

RAPPORT

Trendanalyse waterkwaliteit sloten

Klant: Natuur & Milieu

Referentie: BK5048-HK-XX-XX-RP-EO-0002

Status: Definitief/01

Datum: 23 september 2025

HASKONING NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

Telefoon: +31 88 348 20 00
Fax: +31 33 463 36 52
E-mail: info@rhdhv.com
Website: www.haskoning.com

Titel document: Trendanalyse waterkwaliteit sloten
Ondertitel:
Referentie: BK5048-HK-XX-XX-RP-EO-0002
Uw kenmerk: -
Status: Definitief/01
Datum: 23 september 2025
Projectnaam: BK5048
Projectnummer: BK5048

Opgesteld door: Haskoning Nederland B.V.

Datum: 23-09-2025

Classificatie: Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. Haskoning Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van Haskoning Nederland B.V. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Verdiepende context over de waterkwaliteit in Nederland	3
1.3 Opdrachtbeschrijving & doelstelling	5
1.4 Leeswijzer	6
2 Methodiek	7
2.1 Data verzamelen	7
2.2 Data prepareren	7
2.3 Parameters kiezen	11
2.4 GIS-analyse	12
2.5 Data-preparatie en Statistische analyse	14
2.6 Weergave	16
3 Resultaten	18
3.1 Totale dataset	18
3.2 Subset per hoofdcategorie landgebruik	26
3.3 Subset per waterbeheerder	35
4 Conclusies	40
4.1 Conclusie trendanalyse	40
4.2 Discussie data	42
Referenties	45
Bijlagen	46
Bijlage 1. Interviews experts	46
Bijlage 2. Overzicht van het aantal meetpunten per combinatie van waterbeheerder en parameter	49
Bijlage 3. Overzicht van de hellingshoek en P-waarde per combinatie van waterbeheerder en parameter voor de biologische parameters	50
Bijlage 4. Overzicht van de hellingshoek en P-waarde per combinatie van waterbeheerder en parameter voor de (fysisch-) chemische parameters	51

Samenvatting

Waarom dit onderzoek?

Nederland telt ruim 320.000 km aan sloten, die cruciaal zijn voor waterbeheer, biodiversiteit en leefbaarheid. Toch is de waterkwaliteit in deze kleinere wateren structureel onvoldoende, met negatieve gevolgen voor planten, dieren en mensen. Omdat sloten vaak buiten de Kaderrichtlijn Water vallen, die als doel heeft om waterkwaliteit van oppervlakte- en grondwateren te verbeteren en te beschermen, ontbreekt grotendeels inzicht in hun ecologische toestand en ontwikkeling.

Sloten zijn bovendien kunstmatig aangelegd of sterk veranderd, waardoor ze lagere ecologische doelen krijgen dan natuurlijke wateren. Eerdere onderzoeken zijn vaak te algemeen, en geven weinig inzicht in de ontwikkeling van de afgelopen jaren, de invloed van landgebruik (zoals bebouwing of landbouw) en ligging (waar de sloot precies ligt). Daarom gaf Natuur & Milieu opdracht voor een landelijke analyse van de waterkwaliteit van sloten.

Hoe is het onderzocht?

Haskoning analyseerde meetgegevens van 2009 t/m 2023 uit landelijke databases van waterschappen. Haskoning onderzocht of en hoe gegevens veranderde over de jaren heen (trendanalyse) en keek naar:

- biologische kwaliteit: macrofyten (waterplanten) en macrofauna (kleine ongewervelde waterdieren);
- voedingsstoffen: stikstof en fosfor;
- fysisch-chemische parameters: zuurgraad en temperatuur;
- chemische stoffen: koper, zink, carbendazim, imidacloprid.

Daarnaast zijn door Natuur & Milieu interviews met drie experts gehouden om de resultaten beter te begrijpen en te koppelen aan inzichten uit de praktijk.

Wat zijn de belangrijkste uitkomsten?

- 1 Uit de trendanalyse blijkt dat de waterkwaliteit van Nederlandse sloten tussen 2009 en 2023 nauwelijks is verbeterd.
- 2 De gemiddelde biologische waterkwaliteit van sloten ligt ruim onder de KRW-norm van 0,60 Ecologische Kwaliteitsratio (ERK), met een score rond 0,40. De macrofytenkwaliteit verslechtert licht en macrofaunakwaliteit verbetert beperkt. In bebouwd gebied is de kwaliteit het laagst en natuurgebieden scoren het best voor macrofauna.
- 3 De hoeveelheid stikstof voldoet in de meeste Nederlandse sloten aan de standaardnorm, maar gemiddeld is de concentratie te hoog. Dit is met name in landbouw- en gemengde gebieden. Voor fosfaat is het gemiddelde ruim boven de norm. De concentratie stikstof en fosfor nemen gemiddeld af in de onderzochte Nederlandse sloten, met name door de verbetering van de slechtste locaties.
- 4 De zuurgraad voldoet in veruit de meeste gevallen aan de norm en verandert niet significant door de tijd heen. Alleen in landbouwgebied neemt deze beperkt toe.
- 5 De watertemperatuur neemt in snel tempo toe in alle landgebruiken.
- 6 Alle vier onderzochte milieuvreemde stoffen nemen af, maar verboden middelen als carbendazim en imidacloprid worden nog steeds aangetroffen.

Wat is de conclusie?

De trendanalyse toont een zorgwekkend beeld: ondanks maatregelen van waterbeheerders is er nauwelijks verbetering in de waterkwaliteit van sloten. De gemiddelde sloot voldoet niet aan ecologische normen en vertoont verslechtering, vooral bij macrofyten.

De verwachting op basis van deze analyse is dat de gemiddelde waterkwaliteit voor macrofyten en macrofauna in de nabije toekomst niet aan de standaardnorm zal voldoen.

Wat zeggen de experts?

Parallel aan deze data-analyse heeft Natuur & Milieu interviews met experts afgenomen. Deze experts bevestigen dat de ecologische toestand van sloten onvoldoende is en dat de hoeveelheid verschillende soorten planten en dieren die er leven afneemt. Belangrijke negatieve invloeden (drukfactoren) zijn nutriëntenbelasting (te veel voedingsstoffen zoals stikstof en fosfor), chemische toxiciteit (o.a. PFAS, bestrijdingsmiddelen) en klimaatverandering. Experts pleiten voor een integrale aanpak van drukfactoren en betere monitoring van de combinatie van toxische stoffen (mengseltoxiciteit), omdat de huidige toetsing van individuele stoffen de werkelijke druk onderschat.

Wat is nodig?

Om de waterkwaliteit van sloten structureel te verbeteren, zijn volgens experts systeemmaatregelen nodig. Bijvoorbeeld het herstel van sponswerking in het landschap, het beschaduen van sloten, het baggeren van fosforrijke sliblagen en het toetsen op mengseltoxiciteit (i.p.v. losse stoffen). Daarnaast is uitbreiding van de monitoring en actualisatie van de dataset aanbevolen om trends beter te kunnen volgen en daarmee beleid effectiever te maken.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Nederland kent ruim 320.000 kilometer aan sloten. Deze sloten spelen een belangrijke rol in de afvoer van regenwater en het vasthouden van water in droge tijden. Daarnaast vormen sloten het leefgebied voor verschillende planten en dieren. Hoewel Nederland veel sloten kent en er dus een groot leefgebied voor planten en dieren zou kunnen zijn, gaat het met de kwaliteit van het water in deze sloten al jaren niet goed. De slechte waterkwaliteit zorgt ervoor dat veel soorten niet in het water kunnen voorkomen.

Uit verschillende onderzoeken blijkt dat de waterkwaliteit in veel sloten onvoldoende is. Zo kreeg in 2022 slechts 20 procent van de kleine wateren in Nederland een voldoende voor waterkwaliteit (Unie van Waterschappen, 2022). De oorzaken zijn divers. Een belangrijke oorzaak van de slechte kwaliteit is de diversiteit aan stoffen die in het water terecht komen, zoals mest of bestrijdingsmiddelen en afvalstoffen van de industrie. Ook riooloverstorten en rioolzuiveringsinstallatie in stedelijk gebied dragen bij aan een slechte waterkwaliteit. Dit zorgt ervoor dat het water troebel wordt, dat er te veel voedingsstoffen in zitten (zoals stikstof en fosfaat) en dat er te weinig zuurstof in het water zit voor waterdieren. Daarnaast zorgt een uniforme inrichting, onnatuurlijk peilbeheer en een intensief onderhoud voor een afname van geschikte habitats. Hierdoor verdwijnen planten en dieren, terwijl deze juist belangrijk zijn voor een gezond watersysteem. Bovendien neemt ook de druk op het watersysteem toe door klimaatverandering, waardoor de temperatuur toeneemt, meer periodes van langdurige droogte voorkomen en er heftigere piekbuien zijn.

Hoewel er de afgelopen jaren maatregelen zijn genomen, zoals het aanleggen van natuurvriendelijke oevers en het verbeteren van rioolwaterzuivering, blijkt uit onderzoek van onder andere het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW) dat deze inspanningen nog onvoldoende effect hebben (Unie van Waterschappen, 2022). De waterkwaliteit blijft achter, en daarmee ook de verscheidenheid aan leven in en rond het water. Een goede waterkwaliteit is niet alleen belangrijk voor planten en dieren, maar ook voor mensen. Gezonde sloten dragen bij aan een leefbare omgeving, helpen bij het tegengaan van droogte en wateroverlast, en maken het landschap aantrekkelijker voor recreatie en natuurbeleving.

In paragraaf 1.3 wordt toegelicht wat het doel is van dit verdiepende onderzoek naar de waterkwaliteit van sloten. Om dit goed te begrijpen wordt in paragraaf 1.2 eerst wat meer over de inhoudelijke thema's uitgelegd.

1.2 Verdiepende context over de waterkwaliteit in Nederland

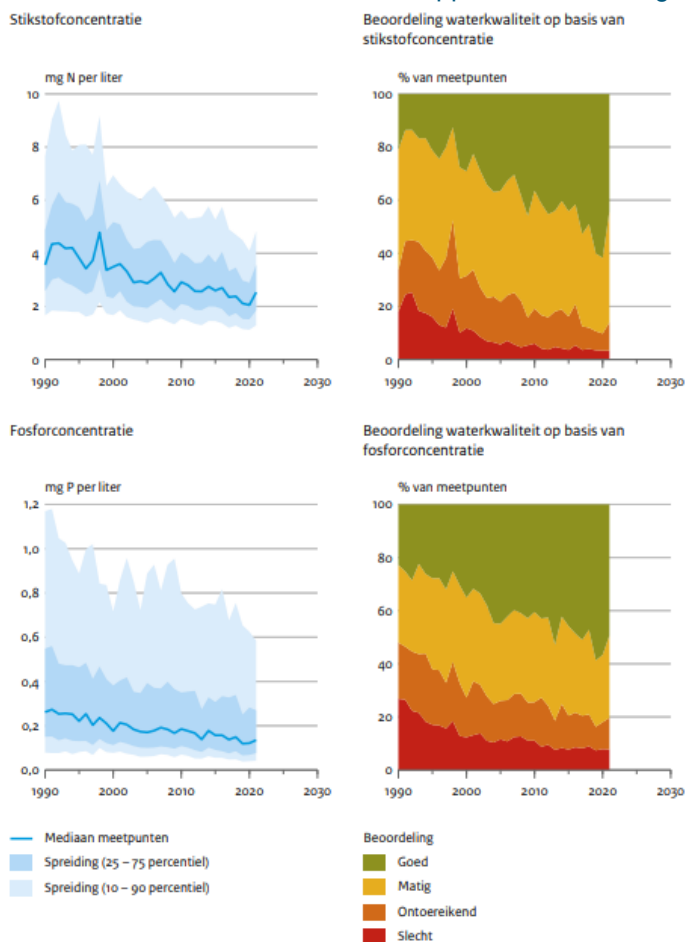
Over de voedingsstoffen

Planten hebben voedingsstoffen (nutriënten) nodig om te groeien. Twee van de belangrijkste voedingsstoffen zijn stikstof en fosfor. Deze stoffen komen van nature voor in de bodem en het water, maar worden ook toegevoegd via meststoffen in de landbouw of (deels gezuiverd) afvalwater. Voedingsstoffen helpen waterplanten en algen om te groeien en vormen daarmee een essentieel fundament van de voedselketen in het water.

Echter, als er te veel stikstof en fosfor in het water komt, raakt het evenwicht verstoord. Wanneer dit gebeurt groeien sommige planten en algen te snel. Deze soorten gaan dan woekeren, waardoor ze andere soorten verdringen en de diversiteit van het waterleven achteruitgaat. Dit kan ook leiden tot zuurstoftekort in het water waardoor vissen en andere dieren sterven. Ook kan het water troebel worden, gaan stinken, en zelfs gevaarlijk worden voor mensen en dieren door de groei van blauwalgen.

Sinds de jaren '90 is de hoeveelheid stikstof en fosfor in het oppervlaktewater flink afgenomen. Dat komt door betere regels, schonere landbouwmethoden en verbeterde rioolwaterzuivering. Maar sinds 2010 gaat

die afname veel langzamer. De concentraties dalen nog wel, maar niet meer zo snel als vroeger. In Figuur 1-1 is de trend van stikstof en fosfor in oppervlaktewater afgebeeld (CLO, 2024).



Figuur 1-1: Trends van concentraties en beoordeling van stikstof en fosfor in oppervlaktewater. Bron: CLO, 2024.

Over de biologische waterkwaliteit

Volgens de systematiek van de Kaderrichtlijn Water is de biologische waterkwaliteit onderverdeeld in vier onderdelen: fytoplankton (algen), overige waterflora (planten), macrofauna (kleine beestjes) en vis. Elk jaar rapporteren waterbeheerders over de kwaliteit van deze vier onderdelen. Hiervoor meten ze regelmatig welke soorten voorkomen in de verschillende wateren. Via een rekenmethode wordt het voorkomen van soorten vervolgens uitgedrukt in een getal tussen 0 en 1. Dit getal is de Ecologische Kwaliteitsratio, afgekort de EKR. Voor de grotere wateren in Nederland hebben waterbeheerders ook doelen opgesteld waar de gemeten kwaliteit aan getoetst wordt. De landelijke standaarddoelen liggen op een EKR van 0,60. Wanneer vanuit de rekenmethode van de aangetroffen soorten een score boven het doel volgt, scoort het waterlichaam goed.

In de praktijk liggen veel doelen echter lager dan de landelijke standaarddoelen. Waterbeheerders mogen voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen namelijk afwijken van deze standaard. Dit geldt ook voor sloten, die per definitie geen natuurlijke maar gegraven watergangen zijn. Voor deze wateren is het vaak niet haalbaar om een gewenste toestand te bereiken die hoort bij een natuurlijk systeem. In Nederland is het overgrote deel van de waterlichamen kunstmatig of sterk veranderd. De doelen die waterbeheerders dan nastreven liggen dus lager dan wat voor natuurlijke wateren als een goede toestand wordt gezien.

Over de chemische stoffen

Naast de toestand van voedingsstoffen en de biologie, volgen waterbeheerders ook de hoeveelheid chemische stoffen in het oppervlaktewater. Op verschillende punten in het watersysteem meten waterbeheerders stoffen zoals bestrijdingsmiddelen, zware metalen en industriële stoffen. Dit doen ze vaak op sleutelpunten in het watersysteem, zoals bij punten waar ze water inlaten vanuit grote rivieren, waar verschillende grote wateren samenkomen of bij rioolwaterzuiveringen. Ook meten ze niet op elke plek dezelfde stoffen, maar meten ze vaak gericht stofgroepen waarvoor ze op het meetpunt problemen verwachten. Op deze manier wordt er kostenefficiënt gemonitord. Voor de Kaderrichtlijn Water beoordelen waterbeheerders zo'n 130 stoffen, en daarnaast volgen ze nog tientallen tot honderden andere stoffen in het water zoals bestrijdingsmiddelen. Er zijn wereldwijd naar schatting echter zo'n 350.000 chemicaliën in omloop, dus van het overgrote deel van de stoffen weten we niks (Wang et al., 2020).

Met behulp van de verzamelde meetgegevens wordt door de waterbeheerders voortdurend gezocht naar problemen die zich voordoen in het watersysteem. Zo worden er regelmatig bestrijdingsmiddelen boven de toegestane norm aangetroffen, waarna waterbeheerders via toezicht en handhaving optreden. Bij structurele problemen kan de toelating van bepaalde middelen ook ingeperkt of verboden worden, hier gaat het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden (CTGB) over. Carbendazim is een voorbeeld van een bestrijdingsmiddel waarvan het gebruik in de afgelopen jaren verboden is. Dit wil echter niet zeggen dat deze stof niet meer aangetroffen wordt in de metingen van waterbeheerders, in meer dan 5% van de grote wateren in Nederland is dit nog steeds een probleemstof (Informatiehuis Water, 2022).

Voor veel stoffen zijn in de afgelopen jaren maatregelen genomen waardoor de hoeveelheid die in het water gemeten wordt af zal nemen. Het effect van deze maatregelen heeft in veel gevallen echter tijd nodig. Een voorbeeld hiervan is zink. Gemeenten en projectontwikkelaars worden gestimuleerd om geen zink meer te gebruiken in dakgoten en regenpijpen, bouwvoorschriften zijn op sommige plekken aangepast om zinkgebruik te beperken en het regenwater van zinken daken wordt steeds vaker afgekoppeld van het riool. Deze maatregelen dragen bij aan het terugdringen van de zinkconcentratie in het oppervlaktewater, maar zijn gekoppeld aan bouwprocessen die tijd vergen.

Tot slot zijn er ook chemische stoffen die van nature voorkomen, zoals bepaalde zware metalen. Zo kunnen verschillende metalen vanuit de bodem vrijkomen door bodemprocessen en in het oppervlaktewater terecht komen. In deze gevallen kunnen waterbeheerders vaak weinig doen om de situatie te verbeteren.

1.3 Opdrachtbeschrijving & doelstelling

Hoewel er al veel onderzocht is, zijn veel studies hoog over en op grote tijdschaal. Natuur & Milieu wil graag meer inzicht in de ontwikkeling van de waterkwaliteit in sloten in de afgelopen jaren, en hoe dit samenhangt met factoren als landgebruik en waterbeheerder.

In dit rapport laten we zien hoe de waterkwaliteit van sloten zich de afgelopen jaren heeft ontwikkeld op basis van metingen van waterschappen door het hele land. Haskoning heeft met statistische analyses onderzocht of er sprake is van (significante) trends door de tijd. We gebruikten hiervoor een landelijke database die gevuld is door alle waterschappen. De analyse betreft:

- Trendanalyses van enkele positieve en negatieve indicatorsoorten (gewenste en ongewenste soorten) voor overige waterflora (waterplanten) en macrofauna (kleine beestjes die in het water leven, zoals insecten, wormen, kreeftachtigen en weekdieren);
- Trendanalyses van de KRW-beoordeling voor biologische kwaliteitselementen 'Overige waterflora en Macrofauna'.

- Trendanalyses van de voedingsstoffen stikstof en fosfor, temperatuur, zuurgraad, en vier chemische stoffen;

Bij de statistische analyses is gekeken naar verschillen tussen de verschillende waterbeheerders en verschillen in landgebruik rondom de sloten.

Aanvullend op deze statistische analyse heeft Natuur & Milieu enkele experts geïnterviewd om duiding te geven aan de resultaten. In deze interviews is de experts gevraagd naar hun kennis over de waterkwaliteit in Nederlandse sloten en hun beeld bij de ontwikkeling van de chemische en biologische kwaliteit. Deze interviews zijn voor de volledigheid aan dit rapport toegevoegd in de bijlage.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport betreft de beschrijving van een statistische trendanalyse. Dit maakt de volgende hoofdstukken mogelijk lastig te volgen zonder kennis van aquatische ecologie, statistiek en de bijbehorende terminologie. Voor een begrijpelijk overzicht van het onderzoek en de resultaten kunt u de samenvatting aan het begin van het rapport lezen.

In hoofdstuk 2 is de methode uiteengezet. In hoofdstuk 3 zijn de resultaten van de analyses weergegeven. Hoofdstuk 4 bevat de belangrijkste conclusies en een aantal discussiepunten en tot slot is in hoofdstuk 5 een referentielijst van gebruikte bronnen opgenomen.

2 Methodiek

2.1 Data verzamelen

Natuur & Milieu heeft aangegeven zoveel mogelijk beschikbare informatie te willen gebruiken, verspreid over waterbeheerders en inhoudelijke parameters. Er is in overleg voor gekozen om gegevens vanaf 2009 te gebruiken voor de data-analyse; vanaf dit jaar is de Landelijke Enquête Waterkwaliteit (LEW) gestart door het Informatiehuis Water (IHW). De gegevens vóór 2009 zijn aanzienlijk minder talrijk, minder consistent en minder betrouwbaar (bij gebrek aan een eenduidig protocol) en dus niet meegenomen. Inzicht in de situatie voor 2009 wordt wel opgehaald in de interviews in de bijlage.

De volgende gegevens worden gebruikt in de data-analyse:

- Chemie en fysische-chemie data van 2009 tot en met 2023 uit de LEW. De gegevens zijn gedownload vanaf het waterkwaliteitsportaal.
- Biologie data en meetpunten in de periode 2009 tot en met 2022, overgenomen uit de opgewerkte data die eerder zijn gebruikt voor de toetsingen van de natuurindicatoren 'Natuurkwaliteit van waterplanten in oppervlaktewater' en 'Natuurkwaliteit van macrofauna in oppervlaktewater' door Planbureau voor de Leefomgeving¹. Het betreft zowel de meetwaarden van aangetroffen soorten als de met de Aquo-kit berekende Ecologische Kwaliteitsratio (EKR). De originele gegevens zijn afkomstig uit de LEW.

2.2 Data prepareren

Om alle meetgegevens correct aan elkaar te koppelen en bruikbaar te maken voor de statistische analyse is voorafgaand aan de werkzaamheden een 'minimaal format' opgesteld (Tabel 2-1). Vervolgens zijn de (fysische) chemie en biologie gegevens bewerkt, zodat deze aansluiten op het vastgestelde format. Dit format is vastgesteld met als doel een robuuste trendanalyse te kunnen automatiseren die flexibel aan te passen is naar verschillende subsets. Dit maakt het mogelijk dezelfde statistiek eenvoudig toe te passen op meerdere detailniveaus.

Tabel 2-1 Overzicht van het minimale format, waarbij de gegevens fictieve waarden voorstellen.

Meetpunt	Waterschap	KRW-type	X	Y	Onderdeel	Parameter	Waarde	Norm	Eenheid	Periode
M_1	De Dommel	M1a	123456	456789	Macrofauna	Indicatorsoort 1	60	N.v.t.	Aantal	2022-2019
M_1	De Dommel	M1a	123456	456789	Macrofauna	Indicatorsoort 1	52	N.v.t.	Aantal	2018-2015
M_1	De Dommel	M1a	123456	456789	Overige Waterflora	Indicatorsoort 2	25	N.v.t.	Percentage	2022-2019
M_1	De Dommel	M1a	123456	456789	EKR-maatlat	Soortensamenstelling macrofyten	0,43	0,6	EKR-score	2014-2011
M_2	De Dommel	M9	123456	456789	Fysisch-chemisch	N-totaal	1,5	1,2	Mg/l	2016
M_3	De Dommel	M8	123456	456789	Chemie	Zink	55	70	Ug/l	2020

Genereren meetpuntenbestand

De eerste stap binnen dit proces betreft het genereren van een volledig meetpuntenbestand. Doorgaans kennen biologische en chemische meetpunten verschillende meetpuntcodes. De meetpunten voor de biologie zijn overgenomen uit de opgewerkte data van het PBL-project. In dit project zijn de meetpunten uit de LEW al eens gecontroleerd en waar mogelijk is missende informatie aangevuld. Voor de chemie is een export vanuit de LEW gemaakt. Het komt voor dat een meetpunt is gekoppeld aan een niet meer bestaande

¹ Planbureau voor de leefomgeving heeft in 2023 een vergelijkbare trendanalyse uitgevoerd voor alle watertypen, waarbij Royal HaskoningDHV ondersteuning heeft verleend, onder andere met de dataverzameling en -verwerking. Zodoende is deze dataset direct inzetbaar voor de voorliggende analyse.

waterbeheerder, bijvoorbeeld omdat enkele waterbeheerders inmiddels zijn gefuseerd. Deze meetpunten zijn dan meegenomen onder de naam van de huidige waterbeheerder van het gebied.

Omdat sommige waterbeheerders hun meetpuntcodes baseren op het jaar van monitoring² is hier nog voor gecorrigeerd. Waar deze toevoeging duidelijk aanwezig was door een toevoeging van een jaartal achter de code ('_2020') is deze weggehaald. Hierbij moet worden opgemerkt dat niet voor alle meetpuntcodes met zekerheid kan worden vastgesteld dat ze daadwerkelijk verschillende meetpunten betreffen; het is dus mogelijk dat een meetpunt met verschillende codes/naamgeving in de dataset zit (en dit is van invloed op de statistiek), maar het betreft hoogstens een klein deel van de hele dataset.

Omdat het watertype van een meetpunt door de tijd gewijzigd kan zijn, is per meetpunt de meest recente informatie gebruikt. Per meetpunt is dus gekeken naar de meest recente beschikbare x- en y-coördinaten en KRW-watertype en dit is toegekend aan alle entrees van dat meetpunt in de dataset.

Op deze set zijn vervolgens de volgende selecties gemaakt:

- 1 Er is geselecteerd op meetpunten die binnen Nederland liggen. Door foutieve coördinaten komt het (helaas regelmatig) voor dat meetpunten buiten Nederland liggen. Deze meetpunten worden niet meegenomen in de statistische-analyse omdat het meetpunt niet gekoppeld kan worden aan landgebruik en omdat het minder betrouwbaar is (het is kennelijk niet goed gecontroleerd).
- 2 Tot slot zijn de meetpunten met watertypen M1a, M1b, M2, M8 en M9 geselecteerd. Dit zijn de verschillende sloottypen die in de KRW onderscheiden worden.

Sloottypen in de KRW

De KRW onderscheidt vijf verschillende typen sloten:

- M1a: Gebufferde sloten op minerale bodem (zoet);
- M1b: Gebufferde sloten op minerale bodem (brak);
- M2: Zwak gebufferde sloten;
- M8: Gebufferde laagveensloten;
- M9: Zwak gebufferde hoogveensloten.

Zoals blijkt uit de omschrijvingen wordt bij de sloottypen onderscheid gemaakt tussen de buffercapaciteit, het bodemtype en de chlorideconcentratie. Bij de KRW-toestandsbepalingen, de toetsing waarin de huidige kwaliteit van het water bepaald wordt, worden de verschillende typen elk getoetst aan een eigen maatlat. Deze maatlaten bevatten soortenlijsten en normen voor de fysische-chemie die passen bij het betreffende watertype. Het is dus niet vanzelfsprekend dat in elk sloottype dezelfde soorten aangetroffen worden (of positief scoren) of dat fysisch-chemische processen in dezelfde mate een rol spelen.

(Fysische) Chemie en Biologie bestand genereren

Zoals eerder benoemd komt de data voor de (fysische) chemie en de biologie uit verschillende bronnen. Deze verschillende bestanden zijn eerst apart opgewerkt en aan het eind samengevoegd tot een complete dataset.

In de opwerking van de biologische data zijn eerst de niet bruikbare gegevens verwijderd. Dit is bepaald aan de hand van de waardebepalingsmethode-code. Deze code verwijst naar de gestandaardiseerde methode

² Waterbeheerders doen dit zodat ze bij toetsingen kunnen variëren met de weging van het meetpunt door de tijd.

van monsternamen voor macrofyten en macrofauna uit het Handboek Hydrobiologie: enkel gegevens met de codes HH-W11A:2010 (Overige waterflora) en HH-W12B:2010 (Macrofauna) worden gebruikt in de data-analyse (STOWA 2010). Vervolgens is voor beide soortgroepen gefilterd op eenheid:

- Voor macrofauna zijn de aantallen van aangetroffen soorten relevant, dus is gefilterd op eenheid 'n'.
- Voor macrofyten is het bedekkingspercentage in de bemonsterde zone relevant, dus is er gefilterd op de eenheden TansleyS, BraunBS en %.

De data uitgedrukt in TansleyS en BraunBS is omgezet naar een percentage. De wijze van omrekening is opgenomen in Tabel 2-2.

Tabel 2-2 Overzicht omrekenen TansleyS en BraunBS naar percentages.

Eenheid	Waarde								
TansleyS & BraunBS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Percentage	1	2	3	4	8	18	38	68	88

Hierna zijn de berekende EKR's vanuit het PBL-databestand toegevoegd aan de dataset.

Bij de statistische analyse wordt het meetpunt meegenomen als random factor, waardoor het nodig is om de dataset terug te brengen naar 1 meetwaarde per meetpunt per periode. De analyse waarin het meetpunt meetelt als random factor levert een krachtiger resultaat op dan een analyse met meer gegevens maar zonder het meetpunt als random factor. Zie paragraaf 2.5 voor nadere toelichting op de statistische analyse. In de gevallen dat een biologiemetpunt meerdere keren per jaar is bemeaten, is een selectie gemaakt van het (voor de biologie) best passende opname geselecteerd. Onder de best passende opname wordt verstaan: degene die zich het meest midden in het groeiseizoen bevindt; de grootste voorkeur gaat uit naar een monster in juli, de laagste voorkeur gaat uit naar een monster in januari. Deze methode is arbitrair, maar gebaseerd op de gedachte dat de piek van het groeiseizoen het beste moment is om een indicatie van de waterkwaliteit te krijgen. Tevens is dit ook de periode dat de gekozen macrofytensoorten hun bloeiperiode kennen en dus via de bloeiwijze te herkennen zijn (www.Herbarium.be). Tabel 2-3 bevat het overzicht van maanden met daarbij het voorkeursgetal. Per meetpunt dat binnen een jaar meerdere monsters heeft, is het monster dat bij de hoogste voorkeursmaand hoort geselecteerd. De overige data van deze meetpunten zijn uit het totale overzicht gehaald. Daarbij moet worden opgemerkt dat het aantal dubbelingen binnen een jaar in de hele dataset gering is (en deze stap dus beperkt nodig).

Tabel 2-3 Overzicht rangschikking maanden voor biologische gegevens, waarbij 1 de grootste voorkeur heeft.

	Waarde											
Maand	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Voorkeur	12	10	8	6	4	2	1	3	5	7	9	11

Tot slot is besloten om de biologische gegevens in periodes van 3 jaar op te delen, omdat de opnamefrequentie binnen KRW-protocol drie jaarlijks is. In Tabel 2-4 is de indeling van de verschillende jaren in periodes weergegeven. Als een meetpunt binnen een periode meerdere jaren bemonsterd is, is opnieuw geselecteerd volgens de voorkeursmaanden uit Tabel 2-3. Wanneer monsters met hetzelfde voorkeursgetal overblijven is het meest recente monster gekozen o.b.v. de bemonsteringsdatum.

Tabel 2-4: Opdeling van meetjaren biologie in periodes.

Jaren	Periode
2009, 2010, 2011	Periode 2009-2011
2012, 2013, 2014	Periode 2012-2014
2015, 2016, 2017,	Periode 2015-2017
2018, 2019, 2020	Periode 2018-2020
2021, 2022, 2023	Periode 2021-2023

De (fysisch) chemische parameters zijn allemaal naar een consistente eenheid vertaald. De eenheid waar elke parameter naar omgezet is, is gekoppeld aan de norm van de betreffende stof. Zo is de data voor nutriënten stikstof en fosfor omgezet naar mg/l, terwijl de data van gewasbeschermingsmiddelen is omgezet naar ug/l.

Bij de (fysische) chemie zijn meestal vier tot twaalf monsters per jaar beschikbaar. De (fysisch) chemische data is opgewerkt tot één getal per jaar, passend bij de norm die vanuit de KRW geldt voor deze stof. Afhankelijk van de geldende normen is de data dus voor verwerkt naar een getal per jaar. Voor sommige stoffen betreft het twee getallen per jaar, omdat ze een jaargemiddelde en een maximale norm hebben. In onderstaande tabel zijn de verschillende normen weergegeven. Bij de verwerking zijn waarden die onder de rapportagegrens gemeten zijn meegenomen als de helft van de rapportagegrens (standaardwerkwijze bij de KRW-toetsing).

Tabel 2-5: Verschillende normen gebruikt voor de (fysische) chemie.

	Berekening
JGM	Jaargemiddelde, hier worden alle beschikbare metingen gemiddeld en aan de norm getoetst. Deze norm geldt voor vrijwel alle chemische stoffen.
MAC	Maximaal aanvaardbare concentratie, hier wordt de hoogst gemeten waarde binnen een jaar aan getoetst. Deze norm geldt voor vrijwel alle chemische stoffen.
ZGM	Zomergemiddelde (juni – september), hier worden alle beschikbare metingen uit de zomerperiode gemiddeld en aan de norm getoetst. Deze norm geldt voor nutriënten.
ZPH	Zomergemiddelde pH (juni – september): geldt voor de zuurgraad. Dit betreft log-getransformeerde gegevens, voor het middelen zijn de waarden dus eerst omgezet en na het middelen weer log-getransformeerd.
P98MAX	98 ^e percentiel: geldt voor temperatuur.

Tot slot zijn de opgewerkte datasets van (fysische) chemie en biologie samengevoegd tot één groot bestand, hierna 'het totale databestand' genoemd.

Het eindbestand genereren

Aan het totale databestand zijn verschillende bestanden gekoppeld. Allereerst is het meetpuntenbestand op basis van de meetpuntcode gekoppeld, waardoor ieder meetpunt een eenduidig watertype en x- en y-coördinaten krijgt.

Vervolgens zijn de waterkwaliteitsnormen gekoppeld. De normen voor de (fysische) chemie zijn verkregen vanuit de Aquo-kit. Voor verschillende stoffen bestaan er verschillende normen voor verschillende watertypen, waardoor nauwkeurige koppeling essentieel is (zo wordt een norm voor watertypes M30 en M31, of voor bijzondere omstandigheden buiten beschouwing gelaten). Wanneer er zowel een JGM- als een MAC-norm beschikbaar is, is besloten dat de MAC-norm leidend is. Voor de biologische EKR-scores wordt het default-doel van 0,60 gebruikt. De biologische soortengegevens kennen geen doelen, hier is 'niet van toepassing' ingevuld.

Tot slot is het landgebruik gekoppeld aan ieder meetpunt. De werkstappen om tot een landgebruikscategorie te komen, staan beschreven in 2.4.

2.3 Parameters kiezen

De parameters voor fysische-chemie zijn in overleg gekozen, het betreft stikstof totaal, fosfor totaal, temperatuur en zuurgraad. Deze parameters vallen onder de standaardmonitoring van de KRW, vormen een goede waterkwaliteitsindicatie en zijn het meest betrouwbaar in bemonstering (zuurstof is bijvoorbeeld niet gekozen omdat deze parameter dagelijks sterk fluctueert en zodoende minder betrouwbaar is). Ook de biologische parameters macrofaunakwaliteit en soortensamenstelling macrofyten³ (beiden uitgedrukt in EKR) die volgen uit toetsingen met de Aquo-kit, zijn voor aanvang van de werkzaamheden in overleg besloten. Voor de soorten en de chemie zijn keuzes gemaakt op basis van de beschikbare data.

Per stof en per soort is in beeld gebracht hoe vaak het voorkomt in de totale dataset, hoe vaak per waterbeheerder en hoe vaak per landgebruikscategorie. Aanvullend is voor de soorten de positief dan wel negatief indicerende waarde (uit de KRW-maatlatten) toegevoegd. Op basis van deze overzichten zijn vervolgens in overleg met Natuur en Milieu keuzes gemaakt voor indicatorsoorten en -stoffen. In onderstaande tabel zijn de geselecteerde macrofauna- en macrofytensoorten opgenomen. Voor beide categorieën zijn twee positief indicerende soorten en twee negatief indicerende soorten gekozen. Bij de keuze voor de soorten is rekening gehouden met de volgende eigenschappen:

- De soorten dienen het liefst een sterk optimum te kennen bij goede dan wel slechte waterkwaliteit (dit in tegenstelling tot een optimum in het midden); hoe beter de waterkwaliteit des te meer individuen/bedekking van de positief indicerende soorten er aangetroffen worden en vice versa.
- De soorten dienen algemeen genoeg te zijn zodat de kans van aantreffen groot genoeg is. Zeer zeldzame of kritische soorten worden in sloten weinig aangetroffen en bemoeilijken een statistische analyse.
- De soorten dienen goed herkenbaar en te bemonsteren zijn. Als een soort niet in het monster zit moet ervanuit gegaan kunnen worden dat deze niet is aangetroffen.

Tabel 2-6: De geselecteerde macrofyten- en macrofaunasoorten, waarvan er per categorie twee positief indicierend en twee negatief indicierend zijn.

Biologisch kwaliteitselement	Naam (Wetenschappelijk)	Naam (Nederlands)	Categorie
Macrofyten	<i>Potamogeton lucens</i>	Glanzig fonteinkruid	Positief
Macrofyten	<i>Hottonia palustris</i>	Waterviolier	Positief
Macrofyten	<i>Lemna minor</i>	Klein kroos	Negatief
Macrofyten	<i>Glyceria maxima</i>	Liesgras	Negatief
Macrofauna	<i>Anax imperator</i>	Keizerlibel	Positief
Macrofauna	<i>Hyphydrus ovatus</i>	Eirond watertorretje	Positief
Macrofauna	<i>Psectrotanytus varius</i>	Dansmug	Negatief
Macrofauna	<i>Asellus aquaticus</i>	Zoetwaterpissebed	Negatief

³ EKR, ofwel Ecologische Kwaliteit Ratio, is de manier waarop we in Nederland de biologische kwaliteit van oppervlaktewater voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) uitdrukken. De score van de biologische kwaliteit wordt per waterlichaam bepaald o.b.v. matlatten (rekenregels). We onderscheiden in totaal vier kwaliteitselementen, namelijk fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vis, waarbij soortensamenstelling en abundantie van verschillende planten en dieren geaggregeerd worden naar een score. Deze scores worden vergeleken met referentiewaarden om de biologische toestand te bepalen. Macrofauna-kwaliteit en soortensamenstelling macrofyten zijn deelmaatlaten van respectievelijk macrofauna en overige waterflora, gericht op de aanwezige soorten. Het uitgangspunt van de beoordeling is dat in een bepaald type waterlichaam in natuurlijke toestand een aantal kenmerkende en constante soorten voorkomt. Het ontbreken van één of meerdere van deze soorten geeft een verlaagde kwaliteit aan.

Voor de chemische stoffen is gekeken naar stoffen die in de periode 2009 tot en met 2023 constant gemeten zijn en regelmatig boven de norm aangetroffen zijn. Gekozen is voor de stoffen in onderstaande tabel.

Tabel 2-7: Selectie van chemische stoffen voor de trendanalyse.

Stofnaam	Categorie
Koper	Metalen
Zink	Metalen
Carbendazim	Bestrijdingsmiddel
Imidacloprid	Bestrijdingsmiddel

2.4 GIS-analyse

Voor het gereedmaken van de data zijn twee GIS-acties uitgevoerd:

- 1 Selectie van meetpunten die in Nederland liggen;
- 2 Koppelen van meetpunten aan het dominante landgebruik en de fysisch-geografische regio.

Voor de GIS-analyse zijn de volgende gegevens gebruikt:

- Meetpuntinformatie LEW;
- Landgebruik Nederland 2023 (<https://lgn.nl/>);
- Afwateringsgebieden (GAF-90, deze opdeling wordt ook gebruikt in o.a. de Emissieregistratie);
- Fysisch-geografische regio's (FGR) (<https://www.pdok.nl/introductie/-/article/fysisch-geografische-regio-s>).

Selectie van meetpunten in Nederland

Om per meetpunt het dominante landgebruik en de fysisch-geografische regio te bepalen zijn de meetpunten op kaart gezet. Bij deze actie viel al snel op dat veel meetpunten uit de beschikbare set onjuist coördinaten hebben, waardoor data buiten Nederland valt. Er zijn verschillende redenen waarom meetpunten buiten Nederland vallen, bijvoorbeeld door fictieve coördinaten (X: 123456, Y: 456789), coördinaten die één of meerdere nullen missen (X: 4550, Y: 1542) of missende coördinaten (X: 0, Y:0).

Koppelen meetpunten aan LGN

Op basis van de LGN is per meetpunt het dominante landgebruik bepaald, voor de afwateringseenheid waar het meetpunt zich in bevindt. Het beschouwen van het schaalniveau van een afwateringseenheid geeft een stabiel en betrouwbaarder beeld van de (eventuele) invloed van het landgebruik, dan wanneer uitsluitend naar de exacte locatie van het meetpunt wordt gekeken.

Per afwateringseenheid (GAF) is het percentage van elke LGN-categorie bepaald. Deze zijn vervolgens vertaald naar de hoofdcategorieën bebouwd, infrastructuur, landbouw, natuur, tuinbouw en overig (zie Tabel 2-8). Als de dominante hoofdcategorie in een GAF <50% van het oppervlak beslaat is de categorie op 'gemengd' gezet. Vervolgens is het dominante landgebruik van de GAF waar een meetpunt ligt aan het meetpunt gekoppeld.

Tabel 2-8: Indeling van de LGN-categorieën naar een hoofdcategorie.

LGN-categorie	Hoofdcategorie
bebouwing in buitengebied	bebouwd
bebouwing in primair bebouwd gebied	bebouwd
bebouwing in secundair bebouwd gebied	bebouwd
bos in primair bebouwd gebied	bebouwd

LGN-categorie	Hoofdcategorie
bos in secundair bebouwd gebied	bebouwd
gras in primair bebouwd gebied	bebouwd
gras in secundair bebouwd gebied	bebouwd
zonneparken	bebouwd
halfverharde wegen, infrastructuur langzaam verkeer en overige infrastructuur	infrastructuur
hoofdinfrastructuur en spoorbaanlichamen	infrastructuur
smalle wegen	infrastructuur
aardappelen	landbouw
agrarisch gras	landbouw
bieten	landbouw
granen	landbouw
mais	landbouw
natuurlijk beheerde agrarische graslanden	landbouw
overige landbouwgewassen	landbouw
bos in hoogveengebied	natuur
bos in moerasgebied	natuur
gras in het kustgebied	natuur
hoogveen	natuur
loofbos	natuur
naaldbos	natuur
open stuifzand en/of rivierzand	natuur
overig gras	natuur
overige moeras vegetatie	natuur
overige struikvegetatie (hoog)	natuur
overige struikvegetatie (laag)	natuur
rietvegetatie	natuur
struikvegetatie in moerasgebied (hoog)	natuur
struikvegetatie in moerasgebied (laag)	natuur
zoet water	natuur
zout water	natuur
overig grondgebruik in buitengebied	overig
bloembollen	tuinbouw
boomgaarden	tuinbouw
boomkwekerijen	tuinbouw
fruitkwekerijen	tuinbouw
glastuinbouw	tuinbouw

Landgebruikscategorie Tuinbouw niet meegenomen

Voor de categorie tuinbouw blijft een te kleine dataset over. Dit heeft een sterk effect op de resultaten waardoor er geen betrouwbare conclusies getrokken kunnen worden. Dit heeft vooral te maken met het feit dat de tuinbouw vooral in gemengde vorm met andere landgebruiken voorkomt en niet als hoofdcategorie in een GAF. Enkele uitzonderingen daargelaten (zoals het Westland) komt de categorie tuinbouw dus nauwelijks voor. Deze landgebruikscategorie is zodoende niet meegenomen in deze analyse. Echter, in de praktijk komen voorbeelden voor waar de (lokale) invloed van tuinbouw op de waterkwaliteit zeer groot is, bijvoorbeeld bij (illegale) lozingspunten uit glastuinbouw. Het zou dan ook de moeite waard zijn om deze categorie in een verdiepende studie beter uit te lichten.

2.5 Data-preparatie en Statistische analyse

Data-preparatie

Voorafgaand aan de statistische analyse is de totale dataset verder geprepareerd.

Ten eerste is de data van de soortwaarnemingen aangevuld. Op de meetlocaties waar minimaal één van de vier gekozen macrofaunasoorten is aangetroffen is de dataset aangevuld met een nulwaarde voor de soorten die hier niet zijn aangetroffen. Gegeven de protocollaire monsterwijze mag worden aangenomen dat afwezige soorten in de opname daadwerkelijk afwezig waren (en dus een 0-waarde). Dit is eveneens gedaan voor de vier gekozen macrofytensoorten, waar een waarde 0% is ingevuld voor de soorten die niet aangetroffen zijn.

Ten tweede is de dataset gefilterd op het criterium dat meetpunten in minimaal drie jaren of periodes in de dataset aanwezig moeten zijn. Met het toevoegen van dit criterium bevat de dataset alleen terugkerende meetpunten. Deze keuze verkleint de ruis vanuit sporadisch bemeten meetpunten en maakt het mogelijk om de meetpuntcode als random factor mee te nemen in de regressie-analyse (zie hieronder).

Statistische analyse

De statistische analyse is op drie niveaus uitgevoerd, namelijk voor de totale set, de subsets op basis van waterbeheerder en de subsets op basis van het landgebruik. Voor elk niveau zijn dezelfde stappen uitgevoerd.

Terminologie rondom statistiek

De statistische analyse betreft een regressie-analyse, waarbij we vaststellen of de x-as (de tijd) significant verklarend is voor de y-as (de waarde van een parameter). Hiervoor kan een **open** en een **gesloten** datamatrix (set met parameterwaarden per tijdstap) worden gebruikt. Een open matrix bevat alle waarnemingen ongeacht de continuïteit door de tijd. Een gesloten matrix neemt alleen de meetpunten mee die in elke periode voorkomen. Deze selectie leidt tot minder waarnemingen, maar resulteert doorgaans in een sterker statistisch beeld.

De keuze voor een gesloten matrix is vooral relevant wanneer we de **meetpuntcode als random factor** mee willen nemen. Met deze random factor onderken je dat er een neveninvloed op de dataset is van de meetpuntcode. Een potentie voor emerse vegetatie op een meetpunt in een beschoeide sloot wordt bijvoorbeeld meer beïnvloed door de beschoeiing aldaar, dan door de factor tijd. De random factor houdt hier rekening mee, waardoor de relatie met de factor tijd (die je met de regressie in beeld wil brengen) sterker wordt onderscheiden.

Voor de totale set is met een open-matrix getoetst, voor de subset per waterbeheerder en de LGN-hoofdcategorie is met een gesloten-matrix en met de meetpuntcode als random factor getest. Het was niet mogelijk om de gesloten-matrix en random factor toe te passen op de totale set i.v.m. de doorlooptijd (het

script liep letterlijk vast vanwege het grote aantal meetpunten). Door de eerdere selectie, waarbij meetpunten in minimaal drie periodes moeten voorkomen, is de continuïteit van de dataset zo goed als mogelijk geborgd.

De eerste stap in de analyse is het testen van de dataset op de vijf voorwaarden voor lineaire regressie:

- 1 **Lineair**: over de gehele breedte van de waarden in de dataset moet er een lineaire samenhang zijn tussen de verklarende variabele en de afhankelijke variabele.
- 2 **Onafhankelijk**: de datapunten moeten onafhankelijk van elkaar zijn, observaties mogen elkaar niet beïnvloeden.
- 3 **Homoscedasticiteit**: de variantie van de residuen (verschil tussen de door het model voorspelde waarde en de werkelijke waarde) is constant voor alle verklarende variabelen.
- 4 **Normaal verdeeld**: de residuen moeten normaal verdeeld zijn.
- 5 **Geen multicolineariteit**: de verklarende variabelen mogen niet (of bijna niet) met elkaar gecorreleerd zijn.

Wanneer de verschillende subsets niet aan deze voorwaarden voldoet is de data log-getransformeerd en zijn de voorwaarden opnieuw getoetst. Voor het log-transformeren zijn nulwaarden omgezet naar een erg laag getal (0,0000001) omdat het logaritme van 0 onmogelijk is. NB: in biologische data is een loggetransformeerde lineaire relatie het meest voorkomend (bijvoorbeeld doordat negatieve een ontwikkeling naar 0 gaat en niet gestaag door daalt naar negatieve waarden).

Vervolgens is op basis van de toets op voorwaarden de best geschikte statistische analyse gekozen: Indien mogelijk is een standaard lineaire regressie uitgevoerd, zo niet, dan is een lineaire regressie na log-transformatie toegepast. Als de voorwaarden ook daarvoor niet voldeden zijn regressies met verschillende extra wegingen uitgevoerd, namelijk:

- **varFixed**: de residuen van de meetwaarden worden met een vaste factor getransformeerd.
- **varPower**: de residuen van de meetwaarden worden getransformeerd met een factor die afhankelijk is van de grootte van de residuen.
- **varExp**: de residuen van de meetwaarden worden exponentieel getransformeerd afhankelijk van de grootte van de residuen.
- **varConstPower**: de residuen van de meetwaarden worden getransformeerd door een combinatie van een constante factor en een factor die afhankelijk is van de grootte van de residuen.

Bij de selectie van het regressiemodel wordt eerst altijd gekozen voor de normale lineaire regressie en vervolgens voor de log-getransformeerde lineaire regressie. Als deze allebei niet mogen volgens de geldende voorwaarden is van de overige vier lineaire regressies de variant met de laagste Akaike Information Criterion (AIC) gekozen. De AIC is een manier om de fout van een statistisch model in te schatten, waarbij een lagere AIC-waarde dus voor een beter presterend model staat.

Uiteindelijk is voor elke combinatie van verklarende en afhankelijke variabele het best passende model gekozen. Voor dit model zijn de p-waarde en de hellingshoek meegenomen in de analyse van de resultaten, daarnaast is ook een grafiek van de betreffende lineaire regressie gemaakt.

Wanneer de p-waarde kleiner is dan 0,05 wordt de trend als significant beschouwd. De hellingshoek bepaalt of de waarde door de tijd positief of negatief beweegt. Afhankelijk van de parameter verschilt het of een positieve of negatieve ontwikkeling wenselijk of onwenselijk is. Voor de positief indicerende soorten geldt bijvoorbeeld dat een positieve ontwikkeling wenselijk is, terwijl voor de (fysische) chemie, m.u.v. zuurgraad,

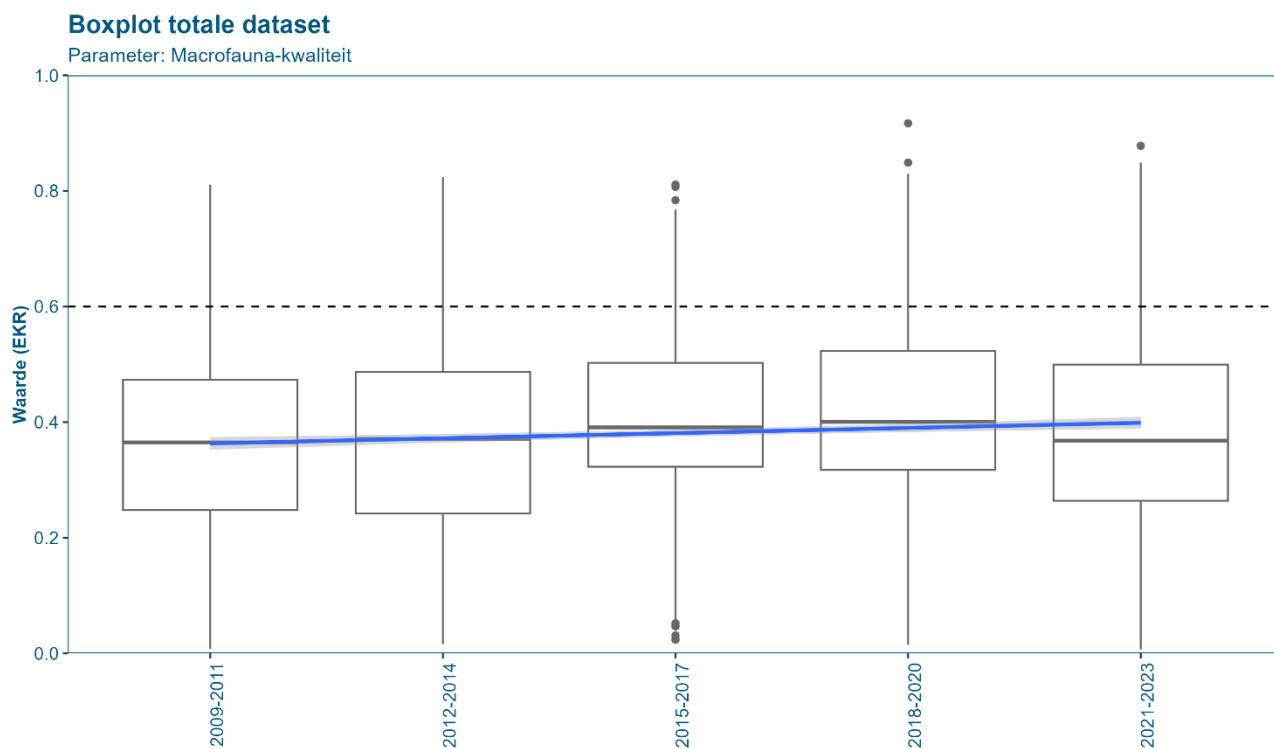
geldt dat een positieve ontwikkeling negatief is. De zuurgraad wijkt hierbij af, voor een goede waterkwaliteit dient deze over het algemeen binnen een range van 7 t/m 9 te blijven.

Bij deze analyse maken we geen gebruik van de R-kwadraat als indicator voor de mate waarin de trend door de y-as (tijd) wordt verklaard. De R-kwadraatwaarde laat zien hoe goed het regressiemodel de waargenomen variatie in de data verklaart en is in de wetenschap een veelgebruikte parameter om de kwaliteit van de gemodelleerde relatie te beoordelen. In de analyse die binnen dit onderzoek wordt gedaan is de verwachting echter niet dat de gehele variatie door de factor tijd wordt verklaard, waardoor een hoge R-kwadraat ook niet wordt verwacht (en voor het onderzoeksdoel geen goede indicator is). De vraag is in dit geval niet of de factor tijd de meeste variatie verklaart maar simpelweg of er een statistisch significant verband bestaat tussen de parameterwaarde en de factor tijd. Voorbeelden van andere invloeden op de variatie zijn meetpuntcode, ligging ten opzichte van een inlaat of stuw, periode van bemonsteren in het jaar, afvoersituatie ten tijde van bemonstering etc. We nemen de meetpuntcode mee als random factor om rekening te houden met de variatie tussen meetpunten, dit is naar verwachting de grootste neveninvloed en de enige waarmee we op basis van de gebruikte dataset rekening kunnen houden.

2.6 Weergave

Met de statistische analyse is op verschillende niveaus (van totale dataset tot subsets per waterbeheerder) een regressieanalyse uitgevoerd voor achttien verschillende parameters. Dit levert een grote hoeveelheid resultaten en figuren op. Vanwege de leesbaarheid is ervoor gekozen om in hoofdstuk 3 eerst overzichtsfiguren te laten zien waarin de significante ontwikkelingen opgenomen zijn. Vervolgens presenteren we boxplots met trendlijnen voor de meest relevante parameters, waarin de daadwerkelijke absolute waarden per periode te zien zijn, samen met de trendlijnen. Niet alle parameters zijn als boxplots getoond om het rapport leesbaar te houden. Alle geproduceerde figuren zijn echter wel met het rapport mee opgeleverd in een afzonderlijk bestand.

De trendfiguur (Figuur 2-1) toont de spreiding van de meetwaarden per periode in boxplots. De onderkant van de box geeft het eerste kwartiel weer, de horizontale lijn de mediaan en de bovenkant van de box het derde kwartiel. De verticale lijnen heten de whiskers, welke de laagste en hoogste waarden in de dataset aanduiden die niet als uitschieters worden beschouwd. Uitschieters zijn weergegeven met punten in de figuur. De periodes op de x-as lopen van 2009 tot 2023. In de figuur is ook een blauwe trendlijn toegevoegd met daaromheen in grijs het betrouwbaarheidsinterval. De stippellijn geeft de norm die in Nederland in de Kaderrichtlijn Water als standaard is vastgesteld van 0,60 EKR (Ecologische Kwaliteit Ratio).



Figuur 2-1: Voorbeeld-trendfiguur (macrofauna kwaliteit op basis van de totale dataset). In blauw is de trendlijn weergegeven.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten op **drie niveaus** gepresenteerd, namelijk 1) de totale dataset met alle beschikbare gegevens, 2) de gegevens per landgebruikscategorie en 3) de gegevens per waterbeheerder. Per niveau zijn de belangrijkste resultaten weergegeven, opgedeeld in de **onderdelen** biologie, fysische-chemie en chemische stoffen. Per onderdeel wordt eerst het resultaat van de **trendtest** voor alle parameters getoond (welke helling en welke significantie). Vervolgens worden voor de relevante parameters meer duiding gegeven door ook de **trendlijn en boxplots** te tonen en bespreken.

Positief, negatief, wenselijk, onwenselijk

In de tekst wordt gesproken van een positieve dan wel negatieve trend wanneer de daadwerkelijke trendhelling van de uitgevoerde regressie wordt bedoeld. Er wordt van wenselijke dan wel onwenselijke ontwikkeling gesproken wanneer de interpretatie van de verandering door de tijd vanuit waterkwaliteitsoogpunt wordt bedoeld. Een positieve trend van stikstof totaal is bijvoorbeeld een onwenselijke ontwikkeling.

3.1 Totale dataset

Tabel 3-1 geeft het overzicht van de resultaten van de statistische analyse weer. De tabel is opgesplitst in de verschillende parametercategorieën, en voor de duidelijkheid is achter de soorten aangegeven of het een positieve (p) of negatieve (n) indicatorsoort betreft. De tabel geeft ook per parameter aan hoeveel unieke meetpunten er uiteindelijk in de analyse zijn meegenomen. Voor de soorten is dit aantal telkens gelijk in verband met het toevoegen van de nulwaarden (zoals beschreven in paragraaf 2.5). Daarnaast bevat de tabel ook informatie over de hellingshoek en de significantie (P-waarde).

In totaal laten 7 van de 18 getoetste parameters geen significante trend zien. Voor de parameters waar wel een significante trend aanwezig is, is de hellingshoek zeer klein. Hoewel er dus wel significante ontwikkelingen zijn, zijn ze veelal zeer minimaal tot verwaarloosbaar. De resultaten zijn onder de tabel per onderdeel uitgesplitst.

Tabel 3-1: Overzicht resultaten statistische toets voor de totale dataset. Een trend is significant bij een P-waarde <0.05. Achter de soorten is aangegeven of dit een positieve indicatorsoort is met een (p) of dat het een negatieve indicatorsoort is met een (n).

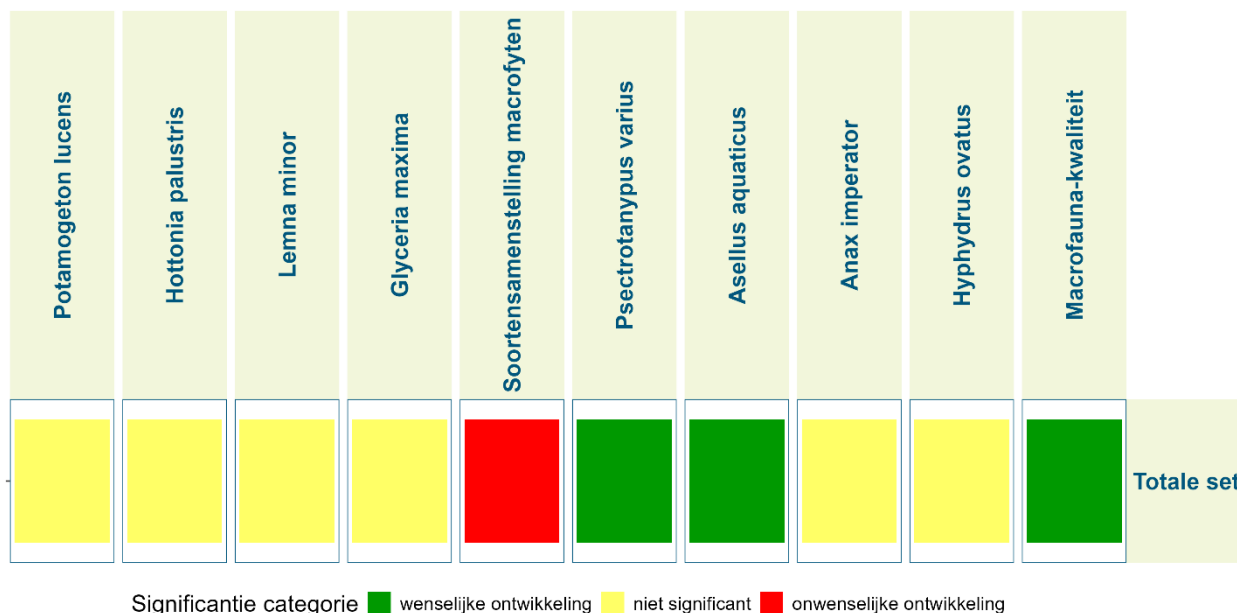
Parameter	Aantal meetpunten	Helling	Pwaarde	Significantie
<i>Biologische parameters - Macrofyten</i>				
Potamogeton lucens (p)	3842	-0.00385	0.484922	nee
Hottonia palustris (p)	3842	0.000679	0.947746	nee
Lemna minor (n)	3842	7.19E-05	0.883369	nee
Glyceria maxima (n)	3842	-0.00034	0.669692	nee
Soortensamenstelling macrofyten	4335	-0.01224	3.19E-18	ja
<i>Biologische parameters - Macrofauna</i>				
Psectrotanyus varius (n)	1287	-0.07541	0.006367	ja
Asellus aquaticus (n)	1287	-0.07335	0.028697	ja
Anax imperator (p)	1287	0.000324	0.856782	nee
Hyphydrus ovatus (p)	1287	-0.0029	0.612544	nee
Macrofauna-kwaliteit	1578	0.007037	0.000283	ja
<i>Fysische-chemische parameters</i>				

Parameter	Aantal meetpunten	Helling	Pwaarde	Significantie
Stikstof totaal	1889	-0.00995	5.64E-09	ja
Fosfor totaal	2264	-0.00046	0.01026	ja
Zuurgraad	2745	0.001564	0.057733	nee
Temperatuur	2906	0.069293	6.63E-22	ja
<i>Chemische parameters</i>				
Koper	647	-0.01974	2.42E-10	ja
Zink	753	-0.11688	1.7E-35	ja
Carbendazim	326	-0.00055	8.52E-21	ja
Imidacloprid	326	-0.00033	9.96E-27	ja

Biologische parameters

Bij de macrofytensoorten is nergens sprake van een significante trend. Voor de macrofaunasoorten is er wel een significant maar licht negatieve trend te zien, namelijk bij *Psectrotanypus varius* en *Asellus aquaticus* (beide negatieve indicatorsoorten, dus wenselijke ontwikkelingen).

De EKR's van zowel de deelmaatlat soortensamenstelling macrofyten als de maatlat macrofauna kwaliteit laten een significante trend zien. De EKR voor macrofauna neemt licht toe, deze ontwikkeling is uiteraard wenselijk. De EKR van soortensamenstelling macrofyten neemt licht af, en is daarmee onwenselijk.

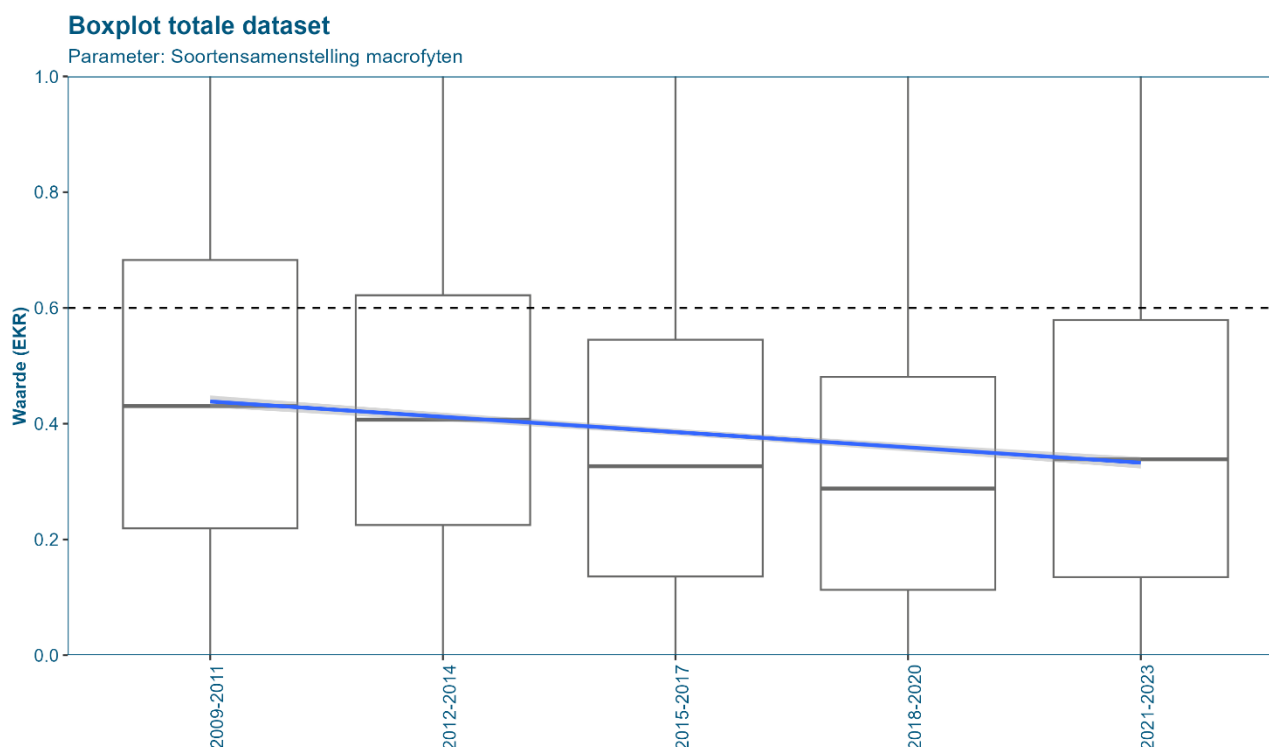


Figuur 3-1: Overzicht ontwikkeling biologische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de totale dataset.

Figuur 3-2 toont de ontwikkeling door de tijd van de parameter soortensamenstelling macrofyten. In de figuur is ook het standaarddoel van 0,60 EKR opgenomen (stippellijn), dat normaliter voor de maatlat overige waterflora gehanteerd wordt⁴. Het grootste deel van de dataset ligt onder dit doel.

⁴ Let wel, dit doel is slechts indicatief, het geldt officieel alleen voor een hoofdmaatlat van een kwaliteitselement en niet voor de deelmaatlaten. Daarnaast geldt het alleen voor KRW-waterlichamen en niet voor overig water. Tot slot kunnen de doelen per KRW-

In de figuur is aan de whiskers, de verticale strepen boven en onder de box, te zien dat de spreiding in de dataset heel groot is. Alle kwaliteitsklassen komen voor, van heel goed scorende locaties tot heel slecht scorende locaties. Ook is te zien dat de score voor de soortensamenstelling tussen de periode 2009-2011 en 2018-2020 over het algemeen afneemt, zoals al bleek uit Figuur 3-1. De afgebeelde trendlijn ondersteunt dit beeld. De box, die het tweede en derde kwartiel van de data weerspiegelt, verschuift naar beneden terwijl niet veranderen. De algehele trend is dus negatief, maar er komen nog steeds sloten voor van zeer goede tot zeer slechte kwaliteit.

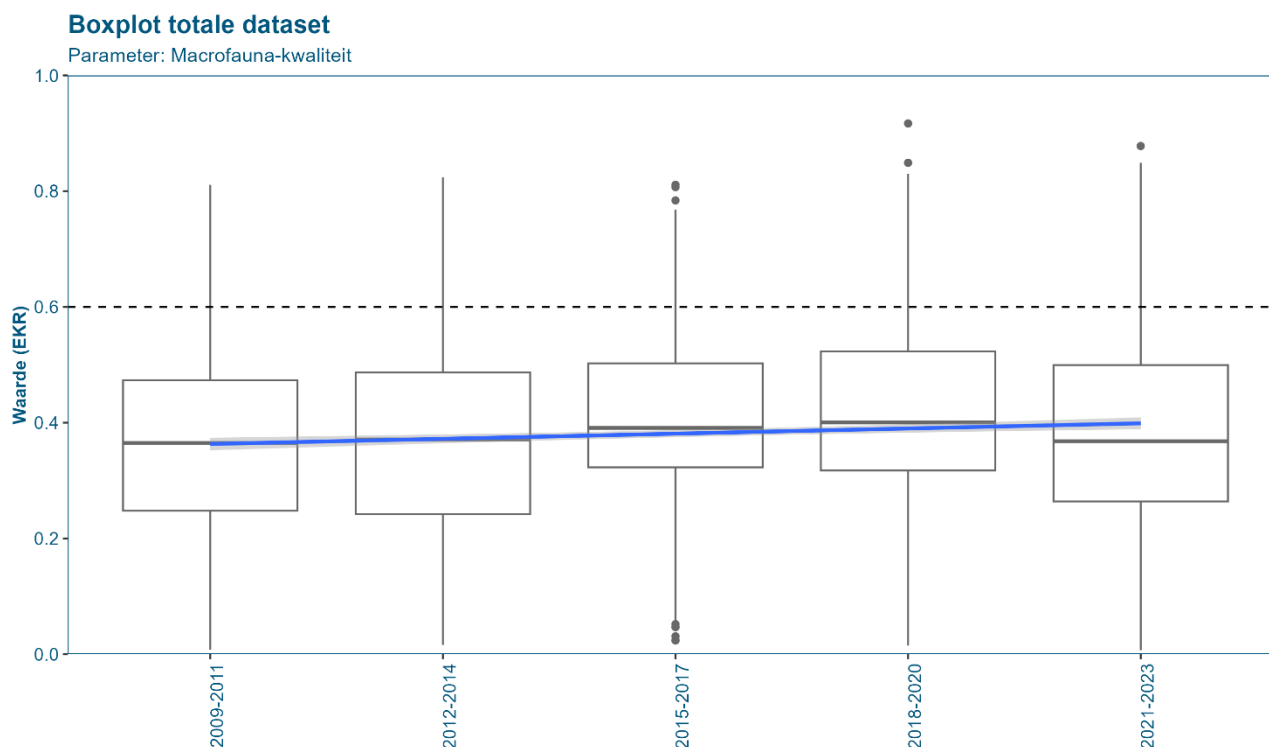


Figuur 3-2: Boxplot van de parameter soortensamenstelling macrofyten voor de gehele dataset. Het standaarddoel van 0,60 EKR dat normaal voor de maatlat overige waterflora gehanteerd wordt binnen de KRW is opgenomen in de figuur. Dit doel geldt officieel niet voor een deelmaatlat, geldt alleen voor KRW-waterlichamen en kan per waterlichaam verschillen, het moet dus slechts indicatief geïnterpreteerd worden. In blauw is de trendlijn van de lineaire regressie voor de ontwikkeling van de EKR door de tijd opgenomen, het grijze vlak rondom de trendlijn geeft de standaardfout weer.

Figuur 3-3 laat de ontwikkeling door de tijd zien voor de macrofauna-kwaliteit. Het standaarddoel van 0,60 EKR is wederom opgenomen de figuur. Het grootste deel van de dataset ligt onder het standaarddoel.

In de figuur is te zien dat de dataset een grote range beslaat, waarbij de hoogste waarden rond de 0,80 EKR liggen en de laagste waarden net boven een EKR van 0. Het valt op dat de box tussen de periode 2009-2011 en 2018-2020 wat smaller wordt, waarbij met name de onderkant omhooggaat en de bovenkant van de box slechts beperkt verandert. De trendlijn voor de ontwikkeling van de macrofauna kwaliteit door de tijd is positief, over het algemeen neemt de kwaliteit door de tijd dus toe. Deze ontwikkeling resulteert in een significant positieve trend (Figuur 3-1). Door de tijd heen komen er over het algemeen minder slechte locaties voor; het aantal goed scorende locaties neemt echter niet toe. De periode 2021-2023 laat echter weer een beeld zien dat meer vergelijkbaar is met de periodes 2009-2011 en 2012-2014.

waterlichamen aangepast worden, 0.6 betreft een default-waarden. Het biedt echter wel een algemene context bij de interpretatie van de waarden in de grafiek.

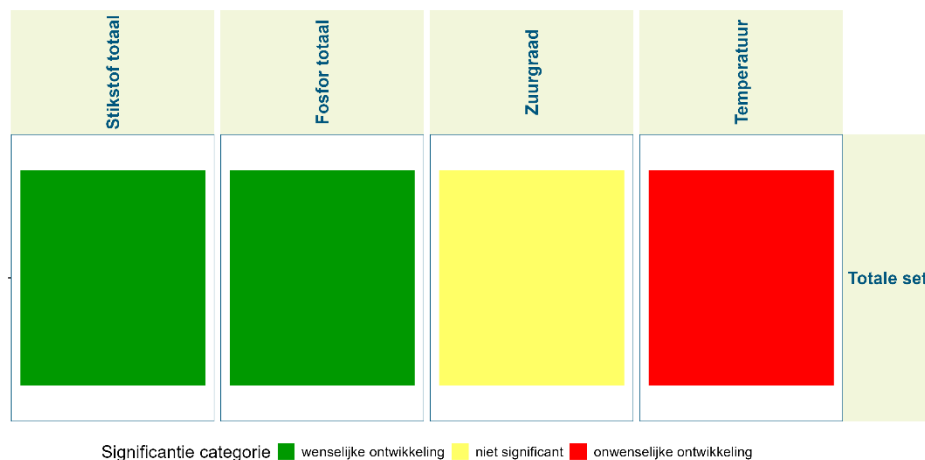


Figuur 3-3: Boxplot van de parameter macrofauna-kwaliteit voor de gehele dataset. Het standaarddoel van 0,60 EKR dat normaal voor de maatlat macrofauna gehanteerd wordt binnen de KRW is opgenomen in de figuur. Dit doel geldt alleen voor KRW-waterlichamen en kan per waterlichaam verschillen, het moet dus slechts indicatief geïnterpreteerd worden. In blauw is de trendlijn van de lineaire regressie voor de ontwikkeling van de EKR door de tijd opgenomen, het grijze vlak rondom de trendlijn geeft de standaardfout weer.

Fysische-chemie

Bij de fysische-chemische parameters is voor drie van de vier parameters sprake van een significante trend. De concentraties van de nutriënten stikstof en fosfor tonen in de periode 2009 tot en met 2023 een lichte maar significante afname, dit is een wenselijke ontwikkeling.

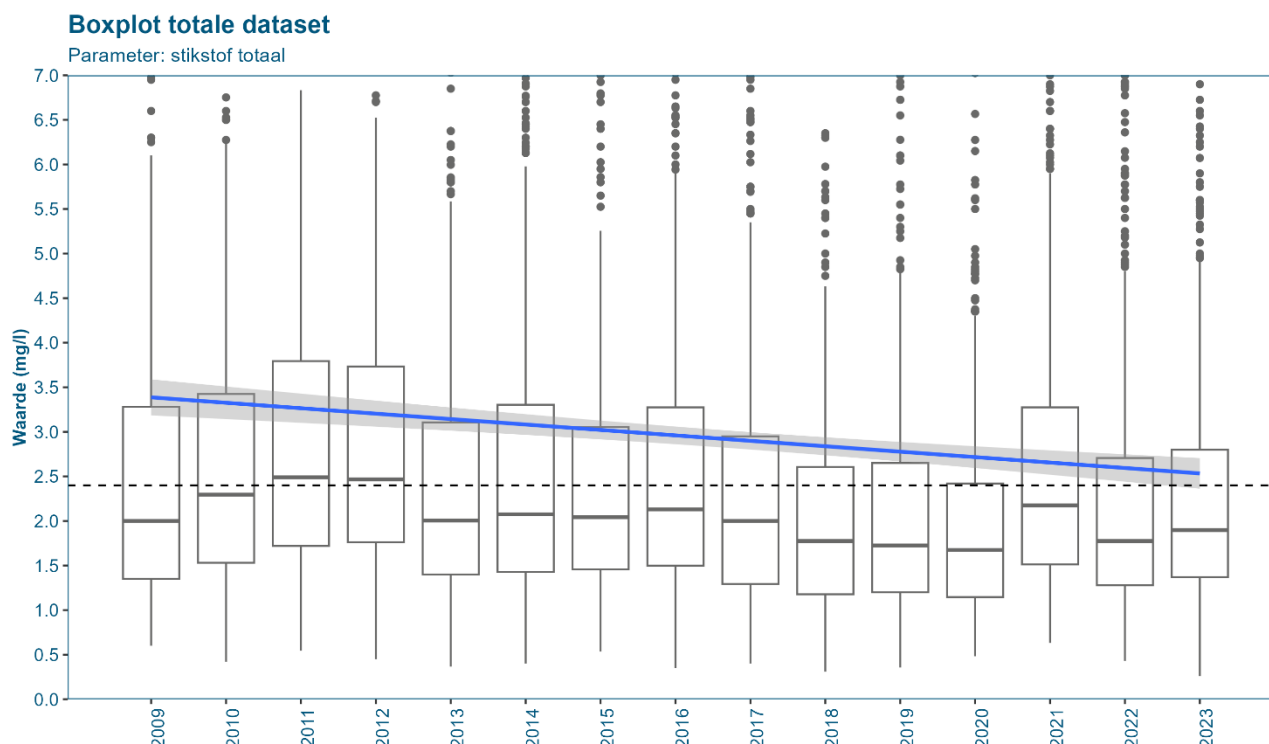
Daarnaast valt de negatieve trend voor watertemperatuur op (Tabel 3-1), het wordt warmer. Deze parameter kent de sterkste helling van de vier fysisch-chemische parameters.



Figuur 3-4: Overzicht ontwikkeling fysisch-chemische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de totale dataset.

In Figuur 3-5 is een boxplot van de gehele dataset met de stikstofconcentratie per jaar weergegeven. De standaardnorm van 2,4 mg/l die normaal voor sloten gehanteerd wordt binnen de KRW is ter referentie als stippellijn opgenomen. Ook hier geldt dat deze norm alleen van toepassing is op KRW-waterlichamen en per waterlichaam kan verschillen en daarom slechts indicatief is. De mediaan van vrijwel ieder jaar (met uitzondering van 2011 en 2012) liggen onder deze KRW-norm.

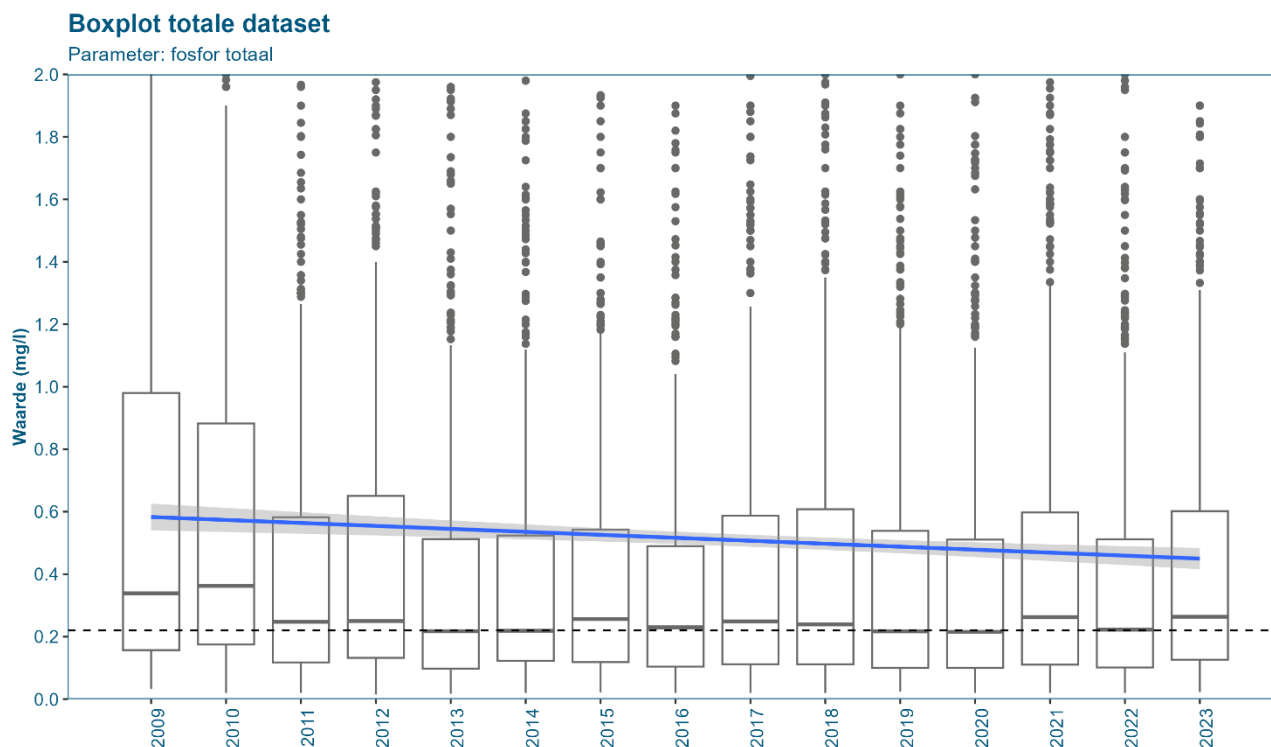
In de figuur is te zien dat de trendlijn boven de standaardnorm ligt en duidelijk omlaag loopt. De gemiddelde stikstofconcentratie neemt dus af door de tijd. Ook is te zien dat met name de bovenkant van de box door de jaren heen lager wordt. Waar deze in de jaren tussen 2009 en 2012 nog regelmatig boven de 3 mg/l uitkwamen en de whiskers doorliepen tot boven de 6 mg/l, ligt de bovenkant van de box na 2018 vrijwel altijd (met uitzondering van 2021) onder de 3 mg/l en de bovenste whiskers komen niet meer boven de 5 mg/l uit. Dit betekent samen dat de gemiddelde sloot bijna voldoet aan de KRW-norm en dat de slechtste sloten (met hoge concentraties) het meest zichtbaar verbeteren (naar lagere concentraties). De significante trend die in Figuur 3-4 is weergegeven weerspiegelt dus vooral dat er door de tijd steeds minder zeer slecht scorende locaties zijn.



Figuur 3-5: Boxplot van de parameter stikstof totaal voor de gehele dataset. De standaardnorm van 2,4 mg/l die normaal voor sloten gehanteerd wordt binnen de KRW is opgenomen in de figuur. Deze norm geldt alleen voor KRW-waterlichamen en kan per waterlichaam verschillen, het moet dus slechts indicatief geïnterpreteerd worden. In blauw is de trendlijn van de lineaire regressie voor de ontwikkeling van de stikstofconcentratie door de tijd opgenomen, het grijze vlak rondom de trendlijn geeft de standaardfout weer. De weergave van de y-as is gemaximeerd op 7 mg/l om de inhoud goed zichtbaar te houden. Als gevolg hiervan valt een aantal outliers buiten de grafiek. De maximale waarde in de dataset ligt op 119 mg/l.

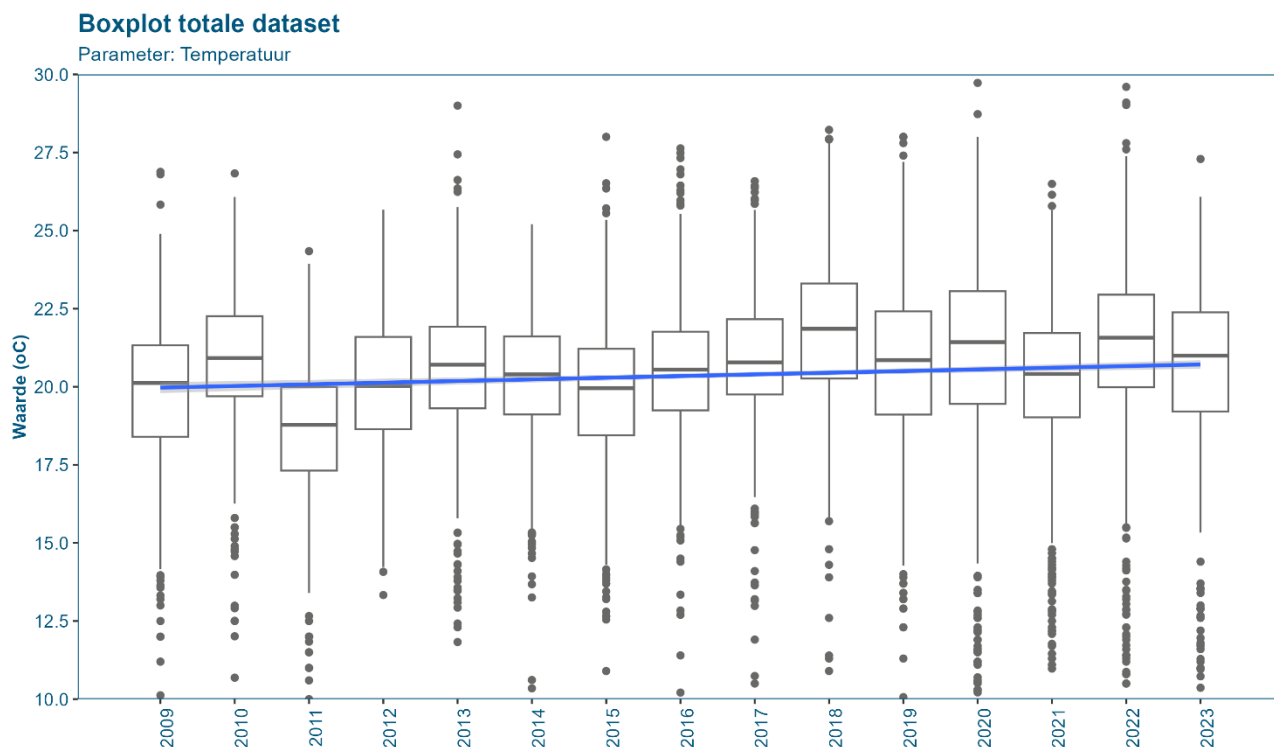
Hetzelfde beeld zien we terug in Figuur 3-6 terug met de jaarlijkse boxplots voor de fosforconcentratie. Ook hier is de standaardnorm van 0,22 mg/l opgenomen in de figuur (ook hier slechts indicatief). In tegenstelling tot stikstof valt op dat de medianen van de boxplots voor fosfor in de meest recente jaren boven de norm liggen en dat ook de trendlijn zich boven de norm bevindt.

In de ontwikkeling van fosfor zien we eenzelfde beeld als voor stikstof. De trendlijn loopt duidelijk omlaag, wat betekent dat de fosforconcentratie door de tijd afneemt. De bovenkant van de box en de bovenste whiskers worden door de jaren heen steeds lager, maar de onderkant van de box daalt niet zo hard mee. Dit betekent samen dat de gemiddelde sloot niet voldoet aan de KRW-norm en dat de slechtste sloten (met hoge concentraties) het meest zichtbaar verbeteren (naar lagere concentraties). Ook hier weerspiegelt de significante trend die in Figuur 3-4 is weergegeven dus vooral dat er door de tijd steeds minder slecht scorende locaties zijn.



Figuur 3-6: Boxplot van de parameter fosfor totaal voor de gehele dataset. De standaardnorm van 0,22 mg/l die normaal voor sloten gehanteerd wordt binnen de KRW is opgenomen in de figuur. Deze norm geldt alleen voor KRW-waterlichamen en kan per waterlichaam verschillen, het moet dus slechts indicatief geïnterpreteerd worden. In blauw is de trendlijn van de lineaire regressie voor de ontwikkeling van de fosforconcentratie door de tijd opgenomen, het grijze vlak rondom de trendlijn geeft de standaardfout weer. De weergave van de y-as is gemaximeerd op 2 mg/l om de inhoud goed zichtbaar te houden. Als gevolg hiervan valt een aantal outliers buiten de grafiek. De maximale waarde in de dataset ligt op 29,45 mg/l.

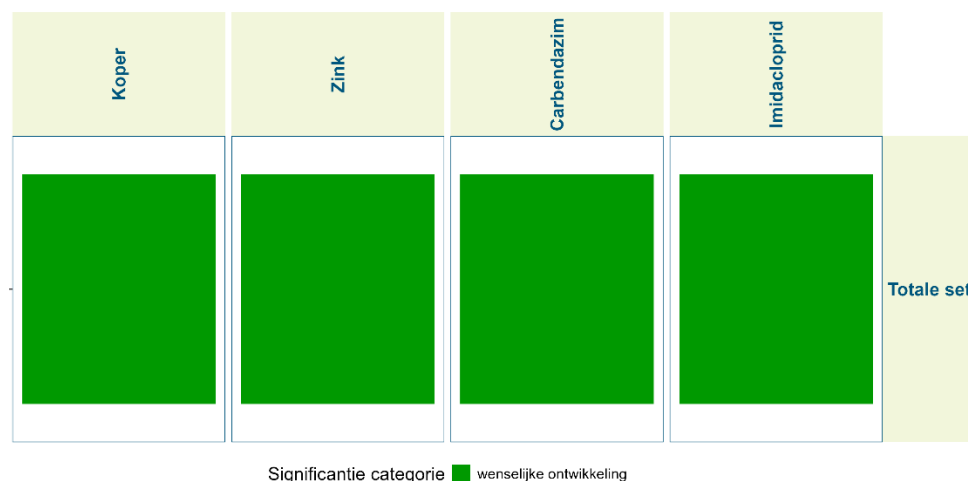
Figuur 3-7 laat de data voor de watertemperatuur per jaar zien in een boxplot. In de figuur is per jaar een schommeling te zien, maar de boxen komen door de tijd wel steeds hoger te liggen. Ook is te zien dat de box vanaf 2018 wat lijkt te verbreden ten opzichte van de periode daarvoor, de spreiding in de dataset wordt dus groter. Over het algemeen komt de mediaan van de data per jaar steeds hoger te liggen. De temperatuur van het water in de sloten stijgt dus. De trendlijn laat hetzelfde beeld zien, de gemiddelde watertemperatuur neemt toe door de jaren heen. Zoals te zien in Figuur 3-4 is deze trend ook statistisch significant.



Figuur 3-7: Boxplot van de parameter watertemperatuur voor de gehele dataset. In blauw is de trendlijn van de lineaire regressie voor de ontwikkeling van de EKR door de tijd opgenomen, het grijze vlak rondom de trendlijn geeft de standaardfout weer. De weergave van de y-as is gemaximeerd op tussen 10 en 30 °C om de inhoud goed zichtbaar te houden. Als gevolg hiervan valt een aantal outliers buiten de grafiek. De minimale waarde in de dataset ligt op 0,8 °C, terwijl maximale waarde in de dataset op 32,4 °C ligt.

Totale dataset – Chemie

De vier chemische parameters laten allemaal een significante, wenselijke ontwikkeling zien. De concentraties van alle vier stoffen nemen door de tijd af. De hellingshoek (Tabel 3-1, aan het begin van paragraaf 3.1) laat echter zien dat de afname, hoewel significant, zeer beperkt is. De metalen koper en zink laten nog enigszins een afname zien maar de beweging van (al jaren verboden) bestrijdingsmiddelen carbendazim en imidacloprid is dusdanig laag dat het effect op de ecologie beperkt geacht wordt.



Figuur 3-8: Overzicht ontwikkeling chemische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de totale dataset.

3.2 Subset per hoofdcategorie landgebruik

In Tabel 3-2 zijn de resultaten van de statistische analyse per subset opgenomen. De tabel is voor het overzicht opgesplitst in de verschillende parametercategorieën (schuingedrukt), en voor de duidelijkheid is achter de soorten aangegeven of het een positieve (p) of negatieve (n) indicatorsoort betreft.

De bevat tabel ook informatie over de hellingshoek, de P-waarde en of deze significant is. In totaal laten 12 van de 18 getoetste parameters een significante trend zien. De parameters waar een significante trend aanwezig is, hebben vaak een relatief kleine hellingshoek. Hoewel er dus wel significante ontwikkelingen zijn, zijn ze veelal zeer minimaal tot verwaarloosbaar. De trend is dus net als voor de totale dataset dat er vrijwel geen sprake is van verbetering in de waterkwaliteit. De resultaten zijn onder de tabel per onderdeel uitgesplitst.

Tabel 3-2: Overzicht resultaten statistische toets voor de dataset met subsets per hoofdcategorie voor het landgebruik. Een trend is significant bij een P-waarde <0.05, waar dit speelt zijn de cellen groen gekleurd. Achter de soorten is aangegeven of dit een positieve indicatorsoort is met een (p) of dat het een negatieve indicatorsoort is met een (n). De getallen zijn afgerond op 4 decimalen.

Parameter	Bebouwd		Landbouw		Natuur		Gemengd	
	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde
<i>Biologische parameters – Macrofyten</i>								
Potamogeton lucens (p)			-0.0124	0.5144			-2.3970	0.3018
Hottonia palustris (p)			0.0028	0.9699				
Lemna minor (n)	0.0000	0.9999	-0.0005	0.7001	-0.0416	0.4417	-0.0001	0.9365
Glyceria maxima (n)	0.4392	0.0012	-0.0014	0.5625	-0.0044	0.7428	-0.0011	0.8973
Soortensamenstelling macrofyten	-0.0100	0.3830	-0.0201	0.0000	-0.0401	0.0105	-0.0220	0.0000
<i>Biologische parameters – Macrofauna</i>								
Psectrotanypus varius (n)	-0.1141	0.8982	-0.0710	0.7795			0.1377	0.5969
Asellus aquaticus (n)	-1.5581	0.2263	0.0144	0.9329	-12.6016	0.2979	-0.1168	0.8960
Anax imperator (p)								
Hyphydrus ovatus (p)	0.1195	0.6113	0.0210	0.7630			0.0350	0.5499
Macrofauna-kwaliteit	0.0073	0.3168	0.0127	0.0000	0.0032	0.8398	0.0221	0.0000
<i>Fysisch-chemische parameters</i>								
Stikstof totaal	-0.0041	0.2634	-0.0092	0.0000	-0.0025	0.6233	-0.0110	0.0000
Fosfor totaal	-0.0008	0.3736	-0.0003	0.0154	-0.0002	0.8073	0.0000	0.9096
Zuurgraad	0.0012	0.5004	0.0038	0.0000	0.0034	0.3202	0.0002	0.8987
Temperatuur	0.1072	0.0000	0.1159	0.0000	0.0675	0.0181	0.0918	0.0000
<i>Chemische parameters</i>								
Koper	-0.0093	0.2461	0.0033	0.3707	0.0425	0.0051	-0.0046	0.4052
Zink	-0.0454	0.2704	-0.0752	0.0000	0.0235	0.5650	-0.0734	0.0008
Carbendazim	0.0105	0.0107	-0.0004	0.0000	0.0001	0.7651	-0.0007	0.0002
Imidacloprid	-0.1088	0.6349	-0.0003	0.0000	-0.0005	0.1408	-0.0003	0.0002

In Tabel 3-3 is het aantal meetpunten per parameter voor de verschillende landgebruikscategorieën opgenomen. Het valt op dat de categorie landbouw veruit de meeste meetpunten bevat. De categorie gemengd bevat ook nog aardig wat meetpunten, terwijl de categorieën bebouwd en natuur aanzienlijk minder meetpunten bevatten. De grote variatie in het aantal meetpunten per categorie beïnvloedt de kracht van de

analyse, trends van de categorie landbouw geven door het grote aantal punten een sterker (representatiever voor de werkelijkheid) signaal dan trends in de categorie natuur.

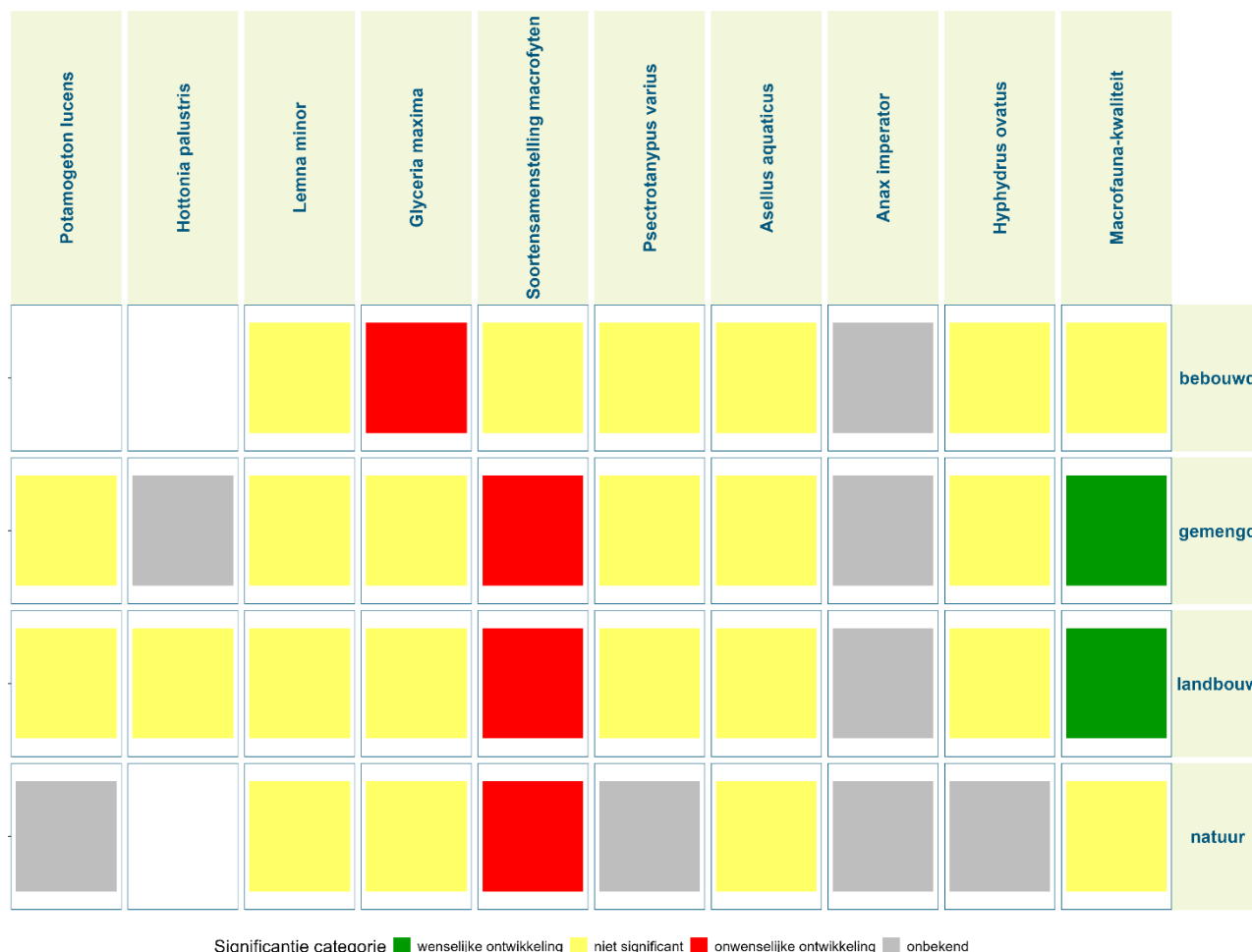
Tabel 3-3: Aantal meetpunten per parameter voor de verschillende landgebruikscategorieën.

Parameter	Bebouwd	Gemengd	Landbouw	Natuur
Potamogeton lucens		644	2902	123
Hottonia palustris		644	2902	
Lemna minor	166	644	2902	123
Glyceria maxima	166	644	2902	123
Soortensamenstelling macrofyten	196	768	3226	137
Psectrotanypus varius	94	272	889	31
Asellus aquaticus	94	272	889	31
Anax imperator	94	272	889	31
Hyphydrus ovatus	94	272	889	31
Macrofauna-kwaliteit	112	344	1077	43
Stikstof totaal	174	478	1177	54
Fosfor totaal	180	563	1450	65
Zuurgraad	196	628	1843	72
Temperatuur	192	661	1964	81
Koper	46	151	433	15
Zink	52	176	508	15
Carbendazim	16	112	181	7
Imidacloprid	16	114	179	7

Subset landgebruik – Biologie

Uit de statistische analyse per subset komt voor slechts één van de geselecteerde indicatorsoorten in één van de landgebruikscategorieën een significante ontwikkeling. Het beeld dat er nauwelijks significante ontwikkelingen voor de soorten zijn is vergelijkbaar met de resultaten voor de totale dataset. De (enige) significante ontwikkeling is hier echter te vinden bij een andere soort, namelijk *Glyceria maxima* (significant negatief in bebouwd gebied).

De EKR's van zowel de deelmaatlat soortensamenstelling macrofyten als de maatlat macrofauna kwaliteit tonen een significante trend bij verschillende landgebruikscategorieën. De EKR voor macrofauna neemt licht toe in landbouw- en gemengd gebied, deze ontwikkeling is uiteraard wenselijk. De EKR van soortensamenstelling macrofyten neemt af in drie landgebruikscategorieën, namelijk landbouw, natuur en gemengd; dit is onwenselijk. Dit is in lijn met het beeld uit de totale dataset.



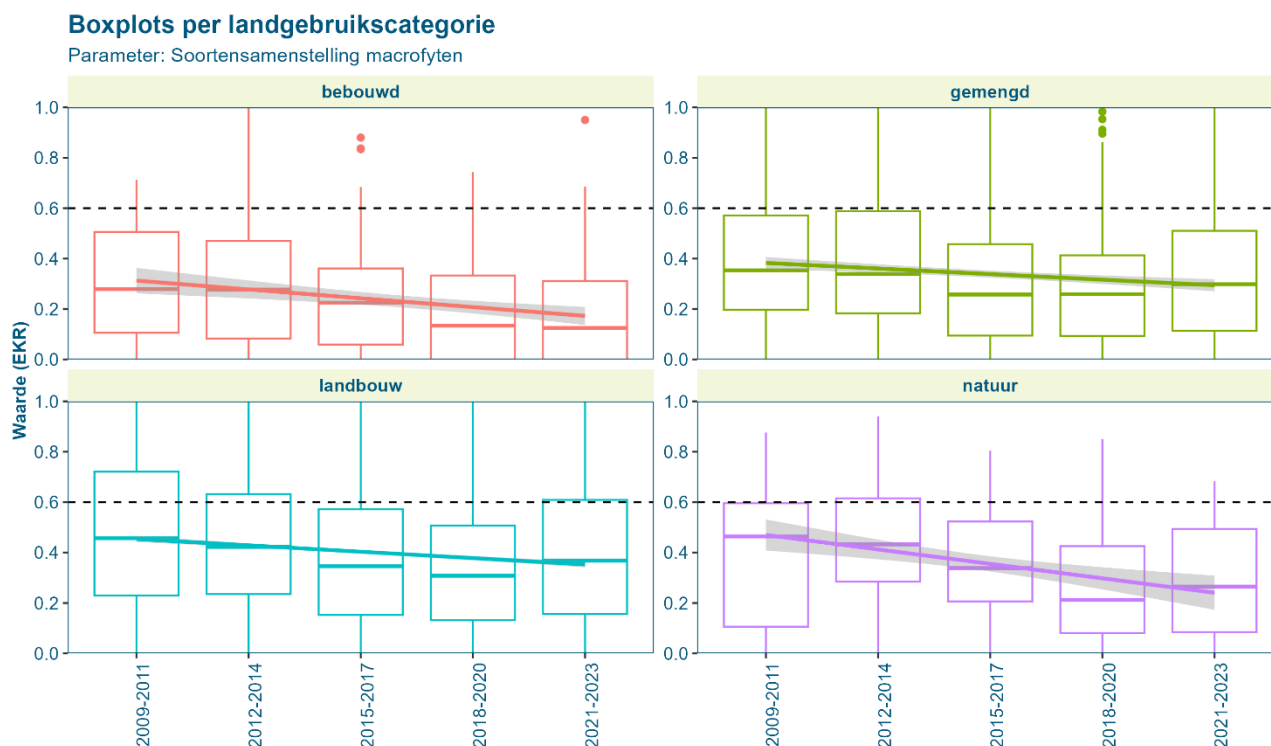
Figuur 3-9: Overzicht ontwikkeling biologische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de subsets per landgebruikscategorie.

In Figuur 3-10 is de ontwikkeling van de EKR voor de parameter soortensamenstelling macrofyten door de tijd weergegeven per landgebruikscategorie. In de figuur is ook het standaarddoel van 0,60 EKR opgenomen (wederom slechts indicatief). Voor elk van de vier landgebruikscategorieën ligt het grootste deel van de dataset onder dit doel.

Voor elk van de vier landgebruikscategorieën gaat de EKR van de parameter soortensamenstelling macrofyten omlaag. Met name de bovenkant van de box gaat omlaag, het aantal goed scorende locaties neemt dus af. De onderkant van de box (sloten van lage kwaliteit) beweegt minder dan de bovenkant. Ook de trendlijn laat zien dat de kwaliteit voor alle landgebruikscategorieën afneemt.

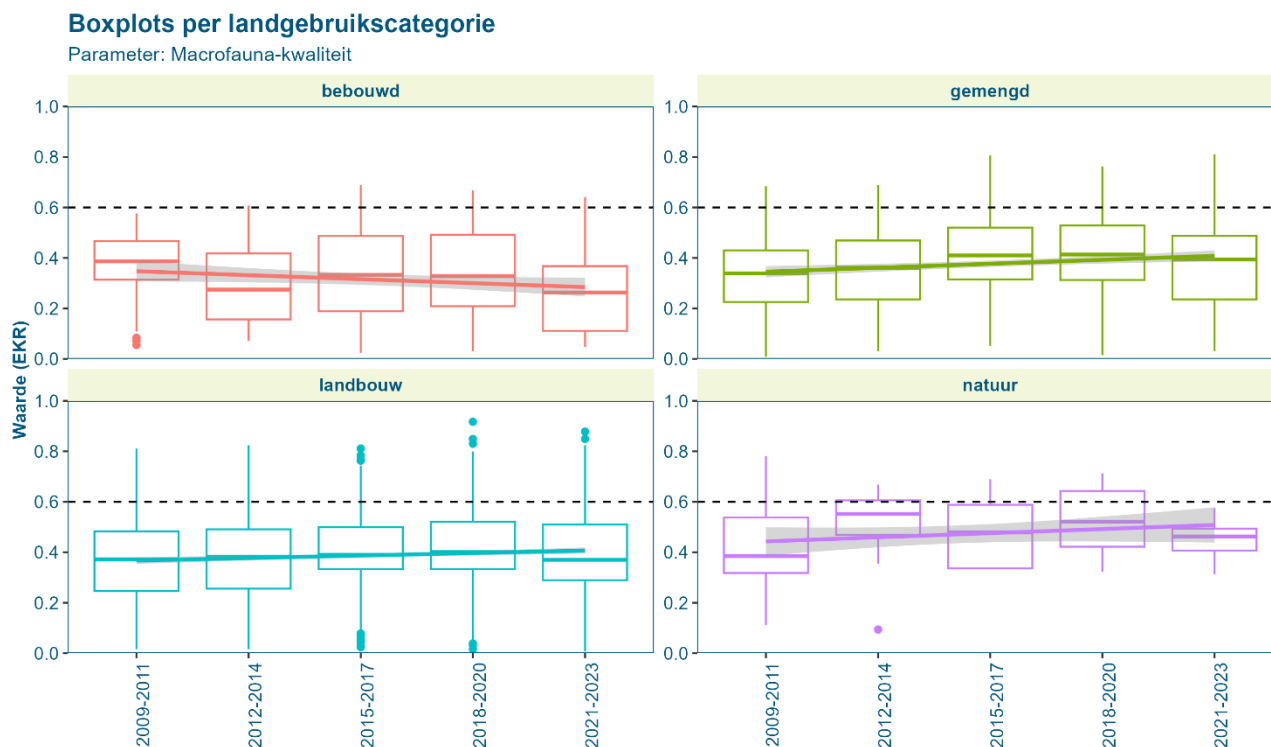
De landgebruikscategorie bebouwd valt op doordat hier de kwaliteit in ieder jaar het laagst ligt, de onderkant van de box reikt in de periodes 2018-2020 en 2021-2023 tot op de nullijn. Dit is bij geen enkel andere landgebruikscategorie het geval. In alle categorieën is echter een afname te zien. Opvallend is dat de bovenste whiskers van landbouw en van gemengd hoger dan die van natuur. De beste kwaliteiten komen dus voor in de categorieën gemengd en landbouw en niet in natuur. Hoewel de gemiddelde kwaliteit in de eerste periodes het hoogst was in de categorie natuur, is de afname daar het grootst, tot lagere gemiddeldes dan landbouw.

De reden voor deze intuïtief tegenstrijdige resultaten is niet uit de data af te leiden. Het laat echter wel zien dat de (goede) kwaliteit van sloten niet gebonden is aan aangewezen delen natuur maar verspreid voorkomt over landgebruikscategorieën én dat de kwaliteit in de gemiddelde sloot in alle landgebruiken te laag is.



Figuur 3-10: Boxplot van de parameter soortensamenstelling macrofyten opgedeeld per landgebruikscategorie. Het standaarddoel van 0,60 EKR dat normaal voor de maatlat overige waterflora gehanteerd wordt binnen de KRW is opgenomen in de figuur. Dit doel geldt alleen voor KRW-waterlichamen en kan per waterlichaam verschillen, het moet dus slechts indicatief geïnterpreteerd worden. In blauw is de trendlijn van de lineaire regressie voor de ontwikkeling van de EKR door de tijd opgenomen, het grijze vlak rondom de trendlijn geeft de standaardfout weer.

Figuur 3-11 laat de ontwikkeling van de macrofauna-kwaliteit door de tijd zien per landgebruikscategorie. Het standaarddoel van 0,60 EKR dat normaal voor de maatlat macrofauna gehanteerd wordt, is (wederom indicatief) opgenomen in de figuur. Vrijwel de gehele dataset ligt onder dit standaarddoel, al valt op dat de landgebruikscategorie natuur als enige het doel nadert in de periodes 2012-2014, 2015-2017 en 2018-2020. In tegenstelling tot macrofyten is de gemiddelde kwaliteit van macrofauna het hoogst in het landgebruik natuur. Bij macrofauna gaat de onderkant van de box voor landgebruikscategorieën gemengd, landbouw en natuur door de tijd steeds verder omhoog, het aantal zeer slechte locaties neemt dus af. De trendlijnen voor deze drie landgebruikscategorieën laten ook een toename in kwaliteit zien. De bovenkant van de box laat in deze landgebruiken ook een voorzichtige stijging zien tot 2018-202. De periode 2021-2023 laat echter een afwijkend beeld zien, waarbij met name de bovenkant van de box lager ligt dan in de eerdere periodes. Het is niet duidelijk wat hiervan de reden is. De landgebruikscategorie bebouwd laat een afwijkend beeld zien, hier neemt de kwaliteit over de hele lijn gestaag af.



Figuur 3-11: Boxplot van de parameter macrofauna-kwaliteit opgedeeld per landgebruikscategorie. Het standaarddoel van 0,60 EKR dat normaal voor de maatlat macrofauna gehanteerd wordt binnen de KRW is opgenomen in de figuur. Dit doel geldt alleen voor KRW-waterlichamen en kan per waterlichaam verschillen, het moet dus slechts indicatief geïnterpreteerd worden. In blauw is de trendlijn van de lineaire regressie voor de ontwikkeling van de EKR door de tijd opgenomen, het grijze vlak rondom de trendlijn geeft de standaardfout weer.

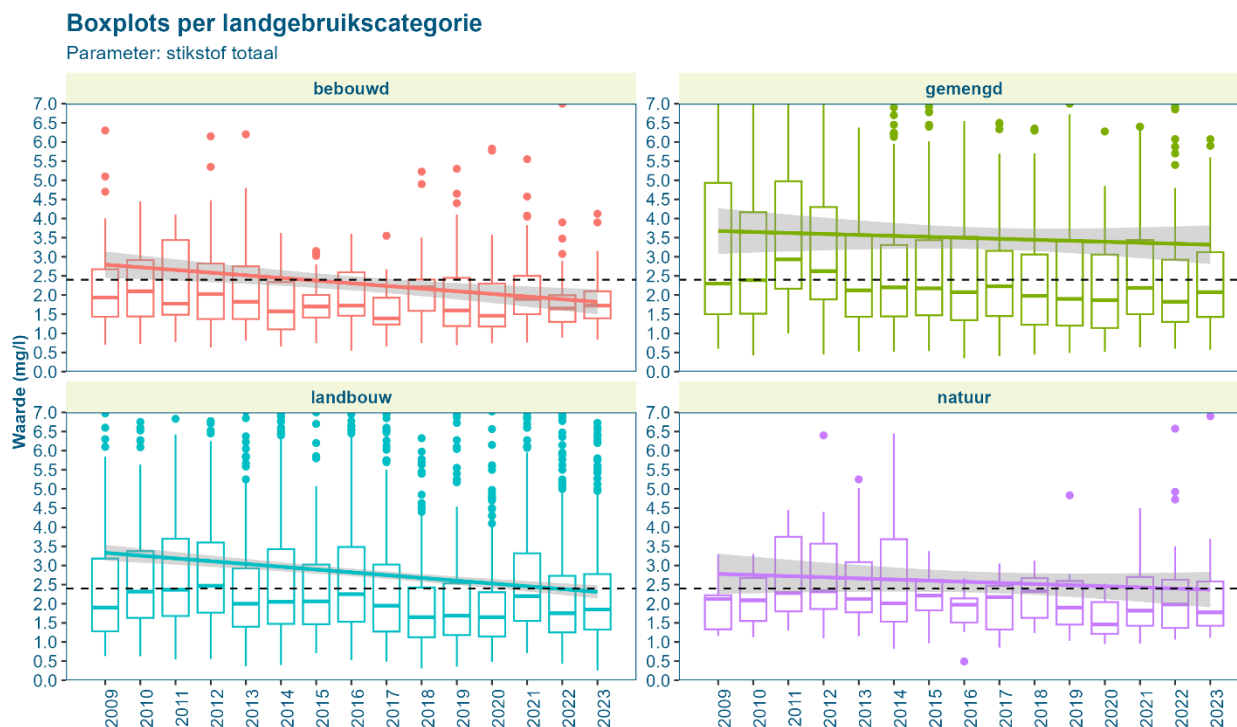
Subset landgebruik – Fysische-chemie

Voor de fysische-chemie laat de statistische analyse bij de nutriënten een duidelijk beeld zien. De trend voor zowel stikstof als fosfor in de landbouwgebieden is significant negatief (dus een wenselijke ontwikkeling). Stikstof neemt ook in de categorie gemengd significant af. Zuurgraad laat alleen in landbouw een licht positieve trend zien (Tabel 3-2). De temperatuur laat een duidelijke significant positieve trend (onwenselijke ontwikkeling) zien voor vier van de vijf landgebruikscategorieën. Al met al laten de resultaten voor de subsets met de landgebruikscategorieën een gelijk beeld zien aan de resultaten van de totale set.



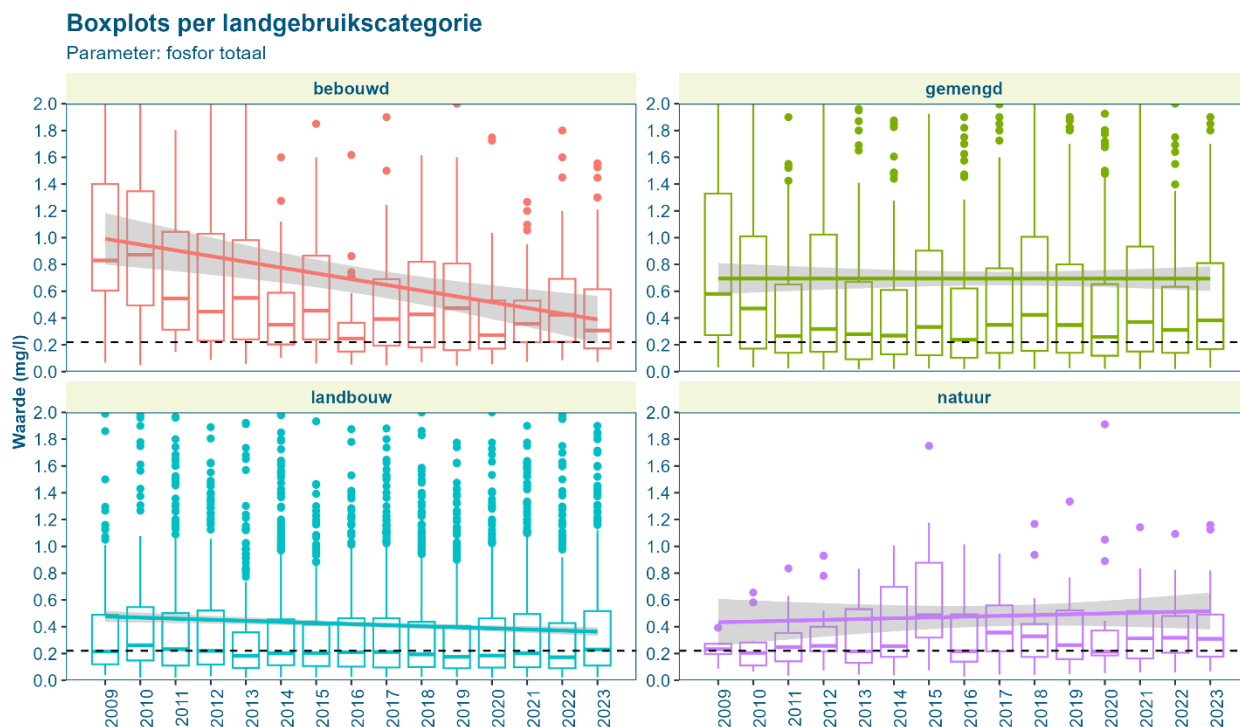
Figuur 3-12: Overzicht ontwikkeling fysisch-chemische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de subsets per landgebruikscategorie

In Figuur 3-13 is de ontwikkeling van de stikstofconcentratie per landgebruikscategorie opgenomen. Zoals in Figuur 3-12 te zien is de dalende trend voor landgebruikscategorieën gemengd en landbouw significant, maar voor bebouwd en natuur niet. Desondanks kennen deze laatste twee landgebruikscategorieën ook een dalende ontwikkeling. In de figuur is ook weer de (indicatieve) standaardnorm van 2.4 mg/l opgenomen in de figuur, die als basis wordt gehanteerd voor sloten binnen de KRW opgenomen. Te zien is dat in de trendlijn berekende gemiddelde concentratie in bebouwd gebied van 2016 onder de norm ligt. Bij de andere landgebruikscategorieën zien we dat niet of nauwelijks, hoewel de mediaan van de boxplots van deze drie landgebruikscategorieën ook onder de norm ligt. In de landgebruikscategorie gemengd valt nog op dat de spreiding in de data minder wordt, waar de whiskers in de eerste jaren nog tot waarden van 7 mg/l of hoger reikten, wordt de spreiding door de jaren heen lager en reiken de whiskers nog tot zo'n 5 à 6 mg/l. De categorie gemengd kent ook het grootste aantal en de hoogste outliers, die het gemiddelde omhoog halen (ten opzichte van de mediaan van de boxplots) waardoor de trendlijn boven de standaardnorm en aanzienlijk hoger dan de jaarlijkse medianen ligt. Bij de andere landgebruikscategorieën is dit patroon niet zo duidelijk aanwezig, de spreiding blijft enigszins gelijk met de eerste jaren in de grafiek.



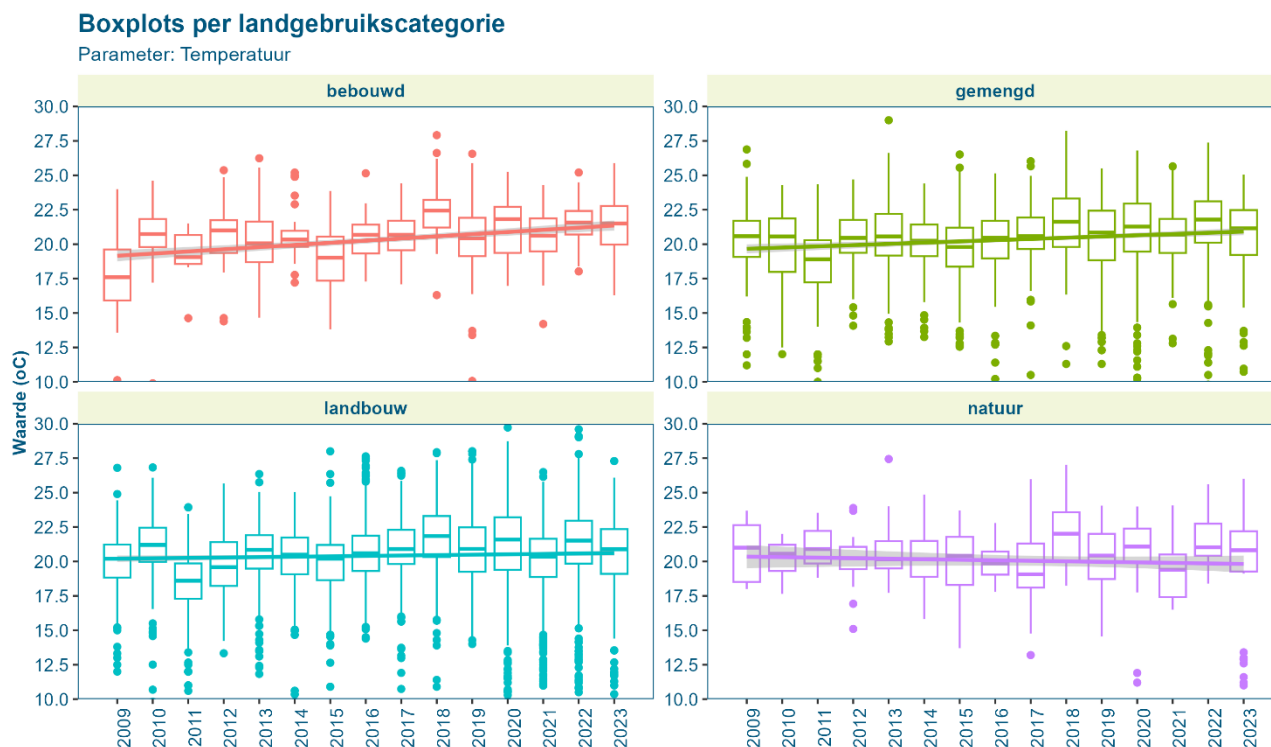
Figuur 3-13: Boxplot van de parameter stikstof totaal opgedeeld per landgebruikscategorie. De standaardnorm van 2,4 mg/l die normaal voor sloten gehanteerd wordt binnen de KRW is opgenomen in de figuur. Deze norm geldt alleen voor KRW-waterlichamen en kan per waterlichaam verschillen, het moet dus slechts indicatief geïnterpreteerd worden. Daarnaast is een lijn met de lineaire regressie opgenomen met daaromheen de contour van de standaardfout. De weergave van de y-as is gemaximeerd op 7 mg/l om de inhoud goed zichtbaar te houden. Als gevolg hiervan valt een aantal outliers buiten de grafiek. De maximale waarde in de dataset ligt op 119 mg/l.

Figuur 3-14 bevat dezelfde opdeling als hierboven maar dan voor parameter fosfor totaal. Ook hier is weer de standaardnorm van 0,22 mg/l die normaal voor sloten gehanteerd wordt binnen de KRW opgenomen in de figuur (indicatief). Het valt op dat medianen en trendlijnen van alle vier de landgebruikscategorieën voor het grootste deel boven de norm liggen. Wel zien we een duidelijk verschil in de mate waarin: de waarden in bebouwd- en gemengd gebied liggen aanzienlijk hoger dan in natuur. Landbouw ligt hier tussenin. Qua trend valt op dat de concentraties in bebouwd gebied duidelijk afnemen, deze afname is ook significant zoals te zien in Figuur 3-12 en wijzen op een duidelijke verbetering van de waterkwaliteit in bebouwd gebied. Voor de overige drie landgebruikscategorieën is de trend niet significant. Waar de concentraties in de landbouw en gemengd gebied over het algemeen heel langzaam dalen, zien we in natuur een toename in de fosforconcentratie door de tijd. De whiskers zijn in natuur echter aanzienlijk lager, er komen dus weinig écht hoge concentraties voor.



Figuur 3-14: Boxplot van de parameter fosfor totaal opgedeeld per landgebruikscategorie. De standaardnorm van 0,22 mg/l die normaal voor sloten gehanteerd wordt binnen de KRW is opgenomen in de figuur. Deze norm geldt alleen voor KRW-waterlichamen en kan per waterlichaam verschillen, het moet dus slechts indicatief geïnterpreteerd worden. Daarnaast is een lijn met de lineaire regressie opgenomen met daaromheen de contour van de standaardfout. De weergave van de y-as is gemaximeerd op 2 mg/l om de inhoud goed zichtbaar te houden. Als gevolg hiervan valt een aantal outliers buiten de grafiek. De maximale waarde in de dataset ligt op 29,45 mg/l.

In Figuur 3-15 is de ontwikkeling van de watertemperatuur per landgebruikscategorie opgenomen. In de trendlijnen is te zien dat de watertemperatuur bij drie van de vier landgebruikscategorieën stijgt. Met name in de categorie bebouwd is de stijging groot, maar ook bij de categorieën gemengd en landbouw is de stijging duidelijk te zien. Opvallend genoeg laat de trendlijn voor de watertemperatuur in natuur een minimale afname zien. Daarbij valt echter op dat de boxplots in de laatste jaren sterk verschillen ten opzichte van elkaar, het temperatuurbeeld loopt tussen jaren dus uiteen. De langjarig gemiddelde trend mag dan licht negatief zijn, er komen ook hier duidelijk warmere jaren voor en de mediane waarden in de boxplots neemt vanaf 2018 toe. Geconcludeerd mag worden dat de watertemperatuur over de hele linie toeneemt in de laatste jaren.



Figuur 3-15: Boxplot van de parameter watertemperatuur opgedeeld per landgebruikscategorie. In blauw is de trendlijn van de lineaire regressie voor de ontwikkeling van de EKR door de tijd opgenomen, het grijze vlak rondom de trendlijn geeft de standaardfout weer. De weergave van de y-as is gemaximeerd op tussen 10 en 30 °C om de inhoud goed zichtbaar te houden. Als gevolg hiervan valt een aantal outliers buiten de grafiek. De minimale waarde in de dataset ligt op 0,8 °C, terwijl maximale waarde in de dataset op 32,4 °C ligt.

Subset landgebruik – Chemie

De chemische parameters laten bij de statistische analyse van de subsets op landgebruikscategorie een iets afwijkend beeld zien ten opzichte van de toetsing van de totale set. In de totale set lieten alle vier de stoffen een significante wenselijke ontwikkeling zien, maar bij de subset op landgebruikscategorie laat koper juist een onwenselijke ontwikkeling (positieve trend) zien in de natuur en geen significante trend bij de andere vier categorieën. Carbendazim laat een afwijkend beeld zien voor bebouwd gebied. De categorieën landbouw en gemengd laten voor de stoffen zink, carbendazim en imidacloprid juist wel een beeld zien dat overeenkomt met de analyse van de totale set, voor de combinatie van deze stoffen en categorieën is de ontwikkeling significant en wenselijk. De stoffen worden niet nader toegelicht in boxplots en trendlijnen. Voor chemische stoffen zijn deze figuren niet goed te interpreteren omdat meetwaarden lager kunnen zijn dan de rapportagegrens (detectielimiet) van de meetmethode die daarmee als één of meerdere harde ondergrenzen in de figuren komen. De trendanalyse is met een aantal uitgangspunten nog steeds mogelijk (zie hoofdstuk 2.2), maar de boxplots zijn niet langer een representatieve weergave van de spreiding en visueel lastig te interpreteren.



Figuur 3-16: Overzicht ontwikkeling chemische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de subsets per landgebruikscategorie.

3.3 Subset per waterbeheerder

Het aantal meetpunten per waterbeheerder is weergegeven in Bijlage 0, deze tabel is te groot om in het hoofdrapport op te nemen. Hierbij valt op dat er grote verschillen zitten in het aantal meetpunten dat iedere waterbeheerder levert. Voor de biologische parameters is waterschap Amstel Gooi en Vecht de grootste dataleverancier met ruim 2000 meetpunten. De tweede grootste dataleverancier wat betreft meetpunten voor biologische parameters is waterschap Rivierenland, met 464 meetpunten. In contrast staan bijvoorbeeld waterschap Hunze en Aa's en waterschap Limburg met helemaal geen biologische data. De verschillen voor waterschap Limburg worden onder andere verklaard door het feit dat in het beheergebied simpelweg minder sloten aanwezig zijn. Daarnaast speelt ook de data-aanlevering aan de LEW mee. Het is mogelijk dat bepaalde waterbeheerders de data-aanlevering nog niet volledig hadden ten tijde van de uitdraai (gebruikt in het PBL-project in 2023), of dat bijvoorbeeld coördinaten niet goed geadministreerd waren in de LEW waardoor deze meetpunten in de selectiestappen uitgevallen zijn. Wanneer er naar de fysisch-chemische en chemische data gekeken wordt valt op dat de dataset veel gelijk is (maar nog steeds met verschillen tussen waterbeheerders).

In Bijlage 0 en Bijlage 0 zijn de resultaten van de statistische analyse per waterbeheerder opgenomen met de hellingshoek en P-waarde per combinatie van parameter en waterbeheerder voor respectievelijk de biologische parameters en de (fysisch-) chemische parameters, deze tabellen zijn te groot om in het hoofdrapport op te nemen. Uit deze resultaten blijkt, net als bij de eerdere resultaten, dat er voor de individuele soorten vrijwel geen sprake is van significante ontwikkelingen. Als de dataset opgedeeld is per

waterschap blijft er in de meeste subsets te weinig informatie over om überhaupt trends te kunnen bepalen. Waar wel genoeg data overblijven, is het resultaat vaak niet significant.

In een aantal gevallen wijken de trends van een waterbeheerder af van het landelijke beeld (totale set), deze komen hieronder aan bod.

Subset Waterbeheerder – Biologie

Zoals beschreven in de bovenstaande paragrafen laten de individuele soorten weinig significante resultaten zien. Alleen bij waterschap Noorderzijlvest laten *Glyceria maxima* en *Psectrotanypus varius* een significante toename zien, wat voor deze negatief indicerende soorten een ongewenste ontwikkeling is.

Wanneer we kijken naar de maatlatten voor macrofauna kwaliteit en de deelmaatlat voor de soortensamenstelling van macrofyten zijn de meeste resultaten niet significant. Het beeld van de significante trends is bij verschillende waterbeheerders tegengesteld. Voor de deelmaatlat soortensamenstelling van macrofyten is een significant positieve trend aanwezig voor twee van de 20 waterbeheerders in de analyse, terwijl er voor vijf van de 20 een significant negatieve trend aanwezig is. Het is daarin opmerkelijk dat vier van de waterbeheerders met een significant negatieve trend zich in het westen van het land bevinden (hoewel hier ook een van de waterbeheerders met een significant positieve trend ligt). Deze resultaten lijken meer beïnvloed door het aantal meetpunten dan door de ligging van de waterbeheerder in het land (dit is niet nader onderzocht). De hellingshoeken van de significante trends zijn over het algemeen laag, behalve bij Rivierenland. De hellingshoek van de significant positieve trend is 0,12, wat een aanzienlijke stijging in EKR betekent (Bijlage 0).

Voor macrofauna laten drie van de 20 waterbeheerders een significant positieve trend zien, alleen waterschap Aa en Maas laat een significant negatieve trend zien.

Potamogeton lucens	Hottonia palustris	Lemna minor	Glyceria maxima	Soortensamenstelling macrofyten	Psectrotanypus varius	Asellus aquaticus	Anax imperator	Hyphydrus ovatus	Macrofauna-kwaliteit	
										Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
										Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
										Hoogheemraadschap van Delfland
										Hoogheemraadschap van Rijnland
										Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
										Waterschap Aa en Maas
										Waterschap Amstel Gooi en Vecht
										Waterschap Brabantse Delta
										Waterschap De Dommel
										Waterschap Drents Overijsselse Delta
										Waterschap Hollandse Delta
										Waterschap Hunze en Aa's
										Waterschap Noorderzijlvest
										Waterschap Rijn en IJssel
										Waterschap Rivierenland
										Waterschap Scheldestromen
										Waterschap Vallei en Veluwe
										Waterschap Vechtstromen
										Waterschap Zuiderzeeland
										Wetterskip Fryslan

Significantie categorie ■ wenselijke ontwikkeling ■ niet significant ■ onwenselijke ontwikkeling ■ onbekend

Figuur 3-17: Overzicht ontwikkeling biologische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de subsets per waterbeheerder.

Subset Waterbeheerder – Fysische-chemie

Voor de fysische chemie zijn voor meer waterbeheerders een significante trend, zoals te zien in Figuur 3-18. Stikstof neemt in het algemeen af (wenselijke ontwikkeling), de concentratie daalt significant bij acht van de 20 waterbeheerders. Het beeld van fosfor is minder eenduidig tussen de waterbeheerders: bij drie waterbeheerders neemt de fosforconcentratie significant toe terwijl er bij vier waterbeheerders juist een significante afname is. Voor de zuurgraad zijn zowel significante toenames als afnames van de pH te zien, maar de veranderingen zijn hier minimaal. De temperatuur stijgt bij de helft van de waterbeheerders significant, in lijn met de bevindingen in voorgaande alinea's.

Stikstof totaal	Fosfor totaal	Zuurgraad	Temperatuur	
				Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
				Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
				Hoogheemraadschap van Delfland
				Hoogheemraadschap van Rijnland
				Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
				Waterschap Aa en Maas
				Waterschap Amstel Gooi en Vecht
				Waterschap Brabantse Delta
				Waterschap De Dommel
				Waterschap Drents Overijsselse Delta
				Waterschap Hollandse Delta
				Waterschap Hunze en Aa's
				Waterschap Limburg
				Waterschap Rijn en IJssel
				Waterschap Rivierenland
				Waterschap Scheldestromen
				Waterschap Vallei en Veluwe
				Waterschap Vechtstromen
				Waterschap Zuiderzeeland
				Wetterskip Fryslan

Significantie categorie wenselijke ontwikkeling niet significant onwenselijke ontwikkeling

Figuur 3-18: Overzicht ontwikkeling fysisch-chemische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de subsets per waterbeheerder.

Subset Waterbeheerder – Chemie

De trendanalyse voor de chemische stoffen per waterbeheerder laat enkele tegengestelde beelden zien (Figuur 3-19). Voor een aantal waterbeheerders nemen de concentraties van de metalen koper en zink significant af, terwijl bij een aantal andere waterbeheerders juist een significante toename te zien is. De concentraties carbendazim en imidacloprid laten, waar significant, voor de meeste waterbeheerders een gewenste ontwikkeling zien. Voor de meeste waterbeheerders kon voor de parameters echter geen toetsbare of geen significante trend worden vastgesteld.

Koper	Zink	Carbendazim	Imidacloprid	
				Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden
				Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
				Hoogheemraadschap van Delfland
				Hoogheemraadschap van Rijnland
				Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard
				Waterschap Aa en Maas
				Waterschap Amstel Gooi en Vecht
				Waterschap Brabantse Delta
				Waterschap De Dommel
				Waterschap Drechts Overijsselse Delta
				Waterschap Hollandse Delta
				Waterschap Hunze en Aa's
				Waterschap Limburg
				Waterschap Rijn en IJssel
				Waterschap Rivierenland
				Waterschap Scheldestromen
				Waterschap Vallei en Veluwe
				Waterschap Vechtstromen
				Waterschap Zuiderzeeland
				Wetterskip Fryslan

Significantie categorie ■ wenselijke ontwikkeling ■ niet significant ■ onwenselijke ontwikkeling

Figuur 3-19: Overzicht ontwikkeling chemische parameters o.b.v. trendanalyse van sloten voor de subsets per waterbeheerder.

4 Conclusies

4.1 Conclusie trendanalyse

De belangrijkste conclusies van het onderzoek:

- 1 In de periode 2009 tot en met 2023 is nauwelijks verbetering opgetreden in de waterkwaliteit van de ruim 320.000km aan sloten in Nederland.
- 2 De biologische waterkwaliteit in de gemiddelde sloot in alle typen landgebruik (bebouwd, landbouw, natuur en gemengd) is met een gemiddelde EKR-score van ongeveer 0,40 ruim lager dan de EKR-norm van 0,60 die geldt voor KRW-waterlichamen. De verwachting op basis van deze analyse is dat de gemiddelde waterkwaliteit voor macrofyten en macrofauna in de nabije toekomst niet aan de standaardnorm zal voldoen.
- 3 De concentratie stikstof voldoet in de meeste Nederlandse sloten aan de standaardnorm (concentratie bij EKR-waarde van 0,60 in sloten = 2,4 mg/l stikstof), maar de gemiddelde concentratie van alle sloten samen is te hoog, met name in landbouw en gemengde gebieden. Voor fosfaat ligt het gemiddelde nog ruim boven de norm voor KRW-waterlichamen in alle gebieden. De concentraties van stikstof en fosfaat zijn wel afgenomen, vooral door een verbetering van de slechtste punten en veel minder door een verbetering van de matig tot goede punten.
- 4 De zuurgraad voldoet in veruit de meeste gevallen aan de norm en verandert niet significant door de tijd heen. Alleen in landbouwgebied neemt deze beperkt toe.
- 5 De watertemperatuur neemt alarmerend toe in alle landgebruiken.
- 6 De vier onderzochte chemische stoffen (koper, zink, carbendazim en imidacloprid) nemen allen af door de tijd voor zowel alle sloten samen als voor de landgebruiken landbouw en gemengd. Carbendazim en imidacloprid zijn verboden middelen maar komen dus nog altijd in het milieu voor.

Algemeen over de statistiek

De trends van veruit de meeste getoetste parameters en detailniveaus (totale set, per landgebruik of per waterbeheerder) zijn niet significant, wat wil zeggen dat niet kan worden aangetoond dat deze parameters door de tijd heen veranderen. Daar waar wel significante trends zijn gevonden is de hellingshoek klein, wat betekent dat er slechts een kleine toe- of afname is door de tijd.

Biologie: macrofyten en macrofauna

De biologische waterkwaliteit in de gemiddelde sloot is onvoldoende in alle typen landgebruik (bebouwd, landbouw, natuur en gemengd) op basis van de aanwezigheid van macrofyten (waterplanten op basis van de KRW-deelmaatlat soortensamenstelling macrofyten) en macrofauna (waterdierpjes, op basis van de KRW-maatlat macrofauna kwaliteit). Met onvoldoende wordt bedoeld dat de trendlijn van 2009 tot 2023 van de EKR-score van de gemiddelde sloot zich onder de norm bevindt die in Nederland in de Kaderrichtlijn Water als standaard is vastgesteld: 0,60 EKR (Ecologische Kwaliteit Ratio⁵). De verwachting op basis van deze analyse is dat de gemiddelde waterkwaliteit in de nabije toekomst niet aan de standaardnorm voor macrofyten en macrofauna zal voldoen. Let wel, deze doelen gelden officieel alleen voor KRW-waterlichamen en kunnen per waterlichaam verschillen. Deze vergelijking met de standaarddoelen is dus louter indicatief.

⁵ EKR, ofwel Ecologische Kwaliteit Ratio, is de manier waarop we in Nederland de biologische kwaliteit van oppervlaktewater voor de Kaderrichtlijn Water (KRW) uitdrukken. De score van de biologische kwaliteit wordt per waterlichaam bepaald o.b.v. maatlaten (rekenregels). We onderscheiden in totaal vier kwaliteitselementen, namelijk fytoplankton, overige waterflora, macrofauna en vis, waarbij soortensamenstelling en abundantie van verschillende planten en dieren geaggregeerd worden naar een score. Deze scores worden vergeleken met referentiewaarden om de biologische toestand te bepalen.

De kwaliteit van macrofyten ligt met 0,40 EKR-score ruim onder de standaardnorm van 0,60 en is in de periode 2009-2023 verslechterd, hoewel zeer beperkt. Dit komt hoofdzakelijk doordat de slechte punten iets beter worden, de goede punten veranderen nauwelijks. De kwaliteit van macrofauna ligt ook rond de 0,40 EKR score en is in de periode 2009-2023 juist verbeterd, hoewel eveneens zeer beperkt. Er komen echter sloten van alle kwaliteiten voor, van zeer goed (1) tot volledig leeg (0).

De kwaliteit van zowel macrofauna als macrofyten is het laagst in bebouwd gebied. De kwaliteit van macrofauna is het hoogst in het landgebruik natuur, voor macrofyten is dit minder duidelijk: ook in landgebruik landbouw komen zeer goede (en zeer slechte) punten voor.

Biologie: individuele soorten

Voor de 8 individuele soorten (vier macrofyten en vier macrofauna, waarvan elk twee indicatoren voor een goede kwaliteit en twee van een slechte kwaliteit) zien we weinig statistisch significante ontwikkelingen.

De 4 geanalyseerde soorten die horen bij een relatief goede waterkwaliteit (glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*), waterviolier (*Hottonia palustris*), grote keizerlibel (*Anax imperator*) en eirond watertorretje (*Hyphydrus ovatus*)) veranderen niet significant. Van de 4 geanalyseerde soorten die horen bij een relatief slechte waterkwaliteit (klein kroos (*Lemna minor*), liesgras (*Glyceria maxima*), een dansmug (*Psectrotanypus varius*) en zoetwaterpissebed (*Asellus aquaticus*)) nemen er twee significant af (dansmug en zoetwaterpissebed). Dit is in lijn met de eerdere bevinding dat de sloten met slechte kwaliteit voor macrofauna afnemen.

Per waterbeheerder kon in de meeste gevallen geen trend worden bepaald door te weinig gegevens. Voor een aantal waterbeheerders (met name de poldergebieden) kon dat wel, hier is zowel verslechtering zichtbaar van waterplanten (Stichtse Rijnlanden, Delfland, Rijnland, Amstel Gooi en Vecht en Zuiderzeeland) en macrofauna (Aa en Maas) als verbetering van waterplanten (Hollands Noorderkwartier, Rivierenland) en macrofauna (Hollands Noorderkwartier, Delfland, Hollandse Delta).

Voedingsstoffen: stikstof en fosfor

De voedingsstof stikstof voldoet in de meeste Nederlandse sloten aan de standaardnorm (concentratie bij EKR-waarde van 0,60 in sloten = 2,4 mg/l stikstof), maar gemiddeld is de concentratie te hoog (de trendlijn ligt in 2023 op ongeveer 2,6 mg/l). Dit komt doordat er enorme uitschieters voorkomen tot meer dan 10 keer deze streefwaarde, die het gemiddelde omhoogtrekken. De concentratie fosfor ligt gemiddeld ruim boven de norm van 0,22 mg/l voor sloten. Door de tijd heen nemen de concentraties stikstof en fosfor significant af. Dit komt vooral door een verbetering van de slechtste punten (nog altijd tot boven de normwaarde) en veel minder door een verbetering van de matig tot goede punten.

De stikstofconcentratie in een gemiddelde sloot in landgebruik bebouwd, natuur en landbouw is in de periode 2009-2023 verbeterd tot onder de standaardnorm. Het landgebruik gemengd kent de hoogste concentraties stikstof en fosfor. In landgebruik natuur komen de minste extreem hoge waarden voor. In bebouwd gebied is de afname (verbetering) door de tijd het grootst voor beide stoffen. Per waterbeheerder is vaak sprake van geen significante verandering door de tijd. Waar dit wel zo is zien we zowel significante toe- als afnames voor beide stoffen, dit is dus een gemixt beeld. Er konden in deze studie geen duidelijk drukken of oorzaken worden aangewezen voor de verschillen tussen de waterbeheerders.

Zuurgraad en watertemperatuur

De zuurgraad voldoet in veruit de meeste gevallen aan de norm en verandert niet significant door de tijd. Alleen in landbouwgebied is een significante toename te zien, maar deze is zeer beperkt. Tussen de waterbeheerders zijn zowel significante toenames als afnames van de pH te zien (en geen significante trends), maar de absolute veranderingen zijn minimaal.

De watertemperatuur is echter wel eenduidig en alarmerend, deze neemt significant toe in alle landgebruiken. Met name in de landgebruikscategorieën bebouwd, landbouw en gemengd is een sterke stijging waargenomen. Hoewel dit niet is onderzocht in deze studie, ligt een verband met de stijgende luchttemperatuur door klimaatverandering voor de hand. Omdat sloten ondiep zijn warmen ze relatief snel mee op en dit is schadelijk voor het waterleven

Chemische stoffen

De vier onderzochte chemische stoffen (koper, zink, carbendazim en imidacloprid) nemen allen significant af door de tijd voor zowel alle sloten samen als voor de landgebruiken landbouw en gemengd. De concentratie koper neemt zeer beperkt toe in landgebruik natuur en carbendazim neemt zeer beperkt toe in bebouwd gebied. De veranderingen zijn echter dusdanig beperkt dat geen effect wordt verwacht op het waterleven.

4.2 Discussie data

Databeschikbaarheid

De databeschikbaarheid verschilt sterk tussen verschillende waterbeheerders, zowel in aantal meetpunten als aantal jaren per meetpunt. In de statistische analyse komt dit tot uiting, bijvoorbeeld doordat sommige parameters voor sommige waterschappen niet toetsbaar zijn. Waterschap Amstel Gooi en Vecht steekt met kop en schouders boven de rest uit met macrofytenmeetpunten, terwijl Waterschap Limburg bijvoorbeeld vrijwel geen punten bijdraagt aan deze analyse. Merk daarbij op dat waterschap Limburg ook veel minder sloten in het beheergebied heeft. Als in een beheergebied weinig sloten maar juist veel beken liggen, is het voor een waterbeheerder ook logisch dat de monitoring meer in beken wordt ingezet. Overigens was de verwachting vooraf ook dat veel parameters voor de subsets per waterbeheerder geen resultaten zouden opleveren.

Voor de biologie is in overleg met Natuur & Milieu gebruik gemaakt van bestanden die uit de LEW gedownload zijn in 2020 en 2022. Deze bestanden zijn in een eerder project (voor PBL) al opgewerkt en er zijn al EKR's berekend voor de maatlat macrofauna kwaliteit en de deelmaatlat soortensamenstelling van macrofyten. De voorbereidingsstappen zijn tijdrovend, dus door reeds beschikbare data te gebruiken, is tijd bespaard. Vanuit dit eerdere project is in 2020 echter ook al geconstateerd dat de data niet volledig was, waardoor destijds een oproep aan waterbeheerders gedaan is om missende data na te leveren. Voor een groot deel is hier gehoor aan gegeven waardoor dit in het project van 2020 al meegenomen kon worden. Ook na deze nalevering was de data echter niet helemaal compleet voor alle jaren. Het kan zijn dat deze data inmiddels wel is aangeleverd bij het Informatiehuis Water (IHW) en in de LEW is opgenomen. Daarnaast is voor de biologie inmiddels ook meetjaar 2023 beschikbaar in de LEW. Een nieuwe uitdraai van biologische gegevens uit de LEW kan dus zorgen voor een completere dataset voor de jaren 2009 tot en met 2022, evenals de toevoeging van 2023. Dit zou ervoor kunnen zorgen dat meer parameters voor meer waterbeheerders toetsbaar zijn en tot nieuwe inzichten leiden. Let wel, zoals gezegd zitten in de LEW alleen de ruwe gegevens zonder EKR-scores, een uitvoerig voorbereiding en toetsing met de Aquo-kit zijn nodig om de trendanalyse te updaten.

Datacontrole

Aan deze analyse is een uitgebreide datacontrole voorafgegaan. Bij deze datacontrole zijn veel meetpunten uitgevallen omdat er de betrouwbaarheid twijfelachtig was, bijvoorbeeld doordat meetpunten onjuiste coördinaten hadden waardoor ze buiten Nederland vielen. Via deze controles is waarschijnlijk ook een aantal

meetgegevens afgevallen dat in principe bruikbaar is, maar waarvan bijvoorbeeld de coördinaten een typefout bevatten.

Daarnaast is bekend dat sommige waterbeheerders de meetpuntcodes baseren op het jaar van monitoring (waardoor het feitelijk meer op een monstercode lijkt, met tijd en locatie ineen). Waterbeheerders doen dit zodat ze bij een latere toetsingen kunnen variëren met de weging van het meetpunt door de tijd. Deze tijdsdefinitie in de meetpuntcode zorgt ervoor dat het meetpunt per jaar een andere naam heeft en dus niet gegroepeerd kan worden. Waar deze toevoeging duidelijk aanwezig was door een toevoeging van een jaartal achter de code ('_2020') is hier nog voor gecorrigeerd. Als de toevoeging niet direct te interpreteren was als jaartal is er echter niks mee gedaan. Dit kan als gevolg hebben dat er meetpunten zijn uitgesloten voor de analyse omdat meetpuntcodes niet in drie periodes voorkomen, ze zijn immers uniek gemaakt o.b.v. het betreffende jaartal van monitoring.

Gekozen soorten

Voor macrofauna en macrofyten zijn telkens vier soorten gekozen waarvan er twee een negatieve en twee een positieve indicator zijn. De negatieve indicatoren kwamen veelvuldig voor in de dataset, maar de positieve soorten komen veel minder voor omdat ze sterk gekoppeld zijn aan een goede waterkwaliteit (die op veel plekken ontbreekt). Dit selectie-effect is dusdanig groot dat vrijwel geen significante ontwikkelingen konden worden vastgesteld voor deze positieve soorten. Ook ruimtelijk is sprake van een bias in de indicatorsoorten. Hoewel gekozen is voor indicatorsoorten die zo indifferent mogelijk zijn voor ruimtelijke invloeden, waaronder bodemtype, zien we duidelijk verschillen in aanwezigheid tussen de waterbeheerders. Dit ruimtelijke verschil in voorkomen is niet toe te schrijven aan één duidelijke oorzaak, maar is vermoedelijk een combinatie van onder andere slootdichtheid, meetdichtheid en soortverspreiding.

Een alternatieve, krachtigere maar ook tijdsintensievere methode, in plaats van individuele indicatorsoorten, zou zijn om de hele soortensamenstelling als (multivariate) parameter mee te nemen en (de veranderingen) af te zetten tegen tijd, ruimte, landgebruik etc. Hiervoor zijn bijvoorbeeld CCA's en NMDS geschikte statistische methodes.

Statistische analyse

Bij de statistische analyse zit een verschil in de eisen die gesteld zijn aan de totale dataset t.o.v. de eisen die gesteld zijn aan de eisen die gesteld zijn aan de subsets. Voor de totale set is alleen met een open matrix getest, terwijl voor de subset per waterbeheerder en de LGN-hoofdcategorie met een gesloten-matrix en met de meetpuntcode als random factor is getest.

Het verschil tussen beiden is dat bij de gesloten matrix alleen meetpunten meegenomen zijn die in alle periodes voorkomen (er vallen dus punten af die slechts in één of enkele periodes voorkomen). De random factor corrigeert voor meetpunt-effecten in de statistische analyse, het is immers te verwachten de specifieke meetpuntlocatie van invloed is op de soortensamenstelling (en andere parameters). Een meetlocatie met een beschoeide oever bevat immers geen of minimale oeverplanten, ongeacht de periode. De meetpunten zijn daarmee in beginsel niet gelijk aan elkaar en er wordt een effect van het meetpunt op het resultaat verwacht. Hiervoor moet elk meetpunt echter in elke periode voorkomen en deze selectie gooit veel waarnemingen overboord. Hoewel de gesloten matrix en het meenemen van de random factor zorgen voor een betere weergave van de werkelijkheid, is het niet altijd toepasbaar. Bovendien is de random factor niet toegepast op de totale dataset omdat de rekentijd te groot werd met zoveel meetgegevens.

Tot slot is het belangrijk te benoemen dat de statistische analyses niet één evidente werkwijze kennen en een eenduidige uitspraak doen over een trend; er zijn vele technieken en benaderingen mogelijk en er komt in principe altijd een resultaat uit. Er zijn ongetwijfeld type analyses die meer significante resultaten tonen, maar dat maakt het nog geen inhoudelijk logische verklaring voor de vraag die het probeert te beantwoorden.

In de selectie voor de gekozen parameters, een regressieanalyse, een toets op de vereisten aan de dataset, de toepassing van open en gesloten matrix en de random factor en de toetsing van subsets voor landgebruik en waterbeheerder is nadrukkelijk gekozen voor een methodiek die inhoudelijk begrijpelijk is en de vraag (*Wat is de ontwikkeling door de tijd?*) zo goed mogelijk beantwoord.

Referenties

CLO. (2024). Natuurkwaliteit van waterplanten in oppervlaktewater, 1990-2022. Opgehaald van Compendium voor de Leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl144106-natuurkwaliteit-van-waterplanten-in-oppervlaktewater-1990-2022>

CLO. (2024). Natuurkwaliteit van macrofauna in oppervlaktewater, 1990-2022. Opgehaald van Compendium voor de Leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl143507-natuurkwaliteit-van-macrofauna-in-oppervlaktewater-1990-2022>

Didde R., van den Brink P. (2023). *Een dikke onvoldoende voor waterkwaliteit*. Wageningen University & Research. Geraadpleegd op juli 2025, van <https://www.wur.nl/nl/show-longread/een-dikke-onvoldoende-voor-waterkwaliteit.htm>

Informatiehuis Water (2022). Stoffiches SGBP 2022-2027 definitieve versie 1 februari 2022.

Cusell C., Hermans A., Schep S.A., van Geest G.J. (2018) Ecosysteemtoestanden voor stilstaande wateren. STOWA 2018-23.

Wang Z., Walker G.W., Muir D.C.G., Nagatani-Yoshida K. (2020) Toward a Global Understanding of Chemical Pollution: A First Comprehensive Analysis of National and Regional Chemical Inventories. *Environmental Science & Technology*, Volume 54 – Issue 5.

Slagter L., Roseboom M.H., van Wieringen D., Phernambucq I., Nieuwkamer R.L.J., Oosterom L.C., Ruijgrok E.C.M., Turlings L.G. (2024). Koepelrapport Tussenevaluatie KRW.

STOWA (2010) Handboek Hydrobiologie, Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

Unie van Waterschappen (2022) Waterkwaliteit in sloten, vennen en grachten nog steeds onvoldoende. [Waterkwaliteit nog steeds onvoldoende - Unie van Waterschappen](#), geraadpleegd juli 2025.

Van Eck L., Ouwekerk K., Van den Roovaart J. (2024) Langjarige trends in de kwaliteit van de Nederlandse oppervlaktewateren. Deltares, 1210346-011-ZWS-0001.

Bijlagen

Bijlage 1. Interviews experts

Naast de uitgevoerde statistische analyses zijn er ook drie waterkwaliteitsexperts geïnterviewd door Natuur & Milieu, namelijk Gerben van Geest, Peter van Puijenbroek en Piet Verdonschot. In deze bijlage is de samenvatting van de drie interviews te lezen. Dit hoofdstuk is ingedeeld in drie onderdelen, namelijk 1) de algemene ontwikkeling van waterkwaliteit in sloten, 2) de drukfactoren en 3) maatregelen en toekomstperspectief. Deze drie onderdelen kwamen in elk interview aan bod.

De onderstaande paragrafen zijn een samenvatting van de gesprekken met de wetenschappers en niet conclusies van het slotenonderzoek zelf.

Algemene ontwikkeling

Sloten zijn van groot belang voor het Nederlandse watersysteem en de biodiversiteit. Met een totale lengte van ongeveer 320.000 kilometer vormen ze een enorm potentieel aan basisnatuur. Ze kunnen fungeren als natuurlijke filters, zogenaamde helofytenfilters, waarin waterplanten zoals riet, lisdodde en biezen vervuild water zuiveren. Daarnaast bieden sloten aan veel soorten macrofauna en macrofyten ruimte voor voortplanting, ontwikkeling en beschutting, en vormen een verbindingszone van waaruit soorten zich kunnen verspreiden naar grotere wateren. In de interviews wordt aangegeven dat ondanks de potentiële ecologische waarde ongeveer de helft van de Nederlandse sloten niet voldoet aan de gestelde waterkwaliteitsnormen.

De kwaliteit van oppervlaktewater wordt jaarlijks getoetst voor de KRW. Hoewel de KRW een impuls geeft aan waterkwaliteitsbeleid, heeft deze nog weinig effect op sloten, aldus de geïnterviewden. De meeste sloten zijn namelijk niet als KRW-waterlichaam aangemerkt. Toch geldt ook voor het overige water een achteruitgangverbod. In gevallen waar sloten wel aangewezen zijn als KRW-waterlichaam, blijft het lastig om conclusies te trekken op basis van de KRW-toestandsbeoordeling. Doelen worden vaak bijgesteld op basis van wat als haalbaar wordt beschouwd, waardoor de ecologische realiteit soms wordt verhuld achter administratieve verbeteringen en selectieve soortenlijsten. Ook de chemische belasting van het water is een groeiend probleem. Hoewel er ruim honderd chemische stoffen beoordeeld worden in de KRW, zijn er naar schatting meer dan 300.000 chemische stoffen in omloop.

De experts geven aan dat de waterkwaliteit van Nederlandse sloten in de afgelopen dertig jaar slechts beperkt is verbeterd. Waar beeksystemen en rivieren baat hadden bij verbeteringen in rioolwaterzuivering, bleef de vooruitgang in sloten steken op een minimale verbetering. Het terugdringen van mestgebruik in de landbouw heeft recent geleid tot een lichte verbetering van de waterkwaliteit. Er zijn echter weinig structurele maatregelen genomen in de landbouw waardoor we in veel gebieden te maken hebben met zogenaamd 'grijs water': water dat ecologisch arm is en weinig leven ondersteunt. De verschillen zijn echter ook groot per regio, per jaar en per soort, wat het lastig maakt om generieke conclusies te trekken over de ontwikkeling van de waterkwaliteit in sloten. Op basis van veldonderzoek is wel te stellen dat er in voedselrijke wateren, waar de meeste sloten onder vallen, een afname van soortenrijkdom is waargenomen. De exacte oorzaak hiervan is nog niet vastgesteld, maar wetenschappers vermoeden dat de temperatuurstijging in het voorjaar, als gevolg van klimaatverandering, een belangrijke rol speelt.

De slechte waterkwaliteit heeft niet alleen ecologische gevolgen, maar ook impact op de volksgezondheid. Er zijn veertien ziekten geïdentificeerd die in verband staan met vervuild water. Toch is het bewustzijn hierover onder de bevolking laag. Pas wanneer vervuiling direct zichtbaar of voelbaar wordt, ontstaat er publieke aandacht en urgentie om in te grijpen.

Drukfactoren

De waterkwaliteit van sloten kent verschillende drukfactoren die van invloed zijn. Sommige drukfactoren zijn al lange tijd onder de aandacht, terwijl andere drukken juist in de afgelopen tien jaar meer in beeld zijn gekomen.

De hydromorfologie en chemische toestand van sloten hebben al lange tijd de aandacht. Het huidige beheer van sloten is sterk gericht op doorstroming, met gestandaardiseerd en monotoon onderhoud van oevers. Hierdoor ontbreekt een ecologische inrichting met flauwe oevers, variatie in diepte, beplanting en structuur. Ook eutrofiëring door meststoffen, nalevering van fosfor uit de bodem ten gevolge van historische belasting en een toename van chemische stoffen spelen in agrarisch gebied een rol. De toxische druk in agrarische sloten is hoog, mede door het voorkomen van veel verschillende toxische stoffen (mengseltoxiciteit). Daarbij speelt ook nog eens dat aquatische organismen gevoeliger zijn voor pesticiden dan landinsecten.

Een andere belangrijke drukfactor is het doorspoelen van sloten met rivierwater. Doorspoeling gebeurt vaak op basis van vaste peilbesluiten, zonder dat er voldoende data beschikbaar is over het volume of de ecologische impact. Het inlaten van water kan zowel positief als negatief uitpakken. In gebieden met vervuild water kan het inlaten van schoner water verbetering brengen, maar in gebieden met schoon kwelwater kan het juist de ecologische balans verstoren. Het inlaten van voedselrijk rivierwater kan leiden tot het verdwijnen van specifieke plantensoorten, zoals het paarbladig fonteinkruid. Een voorbeeld hiervan is de Nieuwkoopse Plassen, waar waterplanten verdwenen door de inlaat van Rijnwater.

Klimaatverandering is een druk die steeds meer onder de aandacht komt en ook van steeds grotere invloed wordt. De temperatuurstijging van het water is een duidelijke trend van de afgelopen tien jaar. Daarnaast worden de weersomstandigheden ook steeds extremer, wat weerslag heeft op de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater.

- Ten eerste stijgt de temperatuur van het water. Vooral in het voorjaar (periode april tot en met mei) heeft temperatuurstijging een sterk effect omdat dit tot versnelde algengroei leidt in de groeiperiode van waterplanten. Deze algen nemen bicarbonaat op, waardoor de pH-waarde stijgt. Een hogere pH beïnvloedt bodemprocessen, waardoor opgeslagen fosfaat vrijkomt. Dit maakt het water voedselrijker, wat de algengroei verder stimuleert. Het gevolg is troebel water, minder licht voor andere waterplanten en afsterving van deze planten wat weer tot meer eutrofiëring leidt.
- Ten tweede zorgen extremere weersomstandigheden – droogte en hevige regenval – voor grote fluctuaties in de waterstand. Droogval leidt tot het verdwijnen van waterplanten en macrofauna, terwijl langdurige overstroming van oevers de oeverplanten laat rotten. Dit verhoogt opnieuw de nutriëntenbelasting van het water.

In de ecologie draait het om het omgaan met extremen. Wanneer populaties verzwakt raken door langdurige stress, zoals temperatuurstijgingen en extremere droogte en regenval door klimaatverandering, nemen dichtheden af en verdwijnen soorten uiteindelijk. De algehele weerstand van het ecosysteem neemt af, waardoor het gevoeliger wordt voor nieuwe verstoringen zoals exoten. De opkomst van exoten zoals de rivierkreeft wordt vaak gezien als een probleem, maar is in feite een symptoom van een verstoord ecosysteem. De rivierkreeft kwam vroeger ook al voor (hoewel het een inheemse soort betrof), maar deze kon zich destijds niet zo explosief ontwikkelen omdat het watersysteem gezond en robuust was. De aanwezigheid van exoten wijst dus op een onderliggende slechte waterkwaliteit en een verstoord systeem, niet andersom. Het verwijderen van exoten is dus ook symptoombestrijding, voor een echte oplossing moet aan de draagkracht van het systeem gewerkt worden.

Maatregelen en toekomstperspectief

Uit de interviews blijkt dat de waterkwaliteit van sloten volgens de experts de afgelopen jaren slechts beperkt is verbeterd en dat er veel drukken zijn die elkaar ook weer versterken. Er wordt echter een aantal maatregelen geïdentificeerd om de ecologische kwaliteit van sloten te verbeteren. Daarbij is een belangrijke constatering dat het 'laaghangend fruit' inmiddels is geplukt; verdere verbetering vereist ingrijpende systeemmaatregelen.

Het verschilt per locatie welke maatregelen het meest effectief zijn vereist een gebiedsspecifieke aanpak, waarbij landgebruik, hydrologie en lokale omstandigheden worden meegenomen.

Hierbij is een integrale aanpak van alle stressfactoren cruciaal. Waterbeheerders richten zich nu vaak op deeloplossingen zoals het laten meanderen van beken of het aanleggen van vistrappen, terwijl fundamentele oorzaken zoals landgebruik, hydromorfologie en chemische belasting onvoldoende worden aangepakt. Een systeembenadering waarbij ook nadruk ligt op de onderliggende stressfactoren die fluctuaties veroorzaken, zoals fosforconcentraties, exoten, onderhoud, en doorspoeling is noodzakelijk om duurzame verbetering te realiseren. Hieronder staan enkele genoemde voorbeelden van maatregelen die voor veel sloten effectief kunnen zijn:

- Herstel van de sponswerking van het landschap. Door de bodem zo in te richten dat deze beter water vasthoudt bij neerslagoverschot, ontstaat er een buffer tegen droogte. Dit draagt bij aan een stabielere watersysteem en vermindert de noodzaak voor ingrijpende maatregelen zoals doorspoeling.
- Baggeren van de fosforrijke sliblaag. Baggeren is een effectieve maatregel om nalevering vanuit de bodem te minimaliseren.
- Beschaduwden van sloten. Hoewel beschaduwing traditioneel vooral bij beken toegepast werd, kan het ook bij sloten helpen om de opwarming van het water tegen te gaan. Dit kan gecombineerd worden met de aanleg van ecologische corridors, die niet alleen zorgen voor verkoeling, maar ook bijdragen aan de verspreiding van soorten. Het is hierbij wel belangrijk om rekening te houden met sloten die historisch open zijn aangelegd en gebleven, omdat deze omstandigheden voor sommige soorten juist gunstig zijn.

Aan de chemische kant is daarnaast ook nog veel winst te behalen door de wijze van beoordeling en toelating aan te passen. Op dit moment worden stoffen individueel getoetst aan normen terwijl bekend is dat individuele stoffen elkaar ook kunnen versterken in de toxische uitwerking. De huidige aanpak leidt dus tot een onderschatting van de werkelijke toxische druk. Het is wenselijk om naar mengseltoxiciteit te gaan kijken zodat de gecombineerde effecten van meerdere stoffen ook meegenomen worden. Daarnaast is er in de toelating van stoffen een duidelijke behoefte aan systeemverandering waarbij stoffen vooraf worden getoetst op hun ecologische impact voordat deze op de markt komen of in industriële processen gebruikt mogen worden.



Table 2. Overzicht van het aantal meetpunten per combinatie van waterbeheerder en parameter

Tabel 0-1: Aantal meetpunten per parameter voor de verschillende waterbeheerders

Waterbeheerder	Potamogeton lucens	Hottonia palustris	Lemna minor	Glyceria maxima	Soortensamenstelling macrofyten	Psectrotanypus varius	Asellus aquaticus	Anax imperator	Hyphydrus ovatus	Macrofauna-kwaliteit	Stikstof totaal	Fosfor totaal	Zuurgraad	Temperatuur	Koper	Zink	Carbendazim	Imidacloprid
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden					194					164	156	156	157	158	97	127	11	11
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier					122					115	120	189	184	185	5	5	37	37
Hoogheemraadschap van Delfland					114					114	210	210	227	228	46	46	51	51
Hoogheemraadschap van Rijnland				435	437		97			97	37	37	37	46	24	24	16	16
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard					137					178	73	73	73	73	2	2	25	25
Waterschap Aa en Maas				74	77	63	63			65	158	160	174	200	60	61	8	8
Waterschap Amstel Gooi en Vecht	2080	2080	2080	2080	2099					78	207	231	267	273	10	14		4
Waterschap Brabantse Delta					41					37	54	54	54	51	43	45	5	5
Waterschap De Dommel					39					26	19	19	19	19	10	10	3	3
Waterschap Drents Overijsselse Delta					59					46	37	59	62	64	29	29	7	7
Waterschap Hollandse Delta			233	233	194	298	298		298	234	185	185	169	171			5	5
Waterschap Hunze en Aa's											89	89	105	85	26	26	37	37
Waterschap Limburg											13	13	14	16			8	8
Waterschap Noorderzijlvest			13	13	13	14	14		14	14								
Waterschap Rijn en IJssel					35					15	9	9	11	13	7	8		
Waterschap Rivierenland					464					148	386	412	768	879	101	130	37	37
Waterschap Scheldestromen					18					19	36	36	40	48	13	46		
Waterschap Vallei en Veluwe					16					10	41	42	35	37	21	21		
Waterschap Vechtstromen					25					15	21	21	16	16	10	10	8	8
Waterschap Zuiderzeeland					128					120		231	295	305	110	113	46	46
Wetterskip Fryslan					104					75	38	38	38	39	33	34	10	10

Bijlage 3. Overzicht van de hellingshoek en P-waarde per combinatie van waterbeheerder en parameter voor de biologische parameters

Tabel 0-2: Overzicht resultaten statistische toets voor de biologische parameters uit de dataset met subsets per waterbeheerder. Een trend is significant bij een P-waarde <0.05, waar dit speelt zijn de cellen groen gekleurd. Achter de soorten is aangegeven of dit een positieve indicatorsoort is met een (p) of dat het een negatieve indicatorsoort is met een (n). De getallen zijn afgerond op 3 decimalen.

Waterbeheerder	Potamogeton lucens (p)		Hottonia palustris (p)		Lemna minor (n)		Glyceria maxima (n)		Soortensamenstelling macrofyten		Psectrotanypus varius (n)		Asellus aquaticus (n)		Anax imperator (p)		Hyphodrus ovatus (p)		Macrofauna-kwaliteit	
	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden									-0.041	0.000									0.016	0.087
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier									0.027	0.001									0.045	0.000
Hoogheemraadschap van Delfland									-0.023	0.008									0.015	0.020
Hoogheemraadschap van Rijnland							0.118	0.572	-0.055	0.046			0.393	0.555					0.011	0.404
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard									0.028	0.343									0.029	0.184
Waterschap Aa en Maas							0.667	0.732	0.004	0.742	5.963	0.606	-12.541	0.198					-0.020	0.022
Waterschap Amstel Gooi en Vecht	-0.013	0.506	0.003	0.970	0.000	0.703	-0.002	0.536	-0.035	0.000									0.014	0.477
Waterschap Brabantse Delta									-0.019	0.223									0.014	0.471
Waterschap De Dommel									-0.030	0.389									-0.026	0.087
Waterschap Drents Overijsselse Delta									-0.018	0.550									-0.002	0.871
Waterschap Hollandse Delta					0.000	0.963	0.011	0.472	0.007	0.209	0.119	0.525	-0.013	0.941			0.032	0.475	0.017	0.000
Waterschap Hunze en Aa's																				
Waterschap Limburg																				
Waterschap Noorderzijlvest					0.089	0.736	1.334	0.017	0.031	0.137	5.104	0.010	2.430	0.543			1.987	0.289	0.023	0.125
Waterschap Rijn en IJssel									-0.029	0.366									-0.008	0.660
Waterschap Rivierenland									0.122	0.000									-0.003	0.799
Waterschap Scheldestromen									0.030	0.277									0.007	0.105
Waterschap Vallei en Veluwe									-0.036	0.475									0.023	0.215
Waterschap Vechtstromen									-0.069	0.174									0.002	0.904
Waterschap Zuiderzeeland									-0.036	0.000									-0.007	0.129
Wetterskip Fryslân									-0.001	0.935									-0.018	0.464

Bijlage 4. Overzicht van de hellingshoek en P-waarde per combinatie van waterbeheerder en parameter voor de (fysisch-) chemische parameters

Tabel 0-3: Overzicht resultaten statistische toets voor (fysisch-) chemische parameters uit de dataset met subsets per waterbeheerder. Een trend is significant bij een P-waarde <0.05, waar dit speelt zijn de cellen groen gekleurd. Achter de soorten is aangegeven of dit een positieve indicatorsoort is met een (p) of dat het een negatieve indicatorsoort is met een (n). De getallen zijn afgerond op 3 decimalen.

Waterbeheerder	Stikstof totaal		Fosfor totaal		Zuurgraad		Temperatuur		Koper		Zink		Carbendazim		Imidacloprid	
	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde	Helling	P-waarde
Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	0.000	0.917	0.001	0.001	0.007	0.000	0.081	0.000	-0.038	0.000	-0.108	0.000	-0.001	0.001	0.000	0.000
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	-0.024	0.004	0.002	0.011	-0.006	0.000	0.048	0.001	-0.057	0.000	-0.002	0.966	-0.038	0.625	-0.002	0.000
Hoogheemraadschap van Delfland	-0.023	0.000	-0.024	0.000	0.001	0.663	0.238	0.000	0.001	0.945	-0.187	0.140	-0.008	0.005	-0.001	0.009
Hoogheemraadschap van Rijnland	0.006	0.118	-0.004	0.012	0.008	0.000	0.127	0.000	0.024	0.000	-0.050	0.005	0.000	0.229	0.000	0.001
Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard	0.057	0.007	0.000	0.772	0.057	0.000	0.086	0.209	-0.047	0.265	0.133	0.707	-0.001	0.505	0.000	0.945
Waterschap Aa en Maas	-0.011	0.056	-0.001	0.139	0.000	0.914	0.056	0.013	0.011	0.177	0.034	0.234	0.000	0.750	0.002	0.294
Waterschap Amstel Gooi en Vecht	-0.001	0.673	0.001	0.250	0.007	0.000	0.068	0.000	-0.015	0.455	-0.143	0.078			0.002	0.046
Waterschap Brabantse Delta	-0.002	0.787	0.000	0.659	0.000	0.949	0.067	0.085	0.011	0.299	0.034	0.303	-0.006	0.121	-0.006	0.419
Waterschap De Dommel	-0.033	0.005	0.001	0.525	-0.016	0.000	0.070	0.079	-0.008	0.304	0.012	0.724	0.000	0.703	0.002	0.061
Waterschap Drents Overijsselse Delta	-0.014	0.581	0.000	0.497	-0.018	0.118	-0.075	0.192	0.033	0.048	-0.054	0.511	0.000	0.587	0.000	0.927
Waterschap Hollandse Delta	-0.007	0.024	0.001	0.052	0.003	0.025	0.115	0.000					0.000	0.099	0.000	0.007
Waterschap Hunze en Aa's	-0.063	0.000	0.000	0.760	0.002	0.596	-0.002	0.963	-0.132	0.025	0.308	0.050	-0.001	0.000	-0.001	0.006
Waterschap Limburg	-0.056	0.438	-0.005	0.923	0.058	0.270	-0.105	0.604					0.000	0.553	0.000	0.694
Waterschap Noorderzijlvest																
Waterschap Rijn en IJssel	-0.084	0.000	0.000	0.660	-0.002	0.574	0.203	0.000	-0.037	0.613	-0.028	0.028				
Waterschap Rivierenland	-0.005	0.027	0.000	0.163	0.009	0.000	0.129	0.000	0.004	0.452	-0.079	0.000	0.000	0.131	0.000	0.000
Waterschap Scheldestromen	-0.001	0.971	-0.006	0.915	0.000	0.979	-0.207	0.005	0.089	0.005	-0.246	0.039				
Waterschap Vallei en Veluwe	-0.025	0.342	-0.002	0.154	-0.015	0.046	-0.105	0.656	0.006	0.907	-0.481	0.585				
Waterschap Vechtstromen	0.025	0.303	-0.005	0.000	-0.182	0.035	0.203	0.509	0.035	0.031	0.021	0.819	0.000	0.949	-0.001	0.000
Waterschap Zuiderzeeland			-0.001	0.000	0.004	0.001	0.130	0.000	0.001	0.882	-0.016	0.402	0.000	0.409	0.000	0.000
Wetterskip Fryslân	-0.018	0.000	0.002	0.000	-0.011	0.006	-0.028	0.248	-0.007	0.784	-0.024	0.478	0.000	0.001	-0.001	0.000