

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Kennisnetwerk OBN

Optimalisatie RWZI Winterswijk

*Inschatting van het ecologisch effect op de
Groenlose Slinge bekeken vanuit breder perspectief*



Optimalisatie RWZI Winterswijk

**Inschatting van het ecologisch effect op de Groenlose Slinge
bekeken vanuit breder perspectief**

Advies OBN Deskundigenteam Beekdallandschap

Rikje van de Weerd – Rechobot – Water & Kennis

Ralf Verdonschot – Wageningen Environmental Research, WUR

Fons Smolders – Onderzoekscentrum B-Ware

RECHOBOT
Water & Kennis



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Deze adviesaanvraag is er een uit de serie kortlopende kennisprojecten. Met deze projecten wil het OBN beheerders en beleidsmakers direct en vraaggericht bijstaan in het beantwoorden van hun kennisvragen.

©2022 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Rapport Adviesvraag OBN-28-BE
Driebergen, 2022

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van BIJ12 en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Waterschap Rijn en IJssel.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Wijze van citeren: Van de Weerd, H., Verdonschot R.C.M. en A.J.P. Smolders 2021.

Optimalisatie RWZI Winterswijk. Inschatting van het ecologisch effect op de Groenlose Slinge bekeken vanuit breder perspectief. Rapport nummer 2022/OBN-28-BE, VBNE, Driebergen.

Deze uitgave is online gepubliceerd op www.natuurkennis.nl

Samenstelling H. van de Weerd – Rechobot – Water & Kennis
R.C.M. Verdonschot – Wageningen Environmental Research
A.J.P. Smolders – Onderzoekscentrum B-Ware

Foto voorkant Groenlose Slinge. Fotograaf: Matthijs de Vos

Productie Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)
Adres: Princenhof Park 7, 3972 NG Driebergen
Telefoon: 0343-745250
E-mail: info@vbne.nl

Inhoud

1. Adviesvraag	5
1.1 Inleiding	5
1.2 Adviesvraag	5
1.3 Uitwerking & leeswijzer	5
2. Huidige Situatie	6
2.1 Macrofauna	6
2.1.1 Methode van analyse	6
2.1.2 Resultaten	8
2.1.3 Discussie en Conclusies	12
2.2 Waterkwaliteit	13
2.2.1 Methode van analyse	13
2.2.2 Resultaten	13
2.2.3 Discussie en Conclusies	20
2.3 Waterplanten	20
3. Impact Optimalisatie RWZI Winterswijk	22
3.1 DOP Fractie nader onder de loep	22
3.2 Beoogde verandering in effluent concentraties	24
3.3 Verwachte verandering als gevolg van optimalisatie RWZI	26
4. Doelen en maatregelen	30
4.1 Doelen	30
4.2 Voorgenomen maatregelen	30
4.2.1 Samenhang van Stuurfactoren en Maatregelen	30
4.2.2 Overige maatregelen	31
5. Conclusies en antwoord op de adviesaanvraag	33
6. Vertaling van de antwoorden voor vergelijkbare situaties.	36
7. Literatuur	37
Bijlage 1 Aangetroffen indicatieve taxa in het stroomgebied van de Groenlose Slinge	38
Bijlage 2 Frequentie van voorkomen van indicatorsoorten	41
Bijlage 3 Gemiddelde scores taxa	48
Bijlage 4 Factsheet Groenlose Slinge	49

1. Adviesvraag

1.1 Inleiding

Om de waterkwaliteit te verbeteren heeft het Algemeen Bestuur van WRIJ in november 2020 besloten om voor 2027 de effluentkwaliteit van de RWZI sterk te verbeteren. Inmiddels hebben specialisten van WRIJ nader uitgewerkt welke effluentkwaliteit gewenst is (beoogde effluentkwaliteit) en welke mogelijk is met inzet van best beschikbare zuiveringstechnieken. Die bestaan uit een combinatie van technische middelen op de RWZI zelf en een biologische nazuivering in de vorm van een helofytenfilter. Voor deze uitwerking vormde een uitgevoerd zuurstofonderzoek en modellering en een systeemanalyse van de Groenlose Slinge een belangrijke basis (Lenssen, J et al. 2018; de Klein, J. 2020).

Uit de analyse blijkt dat de gewenste effluentkwaliteit voor totaal fosfor een technologische uitdaging is door de moeilijk te verwijderen organisch gebonden fosforfractie. Verdere zuivering van deze fractie is mogelijk, maar dit vergt de inzet van kostbare en innovatieve technieken.

1.2 Adviesvraag

Om een goede afweging te kunnen maken vraagt WRIJ het OBN DT Beekdallandschap voor het traject van de Groenlose Slinge stroomafwaarts van de RWZI Winterswijk: A) een inschatting te maken van de ecologische verbetering ten opzichte van de huidige situatie die zal optreden als de best beschikbare technieken toegepast zijn en B) te duiden welke verdere ecologische verbetering verwacht wordt wanneer het effluentwater zou voldoen aan beoogde effluentkwaliteit ten behoeve van de KRW normen.

Met 'ecologische verbetering' wordt de (kwalitatieve) verschuiving in soortensamenstelling van waterflora, macrofauna en vis bedoeld.

1.3 Uitwerking & leeswijzer

Voor het advies zijn de beschikbare onderzoeken als uitgangspunt genomen. In hoofdstuk 2 wordt de huidige situatie rond de RWZI nader onder de loep genomen, zodat de impact van de RWZI kan worden bestudeerd. De focus in het onderzoek ligt op macrofauna, als maat voor de ecologische kwaliteit. Daarnaast kijken we naar de chemie. Voor waterplanten is geen analyse gedaan omdat dit niet binnen de omvang van de adviesvraag paste. Hiervoor is de beschikbare informatie op een rijtje gezet.

In hoofdstuk 3 worden de beoogde optimalisatie en het onderzoek naar P fracties besproken samen met de verwachte impact van de optimalisatie. In Hoofdstuk 4 gaan we in op het ecologisch doel en de hiërarchie en samenhang van sturende milieufactoren en maatregelen. Hierin worden een aantal overige maatregelen besproken en de manier waarop zij een positieve bijdrage leveren aan de sturende milieufactoren voor de ecologie. In Hoofdstuk 5 volgt het samenhangend advies.

2. Huidige situatie

De Groenlose Slinge vormt de schakel tussen de Gelderse IJssel en de Berkel enerzijds en de Ratumsebeek en Willinkbeek anderzijds. De laatstgenoemde beken liggen ten noordoosten van Winterswijk en herbergen belangrijke populaties van doelsoorten, waaronder bosbeekjuffer en beekprik.

Waterschap Rijn en IJssel heeft in deze beek de laatste drie decennia vooral maatregelen genomen gericht op verhogen van de stroomsnelheid en structuurvariatie en het vispasseerbaar maken van stuwen. Een belangrijk knelpunt is nog steeds de waterkwaliteit. Deze kwaliteit blijft voor een aantal stoffen achter bij de Kaderrichtlijn Water (KRW) normen die gesteld zijn voor het beektype; de 'langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand' (R5). Een deel van de vracht van probleemstoffen wordt veroorzaakt door aanvoer vanuit Duitsland en diffuse belasting van landbouwgronden. Daarnaast is in het bovenstroomse deel van de Groenlose Slinge de rioolwaterzuivering (RWZI) Winterswijk een belangrijke bron van zuurstofvragende stoffen en nutriënten. In de komende paragrafen wordt de huidige situatie rond de RWZI Winterswijk in beeld gebracht met betrekking tot macrofauna, chemie en waterplanten (op basis van beschikbare informatie).

2.1 Macrofauna

In het stroomgebied van de Groenlose Slinge zijn op 33 meetpunten in de periode 2000-2020 macrofaunamonsters genomen. Alle punten zijn gekarakteriseerd als het KRW-watertype R5. Op een afstand van ca. 200 meter bovenstrooms van het lozingspunt van de RWZI Winterswijk ligt in de Groenlose Slinge 1 monsterpunt (GRS01). Daarnaast liggen er voor de samenvloeiing in de Groenlose Slinge nog eens 11 monsterpunten in de noordelijk gelegen bovenstroomse beektakken Ratumse beek-Willinkbeek (maximale afstand t.o.v. lozingspunt ca. 11 km) en 6 monsterpunten in de zuidelijk gelegen beektakken Wehmerbeek-Vossenveldsbeek (maximale afstand t.o.v. lozingspunt ca. 4 km). Benedenstrooms van het lozingspunt liggen zowel monsterpunten in de gekanaliseerde loop van de Groenlose Slinge (2 monsterpunten, 1.2 en 3.8 km na lozingspunt, tussen beide punten ligt nog de uitmonding van de Beurzerbeek) als in de daarnaast aangelegde kleiner gedimensioneerde bypass met een meer natuurlijke morfologie (6 monsterpunten, 1.9 tot 6.4 km na lozingspunt). Beide takken ontvangen water uit de RWZI. Nadat de gekanaliseerde loop en de bypass weer bij elkaar zijn gekomen liggen verder benedenstrooms nog eens 5 monsterpunten, met een maximale afstand ten opzichte van het lozingspunt van ca. 27 kilometer (ter hoogte van de plaats Borculo).

2.1.1 Methode van analyse

Om de effecten van het lozingspunt in beeld te brengen is een vergelijking gemaakt van de milieu- en habitatpreferenties voor saprobie en stroming voor de macrofauna op de monsterpunten boven- en benedenstrooms van het lozingspunt. Hiervoor zijn de milieu- en habitatpreferenties voor macrofauna opgesteld door Verberk et al. (2012) gebruikt (Box 1). Er is eerst binnen de parameters een selectie gemaakt van preferentieklassen die een relatie hebben met de effecten van effluent op het beekstelsel (Tabel 1). Iedere parameter is ingeschaald met een score van 0 tot 10 verdeeld over de verschillende preferentieklassen door middel van fuzzy coding, waarbij een hoge score een sterke preferentie voor een bepaalde toestand aangeeft. De grenswaarde om als positieve of negatieve indicator te worden beschouwd is gesteld op een score van 5 of hoger voor de parameters uit Tabel 1. Ook is aangeduid of de soorten als indicator worden beschouwd op basis van de KRW-maatlat voor het watertype R5.

Box 1: Saprobie en stroming

De organische belasting van het water wordt aangeduid met de term **saprobie**. Dit is de aanwezige hoeveelheid organisch materiaal in het waterlichaam dat kan worden omgevormd door met name bacteriën, waarbij stoffen vrijkomen en zuurstof wordt verbruikt.

De herkomst van organische verontreiniging is vaak een combinatie van puntbronnen zoals overstorten en oppervlakkige afspoeling van organisch materiaal van landbouwpercelen en erven. Dit heeft consequenties voor de milieuomstandigheden in het waterlichaam en daarmee voor de daar voorkomende organismen. In Nederland wordt vaak gewerkt met een systeem met vier klassen van organische belasting (Verberk et al. 2012) van weinig tot sterk belaste omstandigheden:

- Oligosaproob: <0,1 mg NH₄/L, >8 mg O₂/L, <1 mg bodemzuurstofverbruik (BZV) per L,
- β-mesosaproob: 0,1-0,5 mg NH₄/L, 6-8 mg O₂/L, 1-5 mg BZV/L,
- α-mesosaproob: (0,5-4,0 mg NH₄/L; 2-6 mg O₂/L; 5-13 mg BZV/L,
- Polysaproob: >4,0 mg NH₄/L, <2 mg O₂/L, >13 mg BZV/L.

Van **stromingsminnend** wordt in laaglandbeken gesproken wanneer organismen een stroomsnelheid van >15 cm/s (matig stromend) of >25 cm/s (snel stromend) prefereren. Deze dieren hebben stroming nodig hebben om te kunnen overleven omdat ze ervan afhankelijk zijn voor bijvoorbeeld hun voeding of ademhaling en hebben vaak aanpassingen om zich goed vast te kunnen houden zodat ze niet met de stroming meegevoerd worden. Soorten van stilstaand water komen voor bij een stroomsnelheid van maximaal 5 cm/s en kunnen zich niet handhaven bij veel stroming.

Tabel 2.1. Selectie van milieu- en habitatpreferentieklassen uit Verberk et al. (2012) gebruikt in de analyse van het stroomgebied van de Groenlose Slinge.

Tabel 2.1. Selection of environmental and habitat preference classes from Verberk et al. (2012) used in the analysis of the catchment area of the Groenlose Slinge.

Parameter	Klasse	Indicatie in relatie tot effluent
Saprobie	oligosaproob	Positief (niet tot weinig belast, zuurstofrijk)
	α-mesosaproob, polysaproob	Negatief (organisch belast, toxiciteit nitriet ammoniak, zuurstofarm)
Stroming	matig stromend, snel stromend	Positief (zuurstofrijk, stromend)
	stilstaand	Negatief (stagnatie, zuurstofarm)

Het voorkomen van positieve en negatieve indicatoren is vervolgens vergeleken voor de monsterpunten boven- en benedenstrooms van het lozingspunt van de RWZI. Het verschil geeft de herstelpotentie aan wanneer de milieuomstandigheden op orde worden gebracht; immers kunnen de al in het stroomgebied aanwezige positieve indicatoren vanuit de bovenstrooms gelegen beektakken de Groenlose Slinge koloniseren. Deze soorten zijn de doelsoorten waarmee de effectiviteit van maatregelen kan worden getoetst.

Om het huidige effect van de lozing op de totale gemeenschap in beeld te brengen, inclusief het effect op de talrijkheid van bepaalde soorten, is de totaalpreferentie per parameterklasse berekend voor de verschillende monsters op een meetlocatie. Per monster is de gemiddelde preferentiescore berekend voor de hele levensgemeenschap door de som te nemen van de preferentiescores van de aanwezige taxa per monster vermenigvuldigd met hun log₂(x+1) abundantie. Dit totaal is vervolgens gedeeld door de log getransformeerde totale abundantie van alle scorende taxa in het monster om het resultaat te wegen naar de aantallen van de verschillende soorten. Deze scores zijn vergeleken voor de punten boven- en benedenstrooms van de RWZI door ze uit te zetten op basis van de afstand t.o.v. het lozingspunt.

2.1.2 Resultaten

Doelsoorten stroomgebied

In totaal zijn 668 taxa aangetroffen in het stroomgebied. Hiervan had 61% op soortniveau een indicatie voor saprobie en 59% voor stroming. De taxa zonder indicaties waren meestal determinaties op hogere taxonomische niveau's, zoals familie of genus voor jonge stadia. In totaal waren 91 soorten indicatief voor stromende, zuurstofrijke weinig belaste omstandigheden en kunnen worden beschouwd als doelsoorten om verbeteringen door aanpassingen aan de zuiveringsinstallatie af te leiden (Bijlage 1). De meeste van deze soorten zijn tevens kenmerkend of positief dominant voor KRW-watertype R5, het watertype waartoe de beken in het stroomgebied van de Groenlose Slinge behoren en dragen daarmee bij aan de EKR-score wanneer een toetsing aan de hand van de KRW-maatlat voor macrofauna wordt uitgevoerd.

Voorkomen doelsoorten boven- en benedenstrooms lozingspunt

Direct bovenstrooms de RWZI in de Groenlose Slinge op punt GRS01 komen 28 indicatorsoorten voor, benedenstrooms van het lozingspunt (op ca 1.2 km afstand) in totaal 29 indicatoren. Verder benedenstrooms liggen de aantallen indicatoren lager. Ter vergelijking, op het punt dat het rijkst is aan indicatorsoorten in het stroomgebied (Ratumse beek monsterpunt RTB10, 1,3 km bovenstrooms van RWZI) zijn 49 indicatoren aangetroffen. Er ontbreekt dus een aanzienlijk aantal indicatoren in de Groenlose Slinge dat wel bovenstrooms voorkomt.

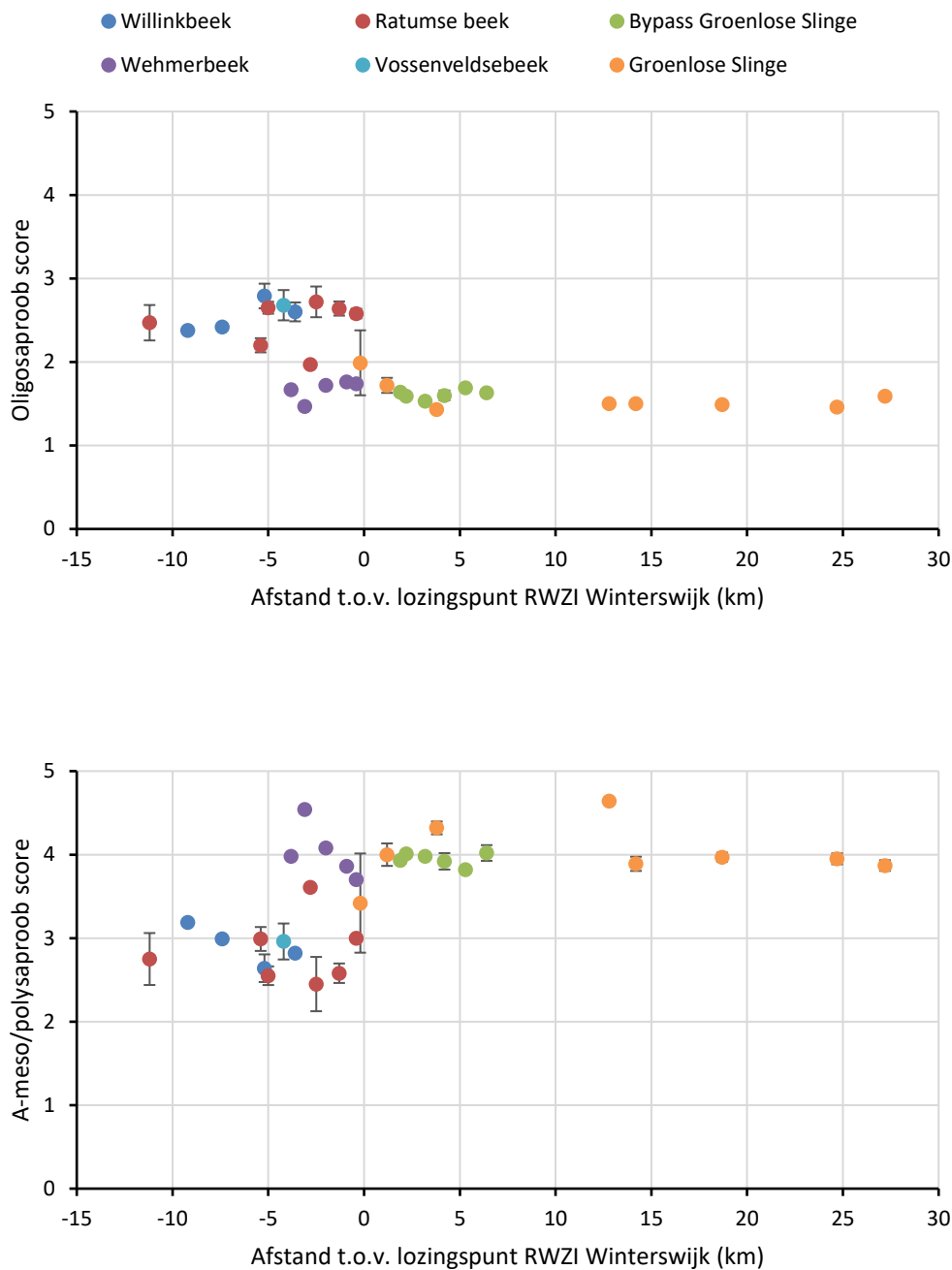
Wordt in meer detail gekeken naar het verschil in indicatoren bovenstrooms en benedenstrooms van het lozingspunt van de RWZI Winterswijk, dan valt op dat slechts drie van de in totaal 21 soorten gevoelig voor organische belasting benedenstrooms van het lozingspunt zijn waargenomen en dan alleen op het eerste meetpunt na het lozingspunt en niet verder benedenstrooms (Bijlage 2). Deze drie soorten zijn tegelijk ook stromingsminnend. Stromingsminnende soorten komen frequenter benedenstrooms voor (39 van de in totaal 67 indicatoren) en zijn in hun verspreiding niet beperkt tot het eerste benedenstroomse punt na het lozingspunt.

Saprobie en stromingscores gemeenschap

De Ratumse beek, Willinkbeek en Vossenveldsebeek bevatten een hoger aandeel oligosaprobe taxa in de levensgemeenschap en een lager aandeel a-meso tot polysaprobe taxa dan de Groenlose Slinge en Wehmerbeek (Bijlage 3, Figuur 2.1). De Wehmerbeek is sterk organisch belast door een serie overstorten van het gemengde rioolstelsel van Winterswijk en kent ook bodems met een hoge zuurstofvraag, dit is terug te zien in de saprobiescores die op de verschillende monsterpunten relatief hoog scoren op organische belasting. Het punt in de Groenlose Slinge bovenstrooms de lozing van de RWZI, dat zowel water van de Ratumse beek als de Wehmerbeek ontvangt, lijkt een tussenpositie in te nemen, maar de spreiding in de scores tussen de jaren is er relatief groot en het aantal metingen klein. Dit maakt het punt moeilijk te duiden. Een betere score zou een gevolg kunnen zijn van verdunning door het minder belaste water uit de Ratumse beek/Willinkbeek, maar ook zou stroomafwaartse drift van indicatorsoorten vanuit bovenstroomse populaties in de Ratumse beek en Willinkbeek een rol kunnen spelen. Na het RWZI-lozingspunt is er sprake van sterke organische belasting, zowel in de gekanaliseerde loop als de bypass. Het lijkt er dus op dat een combinatie van belast water uit de Wehmerbeek en de lozing van effluent vanuit de RWZI zorgt voor saprobiëring in de Groenlose Slinge, zowel in de bypass als de gekanaliseerde loop.

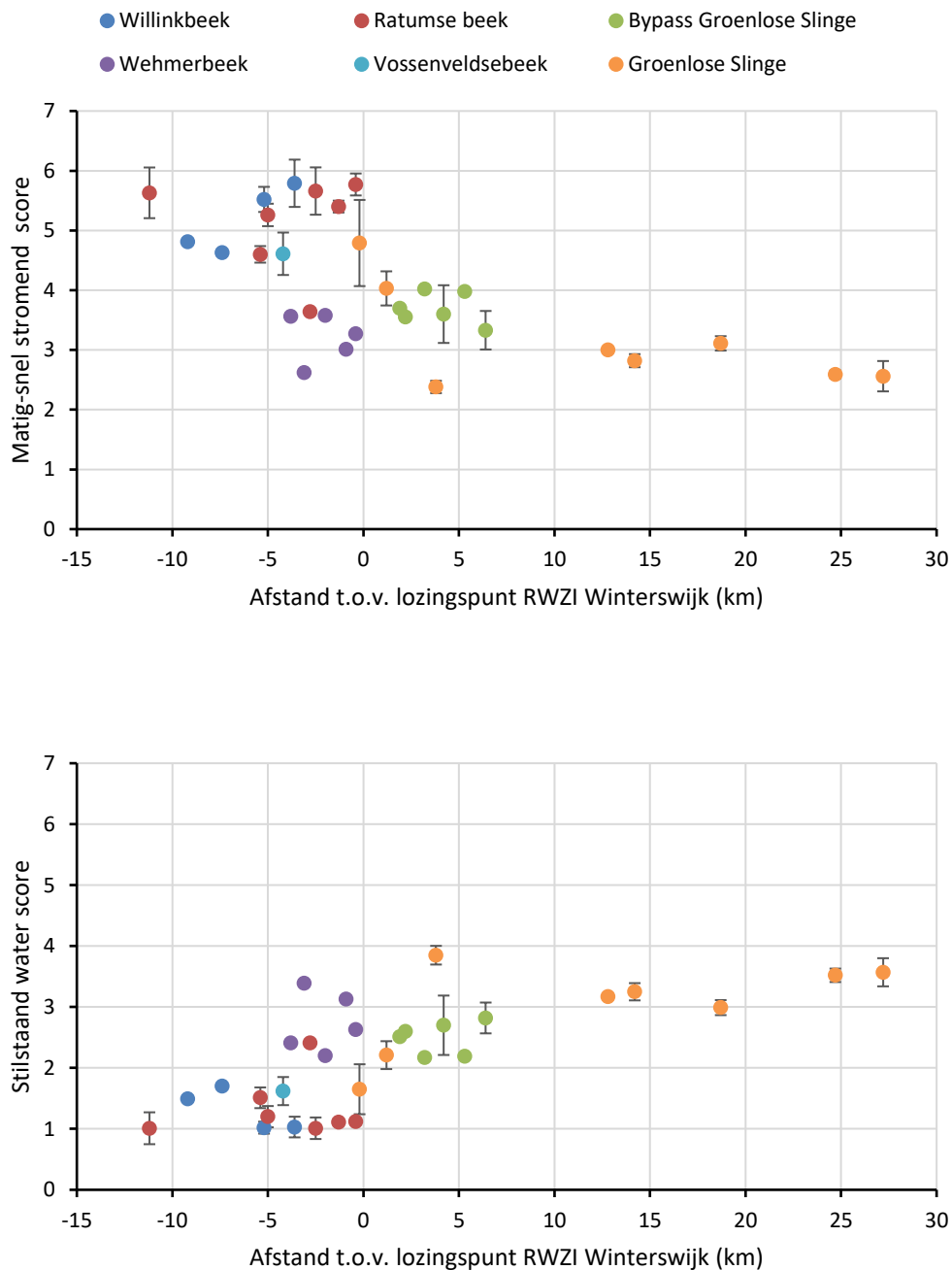
Op het aandeel stromingsminnende soorten scoren de Ratumse beek, Willinkbeek, Vossenveldsebeek en het monsterpunt in de Groenlose Slinge bovenstrooms het lozingspunt relatief het hoogst, wat aangeeft dat de stromingscondities hier relatief goed zijn (Bijlage 3, Figuur 2.2). De Wehmerbeek, de bypass en het eerste punt benedenstrooms het lozingspunt in de Groenlose Slinge nemen een tussenpositie in, terwijl de verder benedenstrooms gelegen monsterpunten in de Groenlose Slinge relatief laag scoren. Dat het punt in de

Groenlose Slinge direct benedenstrooms van het lozingspunt beter scoort dan punten verder benedenstrooms, heeft waarschijnlijk vooral te maken met de dimensionering aldaar, die er nog relatief klein (3,5 m breed en ondiep) is. De toevoeging van het effluentdebiet lijkt het stromingskarakter niet te verbeteren ten opzichte van de bovenlopen. Dit beeld wordt bevestigd door het aandeel stilstaand water soorten, dat een vergelijkbaar patroon laat zien. De overgedimensioneerde gekanaliseerde en gestuwde loop van de Groenlose Slinge stroomt (periodiek) onvoldoende voor de meeste stromingsminnende soorten. In de kleiner gedimensioneerde bypass zijn de stromingsscores beter, maar nog niet op het niveau van bijvoorbeeld de Ratumse beek. Mogelijk speelt hier ook de slechtere waterkwaliteit (organisch belast t.o.v. Ratumse beek) een rol, maar het zou ook kunnen zijn dat het debiet dat de knijpstuw bij de instroom passeert niet hoog genoeg is om de stromingscondities te bereiken die sommige van de stromingsminnende soorten verlangen.



Figuur 2.1. Gemiddelde saprobie-preferentiescore ($\pm 1SE$) voor de preferentie oligosaprob en a-meso- tot polysaprob (organisch belast) per meetlocatie boven- en benedenstrooms lozingspunt RWZI Winterswijk (afstand 0) in de beken binnen het stroomgebied van de Groenlose Slinge.

Figure 2.1. Average saprobie preference score ($\pm 1SE$) for the preference oligosaprobe and a-meso to polysaprobe (organically loaded) per measurement location upstream and downstream from discharge point WWTP Winterswijk (distance 0) in the streams within the catchment area of the Groenlose Slinge.



Figuur 2.2. Gemiddelde stromingspreferentiescore ($\pm 1SE$) voor de preferentie matig tot snel stromend en stilstaand per meetlocatie boven- en benedenstrooms lozingspunt RWZI Winterswijk (afstand 0) in de beken binnen het stroomgebied van de Groenlose Slinge.
Figure 2.2. Average flow preference score ($\pm 1SE$) for the preference moderate to fast flowing and stagnant per measurement location upstream and downstream from the Winterswijk WWTP discharge point (distance 0) in the streams within the catchment area of the Groenlose Slinge.

2.1.3 Discussie en Conclusies

Er zijn veel macrofauna-doelsoorten voor situaties met weinig organische belasting en voldoende stroming die wel in de beektakken bovenstrooms van de Groenlose Slinge voorkomen (met name Ratumse beek en Willinkbeek) maar niet in de Groenlose Slinge zelf, met uitzondering van het meetpunt bovenstrooms van het lozingspunt van de RWZI. Het kolonisatiepotentieel is daarmee hoog wanneer aan de milieu-eisen van deze soorten voldaan kan worden door maatregelen te nemen om de situatie te verbeteren.

De scores voor organische belasting en stroming geven twee knelpunten aan in de Groenlose Slinge die de terugkeer van doelsoorten vanuit de beektakken bovenstrooms verhinderen:

- te hoge organisch belasting vanuit het lozingspunt van de RWZI en mogelijk ook uit de Wehmerbeek (als gevolg van overstorten).
- onvoldoende stroming (periodiek) in de beek door een verstoorde hydrologie, overdimensionering en verstuwning.

De combinatie van deze twee knelpunten geeft een versterkt negatief effect op de doelsoorten. Een lage stroomsnelheid en zeker stagnatie versterkt de effecten van organische belasting, doordat slib neerslaat en door de verminderde waterbeweging die de zuurstofvoorziening verslechtert. Tegelijkertijd gaat door de microbiële afbraak van dit neergeslagen slib het zuurstofverbruik omhoog. Daarnaast heeft het neerslaan van slib als fysiek effect dat substraten bedekt raken die soorten als habitat gebruiken, waardoor de omstandigheden ongeschikt worden om te overleven.

2.2 Waterkwaliteit

In de Groenlose Slinge wordt de waterkwaliteit rond de RWZI gemonitord in een punt ca 1 km stroomafwaarts (GRS11), en in ca 0,2 km stroomopwaarts gelegen meetpunten in de Whemerbeek (GRS01) en de Ratumse beek (RTB01). De ligging van deze punten wordt weergegeven in figuur 2.3.



Figuur 2.3. Waterkwaliteitsmeetpunten rond RWZI Winterswijk (GRS11 = Groenlose Slinge, RTB01= Ratumse Beek, GRS01= Whemerbeek)

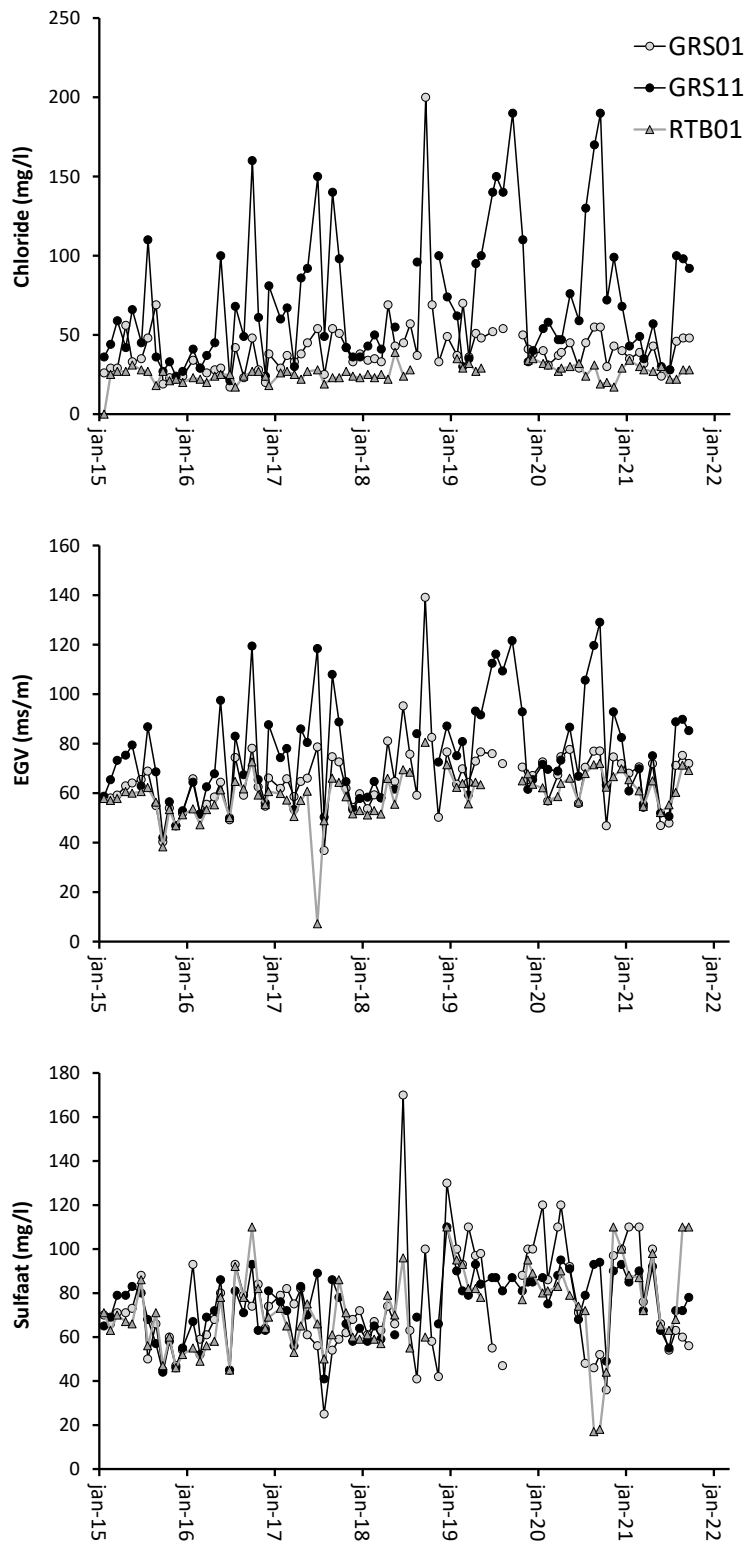
Figure 2.3. Waterquality monitoring locations around WWTP Winterswijk.

2.2.1 Methode van analyse

In de figuren 2.4 t/m 2.9 wordt het verloop van een aantal belangrijke waterkwaliteitsparameters gegeven in deze meetpunten. Op basis van observaties en verschillen worden conclusies getrokken over de huidige situatie. De waterkwaliteitsdata zijn afkomstig van Waterschap Rijn en IJssel.

2.2.2 Resultaten

We zien dat voor de locatie GRS11 de chlorideconcentraties en het EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen) hoog oplopen in de zomer (figuur 2.4). In de zomer vindt er veel minder verdunning plaats met water dat veel armer aan chloride is dan het RWZI water (regenwater en water vanuit de Whemer- en Ratumse beek). Hierdoor lopen de concentraties van chloride en hiermee de EGV op. In de zomer is het aandeel RWZI water in de Groenlose Slinge (relatief) groot. In de droge jaren 2018 t/m 2020 lopen de chlorideconcentratie op meetpunt GRS11 sterker op dan in overige jaren. Voor sulfaat is er sprake van een sterke toename vanaf het najaar van 2018 in de Whemerbeek en Ratumse beek. Dit is het gevolg van de sterke verdroging waardoor sulfaat vrijkomt door de oxidatie van gereduceerd zwavel in diepere bodemlagen die normaal gesproken niet droogvallen. In de natte wintermaanden spoelt dit sulfaat met het grondwater uit naar de beken. Ook droogvallende beekbeddingen kunnen leiden tot mobilisatie van sulfaat. In de zomermaanden nemen de concentraties weer af omdat er dan veel minder aanvoer van sulfaat is via het grondwater en er bovendien sulfaatreductie plaats kan vinden in de waterbodems. Voor meetpunt GRS11 is de variatie in de sulfaatconcentratie veel minder groot omdat er via de RWZI constant sulfaat wordt aangevoerd naar het oppervlaktewater; dus ook in de zomer.



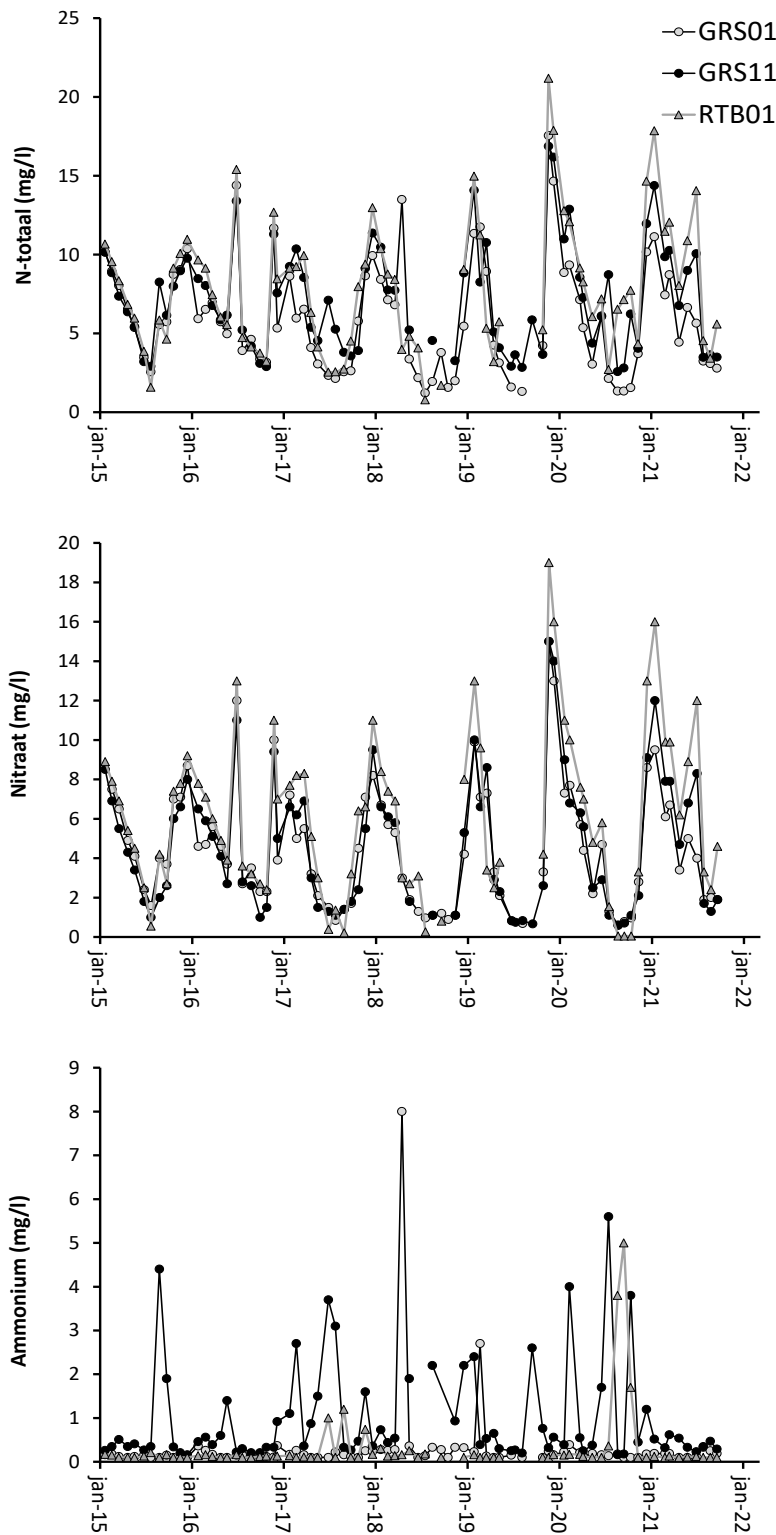
Figuur 2.4. Verloop van de chlorideconcentratie, EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen) en de sulfaatconcentratie voor meetpunten rond RWZI Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek bovenstrooms), RTB01 (Ratumsebeek bovenstrooms) en GRS11 (Groenlose Slinge benedenstrooms). Data van Waterschap Rijn en IJssel.

Figure 2.4. Chloride concentration, EGV (Electric Conductivity) and sulphate concentration for monitoring locations around WWTP Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek upstream), RTB01 (Ratumsebeek upstream) and GRS11 (Groenlose Slinge downstream). Data from Water Board Rhine and IJssel.

De totaal-N concentratie in het oppervlaktewater wordt op de drie meetpunten vooral bepaald door de nitraatconcentratie (figuur 2.5). De nitraatconcentraties zijn het hoogste in het najaar en winter en het laagste in de zomer. Dit komt omdat nitraat via het grondwater wordt aangevoerd naar de beken. Het nitraat in het grondwater is afkomstig van de uitspoeling uit landbouwbodems. In zowel de Whemerbeek als de Ratumse beek zijn de nitraatconcentraties vergelijkbaar hetgeen laat zien dat het grondwater op regionale schaal is verrijkt met nitraat. De toestroming van nitraatrijk (freatisch) grondwater naar de beken is het sterkste in de periodes met een neerslagoverschot. We zien hierbij dat de concentraties tussen de verschillende meetpunten niet heel sterk afwijken, met meestal iets lagere concentraties op meetpunt GRS11. Hieruit kunnen we afleiden dat de bijdrage van RWZI Winterswijk aan de nitraatconcentraties in het beekwater relatief klein is. De hoge nitraatconcentraties in het grondwater worden vooral bepaald door uitspoeling uit landbouwgronden. In de zomermaanden nemen de nitraatconcentraties sterk af. Dit komt omdat er veel minder nitraat wordt aangevoerd en omdat nitraat door opname door planten en algen en door denitrificatie (in de onderwaterbodem) uit het beekstelsel verdwijnt. Voor monsterpunt GRS11 zien we dat er ammoniumpieken optreden die veroorzaakt worden door lozing uit de RWZI Winterswijk. De pieken treden met name in de zomer op en de gemeten concentraties zijn zeer hoog. In het (relatief) natte jaar 2021 blijven deze ammoniumpieken achterwege. In combinatie met een hoge pH en hoge temperaturen kan een deel van het ammonium dissociëren naar het giftige ammonia.

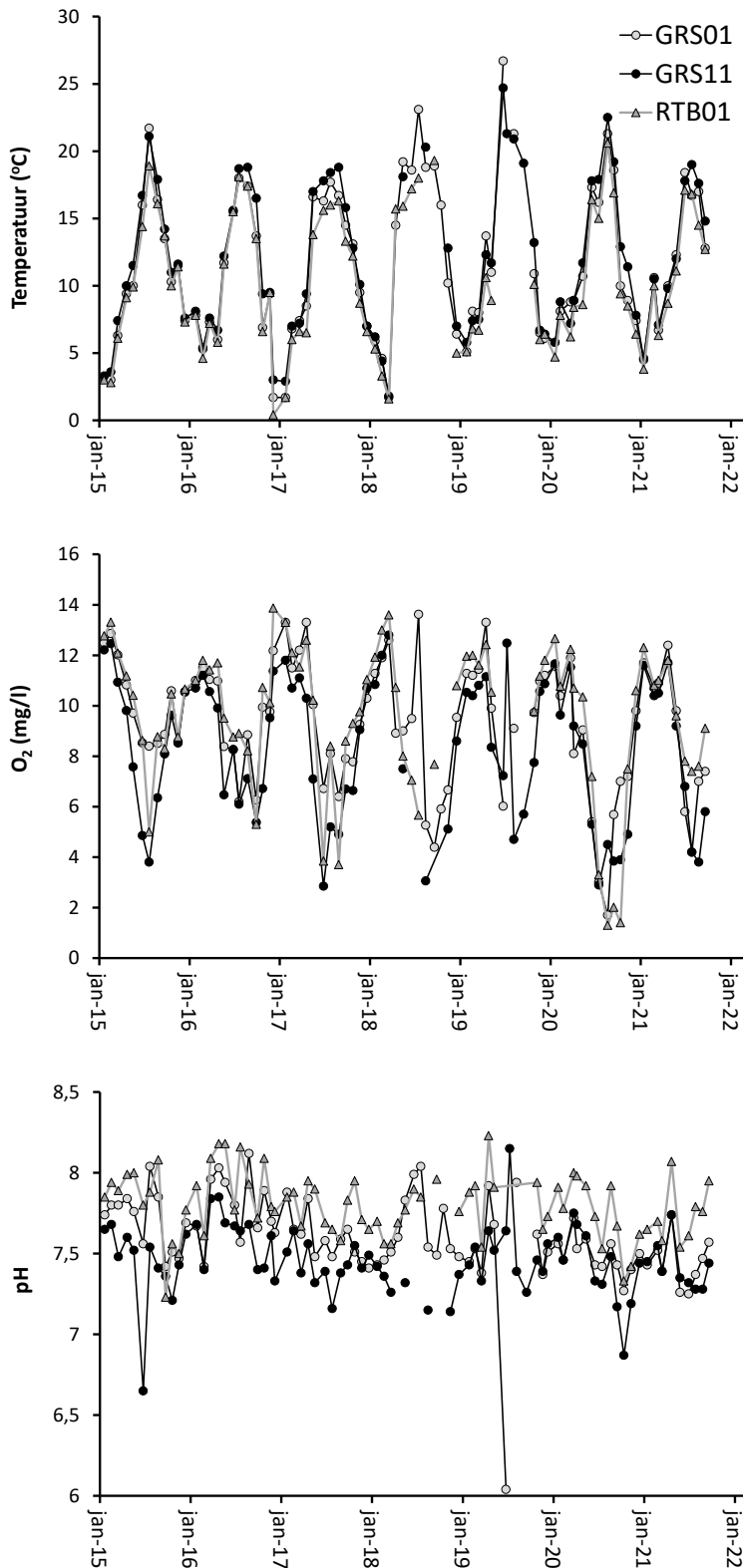
Op de drie meetpunten is de gemeten zuurstofconcentraties omgekeerd gecorreleerd met de temperatuur van het water. Hogere temperaturen stimuleren microbiële processen waardoor het zuurstof verbruik in het water toeneemt en bovendien kan er in warmer water minder zuurstof oplossen. Het zuurstof verbruik wordt verder beïnvloedt door de beschikbaarheid van afbreekbaar materiaal. Het kan hierbij gaan om dode algen en planten maar ook organische koolstof (opgelost of particulier) dat bijvoorbeeld uit de RWZI komt. Daarnaast kan ook een verhoogde ammoniumbelasting (uit de RWZI) leiden tot zuurstofverbruik (oxidatie van ammonium naar nitraat verbruikt zuurstof). Tenslotte heeft stroming een belangrijke invloed op het zuurstofgehalte. In stromend water kan er sneller zuurstof in het water oplossen dan in stilstaand water

We zien (figuur 2.6) dat op alle drie de meetpunten het zuurstofgehalte van het water in de zomer kan dalen tot waarden die lager liggen dan 6 mg/l. Dit is de grenswaarde waaronder macrofauna soorten die gevoelig zijn voor lage zuurstofgehalten verdwijnen. We zien in de veldmetingen dat de zuurstofconcentratie vaak lager is benedenstrooms van de RWZI. In 2020 is tussen eind augustus en half oktober de zuurstofconcentratie erg laag op het meetpunt in de Ratumse beek (RTB11) met concentraties lager dan 2 mg/l. We zien dat in dezelfde periode op dit meetpunt ook de ammonium-, en fosforconcentraties (figuren 2.5 en 2.7) erg hoog zijn. Dit zou samen kunnen hangen met een afname van de stroming, waardoor RWZI water mogelijk invloed heeft bovenstrooms en/of het optreden van anaërobie in de waterlaag waardoor uit de waterbodem nageleverd fosfor en ammonium kan accumuleren in de waterlaag.



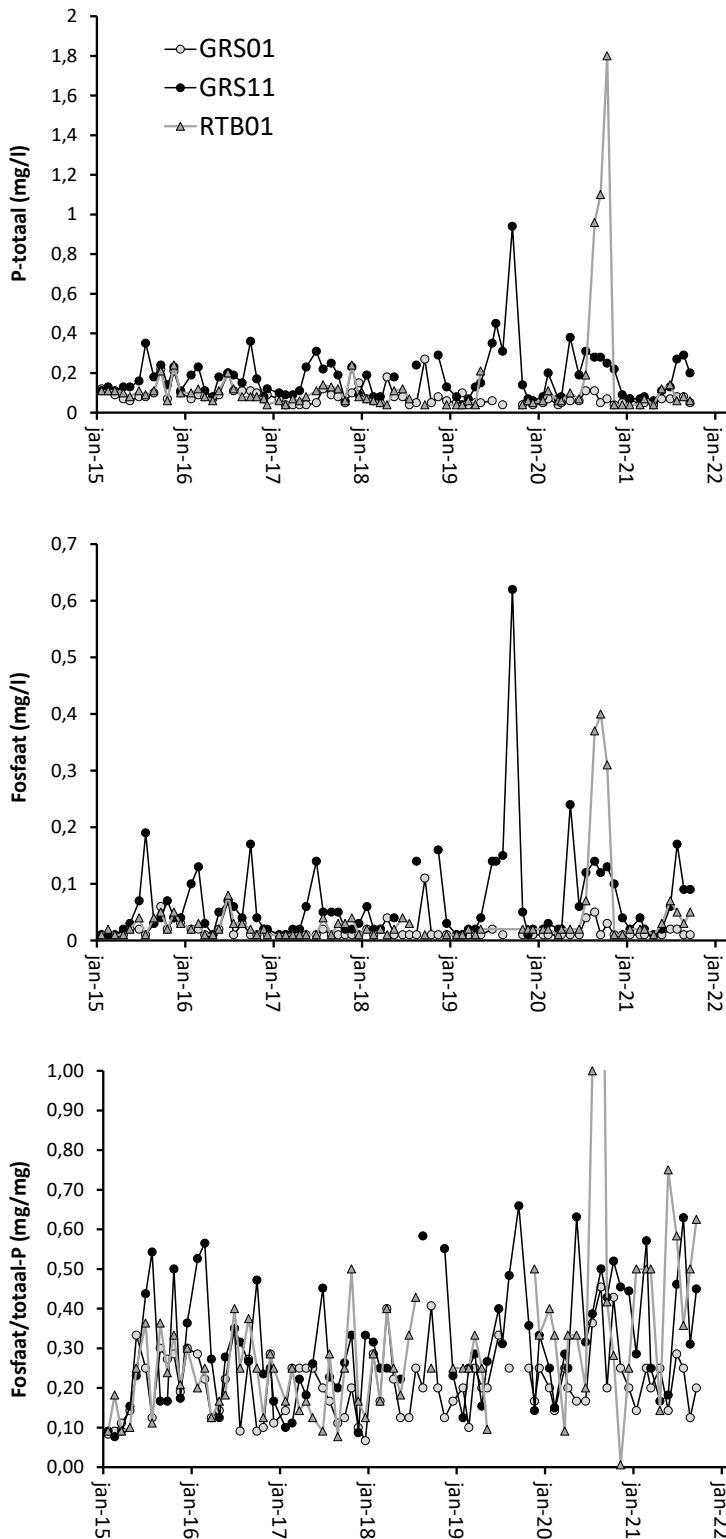
Figuur 2.5. Verloop van de N-totaalconcentratie in mg N/l, nitraatconcentratie in mg N/l en de ammoniumconcentratie in mg N/l voor meetpunten rond RWZI Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek bovenstrooms), RTB01 (Ratumsebeek bovenstrooms) en GRS11 (Groenlose Slinge benedenstrooms). Data van Waterschap Rijn en IJssel.

Figure 2.5. Total N concentration in mg N/l, nitrate concentration in mg N/l and the ammonium concentration in mg N/l for monitoring locations around WWTP Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek upstream), RTB01 (Ratumsebeek upstream) and GRS11 (Groenlose Slinge downstream). Data from Water Board Rhine and IJssel.



Figuur 2.6. Verloop van temperatuur, zuurstofconcentratie en de pH voor meetpunten rond RWZI Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek bovenstrooms), RTB01 (Ratumsebeek bovenstrooms) en GRS11 (Groenlose Slinge benedenstrooms). Data van Waterschap Rijn en IJssel.

Figure 2.6. Temperature, oxygen concentration and pH for monitoring locations around WWTP Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek upstream), RTB01 (Ratumsebeek upstream) and GRS11 (Groenlose Slinge downstream). Data from Water Board Rhine and IJssel.

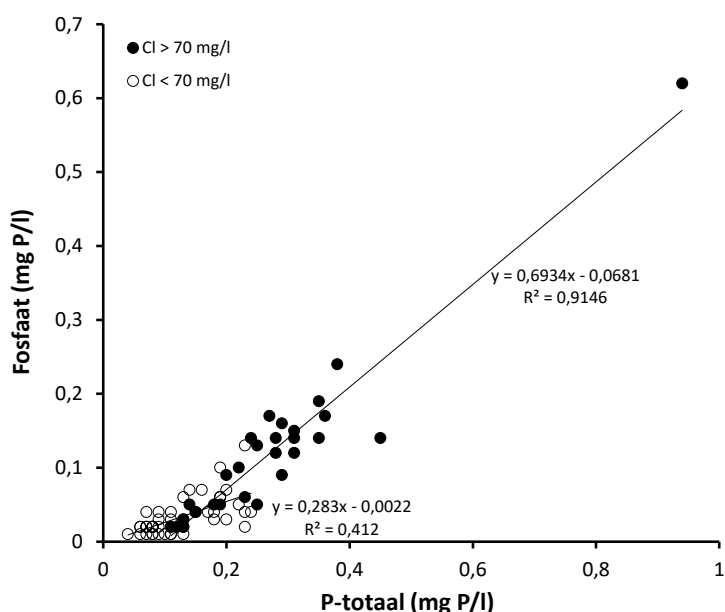


Figuur 2.7. Verloop van de P-totaalconcentratie in mg P/l, fosfaatconcentratie in mg P/l en de ratio tussen fosfaat en P-totaal voor meetpunten rond RWZI Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek bovenstrooms), RTB01 (Ratumsebeek bovenstrooms) en GRS11 (Groenlose Slinge benedenstrooms). Data van Waterschap Rijn en IJssel.

Figure 2.7. P-total concentration in mg P/l, phosphate concentration in mg P/l and the ratio between phosphate and P-total for measuring points around WWTP Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek upstream), RTB01 (Ratumsebeek upstream) and GRS11 (Groenlose Slinge downstream). Data from Water Board Rhine and IJssel.

De fosfor- en fosfaatconcentraties op de drie meetpunten laten duidelijk zien dat er een forse belasting plaatsvindt door de RWZI. Zowel de P-totaal als de fosfaatconcentraties zijn overwegend (veel) hoger op meetpunt GRS11 dan op de locaties GRS01 en RTB01 en dan met name in de zomer wanneer het aandeel RWZI water op locatie GRS11 het hoogst is. In het droge jaar 2019 lopen de concentraties op GRS11 het hoogst op tot 1 mg P/liter. Op monsterpunt RTB01 valt op dat de P-totaal- en fosfaatconcentraties zeer sterk oplopen tussen eind augustus en half oktober 2020. In deze periode is er ook sprake van een zeer sterke afname van de zuurstofconcentratie op deze locatie en tevens worden ook hoge ammoniumconcentraties gemeten. Dit suggereert dat nalevering uit de onderwaterbodem hier mogelijk een belangrijke rol speelt. Voor de locatie GRS11 is het onduidelijk in hoeverre nalevering van fosfor en ammonium uit de onderwaterbodem bijdragen aan de gemeten concentraties. Dit zou verder onderzocht kunnen worden door de nalevering uit de bodem te meten bij verschillende zuurstofconcentraties in de waterlaag.

Op monsterpunt GRS11 zien we dat in situaties waar het water sterk gedomineerd wordt door de RWZI (Figuur 2.8; chlorideconcentratie hoger dan 70 mg/L; zomer situatie) de fosfaatconcentratie gecorreleerd is met de P-totaal concentratie. Er is sprake van een achtergrond totaal-P concentratie van 0,07 mg/l. Een eerste inschatting is dat bij hoge chlorideconcentratie van alle P boven dit achtergrondgehalte gemiddeld 70 % als fosfaat in de waterlaag aanwezig is (deze fractie is beschikbaarheid voor algen en planten). Dit zou betekenen dat een belangrijk deel van de P-totaal fractie uit de RWZI in de huidige situatie direct biologische beschikbaar kan zijn.



Figuur 2.8. Fosfaatconcentratie uitgezet tegen de P-totaalconcentratie voor het water van de locatie GRS11 (Groenlose Slinge benedenstrooms RWZI Winterswijk). Data van Waterschap Rijn en IJssel. Onderscheid is gemaakt tussen watermonsters met chloride concentraties hoger en lager dan 70 mg/l. Water met hoge chlorideconcentraties wordt sterker beïnvloed door de RWZI.

Figure 2.8. Phosphate concentration plotted against the total P concentration for water of monitoring location GRS11 (Groenlose Slinge downstream WWTP Winterswijk). Data from the Rhine and IJssel Water Board. Distinction is made between water samples with chloride concentrations higher and lower than 70 mg/l. Water with high chloride concentrations is more strongly influenced by WWTP Winterswijk.

2.2.3 Discussie en Conclusies

In de Groenlose Slinge zien we na lozing van het effluent een toename van het Chloride gehalte, de EGV, het ammoniumgehalte en zowel het fosfaat-als P-totaalgehalte. De pH en het zuurstofgehalte dalen juist na lozing. De belasting via de RWZI Winterwijk heeft een zeer sterke invloed op de waterkwaliteit bij de (zeer) lage afvoeren vanuit de bovenlopen waarvan sprake is in de zomer. Daarnaast is er een hoge stikstof belasting van de beek als gevolg van hoge nitraatgehaltes in het bovenste grondwater, welke veroorzaakt wordt door belasting vanuit de landbouw.

De belangrijke knelpunten gerelateerd met de RWZI zijn naast de hoge fosfaatbelasting ook de ammonium belasting en het lage zuurstofgehalte. De ammoniumbelasting vanuit de RWZI moet sterk verlaagd worden en er zijn maatregelen nodig om het zuurstofgehalte boven de grenswaardes te houden. Een eerste inschatting is dat gemiddeld 70 % van het P in de RWZI als fosfaat in de waterlaag aanwezig is (deze fractie is beschikbaarheid voor algen en planten). Dit zou betekenen dat een belangrijk deel van de P-totaal fractie uit de RWZI in de huidige situatie direct biologische beschikbaar is. Ook het "niet fosfaat deel" dat vaak als DOP (opgelost organisch fosfor) fractie wordt aangemerkt kan mogelijk nog deels biologisch beschikbaar zijn of komen. Om eutrofiering tegen te gaan is het daarom sterk aan te raden om de totaal-P belasting die plaatsvindt via de RWZI zo ver mogelijk te verlagen.

2.3 Waterplanten

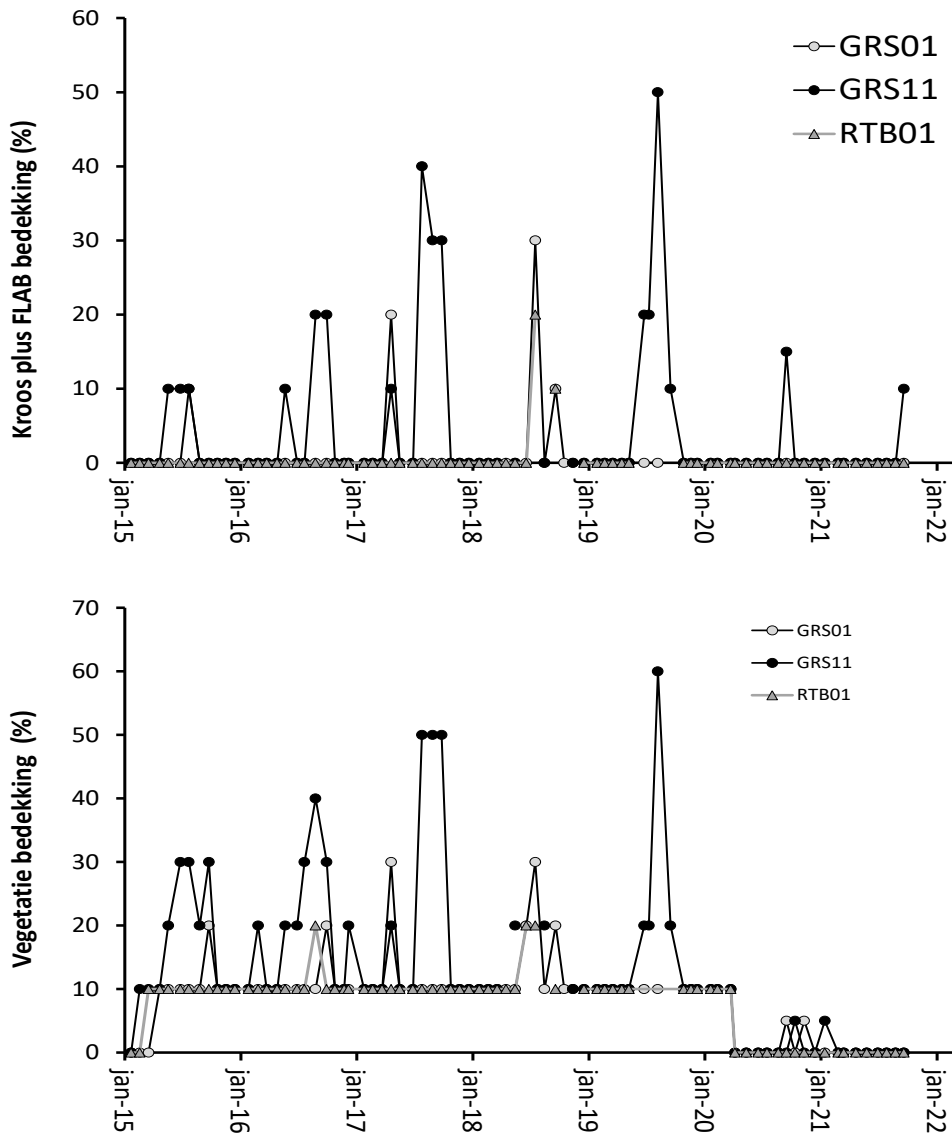
De waterplanten inventarisaties van het waterschap laten in de Groenlose Slinge op heel veel monsterpunten een dominantie zien van Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*), Gele plomp (*Nuphar lutea*) en kroossoorten. Daarnaast komen ook Schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) en Tenger fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*) frequent voor. Dit zijn allemaal eutrafente soorten die indicatief zijn voor voedselrijk water met een voedselrijke bodem.

Er wordt een relatie vermoed tussen het voorkomen van deze soorten en de aanwezigheid van een te voedselrijke waterbodem of de ophoping van slib. Op plekken met meer stroming worden meer bijzondere soorten gevonden (Lenssen et al., 2018). Deze observaties lijken overeen te komen met observaties in het project Grip op Slib (Loeb et al., 2021). De resultaten van dit project laten zien dat voedselrijke waterbodems de terugkeer van gewenste waterplantsoorten kunnen verhinderen, zelfs wanneer de nutriëntenconcentraties in het water aan de KRW-norm voldoen.

In Figuur 2.9 zien we ook dat met name in de zomermaanden op meetpunt GRS11 hoge bedekkingen met kroos en FLAB ('floating algae beds') worden gemeten tijdens de veldbemonsteringen. Dit hangt samen met de hoge beschikbaarheid van nutriënten in het water en de lage stroomsnelheid op deze locatie in de zomer.

Om eutrofiëring tegen te gaan is het sterk aan te raden om de totaal-P belasting die plaatsvindt via de RWZI zo ver mogelijk te verlagen. De ecologische winst voor waterplanten is zonder nadere detailanalyse van de waterplant gegevens lastig in te schatten. Er wordt geen grote ecologische winst verwacht bij het gaan voldoen aan de KRW-norm. Hiervoor zullen nutriënten veel verder moeten worden teruggedrongen. Enige ecologische winst is wel mogelijk.

Vanwege de relatie tussen het voorkomen van eutrafente soorten en ophoping van slib of het voorkomen van een te voedselrijke waterbodem is aandacht voor de toestand van de waterbodem en de slibhuishouding van belang.



Figuur 2.9. Verloop van de bedekking met Kroos en FLAB en de totale vegetatiebedekking voor de meetpunten rond RWZI Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek bovenstrooms), RTB01 (Ratumsebeek bovenstrooms) en GRS11 (Groenlose Slinge benedenstrooms). Data van Waterschap Rijn en IJssel.

Figure 2.9. Cover with duckweed and floating algae and the total vegetation cover for the monitoring points around WWTP Winterswijk, GRS01 (Whemerbeek upstream), RTB01 (Ratumsebeek upstream) and GRS11 (Groenlose Slinge downstream). Data from Water Board Rhine and IJssel.

3. Impact optimalisatie RWZI Winterswijk

Door specialisten van Waterschap Rijn en IJssel is bepaald welke effluentkwaliteit gewenst is na optimalisatie van RWZI Winterswijk. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een "beoogde effluentkwaliteit KRW" en bereikbare effluentkwaliteit met best beschikbare technieken (BBT).

Voor het voldoen aan de KRW doelen en doelen m.b.t. het zuurstofgehalte in de Groenlose Slinge is het niveau "beoogde effluentkwaliteit KRW" bepaald. Hierbij wordt voor de totaalgehalten van nutriënten alleen voor totaal-P gestreefd naar verbetering en wordt voor totaal-N aangehouden dat er geen verslechtering mag optreden in de effluentkwaliteit (principe one-in-is-all-in voor nutriënten). Ook zijn benodigde verlagingen van het ammoniumgehalte berekend. (WRIJ, 2021a)

Voor bepaling van de bereikbare effluentkwaliteit BBT, is uitgegaan van optimalisatie met bewezen zuiveringstechnieken. Het gaat hierbij om een combinatie van technische middelen op de RWZI zelf en een biologische nazuivering in de vorm van een helofytenfilter. Met het helofytenfilter wordt naar verwachting de gewenste daling in ammonium concentraties bereikt. De impact van het helofytenfilter op P-totaal was nog onduidelijk en is daarom niet meegenomen. De eerste indruk was dat afgezien van P-totaal de BBT naar verwachting voldoende verbetering bieden om de beoogde effluentkwaliteit ten behoeve van de KRW te halen. (WRIJ, 2021b)

Het niet behalen van de kwaliteit voor P wordt in verband gebracht met de aanwezigheid van een grote fractie (ca. 20 – 25% van het totale P) in de vorm van zogenaamd opgelost organisch P (Dissolved Organic Phosphorus of DOP). Dit P is moeilijk verwijderbaar met bewezen technieken als zandfilters. Uit Stowa onderzoek (Bruning et al., 2009) bleek dat dit mogelijk bestaat uit resistent organische P dat niet biologisch beschikbaar is (WRIJ, 2021b). Mogelijk is verwijdering hiervan daardoor ecologisch minder relevant. Om de fractie DOP wel te verwijderen zijn innovatieve technieken nodig (Kramer-Hoenderboom, 2021). Om in te schatten of niet biologisch beschikbaar DOP de oorzaak kan zijn van het niet behalen van de kwaliteit voor P heeft Rijn en IJssel een eerste test laten uitvoeren naar de biologische beschikbaarheid van P in het effluent van RWZI Winterswijk. Ook is de samenstelling van P in het effluent nader onder de loep genomen.

In 3.1 staan we stil bij de DOP fractie, biologische beschikbaarheid, de samenstelling van het effluent en vervolgonderzoeken op dit vlak. De resultaten van de uitwerking van de gewenste effluentkwaliteit en de effluentkwaliteit met de BBT (WRIJ, 2021b) worden samen met de huidige gemiddelde effluentkwaliteit nader besproken in paragraaf 3.2. Hierbij worden ook inschattingen gemaakt van de impact van verschillende P-reductie niveaus op P vrachten en concentraties. In 3.3 worden gemiddelde concentraties voor verschillende meetpunten weergegeven en wordt een indruk gegeven van de verwachte verandering in de Groenlose Slinge als gevolg van optimalisatie van de RWZI.

3.1 DOP fractie nader onder de loep

Een belangrijke vraag is in hoeverre de niet-fosfaat-fractie, vaak ook aangeduid als de DOP fractie (dissolved organic P), aanwezig in het effluent, moet worden gereduceerd om de ecologische doelen voor de Groenlose Slinge te halen.

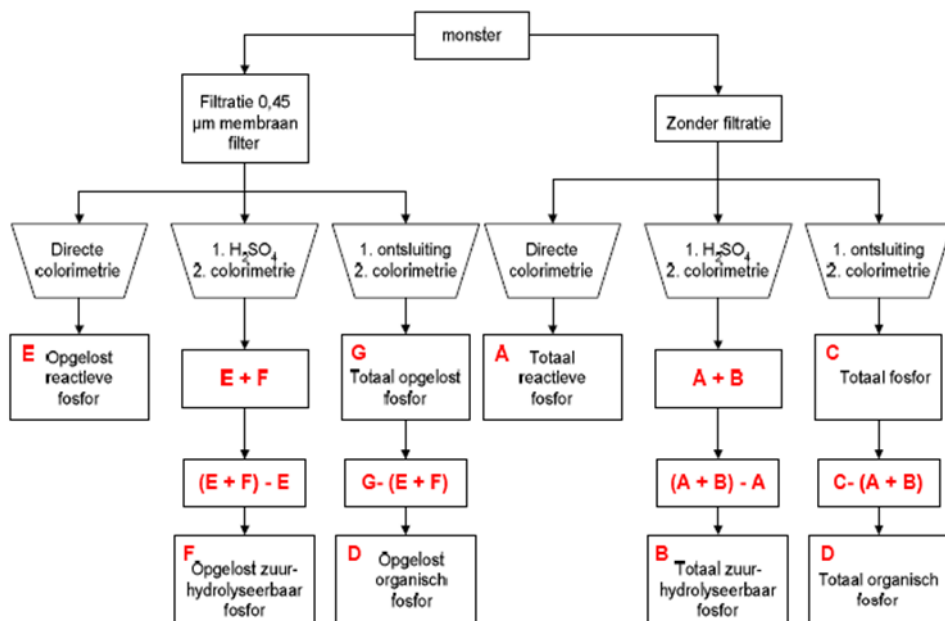
Allereerst is het dan van belang om even stil te staan bij de definitie van deze DOP-fractie of niet-fosfaat fractie. Om DOP te bepalen is het nodig om het effluent te filtreren. DOP wordt per definitie berekend uit het verschil tussen Totaal opgelost fosfor en de som van opgelost reactief fosfor en opgelost zuur hydrolyseerbaar fosfor (zie figuur 3.1, G-(E+F)). DOP wordt

soms ook gebruikt om het verschil tussen totaal opgelost-P en reactief fosfaat (G-E) aan te duiden. Dit is een versimpeling, en in principe niet correct.

Voor een heldere analyse rond de bijdrage van de niet fosfaat fractie is het dus van belang om ook te kijken naar de gebruikte analyse- en berekeningsmethoden en zoveel mogelijk aan te sluiten bij bestaande standaarden. Er zou ook onderzoek gedaan kunnen worden naar de chemische verbindingen waaruit de verschillende fosforfracties bestaat. De afbreekbaarheid op langere termijn in watersystemen is relevant. Mogelijk kan de DOP-fractie op termijn als fosfaat beschikbaar komen. In de praktijk leiden verschillende analysemethoden nog wel eens tot verschillende resultaten. Zo kan er in zuurstofarm water dat relatief veel ijzer bevat een (sterke) onderschatting van de fosfaatconcentratie plaatsvinden omdat fosfaat met ijzer neerslaat tijdens de kleurreactie.

Uit de voorlopige resultaten van het eerste onderzoek naar de biologische beschikbaarheid van P in het effluent door het NIOO (Gsell & de Senerpont Domis, 2021) blijkt dat 84% van de totaal opgeloste P fractie van het onderzochte effluentmonster van RWZI Winterswijk opgenomen kan worden door algen en dus biologisch beschikbaar is. Dit zou betekenen dat in dit monster ca 16% van het P niet biologisch beschikbaar is. Dit is minder dan de 20-25% die verwacht werd (WRIJ, 2021b). Uit het onderzoek bleek dat de biologisch beschikbare fractie groter was dan de reactieve fosfor fractie (71%). Deze gevonden reactieve fosfor fractie was veel hoger dan waarden gevonden in effluent analyses in opdracht van WRIJ (36%, mrt-aug 2020, WRIJ, 2021c), de orde van grootte is gelijk aan de inschatting in figuur 2.8. Met de beoogde P verwijdering na optimalisatie (zie tabel 3.1) zal 15-51% van het P verwijderd worden en zal nog lang niet al het biologisch beschikbaar P uit het RWZI effluent verwijderd worden. Het aandeel biologisch beschikbaar P in het effluent zal na optimalisatie wel dalen tot 81% - 67 % (Het aandeel wordt berekend via $(84-a)/(100-a)\%$, waarin a het percentage verwijdering is). Hierdoor zal de biologisch beschikbare effluentconcentratie bij 51% P verwijdering onder het gewenste niveau voor de effluentconcentratie komen (biologisch beschikbaar $\leq 0,15$ mg/l).

Bovenstaande laat zien dat op basis van de voorlopige resultaten van het huidig onderzoek geconcludeerd moet worden dat ook na optimalisatie het grootste deel van het totaal-P in het effluent wel biologisch beschikbaar zal zijn. Nader onderzoek naar de biobeschikbaarheid van stikstof en fosfaat in RWZI-effluent is zeker interessant. Er is ook aanleiding om aandacht te besteden aan analyse- en berekeningsmethodes, en om nader onderzoek te doen naar de hoeveelheid reactief fosfaat in het effluent.



Figuur 3.1. Analytische stappen voor de bepaling van de verschillende fosforfracties. (Vanhoof et al, 2008)

Figure 3.1. Analytical steps for the determination of the different phosphorus fractions (Vanhoof et al, 2008).

3.2 Beoogde verandering in effluentconcentraties

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de beoogde verandering in effluentconcentratie. De veranderingen worden per parameter nader besproken.

Stikstof

Voor Stikstof (N) wordt geen verandering in effluentconcentratie beoogd. Er wordt gestreefd naar geen verslechtering waarbij de gemiddelde concentratie in het effluent van de periode 2015-2017 niet overschreden mag worden. Voor stikstof en fosfor wordt gewerkt volgens het principe one-in-is-all-in voor nutriënten. Er wordt ingezet op het behalen van doelen voor fosfor omdat hier het grootste ecologisch effect verwacht wordt.

Ammonium

Uit tabel 3.1 blijkt dat aanpak van de RWZI leidt tot significante reductie van ammonium. Het wintergemiddelde daalt met 38% en het zomergemiddelde zelfs met 66%. Omdat bij afbraak van ammonium zuurstof gebruikt wordt, is de ammoniumconcentratie ook meegenomen in zuurstofberekeningen (zie later).

Fosfor/Fosfaat

Voor fosfor zal de jaargemiddelde concentratie na optimalisatie afnemen met 15-51%, afhankelijk van het behaalde zuiveringsrendement. Voorlopige onderzoeksresultaten laten zien dat een deel van het fosfor mogelijk niet (direct) biologisch beschikbaar is. Hiernaar wordt nog nader onderzoek gedaan. Voor fosfor leidt deze concentratie niet tot de beoogde effluentconcentratie benodigd voor de KRW. Om een afweging te maken hoe ernstig dit is, wordt een globale inschatting gegeven van de verwachte impact hiervan op waterkwaliteit en ecologie (3.2) benedenstrooms.

Tabel 3.1. Beoogde en huidige effluentconcentratie RWZI Winterswijk samen met het verwachte effect van optimalisatie met best beschikbare technieken (BBT; WRIJ, 2021b). Na optimalisatie wordt onderscheid gemaakt in gehalten voor en na de nazuiveringstap. Ook is het reductiepercentage weergegeven. Wanneer de beoogde kwaliteit haalbaar geacht wordt, is dit aangegeven met H, anders wordt de verwachte waarde weergegeven.

Table 3.1. Intended and current effluent concentration of WWTP Winterswijk together with the expected effect of optimization with best available techniques (BAT; WRIJ, 2021b).

	type	beoogd	huidige	na optimalisatie RWZI BBT		
	weergave ^a	effluent	effluent	effluent	effluent	reductie
		KRW ^b	RWZI ^c	RWZI	nazuivering	
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%
Ntot	jg	8	5,75	H	H	
NH4	wdg	4	n.d.	H	H	
	zdg	2,1	n.d.	H	H	
	wg	1,7	2,75	1,7-2	H	38%
	zg	0,9	2,65	0,9-1,1	H	66%
P	jg	0,15	0,39	0,19-0,33	0,19-0,33	51-15%
O ₂	dg	>6	n.d.	H	H	sign.
medicijnresten		cbm ^d	n.d.	H	H	sign.

a type weergave: jg = jaargemiddelde, wdg = winterdaggemiddelde, zdg = zomerdaggemiddelde, wg = wintergemiddelde, zg = zomergemiddelde, dg = daggemiddelde

b gebaseerd op uitgangspunten in WRIJ (2021a)

c gebaseerd op gegevens uit Kalkwijk (2015)

d conform bijdrage regeling ministerie: > 70% verwijdering medicijnresten, 50% vermindering biol. Effecten.

In Tabel 3.2 worden de jaargemiddelde debieten, vrachten en concentraties gegeven rond RWZI Winterswijk. Vlak voor de RWZI komen de Ratumse beek en Whemerbeek samen en stromen deze verder als de Groenlose Slinge (zie figuur 2.3). Op dit moment is de RWZI verantwoordelijk voor 56% van de fosforvracht door de Groenlose Slinge. De Ratumse Beek draagt ook significant bij aan de fosforvracht. In deze beek ligt de zomergemiddelde totaal P concentratie (0,15 mg/l¹) ruim boven de jaargemiddelde concentratie (0,11 mg/l, zie tabel 3.2) en ook ruim boven de GEP waarde voor de Groenlose Slinge (0,11 mg/l). Aanpak van de Ratumse beek zou dus ook kunnen bijdragen aan het halen van de KRW doelen. Om voor de Ratumse beek de GEP waarde te halen is er ca 25% reductie nodig van de zomer concentratie.

Tabel 3.3 laat zien wat de verwachte vracht en concentratievermindering zal zijn door het optimaliseren van de RWZI. De huidige jaargemiddelde concentratie vlak na de RWZI is 0,18 mg/l P. Afhankelijk van de gekozen en behaalde zuivering kan een vermindering van 0,01, 0,05 en maximaal 0,06 mg/l P bereikt worden vlak na de RWZI. Hierbij is ter illustratie ook aangegeven wat het effect zou zijn van reductie van de fosforgehaltes van de Ratumse Beek tot op GEP niveau.

¹ De zomergemiddelde concentratie berekend voor 2010-2014 (kalkwijk, 2015) en voor 2015-2021 (data van waterschap Rijn & IJssel) komen overeen.

Zuurstof

De toename van zuurstof is significant. Op dit moment is het jaargemiddelde zuurstofgehalte in het effluent 2,5 mg/l en ligt de maximumwaarde op 3,6 mg/l. Een toename tot boven de 6 is dus een grote verbetering. Het is wel van belang dat dit samengaat met het verminderen van zuurstofvragende stoffen, anders zal het zuurstofgehalte benedenstrooms snel naar beneden zakken.

Medicijnresten

De beoogde afname van medicijnresten is significant. Conform de bijdrageregeling van het ministerie wordt een verwijdering van meer dan 70% van gedefinieerde gidsstoffen nagestreefd en 50% afname van biologische effecten in gedefinieerde bioassays.

Tabel 3.2. *Debietten, P-concentraties en P-vrachten bij RWZI Winterswijk gemiddeld over 2010-2014 (kalkwijk, 2015).*

Table 3.2. *Flow rates, P concentrations and P loads at Winterswijk WWTP averaged over 2010-2014 (Kalkwijk, 2015).*

	vracht	t-P	debiet	vracht
	kg/d	mg/l	%	%
Whemerbeek	0,7	0,07	17	7%
Ratumse beek	3,6	0,11	59	37%
Effluent	5,4	0,39	24	56%
Groenlose Slinge	9,7	0,18	100	100%

Tabel 3.3 *Vermindering van vrachten en concentraties als gevolg van verschillende P maatregelen.*

Table 3.3 *Reduction of loads and concentrations as a result of various P measures.*

Maatregel (reductie van P)	vermindering vracht		jg conc. GRS11
	kg/d	%	mg/l
Effluent naar 0,33	-0,83	-9%	0,16
Effluent naar 0,19	-2,77	-29%	0,13
Effluent naar 0,15	-3,32	-34%	0,12
Ratumse Beek naar GEP (0,11)	-0,96	-10%	0,16

3.3 Verwachte verandering als gevolg van optimalisatie RWZI

Het verloop van het totaalgehalte aan stikstof, fosfor en zuurstof langs de Groenlose Slinge is weergegeven in Tabel 3.4. Op basis van deze tabel en Figuur 3.2 Kunnen we concluderen dat de impact van de RWZI op concentraties in de Groenlose Slinge hoog zal zijn totdat de Beurzerbeek zich bij de Groenlose Slinge voegt. De Beurzerbeek levert 39% (zomer) tot 48% (winter) van het totale debiet benedenstrooms (Groenlose Slinge + bypass; Kalkwijk, 2015). De bypass takt van de Groenlose Slinge af, vlak voor de Beurzerbeek zich bij de Slinge voegt en voegt zich voor Groenlo weer bij de hoofdstroom. Het water dat door de bypass stroomt wordt daardoor langer sterk beïnvloed door de RWZI. De bypass voert 72% (zomer) tot praktisch het volledige debiet (winter) van de bovenstroomse Slinge af. Ten noorden van Groenlo buigt de Slinge eerst westwaarts waarna het water uiteindelijk weer in noordwestelijke richting naar de Berkel stroomt. Vlak voor de monding bij Borculo voegt de Meibeek zich nog bij de Berkel. Na Groenlo (GRS02, data niet getoond) is het zomergemiddelde P gehalte gedaald tot ca 0,10 mg/l. Bij de monding (GRS20) zijn de

nutrientgehaltenes behoorlijk gedaald ten opzichte van het punt vlak na de RWZI (GRS011). De GEP en toestandswaardes zijn gemiddelde waardes voor de hele Groenlose Slinge. In 2020 wordt het GEP nog niet gehaald voor nutriënten (Vanwege het one in is all-in principe, is halen van het GEP voor alleen P het doel).

De verlaging van de fosforconcentraties als gevolg van optimalisatie zal naar verwachting vooral te merken zijn in de Slinge direct na de RWZI tot de instroom van de Beurzerbeek, en op de concentraties in de bypass. In het traject na uitstroom van de bypass tot Groenlo worden waarschijnlijk ook nog significant verlaagde gehalten gevonden. Voorbij Groenlo liggen de zomergemiddelde concentraties nu beneden de 0,1 mgP/l. Hier zal de afname naar verwachting beperkter zijn. In de zomer, bij lage afvoer, kan er misschien ook sprake zijn van een positieve invloed van optimalisatie op de waterkwaliteit net bovenstrooms van de RWZI.

Tabel 3.4. Concentraties van nutriënten en zuurstof relevant voor de Groenlose Slinge (data 2015-2020 als niet anders is aangegeven). Meetpunten in de Groenlose Slinge en instromend water, en waarden bepaald voor de KRW.

Table 3.4. Concentrations of nutrients and oxygen relevant to the Groenlose Slinge (data 2015-2020).

Parameter weergave ^a	Whemer	Ratumse	effluent	na RWZI	Beurzer	net voor	Toestand	GEP ^d
	Beek	Beek	RWZI ^b		Beek	Borculo	Groenlose Slinge	
	GRS01	RTB01		GRS01 1	BZB01 ^c	GRS20	KRW factsheet ^d	
Tot-N zg mg/l	4,04	5,26	5,33	5,28	4,22	2,50	4,0	2,3
Tot-P zg mg/l	0,08	0,15	0,38	0,23	0,06	0,06	0,12	0,11
O ₂ jg mg/l	9,33	9,73	2,54	8,36	9,98	9,60	79 ^e	70-120 ^e

a type weergave: jg = jaargemiddelde, zg = zomergemiddelde

b gebaseerd op gegevens 2010-2014 uit Kalkwijk (2015)

c gebaseerd op gegevens 2010 – 2019 ivm weinig recente data

d Toestand en GEP (=Gewenst Ecologisch Potentieel) voor 2020 uit KRW factsheet.

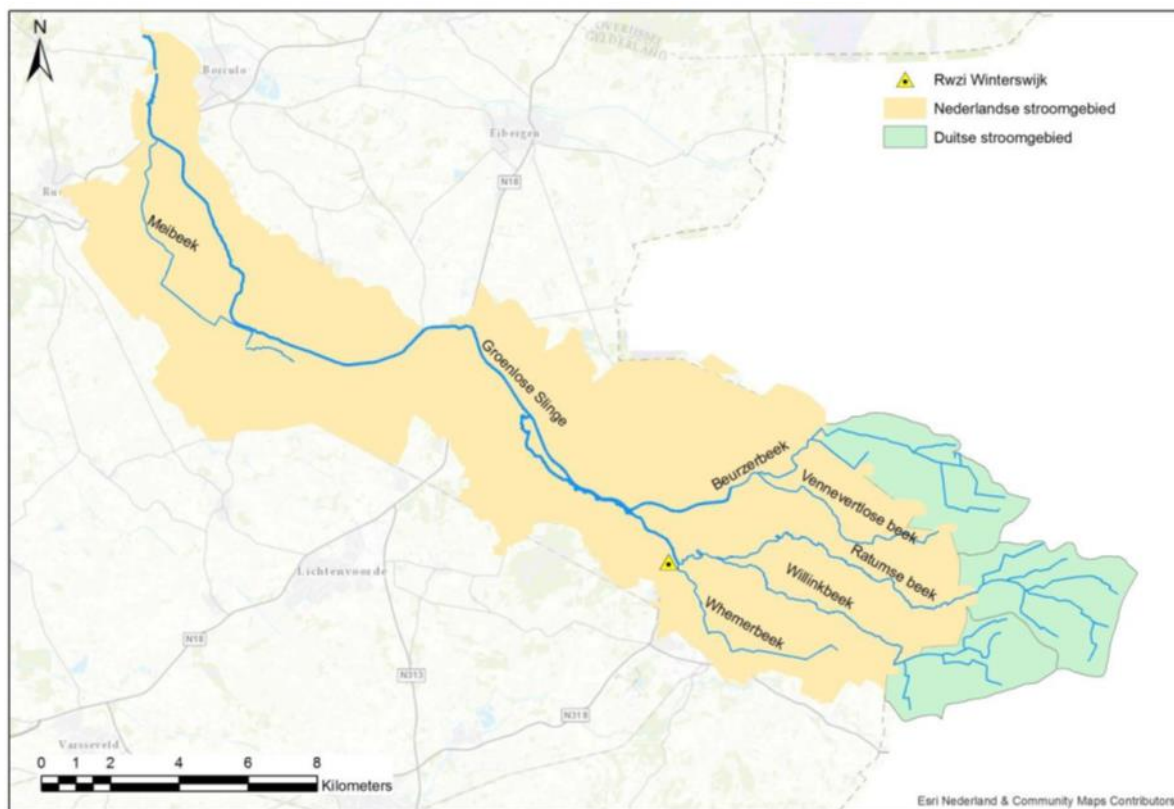
e O₂ is hier gegeven als zomergemiddelde zuurstofverzadiging (100 % verzadiging = 10 mg/l bij 13,9° C en ca. 9 mg/l bij 20°C).

De aanleg van de nazuivering kan mogelijk ook het P gehalte verminderen, doordat het helpt om pieken op te vangen in het effluent bijvoorbeeld pieken in ZS gehalte als gevolg van eventuele slibuitspoeling vanuit de RWZI. Dit is nu nog niet meegenomen (tabel 3.1). Afhankelijk van het ontwerp van de nazuivering zullen verschillende stoffen in meer of mindere mate bezinken, worden omgezet of gebonden (retentie).

De afname van de P en N concentraties in de Groenlose Slinge van meetpunt GRS011 tot GRS20 is deels het gevolg van verdunning door aanvoer via regenwater en zijbeken en ook het gevolg van retentieprocessen.

De Klein (2008) heeft een uitgebreide studie uitgevoerd naar retentie. In deze studie is ook de retentie in de Groenlose Slinge voor de periode van 1997 – 2002 bepaald. Hij vond een afname van 26% voor stikstof en een afname van 44% voor fosfor. De retentie is een maat voor de verwijdering in % van de totale input. Het belangrijkste verwijderingsproces voor stikstof is denitrificatie. Voor fosfor is dit binding en bezinking, met andere woorden verwijdering uit het water maar niet uit het systeem, er vindt ophoping in de bodem of afzet op de oevers van het watersysteem plaats.

De retentie blijkt afhankelijk te zijn van de input en de verblijftijd. Retentie is omgekeerd afhankelijk van de inverse maat van de verblijftijd Q/SW . Waarbij Q het debiet voorstelt en SW staat voor "surface water" en wordt uitgedrukt in het areaal aangetakt oppervlaktewater in het stroomgebied. Er is dus sprake van meer retentie als het debiet in verhouding tot het areaal oppervlaktewater afneemt. Dit kan door het drainage en rivienetwerk te vergroten, of door aanleg of aankoppeling van meren en plassen in het stroomgebied.



Figuur 3.2. Hele stroomgebied van de Groenlose Slinge. De stad Groenlo ligt iets links van het midden in de "oksel" van de Slinge ten zuiden van Eibergen.

Figure 3.2. Total Catchment of the Groenlose Slinge.

Wanneer de fosforgehaltes dalen na optimalisatie zal het "dynamisch evenwicht" met de waterbodembodem wat er is ontstaan als gevolg van retentieprocessen veranderen. De waterbodembodem en afgezet slib bevat een grote voorraad P deels gebonden aan minerale deeltjes en deels aanwezig in het organische materiaal. Door verandering in het "dynamisch evenwicht" kan mineraal gebonden P in oplossing gaan en kunnen opgewerkte slibdeeltjes relatief nutriëntrijker zijn dan passend bij de nieuwe situatie. Concentraties benedenstrooms kunnen hierdoor in eerste instantie minder dalen dan verwacht.

Ook in situaties met lage zuurstofgehaltes, bij warm weer en weinig stroming, bestaat er de kans dat de waterbodembodem P gaat naleveren naar het water. De verbetering van de zuurstofhuishouding na optimalisatie zal het risico op deze nalevering verkleinen.

Om meer inzicht te krijgen in de zuurstofhuishouding is een gedetailleerde modelstudie uitgevoerd (De Klein, J. 2020). Uit deze modelstudie blijkt dat in de huidige situatie in het traject na de RWZI tot het midden van de bypass en hoofdloop het zuurstofgehalte 100 – 150 dagen per jaar beneden de toetswaarde ligt van 6 mg/l zuurstof voor de bypass en 5 mg/l voor de hoofdloop. Ook aan het begin van de Whemerbeek wordt de toetswaarde niet gehaald.

Door ophogen van het daggemiddelde zuurstofgehalte in het effluent en door NH₄ pieken aan te pakken, zoals beoogd bij de optimalisatie, verandert dit naar ca. 20 dagen per jaar in het midden van de bypass en hoofdloop en in de Whemerbeek en 40 dagen per jaar net na de RWZI en in de zandvang iets verder stroomafwaarts voordat de bypass aftakt. De verwachting is dat dit ecologische winst gaat opleveren voor macrofauna.

Doordat de trofie-toestand van de beek niet alleen bepaald wordt door de concentratie aan voedingstoffen in het water maar ook door de beschikbaarheid van voedingstoffen in de bodem (vaak bepaald met behulp van de poriewaterconcentratie van de bodem) zal naar verwachting de toestand van de waterbodem sterk bepalend zijn voor waterplanten. Wortelende waterplanten nemen de voedingsstoffen direct op uit de bodem. Enige ecologische winst voor waterplanten als gevolg van de optimalisatie is op termijn wel mogelijk.

4. Doelen en maatregelen

4.1 Doelen

De Groenlose Slinge behoort tot het KRW watertype R5: Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand. De gewenste situatie is als volgt omschreven: "een permanent stromende laaglandbeek met zandbanken, overhangende oevers en stroomkuilen, geflankeerd door overstromingsvlaktes en deels beboste oevers". Aan de Groenlose Slinge is het kenmerk 'sterk veranderd' toegekend. Op basis hiervan zijn de ecologische doelen (de EKR's) naar beneden toe bijgesteld in de KRW factsheet (zie bijlage 4). De afgeleide nutriëntengehaltes behorend bij een zeer goede toestand zijn een totaal-P gehalte kleiner of gelijk aan 0,06 mg/l en een totaal-N gehalte kleiner of gelijk aan 2 mg/l (Stowa, 2018). Voor nutriënten wordt een GEP nagestreefd, gelijk aan de goede toestand (een concentratie totaal-N van 2,3 mg/l, totaal-P van 0,11 mg/l) in combinatie met het principe one in is all-in (of N-totaal of P-totaal, moet aan deze waarde voldoen).

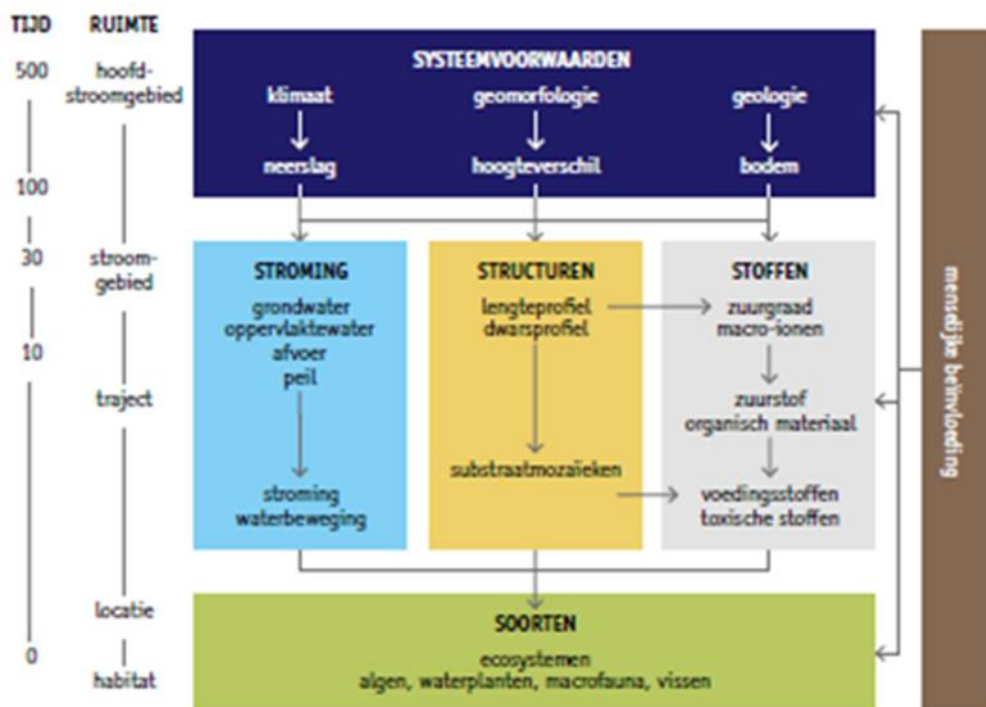
4.2 Voorgenomen maatregelen

Het waterschap beschrijft een aantal maatregelen in de KRW factsheet, waarvan optimalisatie van RWZI Winterswijk er één is. De optimalisatie en het verwachtte effect hiervan is besproken in het vorige hoofdstuk. In deze paragraaf bespreken we de samenhang met andere potentiële maatregelen die de ecologische kwaliteit ten goede kunnen komen, waarvan er een aantal in meer detail zijn beschreven onder 'overige maatregelen'.

4.2.1 Samenhang van stuurfactoren en maatregelen

5-S-model

In het handboek 'Beken stromen' wordt het zogenoemde 5-S-model voor beken (Verdonschot et al., 1998) gepresenteerd. Het 5-S-model betreft een conceptueel model van aquatische ecosystemen met een hiërarchische ordening naar ruimtelijke en temporele schaal van relevante milieufactoren (Figuur 4.1). Het 5-S-model onderscheidt vijf groepen met milieufactoren: 'Systeemvoorwaarden', 'Stroming', 'Structuren', 'Stoffen' en 'Soorten'. Het samenspel tussen, de werking van, de dominantie van en de terugkoppeling door deze vijf factorgroepen bepalen uiteindelijk het functioneren van het ecosysteem en de levensgemeenschappen die er voorkomen.



Figuur 4.1. Het 5-S-model, conceptueel model voor aquatische beekecosystemen met een hiërarchische ordening naar ruimtelijke en temporele schaal van relevante milieufactoren
Figure 4.1. The 5-S-model, conceptual model for aquatic streamecosystems with a hierarchical order to spatial and temporal scale of relevant environmental factors.

Op het schaalniveau van een stroomgebied wordt het ecologisch functioneren van een beekstelsel bepaald door systeem(rand)voorwaarden die op een grote ruimtelijke en temporele schaal invloed uitoefenen, zoals klimaat, geologie en geo-hydrologische en -chemische processen. Op een kleinere schaal speelt stroming een zeer belangrijke rol voor het functioneren van het systeem. Hiermee wordt de hydrologie van het grond- en oppervlaktewater bedoeld van grond- en oppervlaktewaterstroming op beekschaal tot de hydraulica op locatieschaal. De waterstromen hebben op hun beurt effect op de ontwikkeling van het lengte- en dwarsprofiel van de beek, oevervorm en bodemstructuur (samenstelling beddingssubstraten). Daarnaast hebben ze effect op de stofstromen, de fysisch-chemische aspecten. Samen vormen deze drie aspecten voor variatie in levensomstandigheden voor organismen in het watersysteem. De soorten zijn vooral responsvariabelen, die reageren op de patronen en processen in milieufactoren stroming, structuren en stoffen. Echter, sommige soorten oefenen zelf invloed uit op de milieufactoren, wat ze sturend maakt. Daarnaast reageren soorten ook op elkaar, de biotische interacties, wat voor sommige soorten net zo belangrijk kan zijn als de respons op het milieu.

Bij het nemen van maatregelen is het van belang dat eerst gekeken wordt naar de samenhang tussen en hiërarchie in verschillende groepen van factoren in het watersysteem. Een integrale aanpak is nodig, want wanneer er knelpunten liggen op verschillende vlakken, bijvoorbeeld in zowel de hydrologie (stroming) als in de stoffen (lozing RWZI), dan moeten beide aangepakt worden om een substantiële ecologische verbetering te bewerkstelligen.

4.2.2 Overige maatregelen

In de KRW factsheet (Bijlage 4) staat een aantal maatregelen genoemd die samen met optimalisatie van de RWZI tot ecologische verbetering zullen leiden, waaronder een aantal beekherstelmaatregelen voor het 14 kilometer lange traject Winterswijk-Groenlo. Deze maatregelen worden hieronder kort besproken.

Herinrichting

Plan is om het zomerbed te versmallen in combinatie met het (laten) bebossen van de oevers. Een verkleind profiel ten behoeve van betere stromingscondities bij lage afvoer kan gecombineerd worden met overstromingsvlaktes om grote hoeveelheden water te kunnen verwerken tijdens perioden van hoge afvoer. Meer stroming biedt kansen voor stroming minnende soorten (veelal kenmerkende soorten of doelsoorten) en zorgt voor meer habitatvariatie via interactie met het beddingsubstraat en voor gunstigere milieuomstandigheden (bijv. meer zuurstof). Het effect van stroming wordt versterkt door de aanwezigheid van bomen op de oever, iets waarin in het plan voorzien is. Een voordeel van meer stroming is ook dat aanwas van slib op de beekbodem verminderd wordt. De aanleg van overstromingsvlaktes waar water kan wordt geborgen en weer langzaam afgegeven wordt aan de beek zou ook positief kunnen doorwerken op de retentie van stoffen.

Voor het hydrologisch en morfologisch herstel van de Groenlose Slinge is het nodig om een realistisch streefbeeld op te stellen waarbij de vraag gesteld kan worden: is de gekanaliseerde loop in huidige vorm noodzakelijk i.v.m. waterveiligheid?

Indien ja, dan moet worden ingezet op de hydrologische optimalisatie van de al eerder aangelegde bypass. Deze heeft nu al betere stromingscondities dan hoofdloop, maar nog niet op het niveau van de beektakken bovenstrooms. Dit is mogelijk door veranderingen aan te brengen aan de inlaatconstructie. Een aandachtspunt ter verbetering, aangegeven in Kwak & Stortelder (2007), is dat de waterdynamiek te gering is doordat de knijpstuw aan het begin van de bypass de piekafvoeren in de hoofdloop leidt. Daardoor treedt er geen dynamisch proces van erosie en sedimentatie op in de bypass.

Kwak & Stortelder (2007) geven echter aan dat de bypass nu te diep insnijdt en er dus erosie maar geen sedimentatie optreedt. Om dit te herstellen kan mogelijk de bodem opgehoogd worden, bijvoorbeeld door zandsuppletie in combinatie met het aanbrengen van dood hout. Verder suggereren ze om oude beeklopen aan te takken waar mogelijk. Ook moet de bypass ruimte hebben om te kunnen inunderen bij veel afvoer, zodat de stromingsenergie beter verspreid wordt in plaats van geconcentreerd in te werken op de loop.

Aanpak N en P aanvoer vanaf bovenstrooms

Onder 'Maatregelen andere partijen' is deze maatregel ook opgenomen in de KRW factsheet. De P- vracht vanuit de Ratumse beek is bijvoorbeeld aanzienlijk (Tabel 3.2); circa 2/3 van de huidige vracht vanuit de RWZI. Gebleken is dat het P-gehalte toeneemt in het Nederlandse deel van de Ratumse beek. Dit biedt handelingsperspectief voor de aanpak van stofstromen, waarbij gestart moet worden met het lokaliseren van de bronnen binnen het stroomgebied, waarna maatregelen geformuleerd kunnen worden.

Baggeren van trajecten met voedselrijke waterbodems

Men is voornemens voedselrijk slib te verwijderen uit de beek. Voorafgaand aan de herinrichting is een uitgebreider waterbodemonderzoek gewenst om vast te stellen of en waar baggeren nodig is om de situatie te verbeteren. Bij afname van de effluentconcentratie zal de kans dat de waterbodem ook als een bron van P gaat fungeren toenemen. Als gevolg van baggeren kan de voedselrijkdom van de bodem en de nalevering van stoffen vanuit het sediment worden verminderd. Dit schept kansen voor waterplanten-doelsoorten. Deze maatregel is echter slechts tijdelijk effectief wanneer niet de bronnen van het slib worden weggenomen. Deze dienen dus te worden geïdentificeerd.

5. Conclusies en antwoord op de adviesaanvraag

De vraag in dit onderzoek was om voor het traject van de Groenlose Slinge stroomafwaarts van de RWZI Winterswijk: A) een inschatting te maken van de ecologische verbetering ten opzichte van de huidige situatie die zal optreden als de best beschikbare technieken (BBT) voor optimalisatie van de RWZI toegepast zijn en B) te duiden welke verdere ecologische verbetering verwacht worden wanneer het effluentwater zou voldoen aan beoogde effluentkwaliteit ten behoeve van de KRW-normen. De antwoorden op deze vragen worden hieronder gegeven bij punt 2 en 3. Nadat bij punt 1 allereerst in kaart gebracht wordt wat er nodig is om de doelen voor de Groenlose Slinge te halen. Bij punt 4. worden een aantal aandachtspunten besproken die te maken hebben met de samenhang van de optimalisatie van de RWZI met andere maatregelen. Tenslotte wordt bij punt 5. advies gegeven hoe het beste omgegaan kan worden met onzekerheid van de impact van de optimalisatie en overige maatregelen.

1. De doelen voor de Groenlose Slinge worden op dit moment nog niet bereikt. Om het referentie-streefbeeld voor het beekstelsysteem te halen is het volgende nodig:
 - a. Voor waterplanten (globaal onderzocht) is het nodig dat N en P veel sterker teruggedrongen worden, naar schatting tot een totaal-P gehalte onder 0,06 mg P/l en een totaal-N gehalte onder de 2 mg/l (KRW-norm "zeer goed", Stowa 2018). Eutrafente soorten domineren in het systeem. Omdat een relatie vermoed wordt tussen het voorkomen van deze soorten en ophoping van slib of het voorkomen van een te voedselrijke waterbodem is aandacht voor de toestand van de waterbodem van belang, welke op dit moment niet meegenomen wordt in de toestandsbeoordeling.
 - b. Voor macrofauna blijken de parameters stroming en saprobie een knelpunt. Het is nodig dat vooral het zuurstofgehalte toeneemt (jaarrond >6 mg/L), verslibbing van de beekbedding wordt voorkomen en continue stroming (stroomsnelheid minstens >5 cm/s, liever hoger 10-15 cm/s bij minimale afvoer) wordt gegarandeerd. Terugdringen organische belasting in combinatie met hydrologisch herstel zijn hierbij de aangrijpingspunten
 - c. Vis (hier niet onderzocht) profiteert van dezelfde verbeteringen als voor macrofauna worden voorgesteld, met hieraan toegevoegd voldoende schuilmogelijkheden (in de vorm van bijv. holle oevers, houtpakketten) en connectiviteit (vispasseerbaarheid kunstwerken).

Bij het streven naar met name lagere nutriëntengehalten is het van belang om de invloed van de RWZI af te zetten tegen grootschalige andere invloeden. Zoals aanvoer van stikstof in de vorm van nitraat via grondwater, aanvoer van N en P van bovenstrooms of afspoeling van nutriëntrijk slib.

Door landbouw aangereikt grondwater dat de beek voedt bevat nitraatgehaltes rond de 50 mg/l (bovenste grondwater in het gebied) of mogelijk nog wat hoger (dieper grondwater) Waarschijnlijk zal om deze reden terugdringen van de stikstofbelasting lastig zijn in het systeem. De bijdrage van de Ratumse beek aan de fosforvrucht is substantieel, maar met 37% wel kleiner dan van de RWZI (56%).

De RWZI heeft een forse invloed op de ammonium en de fosforconcentraties in het beekwater, met name in de zomer wanneer de afvoer van de beek voornamelijk uit effluent bestaat. Onder deze omstandigheden kunnen de (zeer) hoge ammoniumpieken toxisch zijn voor alle waterleven in de beek. Daarnaast komen er benedenstrooms van de RWZI ook regelmatig periodes voor met lage zuurstofgehaltes (ver onder de 6 mg/l), die direct schadelijk zijn voor macrofauna.

2. De voorgenomen maatregelen met de BBT (best beschikbare technieken) leveren naar verwachting een grote verbetering op m.b.t. saprobie. De voorgenomen vermindering van ammoniumpieken en verhoging van het zuurstofgehalte in het effluent zijn van groot belang om zuurstofdips te voorkomen. Uit de modelgegevens blijkt dat bij de beoogde effluentkwaliteit de zuurstofgehaltes onder de kritische grens nog maar sporadisch

voorkomen. Uit de macrofaunagegevens blijkt dat het systeem een hoge potentie heeft, omdat doelsoorten op korte afstand van het door de RWZI beïnvloede traject voorkomen in de stroomopwaarts gelegen beken. Terugkeer van doelsoorten en daarmee ecologische winst is daardoor op korte termijn mogelijk voor dit kwaliteitselement. Een belangrijke voorwaarde om deze potentie te halen is wel dat de stroming ook op orde is in de beek, wat vraagt om een kleinere dimensionering van het watersysteem en het omhoog brengen van de basisafvoer. Het in beeld brengen van de hydrologische situatie op stroomgebiedsschaal is daarom essentieel, zodat de knelpunten in beeld kunnen worden gebracht en maatregelen kunnen worden ingezet. Aanvoer van zuurstofvragende stoffen van bovenstrooms moet ook zoveel mogelijk beperkt worden. Macrofaunagegevens laten zien dat maatregelen om het zuurstofgehalte in de Whemerbeek op orde te brengen wenselijk zijn (aanpak van overstorten). De invloed van deze overstorten op zuurstofgehalten in de Groenlose Slinge lijken op dit moment overigens beperkt.

De verhoging van het zuurstofgehalte heeft als bijeffect dat dit het ontstaan van anaerobe waterbodems kan voorkomen. Wanneer de waterbodem (gedeeltelijk) aeroob blijft zal de beschikbaarheid van nutriënten voor waterplanten lager zijn en zal de waterbodem beperkt naleveren. De vermindering van ammoniumpieken zal ook de kans op ammonia toxiciteit verminderen (als gevolg van omzetting van ammonium bij hogere temperatuur en pH-waarden). Vooral vissen zijn hier gevoelig voor, maar ook de andere organismegroepen.

De BBT leveren ook een verbetering op met betrekking tot het P gehalte. Er wordt nu uitgegaan van een verwijdering van fosfor van 15-51% (tot effluentconcentratie van 0,33 – 0,19 mg/l, resulterend in een verwachte jaargemiddelde concentratie benedenstrooms van de RWZI tussen 0,17 en 0,13 mg/l). Afhankelijk van de mate waarin het P gehalte vanuit de RWZI wordt teruggebracht met de BBT zal P in bypass en in de hoofdloop tot het samenkomen met de Beurzerbeek meer of minder verhoogd blijven ten opzichte van het GEP (0,11 mg P/l). De aanvoer van bovenstrooms (m.n. Ratumse Beek) draagt hier ook aan bij. Retentie van P als gevolg van opname, binding en bezinking zal zorgen voor een geleidelijke daling van P stroomafwaarts in het oppervlaktewater.

Een eerste onderzoek naar de biologische beschikbaarheid van P in het effluent wijst op 84% biologisch beschikbaar fosfor in het effluent. Na toepassing van BBT leidt dit tot 81% - 67 % biologische beschikbaar fosfor en een biologisch beschikbare effluentconcentratie van 0,27 – 0,13 mg/l P, bij de gegeven percentages van P verwijdering. Dit betekent dat bij 51% P reductie de gewenste effluentconcentratie wordt bereikt (biologisch beschikbare \leq 0,15 mg/l). Dit eerste onderzoek geeft ook aanleiding om de hoeveelheid reactief fosfaat nader onder de loep te nemen. Wanneer de hoeveelheid reactief fosfaat hoger is, waar dit onderzoek op lijkt te wijzen, is er mogelijk meer P-verwijdering haalbaar met de BBT dan waar nu vanuit wordt gegaan. Bij een hoger percentage P verwijdering zal de biologisch beschikbare fractie afnemen. Nader STOWA onderzoek zal in 2022 meer inzicht geven in deze cijfers en het verwachte ecologisch effect hiervan.

3. Hoewel het goed is om de nutriënten maximaal te verwijderen leidt het extra verwijderen van P tussen BBT en de beoogde effluentkwaliteit naar verwachting niet tot grote ecologische winst m.b.t. waterplanten. Hiervoor zullen nutriënten veel verder moeten worden teruggedrongen. Enige ecologische winst is wel mogelijk. Naar verwachting is veel meer ecologische winst te behalen door maximaal in te zetten op inrichtingsmaatregelen en waar nodig de waterbodem aan te pakken. Op macrofauna heeft P met name een indirect effect, bijvoorbeeld via verslibbing of veralgving van de substraten waar deze dieren leven of via woekering van waterplanten. Bij voldoende stroming zullen de negatieve effecten van P deels gemitigeerd worden (slib). Op plekken waar slib bezinkt, in luwe delen of bijvoorbeeld stroomopwaarts van kunstwerken kunnen wel negatieve effecten optreden. Massale productie van waterplanten kan worden geremd via het stimuleren van beschaduwning.

4. De stroming (kleinere dimensionering, verhogen basisafvoer) en de slibhuishouding verdienen dus aandacht in het systeem. Ook is het van belang dat er geen extra nutriëntrijk slib in de Groenlose Slinge terecht komt. Bij aanleg van de nazuivering zijn afname van de slibbelasting uit de RWZI en P retentie ook aandachtspunten. Verder is een gerichte aanpak van de waterbodem gewenst. Zowel baggeren als herinrichting zijn als KRW-maatregel opgenomen.
5. Omdat de winst als gevolg van de BBT nog niet volledig duidelijk is (mogelijk meer P verwijdering haalbaar met BBT en mogelijk ook enige P afname als gevolg van retentie in de nazuivering) is het mogelijk wijs om eerst in te zetten op goede ecologische en chemische monitoring na toepassing van de BBT-maatregelen in combinatie met de voorgenomen inrichtingsmaatregelen. Hierbij is de inschatting dat gezien de hoeveelheid reactief fosfaat de 51% P verwijdering minimaal haalbaar zou moeten zijn. Zo nodig kan een extra stap voor verwijdering van niet reactief fosfaat op een later tijdstip worden toegevoegd.

6. Vertaling van de antwoorden voor vergelijkbare situaties.

Bij deze adviesvraag werd gevraagd naar de verwachte impact van optimaliseringsmaatregelen in de RWZI op de ecologie van een langzaam stromende midden-/benedenloop (KRW watertype R5). Omdat bronmaatregelen voor nutriënten (lees fosfor) van groot belang zijn, is het zaak om hierop in te zetten. Maar of er nog meer ecologische winst te behalen is als de fosforgehaltes verder worden teruggedrongen dan met inzet van de best beschikbare technieken (BBT) kan worden bereikt is lastig te beantwoorden. Daar komt bij dat ook het exacte ecologische effect van de behaalde reductie met BBT al onzeker is, omdat de koppeling tussen de P gehaltes in het water en de ecologische kwaliteit vaak niet direct is en mede wordt bepaald door andere factoren binnen het beekstelsysteem.

Wel was duidelijk dat door het nemen van een aantal andere maatregelen in het beekstelsysteem grote ecologische winst te verwachten is. In dit advies hebben we deze maatregelen voor het voetlicht gebracht. Er is geadviseerd eerst alle mogelijke maatregelen uit te voeren die samen met de BBT aanpak vrijwel zeker ecologische winst op gaan leveren alvorens te kiezen voor verdere optimalisatie met meer experimentele technieken. Pas na goede monitoring van het effect hiervan kan de impact van additionele experimentele bronmaatregelen goed ingeschat worden.

Bij aanpak van de waterketen ligt de focus op stoffen, vaak op de nutriënten N en P. Uit dit onderzoek blijkt dat met de aanpak van de dips in het zuurstofgehalte en belasting met zuurstofbindende stoffen (ammoniumpieken) naar verwachting grote winst te halen is voor de ecologie. Hoewel zuurstof voldeed aan de KRW doelstelling, heeft Waterschap Rijn & IJssel voor deze stoffen aanvullende doelstellingen bepaald, welke al meegenomen werden in de optimalisatieplannen van RWZI Winterswijk.

Herstel van de sleutelfactor stroming blijkt van groot belang, waarbij moet worden gestuurd op permanent stromende condities, ook bij lage afvoeren. Inrichtingsmaatregelen gericht op meer en permanente stroming kunnen het ecologisch herstel als gevolg van aanpak van stofconcentraties sterk ondersteunen. De combinatie jaarrond voldoende zuurstof en stroming zijn samen van groot belang voor het realiseren van de doelen voor macrofauna en vissen.

Uit dit onderzoek blijkt dat de manier van meten van P in de waterketen (RWZI en effluent) en in het watersysteem verschillen. Het is goed om meetgegevens uit waterketen en watersysteem onderling goed te vergelijken en de P fracties daarbinnen in detail te onderscheiden. Ook zal rekening gehouden moeten worden met temporele variatie in gehalten. Er is mogelijk sprake van een ecologisch niet beschikbare fractie P in het RWZI effluent. Hoe groot deze is en of deze werkelijk niet ecologisch beschikbaar komt is nog onderwerp van onderzoek. Eerste resultaten wijzen op een percentage van 16% van het huidige effluent van RWZI Winterswijk. Voor andere RWZI's kan dit anders uitvallen. Na optimalisatie (verwijdering van reactief P) zal het percentage hiervan naar verwachting toenemen.

In de waterbodem zit over het algemeen een grote voorraad P. Voor waterplanten is dit ook een belangrijke bron van nutriënten. Na optimalisatie kan gericht baggeren van nutriëntrijke waterbodem mogelijk een effectieve maatregel zijn. Als gevolg van historische belasting zal de waterbodem verrijkt zijn met P

Bij het streven naar met name lagere nutriëntgehalten is het van belang om de invloed van de RWZI af te zetten tegen grootschalige andere invloeden. Zoals aanvoer van stikstof in de vorm van nitraat via grondwater, aanvoer van N en P van bovenstreams of afspoeling van nutriëntrijk slib.

7. Literatuur

- De Klein, J.J.M. (2008). From Ditch tot Delta, Nutrient retention in running waters. PhD-thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands
- De Klein, J. (2020) Modellering Zuurstof in Groenlose Slinge en bypass, ppt-presentatie.
- Gsell A. en L. de Senerpont Domis (2021) Bepaling van biologisch beschikbaarheid van opgelost organisch fosfaat in RWZI-effluent, Presentatie NIOO.
- Kalkwijk, J. (2015) Optimalisatie Waterkwaliteit Groenlose Slinge. Afstudeerscriptie Van Hall Larenstein.
- Kramer-Hoenderboom, A (2021) Mondelinge mededeling.
- Kwak, R.G.M. en A.H.F. Stortelder (2007). Leren van 15 jaar beekherstel in de Achterhoek; technische rapportage. Wageningen. Alterra rapport 1596.
- Lenssen, J, B. van Zuidam en D. Bol (2018). Systeemanalyse Groenlose Slinge. Intern WRIJ rapport.
- Loeb, R., A. Smolders, G. Arts, D. Belgers, G. Roskam, R. Kuiperij, M. Poelen en R. Verdonschot, (2021) Grip op Beekslib – sturende rol van beeksediment op de kwaliteit van beeklevensgemeenschappen. OBN Rapport, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.
- Stowa (2018) Referenties en Maatlatten voor Natuurlijke Watertypen voor de Kaderrichtlijn water 2021-2027, rapportnummer 2018-49
- Van Dongen, R. F. Eysink en H. van de Weerd (2015). Advies 'ambitie en effectieve maatregelen voor de Berkel tussen Borculo & Lochem', Advies OBN-09-BE Driebergen.
- Vanhoof, C., Groep AN, V. Corthouts en K. Tirez (2008). Best Beschikbare Technieken voor de bepaling van anionen en kationen in water in het kader van de erkenningen. Vito Rapport 2008/MIM/R006
- Verberk, W. C. E. P., Verdonschot, P. F. M., Van Haaren, T., en Van Maanen, B. (2012) Milieu- en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwatermacrofauna (No. 2012-19). Stowa.
- Verdonschot, P.F.M., Driessen, J.M.C., Mosterdijk, H.G. en Schot, J.A. (1998). The 5-S-Model, an integrated approach for stream rehabilitation. In: H.O. Hansen & B.L. Madsen, River Restoration '96, Session lectures proceedings. International Conference arranged by the European Centre for River Restoration: 36-44. National Environmental Research Institute, Denmark.
- WRIJ (2021a) Uitgangspunten voor de afleiding van de beoogde effluentkwaliteit voor de RWZI's Winterswijk, Lichtenvoorde, Ruurlo en Aalten op basis van de emissie-immissietoets. Intern WRIJ memo.
- WRIJ (2021b) Optimalisatie rwzi Winterswijk, Adviesvraag aan OBN DT Beekdallandschappen. Interne WRIJ memo.
- WRIJ (2021c) Overzicht metingen P-fracties RWZI Winterswijk. Interne WRIJ memo.
- Bruning, C., J. Postma en R. Jonker (2009) Biobeschikbaarheid van stikstof en fosfaat in RWZI-effluent. STOWA 2009-03.

Bijlage 1

Taxa aangetroffen in het stroomgebied van de Groenlose Slinge die indicatief zijn voor voldoende stroming/zuurstof en/of oligotrofe (niet tot weinig organisch belaste) omstandigheden. De preferenties zijn afgeleid van Verberk et al. (2012) en worden uitgedrukt op een schaal van 1 tot 10 punten, waarbij 10 punten een zeer sterke voorkeur aangeeft.

Groep	Taxon	KRW-indicatie (R5)	Indicatiewaarde verbetering		
			stromend	oligosaproob	
Zoetwaterborstelwormen	<i>Nais barbata</i>	P	5.0		
	<i>Nais bretscheri</i>	-	5.0		
Watermijten	<i>Lebertia rivulorum</i>	K	10.0		
	<i>Mideopsis crassipes</i>	K	5.5		
	<i>Sperchon clupeifer</i>	K	9.0		
	<i>Sperchon squamosus</i>	K	6.0		
	<i>Torrenticola amplexa</i>	K	6.0		
	<i>Wettina podagrica</i>	K		6	
	<i>Gammarus pulex</i>	P	6.4		
Vlokreeften	<i>Gammarus roeseli</i>	P	5.5		
	<i>Proasellus coxalis</i>	N	6.0		
Waterpissebedden	<i>Proasellus coxalis</i>	N	6.0		
Waterkevers	<i>Agabus didymus</i>	K	5.5		
	<i>Deronectes latus</i>	K	6.4		
	<i>Elmis aenea</i>	K	8.0		
	<i>Limnius volckmari</i>	K	8.0		
	<i>Nebrioporus elegans</i>	K	5.5		
	<i>Orectochilus villosus</i>	K	6.4		
	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	K	5.5		
	<i>Platambus maculatus</i>	K	5.0		
	Haften	<i>Baetis rhodani</i>	K	8.0	
		<i>Baetis vernus</i>	-	7.0	
<i>Ephemera danica</i>		K	7.0		
<i>Heptagenia flava</i>		K	7.0		
<i>Heptagenia sulphurea</i>		K	7.0		
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>		K	8.0		
Waterwantsen	<i>Aquarius najas</i>	K	7.0		
	<i>Velia caprai caprai</i>	K	6.0		
Libellen	<i>Calopteryx virgo</i>	K	6.0		
Steenvliegen	<i>Amphinemura standfussi</i>	K	8.0	5	
	<i>Nemoura cinerea</i>	K	5.0		
Gaasvliegen	<i>Osmylus fulvicephalus</i>	K	7.0	5	
Slijkvliegen	<i>Sialis fuliginosa</i>	K	6.0	6	
Kokerjuffers	<i>Beraea pullata</i>	K	5.5	6	
	<i>Beraeodes minutus</i>	K	5.5		
	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	K	6.4		
	<i>Chaetopteryx villosa</i>	K	5.5	5	

Groep	Taxon	KRW- indicatie (R5)	Indicatiewaarde verbetering	
			stromend	oligosaproob
	<i>Enoicyla pusilla</i>	K	5.5	
	<i>Goera pilosa</i>	K	5.0	
	<i>Halesus digitatus</i>	K	5.5	
	<i>Halesus radiatus</i>	K	5.5	
	<i>Hydropsyche angustipennis</i>	K	6.4	
	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	K	8.0	
	<i>Hydropsyche saxonica</i>	K	10.0	5
	<i>Hydropsyche siltalai</i>	K	10.0	
	<i>Limnephilus centralis</i>	K	5.5	
	<i>Limnephilus extricatus</i>	K	5.5	
	<i>Lithax obscurus</i>	-	10.0	10
	<i>Lype phaeopa</i>	K		5
	<i>Lype reducta</i>	-	5.5	
	<i>Micropterna lateralis</i>	-		6
	<i>Micropterna sequax</i>	K	6.4	7
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>	K	7.0	
	<i>Potamophylax rotundipennis</i>	K	6.4	
	<i>Psychomyia pusilla</i>	K	7.0	
	<i>Silo nigricornis</i>	K	7.0	
	<i>Tinodes unicolor</i>	K		10
Vedermuggen	<i>Apsectrotanytus trifascipennis</i>	-	6.0	
	<i>Arctopelopia barbitarsis</i>	-		7
	<i>Brillia bifida</i>	K	7.3	
	<i>Brillia longifurca</i>	K	8.0	
	<i>Chaetocladius piger</i>	-	10.0	
	<i>Cricotopus bicinctus</i>	-	6.0	
	<i>Eukiefferiella claripennis</i>	K	8.0	
	<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	K		5
	<i>Hydrobaenus pilipes</i>	K	5.0	
	<i>Macropelopia adauca</i>	-	6.0	6
	<i>Macropelopia notata</i>	-		6
	<i>Micropsectra apposita</i>	P		5
	<i>Nanocladius rectinervis</i>	K	5.5	
	<i>Odontomesa fulva</i>	K	7.0	
	<i>Paracladius conversus</i>	-	5.0	
	<i>Paracladopelma laminatum</i>	K	5.5	
	<i>Paracladopelma nigritulum</i>	K	5.5	
	<i>Paratanytarsus austriacus</i>	-		5
	<i>Paratrichocladius rufiventris</i>	K	5.0	

Groep	Taxon	KRW- indicatie (R5)	Indicatiewaarde verbetering	
			stromend	oligosaproob
	<i>Polypedilum albicorne</i>	-		6
	<i>Polypedilum convictum</i>	K	8.0	5
	<i>Polypedilum laetum</i>	K	7.7	
	<i>Polypedilum pedestre</i>	K	5.8	
	<i>Polypedilum scalaenum</i>	P	5.0	
	<i>Potthastia longimanus</i>	K	7.0	
	<i>Prodiamesa olivacea</i>	-	5.0	
	<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	K	8.0	
	<i>Tanytarsus heusdensis</i>	-		10
	<i>Tvetenia calvescens</i>	K	10.0	
	<i>Tvetenia discoloripes</i>	K	10.0	
Vliegen	<i>Chrysops caecutiens</i>	-	7.0	
Tweekleppigen	<i>Corbicula fluminea</i>	-	5.0	
	<i>Pisidium amnicum</i>	-	5.5	
	<i>Pisidium supinum</i>	P	6.4	
Slakken	<i>Ancylus fluviatilis</i>	K	7.3	

	Stromend	Oligosap roob	Bovenstrooms lozingspunt		Benedenstrooms lozingspunt								
			Beken bovenstrooms GRS01	Groenlose Slinge	Groenlose Slinge			Groenlose Slinge bypass					
afstand t.o.v. lozingspunt (km)			-11.2 (max)	-0.2	1.2	3.8	12.8	1.9	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4
Locatiecode			div.	GRS01	GRS42	GRS37	GRS02	BYS03	BYS08	BYS07	BYS02	BYS06	BYS05
Aantal monsters locatie (n)			46	2	6	9	1	1	1	1	5	1	6
Totaal aantal indicatoren (#)			84	28	29	6	3	14	8	11	25	11	19
<i>Tinodes unicolor</i>		10	1										
<i>Arctopelopia barbitarsis</i>		7	2										
<i>Macropelopia notata</i>		6	1										
<i>Micropterna lateralis</i>		6	3										
<i>Polypedilum albicorne</i>		6	2										
<i>Wettina podagrica</i>		6	3										
<i>Heterotrissocladius marcidus</i>		5	1										
<i>Lype phaeopa</i>		5	2										
<i>Micropsectra apposita</i>		5	1										
<i>Paratanytarsus austriacus</i>		5	1										
<i>Chaetocladius piger</i>	10		1						1				
<i>Hydropsyche siltalai</i>	10		4										
<i>Lebertia rivulorum</i>	10		1										
<i>Tvetenia calvescens</i>	10		0	1									
<i>Tvetenia discoloripes</i>	10		3		1			5		1	2		2

	Stromend	Oligosap roob	Bovenstrooms lozingspunt		Benedenstrooms lozingspunt								
			Beken bovenstrooms GRS01	Groenlose Slinge	Groenlose Slinge			Groenlose Slinge bypass					
afstand t.o.v. lozingspunt (km)			-11.2 (max)	-0.2	1.2	3.8	12.8	1.9	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4
Locatiecode			div.	GRS01	GRS42	GRS37	GRS02	BYS03	BYS08	BYS07	BYS02	BYS06	BYS05
Aantal monsters locatie (n)			46	2	6	9	1	1	1	1	5	1	6
Totaal aantal indicatoren (#)			84	28	29	6	3	14	8	11	25	11	19
<i>Sperchon clupeifer</i>	9		9	1							1		
<i>Baetis rhodani</i>	8		1										
<i>Brillia longifurca</i>	8		6	1	1					1	1		
<i>Elmis aenea</i>	8		13	1	3	1					2	3	1
<i>Eukiefferiella claripennis</i>	8		3							1	1		2
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	8		7		1								
<i>Limnius volckmari</i>	8		8	2									
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	8		9	1	1								
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	8		9		2			1					
<i>Polypedilum laetum</i>	7.7		4								1		
<i>Ancylus fluviatilis</i>	7.3		10	1	2			8			1		
<i>Brillia bifida</i>	7.3		5										
<i>Aquarius najas</i>	7		9										
<i>Baetis vernus</i>	7		11	1	5			2	7		4		2

	Stromen d	Oligosap roob	Bovenstrooms lozingspunt		Benedenstrooms lozingspunt								
			Beken bovenstrooms GRS01	Groenlose Slinge	Groenlose Slinge			Groenlose Slinge bypass					
afstand t.o.v. lozingspunt (km)			-11.2 (max)	-0.2	1.2	3.8	12.8	1.9	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4
Locatiecode			div.	GRS01	GRS42	GRS37	GRS02	BYS03	BYS08	BYS07	BYS02	BYS06	BYS05
Aantal monsters locatie (n)			46	2	6	9	1	1	1	1	5	1	6
Totaal aantal indicatoren (#)			84	28	29	6	3	14	8	11	25	11	19
<i>Chrysops caecutiens</i>	7		1										
<i>Ephemera danica</i>	7		12	1				3			3		
<i>Heptagenia flava</i>	7		2	1				2					
<i>Heptagenia sulphurea</i>	7		5	1	1								
<i>Odontomesa fulva</i>	7		2										
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	7		4										
<i>Potthastia longimanus</i>	7		0		1						1		1
<i>Psychomyia pusilla</i>	7		1										
<i>Silo nigricornis</i>	7		1										
<i>Brachycentrus subnubilus</i>	6.4		1										
<i>Deronectes latus</i>	6.4		2										
<i>Gammarus pulex</i>	6.4		15	2	6	1		7	9	19	2	48	4
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	6.4		8	2	4			2	10	8	3	21	3
<i>Orectochilus villosus</i>	6.4		7	2									
<i>Pisidium supinum</i>	6.4		1		1	1						1	

	Stromend	Oligosap roob	Bovenstrooms lozingspunt		Benedenstrooms lozingspunt								
			Beken bovenstrooms GRS01	Groenlose Slinge	Groenlose Slinge			Groenlose Slinge bypass					
afstand t.o.v. lozingspunt (km)			-11.2 (max)	-0.2	1.2	3.8	12.8	1.9	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4
Locatiecode			div.	GRS01	GRS42	GRS37	GRS02	BYS03	BYS08	BYS07	BYS02	BYS06	BYS05
Aantal monsters locatie (n)			46	2	6	9	1	1	1	1	5	1	6
Totaal aantal indicatoren (#)			84	28	29	6	3	14	8	11	25	11	19
<i>Potamophylax rotundipennis</i>	6.4		12										
<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>	6		9					1					
<i>Calopteryx virgo</i>	6		3										
<i>Cricotopus bicinctus</i>	6		3		3				15	7	1	1	2
<i>Proasellus coxalis</i>	6		0				5						
<i>Sperchon squamosus</i>	6		2	1	1								
<i>Torrenticola amplexa</i>	6		0								1		
<i>Velia caprai caprai</i>	6		7										
<i>Polypedilum pedestre</i>	5.8		8	1	1			1		2	1	3	
<i>Agabus didymus</i>	5.5		2										1
<i>Beraeodes minutus</i>	5.5		5										
<i>Enoicyla pusilla</i>	5.5		4										
<i>Gammarus roeseli</i>	5.5		17	1	6	8	30	145	85	52	5	241	6
<i>Halesus digitatus</i>	5.5		7										

	Stromend	Oligosap roob	Bovenstrooms lozingspunt		Benedenstrooms lozingspunt								
			Beken bovenstrooms GRS01	Groenlose Slinge	Groenlose Slinge			Groenlose Slinge bypass					
afstand t.o.v. lozingspunt (km)			-11.2 (max)	-0.2	1.2	3.8	12.8	1.9	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4
Locatiecode			div.	GRS01	GRS42	GRS37	GRS02	BYS03	BYS08	BYS07	BYS02	BYS06	BYS05
Aantal monsters locatie (n)			46	2	6	9	1	1	1	1	5	1	6
Totaal aantal indicatoren (#)			84	28	29	6	3	14	8	11	25	11	19
<i>Halesus radiatus</i>	5.5		11	1	2			1					1
<i>Limnephilus extricatus</i>	5.5		3										
<i>Lype reducta</i>	5.5		9	2	1						1	9	1
<i>Mideopsis crassipes</i>	5.5		7										
<i>Nanocladius rectinervis</i>	5.5		2							4	1		
<i>Nebrioporus elegans</i>	5.5		4	1			2						
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	5.5		12		2						1		1
<i>Paracladopelma laminatum</i>	5.5		11	1	1						1	1	2
<i>Paracladopelma nigrifulum</i>	5.5		2										
<i>Pisidium amnicum</i>	5.5		7		2								
<i>Goera pilosa</i>	5		3										
<i>Nais barbata</i>	5		1										
<i>Nais bretscheri</i>	5		1								1		2
<i>Nemoura cinerea</i>	5		12	1	2	2		1	49	16	3	3	2
<i>Paracladius conversus</i>	5		1		1	2					1		1

	Stromend	Oligosap roob	Bovenstrooms lozingspunt		Benedenstrooms lozingspunt								
			Beken bovenstrooms GRS01	Groenlose Slinge	Groenlose Slinge			Groenlose Slinge bypass					
afstand t.o.v. lozingspunt (km)			-11.2 (max)	-0.2	1.2	3.8	12.8	1.9	2.2	3.2	4.2	5.3	6.4
Locatiecode			div.	GRS01	GRS42	GRS37	GRS02	BYS03	BYS08	BYS07	BYS02	BYS06	BYS05
Aantal monsters locatie (n)			46	2	6	9	1	1	1	1	5	1	6
Totaal aantal indicatoren (#)			84	28	29	6	3	14	8	11	25	11	19
<i>Paratrichocladius rufiventris</i>	5		2	1									
<i>Platambus maculatus</i>	5		9	1									
<i>Polypedilum scalaenum</i>	5		8	1	4			2			1		2
<i>Prodiamesa olivacea</i>	5		12	1	1				1	9	3	1	2

Bijlage 3

Gemiddelde scores taxa gewogen naar $\log_2(x+1)$ abundanties voor saprobie en stroming.


Km t.o.v. lozingspunt	Locatie	n	Saprobie-score				Stroming-score			
			Oligotroof		Saproob		Stilstaand		Stromend	
			gem.	se	gem.	se	gem.	se	gem.	se
-0.2	GRS01	2	1.99	0.39	3.42	0.59	1.65	0.41	4.79	0.72
1.2	GRS42	6	1.72	0.09	4.00	0.14	2.21	0.23	4.03	0.29
3.8	GRS37	9	1.43	0.03	4.32	0.08	3.85	0.15	2.38	0.10
12.8	GRS02	1	1.50		4.64		3.17		3.00	
14.2	GRS05	8	1.50	0.03	3.89	0.08	3.25	0.14	2.82	0.11
18.7	GRS43	10	1.49	0.03	3.97	0.05	2.99	0.12	3.11	0.12
24.7	GRS23	4	1.46	0.03	3.95	0.06	3.52	0.11	2.59	0.06
27.2	GRS35	3	1.59	0.02	3.87	0.06	3.57	0.23	2.56	0.25
1.9	BYS03	1	1.64		3.93		2.51		3.70	
2.2	BYS08	1	1.59		4.01		2.60		3.55	
3.2	BYS07	1	1.53		3.98		2.17		4.02	
4.2	BYS02	5	1.60	0.06	3.92	0.10	2.70	0.49	3.60	0.48
5.3	BYS06	1	1.69		3.82		2.19		3.98	
6.4	BYS05	6	1.63	0.04	4.02	0.09	2.82	0.25	3.33	0.32
-11.2	RTB00	2	2.47	0.21	2.75	0.31	1.01	0.26	5.63	0.42
-5.4	RTB05	5	2.20	0.08	2.99	0.14	1.51	0.17	4.60	0.14
-5.0	RTB13	5	2.65	0.07	2.55	0.11	1.20	0.18	5.26	0.19
-2.8	RTB09	1	1.97		3.61		2.41		3.64	
-2.5	RTB08	2	2.72	0.18	2.45	0.32	1.01	0.18	5.66	0.40
-1.3	RTB10	8	2.64	0.08	2.58	0.12	1.11	0.06	5.40	0.10
-0.4	RTB14	2	2.58	0.06	3.00	0.01	1.12	0.03	5.77	0.18
-9.2	WLB00	1	2.38		3.19		1.49		4.81	
-7.4	WLB02	1	2.42		2.99		1.70		4.63	
-5.2	WLB06	5	2.79	0.15	2.64	0.16	1.02	0.10	5.52	0.21
-3.6	WLB05	2	2.60	0.11	2.82	0.03	1.03	0.17	5.79	0.40
-4.2	VSV04	7	2.68	0.18	2.96	0.21	1.62	0.23	4.61	0.36
-3.8	WHB06	1	1.67		3.98		2.41		3.56	
-3.1	WHB01	1	1.47		4.54		3.39		2.62	
-2.0	WHB05	1	1.72		4.08		2.20		3.58	
-0.9	WHB03	1	1.76		3.86		3.13		3.01	
-0.4	WHB04	1	1.74		3.70		2.63		3.27	

Bijlage 4

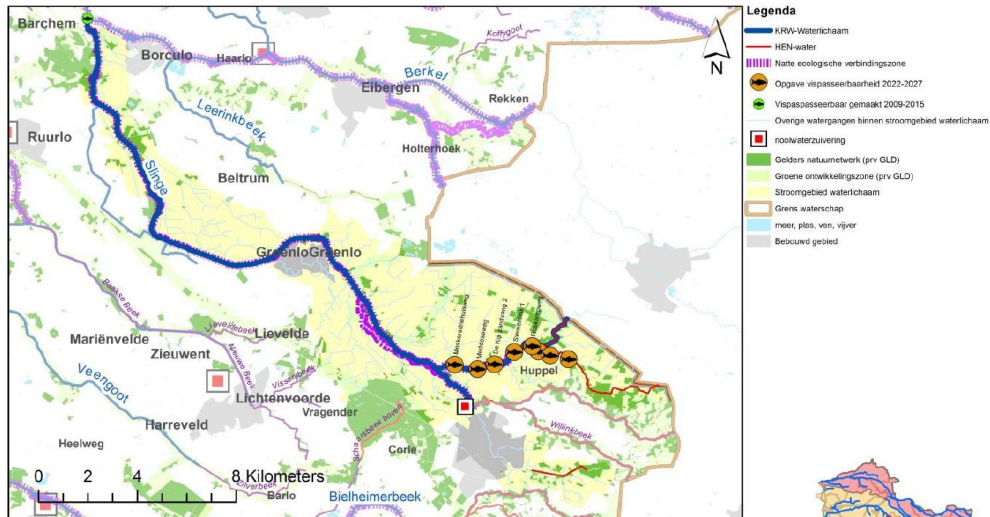
Factsheet Groenlose Slinge

Groenlose Slinge

Basisgegevens	
Nr. waterlichaam	NL07_0020
Gebied WRIJ:	Berkel
Gemeente:	Winterswijk, Oost Gelre, Berkelland
Provincie:	Gelderland
Lengte:	34,1 km.
Omvang:	10222 ha.
Status:	sterk veranderd
Type:	R5
Ambitieniveau:	midden



Ligging en toegekende functies



Ligging waterlichaam

Beschrijving waterlichaam

Het waterlichaam Groenlose Slinge behoort tot de KRW categorie Rivieren. Het waterlichaam behoort tot het waterlichaam type R5 (Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand). Het waterlichaam Groenlose Slinge is volledig in beheer bij Waterschap Rijn en IJssel. Het waterlichaam ligt in de Provincie Gelderland en valt binnen de gemeenten Winterswijk, Oost-Gelre en Berkelland.

Het waterlichaam, de Groenlose Slinge, heeft een lengte van 34,1 kilometer en een stroomgebied van 10.222 hectare. Het waterlichaam bestaat uit de Groenlose Slinge en een zijtak nabij Winterswijk: de Beurzerbeek. De Beurzerbeek vindt zijn oorsprong in Duitsland. De Groenlose Slinge wordt gevoed door de Ratumsebeek en Willinkbeek, welke hun oorsprong in Duitsland vinden (Wehmerbeek en Vossenveldebeek). Het waterlichaam Groenlose Slinge mondt uit in de Berkel. De Beurzerbeek, Bolksbeek, Venneverlosebeek en Vosseveldsebeek die allen in het stroomgebied van het waterlichaam liggen hebben een HEN-status.

Om het peil te regelen zijn in de Groenlose Slinge 32 stuwen aanwezig. Dit zijn bijna allemaal vaste stuwen, stuw Beekvliet is een uitzondering, dit is een regelbare stuw. Alle stuwen, met uitzondering van de stuwen in de Beurzerbeek zijn vispasseerbaar gemaakt. In het waterlichaam Groenlose Slinge wordt als gevolg van de vaste stuwen per peilvak één vast maximum streefpeil gehanteerd, met behulp van de vaste stuwen. Het waterlichaam Groenlose Slinge is het gehele jaar watervoerend. Er is geen sprake van droogval. In het stroomgebied van de Groenlose Slinge ligt één RWZI (RWZI Winterswijk). Er zijn geen IBA's.

Huidige situatie

De beek is grotendeels natuurvriendelijk ingericht en alle stuwen, met uitzondering van de stuwen in de Beurzerbeek en Vennevertlosebeek, zijn inmiddels ook vispasseerbaar. De aard van de herinrichtingen is uiteenlopend. Ter hoogte van Meddo loopt een bypass met constante afvoer naast de civieltechnische hoofdloop. Stroomafwaarts is de hoofdloop zelf heringericht met plas dras oevers en plaatselijk ook met nieuwe meanders en overstromingsvlaktes (retentiegebieden). Stroomafwaarts van Lebbenbrugge tot Beekvliet heeft de beek nog een sterk civieltechnisch karakter. 's Zomers valt de afvoer grotendeels weg waardoor de beek stil komt te staan. Het onderhoud is nog intensief. Ook in de heringerichte trajecten worden dood hout en zandbanken regelmatig verwijderd. Beurzerbeek is benedenstrooms ingericht met plasbermen, helemaal vol met flab, grotendeels stagnant water. De bovenloop, tot aan instroom Koppelleiding, heeft plaatselijk veel stromingsminnende soorten. Beek wordt belast vanuit Duits industriegebied (verharding industrieterrein). Beek valt circa eens per 10 jaar droog.

Herinrichtingen in de Groenlose Slinge hebben op een aantal plaatsen tot verslechtering geleid; waarom dit het geval is vergt nader onderzoek, mogelijk is het waterlichaam te ondiep geworden. De te hoge stikstof en fosfaat gehalten en ammonium worden veroorzaakt door afwenteling vanuit Duitsland (via Ratumsebeek en Willinkbeek), diffuse bronnen vanuit de landbouw en de RWZI Winterswijk.

Biologische en chemische waterkwaliteit			
	Toestand 2009*	Toestand 2015**	Doelen**
Biologie			GEP
Macrofauna (EKR)		0,39	0,45
Overige waterflora (EKR)		0,27	0,35
Vis (EKR)		0,20	0,30
Biologie ondersteunende stoffen			norm
Fosfor (zomergem.) (mg P/l)		0,13	0,11
Stikstof (zomergem.) (mg N/l)		5,1	2,3
Chloride (zomergem.) (mg Cl/l)		58	150
Fysisch Chemische toestand			norm
Temperatuur (maximum waarde) (°C)		22	25
Zuurgraad (zomergem.) (-)		8,2	5,5-8,5
Zuurstofverzadiging (zomergem.)(%)		79	70-120
Overige normoverschrijdende stoffen			
Specifiek verontreinigende stoffen: Ammonium			
Prioritaire stoffen: Benzo(ghi)peryleen			

*Gebaseerd op oude maatlatten/normen.

**Gebaseerd op nieuwe maatlatten/normen.

Gewenste situatie

Voor zowel Groenlose Slinge als de zijbeken met HEN-doelstelling: een permanent stromende, meanderende beek met zandbanken, overhangende oevers, stroomkuilen en overstromingsvlaktes. Vanwege ligging in een vaak bosrijke omgeving hopen zich op rustige plekken in de beek van bladeren, takken en boomstammen op.

Effectieve maatregelen om GEP te behalen

- Zorgen voor langduriger overstromingen in winterbed. Met eigenaren van laagste percelen in beekdal schaderegeling treffen of proberen grond te verwerven. In bovenstroomse stroomgebieden van Beurzerbeek, Vennevertlose Beek, Ratumse Beek en Willinkbeek, meer water vasthouden om afvoerperiode te verlengen. Ter hoogte van bypass deze met de hoofdloop integreren tot één beekloop, die ondieper is dan huidige hoofdloop.
- In Beurzerbeek aangelegde plasbermen ongedaan maken. De dimensies van de beek benedenstrooms van instroom Koppelleiding vergelijkbaar maken met bovenloop, dus verondiepen en versmallen.
- Houtopslag bij onderhoud niet verwijderen en zo zorgen voor meer dood hout in de beek.
- Stroomafwaarts van Beekvliet kades verleggen en spontane meandering stimuleren door graszode op de oever te verwijderen en dode bomen in de beek te leggen.
- Zoeken naar mogelijkheden om effluentkwaliteit, met name van fosfaat in de zomer, te verbeteren.

Maatregelen

Uitvoeren onderzoek: 1

De KRW-opgave zoals die in 2010 is geformuleerd voor de Groenlose Slinge is 55 ha over een lengte van 27,6 km. In de periode 2010-2015 waren 5 ha herinrichting gepland (WBP 2010-2015). In deze periode is er 9 ha over een lengte van 2,5 km herinrichting gerealiseerd. Op de meeste trajecten van de Groenlose Slinge zijn al eerder maatregelen genomen en voldoet de inrichting aan het streefbeeld.

De Groenlose Slinge voldoet echter nog net niet aan de ecologische doelstelling. Het grootste probleem lijkt de watervoerendheid te zijn wat met hiervoor genoemde maatregelen verbeterd zou kunnen worden. De haalbaarheid hiervan behoeft, vanwege hydrologische bezwaren, verder onderzoek. Daarom wordt in de planperiode een studie gedaan naar mogelijke oplossingen ter verbetering van de gestelde doelen. Dit geldt ook voor mogelijke maatregelen in de bovenstroomse HEN-beken.

Stuwen vispasseerbaar maken: 8

De KRW-opgave zoals die in 2010 is geformuleerd voor de Groenlose Slinge is het vispasseerbaar maken van 6 stuwen (WBP 2010-2015). In de periode 2010-2015 wordt 1 vispassage (Beekvliet) gerealiseerd. De Groenlose Slinge is daarmee volledig vispasseerbaar. De restopgave zijn de 8 stuwen in de Beurzerbeek, Boldersbeek en Vennevertlose Beek. Dit is de restopgave voor langer termijn (2022-2027), eerst zal uit bovengenoemd onderzoek blijken of deze zinvol zijn.

Maatregelen					
	Opgave 2010	Realisatie 2010-2015	Restopgave	Planning 2016-2021	Planning 2022-2027
Beekherstel waterlichaam					
Totale lengte waterlichaam in km	34,1				
Percentage te herstellen	81%				
In km	27,6	2,5	25,1		
In ha	55	9			
Stuwen vispasseerbaar maken					
Totaal aantal stuwen	9				
Niet vispasseerbare stuwen	9	1	8		8
Onderzoek					
				1	

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Het Kennisnetwerk Ontwikkeling Beheer Natuurkwaliteit:

- is een onafhankelijk en innovatief platform waarin beheer, beleid en wetenschap op het gebied van natuurherstel en -beheer samenwerken;
- ontwikkelt en verspreidt kennis met als doel het structureel herstel en beheer van natuurkwaliteit.