

## RAPPORT

# Invloed fosfaat in grondwater op KRW-oppervlaktewaterlichamen

Grondwaterlichaam Duin Rijn-West

Klant: Provincie Zuid-Holland en Noord-Holland

Referentie: BK2186-HAS-XX-ZZ-RP-Z-0002

Status: Definitief/0002

Datum: 7 april 2026

**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@haskoning.com](mailto:info@haskoning.com)  
Website: [www.haskoning.com](http://www.haskoning.com)

Titel document: Invloed fosfaat in grondwater op KRW-oppervlaktewaterlichamen  
Ondertitel: Grondwaterlichaam Duin Rijn-West  
Referentie: BK2186-HAS-XX-ZZ-RP-Z-0002  
Uw kenmerk: 1200025741  
Status: Definitief/0002  
Datum: 7 april 2026  
Projectnaam: BK2186  
Projectnummer: BK2186  
Auteur(s): , ,  en   
Opgesteld door: , ,  en   
Gecontroleerd door:   
Datum: 7 april 2026  
Goedgekeurd door:   
Datum: 7 april 2026  
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. Dit document kan zijn opgesteld met behulp van kunstmatige intelligentie (AI); alle door AI gegenereerde inhoud is beoordeeld en gevalideerd door onze experts.*

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
1.2	Vraag en doel	1
1.3	Totstandkoming van dit rapport	2
1.4	Leeswijzer	2
<b>2</b>	<b>Methodiek</b>	<b>3</b>
2.1	Systeembeschrijving	4
2.2	Stap 1: invloed grondwater duiden	4
2.3	Stap 2 Toestand KRW oppervlaktewaterlichaam	7
2.4	Stap 3 De bijdrage van fosfaat in de stofbalans	9
2.5	Stap 4 Transport van fosfaat in de bodem en het grondwater	11
<b>3</b>	<b>Water- en stofbalans Delfland</b>	<b>13</b>
3.1	Beschrijving van het watersysteem	13
3.2	Beschikbare informatie en werkwijze	17
3.3	Stap 1: Invloed grondwater	19
3.3.1	Boezem Haaglanden	19
3.3.2	Boezem Schie	23
3.4	Stap 2 Toestand KRW oppervlaktewaterlichaam	24
3.5	Stap 3: Fosfaatbalans	25
3.5.1	Boezem Haaglanden	25
3.5.2	Boezem Schie	27
<b>4</b>	<b>Water en stofbalans Rijnland</b>	<b>28</b>
4.1	Beschrijving van het watersysteem	28
4.2	Beschikbare informatie en werkwijze	30
4.3	Stap 1: Invloed grondwater	32
4.3.1	Trekvaartsysteem	32
4.3.2	Ringvaartsysteem	36
4.4	Stap 2: huidige toestand fosfaat	38
4.5	Stap 3: Fosfaatbalans	39
4.5.1	Trekvaartsysteem	39
4.5.2	Ringvaartsysteem	41
<b>5</b>	<b>Water en stofbalans Hollands Noorderkwartier</b>	<b>42</b>
5.1	Beschrijving van het watersysteem	42
5.2	Beschikbare informatie en werkwijze	46

5.3	Stap 1: Invloed grondwater	47
5.3.1	Castricumerpolder	47
5.3.2	Groot Limmerpolder	48
5.3.3	Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder	49
5.4	Stap 2 Toestand KRW oppervlaktewaterlichaam	50
5.5	Stap 3: Fosfaatbalans	51
5.5.1	Castricumerpolder	51
5.5.2	Groot Limmerpolder	52
5.5.3	Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder	53
<b>6</b>	<b>Risicoanalyse</b>	<b>54</b>
6.1	Risico's per onderdeel (stap 1 tot en met 4)	54
6.2	Risico's voor de deelgebieden	55
<b>7</b>	<b>Juridische consequenties en reflectie</b>	<b>57</b>
7.1	Juridische consequenties	57
7.2	Reflectie op de uitkomsten	59
<b>8</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>60</b>
8.1	Conclusies	60
8.2	Aanbevelingen	60
<b>9</b>	<b>Referenties</b>	<b>61</b>

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding

Het grondwaterlichaam Duin-West is in slechte toestand verklaard. Een grondwaterlichaam kan alsnog in goede toestand worden verklaard via artikel 2.14, eerste lid, aanhef en onder b (omgevingswaarden goede chemische toestand grondwaterlichaam) van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en de Grondwatterrichtlijn. Hiervoor moet nader naar risico's worden gekeken. De Grondwatterrichtlijn (Artikel 4, lid 2, aanhef en onder c) zegt samengevat dat een grondwaterlichaam alsnog in goede toestand is, mits:

1. De overschrijdingen geen significant milieurisico vormen;
2. Er ook is voldaan aan de andere eisen uit de KRW voor een goede chemische toestand voor grondwater;
3. Er geen sprake is van stijgende trends in drinkwaterwinningen;
4. De geschiktheid voor menselijke consumptie niet significant is aangetast.

In een eerdere studie (zie kader) zijn risico's voor N2000 gebieden en drinkwaterwinning uitgesloten (Royal HaskoningDHV, 2023), maar zijn er mogelijk wel risico's voor het oppervlaktewater en de doelstellingen voor de KRW-oppervlaktewaterlichamen. Dit dient nader uitgezocht te worden. Indien het onderzoek uitwijst dat er geen significante invloed is vanuit grondwater op oppervlaktewaterlichamen, dan kan het gehele grondwaterlichaam alsnog als 'toereikend' worden getypeerd.

Het voorliggende rapport beschrijft het nadere onderzoek naar de invloed van grondwaterlichaam Duin Rijn-West op KRW-oppervlaktewaterlichamen.

#### **Rapportage september 2023 (Royal HaskoningDHV, 2023)**

In het rapport Fosfaatoverschrijding Duin Rijn-West van september 2023 is een beschouwing gemaakt van de omvang van de overschrijding van fosfaat in het KRW grondwaterlichaam Duin Rijn-West en de achterliggende oorzaken. In dit rapport zijn drie gebieden aangewezen waar deze overschrijdingen voorkomen, (1) de omgeving van Castricum, (2) Lisse en Hillegom en (3) Den Haag. De conclusie was dat in het eerste gebied fosfaat een natuurlijke oorsprong heeft afkomstig uit oude mariene afzettingen. In het gebied Lisse en Hillegom is de invloed vanuit de bollenteelt de reden en rond Den Haag is waarschijnlijk sprake van lekke rioolbuizen of andere stedelijke bronnen die zorgen voor toestroom van verontreinigd water naar het grondwater.

### 1.2 Vraag en doel

Het doel van dit onderzoek is om met nader onderzoek te kunnen bevestigen dan wel uitsluiten, dat er een significante invloed vanuit grondwater op oppervlaktewaterlichamen is, op basis waarvan al dan niet alsnog de status 'toereikend' aan het grondwaterlichaam kan worden toegekend. Dit is uitgewerkt aan de hand van vier stappen, te weten:

1. Het maken van een overzicht welke KRW oppervlaktewaterlichamen significant afhankelijk zijn van grondwater;
2. Van deze grondwaterafhankelijke KRW oppervlaktewaterlichamen in beeld brengen welke in slechte toestand zijn mede door fosfaat;
3. Van deze KRW oppervlaktewaterlichamen kwantitatief bepalen wat de invloed is van grondwater in de totale belasting (uitspoeling, afspoeling en diepe kwel), bovenstroomse aanvoer van oppervlaktewater en andere menselijke bronnen zoals overstorten en AWZI's;
4. Het maken van een risicoanalyse van de extra bijdrage van toestrooming van fosfaat vanuit grondwaterlichaam Duin Rijn-West naar deze oppervlaktewaterlichamen. In deze analyse wordt rekening gehouden met het tijdsaspect, de nalevering van fosfaat vindt traag plaats.

Voor de volledigheid zijn alle vier de stappen doorlopen voor alle zeven KRW-oppervlaktewaterlichamen in de drie deelgebieden (Tabel 1-1).

Dit zijn de waterlichamen die grenzen aan de drie deelgebieden binnen Duin Rijn-West waar hogere concentraties fosfaat in het grondwater voorkomen. Er is ook overwogen om het Alkmaardermeer mee te nemen in de analyse. Dit oppervlaktewaterlichaam ligt ten oosten van de andere drie oppervlaktewaterlichamen dan de andere drie beschouwde oppervlaktewaterlichamen in het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Op basis van de grondwaterstroming blijkt dat het meeste grondwater onder het Alkmaardermeer doorstroomt.

Tabel 1-1: Beschouwde KRW oppervlaktewaterlichamen per deelgebied en bijbehorend waterschap.

Den Haag	Lisse-Hillegom	Castricum
Hoogheemraadschap van Delfland	Hoogheemraadschap van Rijnland	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
1. Boezem Haaglanden 2. Boezem Schie	3. Trekvaartsysteem 4. Ringvaartsysteem	5. Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder 6. Castricumerpolder 7. Groot Limmerpolder

Dit rapport gaat over de risico's van toestroming van fosfaat vanuit grondwaterlichaam Duin Rijn-West naar omliggende KRW-oppervlaktewaterlichamen. Risico's voor andere functies zijn eerder beschreven in het RHDHV rapport van september 2023. In dit rapport wordt ook aandacht besteed aan de meetresultaten in het grondwater en de relatie tussen verhoogde fosfaatconcentraties en de relatie met marien grondwater.

### 1.3 Totstandkoming van dit rapport

Dit rapport is opgesteld met de hulp van gebiedskennis van experts van de provincies en de waterschappen (Tabel 1-2).

Tabel 1-2: Betrokken personen bij dit onderzoek.

Organisatie	Betrokken personen
Provincie Noord-Holland	<input type="text"/> <input type="text"/>
Provincie Zuid-Holland	<input type="text"/> <input type="text"/>
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	<input type="text"/>
Hoogheemraadschap Delfland	<input type="text"/> <input type="text"/>
Hoogheemraadschap Rijnland	<input type="text"/> <input type="text"/>

### 1.4 Leeswijzer

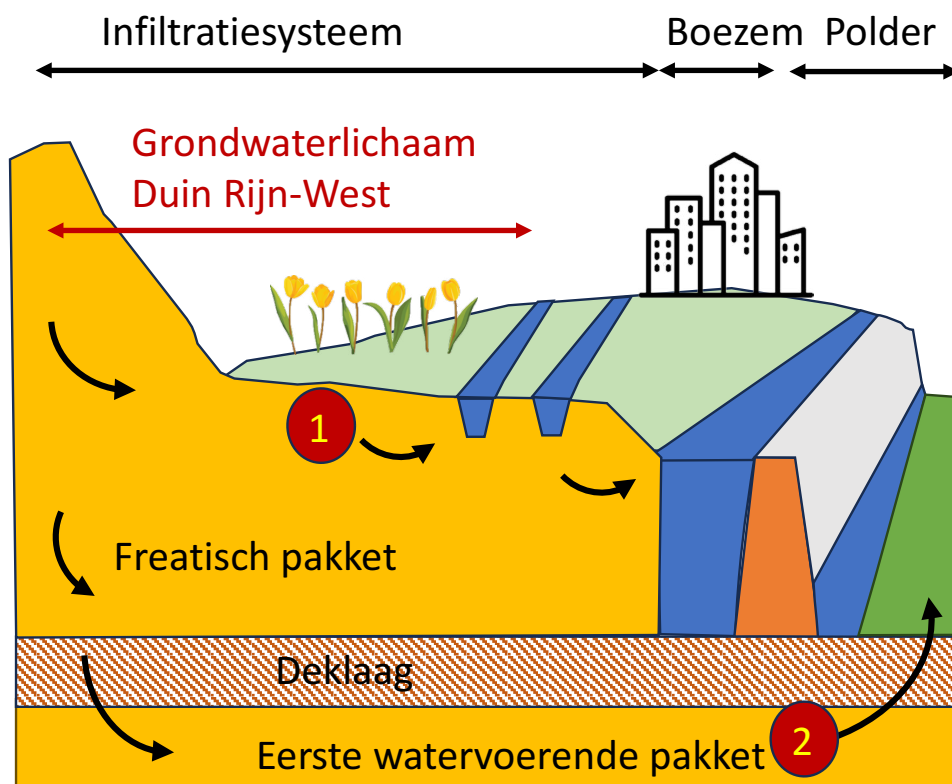
Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de toegepaste methodiek, de gebruikte informatie en de opzet van water- en stofbalansen. In de volgende drie hoofdstukken (3 tot en met 5) is dit uitgewerkt voor de drie deelgebieden: Delfland, Rijnland en Hollands Noorderkwartier. Stapsgewijs is voor elk gebied in beeld gebracht hoe het grondwaterlichaam Duin Rijn-West het KRW-oppervlaktewaterlichaam beïnvloed: zowel in termen van kwantiteit (de waterbalans) als in kwaliteit (de bijdrage van fosfaat). In hoofdstuk 6 is de risicoanalyse uitgewerkt: In hoofdstuk 7 zijn de juridische consequenties met betrekking tot de KRW in beeld gebracht en een reflectie gegeven. Het rapport is afgesloten met de conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 8.

## 2 Methodiek

In dit hoofdstuk is de toegepaste methodiek toegelicht aan de hand van de vier beschreven stappen in de rapportage van september 2023 (Royal HaskoningDHV2023). De vier stappen zijn:

1. Bepalen welke oppervlaktewaterlichamen significant afhankelijk zijn van grondwater;
2. Welke grondwaterafhankelijke oppervlaktewaterlichamen zijn in slechte toestand door fosfaat;
3. Kwantitatief bepalen wat de invloed is van grondwater in de totale belasting;
4. Een risicoanalyse rekening houdend met het tijdsaspect.

De aanpak is in dit hoofdstuk op hoofdlijnen beschreven. De aangeleverde informatie verschilt per waterschap, daarom is voor elk deelgebied een aanpak gekozen die het beste past. De aanpak is toegespitst op het type hydrologisch systeem.



Figuur 2-1: Conceptueel model van relatie grondwaterlichaam Duin Rijn-West met het oppervlaktewatersysteem.

Het grondwaterlichaam Duin Rijn-West ligt in het westen van het land. Grondwater met hogere fosfaatconcentraties stroomt in oostelijke richting naar lageregelegen gebieden en kan hier het oppervlaktewater beïnvloeden. Het oppervlaktewatersysteem kan op twee manieren beïnvloed worden (Figuur 2-1):

1. Via lokale grondwaterstroming. Grondwater vanuit grondwaterlichaam Duin Rijn-West stroomt door het freatische watervoerende pakket naar het oppervlaktewatersysteem. Waterlopen liggen in het overgangsgedebied van infiltratie (in de duinen) naar kwel (de polders). Een deel van het grondwater wordt hier gedraineerd en een ander deel infiltreert naar het eerste watervoerende pakket en stroomt dan verder oostwaarts naar de dieper gelegen poldergebieden. Beïnvloeding van het oppervlaktewaterlichaam vindt in deze type gebieden dus alleen plaats via het ondiepe (freatische) systeem;

2. Via diepe kwel. Grondwater stroomt via het eerste watervoerende pakket in oostelijke richting en komt als diepe kwel in de poldersystemen terecht. Deze oppervlaktewaterlichamen worden beïnvloed door deze diepe kwelstroom, maar hebben ook te maken met belasting van fosfaat vanuit het lokale stedelijke en landbouwbronnen binnen het poldergebied zelf. Voor onze analyse moeten we deze twee water- en stofstromen van elkaar apart houden in de balansen.

De zeven KRW oppervlaktewaterlichamen zijn door ons ingedeeld in een lokaal of diep polder(kwel)systeem in Tabel 2-1.

Tabel 2-1: Indeling van type watersysteem voor de zeven beschouwde KRW oppervlaktewaterlichamen.

Oppervlakte waterlichaam	Waterschap	Lokaal systeem	Diep kwel systeem
Boezem Haaglanden	Delfland	X	
Boezem Schie	Delfland		X
Trekvaartsysteem	Rijnland	X	
Ringvaartsysteem	Rijnland		X
Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder	HNNK		X
Castricumerpolder	HNNK		X
Groot Limmerpolder	HNNK		X

## 2.1 Systembeschrijving

We beginnen elk hoofdstuk met een algemene beschrijving van het grond en oppervlaktewatersysteem. We maken hiervoor gebruik van bestaande rapporten, zoals watersysteemanalyses, de KRW factsheets, en peilbesluiten. Het watersysteem, zowel grondwater als oppervlaktewater, wordt in één figuur samengevat. Op deze kaart wordt de richting van de grondwaterstroming weergegeven, gebaseerd op de stijghoogten in het eerste watervoerende pakket, ontleend aan de website [grondwatertools.nl](http://grondwatertools.nl). Op deze pagina hebben we de isohypsen (lijnen van gelijke stijghoogte) samengesteld op basis van metingen en berekeningen uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM).

## 2.2 Stap 1: invloed grondwater duiden

Stap 1 is het bepalen van de afhankelijkheid van oppervlaktewaterlichamen voor de toestroming van grondwater. Deze eerste stap is puur gericht op de kwantiteit: de waterbalans. Ofwel welke oppervlaktewaterlichamen ontvangen een significant deel van hun water vanuit het grondwater. Voor deze indeling is een landelijke kaart voorzien (zie kader), maar omdat deze kaart nog ontbreekt hebben we deze analyse al uitgevoerd voor de betreffende waterlichamen.

**Stip op de horizon: landelijke kaart interactie grondwater - oppervlaktewater**  
 Door het LWG (Landelijke Werkgroep Grondwater) is bij de provincies de vraag neergelegd om voor de eigen provincie een kaart te maken voor de grondwaterinvloed op het KRW-oppervlaktewatersysteem. Samen ontstaat dan een landelijke kaart. De vraag om deze kaart te maken voor de oppervlaktewaterlichamen in de buurt van Castricum, Lisse/Hillegom en Den Haag loopt hier dus op vooruit en kan gezien worden als een nuttige oefening voor de rest van de provincie Zuid-Holland en Noord-Holland.

Een oppervlaktewaterlichaam wordt significant afhankelijk van grondwater gezien als **minimaal de helft** van de toestroming van dit water uit grondwater komt<sup>1</sup>. Indien andere componenten, zoals bovenstroomse aanvoer de grootste rol speelt wordt het oppervlaktewaterlichaam als niet grondwaterafhankelijk gezien.

In het protocol voor toestand- en trendbeoordeling (LWG, 2019) worden oppervlaktewaterlichamen van het M-type (zoals polders, boezem en kanalen in het westen van Nederland) als niet significant door grondwater beïnvloed gezien als:

- oppervlaktewaterkwaliteit beïnvloed wordt door een puntbron AWZI/industrie;
- oppervlaktewater kwantiteit hoofdzakelijk bepaald wordt door het neerslagoverschot (in de winter) of water inlaat (westen van het land);
- oppervlaktewaterkwaliteit bepaald wordt door water aanvoer vanuit ander oppervlaktewater. bv boezems;
- boezems: niet significant grondwater afhankelijk;
- kanalen: niet significant grondwater afhankelijk.

Met deze voorwaarden vallen alle oppervlaktewaterlichamen op voorhand af. Alle oppervlaktewaterlichamen zijn boezemwater en/of worden een AWZI beïnvloed. Er is bewust gekozen om een gedegen en gedetailleerde studie te doen naar de interactie tussen grondwater en oppervlaktewatersystemen, om zo een onderbouwde conclusie te kunnen trekken over de significantie van de grondwaterinvloed.

In de analyse maken we onderscheid in de toestroming van de ondiepe component en de diepe kwelcomponent. Hoe dit uitpakt per deelgebied verschilt per type gebied. Daarom hebben we voor elk gebied een eigen aanpak gekozen (Tabel 2-2). En de beschikbare informatie verschilt per waterschap. Voor het bepalen van de waterbalans is de voorkeur om gebruik te maken van waterbalans/modelstudies van de betreffende waterschappen. In deze modellen zit namelijk de meest gedetailleerde gebiedskennis en informatie verwerkt. De methodiek is meer uitgebreid besproken in de hiernavolgende hoofdstukken per deelgebied.

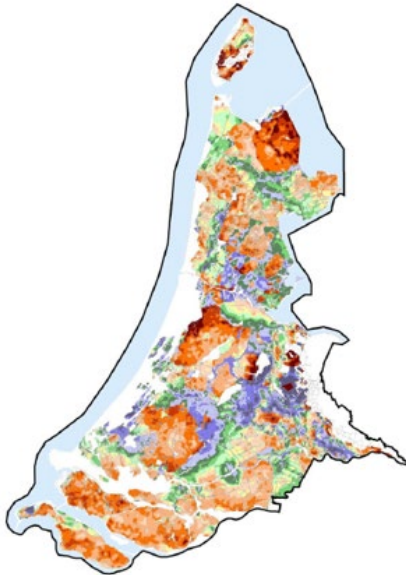
Tabel 2-2: Aanpak uitwerking waterbalans per deelgebied.

Deelgebied	Aanpak
Den Haag	Fluxen per deelgebied en oppervlaktes van afwateringsgebieden zijn ontleend uit de emissie- en analysetool van Delfland. De invloed van diepe kwel zit hierin verwerkt en is ontleend aan de TNO/Alterra studie uit 2002 (zie kader volgende bladzijde).
Lisse-Hillegom	Pragmatische insteek met bepaling grondwateraanvulling uit Landelijke Hydrologisch Model en diepe kwel uit de TNO/Alterra studie.
Castricum	Waterbalansposten zijn beschikbaar per oppervlaktewaterlichaam uit een Sobek model. We hebben zelf de component diepe kwel inzichtelijk gemaakt uit de TNO/Alterra studie uit 2002.

<sup>1</sup> Het protocol toetsen en beoordelen (versie 2019) zegt op pagina 20: "Uitgangspunt: als een OWL voornamelijk aanvoer krijgt vanuit ander KRW OWL of ander OW, dan wordt het beschouwd als niet van grondwater afhankelijk." We hebben dit vertaald als meer dan 50% aanvoer vanuit bovenstrooms gebied. Het uitgangspunt van het protocol hebben we niet ter discussie gesteld en nader onderzocht.

#### Modelstudie TNO/Alterra (2002) naar invloed van kwel

TNO en Alterra hebben in 2002 de achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met chloride en nutriënten in West-Nederland onderzocht. Het studiegebied dekt globaal de provincies de Zuid-Holland en Noord-Holland. De achtergrondbelasting is de belasting van het oppervlaktewatersysteem door chloride en voedselrijke kwel van (diep) grondwater, en voor N en P door mineralisatie van organische stof in en uitloging van de bodem (de basisbodemuitspoeling).



In onze studie hebben we gebruik gemaakt van de berekende hoeveelheid diepe kwel (post 4 in Figuur 2-2). De infiltratie- en kwelintensiteit is berekend door het verschil tussen de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket en de freatische grondwaterstand te delen door de weerstand van de deklaag. Hiervoor zijn de volgende gegevens gebruikt:

- Gemeten stijghoogten uit 1995. Deze zijn geïnterpreteerd en vertaald naar een gemiddelde wintersituatie en gemiddelde zomersituatie;
- De polderpeilen zijn door de desbetreffende waterschappen beschikbaar gesteld. Met een formule voor kwel en infiltratiegebieden is uitgerekend wat de freatische grondwaterstand is in deze gebieden;
- De deklaagweerstand is berekend op basis van boringen uit DINO. De gemaakte kaart houdt rekening met het voorkomen van zand, klei en veen binnen de deklaag en de dikte van de deklaag.

De analyse van TNO/Alterra is al meer dan 20 jaar oud maar wordt door Hoogheemraadschap Delfland nog steeds gebruikt. De achterliggende gegevens, zoals polderpeilen en geohydrologische parameters, zijn naar verwachting in de loop der tijd weinig veranderd en daarom zijn de berekende fluxen nog steeds geldig en nuttig voor onze studie. De figuur in dit kader toont de berekende kwelgebieden (in rood) en infiltratiegebieden (in blauw).

## 2.3 Stap 2 Toestand KRW oppervlaktewaterlichaam

We baseren ons voor inzicht in de huidige situatie van de oppervlaktewaterlichamen op de KRW-factsheets, die zijn gedownload van het Waterkwaliteitsportaal van het Informatiehuis Water. In de factsheets zijn de toestandsoordelen opgenomen voor Ecologie en Chemie, samen met oordelen voor de achterliggende deelparameters. De parameter 'Fosfor totaal', welke voor dit onderzoek relevant is, valt onder Ecologie totaal – Algemeen Fysische Chemie – Fosfor totaal. Het toestandsoordeel (zie kader voor toelichting) is in de factsheets getoond voor de jaren 2009, 2015, 2021 en 2024, en bevat een verwacht doelbereik voor 2027. Tabel 2-3 toont de Fosfor-totaaloordelen voor de zeven oppervlaktewaterlichamen. De huidige achterliggende waarden voor het GEP zijn opgenomen in Tabel 2-4.

In de volgende hoofdstukken in dit rapport wordt in meer detail ingegaan op de resultaten.

Tabel 2-3: Toestandsoordelen van Fosfor totaal per KRW-oppervlaktewaterlichaam (bron: (waterkwaliteitsportaal.nl/KRW-factsheets).

Waterbeheerder	Waterlichaam	2009	2015	2021	2024	doelbereik 2027
Delfland	Boezem Haaglanden	matig	matig	matig	matig	vrijwel zeker
	Boezem Schie	matig	matig	matig	matig	vrijwel zeker
Rijnland	Ringvaartsysteem	matig	ontoereikend	matig	goed	vrijwel zeker
	Trekvaartsysteem	slecht	slecht	matig	goed	vrijwel zeker
Hollands Noorderkwartier	Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder	slecht	slecht	slecht	slecht	onzeker
	Groot-Limmerpolder	ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend	slecht	onzeker
	Castricumerpolder	slecht	ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend	onzeker

Tabel 2-4: Waarde van het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) voor de zeven KRW oppervlaktewaterlichamen (Bron KRW factsheets van het waterkwaliteitsportaal).

Oppervlakte waterlichaam	Waterschap	GEP fosfor (mg/l)
Boezem Haaglanden	Delfland	0,30
Boezem Schie	Delfland	0,30
Trekvaartsysteem	Rijnland	1,56
Ringvaartsysteem	Rijnland	0,47
Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder	HNNK	0,15
Castricumerpolder	HNNK	0,33
Groot Limmerpolder	HNNK	0,15

#### **Uitleg normen en toestandsoordeel**

Normen voor grondwater en oppervlaktewater verschillen. Normen zijn voor het grondwater hoger omdat deze zijn afgeleid op basis van achtergrondconcentraties. De normen voor oppervlaktewater houden rekening met ecologische risico's en vallen lager uit. Daarnaast verschillen de normen per type waterlichaam.

#### **Grondwater**

Grondwater in het grondwaterlichaam Duin Rijn-West heeft een KRW drempelwaarde van 2 mg P/liter. Dit is een zandlichaam en heeft een lagere waarde dan het naast gelegen grondwaterlichaam Deklaag Zout Rijn-West (drempelwaarde van 6,9 mg P/liter). De normen voor veen- en kleigebieden zijn minder streng omdat de bodems zelf, door mineralisatie, fosfaat produceren. Het 'natuurlijke' fosfaatgehalte van het grondwater is daardoor hier hoger. Wanneer grondwater met verhoogde fosfaatconcentraties vanuit grondwaterlichaam Duin Rijn-West op natuurlijke wijze in oostelijke richting stroomt naar het grondwaterlichaam Deklaag Zout Rijn-West stroomt, zal dit in veel gevallen niet tot overschrijdingen van de KRW normen voor grondwater leiden.

#### **Oppervlaktewater**

Voor het KRW oppervlaktewater liggen de normen lager dan voor grondwater. Dit betekent dat uitspoeling van fosfaat uit grondwater, ook als het grondwaterlichaam in goede toestand is, al snel kan leiden tot overschrijdingen in het oppervlaktewater. Te veel fosfor in het oppervlaktewater zorgt ervoor dat helder water met planten en vissen door algen of eendenkroos overwoekerd wordt. De normen voor oppervlaktewater zijn hierop afgestemd en verschillen per type KRW oppervlaktewaterlichaam. Voor sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen, zoals bijna alle waterlichamen in Nederland, is het niet mogelijk om terug te keren naar een onverstoorde toestand. Daarom moeten overheden voor die waterlichamen doelen vaststellen die nog wél haalbaar zijn, rekening houdend met de onomkeerbare ingrepen die in deze waterlichamen zijn gedaan. Dit doel wordt een 'goed ecologisch potentieel' (GEP) genoemd. Waterschappen hebben hun eigen benadering hierin. Dit is de reden dat het GEP voor fosfor-totaal bij hoogheemraadschap Rijnland hoger ligt dan bij de andere twee waterschappen (Tabel 2 1). GEPs kunnen iedere 6 jaar (onderbouwd) worden bijgesteld in een nieuw Stoomgebiedsbeheerplan (SGBP). Eind 2027 wordt SGBP4 van kracht, waarin deze GEP-waarden mogelijk worden bijgesteld.

#### **Toestandsoordeel**

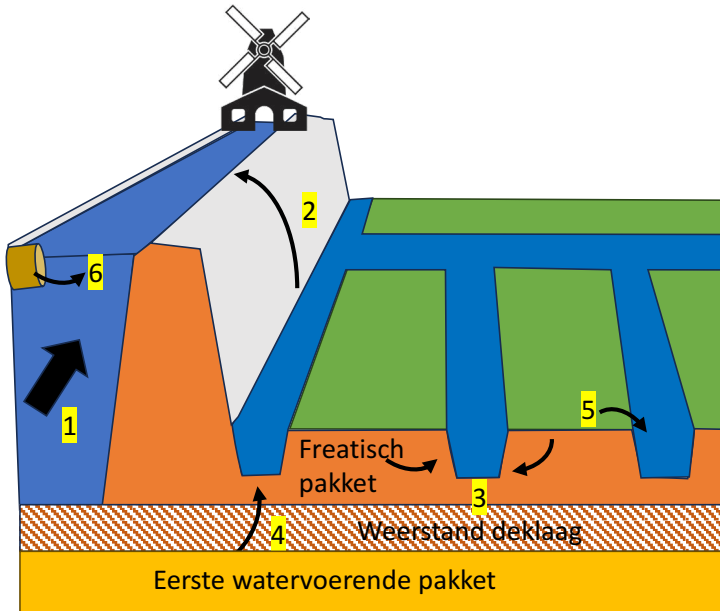
Een toestandsoordeel in een rapportagejaar is het berekende gemiddelde van de toestanden in de drie laatste meetjaren. Algemeen fysische chemie wordt in principe jaarlijks gemeten. Een toestandsoordeel voor 2024 is zodoende de gemiddelde Fosfor totaalwaarde van de meetjaren 2021, 2022 en 2023. Op deze berekeningswijze bestaan uitzonderingen, enerzijds doordat niet altijd jaarlijks wordt gemeten (voor macrofyten geldt bijvoorbeeld een frequentie van één per drie jaar), anderzijds doordat in geval van een aantoonbare ontwikkeling (positief dan wel negatief) ook gebruik mag worden gemaakt van alleen het laatste meetjaar, of de laatste twee meetjaren. Voor zover bij ons bekend is geen gebruik gemaakt van deze alternatieven.

#### **One-in-all-in voor nutriënten**

Voor de totale waterkwaliteitsbeoordeling van een waterlichaam geldt in Nederland het One-out-all-outprincipe. Dit principe houdt in dat de totale waterkwaliteit pas voldoet als alle onderdelen voldoen (biologie met daaronder de 'biologische kwaliteitselementen', de 'biologie ondersteunende stoffen' en de 'specifiek verontreinigende stoffen' en chemie met 'prioritaire ubiquitaire stoffen' en 'prioritaire niet-ubiquitaire stoffen'). Voldoet één onderdeel niet dan voldoet het eindoordeel ook niet. Er geldt echter één uitzondering en dat is het oordeel voor nutriënten, dat is opgebouwd uit de componenten N-totaal en P-totaal (en valt onder 'biologie ondersteunende stoffen'). P en N vormen samen de belangrijkste bouwblokken voor voedselrijkdom in het voedselweb. Voldoende lage gehalten van één van de twee stoffen werkt al limiterend in het voedselweb waardoor woekering of algenbloei wordt voorkomen. Daarom wordt de one-in-all-in-regel gehanteerd: indien P óf N voldoet, voldoet het oordeel voor nutriënten. Voorwaarde daarbij is dat de biologie ook op orde is. Indien één of meer van de biologische kwaliteitselementen niet voldoet en te hoge nutriëntengehaltes hier (mede) verantwoordelijk voor zijn, is het one-in-all-in-principe niet van toepassing. Ook wanneer sprake is van afwenteling (van P of N) richting andere KRW-waterlichamen en het daar een probleem vormt, geldt het one-in-all-in-principe niet. Omdat we ons in deze analyse richten op fosfor, wordt naar de KRW-beoordeling voor totaal-P gekeken. Echter, het is dus mogelijk dat het oordeel voor nutriënten wél voldoet terwijl totaal-P niet voldoet.

## 2.4 Stap 3 De bijdrage van fosfaat in de stofbalans

Stap 3 is het bepalen van de fosfaatbalans voor het betreffende KRW-oppevlaktewaterlichaam.



Figuur 2-2: Waterbalans en transportroutes in een poldergebied.

De transportroute voor een lokaal systeem is relatief simpel: grondwater komt vanuit het freatisch wervoerend pakket toestromen en mengt met het oppervlaktewater. De belangrijkste transportroutes voor een poldersysteem zijn samengevat in Figuur 2-2: aanvoer van bovenstrooms (1), door puntbronnen zoals een AWZI of riooloverstort (6), door diepe kwel (4), door toestroming van ondiep grondwater (3) en door oppervlakkige aanvoer van direct afstromend oppervlak (5). De drie laatste waterbalansposten zijn vaak als totaal bekend omdat dit water wordt uitgeslagen uit de polder naar het boezemwater (2). Voor onze analyse is een onderscheid van belang tussen de diepe kwel en de toestroming van ondiep grondwater en oppervlakkige afvoer. Toestroming van fosfaat naar de poldergebieden vindt vanuit het grondwaterlichaam Duin Rijn-West namelijk plaats via diepe kwel.

### Fosfor of fosfaat?

Fosfor is de naam van het chemische element P. Fosfor komt in de natuur het meest voor in de vorm van fosfaatverbindingen. Dit zijn verbindingen van fosfor met zuurstof (bijvoorbeeld  $\text{H}_2\text{PO}_4$  of  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) is de naam van een veelvoorkomende verbinding met fosfor: Welke van de termen gebruikt wordt, hangt af van de context. In dit rapport wordt zowel gerapporteerd in hoeveelheden fosfor als in hoeveelheden fosfaat, afhankelijk van de context. Voor de KRW wordt gerapporteerd in gemeten concentraties P-totaal. Een massa fosfor is om te rekenen naar een massa fosfaat door te vermenigvuldigen met 2,29. In dit rapport wordt hierop aangesloten. Concentraties fosfor en fosfaat worden weergegeven in de massa fosfor met de eenheid mg/l P of  $\text{PO}_4\text{-P}$ .

In het grondwater wordt het totaal opgelost fosfaat (P-totaal) gemeten en ortho-fosfaat. Het verschil is dat bij totaal-fosfaat ook de opgeloste fosfaten worden meegenomen die zijn gebonden aan opgeloste organische deeltjes. Het meeste fosfaat zit gebonden aan vast organisch materiaal en metalen; deze vorm van fosfaat wordt meegenomen in grondanalyses, die buiten dit rapport vallen. Door afbraak (mineralisatie) van veenlagen kan dit fosfaat weer vrijkomen. Door vernatting kunnen ijzerhydroxiden ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) worden gereduceerd van  $\text{Fe}^{3+}$  naar  $\text{Fe}^{2+}$ . In deze gereduceerde toestand hebben ijzerverbindingen een lagere bindingscapaciteit voor fosfaat, waardoor fosfaat vrijkomt in het bodemvocht. Voor het zoete grondwater geldt een KRW-drempelwaarde van 2,0 mg/l totaal-fosfor. Voor grondwaterlichamen in zout water geldt een hogere drempelwaarde van 6,9 mg/l totaal-fosfor. Er zijn geen normen voor ortho-fosfaat.



### Modelstudie TNO/Alterra (2002) naar bijdrage fosfaat in kwel

Door TNO en Alterra is in 2002 de achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met chloride en nutriënten in West-Nederland onderzocht. In paragraaf 2.2 bij beschrijving van stap 1 is al uitgelegd hoe de hydrologische fluxen zijn berekend. De bijdrage van fosfaat door grondwaterkwel is berekend als het product van de kwelintensiteit en de (gemiddelde) grondwaterconcentratie in het eerste watervoerende pakket. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van winter- en zomerhalfjaar. De resultaten voor beide seizoenen zijn sterk gelijkend, de belasting in de zomer is iets hoger omdat de kwelintensiteit in de meeste delen van het gebied hoger is dan in de winter. Op deze manier is de jaarlijkse achtergrondbelasting van fosfaat in het kwelwater berekend (in de eenheid P/kg/ha/jaar).

**Gedrag van fosfaat in oppervlaktewater**

Wanneer fosfaat in oppervlaktewater terechtkomt, kan het verschillende processen ondergaan:

1. Adsorptie en desorptie: Fosfaat kan zich hechten aan bodemdeeltjes in de waterbodem (adsorptie). Tijdens bepaalde periodes, zoals in de zomer, kan het fosfaat weer vrijkomen in het water (desorptie) door veranderingen in de chemische en fysische omstandigheden;
2. Biologische opname: Fosfaat wordt opgenomen door waterplanten en algen. De sterke groei van algen en waterplanten, kan de waterkwaliteit zo verslechteren (eutrofiëring);
3. Transport en sedimentatie: Fosfaat kan door stroming en sedimentatie worden verplaatst naar andere delen van het oppervlaktewaterlichaam. Een deel van het fosfaat kan uiteindelijk in de waterbodem achterblijven, waar het kan worden opgeslagen of later weer vrijkomen;
4. Chemische reacties: Fosfaat kan chemische reacties ondergaan met andere stoffen in het water, zoals ijzer en calcium, wat kan leiden tot de vorming van onoplosbare verbindingen die in de waterbodem achterblijven.

Bron: Van Gerven, e.a., 2011

Voor elk waterschap is een eigen aanpak gekozen voor het bepalen van de stofbalans (Tabel 2-5). De methodiek wordt meer uitgebreid besproken in de hiernavolgende hoofdstukken per deelgebied.

Tabel 2-5: Aanpak uitwerking stofbalans fosfor per deelgebied.

Deelgebied	Aanpak
Den Haag	De bijdrage van fosfor is berekend met de emissie- en analysetool van Delfland. De invloed van diepe kwel zit hierin verwerkt en is expliciet zichtbaar gemaakt. Dit is geen standaard eigenschap van deze tools.
Lisse-Hillegom	Herkomstmodel van Hoogheemraadschap Rijnland en landelijke bronnenanalyse van WENR.
Castricum	Eerder gerapporteerde stofbalansen in WENR rapporten zijn samengevat en geaggregeerd in stofbalansen.

## 2.5 Stap 4 Transport van fosfaat in de bodem en het grondwater

De vierde stap is de risicoanalyse: wat is het risico op het niet halen van de KRW-doelstellingen voor de KRW oppervlaktewaterlichamen ten gevolge van de ontoereikende toestand van het grondwaterlichaam Duin Rijn-West. Transport van fosfor in de bodem (zie kader) en grondwater vindt langzaam plaats. Over het algemeen bindt fosfor sterk aan bodemdeeltjes waardoor het zich langzaam verplaatst. In zandgronden kan fosfor sneller uitspoelen naar diepere lagen en uiteindelijk naar het grondwater, maar dit proces verloopt nog steeds relatief traag.

**Gedrag van fosfor in de bodem**

Fosfor bindt sterk aan de bodemdeeltjes zoals klei en ijzer- en aluminiumoxiden. Uitspoeling naar diepere bodemlagen gaat daardoor langzaam. Het fosforgehalte is daardoor het hoogste bovenin de bodem en neemt af met de diepte. De concentratie van het opgeloste fosfor in het bodemvocht en grondwater hangt samen met het fosforgehalte in de betreffende bodemlaag. Een hoger fosforgehalte in de bodem, leidt tot een hogere concentratie opgelost fosfor in het bodemvocht of grondwater. Omdat er meer fosfor in de bovenste bodemlaag zit, is de concentratie opgelost fosfor daar ook hoger. Dat heeft ook invloed op de mate waarin fosfor via het grondwater uitspoelt naar het oppervlaktewater. Bij gronden met een ondiepe grondwaterstand, zoals klei en veen, is de fosforconcentratie in het water dat uitspoelt naar de sloot meestal hoger dan bij gronden met een diepere grondwaterstand, zoals zand en löss.

Bron: <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid/fosfor-in-bodem-en-water>

Om een idee te hebben van de verplaatsingssnelheid van fosfaat door grondwater is voor de drie deelgebieden een eenvoudige berekening gemaakt. Dit is gedaan voor de snelheid waarmee fosfaat zich verplaatst door het eerste watervoerende pakket, dus als het fosfaat al de deklaag gepasseerd is.

De transportsnelheid van fosfaat is afhankelijk van de volgende factoren:

- De doorlatendheid van het zand in het eerste watervoerende pakket, de Formatie van Kreftenheye (k). Deze waarde hebben we ontleend aan Dino-Loket;
- De gradiënt in stijghoogten in het eerste watervoerende pakket (i). Deze gradiënt is af te leiden uit de kaarten met isohypsen die per deelgebied in dit rapport zijn opgenomen;
- De porositeit van het zandpakket (ρ). We hebben een standaardwaarde van 0,3 aangenomen;
- De retardatie (vertraging)factor van fosfaat in het grondwater (R). Deze factor verschilt per aquifer. Waardes in de literatuur liggen tussen de 15 en de 400 (Robertson, 2021). We hebben de laagste waarde van 15 gehanteerd.

De transportsnelheid van fosfaat in het eerste watervoerende pakket kan dan berekend worden met de volgende formule:  $((k * i) / \rho) * R$

Invulling van deze formule geeft de grondwatersnelheden (verplaatsing van een waterdeeltje) en de snelheid van fosfaat (Tabel 2-6). De snelheid is ongeveer gelijk in de drie deelgebieden, een waterdeeltje legt 26 meter af in een jaar, fosfaat zal zich 1,8 meter verplaatsen. Dit betekent dat het 500 jaar duurt voordat fosfaat zich 1 km heeft verplaatst. Het betreft een voorzichtige inschatting omdat de retardatiefactor laag is gekozen (15) en er geen rekening is gehouden met de extra benodigde transporttijd door de deklaag. Deze analyse laat zien dat de transportweg van fosfaat door het diepe grondwater zeer lang duurt, waarschijnlijk duizenden jaren, en dat dit dus geen risico geeft voor de komende honderden jaren. Het risico voor het niet halen van de KRW doelen zit in de korte transportweg, waarbij grondwater uit het ondiepe systeem snel in het oppervlaktewater terecht kan komen.

Tabel 2-6: Grondwatersnelheid en fosfaatsnelheid voor de drie deelgebieden.

Deelgebied	Doorlatendheid [m/d]	Gradiënt [m/m]	Grondwater snelheid [m/jaar]	Fosfaatsnelheid [m/jaar]
Den Haag	50	0.0005	29	1.9
Hillegom-Lisse	35	0.0006	26	1.7
Castricum	20	0.001	24	1.6
<b>Gemiddeld</b>	<b>35</b>	<b>0.0007</b>	<b>26</b>	<b>1.8</b>

### 3 Water- en stofbalans Delfland

#### 3.1 Beschrijving van het watersysteem

##### Oppervlaktewatersysteem

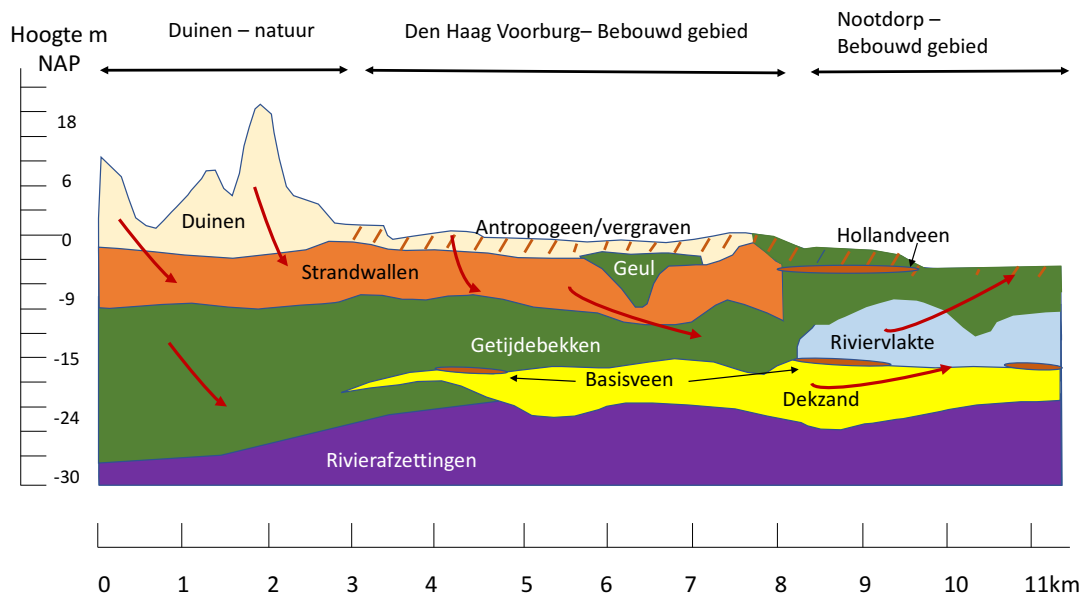
Het watersysteem van Delfland is een boezemsysteem met vaarten en kanalen, die zorgen voor de waterhuishouding in de polders. Binnen Delfland is het begrip polder niet gebonden aan laag gelegen landbouwgebieden, er zijn ook polders in bebouwd gebied. Laaggelegen polders wateren af naar de boezem via een gemaal, de opmalingspolders doen dit via een stuw onder vrij verval. Bij watertekorten wordt water ingelaten en via de boezem aangevoerd naar de polders. Voornaamste bron van extra zoetwater is het Brielse Meer van waaruit water wordt aangevoerd naar het Westland via het Oranjekanaal. Het boezemland is zonder tussenkomst van regulerende kunstwerken vrij afwaterend op de boezem. Het waterpeil in de boezem wordt zoveel mogelijk op een vast boezempeil van NAP -0,43m gehouden (Hoogheemraadschap Delfland, 2016). De boezem watert af naar het buitenwater: de Noordzee, de Nieuwe Waterweg en de Nieuwe Maas. Binnen het gebied liggen twee grote afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI) die het afvalwater van de regio Den Haag- Delft verwerken. De AWZI Harnaspolder, gelegen tegen de snelweg A4, is de grootste AWZI van Nederland met een capaciteit van 1,3 miljoen inwoner-equivalenten. Het effluent water wordt met een pijpleiding vervoerd naar de AWZI Houtrust (430.000 inwoner-equivalenten). Het effluent van AWZI Houtrust wordt via een pijpleiding direct geloosd op de Noordzee. Er is dus geen lozing van gezuiverd afvalwater op het oppervlaktewater.



Figuur 3-1: Gemaal Schoute in Scheveningen (Foto: Tom Hottentot, januari 2026).

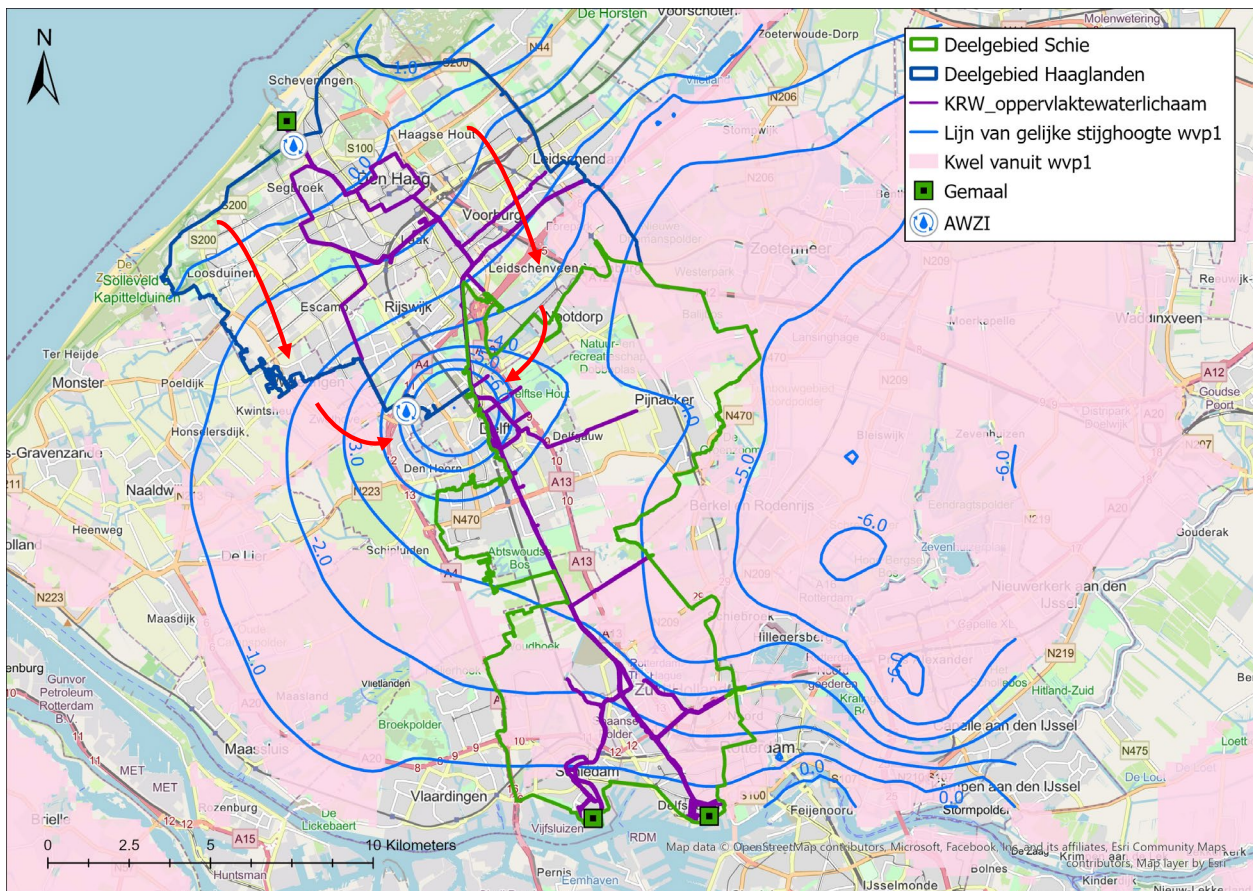
## Grondwatersysteem

De werking van het grondwatersysteem van Den Haag is eerder beschreven in ons rapport van september 2023. Grondwater infiltreert in de duinen en het stedelijk gebied van Den Haag en komt weer aan de oppervlakte in de lagergelegen poldergebieden (Figuur 3-2).



Figuur 3-2: Schematisch geohydrologisch dwarsprofiel van west naar oost in de omgeving van Den Haag.

Voor dit rapport kijken we naar de mogelijke beïnvloeding van grondwater met verhoogde fosfaatconcentraties vanuit grondwaterlichaam Duin Rijn-West naar de KRW-oppervlaktewaterlichamen. Het grondwater in het eerste watervoerende pakket stroomt in zuidoostelijke richting naar lagergelegen polders en naar de grondwateronttrekking in Delft-Noord (Figuur 3-3). Hier werd vroeger door DSM grondwater onttrokken. Deze onttrekking is vanaf 2017 stapsgewijs afgebouwd tot een volledige innamestop in 2027 (Gemeente Delft, 2024). In de nieuwe situatie waarbij de onttrekking gestopt is zal de kwelstroming zich herverdelen. Er wordt geen grondwater meer afgevangen door de grondwaterwinning en dit extra grondwater zal als kwelwater worden afgevoerd. Gebieden waar nu al kwel voorkomt zullen daarom te maken krijgen met een extra kwelbelasting. De polders met kwel (huidige situatie) zijn weergegeven met de roze arcering in Figuur 3-3.



Figuur 3-3: Werking van het watersysteem rond de KRW-oppervlaktewaterlichamen Haaglanden en Schie. De rode pijlen geven de richting van grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket (bron).

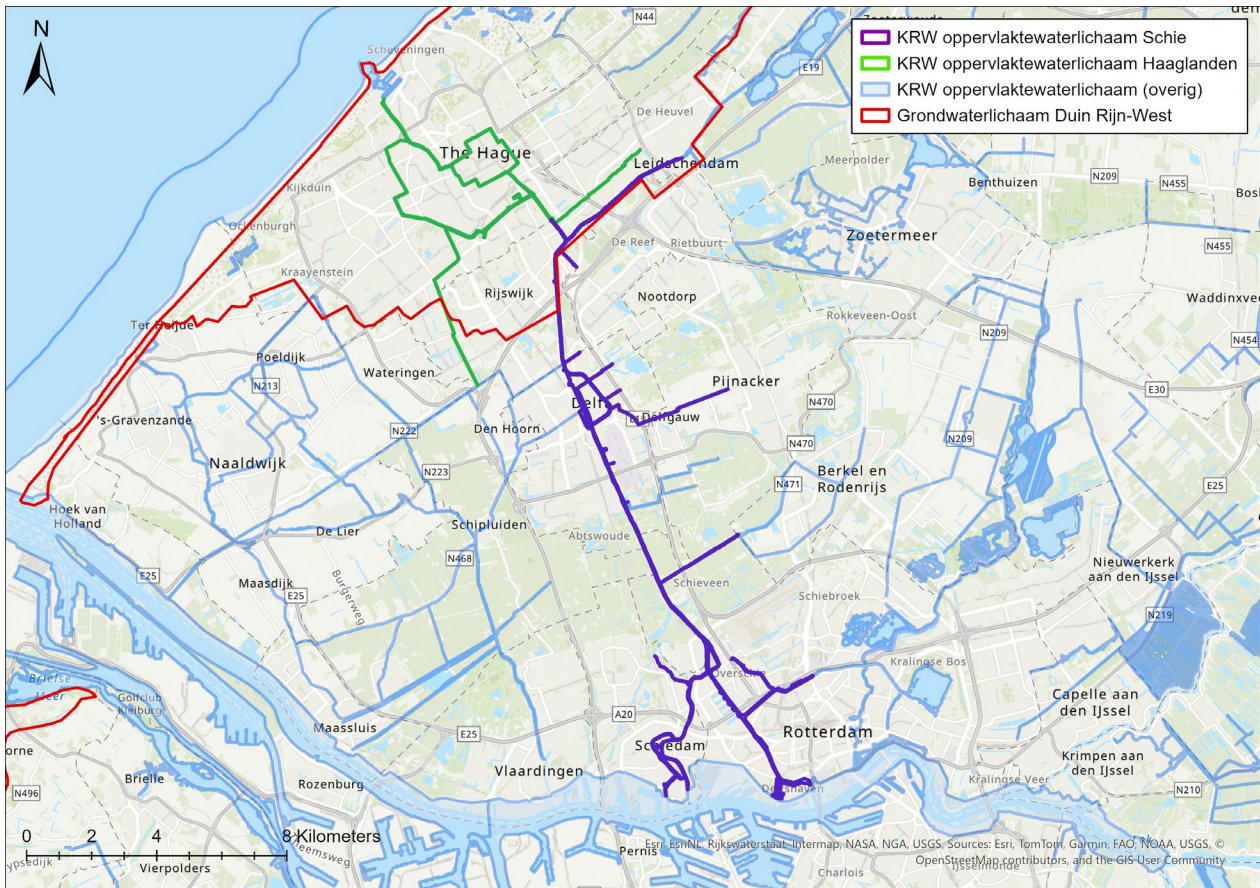
### Beschouwde KRW oppervlaktewaterlichamen

In dit onderzoek kijken we specifiek naar de boezems ‘Haaglanden’ en ‘Schie’, die zorgen voor de waterhuishouding van de polders van respectievelijk Den Haag en Delft. Deze boezemwateren liggen hoog en ontvangen daarom nauwelijks kwelwater. De twee waterlichamen (Figuur 3-4) zijn als volgt te karakteriseren:

- De **boezem Haaglanden** bestaat overwegend uit brede en diepe kanalen en singels en grachten in het stedelijk gebied van Den Haag. Het oppervlaktewater heeft een belangrijke aan- en afvoerfunctie waardoor de stroomrichting van het water varieert. Het grondgebruik van het gebied is voornamelijk stedelijk gebied. Het boezempeil in de stad Den Haag is ingesteld op een peil van NAP -0,43 m. Het streefpeil is lager in de stedelijke parken zoals het Zuiderpark, de Haagse Hout, lager gelegen wijken en Voorburg. Oppervlaktewater wordt aangevoerd vanuit de Trekvliet, Strijp en de Nieuwe Vaart. Oppervlaktewater wordt uit het verversingskanaal afgevoerd door gemaal Drs. P.H. Schoute (hierna te noemen gemaal Schoute) naar de Noordzee;
- De **boezem Schie** bestaat overwegend uit brede en diepe kanalen waarover beroepsscheepvaart en recreatievaart plaatsvindt en singels en grachten in het stedelijk gebied. Het belangrijkste kanaal is de Schie gelegen tussen Delft en Schiedam / Rotterdam. Water mondt uit via de Schiedamse Schie en de Lange Haven uit op de Nieuwe Maas; de Delfshavense Schie is via de Coolhaven en de Parksluizen verbonden met de Nieuwe Maas. Het oppervlaktewater heeft een belangrijke aan- en afvoerfunctie waardoor de stroomrichting varieert. Het omliggende gebied bestaat uit polders met stedelijke bebouwing en open grasland (melkveehouderij).

Door inklinking van het omliggende veengebied is het waterpeil van de Schie enkele meters hoger dan in de omliggende weilanden. Via de sluzen bij het gemaal 'mr. dr. Th. F.D.A. Dolk' in Leidschendam is er een verbinding met het Rijnlandse boezemsysteem.

De ligging van de KRW-oppervlaktewaterlichamen ten opzichte van het KRW-grondwaterlichaam Duin Rijn-West is weergegeven in Figuur 3-4.



Figuur 3-4: Ligging grondwaterlichaam Duin Rijn-West ten opzichte van de KRW oppervlaktewaterlichamen Haaglanden en Schie.

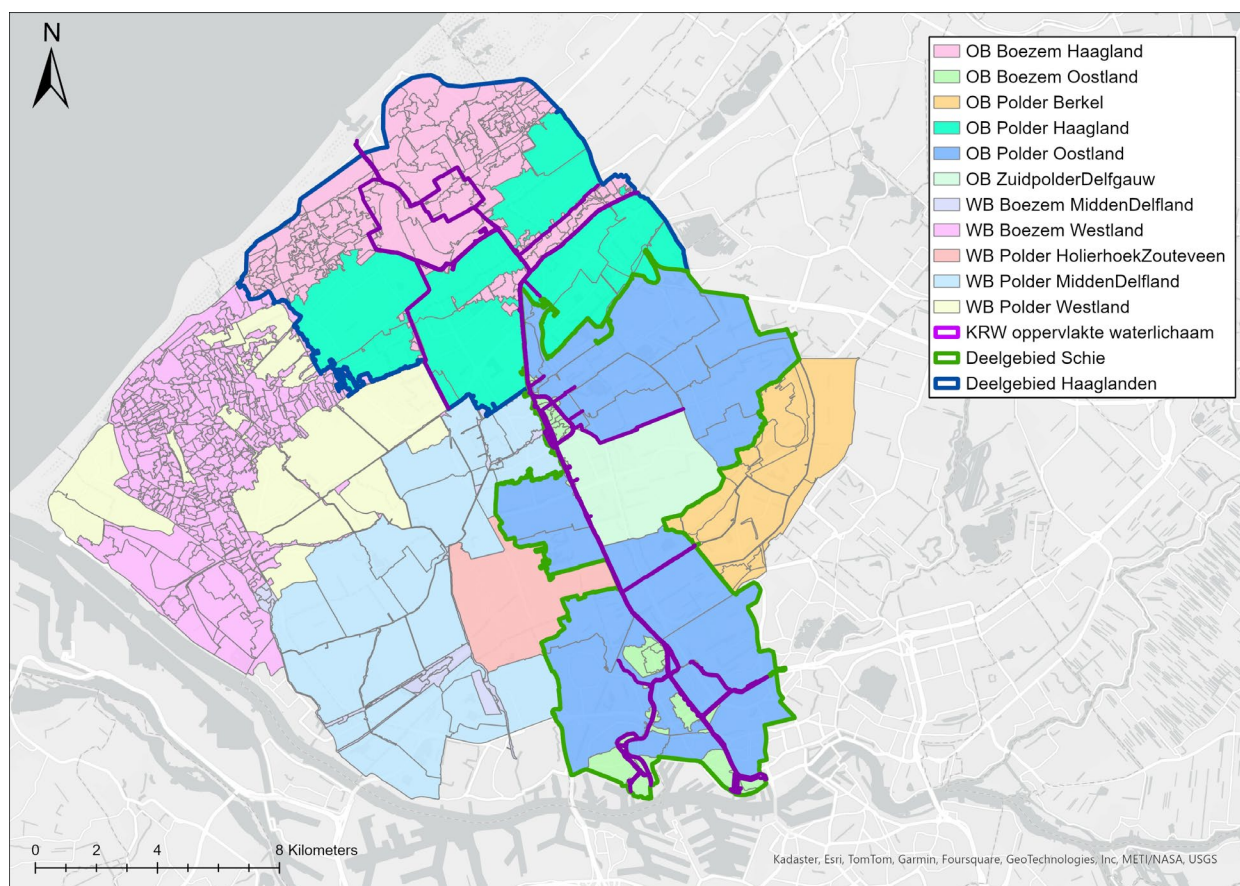
### 3.2 Beschikbare informatie en werkwijze

Hoogheemraadschap Delfland gebruikt twee rekenspreadsheets (de emissietool en de analysetool) en een onderliggend gedetailleerd waterkwaliteitsmodel (Sobek). Met het Sobek-model kunnen de grootte en variatie in de tijd van de verschillende waterstromen in het watersysteem berekend worden.

Veranderingen in de tijd zijn voor onze studie minder relevant, we hebben deze tools gebruikt voor inzicht in de jaarlijkse water- en stofstromen.

#### Emissietool

Voor het bepalen van de vrachten naar het watersysteem wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde 'emissietool'. In deze emissietool (Excel) is per geografische modelleenheid (774 stuks in totaal) bepaald welke bronnen in welke mate aandeel hebben in de bijdrage van chloride, stikstof en fosfor in de massabalans. Met name het Westlandgebied is verdeeld in een groot aantal kleinere eenheden (Figuur 3-5). De tool is door Delfland vooral ingezet voor stikstof omdat dit de limiterende parameter is voor de oppervlaktewaterkwaliteit. De tool kan ook gebruikt worden voor fosfor, waar wij aanvullende berekeningen voor gemaakt hebben.



Figuur 3-5: Hoofdindeling in polder en boezemsystemen in de emissietool van Hoogheemraadschap Delfland. Op de achtergrond zijn de 774 modelleenheden zichtbaar.

In de tool wordt rekening gehouden met:

- De verwerking van stedelijk water uit verhard gebied in de verschillende type rioolstelsels;
- De inlaat van water in het watersysteem;
- De drainage van grondwater uit onverhard stedelijk-, natuur-, landbouw- en kassengebied;
- De nalevering van fosfor uit de waterbodem;

- De bijdrage van kwel. Deze is gebaseerd op de kwelkaart uit het TNO/Alterra rapport uit 2002. De kweldruk is ook verwerkt in het Sobek-model.

Voor de bijdrage van fosfor uit drainage zijn kentallen opgenomen in de emissietool (Tabel 3-1), deze variëren niet in de tijd. De emissietool berekent de bijdrage van fosfor per geografische modeleenheid.

Tabel 3-1: Kengetallen voor bijdrage van uitspoeling van fosfor (mg/l P) uit verschillende landgebruikstypes (Bron: emissietool van Delfland).

Bodem	Agrarisch	Natuur	Stedelijk
Klei	3.6	3.5	3.5
Veen	4.3	2.9	2.9
Zand	2.4	1.0	1.0

#### Technisch intermezzo: Uitsplitsing kwel en drainage in de emissietool

De emissietool maakt onderscheid tussen fosfaat uit kwel en drainage, waarbij drainage verder onderverdeeld is in drainage vanaf stedelijk, natuur of agrarisch gebied. De post kwel is op twee plekken in de emissietool opgenomen: (1) als directe kwel op het oppervlaktewater en (2) binnen de drainagepost als een combinatie van de kwel en het lokaal uitstromende drainagewater. Voor onze analyse is het nodig om deze twee posten weer uit elkaar te rafelen. Daarom is het van belang om de achterliggende formule (1) te begrijpen. Vervolgens kon de fractie fosfaat uit kwel uit de totale drainage berekend worden met formule (2).

$$1 \quad \frac{g/m^2/d P_{uitstroming} + g/m^2/d P_{kwel}}{L/m^2/d Q_{drainage}} \times 1000 = mg/L P_{drainage}$$

$$2 \quad \frac{g/m^2/d P_{kwel}}{g/m^2/d P_{uitstroming} + g/m^2/d P_{kwel}} = f_{kwel}$$

#### Analysetool

De gegevens uit emissietool komen samen in de 'analysetool'. In deze tool wordt het verloop van (gemodelleerde) fosfaatconcentraties en het aandeel van alle bronnen uitgerekend. De berekeningsresultaten zijn gevalideerd aan meetgegevens.

#### Afbakening in deelgebieden

We hebben de volgende afbakening aangehouden voor de twee oppervlaktewaterlichamen (Figuur 3-5):

- KRW oppervlaktewaterlichaam Haaglanden: OB Boezem Haagland en OB Polder Haagland;
- KRW oppervlaktewaterlichaam Schie: OB polder Oostland, OB Boezem Oostland, en Zuidpolder Delfgauw.

#### Waterbalans

De waterbalansposten zijn in groot detail uitgewerkt in verschillende deelposten voor de verschillende geografische modeleenheden. We hebben deze data geaggregeerd tot een vereenvoudigde waterbalans voor het gehele deelgebied.

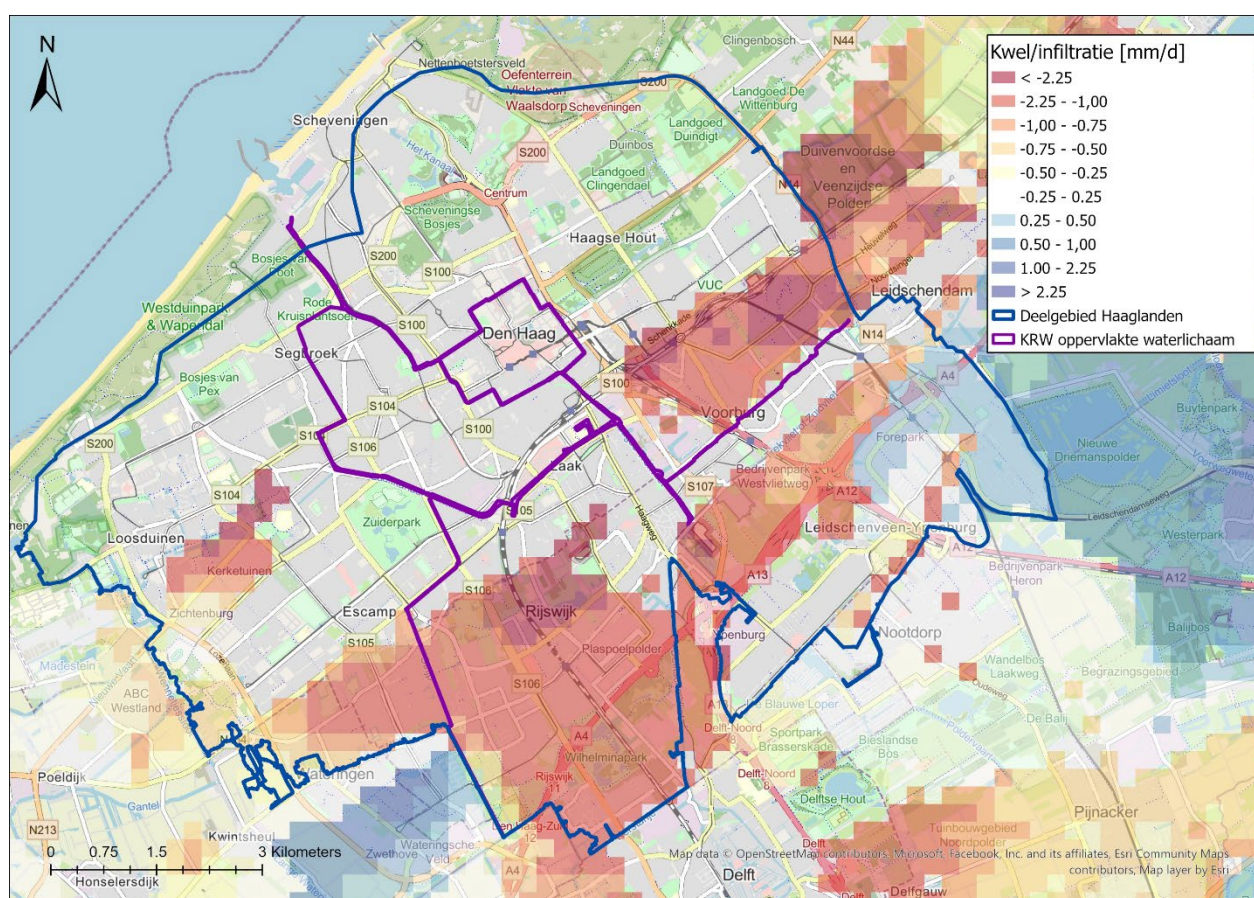
#### Massabalans

Voor de massabalans hebben we gebruikt gemaakt van de emissietool en analysetool. Berekende belasting van fosfaat naar het oppervlaktewater is geaggregeerd per deelgebied. En de belasting van diepe kwel met fosfaat is apart onderscheiden. De aanvoer van fosfaat door het oppervlaktewater is berekend door uit te gaan van een gemiddelde fosfaatconcentratie van het aanvoerwater en een gemiddeld debiet.

### 3.3 Stap 1: Invloed grondwater

#### 3.3.1 Boezem Haaglanden

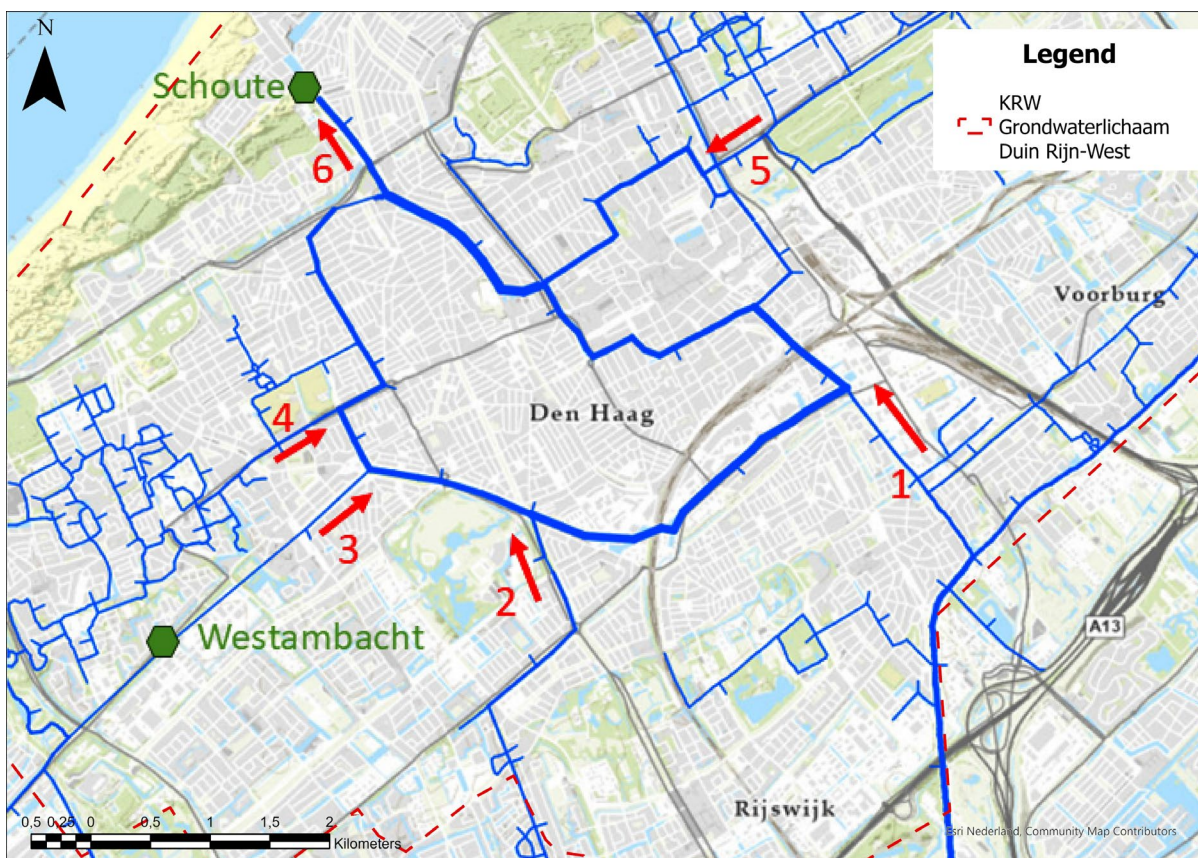
De boezem Haaglanden ligt in het meest noordelijke deel van het beheergebied van Delfland. Het boezempeil (NAP -0,43m) is hoger dan de onderliggende stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. Grondwater stroomt daarom overwegend van het freatische pakket naar het eerste watervoerende pakket (infiltratie). Neerslag dat in het stedelijk gebied van Den Haag valt, wordt afgevoerd via het riool, stroomt naar de diepte (het eerste watervoerende pakket) of wordt lokaal gedraineerd door het watersysteem. De grondwaterwinning van DSM wordt afgebouwd, daarom zal het kwel-infiltratiepatroon gaan veranderen; infiltratie neemt af en kwel neemt toe.



Figuur 3-6: Mate van kwel en infiltratie vanuit eerste watervoerende pakket in deelgebied Haaglanden (Bron data: TNO/Alterra 2002).

Voor het gebied Haaglanden is een oppervlaktewaterbalans gemaakt op basis van aangeleverde informatie uit het Sobek-model van Hoogheemraadschap Delfland. Een screendump van het dashboard is gebruikt als basis voor Figuur 3-7 met daarop ingetekend de zes punten waar de gemiddelde afvoer is berekend en de twee locaties van de gemalen waar de afvoer wordt gemeten (Figuur 3-7).

Het watersysteem ligt in een infiltratiegebied waarbij grondwater overwegend infiltreert van het freatische watervoerend pakket naar het eerste watervoerende pakket (Figuur 3-6). Maar dat wil niet zeggen dat het oppervlaktewater geen grondwater ontvangt. In tijden van regenval zal het ondiepe grondwater worden afgevangen door drainage in stedelijk gebied om zo bebouwing en infrastructuur voldoende droog te houden en zo grondwateroverlast te voorkomen.



Figuur 3-7: Verdeling van het oppervlaktewater in Haaglanden. De dikte van de blauwe lijn is een maat voor de hoeveelheid water afgevoerd water.

De waterbalans voor een gemiddelde situatie is samengevat in Tabel 3-2. De afvoer is weergegeven in  $\text{m}^3/\text{s}$  wat gebruikelijk is voor oppervlaktewater en in miljoen  $\text{m}^3$  per jaar om dit te kunnen vergelijken met afgeleide getallen voor het grondwater. In totaal wordt gemiddeld  $1,61 \text{ m}^3/\text{s}$  oppervlaktewater afgevoerd vanuit Scheveningen, dit is gelijk aan een hoeveelheid van 51 miljoen  $\text{m}^3/\text{jaar}$ . Voor onze beschouwing gaat het om de verdeling tussen welk deel van het oppervlaktewater lokaal van oorsprong is en welk deel uit extern aangevoerd oppervlaktewater bestaat. Daarnaast hebben we onderscheid gemaakt tussen lokale aanvoer via het ondiepe grondwater en de snelle oppervlakkige afvoer van regenwater. Voor de verdeling tussen twee posten is een 50/50 verhouding aangehouden, overeenkomstig de aanname in het Sobek-model van Hoogheemraadschap Delfland. Deze component is groot vanwege het grote aandeel verhard oppervlak in de stad.

De waterbalans laat zien dat de hoeveelheid gedraineerd grondwater  $0,48 \text{ m}^3/\text{s}$  ten opzichte van  $1,17 \text{ m}^3/\text{s}$  aangevoerd oppervlaktewater wordt (Tabel 3-3). De bijdrage van grondwater komt daarmee uit op 22,5%. Grondwater wordt voornamelijk gedraineerd in de wijk Loosduinen (nr 4 in Figuur 3-7) en de landgoederenzone van Wassenaar en de Scheveningse bosjes (nummer 5 in Figuur 3-7) en zo toegevoegd aan het oppervlaktewater. In het centrum van Den Haag is geen netto aanvoer van ondiep grondwater. De component infiltratie naar het eerste watervoerend pakket is groter. Dit is verwerkt in de restpost ( $0,52 \text{ m}^3/\text{s}$ ) om de waterbalans kloppend te krijgen.

Tabel 3-2: Waterbalans waterlichaam Haaglanden voor een gemiddelde situatie (Bron data: Delfland).

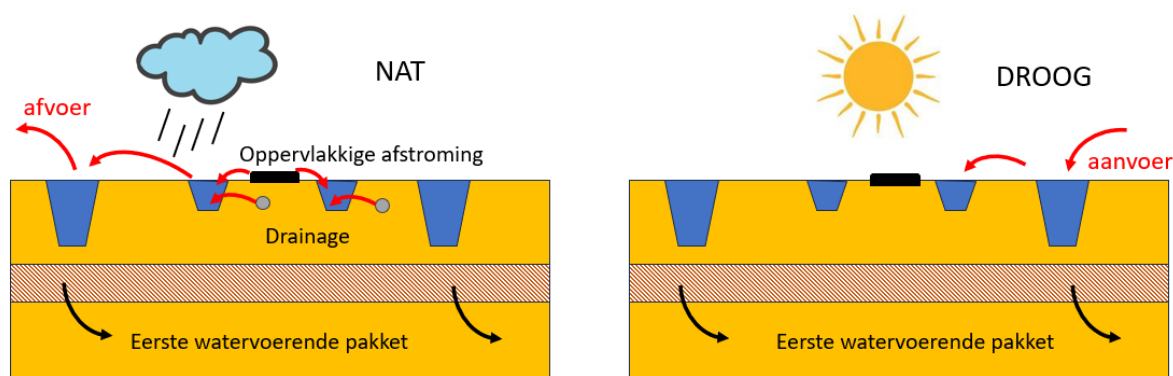
Waterloop (met nummer uit Figuur 3-7)	Waterbalanspost oppervlaktewater (m <sup>3</sup> /s)		Waterbalanspost oppervlaktewater (miljoen m <sup>3</sup> /jaar)	
	IN	UIT	IN	UIT
Trekvllet (1)	0,32		10,1	
Striip (2)	0,55		17,3	
Nieuwe Vaart (3)	0,30		9,5	
Loosduinen (4)	0,36		11,4	
Scheveningen / Wassenaar (5)	0,6		18,9	
Gemaal Schoute (6)		1,61		50,8
Restpost (verlies infiltratie /verdamping)		0,52		16,4
<b>TOTAAL</b>	<b>2,13</b>	<b>2,13</b>	<b>67,2</b>	<b>67,2</b>

Tabel 3-3: Waterbalans waterlichaam Haaglanden uitgesplitst in grondwatercomponent, oppervlakkige afstroming en externe aanvoer.

Waterloop (met nummer uit Figuur 3-7)	Drainage van grondwater (m <sup>3</sup> /s)	Oppervlakkige afstroming (m <sup>3</sup> /s)	Aanvoer van oppervlaktewater (m <sup>3</sup> /s)
Trekvllet (1)			0,32
Striip (2)			0,55
Nieuwe Vaart (3)			0,30
Loosduinen (4)	0,18	0,18	
Scheveningen /Wassenaar (5)	0,30	0,30	
<b>Totaal (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>0,48</b>	<b>0,48</b>	<b>1,17</b>
<b>Totaal (%)</b>	<b>22,5%</b>	<b>22,5%</b>	<b>54,9%</b>

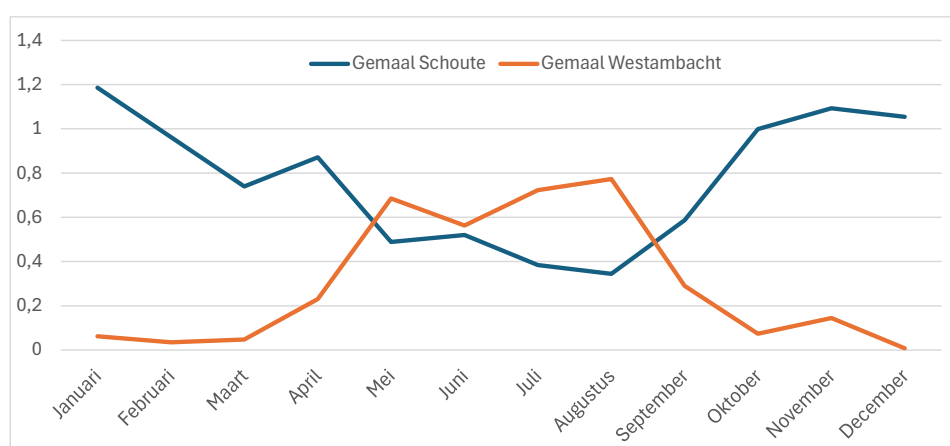
De waterbalans voor Tabel 3-3 geldt voor een gemiddelde situatie. Maar de waterbalans verschilt sterk, afhankelijk van de weersomstandigheden (Figuur 3-8):

- Wanneer er veel neerslag is gevallen zal er veel drainage van grondwater zijn. Aanvoer van extra water om het systeem op peil te houden of het systeem te doorspoelen is niet nodig. Overtollig water van buiten het gebied Haaglanden wordt wel aangevoerd en via gemaal Schoute afgevoerd naar zee in Scheveningen;
- Wanneer het lang droog is geweest zullen de grondwaterstanden gaan dalen. Drainage van grondwater valt weg. Water infiltreert vanuit de waterlopen naar de ondergrond en daarom zullen de waterpeilen van de waterlopen dalen. Er is daarom extra water nodig vanuit de omgeving. Water kan aangevoerd worden vanuit het Westland vanuit de Nieuwe Vaart (gemaal Westambacht) en vanuit het zuiden vanuit de Vliet (Boezem Schie). De hoeveelheid afgevoerd oppervlaktewater in Scheveningen is in droge en zeer droge omstandigheden gedaald tot  $0,15 \text{ m}^3/\text{s}^2$ , ofwel 8% van een gemiddelde afvoer. De aanvoer van water vanuit gemaal Westambacht wordt geregistreerd, maar de aanvoer vanuit de Vliet wordt niet geregistreerd. Het is daarom niet mogelijk een waterbalans te maken voor een zomersituatie.



Figuur 3-8: Schematische weergave van werking watersysteem in een natte en droge situatie.

Bovenstaand patroon in verschil tussen een natte en droge situatie wordt bevestigd door de gemeten afvoeren van de gemalen Schoute en Westambacht. In de winter wordt er meer water uitgeslagen en wordt er weinig water ingelaten vanuit het Westland (Figuur 3-9). In de zomer is het omgekeerd, dan wordt er netto meer water aangevoerd dan er wordt uitgeslagen naar de Noordzee.



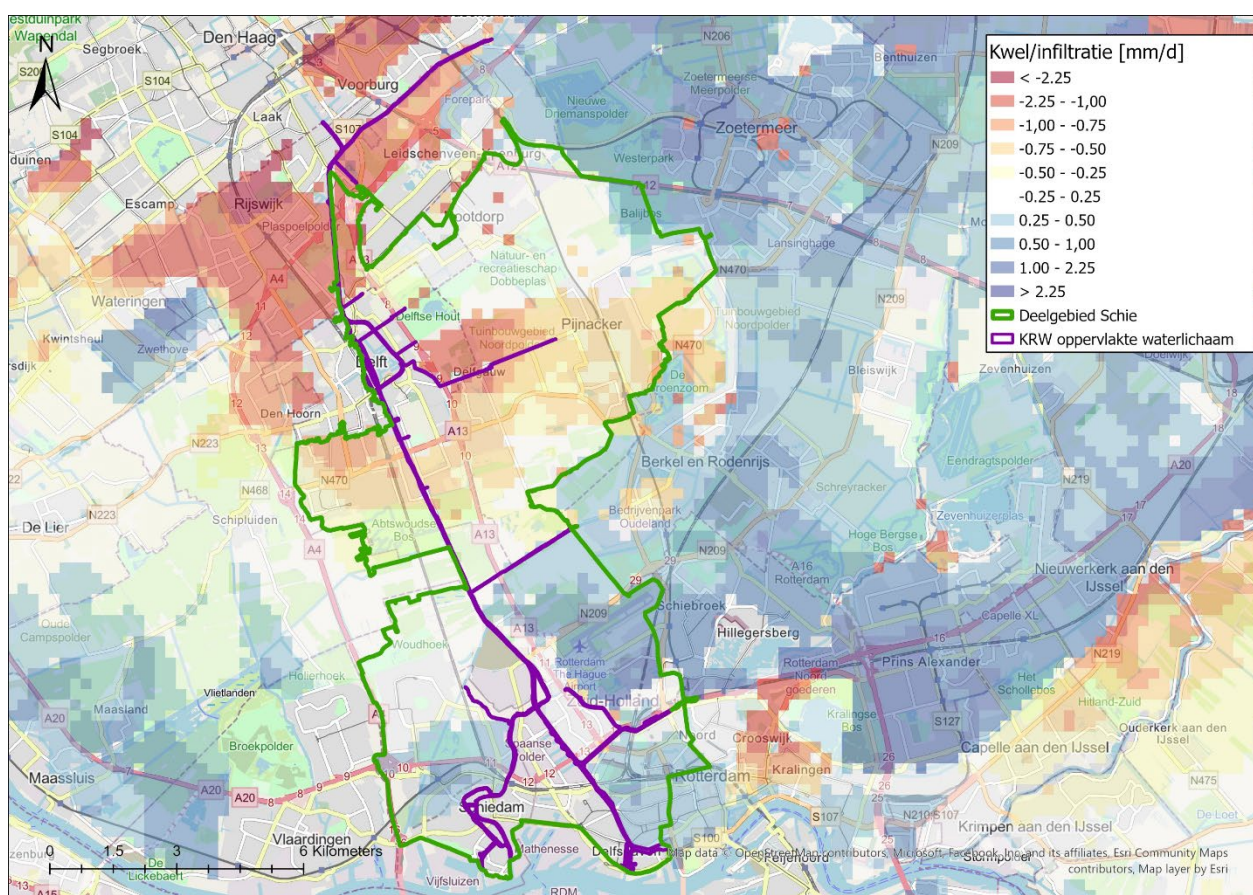
Figuur 3-9: Gemiddeld gemeten maandaanvoer (in  $\text{m}^3/\text{s}$ ) van gemaal Schoute (verversingskanaal Scheveningen) en gemaal Westambacht (Nieuwe Vaart) gebaseerd op meetdata van 2 januari 2018 tot en met 25 oktober 2025 (Bron data: Delfland).

<sup>2</sup> [Waterbeheer kaarten](#)

### 3.3.2 Boezem Schie

De boezem Schie ligt rondom de Schie rond het stedelijk gebied van Delft, Schiedam en Rotterdam. Het boezempeil (NAP -0,43m) is hoger dan de onderliggende stijghoogte in het eerste watervoerende pakket. Hieromheen, in de verschillende woonwijken en poldergebieden, wordt een lager peil gehanteerd, maar ook hier komt nog overwegend infiltratie voor. Alleen in Wateringen is het streefpeil (NAP -4,68 m) zo laag dat hier het grondwater opwaarts stroomt vanuit het eerste watervoerende pakket (Figuur 3-10).

Grondwater stroomt daarom overwegend van het freatische pakket naar het eerste watervoerende pakket (infiltratie). Neerslag dat in het stedelijk gebied van Delft en omstreken valt, wordt afgevoerd via het riool, stroomt naar de diepte (het eerste watervoerende pakket) of wordt lokaal gedraineerd door het watersysteem.



Figuur 3-10: Mate van kwel en infiltratie vanuit eerste watervoerende pakket in deelgebied Schie (Data: TNO/Alterra 2002).

De vereenvoudigde waterbalans is gepresenteerd in Tabel 3-4. Ongeveer 15 miljoen m<sup>3</sup> grondwater stroomt naar de diepte naar het eerste watervoerende pakket. Deze hoeveelheid laten we buiten beschouwing in de analyse, daarom is deze hoeveelheid tussen haakjes weergegeven in Tabel 3-4. We concentreren ons op de hoeveelheid lokaal regenwater die wordt gedraineerd ten opzichte van de hoeveelheid toestromend diep kwelwater. De hoeveelheid diepe kwel is 28% ten opzichte van de totale hoeveelheid afgevoerd water.



### 3.5 Stap 3: Fosfaatbalans

In deze paragraaf zijn de stofbalansen uit de emissie- en analysetool van Hoogheemraadschap Delfland gebruikt. Met deze tool kan onderscheid gemaakt worden in diverse categorieën. We hebben de bijdrage van de fosfaatbelasting uit diepe kwel hierin expliciet zichtbaar gemaakt.

#### 3.5.1 Boezem Haaglanden

Het oppervlaktewatersysteem van Haaglanden wordt zowel beïnvloed door ondiepe uitspoeling van drainagewater vanuit KRW grondwaterlichaam Duin Rijn-West als door aanvoer oppervlaktewater van buiten het oppervlaktewaterlichaam Haaglanden. Verhoogde fosfaatconcentraties in het grondwater (10 tot 25 meter diep) zijn in het stedelijk gebied van Den Haag aangetroffen (Royal HaskoningDHV, 2023). Stedelijke verontreinigingsbronnen zoals lekkende riolen, honden- en vogelpoep en bemesting van groenstroken zijn aangewezen als mogelijke bron van fosfaat. De bronnen zitten dus in het bovenste grondwater. Uit de fosfaatbalans van Delfland komt dat de bijdrage voor grondwater uit stedelijk gebied ongeveer een kwart uitmaakt (26,8%, zie Tabel 3-5). Deze bijdrage is beperkt omdat een groot gedeelte van dit water via het rioolsysteem wordt afgevoerd. Lekke rioleringen zijn niet meegenomen in deze tool, deze bijdrage wordt dus mogelijk onderschat. De bijdrage vanuit natuurgebieden inclusief het stedelijk groen zoals de parken is groter (44,5%). In de emissietool is ervan uitgegaan dat de belasting van fosfor uit natuurgebieden ongeveer even groot is als uit stedelijk gebied (Tabel 3-5). Dit verklaart mede de hoge bijdrage uit natuurgebieden. De bijdrage met fosfaat vanuit diepe kwel is nog geen 1% van de totale belasting. Deze bijdrage is klein omdat het grondwater vooral infiltreert naar de diepte en niet omhoogkomt als kwel. Inlaat van water is in de analysetool van Delfland niet meegenomen. Daarom hebben we deze bijdrage apart bepaald (Tabel 3-6 en Tabel 3-7). In de zomer wordt water ingelaten via gemaal Westambacht vanuit de Nieuwe Vaart en is dus sprake van externe aanvoer van fosfaat. We hebben de component aanvoer berekend door de gemiddeld hoeveelheid aangevoerd water vanuit gemaal Westambacht te vermenigvuldigen met de fosfaatconcentratie in het oppervlaktewater. De fosfaatconcentratie is gebaseerd op modelberekeningen van Hoogheemraadschap Delfland (Figuur 3-12). Hieruit komt een patroon van hogere fosfaatconcentraties in de zomer, vooral door meer nalevering uit de waterbodem. De gemeten concentraties fosfaat laten een veel grilliger verloop in concentraties zien (Figuur 3-12).

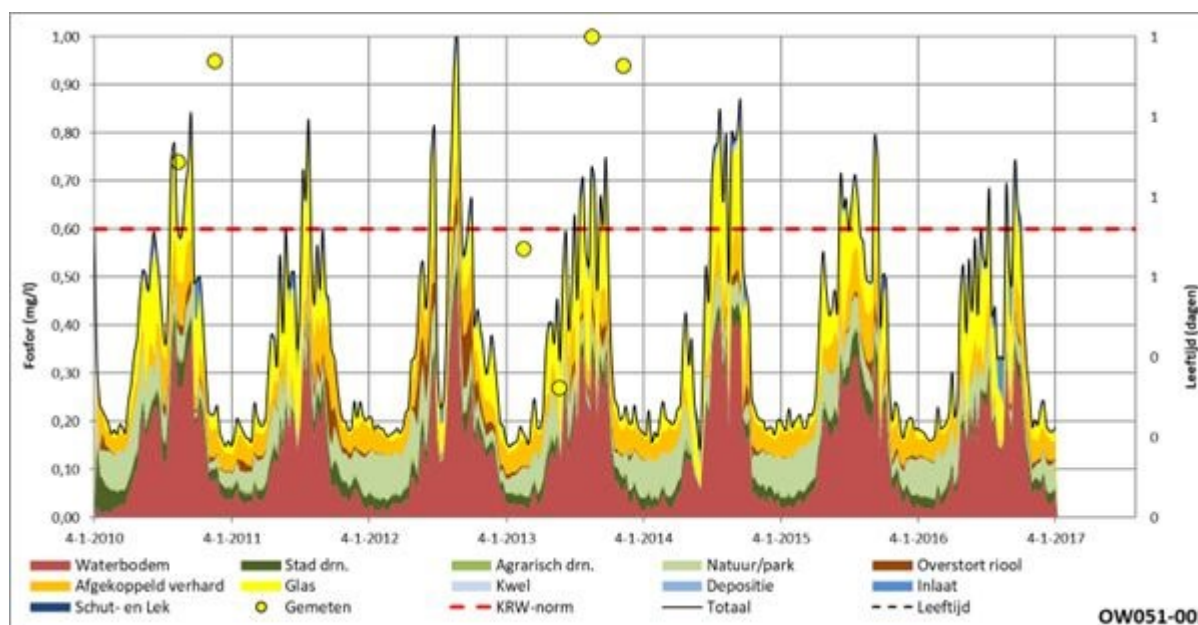
Tabel 3-5: Bijdrage fosfaat vanuit het grondwater voor Haaglanden (Bron: analysetool Delfland).

Haaglanden	Oppervlak [km <sup>2</sup> ]	PO <sub>4</sub> -P totaal [ton P/ jaar]	PO <sub>4</sub> -P [%]
Kwel op geheel oppervlak	100,44	0,02	0,3%
Open water	5,17		
▪ Depositie op water		0,10	1,0%
▪ Nalevering waterbodem		1,66	17,8%
Uitspoeling ondiep			
▪ Glastuinbouw	0,43	0,29	3,1%
▪ Stedelijk	72,93	2,51	26,8%
▪ Natuur	19,88	4,16	44,5%
▪ Agrarisch	2,02	0,61	6,5%
<b>Totaal</b>	<b>100,44</b>	<b>9,36</b>	<b>100%</b>

Zowel de concentraties fosfaat als het aanvoerdebiet zijn in de zomer veel hoger dan in de winter. Daarom hebben we de gemiddelde aanvoer van fosfaat apart berekend voor de vier zomermaanden (mei tot en met augustus) en voor de overige acht maanden (Tabel 3-6). De bulk van de aanvoer van fosfaat vindt plaats in de vier zomermaanden.

Tabel 3-6: Berekende hoeveelheid aangevoerd fosfaat vanuit het Westland naar waterlichaam Haaglanden.

Externe aanvoer uit het Westland (Nieuwe Vaart)	Aanvoerdebiet (m <sup>3</sup> /s)	PO <sub>4</sub> -P totaal (mg/l)	PO <sub>4</sub> -P totaal (ton P/ seizoen)
Zomermaanden (mei-augustus)	0,69	0,42	8,35
Wintermaanden (september - april)	0,11	0,20	1,27
<b>Totaal</b>			<b>9,61</b>



Figuur 3-12: Gemodelleerde concentraties fosfaat in het oppervlaktewater van aanvoerwater uit het Westland naar Den Haag (boezem ter plaatse van Uithof) en gemeten concentraties fosfaat in een nabij gelegen meetpunt (OW051-002) (Bron:Delfland).

Aanvoer van fosfaat vindt ook plaats via de Strijp en Trekvlief (Tabel 3-7). Aanvoerdebieten en gemiddelde concentraties P zijn aangeleverd door Delfland. De totale hoeveelheid extern aangevoerd fosfaat is groter (68,2 ton per jaar, Tabel 3-7) dan de hoeveelheid fosfaat die binnen het oppervlaktewaterlichaam Haaglanden wordt aangevoerd vanuit het grondwater (9,36 ton P/jaar, zie Tabel 3-5). De lokale bijdrage van fosfaat naar oppervlaktewaterlichaam Haaglanden blijft daarom beperkt tot 12% (Tabel 3-9).

Tabel 3-7: Hoeveelheid extern aangevoerde hoeveelheid fosfaat door het oppervlaktewatersysteem naar oppervlaktewaterlichaam Haaglanden.

Oppervlaktewatersysteem	Aanvoerdebit (m <sup>3</sup> /s)	PO <sub>4</sub> -P totaal gemiddeld (mg/l)	PO <sub>4</sub> -P totaal (ton P/ jaar)
Striip	0,55	1,0	47,5
Trekvllet	0,32	0,4	11,1
Nieuwe Vaart / Boomvaart <sup>3</sup>			9,6
Totaal			68,2

Tabel 3-8: Samenvattende fosfaatbalans voor Boezem haaglanden.

Balanspost	PO <sub>4</sub> -P totaal (ton P/ jaar)	Aandeel (%)
Extern aangevoerd water (Tabel 3-7)	68,2	87,9%
Aanvoer lokaal grondwater (Tabel 3-5)	9,36	12,1%
Totaal	77,56	100%

### 3.5.2 Boezem Schie

De boezem Schie ligt verder weg van het grondwaterlichaam Duin Rijn-West. Beïnvloeding van fosfaat uit Duin Rijn-West vindt daarom alleen plaats via de diepe route, de diepe kwel. Deze bijdrage is klein, minder dan 1% (Tabel 3-9) en valt dus weg naar de bijdrage uit het eigen gebied via nalevering uit de waterbodem en ondiepe uitspoeling. Inlaat van water speelt geen rol in de stofbalans voor fosfaat, volgens de analysetool van Delfland.

Tabel 3-9: Fosfaatbalans van de PO<sub>4</sub>-P belasting voor de Boezem Schie (Bron: analysetool Delfland).

Haaglanden	oppervlak [km <sup>2</sup> ]	PO <sub>4</sub> -P totaal [ton P/ jaar]	PO <sub>4</sub> -P [%]
Kwel op geheel oppervlak	94,09	0,26	0,9%
Open water	9,43		
▪ Depositie op water		0,18	0,6%
▪ Nalevering waterbodem		8,53	30,8%
Uitspoeling ondiep			
▪ Glastuinbouw	4,19	2,60	9,4%
▪ Stedelijk	38,26	2,78	10,0%
▪ Natuur	23,41	6,32	22,8%
▪ Agrarisch	18,80	7,03	25,4%
<b>Totaal</b>	<b>94,09</b>	<b>27,69</b>	<b>100%</b>

<sup>3</sup> De bijdrage fosfaat verschilt sterk per seizoen. Dit is uitgesplitst in Tabel 3-6 waarna het jaartotaal is overgenomen.

## 4 Water en stofbalans Rijnland

### 4.1 Beschrijving van het watersysteem

#### Oppervlaktewatersysteem

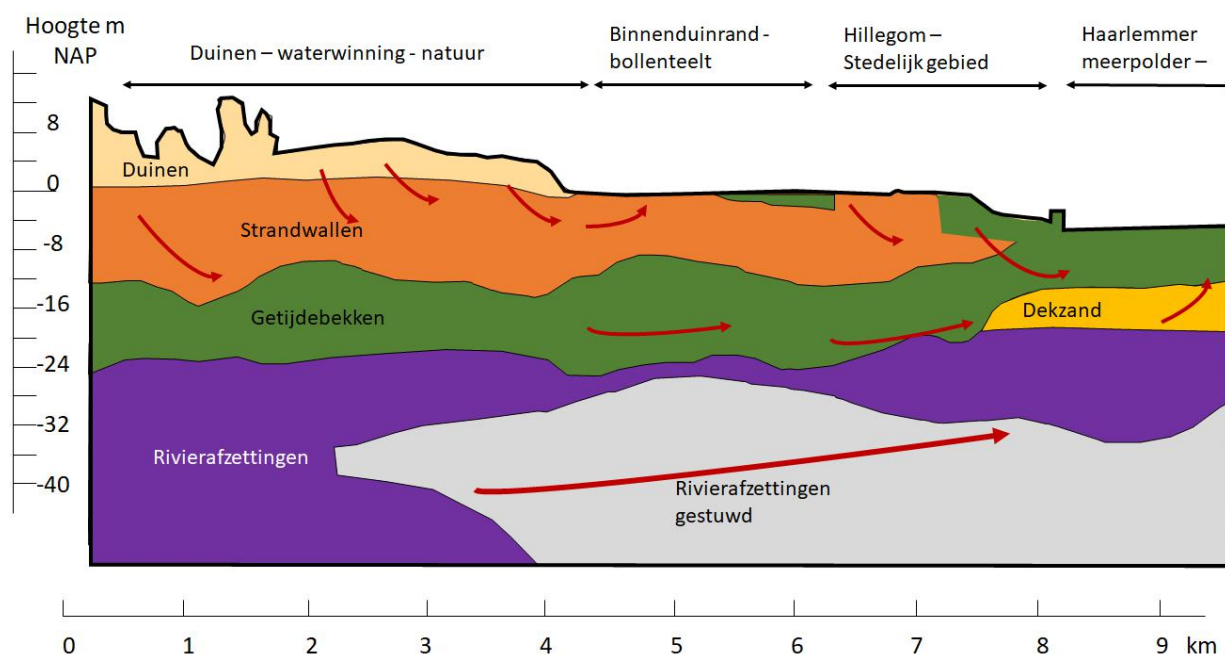
Binnen het onderzoeksgebied liggen twee watersystemen:

- Het Trekvaartsysteem ligt hoger in het landschap in het zandgebied. Dit is het gebied waar de bollenteelt voorkomt;
- Ten oosten hiervan ligt het Ringvaartsysteem, dat zorgt voor de afwatering van de Haarlemmermeerpolder. Via het boezemstelsel wordt het water uit de polders gemalen met kleinere poldergemalen en vervolgens afgevoerd naar de Noordzee met de grote boezemgemalen.

Afvalwater zuiveringsinstallaties (AWZI) Katwijk loost direct op de Trekvaart en AWZI Zwaanshoek op de Ringvaart. Daarnaast zijn er zes AWZI's in het gebied die het oppervlaktewatersysteem beïnvloeden: Noordwijk, Leiden-Noord, Lisse, Hillegom, Haarlem-Schalkwijk en Haarlem-Waarderpolder.

#### Grondwatersysteem

Grondwater infiltrert in het hoger gelegen duinengebied en stroomt richting het oosten naar de binnenduinrand en voor een klein deel naar het westen richting zee (Figuur 4-1 en Figuur 4-3). De binnenduinrand, met het Trekvaartsysteem, is voornamelijk een infiltratiegebied, veel van het grondwater infiltrert naar de diepte. Langs de binnenduinrand wordt lokaal kwelwater vanuit de duinen afgevangen en afgevoerd. Er is hier een scherpe gradiënt in maaiveldligging van de duinen naar het vlak gemaakte bollengebied. De grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket, het zandpakket onder de holocene deklaag, is met rode pijlen ingetekend in Figuur 4-3. Het meeste grondwater komt uiteindelijk terecht in de diepe Haarlemmermeerpolder en wordt hier weer uitgemalen. Het grondwater onder deze polder is brak en daarom wordt de polder belast met grondwater met hogere chloridegehaltes.



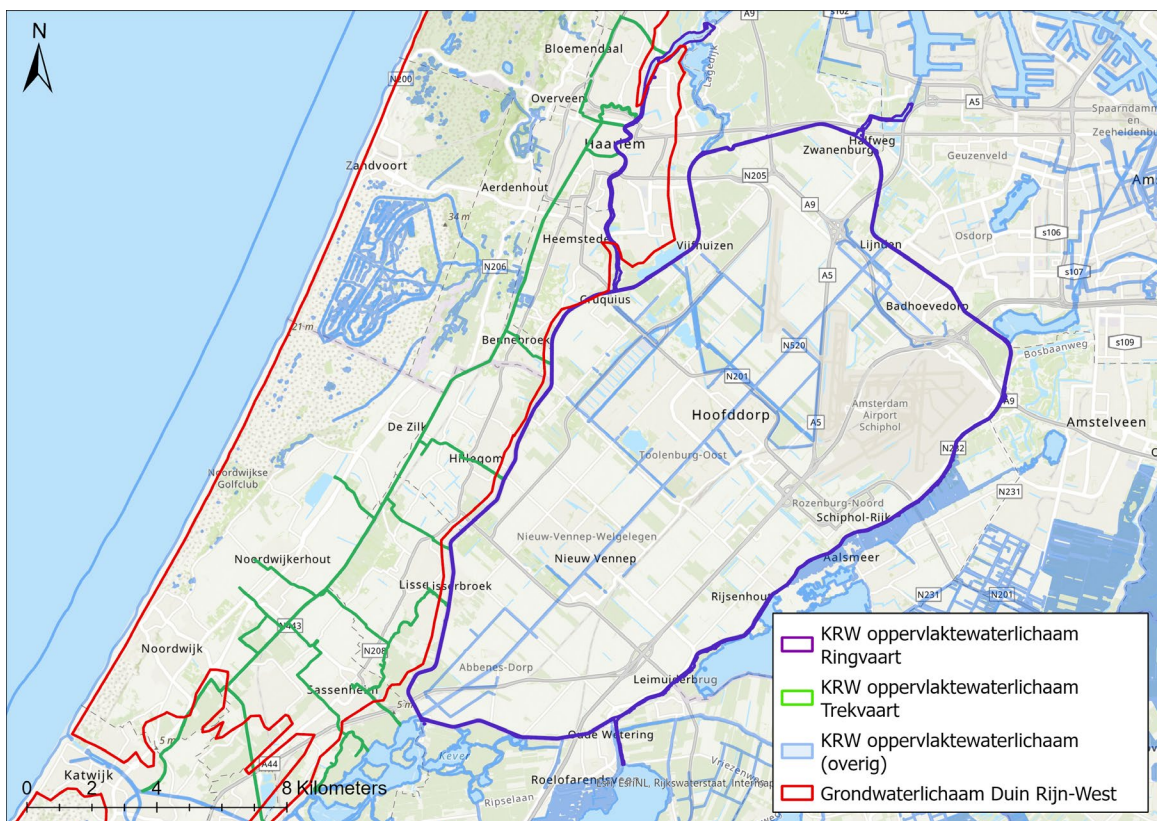
Figuur 4-1: Schematisch geohydrologisch dwarsprofiel van west naar oost in de omgeving van Hillegom.

### Beschouwde oppervlaktewaterlichamen

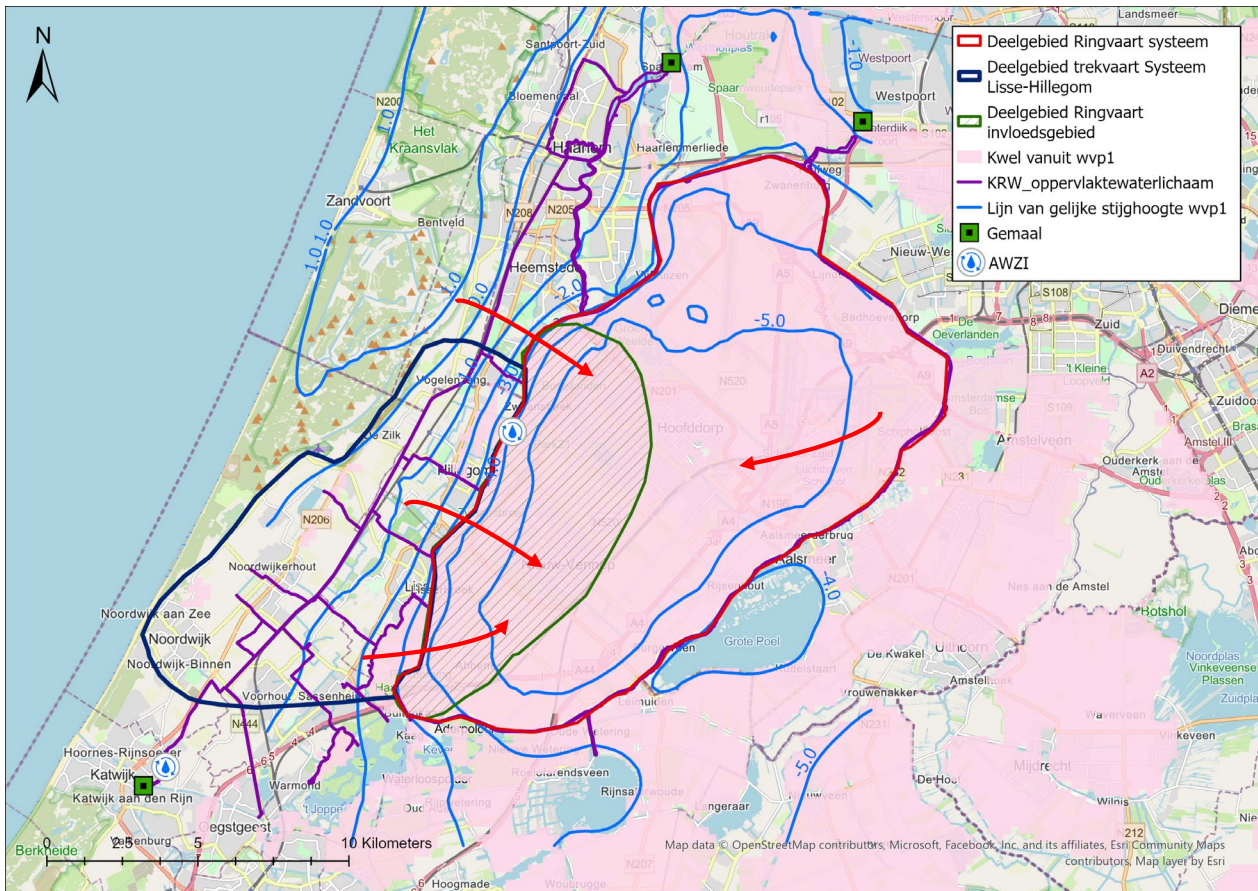
In dit onderzoek kijken we naar de boezems Trekvaartsysteem en Ringvaartsysteem:

- Het **Ringvaartsysteem** bestaat uit de Ringvaart gelegen om de Haarlemmermeerpolder. Dit systeem voert water af en wordt daarnaast sterk doorgespoeld om verzilting in de boezem door indringing van brak/zout water vanuit het Noordzeekanaal en door brak/zout kwel vanuit de Haarlemmerpolder tegen te gaan. Binnen de Haarlemmermeerpolder ligt luchthaven Schiphol en de stedelijke kernen van Hoofddorp en Nieuw Venneep. Het boezemsysteem is ingesteld op een hoogte van -0,64 meter onder NAP (Hoogheemraadschap Rijnland, zonder datum). Het meeste verzilte water uit de Haarlemmerpolder wordt uitgemalen bij Lijnden, waarna het via gemaal Halfweg wordt afgevoerd naar het Noordzeekanaal. Daarmee wordt de invloed van brak water verdund;
- Het **Trekvaartsysteem** bestaat uit het watersysteem rond de Trekvaart, een in de 17<sup>e</sup> eeuw gegraven vaart. Het systeem strekt zich uit van Haarlem tot aan Oegstgeest. Ongeveer de helft van dit waterlichaam, het gebied rond Lisse-Hillegom, is beïnvloed door hogere fosfaatconcentraties. Dit gebied is afgebakend in Figuur 4-3. De Trekvaart heeft nu een belangrijke functie in het vasthouden, bergen en af- en aanvoeren van water. Overtollig water wordt afgevoerd in het zuiden door boezemgemaal Katwijk en in het noorden door boezemgemaal Spaarndam. In natte perioden (wanneer beide boezemgemalen aanstaan) zal ergens in het midden van het systeem een 'waterscheiding' liggen. In een (droge) zomerperiode is de stroming grotendeels noordelijk. Op het systeem lozen bollenpolders en in het zuiden de AWZI van Katwijk.

De ligging van de KRW oppervlaktewaterlichamen ten opzichte van het KRW grondwaterlichaam Duin Rijn-West is weergegeven in Figuur 3-4.



Figuur 4-2: Ligging grondwaterlichaam Duin Rijn-West ten opzichte van de KRW oppervlaktewaterlichamen Trekvaart en Ringvaart.



Figuur 4-3: Werking van het watersysteem rond de KRW-waterlichamen Trekvaart- en Ringvaartsysteem. De rode pijlen geven de richting van grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket.

## 4.2 Beschikbare informatie en werkwijze

Hoogheemraadschap Rijnland heeft verschillende gegevens aangeleverd:

- Afvoer en aanvoer van oppervlaktewater op de Trekvaart voor zes verschillende scenario's afkomstig uit de Boezematlas;
- Berekende aan- en afvoer van oppervlaktewater uit het Ringvaartsysteem afkomstig uit een oppervlaktewatermodel. Gegevens zijn ook aangeleverd voor het Trekvaartsysteem, maar zijn niet door ons gebruikt, omdat de waterbalans niet sluitend was;
- Voor de fosfaatbalansen zijn resultaten aangeleverd uit de eigen bronnenanalyse van Rijnland en de landelijke bronnenanalyse (WENR, 2025).

### Afbakening in deelgebieden

We hebben een waterbalans en fosfaatbalans voor het gehele oppervlaktewaterlichaam Trekvaart en Ringvaart gemaakt. Om te bepalen welk deel van de Ringvaart beïnvloed wordt door het bollengebied in grondwaterlichaam Duin Rijn-West zijn deelgebieden onderscheiden met het toestromende grondwater vanuit Duin Rijn-West en het gebied dat dit kwelwater ontvangt in de Haarlemmermeerpolder. Dit is bepaald aan de hand van de grondwaterisohypsen (zie Figuur 4-3).

### Waterbalans

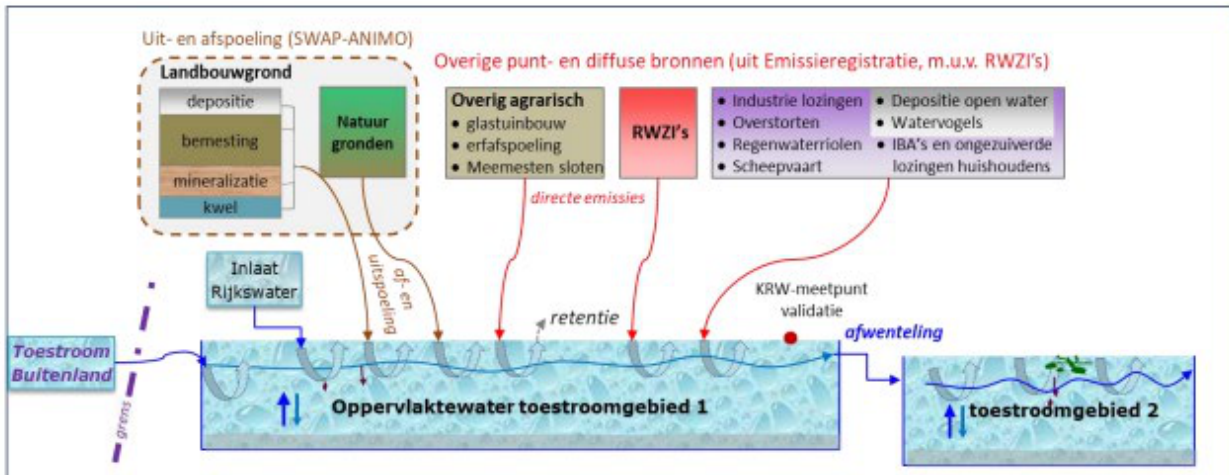
De waterbalans voor het oppervlaktewaterlichaam beschouwt de ingaande en uitgaande termen van het oppervlaktewatersysteem. Ingaande posten worden gevormd door toestroming vanuit het grondwatersysteem, aanvoer van effluent van zuiveringsinstallaties en aanvoer van oppervlaktewater van buiten het oppervlaktewaterlichaam. De uitgaande posten bestaan uit deelstromen van afgevoerd oppervlaktewater. Met de aangeleverde informatie over het oppervlaktewatersysteem kan berekend worden wat de resterende restpost is voor toestroming uit het grondwater, inclusief de snelle afvoercomponent via oppervlakkige afstroming.

Naast de beschouwing van de oppervlaktewaterstromen is ook een vereenvoudigde berekening gemaakt van de grondwaterbalanstermen. De ingaande term bestaat uit de grondwateraanvulling (neerslag minus verdamping). De uitgaande term bestaat uit de hoeveelheid afgevoerd drainage van grondwater en de hoeveelheid grondwater dat netto naar het diepe grondwatersysteem infiltreert. De hoeveelheden zijn als volgt bepaald:

- De grondwateraanvulling (neerslag minus verdamping) is ontleend aan het Nationaal Hydrologisch Model (versie 4.1, website [nhi.nu](http://nhi.nu)). We hebben de grondwateraanvulling op de kaart verdeeld in een component stedelijk (zoals het verharde gebied van Schiphol, Hoofddorp, Noordwijkerhout, Lisse en Hillegom), een component landelijk gebied (bollengebied, akkerbouwgebied) en een component overig gebied (dit zijn snippers groen gebied, open water). Per type gebied hebben we de gemiddelde grondwateraanvulling bepaald. Grondwateraanvulling in stedelijk gebied is lager omdat een deel van het water door het rioolsysteem wordt afgevoerd;
- De netto wegstroming (Trekvaartsysteem) of kwel (Ringvaartsysteem) naar het eerste watervoerende pakket. Deze flux hebben we ontleend aan de databestanden uit de TNO/Alterra studie uit 2002. Deze fluxen hebben we ook onderverdeeld over de drie type gebieden (stedelijk, landelijk en overig gebied);
- De restterm is gelijk aan de hoeveelheid afgevoerd grondwater door het oppervlaktewatersysteem (de lokale drainage).

### Fosfaatbalans

Voor de fosfaatbalans voor het waterlichaam Trekvaart is gebruik gemaakt van de analyses die zijn gedaan voor de landelijke bronnenanalyse (WENR, 2025). In deze studie is de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater bepaald voor de periode 2017 tot en met 2022. Voor deze analyse is gebruikgemaakt van informatie en kennis van de regionale waterbeheerders (de waterschappen) en van bestaande bronnenanalyses die in verschillende regio's eerder zijn uitgevoerd. De berekeningen voor de regionale bronnenanalyses zijn uitgevoerd door WENR met behulp van de KRW-ECHO-methode. Per toestroomgebied is de stikstof- en fosforbelasting van het oppervlaktewater herleid naar verschillende punt- en diffuse bronnen, waterinlaat en afwenteling vanuit bovenstroomse waterlichamen (Figuur 4-4). In deze analyse ontbreekt de bijdrage van directe kwel op het toestroomgebied. Dit kan gezien worden als de bijdrage die van de onderzijde direct in het oppervlaktewater komt. Voor de Trekvaart is dit geen probleem, omdat de bijdrage van directe kwel minimaal is.



Figuur 4-4: Schematische weergave berekening P belasting per toestroomgebied (Bron: WENR, 2025).

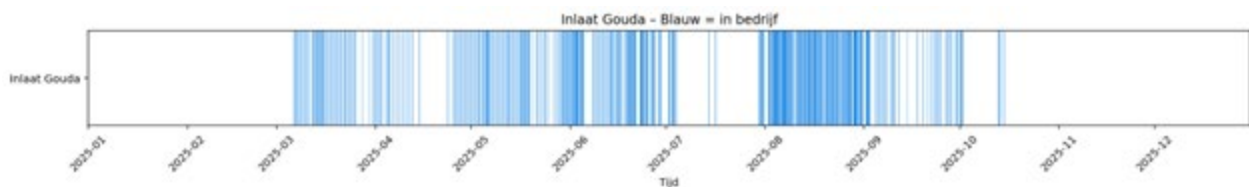
Voor oppervlaktewaterlichaam Ringvaart is het aandeel directe kwel naar het oppervlaktewater wel van belang. De directe kwel, inclusief de stroming door wellen, is namelijk (deels) afkomstig van het grondwaterlichaam Rijn-West. Daarom maken we voor dit waterlichaam niet gebruik van de landelijke bronnenanalyse. We maken daarom gebruik van het herkomstmodel van Rijnland. In dit model is geen uitsplitsing gemaakt tussen indirecte kwel en afspoeling van het land.

### 4.3 Stap 1: Invloed grondwater

#### 4.3.1 Trekvaartsysteem

##### Balans op basis van metingen oppervlaktewatersysteem

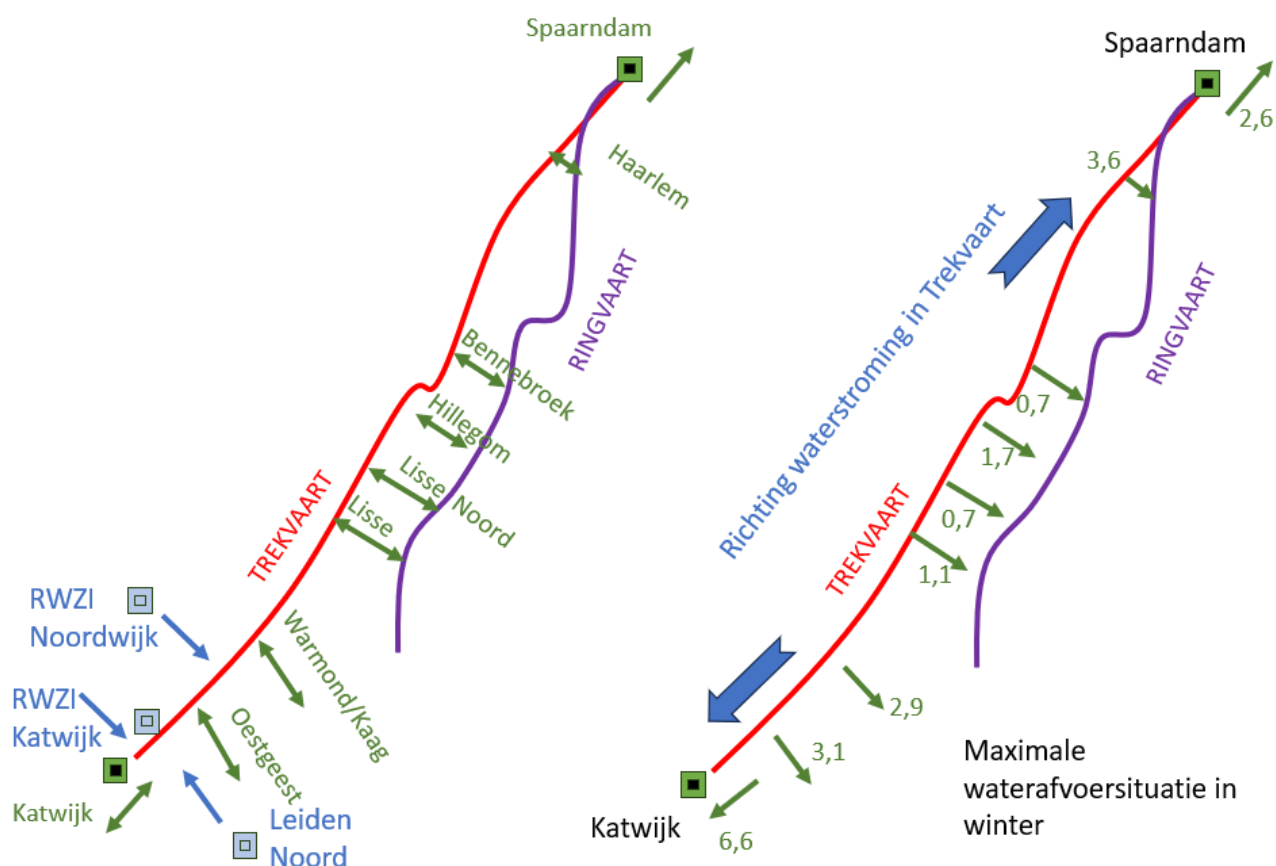
Inlaat van oppervlaktewater vanuit Gouda is afhankelijk van de droogtesituatie. In het jaar 2025, een droog jaar, begon de inlaat al in maart en stopte dit pas in oktober (Figuur 4-5). Binnen deze periode werd niet elke dag water ingelaten, er waren ook relatief natte periodes in de zomer zoals de julimaand. Maar deze analyse laat zien dat inlaat van water geen uitzonderlijke situatie is en regelmatig voorkomt.



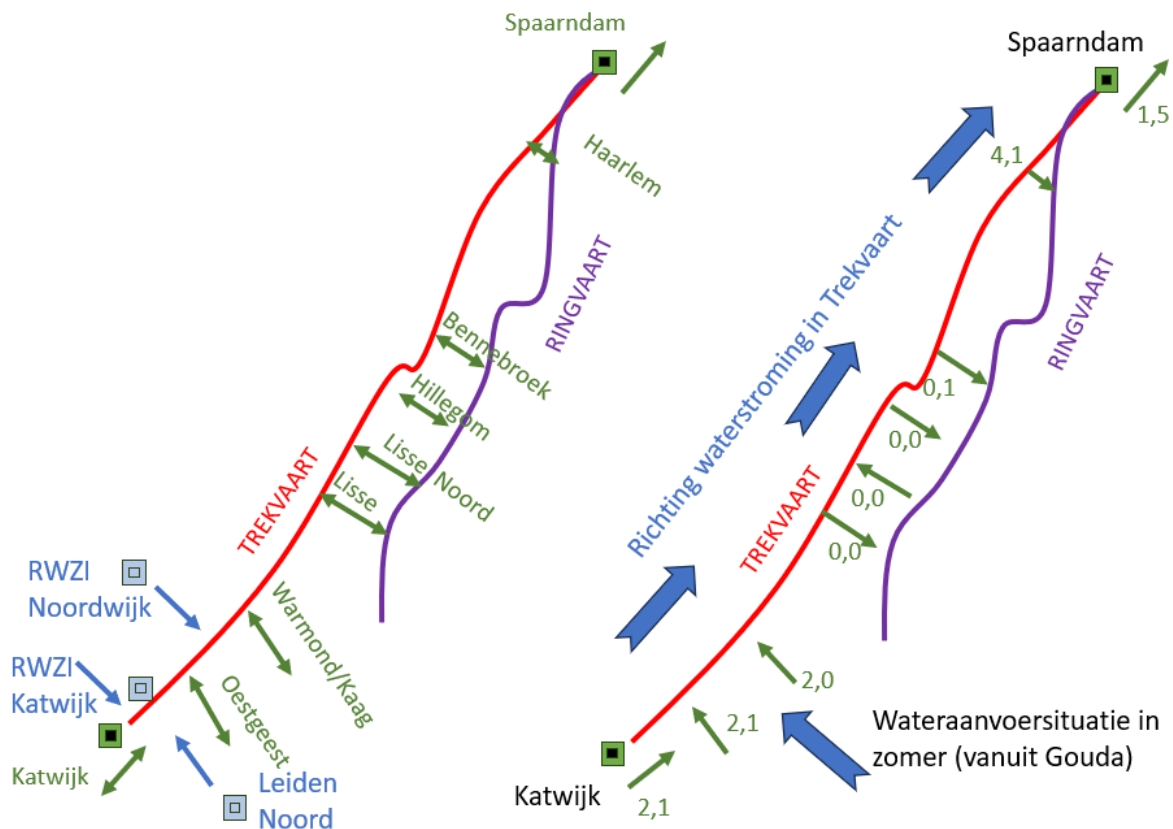
Figuur 4-5: Dagen waarop water is ingelaten vanuit Gouda naar de Trekvaart voor het jaar 2025 (Bron: Hoogheemraadschap Rijnland).

Voor dit rapport hebben we twee extreme situaties beschouwd:

- Een wintersituatie met maximale afvoer. Alle boezemgemaalenaan en voeren water af uit het Trekvaartsysteem. In deze situatie bestaat het afgevoerde water uit gebiedseigen water. Dit is toestromend grondwater en oppervlakkige afvoer van neerslag. Halverwege de Trekvaart ligt ongeveer de waterscheiding tussen de afvoer naar noord en zuid (Figuur 4-6);
- Een droge zomersituatie met wateraanvoer vanuit Gouda. Om de Trekvaart met voldoende water te doorspoelen wordt gemaal Katwijk dichtgezet en wordt het water zo veel mogelijk in noordelijke richting naar de uitlaat in Spaarndam geleid (Figuur 4-7). In deze situatie is dus sprake van aanvoer van gebiedsvreemd water.



Figuur 4-6: Visuele weergave van waterbalans voor oppervlaktewatersysteem Trekvaart voor een maximale waterafvoersituatie (in  $m^3/s$ ).



Figuur 4-7: Visuele weergave van waterbalans voor oppervlaktewatersysteem Trekvaart voor een aanvoersituatie (in m<sup>3</sup>/s).

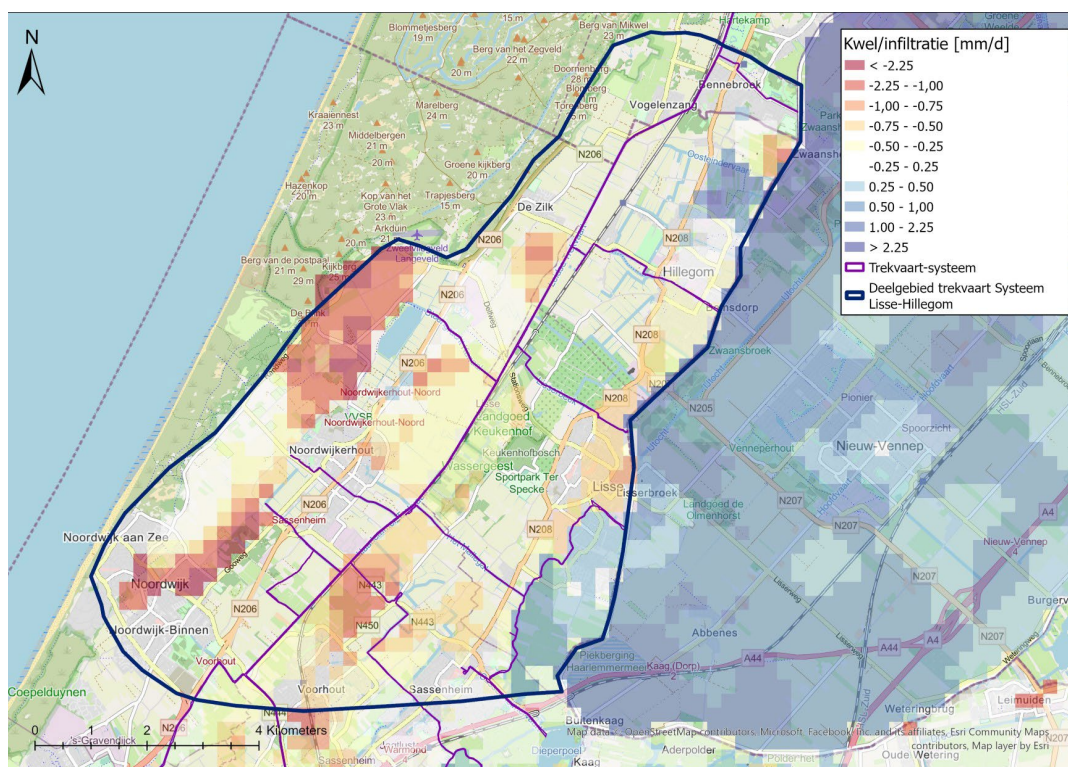
### Berekening grondwaterbijdrage (gemiddelde jaarsituatie)

Als tweede stap is berekend wat de lokale bijdrage is vanuit het grondwater naar het oppervlaktewater. Deze berekening is gedaan voor het afgebakende gebied in Figuur 4-8.

Het Trekvaartsysteem is een infiltratiegebied. Dat betekent dat het grondwater overwegend verticaal naar het eerste watervoerende pakket stroomt (Figuur 4-8) en wegstroomt in oostelijke richting naar de Haarlemmermeerpolder. Uitgezonderd is een klein gebied ten noorden van Hillegom met kwel vanuit het eerste watervoerende pakket. Een klein deel wordt lokaal gedraineerd en komt zo in de Trekvaart uit. De uitsplitsing van de hoeveelheid grondwater die naar het eerste watervoerende pakket stroomt en het deel dat naar de Trekvaart stroomt, is uitgewerkt in Tabel 4-1. De totale grondwateraanvulling bedraagt 24 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Hiervan stroomt 2,5 miljoen m<sup>3</sup> grondwater naar de Trekvaart; het grootste gedeelte infiltreert naar het eerste watervoerende pakket (21,4 miljoen m<sup>3</sup>/jaar).

Tabel 4-1: Grondwaterbalans Trekvaart-systeem (gemiddeld per jaar in miljoen m<sup>3</sup>/jaar).

	Landbouwgebied (30,9 km <sup>2</sup> )	Stedelijk gebied (20,7 km <sup>2</sup> )	Overig gebied (28,8 km <sup>2</sup> )	Totaal (80,4 km <sup>2</sup> )
Ondiepe afstroming naar Trekvaart	4,2	1,9	-3,6	2,5
Grondwateraanvulling	9,6	5,2	9,2	24,0
Infiltratie naar eerste watervoerende pakket	5,4	3,3	12,7	21,4



Figuur 4-8: Berekende kwel uit en infiltratie naar eerste watervoerende pakket in deelgebied Trekvaartsysteem (Data: TNO/Alterra 2002). Binnen het zwart omliggende gebied is de grondwaterbalans berekend.

### Conclusie over bijdrage grondwater

De boezem Trekvaart ontvangt een beperkte hoeveelheid grondwater vanuit de omgeving (Tabel 4-1): 2,5 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Het meeste grondwater infiltreert namelijk naar het eerste watervoerende pakket en stroomt het gebied uit richting de Haarlemmermeerpolder. Uit de Boezematlas blijkt dat er een groot verschil is tussen een winter en zomersituatie (Tabel 4-2):

- In de winter is er geen wateraanvoer. Grondwater wordt gedraineerd binnen het interessegebied. We hebben aangenomen dat dit een hoeveelheid is van 2,0 m<sup>3</sup>/s (80% van het jaarlijkse hoeveelheid);
- In de zomer is er aanvoer van oppervlaktewater, dat voor een deel bestaat uit AWZI effluent. Een gemiddelde aanvoer van 6,1 m<sup>3</sup>/s oppervlaktewater in drie maanden staat gelijk aan een hoeveelheid van 48 miljoen m<sup>3</sup>. Dit is een veel grotere hoeveelheid dan er grondwater naar de Trekvaart stroomt (0,5 miljoen m<sup>3</sup>, de resterende 20% van de jaarlijkse hoeveelheid van 2,5 miljoen m<sup>3</sup>, zie Tabel 4-1). In de zomer, die als maatgevend voor de KRW wordt gezien, is daarom de invloed van het grondwater erg klein (1%). In de winter is de situatie anders, maar omdat deze niet maatgevend is hebben we deze situatie buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4-2: Samenvatting over bijdrage lokaal grondwater aan Trekvaartsysteem.

	Zomersituatie (3 maanden)	Wintersituatie	Totaal
Aanvoer oppervlaktewater	48,0	Geen	48,0
Grondwaterdrainage in interessegebied	0,5	2,0	2,5
<b>Totaal</b>	<b>48,5</b>	<b>2,0</b>	<b>50,5</b>
<b>Grondwaterbijdrage (%)</b>	<b>1 %</b>	<b>100%</b>	<b>5%</b>

### 4.3.2 Ringvaartsysteem

#### Balans op basis van metingen oppervlaktewatersysteem

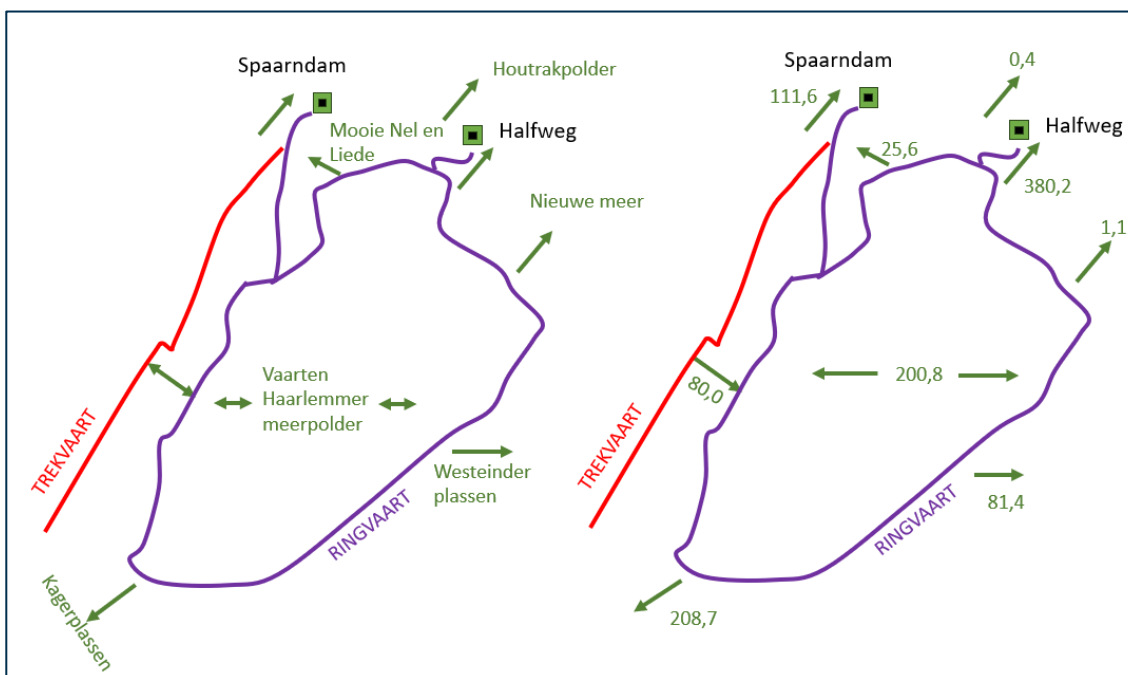
Als eerste stap is de bijdrage van lokale grondwateraanvulling bepaald uit de metingen van het oppervlaktewatersysteem (Tabel 4-3). De waterbalans is ruimtelijk visueel weergegeven in Figuur 4-9.

Uit de metingen blijkt dat de uitgaande stroom oppervlaktewater drie keer groter is dan de ingaande stroom. Er blijft een post van 582 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar over (Tabel 4-3).

Tabel 4-3: Waterbalans voor oppervlaktewatersysteem Ringvaart (gemiddelde voor jaren 2014-2017).

Watersysteem	IN (miljoen m <sup>3</sup> /jaar)	UIT (miljoen m <sup>3</sup> /jaar)	Netto instroming (miljoen m <sup>3</sup> /jaar)
Gemaal Halfweg		380,2	-380,2
Gemaal Spaarndam		111,6	-111,6
Kagerplassen		208,7	-208,7
Nieuwe Meer		1,1	-1,1
Mooie Nel en Liede		25,6	-25,6
Vaarten Haarlemmermeerpolder	231,0	30,3	200,8
Vaarten Houtrakpolder		0,4	-0,4
Westeinderplassen		81,4	-81,4
Trekvaartsysteem	102,3	22,4	80,0
<b>Totaal</b>	<b>333,4</b>	<b>861,6</b>	<b>-528,2</b>

De bijdrage van drainage van grondwater van uit de polder zelf bedraagt 200,8 miljoen m<sup>3</sup>/jaar. Dit water wordt door de vaarten van de Haarlemmermeerpolder afgevoerd en uitgeslagen op de Ringvaart.



Figuur 4-9: Visuele weergave van waterbalans voor oppervlaktewatersysteem Trekvaart (gemiddelde voor jaren 2014-2017).

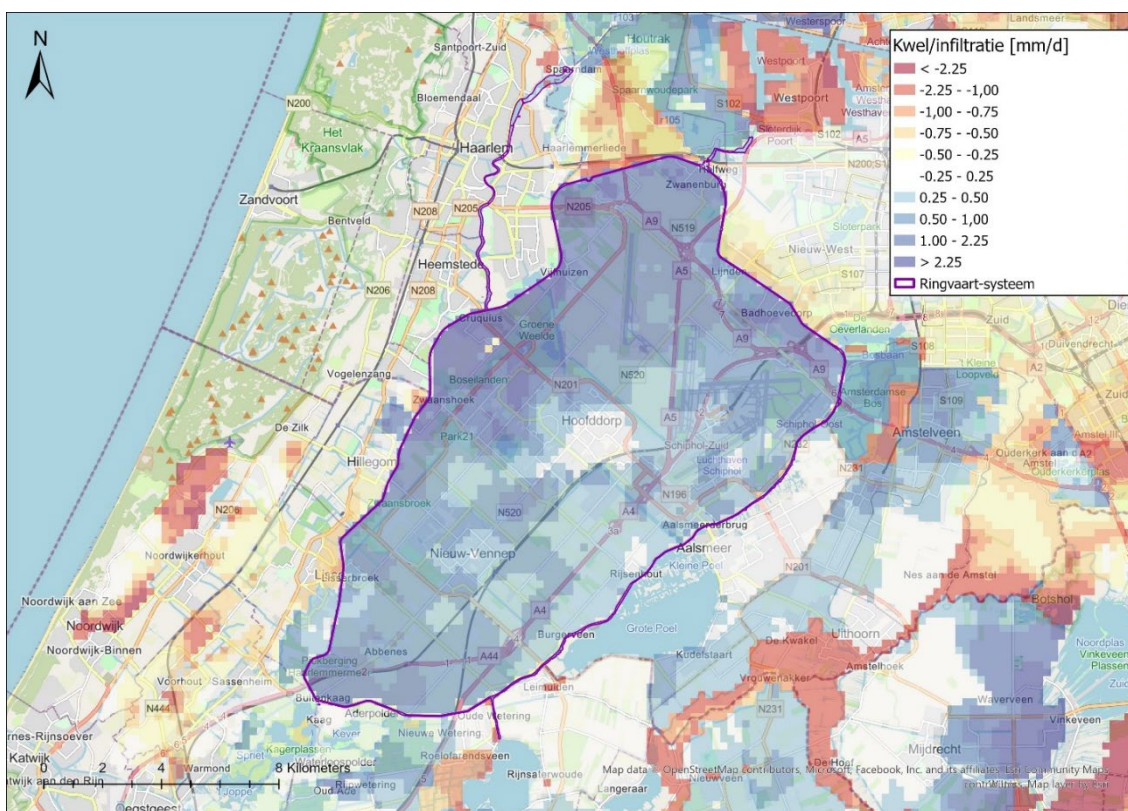
### Berekening grondwaterbijdrage

Als tweede stap is berekend wat de lokale bijdrage is vanuit het grondwater, bestaande uit diepe kwel en drainagewater uit de polder. Uit de berekening komt 145,8 miljoen m<sup>3</sup>/jaar (Tabel 4-4), een iets kleinere bijdrage dan vermeld in Tabel 4-3 (200,8 miljoen m<sup>3</sup>/jaar), maar wel van dezelfde orde.

Tabel 4-4: Grondwaterbalans Ringvaart-systeem (in miljoen m<sup>3</sup>/jaar).

	Landbouw gebied (76,5 km <sup>2</sup> )	Stedelijk gebied (55,8 km <sup>2</sup> )	Overig gebied (56,9 km <sup>2</sup> )	Totaal (189,2 km <sup>2</sup> )	Aandeel (%)
Drainage van lokaal grondwater	29,0	13,6	17,5	60,1	41,2%
Drainage van diepe kwel	33,4	16,4	35,9	85,7	58,8 %
Totaal	62,4	30	53,4	145,8	100%

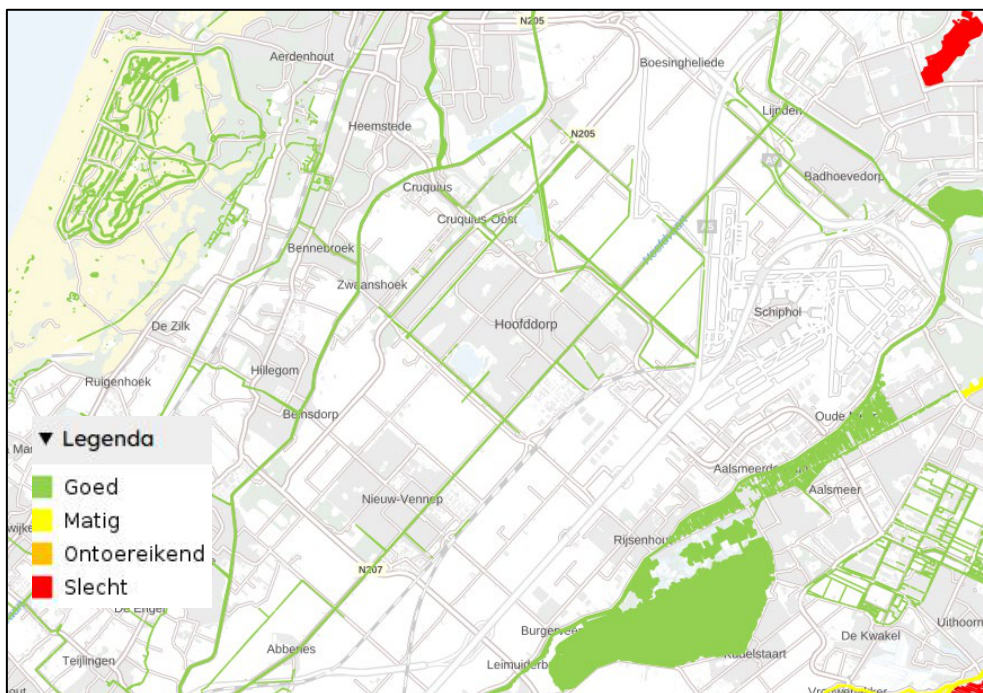
Ongeveer 59% van het afgevoerde grondwater is afkomstig uit kwelwater en de overige 41% is afkomstig van lokale grondwateraanvulling (Tabel 4-4). Echter niet alle diepe kwel is afkomstig uit het gebied Lisse-Hillegom. Ook een deel van het grondwater komt toegestroomd uit oostelijke richting of uit het gebied dat ten noorden van Lisse - Hillegom ligt. Het aandeel diepe kwel vanuit het deelgebied Lisse-Hillegom is ongeveer 30 miljoen m<sup>3</sup> per jaar, ongeveer 1/3 deel van alle diepe kwel die de Haarlemmermeerpolder ontvangt. De grondwaterbijdrage vanuit Duin Rijn-West blijft dan beperkt tot 20%.



Figuur 4-10: Mate van kwel en infiltratie vanuit eerste watervoerende pakket in deelgebied Ringvaartsysteem (Data: TNO/Alterra 2002).

#### 4.4 Stap 2: huidige toestand fosfaat

De twee KRW-oppervlaktewaterlichamen scoren voor het onderdeel fosfor-totaal goed in de laatste toestandsbeoordeling (Figuur 4-11). De verwachting is dat dit ook nog het geval is in 2027. De beoordeling in eerdere jaren was slechter; de twee waterlichamen scoorden toen ontoereikend, matig of zelfs slecht (Tabel 2-3). Voor Trekvaartsysteem scoren de biologische kwaliteitselementen fytoplankton en overige waterflora goed en macrofauna en vis goed. Voor Ringvaartsysteem scoren alle kwaliteitselementen goed. De verwachting voor beide KRW-waterlichamen is dat alle biologische kwaliteitselementen in 2027 goed scoren.



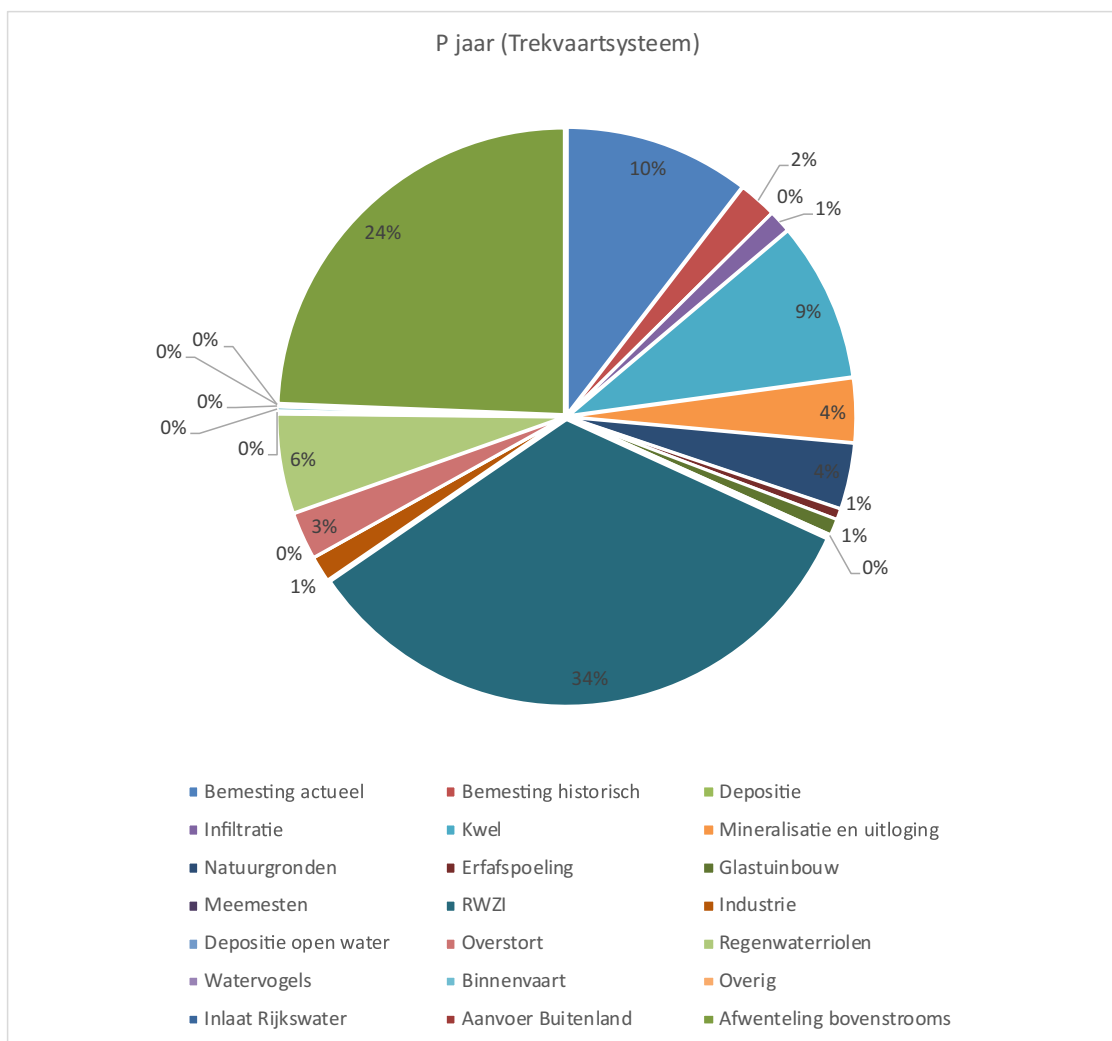
Figuur 4-11: Huidige toestand (SGBP3) van de KRW oppervlaktewaterlichamen voor het onderdeel Fosfor-Totaal (Bron: Informatiehuis Water).

De GEP waarden zijn relatief hoog ten opzichte van omliggende waterschappen. De waarden worden door Hoogheemraadschap Rijnland aangepast in het SGBP4. De GEP waarden worden naar beneden bijgesteld, naar waarden vergelijkbaar met waarden gehanteerd door de omliggende waterschappen. De GEP waarde voor P-totaal voor de Trekvaart wordt waarschijnlijk bijgesteld van 1,56 mg/l P naar 0,44 mg/l P; voor de vaarten van de Ringvaart is de bijstelling van 0,47 naar 0,23 mg/l P. Het is dus goed mogelijk dat de toestand na 2027 niet meer goed is.

## 4.5 Stap 3: Fosfaatbalans

### 4.5.1 Trekvaartsysteem

Voor de fosfaatbalans is de bronnenanalyse van WENR (2025) gebruikt. In deze analyse ontbreekt de term diepe kwel, maar deze term speelt een kleine rol in de waterbalans (zie paragraaf 4.3.1). Daarom kan deze term goed verwaarloosd worden.



Figuur 4-12: Bronnenanalyse voor bijdrage van fosfor (P) aan het oppervlaktewater (Bron: WENR, 2025. Figuur geleverd door Hoogheemraadschap Rijnland).

In de bronnenanalyse staan 21 posten vermeld (Figuur 4-12). Voor onze analyse is het van belang om onderscheid te maken tussen de bronnen die (indirect) afkomstig zijn uit het grondwatersysteem en de bronnen die extern worden aangevoerd vanuit het oppervlaktewater (Tabel 4-5). Hieruit blijkt dat voor het gehele waterlichaam de bijdrage van externe bronnen groter is (66%) dan de lokale aanvoer van fosfor via het grondwater (32%). Deze analyse geldt voor het gehele KRW oppervlaktewaterlichaam Trekvaart. De meeste externe invloed zit ver weg van het gebied Lisse-Hillegom. Aanvoer van rioleffluent (Katwijk en Noordwijk) en aanvoer van oppervlaktewater uit de Oude Rijn zitten in het zuidelijk deel van het stroomgebied vlak bij het uitlaatpunt.

Uit de oppervlaktewaterbalans (paragraaf 4.3.1) blijkt dat er een groot verschil is tussen een zomer- (aanvoer) en wintersituatie (afvoer):

- In de winter wordt water aangevoerd. Gemiddeld is de post externe aanvoer groter (66%) dan de lokale bron (32%). Dit geldt voor een gemiddelde situatie in het jaar;
- In de zomer, in een wateraanvoersituatie, is er geen externe aanvoer. Al het toestromende water is daarom van lokale oorsprong, ofwel 100% uit grondwater. De absolute bijdrage zal klein zijn, omdat in een droge situatie de grondwaterstanden uitzakken en de drainage van grondwater erg beperkt is.

De bronnenanalyse laat zien dat niet alle lokale bronnen door de landbouw beïnvloed zijn. Mineralisatie en uitloging is afkomstig van nutriënten die van nature in het bodemprofiel aanwezig zijn of van nutriëntrijk kwelwater. Ook de natuurgronden hebben geen (directe) landbouwoorsprong.

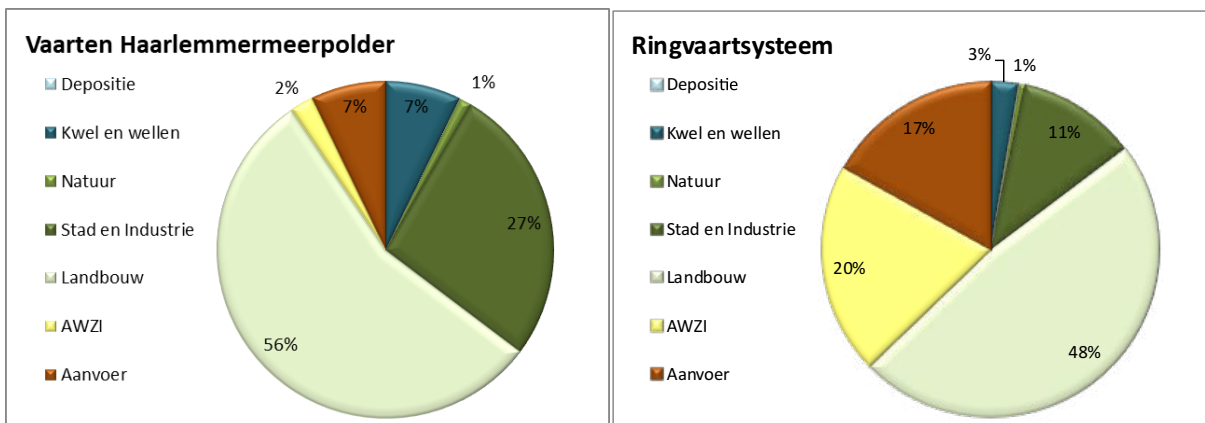
Tabel 4-5: Bronnenanalyse (Figuur 4-12) uitgesplitst naar externe bronnen en lokale bronnen vanuit het grondwater (Bron data: Landelijke bronnenanalyse).

Externe bron (via oppervlaktewater)	Lokale bron (via grondwater)
AWZI (34%)	Bemesting actueel (10%)
Industrie (1%)	Bemesting historisch (2%)
Depositie open water (0%)	Depositie (0%)
Overstort (3%)	Infiltratie (1%)
Regenwaterriolen (6%)	Kwel <sup>4</sup> (9%)
Watervogels (0%)	Mineralisatie en Uitloging (4%)
Binnenvaart (0%)	Natuurgronden (4%)
Overig (0%)	Erfafspoeling (1%)
Inlaat Rijkswater (0%)	Glastuinbouw (1%)
Aanvoer Buitenland (0%)	Meemesten (0%)
Afwenteling Bovenstrooms (24 %)	
<b>Totaal: 66 %</b>	<b>Totaal: 32 %</b>

<sup>4</sup> De post kwel is hier gedefinieerd als uitspoeling die niet gerelateerd is aan bemesting, maar aan de kwel die optreedt vanuit de diepere ondergrond naar het bodemprofiel (vanaf een diepte van minimaal 13 meter beneden maaiveld).

#### 4.5.2 Ringvaartsysteem

Voor het Ringvaartsysteem hebben we gebruik gemaakt van de uitkomsten uit het herkomstmodel van Rijnland. In het linkerdeel van Figuur 4-13 zijn de bronnen uitgesplitst voor de vaarten van de Haarlemmermeerpolder. Grondwater uit grondwaterlichaam Duin Rijn-West stroomt in oostelijke richting naar de Haarlemmermeerpolder en komt daar als kwelstroming en via wellen in de vaarten van de Haarlemmermeerpolder terecht. De post kwel maakt 7% uit van de fosfaatbalans. Grofweg 1/3 deel van de diepe kwel is afkomstig uit grondwaterlichaam Duin Rijn-West; het overige deel komt toestromen uit zuidelijke, noordelijke en westelijke richting. Dat betekent dat ongeveer 2,5% van de fosfaatbelasting van de vaarten afkomstig is uit Duin Rijn-West. Water uit de vaarten van de Ringvaart wordt uitgeslagen op het Ringvaartsysteem en mengt zich hier met ander water, afkomstig van andere bronnen. Ook het water uit de kwel en wellen in de Ringvaart is deels afkomstig vanuit Duin-Rijn West. Als hier ook 1/3 deel voor wordt aangehouden is de totale bijdrage van kwel vanuit Duin Rijn-West kleiner dan 2%.

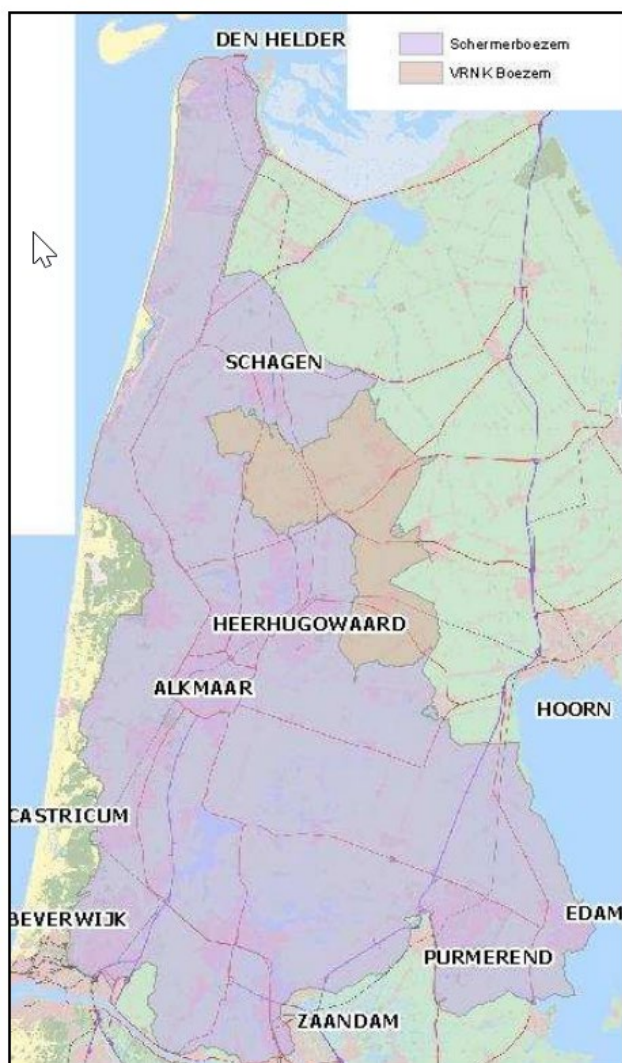


Figuur 4-13: Relatieve bijdrage van fosfor aan het oppervlaktewater uitgesplitst per bron (Bron: Hoogheemraadschap Rijnland).

## 5 Water en stofbalans Hollands Noorderkwartier

### 5.1 Beschrijving van het watersysteem

#### Oppervlaktewatersysteem



Figuur 5-1: Ligging Schermerboezem (in paars).

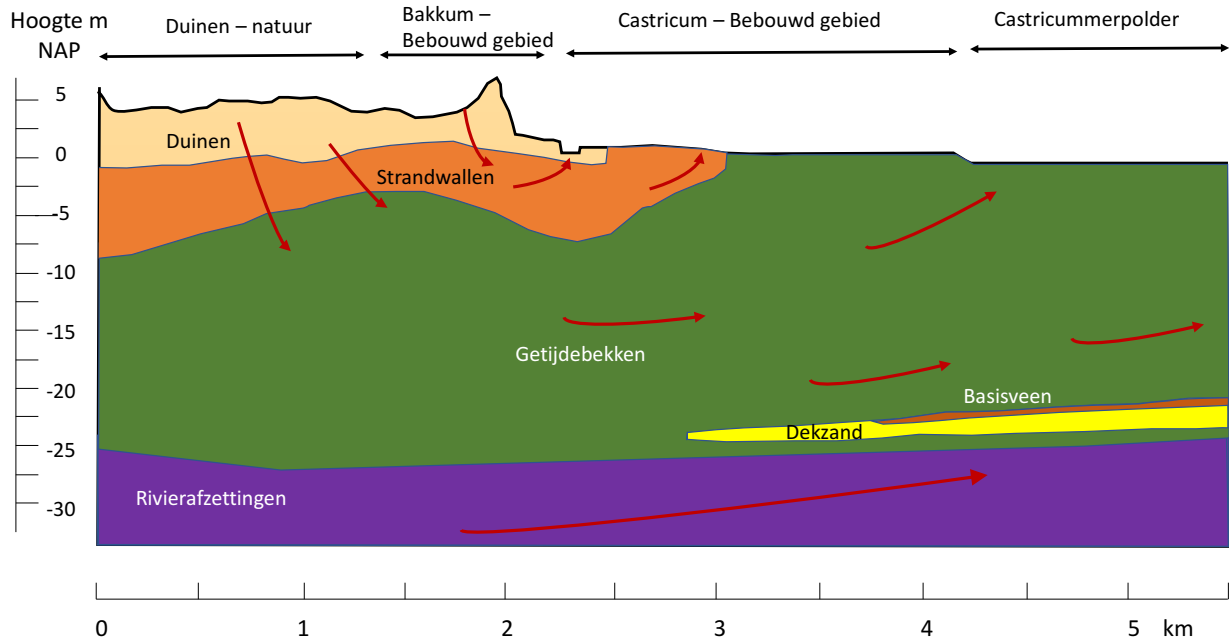
Het interessegebied ligt op de overgang van het duinengebied naar de Schermerboezem. Vrij afwaterend gebied komt beperkt voor in het duinengebied. Afwatering vindt hier gedeeltelijk plaats richting de Noordzee en gedeeltelijk landinwaarts naar de polders.

De Schermerboezem is het grootste boezemgebied (83.000 ha) van Hollands Noorderkwartier (Figuur 5-1). Een stelsel van ringvaarten en kanalen zorgt ervoor dat overtollig water wordt afgevoerd en dat water in droge periodes kan worden aangevoerd. Wanneer het waterpeil op de Schermerboezem stijgt, wordt water afgevoerd in noordelijke richting naar de Waddenzee (gemaal de Helsdeur) en in zuidelijke richting naar het Noordzeekanaal (Zaangemaal). Ongeveer  $\frac{2}{3}$  deel gaat naar de Waddenzee en het resterende deel naar het Noordzeekanaal. In droge periodes wordt er water ingelaten vanuit het Markermeer.

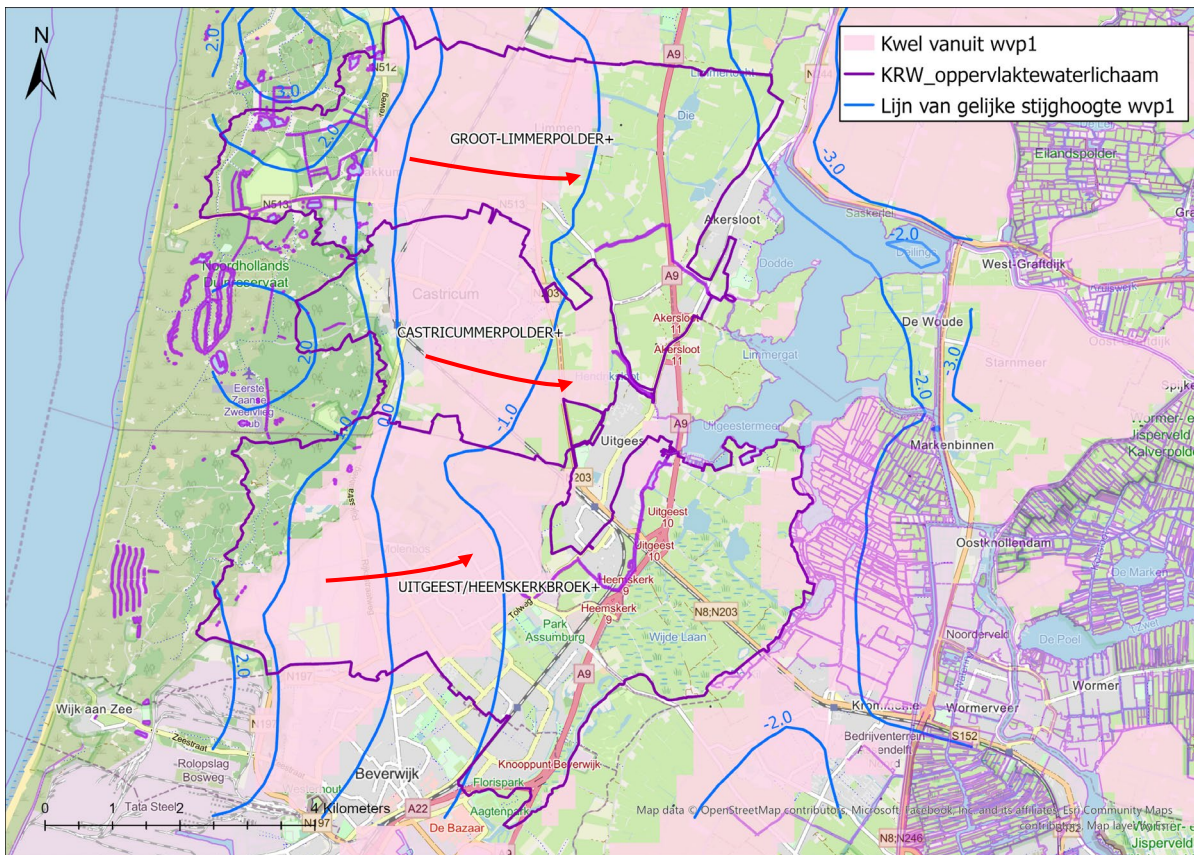
Voor het gebied is in 2014 het peilbesluit geactualiseerd (HNNK, 2014). Er wordt een dynamisch peilbeheer gehanteerd met een bovengrens van NAP -0,30 m en een ondergrens op NAP -0,70m. Met deze bandbreedte wordt rekening gehouden met de grote uitgestrektheid van het gebied. Door windwerking zullen er lokaal verschillen in de waterstand optreden. En in periodes van waterbezwaar zal de waterstand nabij de boezemgemalen en inlaatpunten afwijken van locaties verder weg.

#### Grondwatersysteem

De werking van het geohydrologisch systeem is eerder door ons beschreven (Royal HaskoningDHV, 2023) in een schematisch dwarsprofiel (Figuur 5-2). Regenwater infiltreert in het duinengebied en kunstmatige infiltratie van ingebracht rivierwater door het waterbedrijf PWN vergroot deze infiltratie. Deze winning is gestart in 1920. Er wordt zo veel water in de duinen geïnfilteerd dat het gehele jaar door sprake is van een kwelflux vanuit de duinen (en in mindere mate uit de strandwallen). Grondwater stroomt vanuit het duinengebied in oostelijke richting om daar afgevangen te worden door de dieper gelegen poldergebieden. Uit de ligging van de isohypsen is af te leiden dat het grondwater nog een aanzienlijk deel in oostelijke richting kan wegstromen omdat de laagste stijghoogten in het meest oostelijke deel voorkomen van het kaartblad in Figuur 5-3.



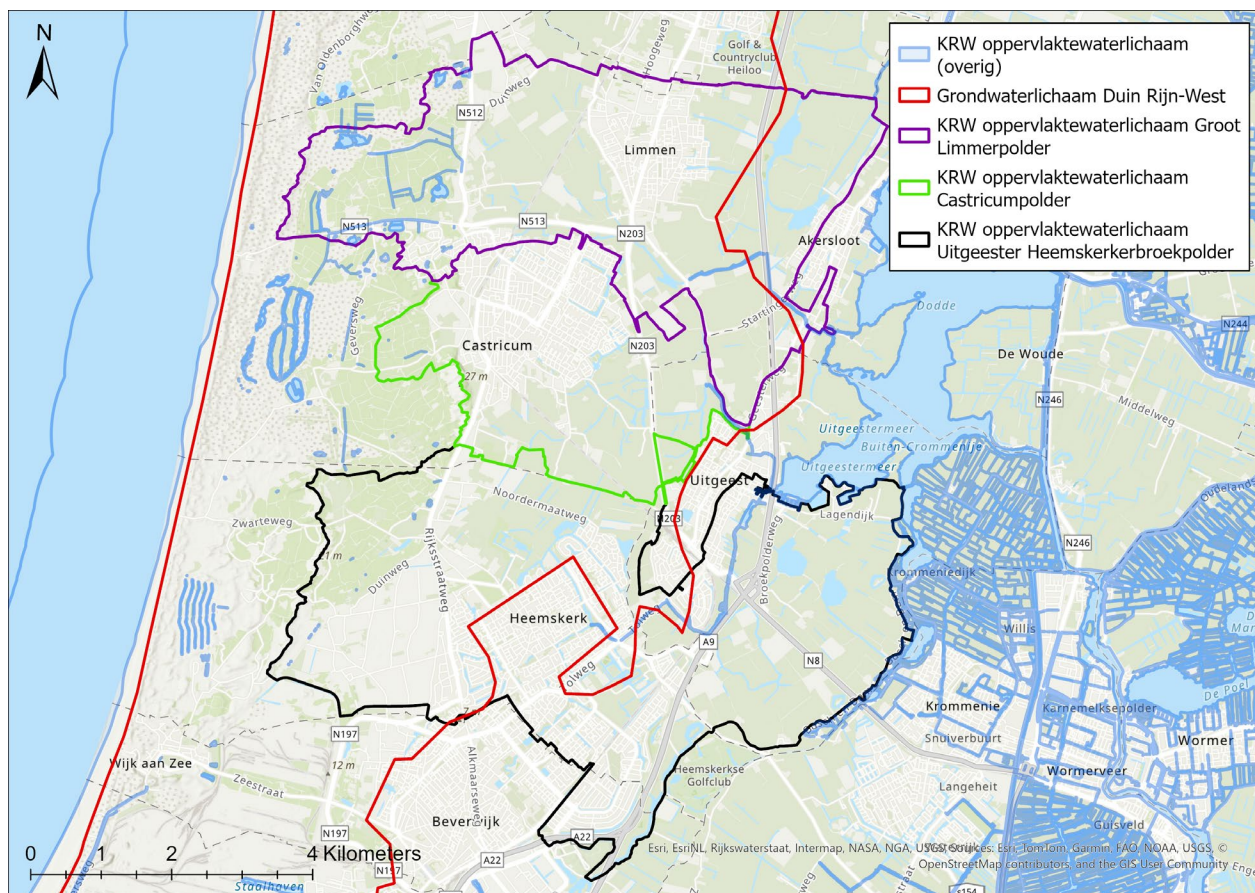
Figuur 5-2: Schematisch geohydrologisch dwarsprofiel van west naar oost in de omgeving van Castricum.



Figuur 5-3: Werking van het watersysteem rond de KRW-waterlichamen Groot-Limmerpolder, Castricumerpolder en Uitgeest/Heemskerkbroek. De rode pijlen geven de richting van de grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket.

### Beschouwde oppervlaktewaterlichamen

Binnen het onderzoeksgebied liggen drie KRW oppervlaktewaterlichamen, onder elkaar gelegen, parallel aan het duingebied (Figuur 5-4).



Figuur 5-4: Ligging grondwaterlichaam Duin Rijn-West ten opzichte van de KRW oppervlaktewaterlichamen.

De drie deelgebieden zijn begrensd op basis van de afbakening in de achtergrondrapporten van WEnR. Binnen deze drie poldergebieden liggen ook de oppervlaktewaterlichamen Westerduinen. Deze bestaan uit gegraven, geïsoleerde infiltratiekanalen bestemd voor de drinkwaterbereiding door PWN in het duingebied Noord-Kennemerland. Deze waterlichamen zijn buiten beschouwing gelaten omdat hier water wordt geïnfiltreerd en er geen verdere interactie is met het grondwatersysteem.

- **Groot-Limmerpolder** ligt het meest noordelijk. Het KRW-waterlichaam bestaat uit twee watergangen richting gemaal Limmen-Zuid dat afwatert op het Alkmaardermeer. Het afwateringsgebied bestaat uit een hellend, vrij afwaterend gebied langs de binnenduinrand en een deel polder in het oosten. De Groot-Limmerpolder bestaat voor 74% uit landelijk gebied en voor 21% uit stedelijk gebied. Het landelijk gebied bestaat uit 43% grasland, 26% natuur en 5% akkerbouw (inclusief mais en reizende bollenkraam). Ongeveer de helft van het gebied bestaat uit zandgronden (49%); het overige deel is kleigrond (29%), veengrond (19%) en zavelgronden (3%);
- De **Castricumerpolder** ligt in het midden. De KRW-begrenzing wordt gevormd door de hoofdwaterloop direct ten noorden van Uitgeest. Het afwateringsgebied bestaat uit een gedeelte vrij afwaterend, hellend gebied in de binnenduinrand en de meer oostelijk gelegen polder. De omvang van het totale aan- en afvoergebied is ruim 1100 ha. Daarvan is 4% oppervlaktewater en hiervan behoort 1% tot het waterlichaam. De plaats Castricum neemt een groot deel van de polder in (40% van het totale oppervlak is stedelijk gebied).

Het landelijk gebied bestaat uit 37% grasland, 13% natuur en 6% akkerbouw (inclusief bollenteelt en kleine arealen mais). Ongeveer de helft van het gebied bestaat uit klei op zandgrond, de andere helft wordt verdeeld in zand (voornamelijk stuifzandgronden), veen en homogene zavelgronden;

- **De Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder** in het zuiden, bestaat uit een hoofdwaterloop richting het Uitgeestermeer, direct ten zuidoosten van Uitgeest en naar het westen afbuigend richting de stedelijke kern van Heemskerk. Het gebied bestaat uit “hoge gronden” en lager gelegen polders. De omvang van het totale aan- en afvoergebied is ruim 3000 ha. Daarvan is 6% oppervlaktewater en hiervan behoort 2% tot het waterlichaam. Het gebied bestaat voor 59% uit landelijk gebied en voor 37% uit stedelijk gebied. Van het landelijk gebied is ongeveer de helft grasland, een kwart natuur en de rest akkerbouw en mais. De Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder bestaat voornamelijk uit klei-, homogene zavel-, veen- en zandgronden.

## 5.2 Beschikbare informatie en werkwijze

### Waterbalans

Voor deze stap maken we gebruik van de waterbalansposten uit de studie van WEnR (Van Boekel et al., 2014). De waterbalans is opgebouwd in een waterbalansapplicatie die is ontwikkeld voor HHNK en Waternet gebaseerd op de dagelijkse waterbalans met meetgegevens van gemaalafvoer, verdamping en neerslag. De hoeveelheid kwel is ontleend aan grondwatermodelberekeningen. In de waterbalans gepresenteerd in het rapport van WEnR wordt geen uitsplitsing gemaakt in een post kwel en infiltratie, maar wordt alleen de netto kwel of infiltratie vermeld. Deze uitsplitsing is wel relevant voor onze studie. Daarom hebben we het aandeel kwel en infiltratie uitgesplitst. We hadden geen beschikking over de gebruikte grondwatermodellen gebruikt in de WEnR studie. Daarom hebben we gebruik gemaakt van de TNO/Alterra studie uit 2002 om de verdeling tussen kwel en infiltratie te kunnen bepalen. We hebben daarbij de netto kwel-infiltratie gelijk gehouden aan de WEnR studie zodat de totale waterbalans nog steeds op nul uitkomt.

### Stofbalans

De waterbalans wordt door HHNK niet gebruikt om stofvrachten uit te rekenen. Hiervoor zijn twee documenten gebruikt:

- Wetenschappelijke studies van Wageningen Environmental Research naar achtergrondconcentraties van nutriënten (van Boekel et al., 2014) waarin stofbalansen zijn gemaakt. Er is gebruik gemaakt van drie informatiebronnen: (1) het modelinstrumentarium STONE, (2) de Emissieregistratie en gegevens van het Waterschap (kwaliteit- en kwantiteitgegevens (Van Boekel et al., 2014) en (3) een methodiek volgens Groenendijk et al., 2012 voor de bepaling van bijdrage van verschillende nutriëntenbronnen. Deze laatste methode maakt het mogelijk om het aandeel van kwel af te leiden. Dit is relevant om onderscheid te maken tussen de diepe kwel en de lokale drainage van grondwater. omdat een belangrijke uitkomst van de studie naar achtergrondbelasting is dat er in het beheergebied van HHNK sprake is van relatief veel natuurlijk achtergrondbelasting als gevolg van een rijke minerale (voormalige zee-)bodem;
- Watersysteemanalyses van de KRW-waterlichamen uit 2020 van Van Dam en Jaarsma.

Deze twee rapporten, hoewel al 5 en 11 jaar oud, worden door Hoogheemraadschap HHNK beschouwd als de meest recente inzichten in de nutriëntenvrachten en de invloed op de oppervlaktewaterlichamen. In dit project zijn deze documenten dan ook leidend.

We hebben de stofbalansen uit de WEnR rapporten als uitgangspunt gebruikt. We hebben uit deze rapporten twee tabellen gebruikt: (1) de belasting van fosfor naar het oppervlaktewater en (2) de relatieve bijdrage van de verschillende nutriëntenbronnen. We hebben de gegevens van fosfor uit deze twee tabellen gecombineerd en vereenvoudigd.

In het rapport wordt niet vermeld wat de bijbehorende hoeveelheid toestromend fosfaat uit diepe kwel is en wat de bijbehorende fluxen zijn. We hebben deze hoeveelheden bepaald op basis van logisch redeneren en de berekende kwelfluxen uit het TNO/Alterra rapport uit 2022. De concentratie van het uitspoelende fosfaatwater uit landbouwgrond en het inlaatwater is ook teruggerekend.

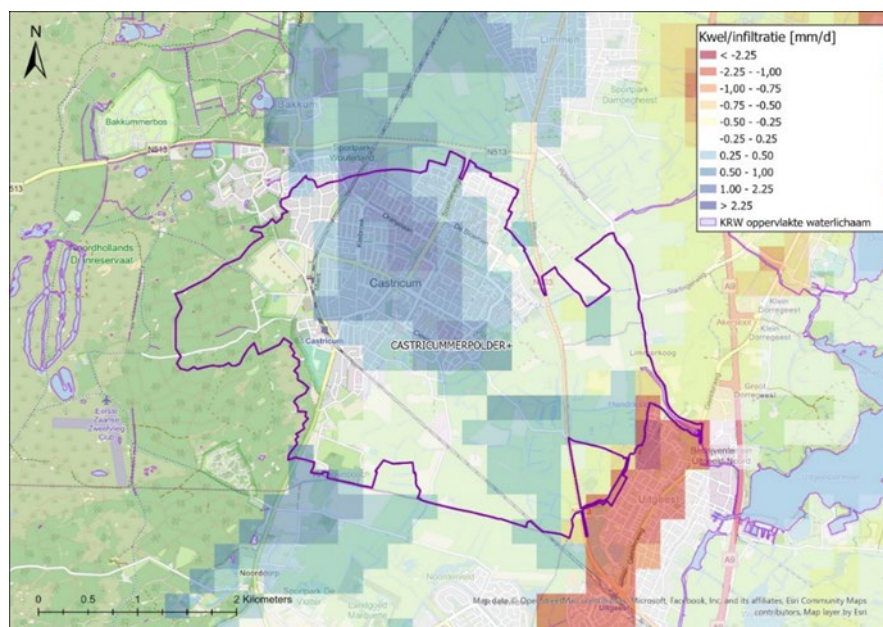
## 5.3 Stap 1: Invloed grondwater

### 5.3.1 Castricumerpolder

In de waterbalans wordt gekeken naar de bijdrage van diepe kwel (vanuit het duinengebied) ten opzichte van de andere waterbalansposten (Tabel 5-1). De Castricumerpolder wordt vooral gevoed door neerslag (72%) en inlaatwater (16%). Het westelijk deel van het KRW oppervlaktewaterlichaam ligt in de binnenduinrand waar het regenwater naar het grondwater kan infiltreren, dit komt terug in de grote infiltratiepost (321 mm/jaar). In de polder kan diep grondwater opkwellen, maar dit is maar een beperkte hoeveelheid. Het meeste diepe grondwater stroomt hier dus onder de polder door. De conclusie is dus dat de diepe kwel vanuit het duinengebied maar een klein deel uitmaakt van de waterbalans (12%).

Tabel 5-1: Waterbalans voor oppervlaktewatersysteem Castricumerpolder.

Waterbalanspost	Ingaand [mm/jaar]	Uitgaand [mm/jaar]	Aandeel [%]
Neerslag	936		72%
Inlaat	205		16%
Diepe kwel	157		12%
Riolering		60	5%
Verdamping		387	30%
Uitlaat		530	41%
Infiltratie		321	25%
<b>TOTAAL</b>	<b>1298</b>	<b>1298</b>	<b>100%</b>



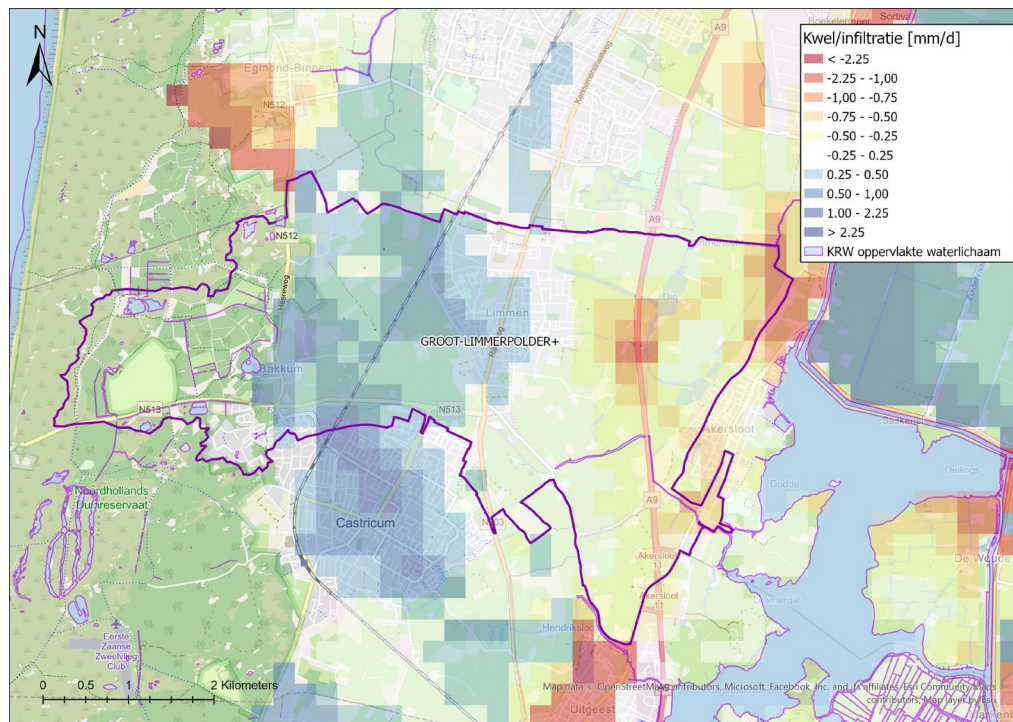
Figuur 5-5: Berekende hoeveelheid infiltratie en kwel in de Castricumerpolder (Bron data: TNO/Alterra, 2002). Infiltratie in de binnenduinrand is niet weergegeven op de kaart. Dit ontbreekt in het datamodel, maar deze flux is wel bepaald en meegenomen in de analyse in Tabel 5-1.

### 5.3.2 Groot Limmerpolder

In de waterbalans wordt gekeken naar de bijdrage van diepe kwel (vanuit het duinengebied) ten opzichte van de andere waterbalansposten (Tabel 5-2). De Groot Limmerpolder wordt vooral gevoed door neerslag (78%) en inlaatwater (8%). Het westelijk deel van het KRW oppervlaktewaterlichaam ligt in de binnenduinrand waar het regenwater naar het grondwater kan infiltreren. Kwel komt maar beperkt voor in de polder. De totale bijdrage is 166 mm per jaar. Het meeste diepe grondwater stroomt hier dus onder de polder door. De conclusie is dus dat de diepe kwel vanuit het duinengebied maar een klein deel uitmaakt van de waterbalans (14%).

Tabel 5-2: Waterbalans voor oppervlaktewatersysteem Groot Limmerpolder.

Waterbalanspost	Ingaand [mm/jaar]	Uitgaand [mm/jaar]	Aandeel [%]
Neerslag	936		78%
Inlaat	101		8%
Diepe kwel	166		14%
Riolering		18	1%
Verdamping		492	41%
Uitlaat		451	37%
Infiltratie		242	20%
<b>Totaal</b>	<b>1203</b>	<b>1203</b>	<b>100%</b>



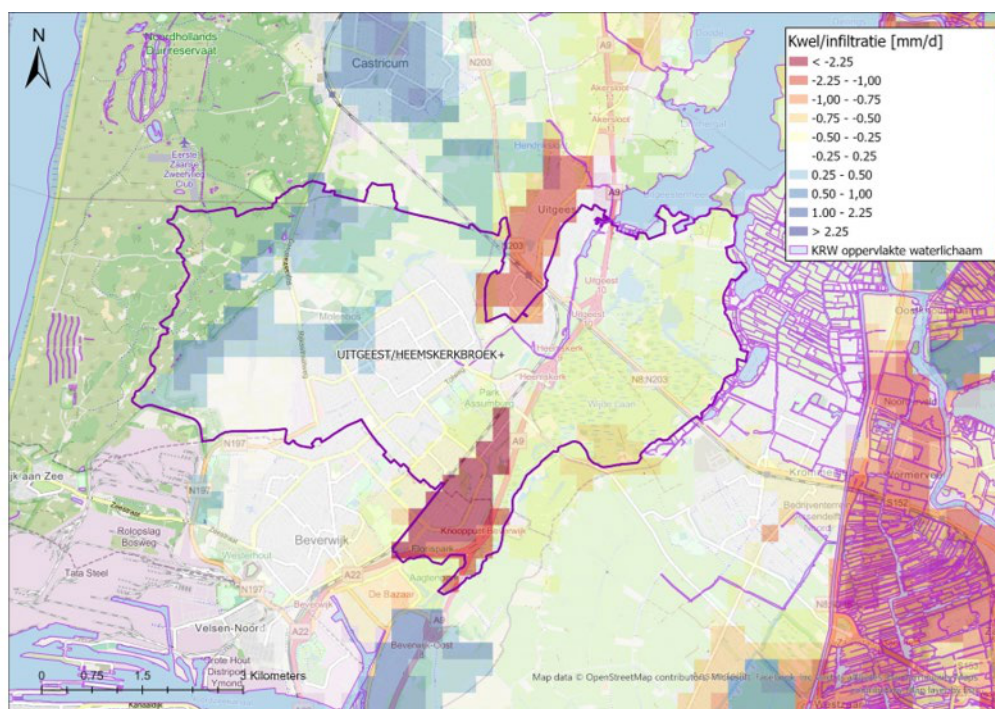
Figuur 5-6: Berekende hoeveelheid infiltratie en kwel in de Groot Limmerpolder (Bron data: TNO/Alterra, 2002). Infiltratie in de binnenduinrand is niet weergegeven op de kaart. Dit ontbreekt in het datamodel, maar deze flux is wel bepaald en meegenomen in de analyse in Tabel 5-2.

### 5.3.3 Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder

In de waterbalans wordt gekeken naar de bijdrage van diepe kwel (vanuit het duinengebied) ten opzichte van de andere waterbalansposten (Tabel 5-3). De Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder wordt vooral gevoed door neerslag (84 %). Het westelijk deel van het KRW oppervlaktewaterlichaam ligt in de binnenduinrand waar het regenwater naar het grondwater kan infiltreren. Aan de oostrand van Heemskerk kan ook water infiltreren. Tegen de binnenduinrand en in de laagste delen van de polders komt kwel voor. Maar de totale hoeveelheid ten opzichte van de totale waterbalans is beperkt (84 mm /jaar). Het meeste diepe grondwater stroomt hier dus onder de polder door. De conclusie is dus dat de diepe kwel vanuit het duinengebied maar een klein deel uitmaakt van de waterbalans (8 %).

Tabel 5-3: Waterbalans voor oppervlaktewatersysteem Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder.

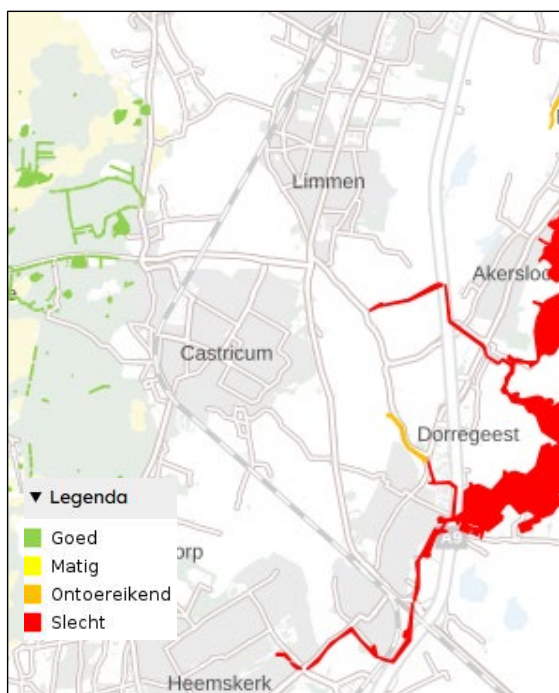
Waterbalanspost	Ingaand [mm/jaar]	Uitgaand [mm/jaar]	Aandeel [%]
Neerslag	936		84%
Inlaat	92		8%
Diepe kwel	84		8%
Riolering		45	4%
Verdamping		480	43%
Uitlaat		484	44%
Infiltratie		103	9%
<b>Totaal</b>	<b>1112</b>	<b>1112</b>	<b>100%</b>



Figuur 5-7: Berekende hoeveelheid infiltratie en kwel in Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder (Bron: TNO/Alterra, 2002).

## 5.4 Stap 2 Toestand KRW oppervlaktewaterlichaam

De drie KRW-oppervlaktewaterlichamen scoren ontoereikend tot slecht (Figuur 5-8). Het is nog onzeker of de KRW doelen wel in 2027 worden bereikt. In de motivatie wordt voor beide waterlichamen gewezen op emissies van nutriënten uit de landbouw als één van de knelpunten voor de biologische kwaliteitselementen. Te hoge fosfor concentraties hebben hier mee te maken.



Figuur 5-8: Huidige toestand van de KRW oppervlaktewaterlichamen voor het onderdeel Fosfor-Totaal (Bron: Informatiehuis Water).

De KRW factsheets zeggen over de drie waterlichamen:

- **Limmerpolder:** De nutriëntenbelasting uit niet-beïnvloedbare bronnen is ongeveer 0,8 keer maal de kritische belasting (fosfor).
- **Castricumerpolder:** De nutriëntenbelasting uit niet-beïnvloedbare bronnen is ongeveer 1,2 keer maal de kritische belasting (fosfor).
- **Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder:** De nutriëntenbelasting uit niet-beïnvloedbare bronnen is voor dit waterlichaam ongeveer 50% van de kritische belasting (fosfor).

De belangrijkste niet beïnvloedbare bronnen zijn nalevering vanuit de natuur- en landbouwbodems en kwel. Dit zijn natuurlijke bronnen, niet beïnvloed door historische bemesting. Voor alle drie de waterlichamen geldt dat het realiseren van helder, plantenrijk water op niveau van het hele watersysteem lastig of niet realiseerbaar is. Lokaal (zoals in de binnenduintrand) zijn er betere kansen.

Uit de analyse in de voorgaande paragraaf is geconcludeerd dat de bijdrage vanuit het duingebied met diepe kwel gering is en dus niet de reden van de slechte toestand van het grondwaterlichaam. Voor de volledigheid wordt in dit rapport ook stap 3 doorlopen: de stoffenbalans voor fosfaat.

## 5.5 Stap 3: Fosfaatbalans

In deze paragraaf worden de stofbalansen voor de drie KRW oppervlaktewaterlichamen gepresenteerd.

### 5.5.1 Castricumerpolder

Het aandeel van fosfaat van de diepe kwel in de totale fosfaatbalans is beperkt: 3,3% (Tabel 5-4). De overige 97% komt uit andere bronnen, waarvan uitspoeling uit landbouwgronden (42%) en inlaat van water in de kanalen de belangrijkste bronnen zijn. Natuurlijke bronnen is een verzamelpost waaronder uitspoeling uit natuurgronden valt en uitspoeling van natuurlijk aanwezig fosfaat in de bodem.

In het WEnR rapport wordt er rekening mee gehouden dat een aanzienlijk deel van het fosfaat in de waterbodem wordt opgeslagen. Van de in totaal 2,85 ton fosfaat die er jaarlijks bijkomt wordt 1 ton opgeslagen. Dit is de zogenaamde retentie.

Tabel 5-4: Fosfaatbalans van de  $PO_4\text{-P}$  belasting voor de Castricumerpolder.

Castricumerpolder	$PO_4\text{-P}$ totaal [ton P/ jaar]	$PO_4\text{-P}$ [%]
Uit en afspoeling landbouw	1.22	42.2%
Industriële lozingen	0.08	2.8%
Overige bronnen	0.1	3.5%
Inlaat	1.04	37%
Diepe kwel	0.09	3.3%
Natuurlijke bronnen	0.32	11.0%
<b>Totaal</b>	<b>2.85</b>	<b>100%</b>

### 5.5.2 Groot Limmerpolder

Het aandeel van fosfaat van de diepe kwel in de totale fosfaatbalans is beperkt: 3,4% (Tabel 5-5). De overige 97% komt uit andere bronnen, waarvan uitspoeling uit landbouwgronden (50%) de belangrijkste is. Inlaat van water in de kanalen en natuurlijke bronnen (zoals natuurgronden en natuurlijk aanwezig fosfaat in de bodem) hebben beide een bijdrage van 19%.

In het WEnR rapport wordt er rekening mee gehouden dat een aanzienlijk deel van het fosfaat in de waterbodem wordt opgeslagen. Van de in totaal 5,14 ton fosfaat die er jaarlijks bijkomt wordt 2,1 ton opgeslagen. Dit is de zogenaamde retentie.

Tabel 5-5: Fosfaatbalans van de PO<sub>4</sub>-P belasting voor de Groot Limmerpolder.

Castricumerpolder	PO <sub>4</sub> -P totaal [ton P/ jaar]	PO <sub>4</sub> -P [%]
Uit en afspoeling landbouw	2.69	50.4%
Industriële lozingen	0.19	5.8%
Overige bronnen	0.13	2.6%
Inlaat	0.96	19%
Diepe kwel	0.17	3.4%
Natuurlijke bronnen	1.00	18.8%
<b>Totaal</b>	<b>5.14</b>	<b>100%</b>

### 5.5.3 Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder

Het aandeel van fosfaat van de diepe kwel in de totale fosfaatbalans is beperkt: 3,4% (Tabel 5-6). De overige 97% komt uit andere bronnen, waarvan uitspoeling uit landbouwgronden (47%) de belangrijkste is. Inlaat van water in de kanalen en natuurlijke bronnen (zoals natuurgronden en natuurlijk aanwezig fosfaat in de bodem) hebben beide een bijdrage van respectievelijk 19% en 21%.

In het WEnR rapport wordt er rekening mee gehouden dat een aanzienlijk deel van het fosfaat in de waterbodem wordt opgeslagen. Van de in totaal 7,99 ton fosfaat die er jaarlijks bijkomt wordt 3,1 ton opgeslagen. Dit is de zogenaamde retentie.

Tabel 5-6: Fosfaatbalans van de PO<sub>4</sub>-P belasting voor de Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder.

Castricumerpolder	PO <sub>4</sub> -P totaal [ton P/ jaar]	PO <sub>4</sub> -P [%]
Uit en afspoeling landbouw	3.80	47.3%
Industriële lozingen	0.43	5.6%
Overige bronnen	0.25	3.3%
Inlaat	1.52	19%
Diepe kwel	0.27	3.4%
Natuurlijke bronnen	1.72	21.4%
<b>Totaal</b>	<b>7.99</b>	<b>100%</b>

## 6 Risicoanalyse

We kijken naar de mogelijke risico's op een slechte kwaliteit van de oppervlaktewaterlichamen ten gevolge van beïnvloeding door het grondwater uit Duin Rijn-West. Deze risicoanalyse is uitgevoerd in vier stappen per oppervlaktewaterlichaam.

### 6.1 Risico's per onderdeel (stap 1 tot en met 4)

De analyse in vier deelstappen is samengevat in Tabel 6-1.

Tabel 6-1: Samenvatting voor de invloed van verhoogde concentraties fosfaat in KRW grondwaterlichaam Duin Rijn-West op zeven KRW oppervlaktewaterlichamen.

Deelgebied	Stap 1: aandeel grondwater uit Duin Rijn-West	Stap 2: Toestand Fosfaat KRW	Stap 3: Bijdrage fosfaat uit Duin Rijn-West	Stap 4: Type beïnvloeding
Boezem Haaglanden	23%	Matig	12 %	Lokaal
Boezem Schie	28%	Matig	0,9 %	Diepe kwel
Trekvaartsysteem	1 % (zomer) 100 % (winter)	Goed	32 %	Lokaal
Ringvaartsysteem	20 %	Goed	2,0 %	Diepe kwel
Castricumerpolder	12 %	Ontoereikend	3,3 %	Diepe kwel
Groot Limmerpolder	14 %	Slecht	3,4 %	Diepe kwel
Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder	8 %	Slecht	3,3 %	Diepe kwel

#### Conclusie over stap 1

Voor alle oppervlaktewaterlichamen is de bijdrage van grondwater in de waterbalans van dit waterlichaam kleiner dan 50%. Het aandeel van andere waterposttermen zoals externe aanvoer van oppervlaktewater en afvoer van oppervlakkig afstromend regenwater (zoals in Den Haag) speelt een grote rol. Zowel de Trekvaart als de Boezem Haaglanden ontvangen in de zomer veel extern oppervlaktewater om het gebied van voldoende water te blijven voorzien. De zomersituatie is maatgevend voor het halen van de ecologische doelen en daarom belangrijker dan een wintersituatie. Voor de poldergebieden geldt dat maar een beperkt deel van het diep toestromende grondwater uit grondwaterlichaam Duin Rijn-West een rol speelt. Het meeste wat dat deze polders ontvangen is afkomstig van lokaal regenwater en toestroming van kwel uit andere gebieden van Duin Rijn-West.

#### Conclusie over stap 2

De toestand van de KRW oppervlaktewaterlichamen verschilt van goed tot slecht. Dit verschil heeft vooral te maken met de hoogte van de GEP-waarden, bepaald door de waterschappen. Deze waarden zijn hoger gedefinieerd voor de twee oppervlaktewaterlichamen van hoogheemraadschap Rijnland. Deze waarde wordt aangepast in het SGBP4 en in overeenstemming gemaakt met andere waterlichamen in Nederland. Daarmee kan de toestand voor fosfaat omslaan van goed naar slecht. Echter, voldoende lage gehalten van stikstof of fosfor werken al limiterend in het voedselweb waardoor woekering of algenbloei wordt voorkomen. Stikstof is geen knelpunt in de zeven waterlichamen en daarmee voldoet het oordeel voor nutriënten alsnog (one-in-all-in-regel).

**Conclusie over stap 3**

De bijdrage van fosfaat vanuit KRW grondwaterlichaam Duin Rijn-West is alleen groot voor het oppervlaktewaterlichaam Trekvaart. Bijna al het gedraineerde water is afkomstig van lokaal grondwater uit grondwaterlichaam Duin Rijn-West. Invloed van AWZI en aangevoerd water zit verder weg. Voor de vijf polders geldt dat de invloed vanuit Duin Rijn-West veel minder groot is. De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt hier vooral bepaald door lokaal toestromend grondwater.

**Conclusie over stap 4**

De transportsnelheid van fosfaat via de diepe route (kwel naar diepe polders) bedraagt honderden tot duizenden jaren. Dit is een klein risico. De route via het ondiepe systeem gaat veel sneller. Dit geldt voor de oppervlaktewaterlichamen Haaglanden en Trekvaartsysteem.

## 6.2 Risico's voor de deelgebieden

**Deelgebied Delfland (Haaglanden en Schie)**

Verhoogde concentraties fosfaat komen voor in het grondwater van het stedelijk gebied in Den Haag. Verhoogde fosfaatconcentraties komen op meerdere locaties en verschillende dieptes voor. Grondwater kan via een korte transportweg in het oppervlaktewater terecht komen. Maar de oppervlaktewaterkwaliteit wordt het meeste beïnvloed door aanvoer van fosfaatrijk oppervlaktewater in de zomer vanuit de omgeving.

Het KRW grondwaterlichaam Schie ligt verder weg van grondwaterlichaam Duin Rijn-West. Grondwater met hogere concentraties fosfaat kan via het eerste watervoerende pakket als diepe kwel weer naar boven komen in het oppervlaktewatersysteem. Dit zal gebeuren in de diepst gelegen polders. Grondwaterstroming door het eerste watervoerende pakket gaat erg langzaam en dit water zal zich mengen met grondwater dat natuurlijk is aangerijkt met fosfaat uit veen- en kleilagen. Er is geen risico dat de KRW doelstellingen voor oppervlaktewater hierdoor niet gehaald worden, omdat het over een zeer lange transsporttijd gaat.

**Deelgebied Rijnland (Trekvaart en Ringvaart)**

Verhoogde concentraties fosfaat komen voor in het grondwater van het landbouw en stedelijk gebied rond Lisse en Hillegom. De landbouw zoals bollenteelt is aangewezen als meest waarschijnlijke verontreinigingsbron (Royal HaskoningDHV, 2023). Verhoogde fosfaatconcentraties komen op meerdere locaties en verschillende dieptes voor. Daarom is er een direct risico op beïnvloeding van de oppervlaktewaterkwaliteit. Grondwater kan via een korte transportweg in het oppervlaktewater terecht komen. In de zomer, tijdens droge omstandigheden, wordt water ingelaten vanuit het watersysteem bij Gouda. De waterkwaliteit in de zomer, bepalend voor het halen van de KRW doelstellingen, wordt daarom vooral bepaald door de kwaliteit van het inlaatwater en ook het AWZI water en niet door het lokaal toestromende grondwater. Deze hoeveelheid is namelijk veel kleiner dan de externe aanvoer. In natte omstandigheden is de lokale uitspoeling van fosfaat wel de dominante bron van fosfaat in het watersysteem. Maar de wintercondities zijn niet bepalend voor het halen van de ecologische doelen van de KRW.

Het oppervlaktewaterlichaam Trekvaart verkeert nu in goede toestand voor fosfaat, maar dit kan in de toekomst mogelijk veranderen, als de GEP waarden worden aangepast.

Het KRW grondwaterlichaam Ringvaart wordt beïnvloed door aanvoer van oppervlaktewater uit de omgeving. Het kwelwater in de diepe Haarlemmermeerpolder maakt hier deel van uit. Grondwater met hogere concentraties fosfaat kan via het eerste watervoerende pakket als diepe kwel weer naar boven komen in het oppervlaktewatersysteem. De kwelstroming is aanzienlijk, maar gezien de lange transporttijd en de menging van water van andere samenstelling (neerslagwater en kwel van elders) is er geen risico voor dit oppervlaktewaterlichaam.

#### **Deelgebied Hollands Noorderkwartier (Castricum)**

Verhoogde concentraties fosfaat komen voor in het grondwater in het gebied rond Castricum. De herkomst is waarschijnlijk grotendeels te relateren aan natuurlijke bronnen uit mariene afzettingen (Royal HaskoningDHV, 2023). Binnen het deelgebied liggen drie KRW oppervlaktewaterlichamen: Groot-Limmerpolder, Castricumerpolder en Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder. De waterdelen van de polders liggen in het oostelijk deel van de poldergebieden. Het duurt erg lang voordat grondwater vanuit het duinengebied naar deze waterlichamen gestroomd is. Er is daarom geen risico voor deze waterlichamen.

## 7 Juridische consequenties en reflectie

In dit laatste hoofdstuk is ingegaan op de juridische consequenties (paragraaf 7.1) en is een reflectie gegeven op de uitkomsten (paragraaf 7.2).

### 7.1 Juridische consequenties

Het grondwaterlichaam Duin Rijn-West is in ontoereikende toestand vanwege overschrijding van de KRW-drempelwaarde voor fosfaat. Een grondwaterlichaam kan alsnog in goede toestand worden aangemerkt op grond van artikel 2.14 onder b (omgevingswaarden goede chemische toestand grondwaterlichaam) van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en de Grondwaterrichtlijn. Hiervoor is passend onderzoek nodig. Op grond van artikel 2.14 onder b Bkl kunnen Gedeputeerde Staten op grond van een passend onderzoek in overeenstemming met bijlage III bij de Grondwaterrichtlijn bevestigen dat wordt voldaan aan de voorwaarden, bedoeld in artikel 4, tweede lid, aanhef en onder c, en vijfde lid, van die richtlijn.

De Grondwaterrichtlijn (Artikel 4, lid 2, aanhef en onder c) bepaalt samengevat dat een grondwaterlichaam alsnog in goede toestand wordt aangemerkt, mits:

1. De overschrijdingen geen significant milieurisico vormen;
2. Er is voldaan aan:
  - a. de andere eisen uit de KRW voor een goede chemische toestand;
  - b. er geen sprake is van stijgende trends in drinkwaterwingebieden;
  - c. de concentraties verontreinigde stoffen zijn niet zodanig zijn dat de KRW-oppervlaktewater doelstellingen niet worden bereikt.
3. Grondwaterlichamen worden beschermd om achteruitgang van de kwaliteit daarvan te voorkomen, zodat het niveau van zuivering dat voor de productie van drinkwater is vereist, wordt verlaagd;
4. De geschiktheid voor menselijke consumptie niet is aangetast.

Dit is een samengevatte versie, de letterlijke tekst is in onderstaand kader opgenomen.

#### Uit Artikel 4 Grondwaterrichtlijn

##### Procedure voor de beoordeling van de chemische toestand van grondwater

Lid 2. Een grondwaterlichaam of een groep grondwaterlichamen wordt geacht in een goede chemische grondwaterstoestand te verkeren indien:

- c) de waarde voor een grondwaterkwaliteitsnorm of de drempelwaarde in één of meer monitoringpunten overschreden wordt, maar door een passend onderzoek overeenkomstig bijlage III wordt bevestigd dat:
  - i) op basis van de in bijlage III, punt 3, bedoelde beoordeling de concentraties verontreinigende stoffen die de grondwaterkwaliteitsnormen of de drempelwaarden overschrijden, rekening houdend, waar van toepassing, met de omvang van het betrokken grondwaterlichaam, niet worden beschouwd als een **significant milieurisico**;
  - ii) is voldaan aan de andere in tabel 2.3.2. van bijlage V bij Richtlijn 2000/60/EG genoemde **voorwaarden voor een goede chemische toestand** van grondwater, overeenkomstig punt 4 van bijlage III bij deze richtlijn;
  - iii) voor overeenkomstig artikel 7, lid 1, van Richtlijn 2000/60/EG aangewezen grondwaterlichamen is **voldaan aan de voorschriften van artikel 7, lid 3**, van die richtlijn, overeenkomstig punt 4 van bijlage III bij deze richtlijn;
  - iv) de **geschiktheid voor menselijk gebruik** van het grondwaterlichaam of van één van de lichamen in de groep grondwaterlichamen niet significant door verontreiniging is aangetast.

Aan de laatste drie voorwaarden wordt voldaan, zoals al eerder uitgezocht in 2023. Volgens de analyse in voorliggend rapport wordt ook aan de eerste voorwaarde voldaan (Tabel 7-1).

Tabel 7-1: Samenvatting van de onderzochte risico's in het passend onderzoek.

Voorwaarde	Oordeel	Toelichting
Significant milieurisico voor oppervlaktewaterlichamen		Invoel op oppervlaktewater is nader onderzocht in dit rapport. Voor alle zeven KRW oppervlaktewaterlichamen geldt dat het grondwater van Duin Rijn-West niet de reden is dat het halen van KRW doelen voor oppervlaktewater worden belemmerd.
Voldaan aan de andere eisen uit de KRW voor een goede chemische toestand		Fosfaatconcentraties onder Voornes Duin zijn verhoogd, maar dit geeft geen problemen voor functioneren van dit natuurgebied. Bodemgehalten zijn namelijk laag en er is geen negatieve invloed op N2000 habitats.
Geen stijgende trends in drinkwaterwinningen.		Er is geen sprake van stijgende trends.
Geschiktheid voor menselijke consumptie niet is aangetast.		Er zijn geen waterwinningen die worden beïnvloed.

Het grondwaterlichaam Duin Rijn-West kan daarom in goede toestand worden verklaard. Het is wel nodig om maatregelen te nemen rond de aandachtsgebieden met hoge fosfaatconcentraties volgens artikel 4 lid 5 van de Grondwaterrichtlijn (zie onderstaand kader).

#### **Uit Artikel 4 Grondwaterrichtlijn**

##### **Procedure voor de beoordeling van de chemische toestand van grondwater**

Lid 5. Indien de toestand van een grondwaterlichaam overeenkomstig lid 2, punt c), als goed wordt aangemerkt, nemen de lidstaten overeenkomstig artikel 11 van Richtlijn 2000/60/EG de maatregelen die nodig kunnen zijn voor de bescherming van de aquatische ecosystemen, terrestrische ecosystemen en van gebruik van grondwater door de mens dat afhangt van het gedeelte van het grondwaterlichaam dat wordt vertegenwoordigd door het monitoringpunt of de monitoringpunten waarin de waarde voor een grondwaterkwaliteitsnorm of de drempelwaarde is overschreden.

## 7.2 Reflectie op de uitkomsten

We geven de volgende reflecties op de uitkomsten:

- De analyse is gebaseerd op aangeleverde data en modellen van de drie waterschappen. En waar informatie ontbrak is gebruik gemaakt van landelijke studies en eigen interpretaties. De uitkomsten voor de drie waterschappen zijn daarom niet precies vergelijkbaar. De conclusies uit voorliggend onderzoek voor de drie gebieden zijn wel logisch verklaarbaar en uitlegbaar. Ofwel, met andere modellen zijn geen andere conclusies te verwachten;
- De waterkwaliteit van het oppervlaktewaterlichaam Trekvaart scoort goed voor fosfor-totaal. De waterschappen hebben afzonderlijk doelen afgeleid, waarbij rekening mag worden gehouden met de achtergrondbelasting. In de praktijk pakt dit verschillend uit per waterschap. Na aanscherping van het GEP in SGBP4 voor het oppervlaktewaterlichaam Trekvaartsysteem kunnen de conclusies voor fosfaat anders uitpakken. Maar voor stikstof worden geen knelpunten in het oppervlaktewater verwacht. Volgens het one-in-all-in principe is de ecologische toestand dan nog mogelijk steeds goed (zie uitleg in kader in paragraaf 2.3);
- De fosfaatconcentraties in grondwaterlichaam Duin Rijn-West zijn verhoogd (2 – 5 mg/l P). Maar in het omliggende gebied in het grondwaterlichaam Deklaag Rijn-West zijn de concentraties fosfaat in het bovenste grondwater, dat in contact staat met het oppervlaktewater, ook verhoogd. Dit komt door beïnvloeding vanuit landbouw en stedelijk gebied. De verspreiding van fosfaat vanuit grondwaterlichaam Duin Rijn-West naar Deklaag Rijn-West hoeft daarom niet gelijk een verslechtering te betekenen;
- Opslag en nalevering van fosfaat in de waterbodem kan een grote rol spelen in de stofbalans. Dit blijkt uit de modellering van Hoogheemraadschap Delfland en de analyse van Hollands Noorderkwartier. Op korte termijn wordt fosfor opgeslagen maar op lange termijn kan dit fosfor weer in het watermilieu terecht komen;
- De invloed van lozing van effluent uit AWZI's speelt een beperkte rol. In het gebied van Delfland zijn twee grote AWZI's aanwezig maar dit water wordt geloosd in Scheveningen vlak bij de Noordzee. De AWZI-invoed is het grootst voor de Trekvaart in een zomersituatie als de uitlaat bij Katwijk wordt dichtgezet. AWZI effluent stroomt dan in noordelijke richting door de Trekvaart richting Spaarndam. AWZI's spelen geen rol in de poldergebieden van Holland Noorderkwartier;
- De rol van inlaat en uitlaat van water op de waterkwaliteit kon beperkt geanalyseerd worden. Uit de analyse van HNNK bleek dat er meer fosfaat wordt uitgelaten dan ingelaten. Het ontbreekt vaak aan voldoende gegevens over de hoeveelheden ingelaten en uitgelaten water;
- De gewenste toestand in het oppervlaktewater wordt beoordeeld aan de zomergemiddelde gehalten in het oppervlaktewater. Zowel de hydrologische situatie als de fosfaatconcentraties verschillen sterk per seizoen. Het ontbreekt soms aan goede data over de verschillen tussen de seizoenen;
- De mate van beïnvloeding van grondwaterlichaam naar oppervlaktewaterlichaam is afhankelijk van welke ruimtelijke schaal dit bekeken wordt. Het grondwaterlichaam Duin Rijn-West is groot waarbinnen de concentraties fosfaat variëren. En voor de oppervlaktewaterlichamen geldt dat de mate van beïnvloeding bepaald wordt door de locaties waar oppervlaktewater wordt ingelaten en uitgelaten.

## 8 Conclusies en aanbevelingen

### 8.1 Conclusies

Geen van de zeven onderzochte KRW-oppervlaktewaterlichamen wordt significant beïnvloed door toestroming met fosfaatrijk grondwater vanuit grondwaterlichaam KRW Rijn-West. De oppervlaktewaterlichamen Trekvaart en Haaglanden liggen binnen het grondwaterlichaam Duin Rijn-West en zijn daarom het meest gevoelig voor beïnvloeding. Oppervlaktewaterlichaam Trekvaart heeft echter een goede KRW-toestand voor fosfaat; oppervlaktewaterlichaam Haaglanden wordt voornamelijk beïnvloed door aanvoer met (fosfaatrijk) oppervlaktewater van buitenaf en niet door het lokale grondwater. Ook deze twee waterlichamen worden daarom beoordeeld als niet significant negatief beïnvloed door grondwater.

Het grondwaterlichaam Duin Rijn-West kan in goede toestand worden verklaard op grond van artikel 2.14 onder b (omgevingswaarden goede chemische toestand grondwaterlichaam) van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en de Grondwaterrichtlijn. Let wel, volgens de Richtlijn Grondwater is het wel nodig om maatregelen te nemen rond de aandachtsgebieden met hoge fosfaatconcentraties in het grondwaterlichaam.

### 8.2 Aanbevelingen

De conclusies in dit rapport zijn gebaseerd op de beschikbare KRW-monitoringdata en afgeleide drempelwaarden voor het grondwater en GEP-waarden voor het oppervlaktewater van het SGBP3. Deze waarden zullen veranderen in het SGBP4 en mogelijk is dan een nieuw passend onderzoek noodzakelijk. We bevelen aan om de inzichten en aanbevelingen uit dit rapport hiervoor te gebruiken.

We bevelen aan om het protocol voor toestand- en trendbeoordeling van grondwaterlichamen (LWG, 2019) te verbeteren aan de hand van de inzichten uit dit rapport. Zo kan een meer afgewogen en onderbouwde analyse worden gemaakt van de mate van beïnvloeding van oppervlaktewaterlichamen door grondwater. Er dient beter onderbouwd en gekwantificeerd te worden wanneer de aanvoer vanuit het grondwater als significant wordt gezien. In dit protocol dient duidelijk gemaakt te worden hoe moet worden omgegaan met ruimtelijke verschillen binnen een oppervlaktewaterlichaam en verschillen in de tijd, zoals seizoensverschillen in waterkwaliteit en ecologische vereisten. Het op voorhand uitsluiten van boezemsystemen als niet significant beïnvloed door grondwater, zoals gedaan in het huidige protocol, is een te simplistische benadering.

Volgens het one-in-all-in principe in de KRW dient minimaal fosfor-totaal of stikstof-totaal te voldoen voor een goede ecologische toestand van het oppervlaktewater. Stikstof voldoet voor de zeven onderzochte oppervlaktewaterlichamen. We raden aan om bij een nieuwe analyse vooraf afspraken te maken hoe om te gaan met dit principe, rekening houdend met de biologische toestand van het waterlichaam en het principe van afwenteling. Dit kan in het nieuwe protocol verwerkt worden.

## 9 Referenties

Van Gerven, L.P.A., R.F.A. Hendriks, J. Harmsen, , V. Beumer<sup>2</sup> en P.W. Bogaart (2011). Nalevering van fosfor naar het oppervlaktewater vanuit de waterbodem; Metingen in een veengebied in de Krimpenerwaard. Alterra rapport 2217. Reeks Monitoring Stroomgebieden 23

Boekel, E.M.P.M. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud en R.F.A. Hendriks, 2014 (2014a). Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK; Deelrapport 35: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Castricumerpolder. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2475.35. 64 blz.; 13 fig.; 31 tab.; 31 ref.

Boekel, E.M.P.M. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud en R.F.A. Hendriks, 2014 (2014b). Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK; Deelrapport 36: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Groot Limmerpolder. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2475.36. 62 blz.; 13 fig.; 32 tab.; 31 ref

Boekel, E.M.P.M. van, J. Roelsma, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, L.V. Renaud en R.F.A. Hendriks, 2014 (2014c). Achtergrondconcentraties in het oppervlaktewater van HHNK; Deelrapport 40: Analyse achtergrondconcentraties voor stikstof en fosfor op basis van water- en nutriëntenbalansen voor deelgebied Uitgeester- en Heemskerkerbroekpolder. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2475.40. 62 blz.; 13 fig.; 31 tab.; 31 ref.

H. van Dam, N. Jaarsma & S. van Dam (2020). Doelen op maat. 4.8 - Systemanalyses Kennemerland. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-8 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn. Rapport HvD 01-8. 161p.

Gemeente Delft (2024). Grondwateronttrekking Delft-Noord: Resultaten van de monitoring in 2023.

TNO/Alterra (2002). De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en Cl, en enkele ecohydrologische parameters in West -Nederland

Hoogheemraadschap Delfland (2016). Visie toekomstbestendig beheer boezemsysteem

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (2014). Toelichting op het peilbesluit Schermerboezem & VRNK-boezem. Maart 2014

Hoogheemraadschap Rijnland (zonder datum). Trekvaartsysteem. Gebiedsdocument KRW3

Informatiehuis Water (2024). KRW-factsheet behorende bij de stroomgebiedbeheerplannen 2022-2027. Bijgewerkt tot en met 4 september 2024.

Landelijke Werkgroep Grondwater (2019). Protocol voor toestand- en trendbeoordeling van grondwaterlichamen KRW-Herzien 2019. September 2019

Robertson, William (2021). Septic System Impacts on Groundwater Quality / William Robertson – Guelph, Ontario, Canada, 2021. 38 p. ISBN: 978-1-77470-004-4



Royal HaskoningDHV. Fosfaatoverschrijding Duin Rijn-West; in KRW-grondwaterlichaam Duin Rijn-West. Royal HaskoningDHV rapport BI9728-RHD-XX-ZZ-RP-Z-0001. 8 September 2023

Schipper, Peter, Mattijs Hehenkamp, Yanjiao Mi-Gegotek, Piet Groenendijk, Leo Renaud, Erwin van Boekel, Wieneke Savonije (2025). Landelijke bronnenanalyse nutriënten regionale oppervlaktewaterlichamen Kaderrichtlijn Water. Wageningen Environmental Research. Juni 2025