

Zaaknr. : 15.ZK10626

Kenmerk : 15IT034935

Barcode : 

## Watersysteemanalyse Tonnekreek complex



Opdrachtgever : Kernteam KRW watersysteemanalyse,  
namens Arthur Meuleman  
Opgesteld door : Judith Cool, Kees Peerdeman, Guido  
Waajen en Hermen Keizer  
Datum : 13 januari 2017  
Versie : Definitief, versie 2

## Inhoudsopgave

<b>0.</b>	<b>SAMENVATTING.....</b>	<b>4</b>
<b>1.</b>	<b>INLEIDING.....</b>	<b>6</b>
1.1.	AANLEIDING.....	6
1.2.	DOEL.....	6
1.3.	AFBAKENING.....	6
1.4.	LEESWIJZER.....	7
<b>2.</b>	<b>WERKWIJZE.....</b>	<b>8</b>
2.1.	BESCHRIJVEN GEBIED EN WATERSYSTEEM.....	8
2.2.	ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN.....	8
2.3.	WATERBALANS.....	9
2.4.	HYDROMORFOLOGISCHE KARTERING.....	9
2.5.	AFLEIDEN DOELEN.....	11
<b>3.</b>	<b>GEBIEDSBESCHRIJVING.....</b>	<b>11</b>
3.1.	HET ONDERZOEKSGEBIED.....	11
3.2.	WATERHUISHOUDING.....	14
3.2.1.	BODEM EN GRONDWATER.....	14
3.2.2.	WATERHUISHOUDKUNDIGE SITUATIE.....	15
3.3.	UITGEVOERDE MAATREGELEN.....	17
3.4.	ECOLOGIE.....	18
3.5.	CHEMISCHE WATERKWALITEIT.....	19
3.5.1.	METALEN EN MICROVERONTREINIGINGEN.....	19
3.5.2.	CHLORIDE, ZUURSTOF EN NUTRIËNTEN.....	20
3.6.	LICHTKLIMAAT.....	21
3.7.	HYDROMORFOLOGIE.....	23
<b>4.</b>	<b>ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN (ESF).....</b>	<b>24</b>
4.1.	ESF 1 PRODUCTIVITEIT WATER.....	24
4.1.1.	WATERBALANS.....	24
4.1.2.	FOSFOR TOTAAL.....	25
4.1.3.	BELASTING WATERLICHAAM TONNEKREEK.....	25
4.1.4.	ALGENBLOEI IN DE TONNEKREEK.....	26
4.1.5.	CONCLUSIE ESF 1 PRODUCTIVITEIT VAN HET OPPERVLAKTEWATER.....	26
4.2.	ESF 2 LICHTKLIMAAT.....	27
4.2.1.	CONCLUSIE ESF 2 LICHTKLIMAAT.....	28
4.3.	ESF 3 PRODUCTIVITEIT WATERBODEM.....	28
4.3.1.	CONCLUSIE ESF 3 PRODUCTIVITEIT WATERBODEM.....	29
4.4.	CONCLUSIES ESF 1 TOT EN MET ESF3.....	29
4.5.	ESF 4 TOT EN MET 9.....	29
4.5.1.	ESF 4 HABITATGESCHIKTHEID.....	29
4.5.2.	ESF 5 VERSPREIDING.....	29
4.5.3.	ESF 6 VERWIJDERING.....	30
4.5.4.	ESF 7 ORGANISCHE BELASTING.....	30
4.5.5.	ESF 8 TOXICITEIT.....	30
4.5.6.	ESF 9 CONTEXT.....	31
<b>5.</b>	<b>OPLOSSINGSRICHTINGEN.....</b>	<b>31</b>
5.1.	BELASTING EN OPLOSSINGSRICHTINGEN.....	31
5.2.	POTENTIES.....	32
5.3.	MAATREGELEN.....	33
5.4.	MONITORING EN MEETNET.....	34
5.5.	HAALBAARHEID KRW.....	35
5.5.1.	WATERTYPE.....	35
5.5.2.	RESULTATEN KRW-BEOORDELING ECOLOGIE.....	35
5.5.3.	AFLEIDING DOELSTELLINGEN.....	35
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN.....</b>	<b>37</b>
6.1.	CONCLUSIES.....	37
6.2.	AANBEVELINGEN.....	38

6.3.	DISCUSSIE .....	39
6.4.	EVALUATIE PILOT .....	40
<b>7.</b>	<b>REFERENTIES .....</b>	<b>42</b>
	<b>BIJLAGE 1 EUROPESE KADERRICHTLIJN WATER, BELEID .....</b>	<b>43</b>
	<b>BIJLAGE 2 ANALYSE INLAATCAPACITEIT TONNEKREEK .....</b>	<b>45</b>
	<b>BIJLAGE 3 KRW-BEOORDELING EN ONDERBOUWING DOELAFLEIDING .....</b>	<b>46</b>
1.	WATERTYPE-AANDUIDING EN MAATLATTEN .....	46
2.	DOELEN .....	46
3.	RESULTATEN KRW-BEOORDELING ECOLOGIE .....	47
4.	KRW-BEOORDELING ALGEMENE FYSISCH-CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN .....	48
5.	DOELAFLEIDING .....	50
5.1.	FYTOPLANKTON .....	50
5.2.	MACROFYTEN .....	52
5.3.	VIS .....	54
5.4.	MACROFAUNA .....	56
6.	ALGEMENE FYSISCHE EN CHEMISCHE KWALITEITSELEMENTEN .....	56
7.	HEROVERWEGING DOELSTELLING .....	56

## 0. Samenvatting

De Tonnekreek is één van de 25 waterlichamen waarvoor Kaderrichtlijn Water (KRW-)doelen zijn vastgelegd in het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant 2016-2021. Uit de watersysteem*rapportage* 2000-2012 en meetgegevens t/m 2015 blijkt dat, ondanks vele reeds uitgevoerde maatregelen, er op de meeste plaatsen in het beheergebied nog geen sprake is van een goede ecologische toestand. Met de voorgenomen maatregelen uit het Waterbeheerplan 2016-2021 streeft het waterschap naar een toename van het aantal ecologische beoordelingen met minimaal een goede toestand van 10 naar 35%. Mede op basis van landelijke KRW-analyses van bijvoorbeeld het Planbureau voor de Leefomgeving is de inschatting dat, ook na uitvoering van een maatregelpakket van vergelijkbare omvang in 2022-2027, volledig doelbereik in 2027 niet realistisch is.

Om een beter, actueel inzicht te verkrijgen in effectieve maatregelen en de mate van doelbereik die daarmee kan worden gehaald, is landelijk afgesproken om watersysteemanalyses uit te voeren. Om ervaring op te doen met een dergelijke KRW-analyse op het schaalniveau van een individueel KRW-waterlichaam heeft waterschap Brabantse Delta in 2015 besloten een pilot uit te voeren in twee stroomgebieden. Een voor een vrij afwaterend watersysteem (Strijbeekse Beek) en een voor een peil-beheerst gebied (Tonnekreek complex).

In de voorliggende watersysteemanalyse is voor de Tonnekreek aangegeven wat de huidige kwaliteit van het aquatisch ecosysteem is, welke sturende factoren die kwaliteit bepalen ('ecologische sleutelfactoren') en welke drukken en beïnvloedingen van doorslaggevende invloed zijn op de huidige kwaliteit. Aan de hand van dit inzicht zijn haalbaar geachte maatregelen geformuleerd die aangrijpen op de belangrijkste beïnvloedingen dan wel het negatieve effect daarvan mitigeren. Het hiervan te verwachten ecologisch effect is vertaald in een bijpassend KRW-doel. De periode die hierbij in beschouwing is genomen, is de nu geldende maximale termijn voor het realiseren van KRW-doelen tot en met 2027. Deze KRW-watersysteemanalyse is een aanvulling op de eerder uitgevoerde Integrale Gebiedsanalyse Tonnekreek-Keenhaven (2010) voor wat betreft waterkwaliteit en ecologie.

De Tonnekreek is een van oorsprong natuurlijk watersysteem, ontstaan onder invloed van getijdewerking. De Tonnekreek ligt nu in een door intensieve landbouw gedomineerd poldergebied. Sinds 2000 uitgevoerde maatregelen zijn baggeren, randenbeheer en oeverinrichting. Voor oude deltakreeken zoals die voornamelijk in het beheergebied van Brabantse Delta liggen heeft het Rijk geen apart watertype met bijbehorende KRW-doelen ontwikkeld. In 2009 heeft het waterschap het watertype M14 (ondiepe matig grote gebufferde plassen) als best passend voor de Tonnekreek gekozen. De huidige kwaliteit van de Tonnekreek is op basis van dit type in 2011 beoordeeld als ontoereikend en in 2014 als slecht. Gebleken is dat dit watertype de lading van de karakteristieken van het huidige kreekcomplex niet optimaal dekt. Ofschoon de Tonnekreek een natuurlijke oorsprong heeft, sluiten de karakteristieken van het kunstmatige watertype M6a (grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart) beter aan dan type M14. De maatlatten voor type M6a zijn afgeleid van de maatlatten van type M14 en beoordelen de kwaliteit van de Tonnekreek in 2011 als ontoereikend en in 2014 als matig.

Het grootste knelpunt voor de ecologische ontwikkeling van de Tonnekreek zijn de hoge gehalten meststoffen, met name fosfor (P), in het water. Dit resulteert in troebel water met hoge algenconcentraties en het ontbreken van ondergedoken waterplanten in grote delen van de kreek. Het is gezien het landbouwkundig gebruik van het gebied niet aannemelijk dat de belasting met voedingsstoffen (en daarmee productiviteit) van het watersysteem in de periode tot 2027 significant wordt gereduceerd. De huidige kwaliteit is een logisch gevolg van het landgebruik in het gebied. De Tonnekreek zal door de blijvend hoge belasting geen ecologisch voldoende ontwikkeld systeem worden. Het Goede Ecologische Potentieel (GEP; de KRW-doelstelling voor een dergelijk sterk veranderd waterlichaam) kan niet worden gerealiseerd.

Op grond van deze watersysteemanalyse wordt aanbevolen het in het Waterbeheerplan 2016-2021 vastgestelde maatregelpakket te heroverwegen. Vanuit de KRW-doelen voor waterkwaliteit en ecologie bezien is het niet effectief om in grootschalige kreekherstelmaatregelen te investeren zolang de nutriëntenbelasting de beperkende factor is. Hoewel het GEP niet kan worden gerealiseerd, zijn in het hele waterlichaam verbeteringen mogelijk, door er voor te zorgen dat ingegrepen wordt op de ontwikkeling van algenbloei en te sturen op gevarieerde plantengroei. Dit kan door de verblijftijd te verkorten en het stimuleren van plantengroei door ondiepe plekken te creëren, de nalevering van de waterbodembodem te beperken en door selectief te maaien. Aangepaste monitoring moet inzicht geven in hoeverre de voorgestelde maatregelen verbetering in de biologie opleveren. Op basis van verkregen resultaten kunnen vervolgens aangepaste doelen worden bepaald die passen bij het overwegende landgebruik. Tevens zal samen met de landbouwsector en landelijke kennisinstanties als PBL en Alterra verkend kunnen worden welke maatregelen

als uitrol van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer effectief en haalbaar zijn. En wat de bijdrage van die maatregelen aan een reductie van de nutriëntenbelasting kan zijn. In de periode 2019-2021, na afronding van alle KRW-watersysteemanalyses, zal de bestuurlijke discussie plaatsvinden over de doelen en maatregelen voor de derde KRW-implementatietermijn (2022-2027).

Vanuit andere waterthema's bezien (waterbeschikbaarheid i.r.t. droogte en wateroverlast) kunnen grootschalige kreekherstelmaatregelen mogelijk wel een meerwaarde hebben (werken aan een robuuster watersysteem). De resultaten van deze KRW-watersysteemanalyse moeten daarom in het gebiedsproces worden gewogen met resultaten van analyses voor andere waterthema's.

Deze uitgevoerde pilot watersysteemanalyse vraagt een forse inspanning van medewerkers van het waterschap. De analyse leidt echter tot realistischere KRW-doelen en hoger rendement van investeringen in maatregelen en monitoring. Zo laat de analyse zien dat in dit geval meer kleinschalige maatregelen, zoals het plaatselijk verondiepen of het gericht uitvoeren van onderhoud en wateraanvoer, naar verwachting het meest effectief zijn. Naast het verhogen van de effectiviteit van maatregelen zit de winst vooral in het beperken van de investeringen tot locaties waar daadwerkelijk ecologische verbetering kan optreden. Tenslotte geven de analyses ook waardevolle inzichten om de monitoring aan te passen, waardoor met vergelijkbare inspanning meer informatie verzameld kan worden. Het uitvoeren van een watersysteemanalyse is ook een investering voor de toekomst. Het verdient aanbeveling een dergelijke analyse periodiek (eenmaal in de zes jaar) uit te voeren. Door de monitoring hier gericht op aan te passen blijft de basinformatiehuishouding op orde en kunnen dergelijke analyses eenvoudiger als onderdeel van de reguliere werkprocessen worden uitgevoerd.

## **1. Inleiding**

### **1.1. Aanleiding**

In West-Brabant is, net als in de rest van Nederland, de keuze gemaakt om gefaseerd in drie termijnen tot uiterlijk 2027 maatregelen uit te voeren voor het realiseren van de KRW-doelstellingen. Deze faseringmogelijkheid wordt door de KRW geboden. In 2021 moet in de stroomgebiedbeheerplannen door de waterbeheerders worden besloten of er tevens gebruik zal worden gemaakt van de uitzonderingsbepaling voor het aanpassen van doelstellingen. Als doelstellingen worden aangepast, dan moet dat gedegen worden beargumenteerd conform de Europese spelregels (KRW artikel 4). De grote bedragen die gemoeid kunnen zijn met het realiseren van verbeteringsmaatregelen rechtvaardigen het dat periodiek zowel de doelen, als de bijpassende maatregelen tegen het licht gehouden worden. In de programmering van KRW-maatregelen ligt de uitdaging om deze gebiedsgericht in samenhang met andere waterthema's te beschouwen.

Voor het waterlichaam Tonnekreek complex (NL25\_30; verder in deze rapportage aangeduid als Tonnekreek) is in 2008 het Goede Ecologische Potentieel (GEP; zie bijlage 3) afgeleid op basis van een kwalitatieve analyse van knelpunten en oplossingsrichtingen (Waajen en Van Nispen, 2008). Vanwege het intensieve landgebruik en het peilbeheer in de Tonnekreek is aan het waterlichaam de status 'sterk veranderd' toegekend. De Provincie Noord-Brabant heeft het GEP achtereenvolgens vastgelegd in het Provinciaal Waterplan 2010-2015 en het Provinciaal Milieu- en Waterplan 2016-2021. Waterschap Brabantse Delta heeft zijn deel van de maatregelen gericht op het halen van het GEP als resultaatsverplichting vastgelegd in de waterbeheerplannen 2010-2015 en 2016-2021. Het vigerende waterbeheerplan geeft ook een doorkijk naar de resterende maatregelen voor de derde en vooralsnog laatste KRW-termijn (2022-2027). Voor het kunnen halen van het GEP zullen ook andere partijen maatregelen moeten treffen. Denk bijvoorbeeld aan maatregelen door agrarische ondernemers in het kader van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW).

Gebleken is dat, ondanks gepleegde inspanningen tot nu toe, de Tonnekreek niet volledig aan de KRW-doelstellingen voldoet (Evers et al., 2013). Dit geldt overigens voor alle waterlichamen in West-Brabant. De KRW-beoordeling op basis van gegevens uit 2011 en 2014 is voor de Tonnekreek ontoereikend tot slecht. Inschatting is dat deze doelstellingen in 2027 ook niet volledig kunnen worden gehaald (Evers et al., 2013). Om de oorzaak van de lage KRW-beoordelingen vast te stellen is een beter inzicht in het functioneren van het watersysteem nodig. Op basis van dit inzicht kan een onderbouwing worden gegeven voor aangepaste, realistische doelstellingen en de maatregelen die daarvoor nodig zijn.

In de periode vanaf 2008 is de beschikbare kennis vergroot en zijn diverse hulpmiddelen beschikbaar gekomen waarmee een beter begrip van het functioneren van watersystemen mogelijk is geworden (o.a. Jaarsma et al., 2008; Mooij et al., 2010; Von Meijenfildt et al., 2014). Voor een goed inzicht in watersystemen zijn gebiedsgerichte watersysteemanalyses nodig waarbij hydrologie, waterkwaliteit en ecologie in samenhang worden beschouwd.

In 2015 heeft waterschap Brabantse Delta besloten in 2 KRW-proefgebieden een watersysteemanalyse uit te voeren. Tonnekreek is het proefgebied voor peilbeheerste watersystemen (M-watertypen). Strijbeekse Beek is het proefgebied voor stromende watersystemen (R-watertypen).

### **1.2. Doel**

Het doel van de watersysteemanalyse Tonnekreek is om vast te stellen wat de oorzaken zijn van de knelpunten in waterkwaliteit en ecologie. Op basis daarvan kan worden vastgesteld welke oplossingsrichtingen voor verbetering mogelijk zijn, welke maatregelen daartoe technisch en maatschappelijk haalbaar worden geacht, welke effecten daarvan verwacht worden en welke KRW-doelen als haalbaar worden ingeschat. Hierbij is uitgegaan van een KRW einddatum in 2027, wetende dat er op Europees niveau gesproken wordt over een mogelijke termijnverlenging van de KRW. Het tweede doel is om aan de hand van dit proefgebied een werkwijze te ontwikkelen en bruikbare methoden vast te stellen voor het uitvoeren van op de KRW gerichte watersysteemanalyses voor andere peilbeheerste gebieden (M-watertypen).

### **1.3. Afbakening**

De watersysteemanalyse richt zich op de beschrijving van de hydrologie, waterkwaliteit en ecologie in onderlinge samenhang binnen het waterlichaam Tonnekreek. Hieruit volgt een diagnose van de knelpunten die de waterkwaliteit en ecologische ontwikkeling in de weg staan. Er worden oplossingsrichtingen bepaald waar mogelijk maatregelen voor herstel van waterkwaliteit en ecologie, alsmede het te verwachten effect

daarvan. Deze watersysteemanalyse is een technisch-inhoudelijke analyse. Afstemming met belanghebbenden moet nog plaatsvinden in een gebiedsproces waarbij ook de samenhang met andere waterthema's wordt besproken. Uiteindelijk betreft een bestuurlijke afweging welke doelen en maatregelen als haalbaar worden beschouwd.

De KRW staat een brede belangenafweging, mits goed beargumenteerd, toe. De verschillen in omstandigheden kunnen er dan toe leiden dat voor ieder waterlichaam een eigen, op maat gesneden ecologisch doel wordt afgeleid. Naast de ecologische kwaliteit spelen de gebiedsspecifieke beïnvloedingen en de functies van het watersysteem een rol, zoals het voorkómen van wateroverlast, water aan- en afvoerfunctie ten behoeve van het grondgebruik en recreatie. Deze brede belangenafweging maakt geen deel uit van deze watersysteemanalyse. Deze watersysteemanalyse is toegespitst op het ecologische functioneren en de relevante aspecten die daar invloed op hebben. De relatie met andere functies in het gebied is randvoorwaardelijk meegenomen. Dat wil zeggen dat ervan uit is gegaan dat er geen ingrijpende wijzigingen in het grondgebruik zullen plaatsvinden.

De effecten van klimaatverandering zijn buiten beschouwing gelaten, omdat de methoden en kennis ontbreken om deze effecten te bepalen.

#### **1.4. Leeswijzer**

De voorliggende watersysteemanalyse geeft inzicht in het functioneren van het watersysteem van de Tonnekreek en de belangrijkste beïnvloedende factoren. De analyse is technisch-inhoudelijk van aard en is de basis voor een verdere belangenafweging en besluitvorming over doelen en maatregelen.

In hoofdstuk 2 worden de toegepaste werkwijze en methoden beschreven. In hoofdstuk 3 worden de kenmerken van het gebied en het watersysteem beschreven. Hoofdstuk 4 behandelt de analyse aan de hand van de ecologische sleutelfactoren. In hoofdstuk 5 worden de oplossingsrichtingen besproken en in hoofdstuk 6 worden conclusies en aanbevelingen beschreven.

## 2. Werkwijze

### 2.1. Beschrijven gebied en watersysteem

Als eerste stap worden algemene kenmerken van het gebied en het watersysteem beschreven. Op basis van deze beschrijving wordt een beeld geschetst van het grondgebruik, de waterhuishouding, de waterkwaliteit en de natuurwaarden in het gebied. Hierbij is gebruik gemaakt van beschikbare informatie over beheer en onderhoud, uit algemene basisgegevens en uit monitoring en eerdere onderzoeken. De waterkwaliteit en ecologie worden beschreven op basis van beschikbare meetgegevens. Op basis van een analyse van de meetgegevens worden bijzonderheden en knelpunten aangeduid.

De gebiedsbeschrijving bestaat uit een samengesteld beeld op basis van basisgegevens, waarnemingen en metingen. Er vindt in dit stadium een beperkte analyse, maar nog geen beoordeling plaats.




### 2.2. Ecologische sleutelfactoren

Voor het bepalen van haalbare ecologische doelen en daarvoor benodigde maatregelen is het noodzakelijk om te begrijpen hoe het watersysteem ecologisch functioneert en wat de bepalende processen zijn in dat functioneren. Zo zijn bijvoorbeeld de verblijftijd van het water, de bodemsamenstelling, de mate van isolatie, de invloed van de wind en het beheer (peilbeheer, bemaling, verstuwning, onderhoud) belangrijk.

Het theoretisch kader wordt gevormd door het concept van alternatieve stabiele toestanden (Scheffer et al., 1993 & 2007). Bij dit concept staan de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten en de rol van nutriëntenbelasting hierbij centraal. Omdat fosfor (P) in beginsel het enige hoofd-nutriënt is waarop in de praktijk in voldoende mate gestuurd kan worden, richt de aandacht zich hierbij op P-limitatie. De omslag van een heldere en een troebele toestand vindt bepaald bij overschrijding van de kritische P-belasting. Deze wordt bepaald voor verschillende deelsystemen en op verschillende tijdschalen. Vervolgens worden de P-belastingen die van buiten af en van binnen uit op het systeem inwerken vergeleken met de kritische P-belasting. Deze vergelijking geeft een indicatie voor de haalbaarheid van een verbeterde waterkwaliteit en ecologie en de effectiviteit van maatregelen.



De methode voor het verkrijgen van inzicht in het ecologisch functioneren van de Tonnekreek, van de ecologische potenties en van verbeteringsmaatregelen is de systematiek van 'ecologische sleutelfactoren' (Von Meijenfeldt et al., 2014). De systematiek hanteert een raamwerk dat bestaat uit negen ecologische sleutelfactoren. Iedere ecologische sleutelfactor, kortweg ESF, vormt een voorwaarde voor een goed functionerend ecologisch watersysteem. Er wordt daarbij uitgegaan van een logische, hiërarchische volgorde, waarbij sommige voorwaarden belangrijker zijn dan andere. Met behulp van de ESFs wordt inzichtelijk waar belangrijke 'stuurknoppen' zitten voor het bereiken van ecologische doelen. De ESFs zijn ingedeeld in vier groepen:

#### A. Voorwaarden voor herstel van ondergedoken waterplanten:


-  Productiviteit van het water (nutriëntbeschikbaarheid)
-  Voldoende licht onder water (helderheid)
-  Productiviteit van de waterbodem

Deze drie ESFs zijn het belangrijkste en staan centraal in de systeemanalyse van de Tonnekreek. Als aan deze drie ESFs voldaan wordt, of anders gezegd, als de stoplichten voor deze factoren op groen staan, is in principe voldaan aan de basisvoorwaarden voor een ecologisch gezond watersysteem. Welke soorten daadwerkelijk (gaan) voorkomen, hangt af van de volgende *aanvullende* drie voorwaarden.

#### B. Voorwaarden voor herstel van gewenste soorten/soortgroepen:



-  Habitatgeschiktheid (bijv. waterpeilfluctuaties, waterbeweging, diepteverdeling, substraat)
-  Verspreiding (mogelijkheden voor organismen zoals vissen, macrofauna en planten om zich te verplaatsen van en naar het watersysteem)



6.  Verwijdering van planten en dieren uit het watersysteem door schoning (maaien, baggeren), vraat door ganzen en kreeften e.d.


Voor herstel of terugkeer van specifieke soorten moet worden voldaan aan de habitateisen die zij aan hun omgeving stellen. Bovendien spelen de mogelijkheid waarin soorten planten en dieren zich kunnen verplaatsen tussen gebieden een rol bij het al dan niet voorkomen van specifieke organismen, alsook onderhoud en vraat.

*C. Voorwaarden van belang in specifieke situaties*

7.  Organische belasting (overstorten, ongezuiverde lozingen, ingewaaid blad e.d.)
8.  Toxiciteit (bestrijdingsmiddelen, zware metalen, etc.)

In bepaalde situaties kan het voorkomen van organische stoffen of giftige stoffen een dominante rol spelen in het ecologisch functioneren. Wanneer een van deze ESFs van belang is in het gebied, dan staat deze vaak hoog in de hiërarchie van de sleutelfactoren. Er moet dan eerst iets aan deze ESF verbeteren, voordat het zin heeft te gaan werken aan de andere sleutelfactoren.

*D. Voorwaarden die de omgeving stelt, afweging tussen doelen en functies.*

9.  Context (afweging tussen functies, bijv. aan- en afvoer van water voor landbouw, veiligheid, recreatie, natuur)

De uiteindelijke afweging voor het vaststellen van doelen en het definiëren van maatregelen vindt plaats in de bredere samenhang van het waterbeheer en afweging tussen de verschillende functies die het watersysteem vervult. Deze sleutelfactor maakt inzichtelijk wat de ruimte is voor verbetering van de ecologische kwaliteit in de bredere context van het watersysteem en of er conflicten met andere functies bestaan. Deze sleutelfactor biedt een opening naar belangenafweging op een hoger (bestuurlijk) niveau.

In hoofdstuk 4 worden de ESF's verder uitgewerkt.

### **2.3. Waterbalans**

Om de Ecologische Sleutelfactoren 1 tot en met 3 goed te kunnen beschouwen, is het nodig een water- en fosforbalans van het gebied op te stellen. Hiermee wordt inzicht verschaft in de water- en fosforstromen in het watersysteem. Daarnaast geeft de waterbalans inzicht in de verblijftijd van het oppervlaktewater in het systeem. Hierbij wordt de methode van Maarten Ouboter van Waternet gebruikt. Met deze waterbalansen worden de diverse waterstromen in het stroomgebied zo goed mogelijk gekwantificeerd. De balansen worden opgesteld door gebruik te maken van de neerslag- en verdampingsgegevens, de draaiuren van gemalen, gemeten peilfluctuaties en overstorthoogtes bij stuwen. De waterstromen waarvan geen kwantitatieve gegevens beschikbaar zijn worden ingeschat of in de balansberekening berekening afgeleid. De onbekende waterstromen zijn kwel, drainagewater en inlaatwater. Voor kwel wordt het resultaat uit het regionale grondwatermodel gebruikt. Drainagewater en inlaat worden in de waterbalans berekend.

Aan iedere waterstroom wordt een concentratie chloride en fosfor gekoppeld. De gebruikte waterbalans vergelijkt de berekende chlorideconcentratie met de gemeten chlorideconcentratie. Wanneer deze concentraties goed overeen komen, dan is dit een indicatie dat de verschillende waterstromen goed in de balans zitten. Als de waterstromen goed in het model zitten, dan is daarmee de berekende fosforbelasting voldoende gemodelleerd.

### **2.4. Hydromorfologische kartering**

Bij het beoordelen van de hydromorfologie van een watersysteem wordt gekeken in hoeverre het watersysteem en haar omgeving een natuurlijke vorm hebben, een vorm die veroorzaakt wordt door of past bij het type water. De hydromorfologie levert informatie voor het uitwerken en beoordelen van de meeste ecologische sleutelfactoren. De hydromorfologische kenmerken variëren ruimtelijk. Voor de watersysteemanalyse is het van belang om deze variatie in beeld te brengen. Voor de Tonnekreek en polderwatersystemen in het algemeen is de hydromorfologie tot op heden slechts zeer globaal vastgesteld.

Het karteren en beoordelen van hydromorfologische kenmerken is nog in ontwikkeling. Er bestaan verschillende methoden die vaak gericht zijn op specifieke type watersystemen of voor een bepaald doel zijn opgezet.

Voor de watersysteemanalyse Tonnekreek is het doel van de hydromorfologische kartering in de eerste plaats om op een systematische manier de relevante hydromorfologische kenmerken van het waterlichaam in beeld te brengen. In tweede instantie kan een duiding van de kwaliteit door middel van een hydromorfologische beoordeling nuttig zijn.

De hydromorfologische kartering bestaat uit 4 stappen:

1. Vaststellen uniforme trajecten
2. Vaststellen hydromorfologische parameters
3. Inventariseren en beschrijven parameters per traject
4. Beoordelen parameters en trajecten

Voor het uitvoeren van een hydromorfologische kartering en beoordeling zijn alleen al binnen Europa vele verschillende methoden ontwikkeld:

1. Handboek hydromorfologie 2.0 Afleiding en beoordeling hydromorfologische parameters Kaderrichtlijn Water. Dit is een uitwerking van de richtlijn voor KRW monitoring.
2. Handreiking ontwikkeling waterlopen (HOW), 2012
3. de Duitse Gewässerstrukturgütekartierung (LUA Nordrhein-Westfalen, 1998), die in Vlaanderen en Nederland is doorontwikkeld door Royal Haskoning (2005)

De meeste van deze methoden zijn ontwikkeld voor stromende wateren. Voor poldersystemen zijn in verschillende methoden wel kenmerken opgenomen. Deze methoden zijn echter in de praktijk nog niet beproefd. In tabel 1 is een selectie van kenmerken benoemd die relevant wordt geacht voor de hydromorfologische beschrijving van poldersystemen. Daarnaast zijn enkele ecologische en chemische parameters toegevoegd die tijdens de veldkartering zijn meegenomen.

**Tabel 1 Selectie van hydromorfologische kenmerken en ecologische en chemische parameters die in het veld zijn opgenomen voor de beschrijving van de Tonnekreek**

<b>Hoofdparameter</b>	<b>Subparameter</b>
Beddingstructuur	Substraat
	Beddingvegetatie
	Dood hout
	Beschaduwing
Dwarsprofiel	Oeverprofiel
	Breedtevariatie
	Profiel diepte
Oeverstructuur	Oeververdediging
	Oevervegetatie
Aangrenzend landgebruik	Landgebruik
	Bufferstroken
	Drains
Ecologie	Waterplanten
	Algen
	Doorzicht
Chemie	pH
	EC
	Watertemperatuur

De toegepaste methode is indicatief en heeft vooral waarde als beschrijving van het waterlichaam. De methode is een vereenvoudigde vertaling van het veel uitgebreidere Handboek hydromorfologie, Afleiding en beoordeling hydromorfologische parameters Kaderrichtlijn Water.

Voor uniforme trajecten is door middel van veldbezoeken een algemeen beeld van de morfologische kenmerken vastgesteld. Enkele parameters zijn nabij het begin en eind en bij sommige trajecten in het midden bepaald.

## **2.5. Afleiden doelen**

Doelen worden afgeleid voor watertype M6a (zie 5.5.3 en bijlage 3). Uitgangspunt zijn de default maatlatten voor watertype M6a (Evers et al., 2012), waarbij aan de hand van ecologische sleutelfactoren 1 tot en met 3 een inschatting wordt gemaakt in hoeverre het daarin gepresenteerde default-GEP haalbaar wordt geacht in de Tonnekreek. Leidend daarin zijn de huidige waterkwaliteit, de huidige omvang van de belangrijkste bronnen van nutriëntenbelasting en de in de periode tot 2027 (uiterste realisatietermijn KRW-doelen) te verwachten veranderingen daarin. Ook wordt gelet op de in het verleden behaalde maximale EKR-scores. In praktijk fluctueren de EKR-scores van jaar op jaar (Tabel 14 in bijlage 3) als gevolg van niet in beeld gebrachte oorzaken en weersinvloeden. Om een robuust doel te formuleren dat minder door grillige jaarlijkse fluctuaties wordt beïnvloed, wordt de bijbehorende EKR-score afgerond op 1 decimaal.

In het stagnante M-watertype neemt de aquatische vegetatie een centrale plaats in het ecosysteem in: groei van voldoende ondergedoken waterplanten is belangrijk voor een gezond ecosysteem.

Uitgaande van de huidige en de in 2027 te verwachten productiviteit van het water wordt een inschatting gemaakt van de te verwachten algengroei en het bijbehorende risico op algenbloeien. Dit bepaalt de te verwachten EKR voor fytoplankton.

De te verwachten omvang van de algengroei bepaalt in sterke mate het lichtklimaat en daarmee de omvang van de te verwachten waterplantengroei. De soortensamenstelling van macrofyten wordt gebaseerd op de nu al voorkomende soorten, aangevuld met de tijdens een veldinventarisatie (zomer 2015) in zijwaterlopen van het Tonnekreesysteem aangetroffen soorten macrofyten. Dit geheel is leidend voor de te verwachten EKR voor macrofyten.

De macrofauna-score wordt bepaald door positieve en negatief dominante taxa. Een taxon is een groep organismes die op basis van gemeenschappelijke kenmerken tot een samenhangende groep gerekend worden. Het maken van een voorspelling op basis van de te verwachten veranderingen in waterkwaliteit en andere biologische kwaliteitselementen is niet mogelijk, vanwege de grote onzekerheid in de verwachtingen en de kennisregels onder de maatlat. Bij het bepalen van een realistisch doel voor 2027 wordt uitgegaan van de in het recente verleden behaalde maximale EKR-score voor macrofauna.

De vis-score wordt bepaald door het aandeel van brasem en karper, het aandeel plantminnende vis en het aantal plantminnende en migrerende vissoorten. Het aandeel brasem en karper wordt beïnvloed door de productiviteit van het water en het visstandbeheer. Voor de plantminnende vis is de ontwikkeling van macrofyten van belang. Voor migrerende soorten zijn migratiebarrières beperkend en vispassages van belang.

## **3. Gebiedsbeschrijving**

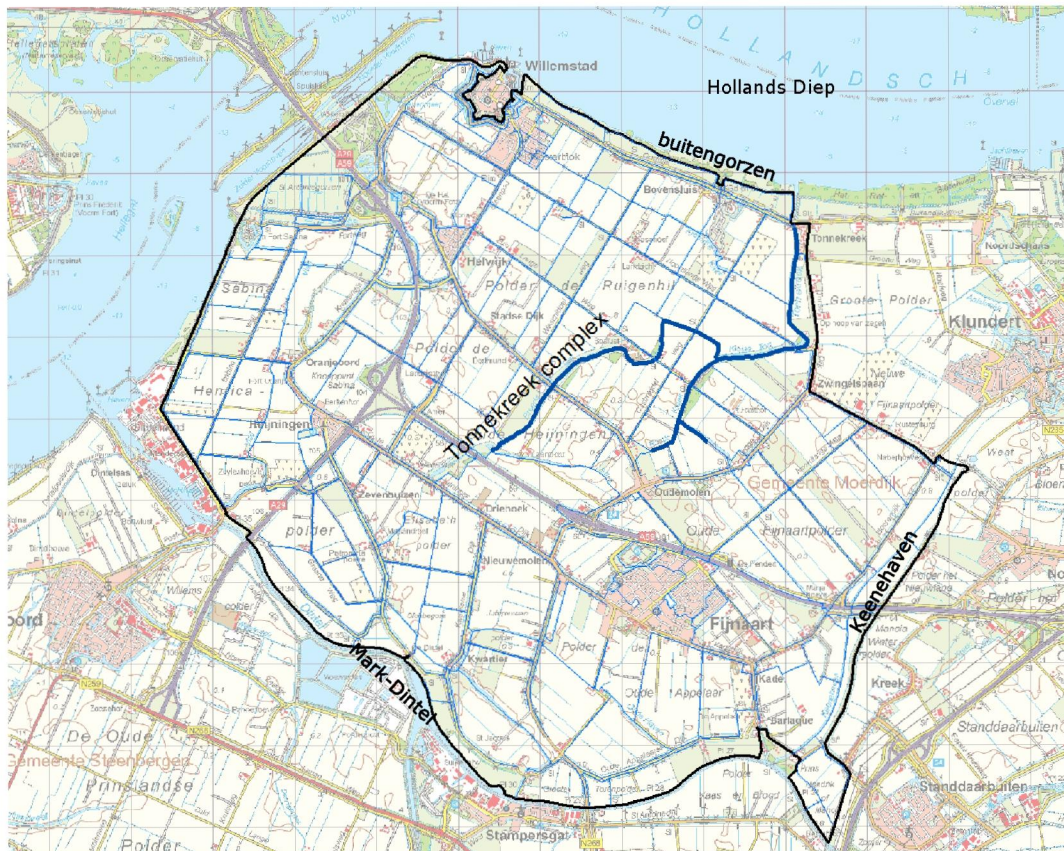
### **3.1. Het onderzoeksgebied**

Het analysegebied omvat het KRW-waterlichaam Tonnekreek en de daarmee in verbinding staande polderwateren. Het waterlichaam Tonnekreek is gelegen in de polder de Ruigenhil, in de gemeente Moerdijk, tussen de plaatsen Willemstad en Klundert in. De kern Fijnaart ligt in het stroomgebied. Het waterlichaam maakt onderdeel uit van het bemalingsgebied Tonnekreek en voert via het gelijknamige gemaal af op het Hollandsch Diep. Het onderzoeksgebied wordt in het zuiden begrensd door Mark en Dintel, in het westen door het Volkerak en in het noorden door het Hollandsch Diep. In het oosten wordt de begrenzing gevormd door de waterscheiding tussen de bemalingsgebieden van de gemalen Tonnekreek en Niervaert. De bodem van het onderzoeksgebied bestaat uit lichte en zware zavel en lichte tot zware klei. Het watersysteem Tonnekreek is uitgebreider dan het KRW-waterlichaam Tonnekreek. Het bemalingsgebied omvat een stelsel van met elkaar in verbinding staande waterlopen. Deze waterlopen beïnvloeden elkaar hydrologisch en ecologisch. Het waterlichaam Tonnekreek is de administratieve eenheid waarover in KRW-verband gerapporteerd wordt.

Het landgebruik in het gebied van de Tonnekreek bestaat voornamelijk uit landbouw (akkerbouw, zie Tabel 2). Op enkele stukken langs de waterloop zijn de oevers geherprofileerd tot natuurvriendelijke oevers en zijn bosschages aanwezig. Het aanwezige landbouwgebied is zo goed als volledig gedraineerd.

**Tabel 2 Verdeling grondgebruik onderzoeksgebied Tonnekreek**

	ha	%
Akkerbouw	4009	70%
Grasland	659	12%
Tuinbouw en boomteelt	213	4%
Natuurgebieden	44	1%
Bebouwd gebied en infrastructuur	788	14%
Totaal	5713	100%



**Figuur 1 Onderzoeksgebied watersysteemanalyse Tonnekreek complex**



**Figuur 2 Gemaal Tonnekreek**



**Figuur 3 Akkerbouw langs de Tonnekreek**



**Figuur 4 Uitmonding drainage van akkerbouwperceel op Tonnekreek**



In droge perioden infiltreert water vanuit de waterlopen naar het grondwater. In de zomer zijn de oppervlaktewaterpeilen hoger dan in de winter. Sloten en kreken worden dan op peil gehouden door wateraanvoer. Infiltratie van dit zoete water zorgt voor (geleidelijke) verzoeting van het grondwatersysteem. In natte perioden infiltreert alleen de Mark-Dintel. De meeste waterlopen in de polder voeren dan juist water af. Een deel van dit water zal afkomstig zijn van geïnfilteerd neerslagwater uit de percelen, de rest is kwelwater uit de ondergrond.

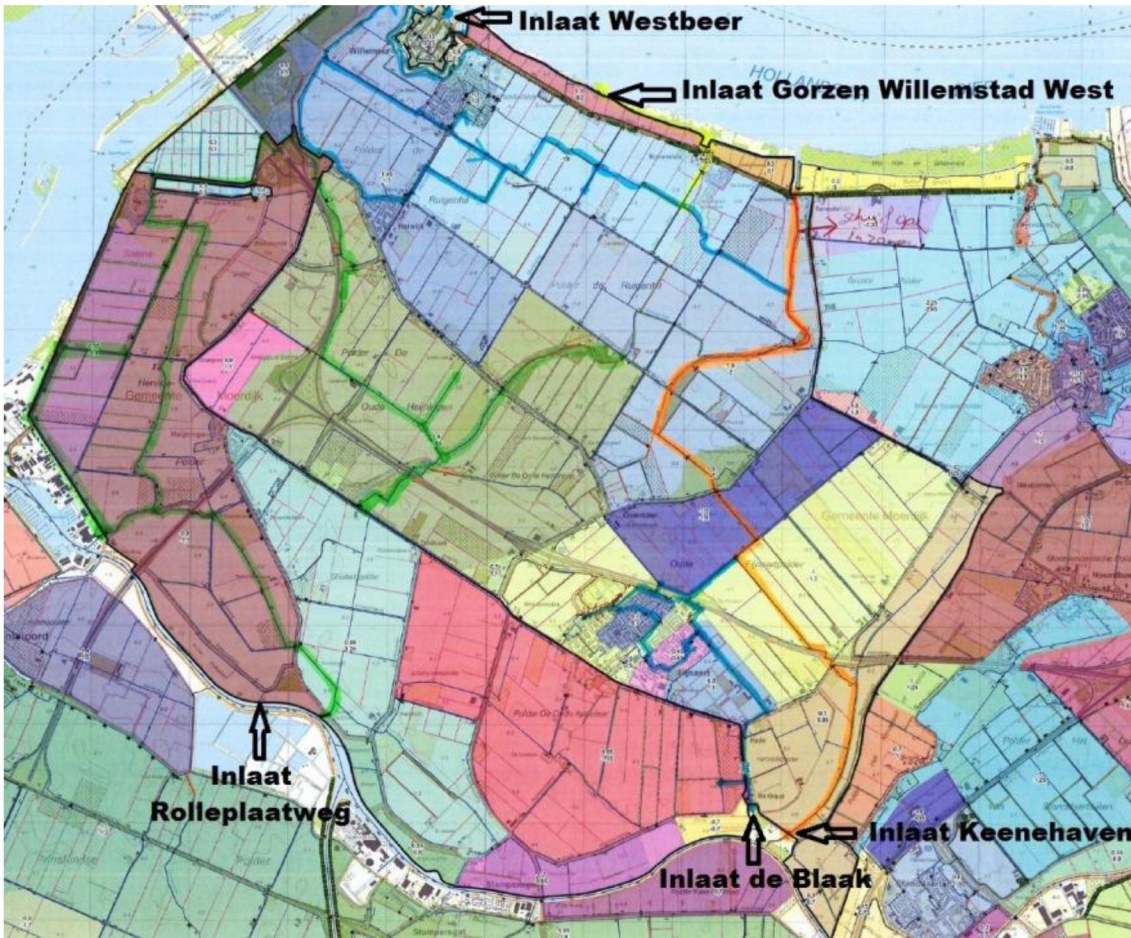
In het algemeen zijn de polders rondom de Tonnekreek kwelgebied. De kwelstroom bestaat uit ondiepe kwel uit de hoger gelegen waterlopen, zoals de Mark-Dintel en het Hollandsch Diep, en uit diepe kwel uit het eerste watervoerende pakket. Kwel zorgt voor de aanvoer van brak grondwater vanuit de ondergrond naar de sloten en kreken. In droge perioden treedt in een groot deel van het gebied kwel op, met uitzondering van de Mark-Dintel, de Keenehaven en de buitengorzen. Het meer zuidelijk gelegen gebied ligt wat hoger, waardoor daar de kweldruk minder is of het gebied in drogere perioden als infiltratiegebied werkt.

### **3.2.2. Waterhuishoudkundige situatie**

Aangezien het om een gebied gaat met een intensief agrarische functie vraagt het om een gereguleerd (grond)waterpeil. Dit houdt in dat er vaste (lage) winterpeilen en vaste (hoge) zomerpeilen gevoerd worden. Hierbij gaat het om de teelt van gewassen die optimaal renderen bij een bepaalde grondwaterstand, de mogelijkheid tot beregening van de percelen, maar ook om de bereikbaarheid van percelen die nodig is voor een goede bedrijfsvoering.

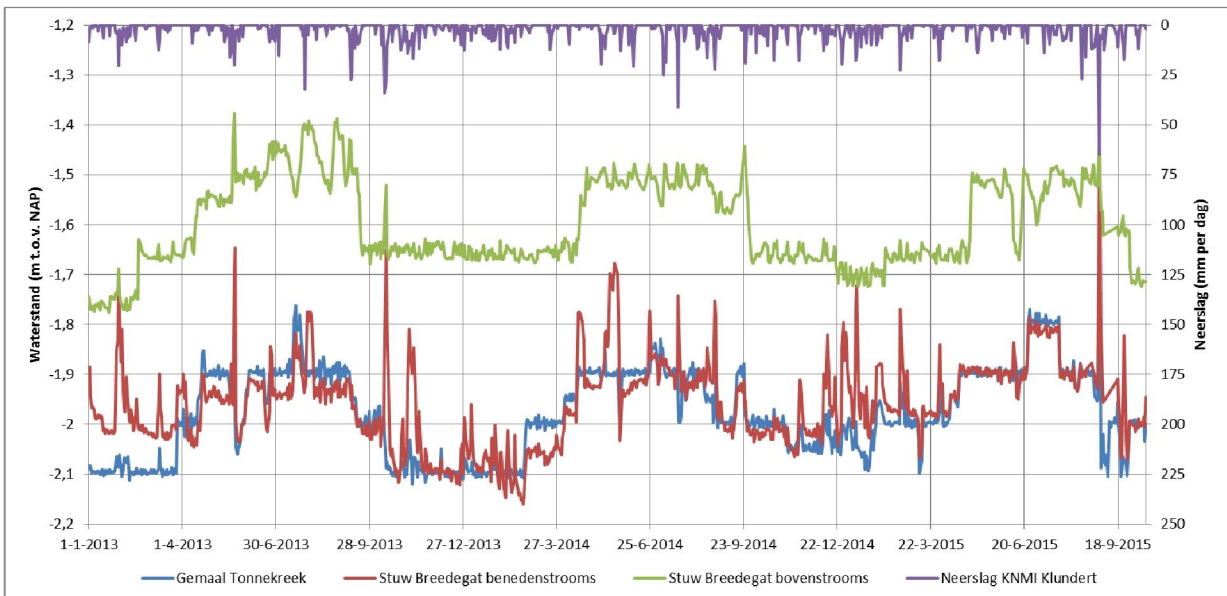
De Tonnekreek watert via gemaal Tonnekreek af op het Hollandsch Diep. In de periode van maart tot en met oktober wordt er in het gebied vrijwel constant water ingelaten om de peilgebieden te voorzien van water. De belangrijkste inlaatpunten zijn inlaat Westbeer en Inlaat Gorzen Willemstad West, welke water inlaten vanuit het Hollandsch Diep en inlaat Keenehaven, inlaat de Blaak en inlaat Rolleplaatweg vanuit de Mark-Dintel. In Figuur 7 zijn de belangrijkste aanvoerroutes per inlaat weergegeven zoals aangegeven door de peilbeheerder in het gebied.

Het waterpeil kent een vastgesteld zomerpeil van -1,90 m NAP en winterpeil van - 2,00 m NAP (peilgebied Ruigenhil Oost), respectievelijk -1,40 m NAP en -1,65 m NAP (peilgebied Oude Heijningen). De overgang van winterpeil naar zomerpeil (en vv.) wordt, afhankelijk van de weersomstandigheden, stapsgewijs ingesteld.



**Figuur 7** Belangrijkste inlaatpunten en waterlopen in het gebied van de Tonnekreek. Met kleuren langs de waterlopen is aangegeven waar het water per inlaat terecht komt.

In Figuur 8 is een grafiek weergegeven met daarin de waterstanden in het Tonnekreekcomplex (Tonnekreek in deelgebied Noord van de waterbalans) in 2015, inclusief de neerslag in het peilgebied (rode lijn). In de grafiek is te zien dat de waterstand in het peilgebied vrij goed gehandhaafd kan worden. Het gebied lijkt niet gevoelig te zijn voor extreme neerslag. In september 2015 is wel een piek in de waterstanden terug te zien, dit was echter een zeer extreme bui. Het verval tussen gemaal Tonnekreek en stuw Brede Gat is minder dan 5 cm. In de periode december 2014 – januari 2015 is wel groter verhang te zien.



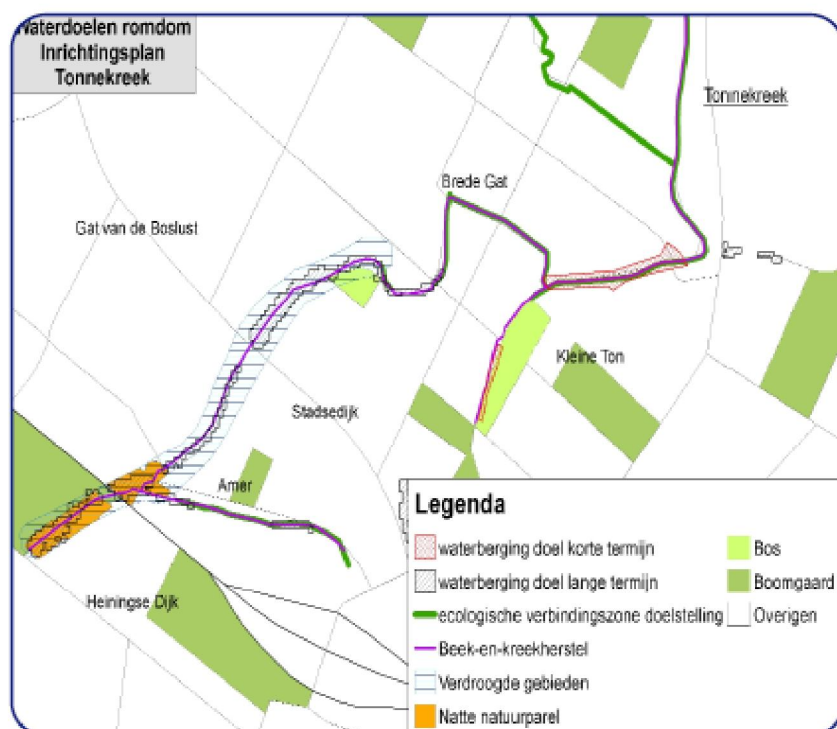
**Figuur 8** Waterstandsverloop over periode 1-1-2013 tot 15-10-2015 op locaties verspreid in het gebied.



### 3.3. Uitgevoerde maatregelen

In de Tonnekreek is een aantal maatregelen uitgevoerd die van invloed kunnen zijn op de huidige ecologische kwaliteit en waterkwaliteit. Het betreft:

- Baggeren van delen van de Tonnekreek, omstreeks 2000/2001. De omvang en aard van de werkzaamheden is niet bekend. Gezien de relatief lange periode sinds deze laatste baggerwerkzaamheden en de bekende jaarlijkse baggeraanwas van 1-3 cm wordt verondersteld dat een eventuele invloed van deze baggerwerkzaamheden op de waterkwaliteit niet meer aanwezig is. Tijdens een veldbezoek op 12 mei 2015 zijn waterdieptes gemeten van minder dan 0,65 m (zuidelijke tak, ten noorden van Noordlangeweg) tot 1,10 m (in het kreekgedeelte voor het gemaal); dit is bij zomerpeil. Van enkele locaties zijn dwarsprofielen beschikbaar waarin de waterdiepte ligt tussen 1,20 m en 1,50 m bij zomerpeil (bron: Geoweb, 11 dec. 2015). Op basis van alle beschikbare waterdieptegegevens blijkt dat de gemiddelde waterdiepte bij zomerpeil in het waterlichaam Tonnekreek 0,90 m bedraagt.
- Randenbeheer. Langs delen van de kreek en ook langs delen van de sloten in het stroomgebied van de kreek (zoals tussen de zuidwestelijke en zuidelijke kreektak) vindt een- of tweezijdig langs de waterlopen randenbeheer plaats (bron: Geoweb, 11 dec. 2015). Dit betekent dat er op een strook van 4 m breed langs de kreek niet bemest en niet gespoten wordt (teneinde directe afspoeling naar de waterlopen en drift te beperken). Deelname aan de randenbeheerregeling is vrijwillig en de oevers waarop randenbeheer wordt toegepast wisselen jaarlijks.
- Waterberging: delen van de zuidwestelijke en zuidelijke kreektak vervullen een functie voor waterberging (bron: Geoweb, 11 dec. 2015).
- Herinrichting. Langs delen van het waterlichaam zijn in 2008 en 2009 inrichtingsmaatregelen uitgevoerd gericht op kreekherstel (bron: Geoweb, 11 dec. 2015). Het betreft de inrichting van oevers en delen van aangrenzende percelen, met plas-drasstroken met rietbegroeiing en wilgenaanplant als natte ecologische verbindingzone ten behoeve van fauna, inclusief de aanleg van enkele geïsoleerde amfibieënpoelen (De Bruijn et al., 2007; Figuur 9).



Figuur 9 Overzicht herinrichting Tonnekreek 2008-2009 (bron: Nieuwsbrief 'Waterschap richt Tonnekreek in')

### 3.4. Ecologie

De ecologie wordt geschetst op basis van de ecologische monitoringsgegevens van waterplanten. De locatie van de meetpunten is weergegeven in Figuur 11. In bijlage 3 wordt uitvoeriger ingegaan op de ecologische toestand op basis van de KRW-beoordelingen.

*Meetpunt 790401* (traject 100 m):

- in 2011 (19 juli) ontbreken ondergedoken waterplanten nagenoeg volledig (weinig sterrekroos) en is de oeverbegroeiing slecht ontwikkeld met algemene soorten uit voedselrijk milieu met lokale dominantie van riet. Geen drijfbladplanten. Soortenscore is slecht.
- In 2014 scoren ondergedoken planten en oevers slecht.

*Meetpunt 790402* (traject 100 m):

- In 2011 (19 juli) meer dan 50% bedekking met ondergedoken waterplanten, dominantie van smalle waterpest. Daarnaast weinig sterrekroos, punkroos en haarfonteinkruid. Groot blaasjeskruid komt plaatselijk in groepjes voor. De oeverbegroeiing is matig ontwikkeld met meer dan 50% riet en daarnaast andere soorten uit voedselrijk milieu als kleine en grote lisdodde en grote brandnetel. Drijfbladplanten komen weinig voor, o.a. grote kroosvaren, klein kroos (regelmatig verspreid) en veelwortelig kroos. De soortensamenstelling is ontoereikend en duidt op voedselrijk milieu.

*Meetpunt 790404* (traject 100m):

- In 2011 (11 juli) ontbreken ondergedoken waterplanten volledig. Matige ontwikkeling van drijfbladplanten (gele plomp). De oeverbegroeiing bestaat uit weinig soorten met veel (tot 50%) grote lisdodde en meer dan 50% wilg. De soortenscore is slecht.

Het maaibeheer wordt in eigen beheer uitgevoerd. Uit waarnemingen van de buitendienst ontstaat een aanvullend maar beperkt beeld van de aanwezige begroeiing met ondergedoken waterplanten (Figuur 10):



**Figuur 10** Trajecten met beschrijving waterplantenbegroeiing

- traject 1: weinig tot geen waterplanten, af en toe weinig smalbladig fonteinkruid;
- traject 2: veld met gele plomp. Onder de plomp komen geen ondergedoken waterplanten voor. Bij enkele vissteigers wordt de gele plomp gemaaid;
- traject 3, eerste zijslot vanaf het gemaal, richting Oostmiddelweg: sterke groei van waterpest; intensief onderhoud nodig;
- traject 4: weinig ondergedoken waterplanten, af en toe een beetje smalbladig fonteinkruid. Tussen uitmonding van traject 5 en de Zuidlangeweg heeft de kreek een zandige bodem;
- traject 5: redelijk dichte begroeiing met waterpest, minder dan in traject 3;
- traject 6: begroeiing met hoofdzakelijk waterpest, en soms een beetje grof hoornblad. In het ene jaar staat er veel begroeiing, het andere jaar weinig;

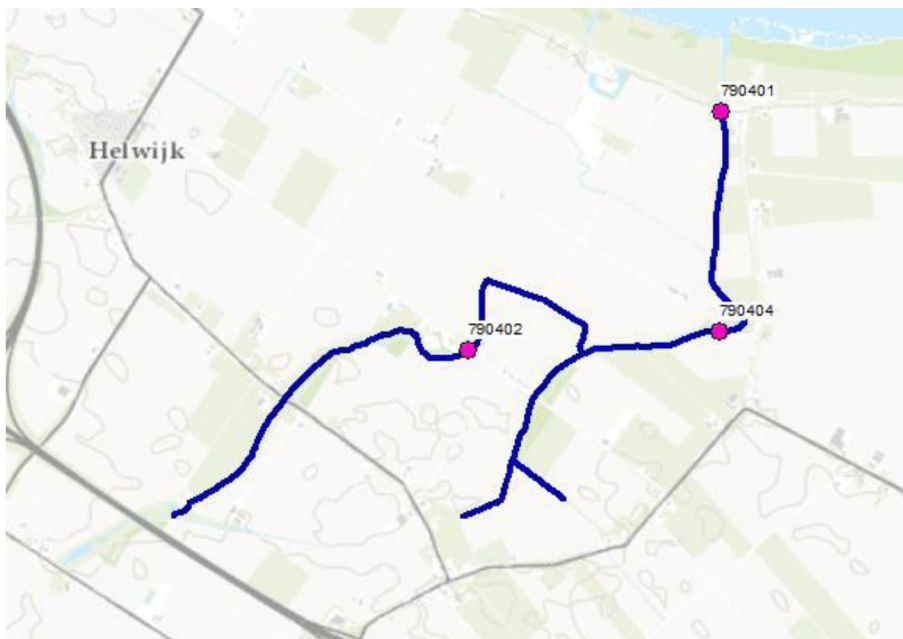
- traject 7: begroeiing met hoofdzakelijk waterpest, en soms een beetje grof hoornblad. In het ene jaar staat er veel begroeiing, het andere jaar weinig.

Tijdens de veldbezoeken is geconstateerd dat op de plaatsen waar een oeverbegroeiing met helofyten aanwezig is (vaak met dominantie van riet of grote lisdodde), deze begroeiing aan de waterkant niet verjongt. Waterriet als groeivorm komt niet tot nauwelijks voor.

De aquatische ecologie in het gebied is niet optimaal ontwikkeld. De diversiteit aan waterplanten en groeivormen is beperkt. Daarnaast worden regelmatig hoge algenconcentraties aangetroffen, wat een onwenselijke situatie is voor een ecologisch goed ontwikkeld watersysteem.

### 3.5. Chemische waterkwaliteit

In Figuur 11 zijn de waterkwaliteitsmeetpunten opgenomen die in het waterlichaam liggen. Meetpunt 790401 en 790402 worden jaarlijks bemonsterd en geanalyseerd. Meetpunt 790404 wordt eens per 3 jaar een jaar lang bemonsterd en geanalyseerd.



Figuur 11 ligging routinematige waterkwaliteitsmeetpunten

#### 3.5.1. Metalen en microverontreinigingen

##### Metalen

In de Tonnekreek voldoen de gemeten metalen koper, nikkel, chroom en cadmium altijd aan de geldende norm. Op meetpunt 790402 wordt in 2012 en 2014 de gemiddelde norm van kwik overschreden. De overschrijdingsfactor ligt tussen 1,1 en 1,8. Zink overschrijdt op meetpunt 790404 in 2014 de maximum concentratie met een overschrijdingsfactor van 1,1.

##### PAK

De parametergroep van de polycyclische aromatische verbindingen (PAK) is in het kader van de KRW-monitoring regelmatig geanalyseerd. Van de 10 individuele PAK-verbindingen die in het onderzoekspakket zitten wordt op meetpunt 790401 een keer de norm overschreden voor fenantreen. Verder is geen een keer de norm overschreden en deze parametergroep is dan ook geen knelpunt voor de waterkwaliteit.

##### Overige microverontreinigingen

Het meetpunt voor het gemaal Tonnekreek is onderdeel van het Landelijk meetnet gewasbeschermingsmiddelen land- en tuinbouw. In dit kader is dit meetpunt in 2015 gemonitord op een hele reeks aan gewasbeschermingsmiddelen. Voor ongeveer 170 stoffen uit het analysepakket bestaat een (indicatieve) norm en deze stoffen kunnen worden getoetst. De meeste stoffen worden niet boven de detectiegrens aangetroffen, maar de volgende stoffen zijn daadwerkelijk aangetroffen en overschreden de

norm, waarbij tussen haakjes het normtype staat. De aangetroffen overschrijdingen zijn maximaal ca. 3 maal de norm.

- azoxystrobin (90-percentiel), fungicide
- imidacloprid (gemiddeld), insecticide
- pirimicarb (gemiddeld en maximum), insecticide
- pyraclostrobin (90-percentiel), fungicide

Omdat op deze locatie geen historie is opgebouwd, is niet aan te geven in hoeverre er een ontwikkeling is te zien.

Voor ongeveer 30 stoffen die zijn geanalyseerd in het kader van het Landelijk meetnet gewasbeschermingsmiddelen land- en tuinbouw wordt de detectiegrens niet overschreden, maar omdat de detectiegrens van de betreffende stoffen (ver) boven de norm ligt, komen deze stoffen toch naar voren als een probleem stof. Zolang de analysetechnieken voor de betreffende stoffen niet verbeteren en de detectiegrens niet verlaagd kan worden, is het niet zinvol om te veel te focussen op deze stoffen.

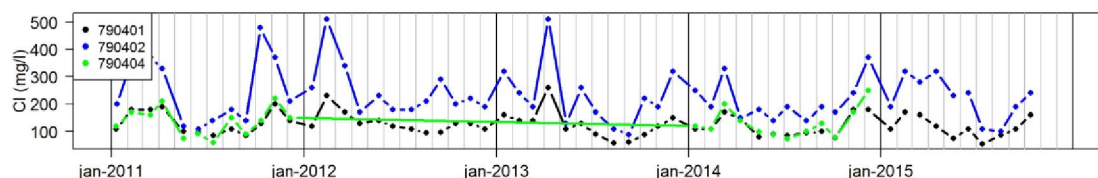
### Samenvattend

Voor de contaminanten metalen en PAK wordt de norm incidenteel licht overschreden. Op basis van de frequentie en de mate van overschrijding wordt dit niet als een waterkwaliteitsknelpunt geïdentificeerd. In zijn algemeenheid kan gezegd worden dat ondanks het intensieve landgebruik er relatief weinig gewasbeschermingsmiddelen worden aangetroffen. Slechts vier stoffen overschrijden de norm en de aangetroffen overschrijdingen zijn maximaal 3 maal hoger dan de betreffende norm, waardoor wordt ingeschat dat de impact beperkt is. Uiteraard is het voor het watersysteem beter wanneer de normen niet worden overschreden, maar op basis van de analyseresultaten kan worden gesteld dat er in het gebied relatief zorgvuldig met de middelen wordt omgesprongen.

### 3.5.2. Chloride, zuurstof en nutriënten

#### Chloride

De chlorideconcentratie verschilt sterk tussen de verschillende locaties en door het jaar heen (Figuur 12). Met name in de winter is de Cl-concentratie bij de stuw Stadsedijk (uitlaat deelgebied west, meetpunt 790402) veel hoger dan bij de andere twee meetpunten. Vermoedelijk komt dit door brakke kwel in deelgebied west. De Cl-concentratie verderop in de Tonnekreek (790404 en -401) is in de winter doorgaans iets hoger dan in de zomer. Verder valt op dat de Cl-concentratie op deze punten vrijwel altijd overeenkomt.



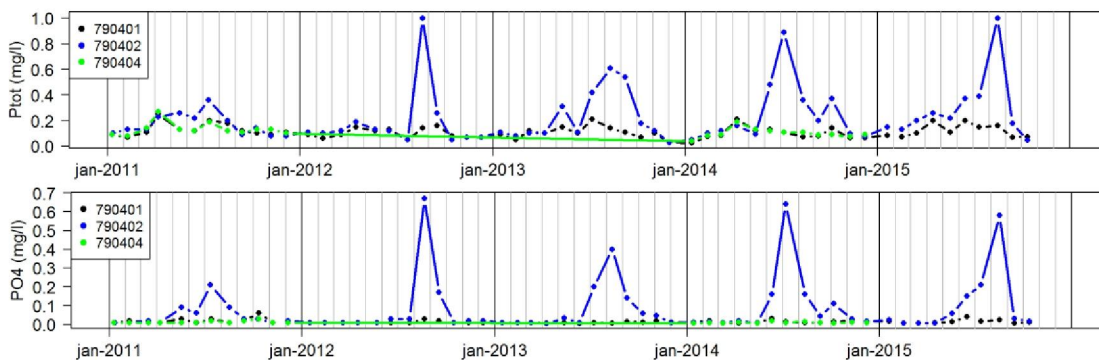
**Figuur 12 Gemeten chloride concentratie vanaf 2011**

#### Nutriënten en zuurstof

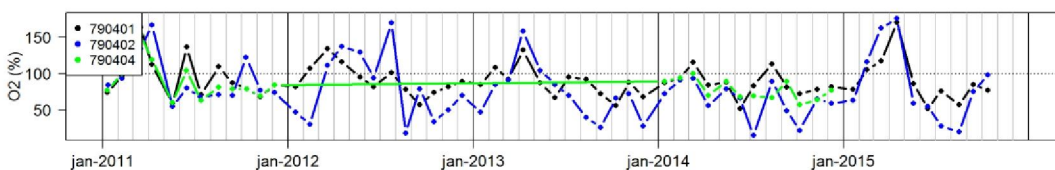
De concentratie totaal-P is bij het gemaal en in de bocht van de Tonnekreek het hele jaar door vrij constant: circa 0.1 à 0.2 mg P/l (Figuur 13). Dit betreft voornamelijk fosfor dat gebonden is aan bijvoorbeeld organisch materiaal (zoals algen) of aan anorganisch materiaal (zoals kleideeltjes). Er is nauwelijks opgelost fosfor aanwezig: de concentratie orthofosfaat, PO<sub>4</sub>, is vrijwel altijd zeer laag.

De meetlocatie bij de stuw Stadsedijk (meetpunt 790402) vertoont doorgaans een vergelijkbaar patroon, behalve in de zomer: dan treedt er regelmatig een sterke piek op, zie Figuur 13. Deze piek bestaat grotendeels uit opgelost fosfor (PO<sub>4</sub>). Waarschijnlijk wordt deze piek veroorzaakt door nalevering van fosfaat uit de bodem. Dit gebeurt wanneer de bodem gedurende langere tijd zuurstofloos raakt. Het fosfaat dat gebonden zit aan ijzermoleculen, kan dan gemakkelijk vrijkomen.

De pieken in fosfaat treden exact tegelijkertijd op met een dip in de zuurstofverzadiging (zie Figuur 14): dit geeft een sterke aanwijzing dat hier inderdaad nalevering uit de waterbodem optreedt als gevolg van zuurstofloosheid door afbraak van organisch materiaal. De zuurstofverzadiging van het water is bij het gemaal doorgaans rond de 100%.



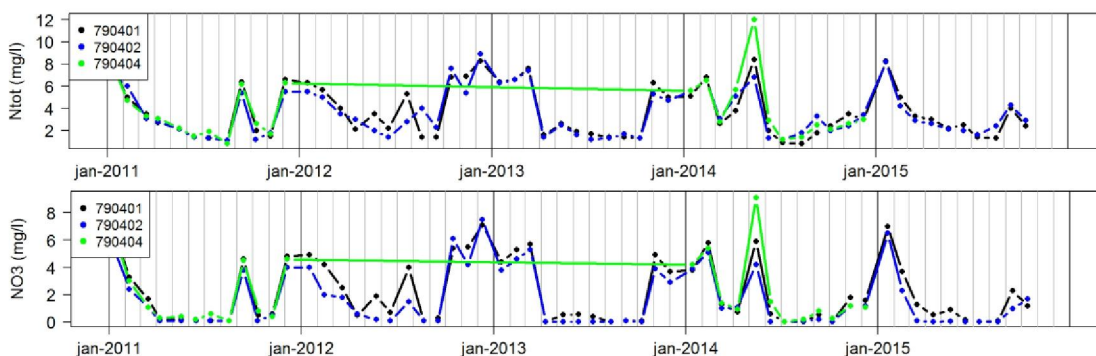
**Figuur 13 Gemeten concentratie totaal-P (boven) en orthofosfaat (onder) vanaf 2011**



**Figuur 14 Gemeten zuurstofverzadiging vanaf 2011**

Op alle drie de meetlocaties is de stikstofconcentratie (N-totaal en nitraat) in de winter hoog en in de zomer laag (Figuur 15). Dit sterke seizoenspatroon komt met name door de uitspoeling van stikstof uit de landbouwpercelen: in de winter is er veel meer uitspoeling (ofwel drainage) dan in de zomer. Stikstof spoelt veel gemakkelijker uit dan fosfor. Ook denitrificatie door bacteriën speelt een rol (in de zomer).

De concentratie totaal-N bestaat voor een groot deel uit nitraat. Het restdeel is vermoedelijk vooral organisch gebonden stikstof.



**Figuur 15 Gemeten concentratie totaal-N (boven) en nitraat (onder) vanaf 2011.**

### 3.6. Lichtklimaat

Het doorzicht vertoont een grillig patroon (Figuur 16). Uit de metingen blijkt dat:

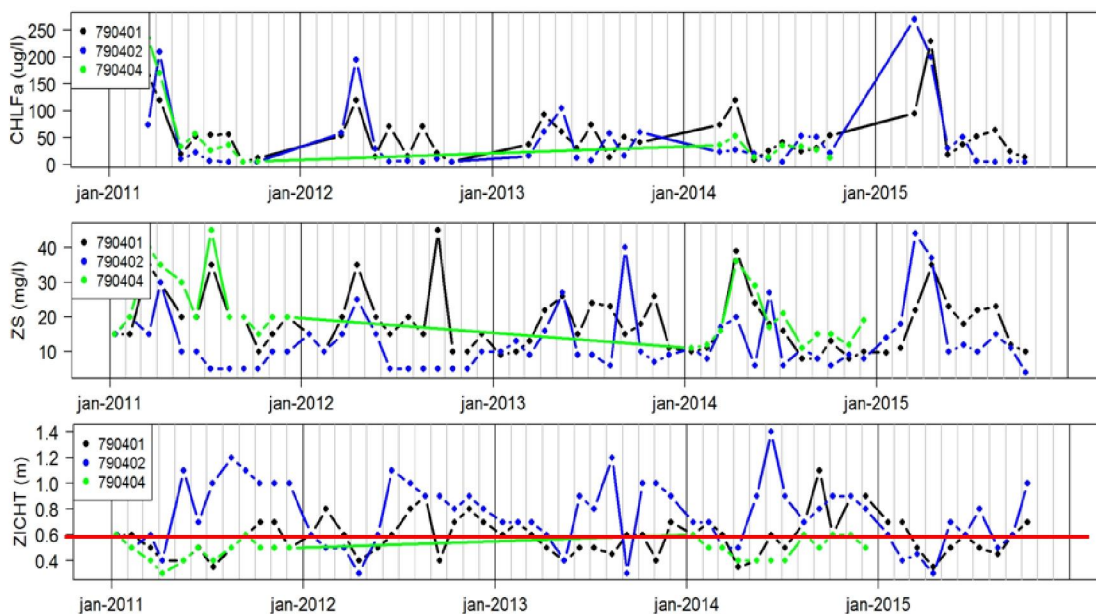
- het doorzicht op alle locaties in de maanden april en mei jaarlijks gering is (kleiner dan 40 cm);
- het doorzicht in de Tonnekreek (790401 en -404) vervolgens soms geleidelijk verbetert, maar soms het hele jaar slecht blijft. In 2012 en 2014 nam het doorzicht bij het gemaal toe tot ca. 1 m. In 2011, 2013 en 2015 kwam het doorzicht bij het gemaal nauwelijks boven de 60 cm;
- het doorzicht bij stuw Stadsedijk (790402) neemt in de zomer vaak fors toe (tot ruim 1 m). In 2015 bleef het doorzicht echter het hele jaar gering.

Op basis van het gemeten doorzicht lijkt het lichtklimaat bij de stuw Stadsedijk (790402) geen belemmering te vormen voor de groei van waterplanten. In het begin van het groeiseizoen is het doorzicht echter nog onvoldoende, waardoor de waterplanten een late start maken. Verderop in de Tonnekreek (790404 en -401) vormt het lichtklimaat doorgaans een belemmering voor de groei van waterplanten.

Algen en zwevend stof vormen een potentiële bijdrage aan de uitdoving van het licht onder water. Tijdens het geringe doorzicht in april en mei zijn de concentraties algen (chlorofyl) en zwevend stof hoog. De

chlorofylconcentraties zijn de rest van het jaar veel minder hoog en vertonen een onduidelijk patroon (soms wat hoger, soms wat lager).

De hoeveelheid zwevend stof is bij de stuw Stadsedijk in de zomer doorgaans zeer laag. Dit kan komen doordat het water daar nauwelijks stroomt, waardoor het zwevende stof bezinkt, maar ook door de aanwezigheid van waterplanten. Bij het gemaal zijn de concentraties zwevend stof vrijwel altijd hoger. Zwevend stof vormt hier in de zomer waarschijnlijk een belangrijke bijdrage aan het geringe doorzicht.

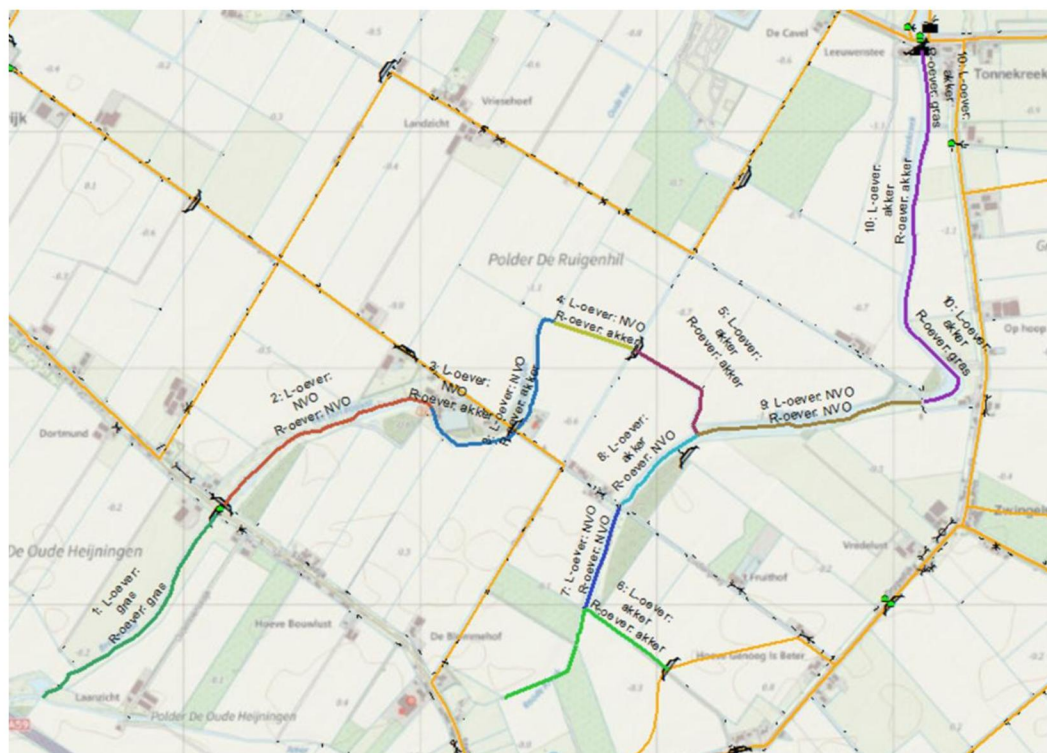


**Figuur 16** Gemeten concentratie chlorofyl-a (boven), zwevend stof (midden) en doorzicht (onder). De rode lijn in de onderste grafiek geeft het vereiste doorzicht voor de groei van waterplanten bij een waterdiepte van 1 m

Het blijkt dat de relatie tussen zwevend stof en het doorzicht sterker is dan de relatie tussen algen en het doorzicht. Mogelijke bronnen voor het zwevend stof zijn uitspoeling van kleideeltjes en opwerveling van bodemmateriaal door stroming, vissen (denk aan bodemwoeling door brasem) of bijvoorbeeld het maaibeheer.

### 3.7. Hydromorfologie

Het waterlichaam Tonnekreek is in 10 uniforme trajecten opgedeeld, weergegeven in Figuur 17. Hierbij is met name gekeken naar het aangrenzend grondgebruik aan weerszijden van het waterlichaam.



**Figuur 17** Uniforme trajecten ten behoeve van de hydromorfologische kartering

Het algemene beeld is dat de bedding bestaat uit natuurlijk materiaal met op trajecten 5 tot en met 10 een 0,15 tot 0,70 m dikke sliblaag. De waterdiepte is bij de trajecten 5 tot en met 9 0,6 m tot 1,05 m bij zomerpeil. Traject 10, het laatste traject voor het gemaal is gemiddeld 1,6 m diep. De breedte varieert binnen trajecten en tussen trajecten. Over het algemeen zijn de trajecten vrij breed, tussen 5 en 20 m. Alleen traject 6 valt op door de beperkte en uniforme breedte van 1 m. Dit betreft het begin van een zijtak van de Tonnekreek.

**Tabel 3** Gemiddelde hydromorfologische kenmerken per traject

Traject	slibdikte cm	waterdiepte m	minimale breedte m	maximale breedte m
1				
2			8	10
3			6	15
4				
5	50	0,95	6	8
6	47	0,80	1	1
7	22	0,58	8	18
8	15	0,60	5	20
9	50	1,05	10	15
10	63	1,60		

Het grondgebruik varieert van grasland en akkerland tot ruigte of inheems bos. Gedeeltelijk komen bufferstroken voor langs de Tonnekreek, maar op veel plaatsen lopen landbouwpercelen tot de insteek. Dit is ook het beeld bij kleinere waterlopen en sloten in het gebied. Het gebied is grotendeels gedraineerd.

De oevers zijn over het algemeen vrij stijl en strak afgewerkt, uitgevoerd in grond en met begroeiing. Beschoeiingen komen beperkt voor. Daar waar beschoeiingen zijn aangetroffen zijn deze in vervallen toestand.

## 4. Ecologische Sleutelfactoren (ESF)

### 4.1. ESF 1 Productiviteit water

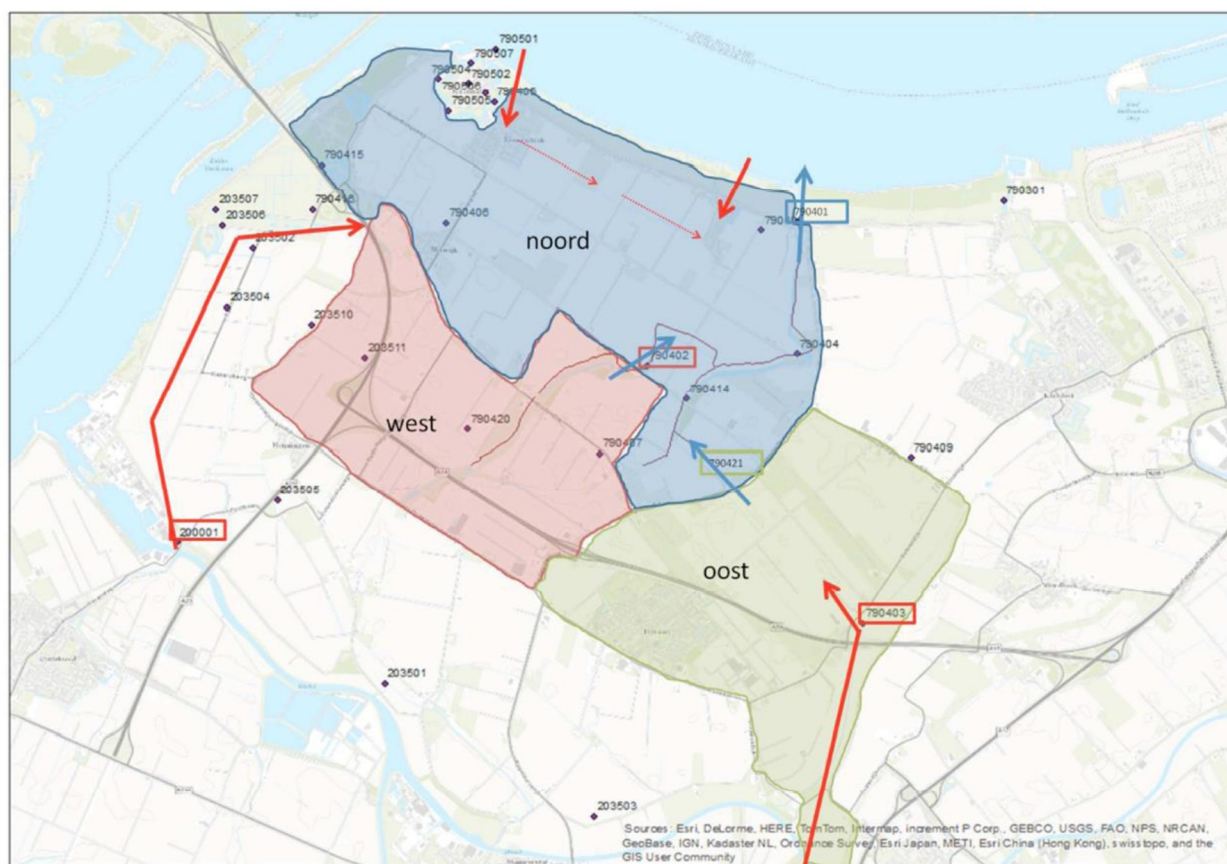
De productiviteit van het water wordt voor een groot gedeelte bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten. Deze bevorderen de groei van planten en algen. De beschikbare hoeveelheid nutriënten wordt bepaald door de hoeveelheid die wordt aangevoerd via af- en uitstroming van de percelen, de aanvoer van water via de inlaten, via kwel en de aanvoer met lozingen (externe belasting). Bij een hoge belasting kunnen algen en/of kroos gaan domineren. Bij een lagere belasting is een dominantie van ondergedoken waterplanten te verwachten. Daarnaast zal een nutriëntenrijke waterbodem in het algemeen een goede ecologische toestand verhinderen. De rol van de waterbodem wordt onder ESF 3 verder besproken.

#### 4.1.1. Waterbalans

Het stroomgebied van de Tonnekreek is opgedeeld in 3 verschillende deelgebieden. Dit omdat tijdens de eerste verkenning van de kwaliteitsdata bleek dat er tussen de twee verschillende strengen van de kreek een verschillende kwaliteit werd waargenomen. Daarnaast is de herkomst van het water in de deelgebieden verschillend, wat het rechtvaardigt om het stroomgebied van de Tonnekreek op te delen in (drie) deelgebieden.

In onderstaande figuur zijn de drie deelgebieden weergegeven. Per deelgebied is water- en landoppervlak bepaald, is een gemiddelde waterdiepte ingeschat en is op basis van de peilbesluiten het gemiddelde waterpeil bepaald. Daarnaast is per deelgebied aangegeven waar de in- en uitlaten zitten. Uit de figuur valt op te maken dat het oostelijke en westelijke gedeelte van de Tonnekreek alleen worden beïnvloed door inlaatwater uit de Dintel en dat het noordelijke gedeelte door zowel Dintel water (via deelgebieden West en Oost) als door Hollandsch Diep water wordt gevoed.

Een volledige beschrijving van de waterbalansen en de bijbehorende uitgangspunten van de drie deelgebieden is opgenomen in document [15IN034744](#).



Figuur 18 Per deelgebied, noord, west en oost is een waterbalans opgesteld



#### 4.1.2. Fosfor totaal

Algen en waterplanten hebben licht (wordt verder uitgewerkt onder ESF2 Lichtklimaat) en voedingsstoffen (fosfor en stikstof) nodig om te groeien. In de Nederlandse watersystemen is de hoeveelheid fosfor over het algemeen limiterend. Daarnaast is het gemakkelijker om de fosforbelasting te beïnvloeden dan de stikstofbelasting. Dit komt omdat diverse planten stikstof uit de lucht binden en er een behoorlijke hoeveelheid stikstof via atmosferische depositie (door de veehouderij, verkeer en industrie) in het watersysteem komt. Vandaar dat in onderstaande figuren alleen de belasting met fosfor is weergegeven. In Figuur 13 is de fosforconcentratie op drie meetpunten in de Tonnekreek weergegeven. De grenswaarde waarbij volgens de Nederlandse KRW-maatlatten een natuurlijk ecosysteem goed moet kunnen ontwikkelen wat betreft nutriënten ligt bij een gemiddelde zomerconcentratie < 0,09 mg P/l. De grenswaarde waarbij de situatie matig is voor de ontwikkeling van het ecosysteem ligt tussen 0,09 en 0,18 mg/l. Uit Figuur 13 valt op te maken dat de concentratie in de bandbreedte ligt waarbij een matige ontwikkeling van het ecosysteem hoort. Dit betekent dat de hoeveelheid nutriënten in het watersysteem een ontwikkeling naar een goede ecologische toestand in de weg staat, maar er is geen sprake van een extreem nutriëntenrijk watersysteem (het is niet hypertroof, hoewel meetpunt 790402 wel hoge waarden kent).

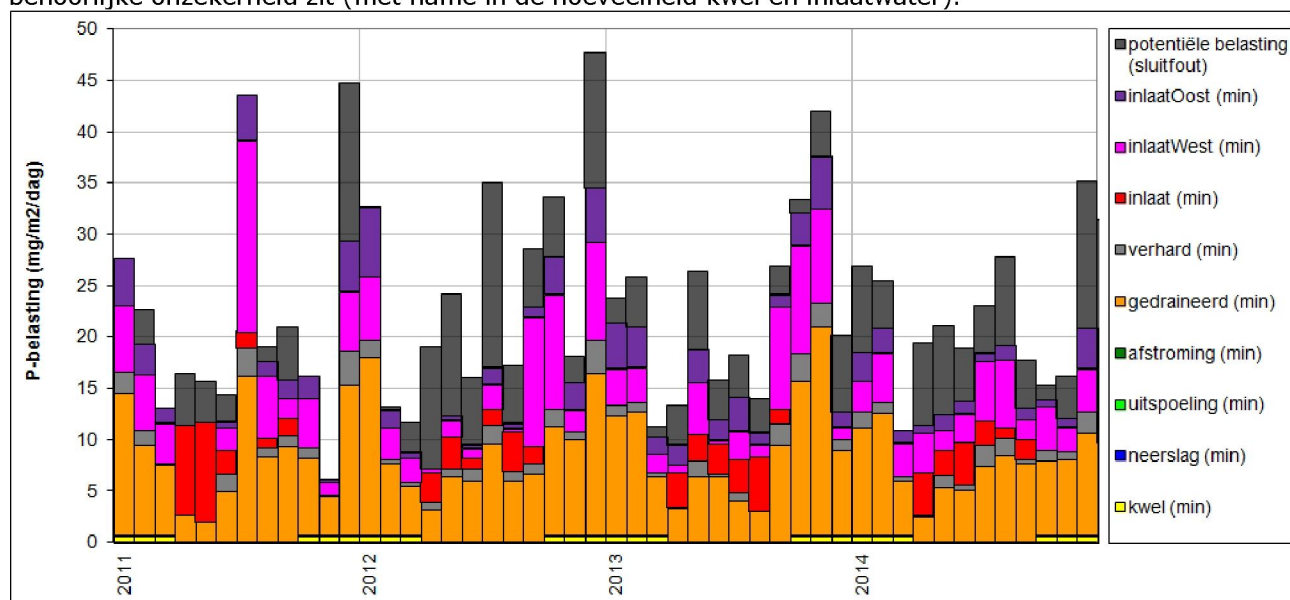
#### 4.1.3. Belasting waterlichaam Tonnekreek

Met de opgestelde waterbalans is inzicht gegeven in de nutriëntenvrachten die de Tonnekreek belasten. Het gebied waarin de Tonnekreek ligt wordt gevoed door regenwater, kwel en inlaatwater. Uit de drains die in het hele gebied liggen komt een mix van regenwater en (kwel)water uit de ondergrond.

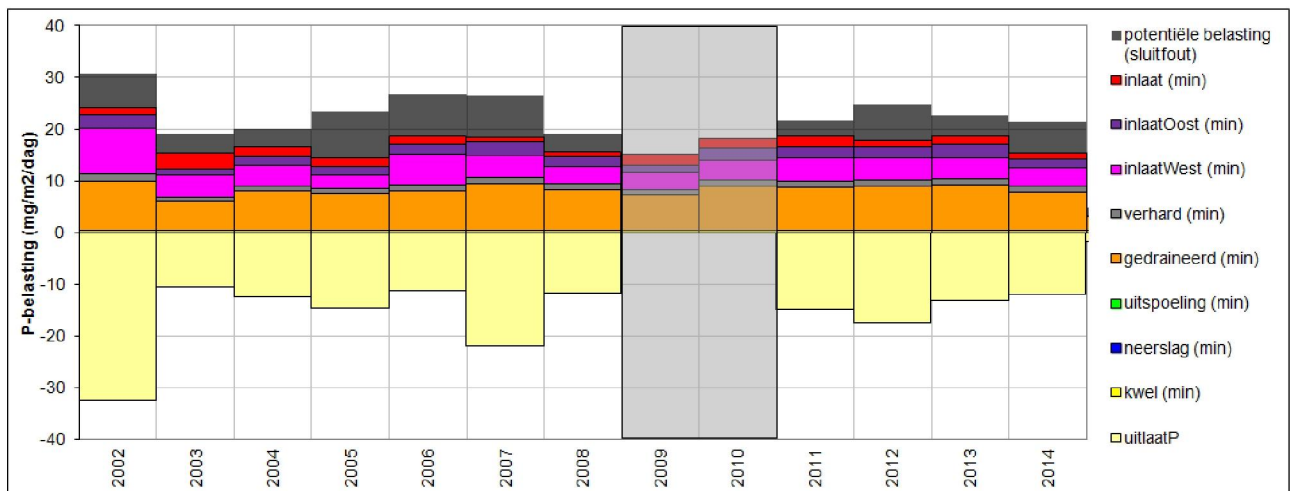
Door aan alle in-posten van de waterbalans een concentratie te koppelen (gemeten of ingeschat) is een inschatting te maken van de hoeveelheid nutriënten die via de externe posten wordt binnengelaten.

In navolgende alinea's wordt de productie of de belasting van het water besproken. Omdat het waterlichaam Tonnekreek voornamelijk in deelgebied Noord ligt, past de voor dit deelgebied berekende belasting het beste bij het waterlichaam.

In onderstaande figuren is de belasting weergegeven van deelgebied Noord. In Figuur 19 is de belasting op maandbasis weergegeven en in Figuur 20 is de gemiddelde belasting op jaarbasis opgenomen. Uit de gemiddelde belasting op maandbasis valt op te maken dat hier de grootste belasting op het watersysteem plaatsvindt in het winterhalfjaar. Verder valt uit de figuur op te maken dat de drainage van landbouwpercelen een groot aandeel hebben in de (gemiddelde) belasting van het watersysteem. Daarnaast is ook de inlaat, zowel vanuit deelgebieden west en oost als vanuit Willemstad en Bovensluis een behoorlijke post op de waterbalans. Uit beide figuren valt uit de sluitfout op te maken dat in de water- en stoffenbalans een behoorlijke onzekerheid zit (met name in de hoeveelheid kwel en inlaatwater).



Figuur 19 De maandgemiddelde P-belasting (mg P/m<sup>2</sup>/d) van het watersysteem Tonnekreek Noord vanaf 2011.



**Figuur 20 De jaargemiddelde P-belasting van het watersysteem Tonnekreek Noord en de berekende uitgaande P-flux (beide in mg P/m<sup>2</sup>/d). Voor 2009 en 2010 ontbreken de uitlaatgegevens en het betreffende vlak is daarom uit gegrijsd.**

Met behulp van (het metamodel) PClake en PCditch worden de kritische grenzen van de P-belasting van het watersysteem berekend. Deze modellen zijn ontwikkeld voor watersystemen met een relatief lange verblijftijd. Afhankelijk van de (externe) nutriëntenbelasting is de verwachting dat een watersysteem of wel door algen (troebel) of kroos wordt gedomineerd of dat het systeem plantenrijk is (helder). De berekening met PClake en PCditch geeft aan dat de kritische belasting (van helder naar troebel) ligt tussen 10 en 20 mg P/m<sup>2</sup>/dag. De actuele belasting voor het deelgebied noord bedraagt gemiddeld 23 mg P/m<sup>2</sup>/dag. Dit ligt boven de bovenste kritische grens en betekent dat een forse reductie nodig is om het huidige systeem in een robuust, helder, plantenrijk ecosysteem om te zetten.

#### 4.1.4. Algenbloei in de Tonnekreek

In de vorige paragraaf is vastgesteld dat de belasting boven de kritische grens van helder naar troebel ligt. Omdat het watersysteem zich op dit moment in een troebele fase bevindt, ligt het omslagpunt van troebel naar helder nog lager; de belasting moet in de huidige situatie ver naar beneden om "vanzelf" in een heldere situatie te komen. Hierdoor wordt een door algen gedomineerd systeem verwacht. Door de aanwezigheid van de algen valt er een beperkte hoeveelheid licht op de bodem van de Tonnekreek, waardoor waterplanten slecht tot ontwikkeling komen. Echter, in de praktijk blijkt dat gedeelten van de Tonnekreek regelmatig gemaaid moeten worden, wat betekent dat er op die locaties voldoende mogelijkheden zijn voor planten om tot ontwikkeling te komen en niet volledig door de algen worden weggeconcentreerd.

In de algenmetingen, uitgedrukt in chlorofyl-a, zie Figuur 16, is op bepaalde momenten sprake van een dominantie van algen. Bij concentraties < 23 µg/l is volgens de Nederlandse KRW-systematiek sprake van een goede toestand, bij een concentratie >95 µg/l is sprake van een slechte toestand en alles wat er tussen ligt is matig of ontoereikend. De hoogste concentraties worden gevonden in het voorjaar wanneer er nog geen water wordt ingelaten (de maximum concentratie van 270 µg chlorofyl-a/l werd in 2015 bereikt op 16 maart met een totaal fosforconcentratie van 0,20 mg P/l). Omdat de dagen in die periode lengen en er op dat moment nog een redelijk grote verblijftijd is, kunnen algen zich ontwikkelen. Zodra water ingelaten wordt, vanaf medio maart, worden de aanwezige algen weggespoeld, door gemaal Tonnekreek uitgeslagen en hierdoor daalt de chlorofyl-a concentratie. Andere oorzaken zijn de concurrentie van waterplanten, gras door zoöplankton, seizoen successie of toeval. In de loop van het zomerseizoen komen de chlorofyl-a concentraties alsnog regelmatig in verhoogde concentraties voor. De algendichtheid tijdens het zomerhalfjaar scoort een onvoldoende.

#### 4.1.5. Conclusie ESF 1 Productiviteit van het oppervlaktewater

- De P-belasting is hoog.
- Verblijftijd is weliswaar kort, maar toch ook niet zo kort dat (blauw)algenbloei wordt voorkomen.
- Mogelijkheden oeverbegroeiing zijn slecht door hoge P-belasting en tegennatuurlijk peilbeheer (hoog in de zomer, laag in de winter).
- De westelijke kreektak bevat meer waterplanten dan de noordelijke, maar de soortendiversiteit is erg laag en er is sprake van woekering door waterpest. Dit wijst op een zeer voedselrijke situatie.
- Hoge algenbiomassa's in de zomer zijn kenmerkend voor de Tonnekreek.
- De verblijftijd in de westelijke kreektak in de zomer lijkt lang. Ondanks de hoge P-belasting is sprake van relatief weinig algengroei en veel plantenbiomassa. Dit lijkt tegenstrijdig, maar plausible

verklaringen zijn: andere visstand (geïsoleerd door stuw), in zomer toch regelmatig doorspoeling bij buien, waardoor verblijftijd lokaal voldoende kort wordt om algengroei te voorkomen.

Op basis van bovenstaande mag geconcludeerd worden dat de (algen)productie in het watersysteem in potentie groot is. Als er niet wordt doorgespoeld en de verblijftijd in het systeem groot is, dan loopt de algenconcentratie op tot soms ruim boven 200 µg chlorofyl L<sup>-1</sup> (zoals in het voorjaar). Als er echter in het voorjaar gestart wordt met het inlaten van water, dan wordt de algenconcentratie gereduceerd. Toch worden ook in de zomer regelmatig chlorofyl concentraties gemeten boven 50 µg L<sup>-1</sup>. Mogelijk heeft dit ermee te maken dat veel van het inlaatwater wordt opgepompt voor de beregening en er (met name in het einde van het systeem) beperkte verversing optreedt en alsnog sprake is van een langere verblijftijd.

De productiviteit leidt tot hoge zomergemiddelde (apr-sept) algenconcentraties van 71 µg L<sup>-1</sup> (790401, 2015) en 50 µg L<sup>-1</sup> (790402, 2015). Beoordeeld als (huidig) watertype M14 betekent dit een EKR van 0,2-0,39 (op de natuurlijke maatlat gekwalificeerd als een ontoereikende kwaliteit). Beoordeeld als watertype M6a betekent dit een EKR van 0,2-0,39 (op de default maatlat voor kanalen gekwalificeerd als een ontoereikende kwaliteit). In oktober (2014) treedt bloei op van de potentieel toxische blauwalg Planktothrix agardhii (meetpunten 790401 en 790402; geen metingen uitgevoerd op 790404).

De hoge belasting van het systeem, gecombineerd met de hoge algenconcentraties (inclusief de bloei van potentieel toxische blauwalgen) zetten het stoplicht voor ESF1 op **rood**.

## 4.2. ESF 2 Lichtklimaat

Als de nutriëntenbelasting van een watersysteem op orde zou zijn, dan betekent het niet direct dat de waterplanten zich ontwikkelen. Als het oppervlaktewater erg vertroebeld is door opgewoeld sediment of als het erg bruin is door grote hoeveelheden humuszuren, dan zal er niet voldoende licht in de waterkolom kunnen doordringen. Hierdoor wordt het voor waterplanten moeilijk om zich te ontwikkelen, omdat het op de bodem te donker is voor kiemplantjes om door te groeien.

In de Tonnekreek is de nutriëntenbelasting (en daarmee de productie) hoog. Dit is terug te zien in regelmatig terugkerende algenbloei.

Uit de doorzichtmetingen (met een secchischijf, zie Figuur 16) blijkt dat het doorzicht in het Tonnekreek systeem wisselend is. Er zijn momenten dat het doorzicht boven de meter ligt (september 2014), wat behoorlijk is, maar gemiddeld genomen ligt het doorzicht een stuk lager, rond 0,6 m. In het voorjaar, wanneer de plantengroei op gang moet komen, wordt op alle meetpunten een zeer beperkt doorzicht gevonden. In de ondiepere gedeelten van de kreek is dit beperkte doorzicht net voldoende voor waterplanten om tot ontwikkeling te komen. De brede watergang voor het gemaal Tonnekreek is echter te diep voor waterplanten om bij de hoge troebeling tot ontwikkeling te komen. In paragraaf 3.4 is beschreven dat hier ook een zeer beperkte hoeveelheid waterplanten worden gevonden.

Met het model UITZICHT is bepaald wat de hoeveelheid onderwaterlicht is met specifieke concentraties van optisch actieve stoffen. Van dit model is een online rekenmodule ontwikkeld (<http://www.underwaterlicht.nl/nl/uitzicht.html>). Deze module is gebruikt om een reeks meetdata te beoordelen op de lichtcondities onder water.

In onderstaande tabel zijn de gemiddelden gegeven van de uitkomsten van de modelruns.

**Tabel 4 Resultaten berekeningen model UITZICHT. Bijdrage (in %) aan de lichtuitdoving door algen (chlorofyl-a concentratie), detritus (dood organisch zwevend stof), anorganisch zwevend stof, humuszuren en de achtergrondkleuring. In de laatste twee kolommen is aangegeven op welke diepte 10% en 4% van het licht doordringt. Gemiddelde situatie over maart – oktober 2014 voor de meetpunten 790401, 790402 en 790404. Tussen haakjes zijn de minimum en maximum waardes gegeven**

Meetpunt	lichtuitdoving (%)					diepte met 10% licht	diepte met 4% licht
	algen	detritus	anorganisch zwevend stof	humuszuren	achtergrond-extinctie		
790401	51 (19-67)	10 (3-18)	14 (6-24)	18 (9-29)	8 (5-10)	1,07 (0,6-1,4)	1,45 (0,8-1,9)
790402	38 (18-61)	12 (5-21)	15 (6-20)	27 (20-32)	9 (8-10)	1,00 (1,0-1,0)	1,60 (1,4-1,8)
790404	40 (23-49)	11 (8-19)	18 (14-25)	23 (20-27)	9 (8-9)	1,18 (1,1-1,2)	1,63 (1,5-1,7)

Uit de gegevens blijkt dat de diepte waar nog 10 % licht beschikbaar is rond 1,0 tot 1,2 m ligt. Als het water dieper is, dan wordt het voor ondergedoken een gezonde vegetatie van planten te donker. De diepte waar

nog maximaal 4 % licht doordringt, ligt gemiddeld rond 1,5 m. Op diepere locaties is het te donker voor enige groei van waterplanten.

Dit is terug te zien in de verspreiding van waterplanten in het watersysteem van de Tonnekreek. De eerste kilometers voor het gemaal is een dieper gedeelte met een waterdiepte van rond 1,5 m. Hierdoor is het op de bodem te donker voor waterplanten. De westelijke kreektak is minder diep, waardoor er voldoende licht op de bodem komt voor de groei van waterplanten. Dit is dan ook terug te zien in de hoeveelheid vrijkomende biomassa uit de verschillende gedeeltes van de kreek.

De belangrijkste oorzaak van het uitdoven van het licht zijn overduidelijk algen (Tabel 4). Dit bevestigt het beeld dat door de hoge productiviteit van het systeem de algenbloei hoog is.

Bovenstaande beweringen zijn gebaseerd op gemiddelden. Er blijkt echter een behoorlijke spreiding in de data te zitten. De conclusies die hierop gebaseerd worden zijn dan ook onder voorbehoud. Een kritische periode voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten is het voorjaar. De Tonnekreek blijkt in het voorjaar vaak troebel te zijn, waardoor de ontwikkeling van waterplanten sterk kan worden geremd. Ook al wordt het later in het seizoen minder troebel, de waterplanten hebben dan al een behoorlijke achterstand opgelopen, waardoor het lastig wordt om alsnog tot wasdom te komen.

#### **4.2.1. Conclusie ESF 2 lichtklimaat**

Op basis van de analyses kan gesteld worden dat het lichtklimaat in Tonnekreek gemiddeld genomen onvoldoende is. Op ondiepere gedeeltes komt er voldoende licht op de bodem, waardoor de planten goed kunnen groeien, maar op de diepere gedeeltes is het te donker en staan bijna geen planten. De troebelheid van het water in de Tonnekreek wordt veroorzaakt door de aanwezige algen en verder onder meer door humuszuren. Ondanks de aanwezigheid van planten in een gedeelte van het systeem, staat het stoplicht voor lichtklimaat op **rood**, omdat grote delen van het waterlichaam een slecht lichtklimaat hebben.

#### **4.3. ESF 3 Productiviteit waterbodembodem**

Als de externe nutriëntenbelasting beperkt is en het lichtklimaat is goed, dan zijn de randvoorwaarden gunstig voor het tot ontwikkeling komen van een gevarieerde plantengemeenschap. Als de waterbodembodem zeer voedselrijk is, dan zorgt deze bodembodem voor woekering van een beperkt aantal soorten waterplanten. De waterplanten die snel kunnen groeien en maximaal kunnen profiteren van een nutriëntenrijke waterbodembodem zullen het watersysteem gaan domineren. Deze planten belemmeren de ontwikkeling van andere soorten, waardoor de diversiteit beperkt is.

Een waterbodembodem kan binnen een watersysteem op diverse manieren functioneren. Als de nutriëntenbelasting (met name de fosforbelasting) van het watersysteem hoog is, dan kan een gedeelte van de fosforbelasting in de waterbodembodem ophopen. De waterbodembodem functioneert dan als een opslagvat. Als de nutriëntenbelasting verlaagd wordt zal de bodembodem weer nutriënten afstaan aan het oppervlaktewater. Afhankelijk van het tijdstip en de hoeveelheid nutriënten die vrijkomen kan dit proces leiden tot een (blauw)algenbloei. In zo'n geval zal een waterbodembodem uiteindelijk uitgemijnd worden, maar dit uitmijningsproces kan vele jaren duren. In een dergelijk geval (lage externe belasting, rijke waterbodembodem) kan een ingreep in de waterbodembodem (baggeren, afdekken of P-bindende) een zeer effectieve maatregel zijn om het watersysteem in een betere ecologische toestand te krijgen. Als sprake is van een matige tot hoge externe belasting, dan zal een ingreep in de waterbodembodem veel minder effect hebben en van kortere duur zijn. Door de externe belasting zal de waterbodembodem snel weer verrijken.

Naast de hoeveelheid fosfor in de waterbodembodem is het van belang na te gaan hoe goed dit is gebonden. Als er veel fosfor in de waterbodembodem zit, maar het zit erg "vast" en komt niet zomaar vrij, dan zal dit minder effect hebben dan wanneer er minder fosfor aanwezig is dat erg "los" aan de bodembodem gebonden is. Om een indicatie te krijgen hoe goed het fosfor is gebonden aan de bodembodem wordt naar de fosfor-ijzer ratio gekeken. Gesteld wordt dat als de P:Fe ratio (kg/kg) zeer klein is, dan kan aangenomen worden dat een groot deel van de P vastgelegd is aan Fe. Als grenswaarde werd een ratio van 0,055 aangehouden. (*Arcadis/Deltares 2009, Overzicht Indicatoren fosfaat nalevering vanuit de waterbodembodem*). IJzer kan fosfor binden, maar zwavel (S) kan deze verbinding weer verbreken. Ook de hoeveelheid zwavel is relevant om een inschatting te kunnen maken van de potentiële nalevering vanuit de waterbodembodem (*Stowarapport 2008-04*).

Van de waterbodembodem van de Tonnekreek zijn vier waterbodembodemmonsters beschikbaar waarin fosfor en ijzer is bepaald. Van deze monsters is de hoeveelheid zwavel niet bekend, dus de resultaten geven een eerste indruk van de beschikbaarheid van nutriënten. In onderstaande tabel zijn de analyseresultaten van de vier monsters weergegeven.

**Tabel 5 Fosfor en ijzer in de waterbodem van de Tonnekreek**

Datum	Ptot (mg/kg ds)	Fe (mg/kg ds)	P:Fe ratio
5-9-2003	1.590	22.000	0,07
5-9-2003	1.470	20.000	0,07
30-9-2005	1.850	20.000	0,09
12-9-2008	340	23.000	0,01
<b>Gemiddelde</b>	<b>1.313</b>	<b>21.250</b>	<b>0,06</b>

De aangetroffen P:Fe ratio in de waterbodem suggereert dat er een aanzienlijke kans is dat de waterbodem fosfor nalevert, het gemiddelde ligt immers boven de eerder genoemde grenswaarde van 0,055. Aangenomen mag worden dat door de mariene oorsprong de hoeveelheid zwavel in de waterbodem relatief hoog is. De fosforvrucht vanuit de waterbodem is niet bekend, maar aangenomen mag worden dat er bij een opgeladen bodem een flux vanuit de waterbodem naar de waterkolom bestaat. Dit is ook terug te zien in de fosforconcentraties, zie Figuur 13. Hierin is te zien dat in de zomer de fosforconcentratie enorm oploopt. Dit is het effect van warm water en zuurstofloze omstandigheden nabij de waterbodem, waardoor gebonden fosfor vrijkomt en naar het oppervlaktewater diffundeert.

#### 4.3.1. Conclusie ESF 3 Productiviteit waterbodem

Er zijn slechts beperkte metingen beschikbaar van productiviteit van de waterbodem. Deze metingen zijn indicatief, maar op basis hiervan en het concentratieverloop van fosfaat in het oppervlaktewater, mag geconcludeerd worden dat de waterbodem op dit moment fosforrijk is. Als het fosforgehalte in de waterkolom laag is, zal een gedeelte van dit fosfor diffunderen naar de waterkolom en is daarmee beschikbaar voor algen en planten. De rijke waterbodem vertaalt zich in de forse plantenontwikkeling in gedeelten van de Tonnekreek. Op dit moment staat het stoplicht Productiviteit waterbodem dan ook op **Rood**. Mocht het doorzicht en de productiviteit van het oppervlaktewater sterk verbeteren, dan zal de waterbodem nog voor lange tijd van invloed zijn op het ecologisch functioneren van het watersysteem, tenzij deze dan wordt gebaggerd, afgedekt of het P wordt gebonden.

#### 4.4. Conclusies ESF 1 tot en met ESF3

Zoals eerder benoemd kent de systematiek van de ecologische sleutelfactoren een bepaalde hiërarchie. Eerst moeten ESF1 tot en met ESF3 op orde zijn zodat de waterplanten goed, gevarieerd tot ontwikkeling kunnen komen. Als de ESF1 tot en met 3 nog niet op groen staan, zoals het geval is in de Tonnekreek, zal de inspanning gericht moeten zijn om deze sleutelfactoren op orde te brengen en ervoor te zorgen dat een gevarieerde begroeiing van waterplanten goed tot ontwikkeling kan komen. Investerings die niet ingrijpen op deze sleutelfactoren (denk aan natuurlijkere oeverinrichting, of het saneren van overstorten om zuurstofdips te voorkomen) zullen op dit moment niet of nauwelijks extra ecologische waarden in het water opleveren. Daarmee is het dan ook niet zinvol om in het kader van ecologisch herstel nu al hierop in te zetten. Dit is een reden waarom bijvoorbeeld de oeverinrichtingsmaatregelen langs delen van de Tonnekreek die in 2008-2009 zijn uitgevoerd niet tot acceptabele EKR-scores hebben geleid.

#### 4.5. ESF 4 tot en met 9

Omdat de eerste drie ecologische sleutelfactoren nog niet op orde zijn, is het op dit moment niet zinvol om de overige sleutelfactoren al verder uit te werken. ESF 4 tot en met 8 worden daarom zeer beknopt behandeld. Uitzondering hierop is ESF 9, de context.

##### 4.5.1. ESF 4 Habitatgeschiktheid

Er komen in de Tonnekreek onvoldoende geschikte habitats voor door:

- steile oevers met weinig ruimte voor natuurlijke ontwikkeling;
- relatief grote waterdiepte;
- tegennatuurlijk peilbeheer.

De inventarisatie van waterplanten in poldersloten duidt erop dat elders in de polder wel geschiktehabitats voorkomen.

##### 4.5.2. ESF 5 Verspreiding

Deze ecologische sleutelfactor gaat over de mogelijkheden voor organismen om zich te verplaatsen van én naar watersystemen. Het gaat hierbij niet alleen over vissen, maar ook over planten (zaden) en macrofauna. Of de meer kritische soorten van deze organismen aanwezig zijn, hangt af van de toestand, maar ook van de bereikbaarheid van het watersysteem voor soorten en of er in de omgeving andere populaties (restpopulaties) aanwezig zijn van waaruit soorten zich kunnen verspreiden. Wanneer een plant bijvoorbeeld

niet in een gebied voorkomt, moeten zaden van die plant het gebied kunnen bereiken. Voor vissen moeten migratieroutes beschikbaar zijn; gemalen en stuwen vormen voor vissen bijvoorbeeld barrières.

Binnen het waterlichaam Tonnekreek wordt zo veel mogelijk geprobeerd de stuwen "plat te leggen" zodat er een zo groot mogelijk peilvak ontstaat waarbinnen vissen kunnen migreren. In de praktijk blijkt dit niet altijd haalbaar, omdat hierdoor bepaalde percelen niet meer van oppervlaktewater kunnen worden voorzien. Ook zijn er nog steeds stuwen aanwezig die vanwege het peilbeheer nodig zijn en een harde barrière zijn voor veel watergebonden organismen. Verder is er geen passeerbare verbinding met het Hollandsch Diep, waardoor verspreiding en migratie sterk wordt belemmerd. Omdat het watersysteem Tonnekreek op productiviteit en lichtklimaat (ESF 1 tot en met 3) onvoldoende scoort zal het oplossen van deze knelpunten niet direct tot een significante verbetering van soorten leiden.

#### **4.5.3. ESF 6 Verwijdering**

De laatste ecologische sleutelfactor in deze groep richt zich op verwijdering van planten en dieren uit het watersysteem. Het gaat hierbij om verwijdering vanwege schoningsbeheer, zoals maaien en baggeren. Maar bijvoorbeeld ook om vraat van planten door ganzen en kreeften.

Als na het op orde brengen van sleutelfactoren 1 tot en met 3 ook de habitatgeschiktheid en de verspreiding van een watersysteem voldoen (ESF 4 en 5), kunnen specifieke soorten planten en dieren aanwezig zijn in het systeem. Als ze echter uit het systeem worden verwijderd, bijvoorbeeld door onderhoudswerkzaamheden of door vraat van ganzen, worden ze niet of weinig teruggevonden in het watersysteem.

Bij verwijdering door onderhoudswerkzaamheden worden de hoeveelheid planten en dieren, en de aanwezigheid van bepaalde soorten in belangrijke mate bepaald door de methode van onderhoud. Het hangt af van het gebruikte materieel, het tijdstip in het jaar waarop de werkzaamheden plaatsvinden en hoe frequent het onderhoud wordt uitgevoerd.

De verwijdering van soorten is een druk die ook speelt in Tonnekreek. De verwijdering wordt vooral veroorzaakt door schoningsbeheer. Omdat het watersysteem regelmatig wordt gemaaid, worden er soorten afgevoerd. De soorten die door schoningsbeheer worden verwijderd zijn echter voornamelijk algemene, snelgroeiende soorten, omdat ESF 1 t/m ESF 3 niet op orde zijn. Het schoningsbeheer heeft vermoedelijk een forse impact op de ecologie, maar dat komt meer door de verstoring (opwoeling, tijdelijke zuurstofdip) dan door het daadwerkelijk verwijderen van soorten of individuen.

#### **4.5.4. ESF 7 Organische belasting**

Of het nu gaat om overstortingen, ongezuiverde lozingen, hondenpoep, ingewaaid blad, of brood voor de eenden dat in het water wordt gegooid: het zijn allemaal bronnen van organische belasting op een watersysteem. Een hoge organische belasting kan leiden tot zuurstofloosheid, doordat er zuurstof nodig is voor het afbreken van de organische stoffen in het watersysteem. Dit kan resulteren in het sterven van organismen die afhankelijk zijn van zuurstof in het water, zoals vissen, maar ook in het groeien van bepaalde bacteriën die giftige stoffen produceren.

Het effect van organische belasting is veelal tijdelijk en lokaal, en speelt vooral een rol in stedelijk gebied. Wanneer deze ecologische sleutelfactor 'op rood' staat, vormt dit lokaal vaak het belangrijkste probleem. Dat wil zeggen: het probleem dat domineert en daarom eerst opgelost moet worden.

Deze ESF is voor de Tonnekreek niet nader uitgewerkt, omdat het ter plaatse van het KRW waterlichaam niet speelt.

#### **4.5.5. ESF 8 Toxiciteit**

Bepaalde stoffen in het watersysteem kunnen een toxisch effect hebben op de aanwezige planten en dieren. Het gaat hierbij om zware metalen, pesticiden, medicijnresten en andere microverontreinigingen. Het effect van deze verontreinigingen hangt onder meer af van de plaats waar de stoffen zich in het systeem bevinden en van de vorm waarin ze voorkomen.

De gevoeligheid van soorten voor verontreiniging verschilt. Het is niet wenselijk dat deze ecologische sleutelfactor 'op rood' staat. Verontreinigingen kunnen namelijk acute toxische effecten op de aanwezige planten en dieren veroorzaken. Vaak speelt dit probleem lokaal en voor specifieke soorten. Effecten op systeemniveau zijn lastiger te duiden.

Er worden incidenteel normen overschreden voor diverse metalen. Dit wordt niet als een knelpunt gezien dat met een hoge prioriteit aangepakt moet worden. De oorzaken van deze incidentele overschrijdingen zijn niet bekend.

In de Tonnekreek zijn in 2015 normoverschrijdingen voor bestrijdingsmiddelen aangetroffen. Gezien de beperkte normoverschrijding (maximaal 3 keer de norm) wordt dit vooralsnog niet als een groot waterkwaliteitsknelpunt beschouwd. Het grootste waterkwaliteitsprobleem zijn de hoge nutriëntengehalten. ESF 8 is voor de Tonnekreek dan ook niet nader uitgewerkt. Mocht de ecologie zich na een reductie van de nutriëntenbelasting alsnog niet herstellen, dan kan een verdere beschouwing van de toxiciteit noodzakelijk blijken.

#### **4.5.6. ESF 9 Context**

In het verleden zijn maatregelen uitgevoerd in de Tonnekreek die een landschappelijke verbetering hebben gerealiseerd. Daarnaast hebben deze maatregelen mogelijk een positief effect gehad op de terrestrische ecologie (meer rietvelden en meer bosschages). Door de maatregelen is het voor watergebonden organismen, gemakkelijker geworden om door het gebied te migreren. Op de waterkwaliteit hebben deze maatregelen echter onvoldoende effect gehad en de KRW-score is nog beneden het GEP. Het gebied is en blijft in de nabije toekomst een intensief landbouwgebied en de sloten waarmee de kreek wordt gevoed staan onder invloed van dit landgebruik. Een technische maatregel om P-belasting te verminderen is het aanbrengen van een pakket met ijzerkorrels rond drainbuizen. Deze maatregel zou grootschalig moeten worden uitgevoerd en periodiek worden herhaald om de P-belasting uit de landbouw terug te dringen. Het ligt niet in de lijn der verwachting dat de nutriëntenbelasting in de periode 2016 tot 2021 significant zal afnemen.

Het is onwaarschijnlijk dat voor het einde van de KRW-periode (2027) de nutriëntenbelasting dermate verlaagd is dat aan de huidige waterkwaliteitsdoelen zal worden voldaan. Door de resultaten van de water- en stoffenbalans te combineren met de uitkomsten van PC Lake, wordt geconcludeerd, dat de fosforbelasting ten minste met 20 % gereduceerd moet worden om onder bovenste kritische grens te komen. De voorspellingen van het PBL uit 2015 geven aan dat door verbeterde technieken in de landbouw een reductie van ongeveer 5% gehaald kan worden ten opzichte van de belasting in 2013 (Gaal, F. van et al. (2015)). Deze "autonome" reductie is niet voldoende om te verwachten dat het waterlichaam in 2027 in een goede toestand verkeert.

Dit komt overeen met de krekensie die het waterschap Brabantse Delta in overleg met de gebiedspartners heeft opgesteld (Arens, E., 2012). Hierin wordt aangegeven dat het primaire landgebruik in de Tonnekreek regio grondgebonden landbouw is en blijft. Het waterbeheer staat dan ook in dienst van deze primaire functie, maar overige functies moeten zo goed mogelijk worden bediend. Dit betekent echter dat het niet voor de hand ligt dat de nutriëntenbelasting dermate sterk gereduceerd wordt dat de juiste omstandigheden ontstaan om de huidige ecologische doelen te halen. In de krekensie is migratie als speerpunt voor de Tonnekreek als opgenomen, waarbij aandacht is voor de cultuurhistorie. Maatschappelijk zijn deze speerpunten zeer wenselijk en relevant, ze dragen echter niet bij aan een (significant) betere waterkwaliteit.

## **5. Oplossingsrichtingen**

### **5.1. Belasting en oplossingsrichtingen**

Het grootste probleem in de Tonnekreek is de hoge nutriëntenbelasting. Als gevolg daarvan is de biologische productie hoog. Deze hoge productie komt in bepaalde delen van het systeem tot uiting in woekering van waterplanten en in andere delen in algenbloei. Beperkt doorzicht is het gevolg. Zowel door de woekering van waterplanten als het beperkte doorzicht komt de gewenste variatie aan plantengroei niet tot stand. Een gevarieerde plantengroei is een belangrijke basis voor een evenwichtig en gezond ecosysteem. In Tabel 6 is per belasting beschreven wat de gevolgen zijn en welke oplossingsrichting mogelijk is. Waar mogelijk zijn de trajecten aangeduid waar dit van toepassing is.

**Tabel 6 Significante belastingen op de Tonnekreek en oplossingsrichtingen met uniforme trajecten (Figuur 17) waarop ze van toepassing zijn (in rood).**

Belasting	Gevolg	Deelgebied/Traject										Oplossingsrichting			
		west					oost			noord					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Hoge P-belasting vanuit landbouwpercelen	Hoge productiviteit van het oppervlaktewater met als gevolg algenbloei en troebel water waardoor plantengroei niet tot ontwikkeling komt														<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlagen mestgift</li> <li>• Plantengroei stimuleren door verondieping</li> <li>• Verblijftijd in het vroege voorjaar verkorten door eerder te beginnen met inlaten</li> </ul>
Hoge belasting met P door nalevering vanuit de bodem	Hoge productiviteit van het oppervlaktewater														<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baggeren</li> <li>• Bodem afdekken</li> <li>• P binden</li> </ul>
Woekering van waterpest	Eenzijdige plantengroei waardoor gewenste variatie niet wordt gerealiseerd														<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gericht maaien van waterpest</li> </ul>
Intensief maairegiem	Verwijderen van ongewenste, maar ook gewenste waterplanten. Opwerveling van slib waardoor troebel water ontstaat.														<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlagen maai frequentie, gewenste vegetatie laten staan en ongewenste verwijderen</li> </ul>
Tegennatuurlijk peilbeheer	Oeverbegroeiing komt niet tot ontwikkeling														<ul style="list-style-type: none"> <li>• Natuurlijker peilregime toepassen</li> <li>• Oevers verflauwen</li> </ul>
Obstakels voor migratie	Soorten kunnen zich niet verspreiden en hebben een beperkt leefgebied														<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migratieknelpunten oplossen</li> </ul>

 KRW meetpunten per traject: 790402 in traject 3, 790401 in traject 10 en 790404 in traject 9

## 5.2. Potenties

Uit de vorige paragraaf blijkt dat de hoge nutriëntenbelasting een belangrijke bepalende factor is voor de toestand van het watersysteem. De belasting uit de landbouw vormt een lastig aan te pakken bron. Zo lang deze bron niet aangepakt kan worden, heeft het weinig zin maatregelen te nemen om de nalevering uit de bodem te verminderen. Deze situatie maakt dat het op korte termijn niet zinvol is om kostbare en ingrijpende maatregelen te nemen, zoals grootschalige herinrichting of rigoureuze peilaanpassingen. Toch zijn er mogelijkheden die het onderzoeken waard zijn om binnen de beperkingen van de hoge nutriëntenbelasting toch verbeteringen in de ecologie te realiseren. In het hele waterlichaam zijn verbeteringen mogelijk, door er de ontwikkeling van algenbloei te beperken en een gevarieerde plantengroei te stimuleren. Dit kan door de verblijftijd te verkorten en het stimuleren van plantengroei door ondiepe plekken te creëren, de nalevering van de waterbodem te beperken en door selectief te maaien. Aanvullend zou in het gebiedsproces met de landbouwsector en landelijke kennisinstanties zoals PBL en Alterra in het kader van de uitwerking van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) verkend kunnen worden welke doelmatige maatregelen getroffen zouden kunnen worden en wat daarvan de bijdrage zou zijn aan een reductie van de nutriëntenbelasting. Het DAW gaat overigens niet alleen over waterkwaliteit maar ook over waterbeschikbaarheid in droge en natte tijden en over actief bodembeheer. Uitdaging van het DAW is om slimme combinaties van maatregelen te treffen die zowel milieuwinst als bedrijfseconomische winst kunnen opleveren.

De algenbloei die in het vroege voorjaar optreedt, verdwijnt zodra er water wordt ingelaten en komt pas weer terug als de temperatuur oploopt en de verblijftijden weer oplopen. Dit is een hypothese die getoetst kan worden door na te gaan of door middel van eerder inlaten deze vroege algenbloei beperkt kan worden. Een ander punt is de troebelheid. Hoewel het systeem zeer productief is, is er nog een redelijk doorzicht. Dit blijkt onder andere uit de woekering van waterpest op verschillende plaatsen. Op plaatsen waar de plantengroei minder is, ligt dit aan de relatief grote waterdiepte in verhouding tot de troebelheid. Door plaatselijk de waterdiepte te verminderen kan de plantengroei worden bevorderd. Een bijkomend voordeel is dat dan op die plaatsen de waterbodem kan worden afgedekt met een schone laag, waardoor de productiviteit van de bodem vermindert. Op minder diepe delen kan juist de baggerlaag worden verwijderd of vervangen door schoon materiaal om de nalevering uit de bodem te verminderen. Op plaatsen waar al



plantengroei plaatsvindt of waar door genoemde maatregelen de plantengroei op gang komt, kan worden geprobeerd door middel van gericht maaien op het juiste moment de plantengroei te beïnvloeden.

### 5.3. Maatregelen

Op grond van de analyse wordt aanbevolen het in het Waterbeheerplan 2016-2021 vastgestelde KRW-maatregelenpakket te heroverwegen. In onderstaande tabel zijn maatregelen benoemd die de ecologische kwaliteit van de Tonnekreek kunnen verbeteren.

**Tabel 7 Maatregelen om de ecologische kwaliteit in de Tonnekreek te verbeteren**

Nr.	Maatregel	Traject	Doelen	Gevolgen/beperkingen
1	Water inlaten in het vroege voorjaar (begin maart).	1-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zorgen voor een korte verblijftijd.</li> <li>• Voorkomen dat algenbloei tot ontwikkeling komt.</li> <li>• Kansen creëren voor plantengroei.</li> </ul>	Om water in te laten en door te spoelen moeten plaatselijk peilen worden verhoogd. Dit kan alleen als het niet te nat is. Als het nat is, is er mogelijk al voldoende doorstroming vanwege de natuurlijke afvoer.
2	Plaatselijk verondiepen.	5, 9, 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verminderen waterdiepte om plantengroei mogelijk te maken.</li> <li>• Afdekken sliblaag om nalevering te beperken.</li> </ul>	De verondieping kan alleen plaatselijk worden toegepast om voldoende afvoercapaciteit te waarborgen. Indien de plantengroei op gang komt, moet erop worden toegezien welke soorten tot ontwikkeling komen.
3	Baggerlaag plaatselijk verwijderen, eventueel bodem daarna aanvullen of afdekken.	1-6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nalevering uit de bodem verminderen.</li> <li>• Kansen creëren voor meer gevariëerde plantengroei.</li> </ul>	Indien de plantengroei op gang komt, moet erop worden toegezien welke soorten tot ontwikkeling komen en dat de afvoercapaciteit niet teveel wordt beperkt.
4	Gericht maaien	1-7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overheersende soorten beteugelen.</li> <li>• Kansen creëren voor meer gevariëerde plantengroei.</li> </ul>	Indien de plantengroei op gang komt, moet erop worden toegezien welke soorten tot ontwikkeling komen en dat de afvoercapaciteit niet teveel wordt beperkt.
5	Visstandbeheer	1-10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verminderen bodemopwoeling.</li> <li>• Verminderen vraat van zoöplankton.</li> </ul>	Meer doorzicht.
6	Uitwerken van DAW-maatregelen.	Alle trajecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verminderen belasting met nutriënten (vooral P).</li> </ul>	Vraag is of er een pakket aan haalbare maatregelen kan worden afgesproken met de landbouwsector om een voldoende substantiële reductie in nutriëntenbelasting te kunnen realiseren.
7	In het gebiedsproces slimme maatregelcombinaties verkennen met andere waterthema's (wateroverlast, waterveiligheid en	Alle trajecten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuuster watersysteem met waar mogelijk waterkwaliteitswinst.</li> </ul>	Betreft nadere uitwerking van de Kreekvisie in de wetenschap dat landelijke Deltafonds gelden beschikbaar komen (Zoetwater en Ruimtelijke Adaptatie).

Nr.	Maatregel	Traject	Doelen	Gevolgen/beperkingen
	droogte) in de geest van de Krekenvisie.			

Op basis van de waterbalans en de waargenomen algenbloei lijkt het kansrijk om aandacht te besteden aan het inlaten van water. De verblijftijd ligt in de zomer tussen 5 en 10 dagen. Deze zou bij voorkeur onder de 6 dagen moeten zijn om het niveau van de kritische belasting te verhogen en de kans op algenbloei te verminderen. Afgezien van de gemiddelde verblijftijd is vooral aandacht nodig om vanaf begin maart doorlopend de verblijftijd zo kort mogelijk te houden. Op grond van de afmetingen van de inlaten en waterlopen is de inlaatcapaciteit in theorie voldoende (zie bijlage 2). In de praktijk moet blijken of er lokaal knelpunten zijn en of er voldoende water beschikbaar is. Een ander aandachtspunt is de bijdrage aan de P-belasting door het inlaatwater. In de zomermaanden is het aandeel van het inlaatwater in de P-belasting meer dan 50%. Bovendien kan dit aandeel op grond van de onzekerheidsmarges aanzienlijk groter zijn. Bij het verhogen van de inlaathoeveelheid is het dus de vraag of het verkorten van de verblijftijd voldoende effect heeft in verhouding tot de toename van de P-belasting.

Het plaatselijk verondiepen kan worden uitgevoerd op trajecten 5, 9 en 10. Op 2 tot 3 plekken per traject dient vanaf de oever over een lengte van ten minste 100 meter de bodem te worden opgehoogd zodat een plaatselijke waterdiepte van 0,5 tot 0,7 meter ontstaat. Dit betekent dat de bodem in traject 5 plaatselijk 0,35 meter moet worden opgehoogd en in traject 10 plaatselijk 0,9 meter. Zonder de afvoercapaciteit te veel te beperken kan de breedte van de verondieping op traject 5 1 à 2 meter bedragen en 3 tot 5 meter op trajecten 9 en 10.

Op plaatsen waar een dikke sliblaag aanwezig is, op trajecten 1 tot en met 6, kan de sliblaag worden verwijderd. Door middel van bemonstering moet worden bepaald welke dikte moet worden verwijderd om nalevering van nutriënten te verminderen. Op delen waar door het verwijderen van het slib de diepte groter wordt dan 1 meter moet de bodem weer aangevuld worden met schoon materiaal, om te voorkomen dat het te diep wordt en het licht niet meer tot op de bodem doordringt.

Door selectief te maaien kan de soortensamenstelling van waterplanten worden beïnvloed. De westelijke kreekak bevat meer waterplanten dan de noordelijke, maar de soortendiversiteit is erg laag en er is sprake van woekering door waterpest. Dit wordt veroorzaakt door de voedselrijke situatie. Literatuur wijst erop dat hierbij:

- Vroeg in het seizoen maaien zeer ongunstig is; om hoge biomassa's en dominantie van een/enkele soorten te voorkomen is later in het jaar (okt.) schonen het beste. Waterpest maakt dan in het voorjaar erop minder biomassa (men berooft de planten van reservevoorraad en voortplantingsorganen; Ter Heerdt, 2010). Vanuit ecologisch oogpunt is het niet nodig om vaker dan een maal per twee jaar te schonen.
- Drijfbladplanten (gele plomp-veld) niet vaker dan eens in de drie jaar gemaaid moeten worden (in sept.); dan ontstaat de hoogste soortenrijkdom.

Geadviseerd wordt om daartoe enkele verspreide proefvelden met aangepast maai-beheer in te richten (l x b x d = 100 x 4 x 0,5m en daarop aansluitend 100 x 4 x 1,2 m).

#### 5.4. Monitoring en meetnet

Uit de resultaten van deze watersysteemanalyse blijkt dat er verschillen zijn in omstandigheden en randvoorwaarden op de verschillende trajecten. De belangrijkste verschillen zitten in de verblijftijd per traject en in de tijd en in de waterdiepte en slibdikte. Dit resulteert in een verschil in plantengroei. Ook is de plantengroei plaatselijk in poldersloten anders dan in de kreekrestanten die zijn aangewezen als onderdeel van het waterlichaam. Dit alles roept de vraag op of de meetpunten representatief zijn.

De voorgestelde maatregelen zullen lokaal tot effecten leiden. Voorgesteld wordt om, na uitvoering van deze maatregelen, gedurende tenminste drie opeenvolgende jaren de vegetatieontwikkeling en de ontwikkeling van andere ecologische parameters twee maal per groeiseizoen te monitoren. Dit geeft een goede indruk van hetgeen er te verwachten valt bij eventuele grootschalige uitrol over de kreek. Daarnaast is het zinvol om meetpunt(en) in poldersloten in te richten.

De aangepaste monitoring moet inzicht geven in welke mate de maatregelen verbetering in de biologie opleveren. Op basis van verkregen resultaten kunnen vervolgens aangepaste doelen worden bepaald.

## 5.5. Haalbaarheid KRW

In bijlage 3 is de uitgebreide KRW-beoordeling en onderbouwing van aangepaste doelen beschreven. In deze paragraaf worden de bevindingen samengevat. Aanname hierbij is dat een voldoende substantiële reductie van de belasting met nutriënten als niet haalbaar is ingeschat. Mocht uit een verdere uitwerking van DAW-maatregelen blijken dat er meer mogelijk blijkt, dan zal een herbeoordeling van de voorgestelde aanpassingen plaatsvinden.

### 5.5.1. Watertype

Een nadere beschouwing van de karakteristieken van de Tonnekreek leidt tot de conclusie dat een kanaal watertype beter past dan M14, een plas. Voorgesteld wordt om het watertype M6a te hanteren, omdat dit naast de grootste lengte het grootste watervolume van de Tonnekreek omvat. De maatlatten voor M6a zijn gebaseerd op de maatlatten voor M14 en zijn beschreven door Evers et al. (2012).

### 5.5.2. Resultaten KRW-beoordeling ecologie

De ecologische kwaliteit van de Tonnekreek wordt met behulp van de maatlatten voor watertype M6a beoordeeld als ontoereikend (2011) en matig (2014); en met behulp van de maatlatten voor natuurlijke wateren van type M14 als ontoereikend (2011) en slecht (2014). Rekening houdend met het sterk veranderde karakter van het waterlichaam (afgeleide GEP voor watertype M14) wordt de Tonnekreek beoordeeld als matig (2011) en ontoereikend (2014). Het niet realiseren van de doelen (GEP) maakt duidelijk dat aanvullende actie noodzakelijk is om aan de doelen te voldoen.

Uitgaande van het GEP voor watertype M14 zijn er knelpunten bij:

- fytoplankton;
- waterflora;
- vis.

Het kwaliteitselement macrofauna zit op de rand van wel en niet voldoen aan het GEP. Verbetering hierin zal een goede beoordeling robuuster maken.

Uitgaande van de maatlatten voor watertype M6a (Evers et al., 2012) zijn er knelpunten bij:

- fytoplankton;
- waterflora;
- macrofauna;
- vis.

Hoewel rond 2008 behoorlijke stukken oever natuurvriendelijker zijn ingericht, is de huidige ecologische (water)kwaliteit onvoldoende.

### 5.5.3. Afleiding doelstellingen

#### *Fytoplankton*

In paragraaf 4.1 is aangetoond dat de belasting met P bij de huidige waterdiepte en verblijftijd te hoog is voor het ontstaan van een stabiel helder water systeem met ondergedoken waterplanten en een bijbehorend gering risico op algenbloeien. De grootste bijdrage aan de externe P-belasting wordt geleverd door de landbouw in het gebied zelf (Figuur 19 en Figuur 20 in paragraaf 4.1.3). Figuur 23 (in paragraaf 5.1) geeft het verloop aan van het fosforgehalte op de meetpunten 790401 en 790402 over de periode 1994-2015. Duidelijk is dat er in de laatste 10-15 jaar geen duidelijke trend in de zomerhalfjaargemiddelden is waar te nemen. De verwachting is dat het generieke landbouwbeleid niet tot een significante reductie van de P-belasting vanuit de landbouwpercelen zal leiden in de periode tussen 2016 en 2027. Het reduceren van de P-belasting uit de landbouw is de enige mogelijkheid om het P-gehalte van het systeem op termijn significant te verminderen. Er zijn nauwelijks haalbare maatregelen mogelijk om de nutriëntenbelasting vanuit de landbouw significant te reduceren. Om deze redenen is er bij de afleiding van het doel vanuit gegaan dat de P-belasting vanuit de landbouw tot 2027 min of meer gelijk blijft. Daarnaast wordt er een substantiële interne P-belasting verondersteld (paragraaf 4.3) doordat het watersysteem reeds lange tijd zwaar belast is met nutriënten. Deze erfenis kan, ook als externe P-belasting uit de landbouw zou zijn gesaneerd, nog tientallen jaren doorgaan.

Een optie is om door extra doorspoelen de verblijftijd dusdanig te verkorten (zie bijlage 2) dat algen niet meer tot ontwikkeling kunnen komen. Het is onzeker of hiermee het gewenste effect kan worden bereikt.

De beleidsdoelstelling wordt, in afwijking van de default maatlat, daarom vastgelegd op de huidige klasse: **matig**, waarbij getalsmatig het midden van de klasse matig wordt aangehouden (EKR = **0,5**). Hierbij wordt er vanuit gegaan dat in de beoordelingsperiode april-september geen bloei optreedt van Planktothrix agardhii. Als er toch een matige bloei ontstaat, verlaagt dit de beoordeling naar de overgang matig-ontoereikend (EKR = 0,4). Om het risico op dit type bloei niet te verhogen zullen de P-belasting en verblijftijd niet verder mogen toenemen, overeenkomstig het KRW-principe dat het niet toegestaan is dat de toestand een klasse verslechtert.

### *Macrofyten*

In de watersysteemanalyse is geconcludeerd dat zowel eutrofiëringsgraad, inlaat- en doorspoelbeheer als peilregime tot 2027 niet noemenswaardig zullen veranderen. De vermindering van nutriëntenbelasting met 5-10%, een aangepast inlaat- en maairegime en plaatselijke verondieping hebben vooralsnog onbekende effecten op de ontwikkeling van algen en waterplanten. Deze opties verdienen naast peilbeheer nadere beschouwing, ook in het licht van condities vanuit andere waterthema's.

Met de verondieping en de realisatie van habitat voor de vestiging van emerse, drijvende en submerse vegetatie met name bij meetpunt 790401 (en kreekdelen die daarop lijken) kan de abundantie van de groeivormen submers worden gestuurd en uitgebreid, mogelijk zelfs tot ca. 20-60%. Dit zou overeen komen met realisatie van het GEP (EKR = 0,6), zoals dat in 2011 op dit meetpunt is gerealiseerd. Voor de groeivorm drijvend+emers kan de maximale abundantie stijgen tot 0,7 zoals op meetpunt 790402 in 2014 werd gehaald. Vooralsnog wordt echter ingeschat dat een wat lagere EKR voor abundantie groeivorm van 0,5 (kwalificatie matig) op beide meetpunten realistisch is; dit is nu al aanwezig op meetpunt 790402. Uitbreiding van de submerse en drijvende+emerse vegetatie is gewenst voor verbetering van de habitatomstandigheden met structuur en schuil- en paaigelegenheden voor o.a. vis. Echter, bij de huidige onvoldoende waterkwaliteit is woekering van een of enkele soorten aannemelijk (waterpest, grof hoornblad), hetgeen de deelmaatlat score voor soortensamenstelling omlaag trekt. Om een score op de deelmaatlat soortensamenstelling van 0,5 te kunnen halen, is meer variatie in de soortensamenstelling en terugdringen van woekerende soorten noodzakelijk. In hoeverre dit in praktijk daadwerkelijk te realiseren is, is op voorhand niet te voorspellen. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat woekering van slecht scorende waterplanten niet te voorkomen is. Een realistisch doel voor macrofyten ligt daarom op het midden van de klasse ontoereikend, EKR = **0,3**. Uit de evaluatie van het effect van te nemen maatregelen moet blijken of een hoger doel haalbaar is.

Door verondieping is er meer ruimte voor waterplanten en zal er op 790401 meer structuur ontstaan. Er zal dominantie optreden van een paar woekerende soorten die de soorten-macrofyten score naar beneden trekt. Dit leidt niet tot een hoge score voor macrofyten, maar dit wordt desondanks ecologisch hoger ingeschat dat een watersysteem zonder planten. Dit omdat de extra planten zorgen voor een positief effect op de andere waterorganismen o.a. vissen.

### *Vis*

Uitgaande van de inzet op verbetering van de plantengroei wordt verwacht dat dit leidt tot een toename van het aandeel plantminnende vissen. Er wordt verwacht dat de deel-EKR hiervoor in de hele kreek kan stijgen tot het gemiddelde van de deel-EKR in de huidige situatie in het smalle deel. De haalbaar geachte GEP voor de gehele kreek bedraagt EKR = **0,6**.

### *Macrofauna*

In 2011 en 2014 wordt het kwaliteitselement beoordeeld als matig. Er valt geen verband te herkennen tussen bekende karakteristieken van de meetpunten (weinig/veel waterplanten, dieper/ondieper, breed/smal) en de deelbeoordelingen voor de afzonderlijke macrofaunamonsters. Vraag is wat de effecten zijn van belasting met gewasbeschermingsmiddelen (voor 4 stoffen worden normen overschreden) en overschrijdingen voor kwik en zink. De in het verleden behaalde maximale EKR-score op waterlichaamniveau voor macrofauna wordt als doel voor 2027 vastgelegd. Als midden van de behaalde klasse matig betekent dit EKR = **0,5**.

### *Algemene fysische en chemische waterkwaliteitselementen*

Er is geen aanleiding om gebiedsspecifieke normen voor de Tonnekreek te bepalen voor de algemene fysische en chemische kwaliteitselementen.

### *Heroverweging doelstelling*

Het is aannemelijk dat huidige KRW-doelen, behorend bij watertype M14 niet haalbaar zijn. Een aanpassing in het watertype leidt tot een iets betere beoordeling van de hydrobiologische gegevens, maar een "default" Goed Ecologisch Potentieel, zoals geformuleerd in de maatlatdocumenten wordt naar verwachting niet gehaald in 2027.

Voorgesteld wordt dan ook het goede ecologische potentiaal (GEP) aan te passen met de waarden zoals gepresenteerd in Tabel 8.

**Tabel 8 KRW-doelen biologische kwaliteitselementen voor het Tonnekreek complex (NL25\_30, watertype M14 (huidig) en M6a (voorstel))**

	Doelstelling (EKR)		Motivatie
	Huidig (M14)	Voorstel (M6a)	
Fytoplankton	0,60	0,5	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Macrofyten	0,50	0,3	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Macrofauna	0,55	0,5	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Vis	0,40	0,6	Enige verbetering ten opzichte van het huidig kwaliteitsniveau in verband met inzet op meer gevarieerde plantengroei

Voorgesteld wordt om, na uitvoering van de maatregelen, de biologische ontwikkeling te monitoren en op basis van verkregen resultaten in later stadium desgewenst de doelen te actualiseren. Op grond van de onzekerheden in de effectiviteit van maatregelen en de gevoeligheid van het ecologische systeem is een nauwkeurigheid van de vast te stellen doel van 1 decimaal het meest realistisch.

## 6. Conclusies en aanbevelingen

### 6.1. Conclusies

#### Nutriëntenbelasting hoog en gering doorzicht

In de huidige situatie is de nutriëntenbelasting van het systeem hoog (ESF1 op rood). Hierdoor is er regelmatig sprake van algenbloei. Mede door deze algenbloei en de aanwezigheid van brasem is het water troebel en is het in de diepere gedeelten van het systeem erg lastig voor waterplanten om zich te vestigen en ontwikkelen (ESF 2 op rood). Op de locaties waar er wel voldoende licht op de waterbodem komt, komen planten wel tot ontwikkeling, onder andere in het westelijke gedeelte. Door de voedselrijke waterbodem en het eutrofe water is het een erg woekerende vegetatie, met weinig soorten die tot een hoge KRW-beoordeling leiden (ESF3 op rood). De maatregelen die in het verleden zijn uitgevoerd (oeverinrichting) hebben niet geleid tot een voldoende scorend aquatisch ecosysteem. De ontwikkeling van oeverplanten (helofyten) wordt belemmerd door het tegennatuurlijke peilregime, dat afgestemd is op het landbouwkundig gebruik van het gebied.

#### Potenties

De algenbloei neemt af als de wateraanvoer toeneemt. Door aandacht te besteden aan de wateraanvoer en de verblijftijd is de algenbloei mogelijk te beperken. Daarnaast zijn er plekken waar bij het huidige doorzicht de plantengroei niet op gang komt, omdat de waterdiepte te groot is. Woekering van planten duidt op voedselrijke omstandigheden. Door gericht te maaien zouden de woekerende soorten kunnen worden ingeperkt. Op een aantal locaties in het gebied komen meer gevarieerde plantensoorten voor. Dit is een indicatie dat dit elders ook mogelijk is. Als zich op de kale plekken in het systeem waterplanten kunnen vestigen, dan biedt dit extra mogelijkheden voor vis en macrofauna.

#### Maatregelen

Op grond van de analyse moet het in het Waterbeheerplan 2016-2021 vastgestelde maatregelenpakket worden heroverwogen. Maatregelen moeten worden gericht op de potenties die in het systeem aanwezig zijn. Het effect van maatregelen is op voorhand niet te bepalen. Maatregelen die in aanmerking komen, zijn het gericht sturen op wateraanvoer, het creëren van ondiepe plaatsen en het gericht uitvoeren van maaionderhoud.

#### Gaan we KRW-doelen halen?

Het is niet aannemelijk dat de belasting (en daarmee productiviteit) van het watersysteem in de periode tot 2027 significant wordt gereduceerd. De huidige kwaliteit is een logisch gevolg van het landgebruik in het gebied. De Tonnekreek zal door de blijvend hoge belasting geen ecologisch voldoende ontwikkeld systeem worden. Het GEP kan niet worden gerealiseerd. In Tabel 8 worden aangepaste doelen voorgesteld die met de in paragraaf 5.3 genoemde maatregelen haalbaar worden geacht. De bestuurlijke discussie over doelen en maatregelen voor de derde (en vooralsnog laatste) KRW-implementatietermijn (2022-2027) is gepland voor de periode 2019 t/m 2021. Het verdient aanbeveling om samen met de landbouwsector en landelijke kennisinstanties (waaronder PBL en Alterra) een verkenning uit te voeren van haalbaar geachte effectieve maatregelen in het kader van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW). Op deze manier kan de aanname dat het niet aannemelijk is dat er geen significante reductie mogelijk is van de nutriëntenbelasting in de praktijk worden getoetst.

## 6.2. Aanbevelingen

### Ondieptes creëren

Geadviseerd wordt om op de diepere (bredere) delen van het watersysteem een pilot uit te voeren waarmee wordt nagegaan wat het effect is op de waterplantenontwikkeling van plaatselijke verondieping tot een waterdiepte van 50-70 cm. Als in combinatie met voorgenomen baggerwerk enkele ondieptes worden gerealiseerd is er een kleine ecologische winst te behalen. Voorwaarden hierbij zijn dat voor het verondiepen schone grond wordt gebruikt en dat dit niet tot onevenredige toename van wateroverlast leidt. Op grond van verkregen resultaten kunnen de doelen zo nodig worden aangepast en ook kan dan bezien worden of uitrol over een groter deel van het krekensysteem zinvol en haalbaar is.

### Gericht maaien

Door een gericht maaieregime kan mogelijk worden voorkomen dat soorten gaan woekeren. Vroeg in het seizoen maaien van ondergedoken waterplanten is ongunstig. Om hoge biomassa's en dominantie van een/enkele soorten op termijn te verminderen is later in het jaar (oktober) schonen het beste. Waterpest maakt dan in het voorjaar erop minder biomassa (men berooft de planten van reservevoorraad en voortplantingsorganen; Ter Heerdt, 2010). Vanuit ecologisch oogpunt is het niet nodig om vaker dan *één maal per twee jaar* te schonen. Drijfbladplanten (zoals gele plomp) moeten niet vaker dan *ééns in de drie jaar* gemaaid worden (in september); dan ontstaat de hoogste soortenrijkdom.

### Monitoring en meetnet

Uit de resultaten van deze watersysteemanalyse blijkt dat er verschillen zijn in omstandigheden en randvoorwaarden tussen de verschillende trajecten. De belangrijkste verschillen zitten in de verblijftijd en in de waterdiepte en slibdikte. Dit resulteert in een verschil in plantengroei. Ook is de plantengroei plaatselijk in poldersloten anders dan in de kreekrestanten die zijn aangewezen als waterlichaam. Dit alles roept de vraag op of de meetpunten representatief zijn.

De voorgestelde maatregelen zullen lokaal tot effecten leiden. Voorgesteld wordt om, na uitvoering van deze maatregelen, gedurende tenminste drie opeenvolgende jaren de vegetatieontwikkeling en andere ecologische parameters twee maal per groeiseizoen te monitoren. Dit geeft een goede indruk van hetgeen er te verwachten valt bij eventuele grootschalige uitrol over de kreek. Daarnaast is het zinvol om meetpunt(en) in poldersloten in te richten.

De aangepaste monitoring moet inzicht geven of de maatregelen enige verbetering in de biologie opleveren. Op basis van verkregen resultaten kunnen vervolgens aangepaste doelen worden bepaald.

### Voorschot aanpassing KRW-doelen

Geadviseerd wordt om een realistisch doel vast te leggen op een niveau van of beneden het (default-) GEP voor M6a. De verblijftijd en karakteristieken van het systeem lijken meer op die van een kanaal dan op die van een meer. Hierdoor wordt aangeraden het watertype aan te passen van M14 naar M6a. Bij de doelen die zijn uitgedrukt in EKR's moet worden opgemerkt dat deze zijn gebaseerd op het al dan niet voorkomen van bepaalde soorten. Het is onmogelijk tot op soortniveau te voorspellen wat het effect van maatregelen is.

Een EKR die wordt geformuleerd tot op 2 decimalen nauwkeurig geeft een nauwkeurigheid aan die op basis van historische metingen goed is te berekenen. Het is echter niet mogelijk om op dergelijk detail een voorspelling te doen over een te realiseren kwaliteitsniveau. De doelen zijn vastgelegd op het midden van de meest waarschijnlijke klasse, afgerond op 1 decimaal.

Op grond van bovenstaande overwegingen worden de aangepaste doelen in Tabel 9 voorgesteld.

**Tabel 9 KRW-doelen biologische kwaliteitselementen voor het Tonnekreek complex (NL25\_30, watertype M6a)**

	Doelstelling (EKR)		Motivatie
	Huidig	Voorstel	
Fytoplankton	0,60	0,5	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Macrofyten	0,50	0,3	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Macrofauna	0,55	0,5	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Vis	0,40	0,6	Enige verbetering ten opzichte van het huidig kwaliteitsniveau in verband met inzet op meer gevarieerde plantengroei

### 6.3. Discussie

Bij de aanpak, resultaten en conclusies zien wij een aantal discussiepunten:

- Bij deze analyse is uitgegaan van onomkeerbare randvoorwaarden. Althans, de evaluatie van knelpunten en oplossingsrichtingen is beperkt tot waterkwaliteit en ecologie. Knelpunten en oplossingsrichtingen bij thema's als wateroverlast en droogte zouden wellicht nieuwe mogelijkheden bieden.
- Het bepalen doelen is moeilijk door onzekerheid over de gevoeligheid van het systeem en de effectiviteit van maatregelen. Met de KRW-verkenner wordt gepoogd een tool te ontwikkelen waarmee de EKR-scores voor de biologische toestand direct berekend kunnen worden op basis van kennis over voorwaarden die het systeem functioneren bepalen. In Nederland wordt nog zeer beperkt gebruik gemaakt van de KRW-verkenner, omdat de waterbeheerders de uitkomst niet betrouwbaar genoeg vinden. De KRW-verkenner wordt nog door ontwikkeld. Aanpassing van de doelen is afhankelijk van welke soorten we denken aan te treffen over bijvoorbeeld 10 jaar. Vind je soort x wel, dan scoren we goed, vinden we soort x, maar ook nog de negatieve soort y dan scoren we matig. Dit is nooit goed in een tool te vangen. We verwachten dan ook dat we hier niet op moeten wachten en het gewoon zelf op een best guess methode blijven doen. Bijvoorbeeld door doelen anders te formuleren: EKR versus ontwikkelrichting.
- De grenzen tussen de kwaliteitsklassen voor de algemeen fysische chemie zijn arbitrair. Als voorbeeld wordt de grens genomen voor fosfor in een M6a watertype. Van een aantal goed scorende referentiewateren is de fosforconcentratie bepaald. Als norm kan dan worden gekozen voor de laagste en moeilijkst haalbare concentratie (bijvoorbeeld het 10-percentiel), voor het gemiddelde of juist voor de hoogste, makkelijkst haalbare concentratie. De 10-percentiel waarde voor fosfor is 0,07 mg P/l terwijl de voorlopige default GEP-waarde op 0,15 mg P/l ligt (Evers et al., 2012). Het is niet duidelijk hoe men tot de default GEP-waarde is gekomen, maar uit bovenstaande blijkt dat deze hoog is in verhouding tot de 10-percentiel waarde.
- De ecologische toestandsbepaling wordt slechts deels beïnvloed door de chemische toestand. Als de biologie goed is, maar de algemeen fysische chemie scoort slecht, dan wordt het ecologisch eindoordeel gecorrigeerd tot matig (Van der Molen et al., 2012). In theorie is het dus mogelijk in een watersysteem alle wenselijke soorten aanwezig zijn en toch als matig wordt beoordeeld.
- In lokale systemen blijken kwaliteiten aanwezig te zijn die je op de KRW-meetpunten mist. De wijze van waarderen en bemonsteren zou hier op aangepast moeten worden.
- Het opstellen van een systeemanalyse is geen 'once and for all time' actie. Nieuwe ontwikkelingen, zowel in het gebied als qua kennis, maken een regelmatige update van de systeemanalyse nodig, waarbij we uitgaan van 1 x per 5 jaar.
- Van de ontwikkeling van waterplanten was slechts een beperkt inzicht beschikbaar, vlakdekkende informatie ontbrak. Deze informatie kon niet alsnog worden ingewonnen en de op beschikbare informatie gebaseerde analyse is daarmee weinig gedetailleerd waardoor het risico bestaat dat ongemerkt relaties tussen voorkomen van bepaalde soorten waterplanten en de inrichting en beheer van de kreek over het hoofd zijn gezien en daardoor niet in beheeradviezen zijn meegenomen. Voor toekomstige watersysteemanalyses kan de bestaande informatie wellicht ontoereikend zijn om een voldoende onderbouwde analyse mee uit te voeren. Aanbevolen wordt om in vroegtijdig stadium, ruim voor met de analyse wordt gestart, een verkenning uit te voeren van de benodigde en de beschikbare data (hydrologie, waterkwaliteit en ecologie). Als uit zo'n verkenning blijkt dat aanvullende data nodig zijn, wordt aanbevolen om deze data te verzamelen vóórdat de analyse wordt uitgevoerd.
- Landbouwemissies van nutriënten zijn belangrijke beïnvloedingsbronnen. Dit zal ook het geval zijn in het merendeel van de andere KRW-waterlichamen. Een goede inschatting van de omvang van deze bronnen is belangrijk om te motiveren waarom wel of geen maatregelen ter reductie worden geadviseerd. Voor toekomstige systeemanalyses wordt aanbevolen tijdens de analyse na te gaan in hoeverre modelberekeningen (bijv. STONE) van aanvullende waarde zijn bij het bepalen van de effectiviteit van ingrepen om de landbouwemissies te reduceren. Ook kan daarbij onderzocht worden in hoeverre gebruik van de KRW-verkenner (versie 2.1 of hoger) een toegevoegde waarde heeft om vergelijking van meerdere beheersscenario's mogelijk te maken.
- De uitgevoerde systeemanalyse betreft de huidige toestand en omstandigheden. Er is niet gekeken naar effecten van klimaatverandering. Mogelijk zullen andere processen gaan spelen of worden bestaande processen versneld of vertraagd door veranderende omstandigheden. De kennis op dit punt is nog te beperkt.

## 6.4. Evaluatie pilot

De watersysteemanalyse voor de Tonnekreek is samen met een analyse voor de Strijbeekse beek door de afdeling kennis & advies uitgevoerd als pilot voor de overige waterlichamen. De uitvoering door kennis & advies heeft als nadeel dat de analyses medewerkers veel tijd kosten en dat daardoor veel vertraging optreedt (tijd was vaak nodig voor andere werkzaamheden). Als voordeel staat daar een grote toename van gebiedskennis en ervaring met analyses tegenover. Voor de Tonnekreek is ondersteuning van Waternet ingeschakeld en is externe expertise op het onderdeel waterbalans en ecologische sleutelfactoren ingehuurd.

Onderstaand volgt eerst een korte terugblik op de toegepaste methode, uitkomsten en bruikbaarheid van de pilot voor de Tonnekreek. Daarna volgen aanbevelingen voor toekomstige watersysteemanalyses.

De indeling van het waterlichaam in uniforme trajecten, veldbezoeken, analyse van gegevens en uitgebreide beoordeling van sleutelfactoren geven veel inzicht in het functioneren van het systeem en de effectiviteit van uitgevoerde maatregelen. Dit heeft geleid tot conclusies over de haalbaarheid van KRW-doelen en concrete aanbevelingen voor bijstelling en aanvulling van maatregelen en aanpassing van monitoring. Het bleek dat uit de bestaande informatie omtrent hydrologie, waterkwaliteit en ecologie een redelijk beeld kon worden gevormd van de knelpunten in de actuele situatie. Voor waterkwaliteit zijn aanvullende metingen uitgevoerd tijdens het proces waarin de systeemanalyse werd uitgevoerd.

De watersysteemanalyse leidt tot realistische KRW-doelen en hoger rendement van investeringen in maatregelen en monitoring. Zo laat de analyse zien dat goedkope maatregelen, zoals het plaatselijk verondiepen of het gericht uitvoeren van onderhoud en wateraanvoer, naar verwachting meer effect hebben dan onjuist uitgevoerde of op verkeerde locaties of te vroeg uitgevoerde, dure maatregelen (kreekherstel). Zolang de nutriëntenbelasting niet gereduceerd kan worden tot onder het kritische niveau, zijn grootschalige herinrichtingsmaatregelen (kreekherstel) vanuit het oogpunt van waterkwaliteit/ecologie niet doelmatig. Naast het verhogen van de effectiviteit van maatregelen zit de winst vooral in het beperken van de investeringen tot locaties waar daadwerkelijk ecologische verbetering kan optreden. Tenslotte geven de analyses ook waardevolle inzichten om de monitoring aan te passen, waardoor met vergelijkbare inspanning meer informatie verzameld kan worden.

De pilot voor het Tonnekreek complex resulteert in de volgende bevindingen en aanbevelingen voor watersysteemanalyses voor de overige waterlichamen:

- indeling in uniforme trajecten levert veel inzichten op en is gezien de diversiteit in lijnvormige wateren noodzakelijk;
- het toepassen van de ecologische sleutelfactoren in combinatie met het opstellen van waterbalansen, vraagt de nodige vaardigheid en ervaring maar werkt zeer doelmatig; het geeft inzicht in de relevante processen die knelpunten in de waterkwaliteit en ecologie veroorzaken en aanknopingspunten voor maatregelen;
- een hydromorfologische kartering met een selectie van de morfologische parameters is voor poldersystemen nuttig om een systematische beschrijving van het systeem te krijgen; een geomorfologisch beoordeling is niet mogelijk, omdat bestaande beoordelingsmethodieken niet geschikt zijn voor poldersystemen;
- een belangrijke basis voor de watersysteemanalyse is een betrouwbare waterbalans volgens de Waternet-aanpak, waarbij kalibratie met chloridedata een waardevol hulpmiddel blijkt te zijn. Tijdens de pilot bleek het lastig om een betrouwbare waterbalans op te stellen, ten dele door gebrek aan hydrologische data en chloride data, maar ook door gebrek aan ervaring hiermee. Voor toekomstige watersysteemanalyses wordt aanbevolen om tijdig te starten met het opstellen van een waterbalans en die te kalibreren op basis van chloridedata;
- een grondige biologische analyse per waterlichaam is noodzakelijk om de haalbaarheid van KRW-doelen te kunnen bepalen; en dan is de uitkomst nog steeds onzeker;
- de uitkomsten van watersysteemanalyses vormen een goede basis voor de gevraagde informatie op het waterkwaliteitsportaal en verhogen de betrouwbaarheid daarvan;
- een grondige analyse voor elk waterlichaam is noodzakelijk om effectieve maatregelen en locaties daarvoor te bepalen en om ondoelmatige investeringen van het waterschap te voorkomen;
- veldbezoeken en bevindingen van de analyses vormen een goede basis voor gesprekken met buitendienstmedewerkers en leiden tot waardevolle uitwisseling van informatie;
- een watersysteemanalyse voor poldersystemen moet altijd een veldbezoek in de zomer bevatten om een goed beeld van de plantengroei en de ruimtelijke variatie daarin te krijgen. De data die op 'de plank' lagen en die voor de systeemanalyse gebruikt konden worden, zijn beperkt. Met name ontbreekt er een goed beeld over de bedekking met waterplanten, terwijl die een erg belangrijke plek innemen in het ecologisch functioneren van het watersysteem;
- Het verdient aanbeveling om tijdig vooraf te bepalen welke data nodig zijn, wat beschikbaar is en welke aanvullende data eerst verzameld moeten worden voordat de systeemanalyse wordt opgesteld;



- Het zou goed zijn om waar mogelijk aan te sluiten bij de Europese methoden. Voorbeeld: in het landelijke Informatiehuis Water wordt voor rapportage aan de EU gebruik gemaakt van DPSIR (Drivers, Pressures, State, Impact en Measures). Kunnen we de resultaten van een watersysteemanalyse ook zo samenvatten? Dit helpt ook weer bij het eenduidig en consistent rapporteren aan TK en EC;
- Bij het samenvatten van de voorstellen voor aangepaste doelstellingen is het goed om zoveel mogelijk de terminologie van artikel 4 van de KRW (milieudoelstellingen) waarin spelregels voor fasering en doelverlaging worden geformuleerd te hanteren.
- het Waterbeheerplan 2016-2021 vermeldt de KRW maatregelopgave voor 2016-2021 en 2022-2027 (bijlage 3 op pagina 90). Vraag is: wat betekenen de conclusies en aanbevelingen van dit rapport voor de invulling van die opgaven? Dit vergt zorgvuldigheid omdat hierop een resultaatsverplichting rust. Anders invullen kan, maar dan goed gemotiveerd.
- in Brussel wordt gesproken over een termijnverlenging van de KRW (de wereld gaat ook na 2027 verder). Dit heeft te maken met gegeven dat men zich realiseert dat op veel plaatsen in Europa de doelen niet realiseerbaar zijn binnen de afgesproken drie termijnen. Stel dat men inderdaad besluit om nog een extra termijn te besluiten na 2027 (grote kans), wat zou dat betekenen voor mate van haalbaar en betaalbaar doelbereik?
- In overleg met de opdrachtgever nagaan in hoeverre het gewenst is om de kosten van maatregelen uit te werken. Vooralsnog wordt er van uitgegaan dat dit in een vervolgtraject plaatsvindt.
- In een stroomgebied welke gebiedspartners beschikken over relevante kennis en informatie en deze benutten voor de watersysteemanalyse. Deze partners ook betrekken bij de analyse zodat gewerkt wordt aan gedeelde beeldvorming op weg naar gedeeld eigenaarschap voor mogelijke maatregelen die later in het gebiedsproces worden besproken.

## 7. Referenties

De Bruijn, C., L. van Hoften, W. Borsje & S. Rensen, 2007. Inrichtingsplan integrale aanpak Tonnekreek. Toelichting op concept Definitief Ontwerp. Versie 20 april 2007. Ingenieursbureau BCC, Leerdam.

Evers, C.H.M., R.A.E. Knoben & F.C.J. van Herpen (red.), 2012. Omschrijving MEP en maatlatten voor sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. STOWA-rapport 2012-34.

Koole, M., 2015. KRW visstandonderzoek11 waterlichamen waterschap Brabantse /delta 2014. ATKB rapportnummer 20140280/rap01.

Scheffer, M., S. Rinaldi, A. Gragnani, L. Mur & E.H. van Nes, 1997. On the dominance of filamentous cyanobacteria in shallow, turbid lakes. *Ecology* 78: 272-282.

Ter Heerdt, G., 2010. Natuurvriendelijk onderhoud en ecologische kwaliteit. Literatuuronderzoek naar de ideale frequentie van schonen en onderbouwing van het nut van het afvoeren van maaisel. *Waternet*.

Van der Molen, D.T. & R. Pot (red.), 2007. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport 2007-32.

Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers & L.L.J. van Nieuwerburgh (red.), 2012. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. STOWA-rapport 2012-31.

Waajen, G. & R. van Nispen, 2008. Kaderrichtlijn Water. Afdeling maatlatten per biologisch kwaliteitselement voor de waterlichamen. Deelgebied: RWSR-gebied Hollandsch Diep – Amer. Waterschap Brabantse Delta, Breda.

Galen, F. van et al. (2015), Waterkwaliteit nu en in de toekomst. Eindrapportage ex ante evaluatie van de Nederlandse plannen voor de Kaderrichtlijn Water, Den Haag: PBL

Arens, E., 2012. Krekenvisie. Kreken als motor van de Watermachine. Waterschap Brabantse Delta, Breda.

Aan te vullen verwijzingen

Jaarsma et al., 2008;

Mooij et al., 2010;

Von Meijenfildt et al., 2014

Scheffer et al., 1993 & 2007

## Bijlage 1 Europese Kaderrichtlijn Water, beleid

De Kaderrichtlijn Water (KRW) is ontstaan met als doel om de Europese waterkwaliteit te verbeteren of in ieder geval verslechtering te voorkomen. Voor de KRW zijn de grotere watersystemen (wateroppervlak  $\geq 50$  ha, en/of grootte van het stroomgebied  $\geq 1.000$  ha) aangeduid als waterlichaam (Council of the European Union, 2000). Door waterschap Brabantse Delta zijn 25 waterlichamen onderscheiden. Het Tonnekreeks-complex (NL25\_30; verder in deze rapportage aangeduid als Tonnekreek) is aangewezen als waterlichaam zoals bedoeld in de KRW. Voor waterlichamen zijn waterkwaliteitsdoelen bepaald en het al dan niet behalen van deze doelen wordt (jaarlijks) gerapporteerd aan de Europese Commissie.

De doelen die horen bij kunstmatige of sterk veranderde waterlichamen, zoals de Tonnekreek worden het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) genoemd. Voor de Tonnekreek is in 2008 het GEP afgeleid op basis van een kwalitatieve analyse van knelpunten en oplossingsrichtingen (Waajen & Van Nispen, 2008). Het GEP is daarna als doelstelling vastgelegd in de waterbeheerplannen 2009-2015 en 2016-2021 van waterschap Brabantse Delta. In de periode vanaf 2008 is de beschikbare kennis vergroot en zijn diverse hulpmiddelen beschikbaar gekomen waarmee een beter begrip van het functioneren van watersystemen mogelijk is geworden (o.a. Jaarsma et al., 2008; Mooij et al., 2010; Von Meijnenfeldt et al., 2014). Hiermee wordt het mogelijk om een beter inzicht te krijgen in de oorzaak van waterkwaliteitsproblemen, oplossingsrichtingen en effectieve maatregelen. De behoefte aan heldere informatie over en een goed begrip van het functioneren van watersystemen is groot. Hierdoor kan een goede onderbouwing worden gegeven van een realistisch haalbare doelstelling (GEP) en de daarvoor benodigde, effectieve maatregelen. De grote bedragen die gemoeid kunnen zijn met het realiseren van verbeteringsmaatregelen rechtvaardigen het dat periodiek zowel de doelen, als de bijpassende maatregelen tegen het licht gehouden worden. De voorliggende watersysteemanalyse geeft inzicht in het functioneren van het watersysteem van de Tonnekreek en de knelpunten met betrekking tot de waterkwaliteit en aquatische ecologie. Op basis daarvan worden haalbaar geachte KRW-doelen bepaald en de daartoe benodigde oplossingsrichtingen aangegeven, waar mogelijk gespecificeerd tot het niveau van concrete maatregelen. De analyse is technisch-inhoudelijk van aard en zal de basis vormen voor verdere belangenafwegingen.

In de KRW-systematiek is er sprake van natuurlijke, kunstmatige of sterk veranderde waterlichamen. Het te behalen doel voor natuurlijke waterlichamen is dat de oorspronkelijke, of natuurlijke situatie gehaald wordt, met inachtneming van een zekere mate van menselijke invloed. In de beoordelingssystematiek wordt dit de Goede Ecologische Toestand (GET) genoemd. Dit GET is gebaseerd op diverse (onder andere buitenlandse), zo goed als natuurlijke referentiesituaties.

Voor de kunstmatige of sterk veranderde waterlichamen is het niet mogelijk om (tegen aanvaardbare maatschappelijke kosten) een natuurlijke situatie te realiseren. In het watersysteem zijn in het verleden dermate grote ingrepen geweest dat volledig herstel niet realiseerbaar is. Hierdoor is het GET niet haalbaar. Voor deze waterlichamen is dan ook een lager doel afgeleid, het zogenaamde Goed Ecologisch Potentieel (GEP).

In het beheergebied van waterschap Brabantse Delta heeft 1 waterlichaam, het Merkske, de status natuurlijk, 1 waterlichaam heeft de status kunstmatig en de overige 23 waterlichamen hebben de status sterk veranderd.

De KRW verplicht tot het behalen van tenminste een Goede Ecologische Toestand (GET, dan wel Zeer Goede Ecologische Toestand ZGET) voor natuurlijke waterlichamen. Om de toestand te bepalen zijn toetsmethoden of maatlatten beschikbaar voor de biologische kwaliteitselementen macrofauna, vis, fytoplankton en overige waterflora (Van der Molen et al., 2012). Aanvullend hierop zijn maatlatten beschikbaar voor een aantal fysische en chemische variabelen die ondersteunend zijn aan de biologische kwaliteitselementen (Van der Molen et al., 2012). Voor waterlichamen waaraan de status sterk veranderd of kunstmatig is toegekend moet een Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) en Goed Ecologisch Potentieel (GEP) worden afgeleid. Deze doelstellingen worden afgeleid van de doelstellingen voor natuurlijke wateren en worden door de waterbeheerder zelf vastgesteld in het waterbeheerplan. In 2015 moesten de waterlichamen voldoen aan het GET (natuurlijke wateren; één waterlichaam in West-Brabant) dan wel het GEP (sterk veranderde of kunstmatige wateren; 24 waterlichamen in West-Brabant), welke termijn bij wijze van uitzondering met maximaal twee maal zes jaar kan worden verlengd. Gebleken is dat, ondanks gepleegde inspanningen, geen enkel waterlichaam in West-Brabant volledig aan de KRW-doelstellingen voldoet. In West-Brabant is, net als in de rest van Nederland, de keuze gemaakt om uiterlijk vanaf 2027 aan de KRW-doelstellingen te gaan voldoen. Deze uitstelmogelijkheid wordt door de KRW geboden waarbij in 2021 in de stroomgebiedbeheerplannen door de waterbeheerders moet worden aangegeven wat daarvan de oorzaak is.

Vanwege het intensieve landgebruik, de aanwezige drainage en het peilbeheer wat wordt gevoerd in de Tonnekreek is aan het waterlichaam de status sterk veranderd toegekend.

De KRW heeft betrekking op alle oppervlaktewateren. Het waterlichaam dient daarbij als rapportage-eenheid om toestand en ontwikkeling aan te geven. Een waterlichaam is van een bepaald type en een type behoort weer tot een categorie. Er zijn 4 categorieën natuurlijke wateren: meren, rivieren, overgangs- en kustwateren. Daarnaast onderscheidt de KRW twee categorieën niet-natuurlijke wateren. Er is een categorie sterk veranderde wateren (waterlichamen waarvoor de goede toestand niet realiseerbaar is als gevolg van hydromorfologische ingrepen) en een categorie kunstmatige wateren (waterlichamen die ontstaan zijn door menselijk toedoen, waar eerst geen water was). De Tonnekreek is aangeduid als sterk veranderd water, waarbij wordt uitgegaan van een stagnant karakter waardoor aansluiting bij de categorie meren (M-typen) voor de hand ligt.

In 2009 zijn de KRW-doelen vastgesteld door het Algemeen Bestuur van waterschap Brabantse Delta. Het doel is opgesteld door gebruik te maken van een landelijke systematiek. De KRW-doelen bestaan uit het voorkomen van een bepaald ecosysteem en de bijbehorende organismen. Deze organismen zijn ingedeeld in groepen en worden biologische kwaliteitselementen genoemd. Voor stagnante wateren zoals de Tonnekreek is conform de Nederlandse implementatie van de KRW voor de volgende biologische kwaliteitselementen een doel bepaald:

- Fytoplankton (algen)
- Macrofauna (ongewervelde dieren die met het 'blote' oog te zien zijn, bijvoorbeeld waterinsecten)
- Overige waterflora (water- en oeverplanten)
- Vissen

Met de Nederlandse systematiek kan een waterlichaam een oordeel krijgen tussen 0 en 1. Hoe hoger het oordeel is, hoe meer de situatie op natuurlijk ecosysteem lijkt. Als het watersysteem sterk beïnvloed is door zaken die onomkeerbaar worden geacht, dan is het niet mogelijk om een (bijna) natuurlijk ecosysteem te realiseren. Voor deze systemen (bijna alle waterlichamen in Nederland) geldt dat het doel minder hoog ligt.

In de Nederlandse implementatie van de KRW ligt het doel voor natuurlijke wateren op  $\geq 0,6$ . Voor waterlichamen met de status sterk veranderd is dit doel niet haalbaar en ligt het doel lager. Het doel voor deze sterk veranderde waterlichamen wordt het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) genoemd. Voor kunstmatige watertypen, zoals M6a, zijn specifiek defaultmaatlaten afgeleid, waarbij aan het GEP-niveau een EKR van 0,6 is gekoppeld. Als het waterlichaam het GEP haalt, dan is er een ecosysteem aanwezig dat past bij het watersysteem inclusief de bijbehorende overige functies (landbouw, recreatie, waterveiligheid etc).

## Bijlage 2 Analyse inlaatcapaciteit Tonnekreek

In het watersysteem van de Tonnekreek wordt via de 3 deelgebieden water ingelaten in het systeem. Op basis van de waterbalansen is bepaald wat de benodigde aanvoercapaciteit per deelgebied is (zie tabel 9). Hierbij is de aanvoercapaciteit aangehouden die een groot deel van de tijd wordt berekend, dus niet de maxima die incidenteel optreden. Bij deze aanvoercapaciteiten is ook de verblijftijd bepaald. Naast deze theoretische minimale verblijftijd zijn ook de seizoens gemiddelde verblijftijden bepaald.

**Tabel 10 Berekende benodigde aanvoercapaciteit en minimale en gemiddelde verblijftijden uit waterbalansen per deelgebied.**

Gebied	Benodigde aanvoercapaciteit		Volume water	Verblijftijd		
	m3/d	m3/s		m3	Minimaal	Zomer
			dagen			
West	28.000	0,32	102.813	3,7	ruim 5	ruim 5
Oost	37.000	0,43	147.420	4,0	10	10
Noord	50.000	0,58	333.110	6,7	7 à 10	4 à 7

Om te toetsen of de benodigde inlaatcapaciteit kan worden geleverd zijn enkele eenvoudige berekeningen aan de inlaatcapaciteit van inlaatduikers en een standaard watergang gedaan.

In Tabel 11 zijn de afmetingen van de inlaatduikers per deelgebied weergegeven en de inlaatcapaciteit bepaald. In Tabel 12 is het verhang in een watergang bij de hoogste benodigde aanvoercapaciteit berekend.

**Tabel 11 Afmetingen en benodigde en berekende inlaatcapaciteit**

Gebied	Benodigde inlaatcapaciteit		Gegevens inlaat				Inlaat bij zomerpeil			Inlaat met peilopzet				
	m3/d	m3/s	zomerpeil	hoogte	breedte	bok	verval	diepte	Berekende inlaatcapaciteit	opzet	peil	verval	diepte	Berekende inlaatcapaciteit
			m tov NAP	m	m	m tov NAP	m	m	m3/s	m	m tov NAP	m	m	m3/s
West	28000	0,32	-0,55	2	2	-0,67	0,55	0,12	0,5	0,3	-0,25	0,25	0,42	1,5
Oost	37000	0,43	-0,3	2	1	-0,75	0,3	0,45	0,85	0,2	-0,1	0,1	0,65	0,75
Noord	50000	0,58	-0,6	1,3	1	-0,63	0,6	0,03	0,75	0,3	-0,3	0,3	0,33	0,55

De berekende aanvoercapaciteit van de inlaatduikers in deelgebieden west en oost zijn ruimschoots voldoende voor de benodigde aanvoercapaciteit. De inlaatcapaciteit van de duiker bij Willemstad is net voldoende voor de benodigde aanvoercapaciteit. In dit gebied is echter nog een inlaatpunt, zodat de totale inlaatcapaciteit ruim voldoende is.

**Tabel 12 Berekening verhang bij maximaal benodigde aanvoercapaciteit**

Q	d	b	n	kM	A	P	R	S	v
(m3/s)	(m)	(m)	(1: ...)	( <sup>m</sup> (1/3)/s)	(m2)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)
0,6	0,75	4	1,5	18	3,84	6,7	0,57	0,00016	0,16

Bij een inlaathoeveelheid van 0,6 m3/s en een waterloop van 4 meter breed en 0,75 m diep is het verhang 0,16 m per km. Dit is aanzienlijk en kan plaatselijk tot opstuwing leiden. In de praktijk kan het water zich in een polder langs meerdere routes verdelen en komen er ook bredere stukken voor. Knelpunten in de wateraanvoer moeten in de praktijk worden vastgesteld.

### Conclusies

De inlaatcapaciteit van de inlaatduikers blijkt toereikend. De onzekerheid over de inlaatcapaciteit zit in de route door de waterlopen. In de praktijk moet blijken waar zich knelpunten voordoen bij wateraanvoer. Aanbeveling: voer de aanvoerhoeveelheid proefondervindelijk op.

## Bijlage 3 KRW-beoordeling en onderbouwing doelafleiding

### 1. Watertype-aanduiding en maatlatten

In het vigerende waterbeheerplan en stroomgebiedbeheerplan is de Tonnekreek aangeduid als watertype M14, een ondiepe (matig grote) gebufferde plas. De status van het waterlichaam is sterk veranderd. Op basis van de watertype- en status-aanduiding zijn daar de volgende doelen aan gekoppeld (Goed Ecologisch Potentieel, GEP; Waterkwaliteitsportaal, 2015):

- Fytoplankton: EKR 0,60
- Overige waterflora: EKR 0,50
- Macrofauna: EKR 0,55
- Vis: EKR 0,40

Een nadere beschouwing van de karakteristieken van de Tonnekreek leidt tot de conclusie dat een kanaal watertype beter past dan M14, een plas. Op basis van de karakteristieken van de Tonnekreek (breedte) en beschrijvingen van de watertypen komen watertypen M3, gebufferde (regionale) kanalen, en type M6a, grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart, in aanmerking (Evers et al., 2012). Type M3 heeft een waterbreedte van 8 – 15 m, type M6a heeft een waterbreedte > 15 m. Delen van de Tonnekreek vertonen kenmerken van type M3, terwijl andere delen breder zijn en kenmerken vertonen van type M6a. De bredere (> 15 m; lengte 4453 m) en smallere (8 – 15 m; lengte 4229 m) delen komen over bijna gelijke lengtetrajecten voor. Voorgesteld wordt om het watertype **M6a** te hanteren, omdat dit naast de grootste lengte duidelijk het grootste watervolume van de Tonnekreek omvat. De maatlatten voor M6a zijn gebaseerd op de maatlatten voor M14 en zijn beschreven door Evers et al. (2012).

### 2. Doelen

Voor de Tonnekreek zijn op basis van de maatlat voor M14 in het verleden (Van der Molen & Pot, 2007; Waajen & Van Nispen, 2008) de volgende grenzen op de afgeleide maatlatten bepaald voor de verschillende kwaliteitselementen:

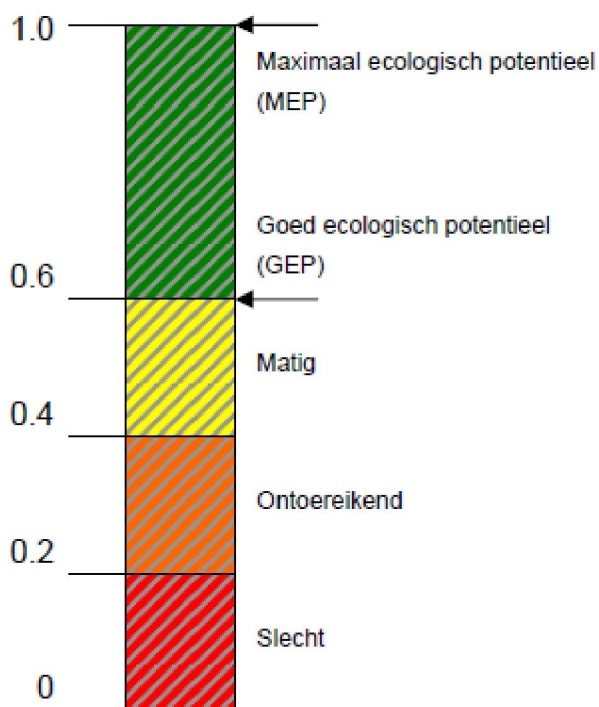
**Tabel 13** Overzicht KRW-doelen per kwaliteitselement, Tonnekreek als M14

NL25_30	Tonnekreek complex				
Maatlat	Eenheid	GEP	Matig	Ontoereikend	Slecht
Fytoplankton	EKR	0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0
Macrofyten	EKR	0,515	0,515-0,34	0,34-0,17	0,17-0
Macrofauna	EKR	0,55	0,55-0,37	0,37-0,18	0,18-0
Vis	EKR	0,454	0,454-0,30	0,30-0,15	0,15-0

Nadien zijn de doelen afgerond op 0,05 en enigszins veranderd onder invloed van landelijke maatlataanpassingen (Van der Molen et al., 2012), zie 6.1.

De nu voorgestelde doelstelling wordt afgeleid voor watertype M6a, grote ondiepe kanalen zonder scheepvaart en is aangegeven als een 'maatstreepje' op de default maatlat voor sloten en kanalen (Evers et al., 2012). Voor het afleiden van de default maatlatten voor type M6a is gebruik gemaakt van de maatlat voor het natuurlijke watertype M14, ondiep (matig grote) gebufferde plassen (Evers et al., 2012; Van der Molen et al., 2012), het watertype dat voorheen aan de Tonnekreek is toegekend.

Het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) is het hoogste ecologisch niveau en het hiervan afgeleide Goed Ecologisch Potentieel (GEP) is de ondergrens van de bovenste klasse en geldt als de norm (Evers et al., 2012; Figuur 21).



**Figuur 21** De 4 klassen van de maatlat van sterk veranderde en kunstmatige wateren met bijbehorende kleurcodering. De getallen aan de linkerzijde geven de Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR) weer en liggen tussen 0 en 1 (Evers et al., 2012).

Het default GEP is gebaseerd op kanalen in het Nederlandse cultuurlandschap (bijvoorbeeld polder met agrarisch gebruik) en wordt geacht te realiseren te zijn met een haalbaar en betaalbaar pakket maatregelen (Evers et al., 2012). In bepaalde gevallen kan de *beleidsdoelstelling* afwijken van het GEP, omdat blijkt dat het niet haalbaar of betaalbaar was om in 2015 te realiseren. In dat geval zal ontheffing moeten worden aangevraagd van het tijdstip van realisatie (van maximaal 2 maal 6 jaar) of in het uiterste geval verlaging van de ecologische doelstelling (KRW art. 4.4-4.7). Het beleidsdoel komt dan op een bepaalde afstand onder het default GEP te liggen, het 'maatstreepje'.

### 3. Resultaten KRW-beoordeling ecologie

In Tabel 14 zijn de EKR's en de resultaten van de KRW-toetsing weergegeven voor de meetpunten 790401, 790402 en 790404 in de Tonnekreek voor de verschillende biologische kwaliteitselementen voor de jaren 2011 en 2014, volgens de default maatlat M6a en volgens de maatlat voor M14 (Evers et al., 2012; Van der Molen et al., 2012). De ligging van de meetpunten is weergegeven in Figuur 11, waarbij de twee meetpunten 790401 en 790402 zijn aangemerkt als formele KRW-meetpunten waarover wordt gerapporteerd in KRW-kader. Deze meetpunten nemen voor deze analyse een centrale rol in bij het beschrijven van de toestand, waar mogelijk aangevuld met data van andere locaties.

**Tabel 14** Ecologische kwaliteitsratio (EKR) van de biologische kwaliteitselementen en beoordelingsresultaat bij gebruik van de default-maatlatten voor watertype M6a en de natuurlijke maatlat voor M14 (tussen haakjes is tevens gegeven de eindbeoordeling voor M14 aan het GEP zoals dat in 2008 is bepaald). Meetjaren 2011 en 2014. Meetpunten: A) 790401, B) 790402, C) 790404. In D) is het eindoordeel gegeven voor het waterlichaam op basis van de voor de KRW geselecteerde meetpunten 790401 en 790402; in D) is ook het resultaat van de toetsing van de visdata gegeven; visdata worden niet per afzonderlijk meetpunt beoordeeld. (nb=niet bepaald).

A) 790401	2011		2014	
	M6a	M14	M6a	M14
Fytoplankton	0,34	0,34	0,44	0,44
Overige waterflora	0,37	0,14	0,51	0,29
Macrofauna	0,49	0,39	0,57	0,44
Vis	Nb	nb	nb	nb

B) 790402	2011		2014	
	M6a	M14	M6a	M14

Fytoplankton	0,43	0,43	0,56	0,56
Overige waterflora	0,30	0,57	0,28	0,37
Macrofauna	0,51	0,40	0,51	0,37
Vis	Nb	nb	nb	nb

C) 790404	2011		2014	
	<b>M6a</b>	<b>M14</b>	<b>M6a</b>	<b>M14</b>
Fytoplankton	0,30	0,30	nb	nb
Overige waterflora	0,52	0,31	0,66	0,52
Macrofauna	0,45	0,33	0,47	0,42
Vis	Nb	nb	nb	nb

D) waterlichaam	2011		2014	
	<b>M6a</b>	<b>M14</b>	<b>M6a</b>	<b>M14</b>
Fytoplankton	0,42	0,42	0,45	0,45
Overige waterflora	0,34	0,35	0,39	0,33
Macrofauna	0,50	0,39	0,54	0,40
Vis	0,49	0,32	0,56	0,16
Eindoordeel	<i>Ontoereikend</i>	<i>Ontoereikend (matig)</i>	<i>Matig</i>	<i>Slecht (ontoereikend)</i>

De ecologische kwaliteit van het waterlichaam Tonnekreek wordt met behulp van de maatlatten voor watertype M6a beoordeeld als ontoereikend (2011) en matig (2014); en met behulp van de natuurlijke maatlatten voor type M14 als ontoereikend (2011) en slecht (2014). Rekening houdend met het afgeleide GEP voor watertype M14 wordt de Tonnekreek beoordeeld als matig (2011) en ontoereikend (2014). Het niet realiseren van de doelen (GEP) maakt duidelijk dat aanvullende actie noodzakelijk is om aan de doelen te voldoen.

Uitgaande van het GEP voor watertype M14 zijn er knelpunten bij:

- fytoplankton;
- waterflora;
- vis.

Het kwaliteitselement macrofauna zit op de rand van wel en niet voldoen aan het GEP. Verbetering hierin zal een goede totaalbeoordeling robuuster maken.

Uitgaande van de maatlatten voor watertype M6a (Evers et al., 2012) zijn er knelpunten bij:

- fytoplankton;
- waterflora;
- macrofauna;
- vis.

Hoewel rond 2008 behoorlijke stukken oever natuurvriendelijker zijn ingericht, is de huidige ecologische (water)kwaliteit onvoldoende. Of de kwaliteit na uitvoering van deze maatregelen is verbeterd, is door het ontbreken van vergelijkbare ecologische data niet te bepalen.

#### 4. KRW-beoordeling algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen






De Algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen zijn beschreven in de KRW-maatlatdocumenten. Gezien de afmetingen en de vormgeving van het waterlichaam, wordt de Tonnekreek verder beschouwd als een M6a type. De fysisch-chemische parameters worden dan ook aan de normen van dit type getoetst. Het betreft de volgende variabelen:

- Temperatuur
- Zuurstof
- Zoutgehalte
- Zuurgraad
- Nutriënten
  - Totaal-P
  - Totaal-N
- Doorzicht

In onderstaande tabel zijn is per meetpunt de toetsing van de fysisch-chemische kwaliteitselementen weergegeven. Aandachtspunt daarbij is, dat getoetst is aan defaultwaarden voor het watertype M6a (bijv. voor TP is getoetst aan 0,15 mgP/l, niet aan de 10-percentielwaarde – 90% beschermingsniveau - van 0,07 mg P/l).



**Tabel 15 KRW-beoordeling fysisch-chemische kwaliteitselementen, defaultnormen M6a (zie opmerking in tekst over de gehanteerde normen).**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015		
<b>790401</b>										
chloride									<b>Legenda</b>	 Zeer Goed
doorzicht										 Goed
fosfor totaal										 Matig
stikstof totaal										 Ontoereikend
temperatuur										 Slecht
zuurgraad										
zuurstof										
<b>790402</b>										
chloride										
Doorzicht										
fosfor totaal										
stikstof totaal										
Temperatuur										
Zuurgraad										
zuurstof										
<b>790404</b>										
chloride										
Doorzicht										
fosfor totaal										
stikstof totaal										
Temperatuur										
Zuurgraad										
zuurstof										

De chlorideconcentratie, het zuurstofgehalte en de zuurgraad is in de afgelopen jaren eigenlijk nooit een probleem geweest. Alleen was het zuurstofgehalte in 2014 op meetpunt 790402 iets te laag voor een zeer goede beoordeling.

In 2013 was de temperatuur op beide meetpunten in het waterlichaam te hoog (het 98-percentiel van de meetwaarden per jaar). Ook was de temperatuur in 2012 bij het gemaal aan de hoge kant en was de temperatuur in de westelijke tak in 2009 iets te hoog.

Voor de nutriënten stikstof en fosfor geldt een zomergemiddelde defaultnorm. De concentratie (en belasting) in het winterhalfjaar telt niet mee in de toetsing. Uit de toetsing blijkt dat de zomergemiddelde concentratie fosfor bij het gemaal (meetpunt 790401) al 4 opvolgende jaren goed scoort voor watertype M6a. Ook de stikstofconcentratie scoort over het algemeen de laatste jaren goed.

Op meetpunt 790402 scoort fosfor ontoereikend tot matig, wat dus slechter is dan de concentraties die worden gevonden bij het gemaal. De stikstofconcentratie is vergelijkbaar met de concentratie bij het gemaal.

En op meetpunt 790404 scoren de nutriënten ...

Uit analyses uit paragraaf 4.2 blijkt dat het doorzicht voor een groot gedeelte wordt belemmerd door algenbloei. Hoewel de nutriëntenconcentratie op meetpunt 790402 slechter scoort en normaal gesproken meer algen worden verwacht, scoort het doorzicht ter plaatse van dit meetpunt gemiddeld genomen beter dan op het nutriëntenarmere gedeelte. Hoewel de stikstof- en fosforconcentratie volgens de M6a-default niet eens zo slecht scoort, is in de Tonnekreek toch regelmatig sprake van algenbloeien. Dit geeft aan dat de generieke normen niet even goed passen bij de individuele waterlichamen.

In het waterlichaam wordt ammonium regelmatig boven de norm aangetroffen. Dit geldt voor zowel de maximum norm als voor de gemiddelde norm en suggereert een antropogene invloed of het heeft te maken met de historische invloed van de zee op het gebied.

## 5. Doelafleiding

De afleiding van doelstellingen vindt plaats voor watertype M6a.

### 5.1. Fytoplankton

#### *Achtergrond*

Het kwaliteitselement fytoplankton is sterk afhankelijk van de concentratie aan nutriënten, die sterk wordt beïnvloed door de belasting met nutriënten. De belasting met nutriënten zal effect hebben op het chlorofyl-*a* gehalte en op bloeien van fytoplankton. Daarnaast kan de verblijftijd van het water een rol spelen. De biologische maatlat voor fytoplankton bestaat uit twee deelmaatlaten: abundantie en soortensamenstelling. De indicator voor abundantie is het zomergemiddelde (1 april t/m 30 september) gehalte aan chlorofyl-*a*. Tabel 16 geeft de waarden voor het zomergemiddelde gehalte aan chlorofyl-*a* en de bijbehorende klassen van de default-maatlat voor M6a.

**Tabel 16 Default-maatlat voor zomergemiddelde gehalten chlorofyl-*a* voor type M6a (aangepast naar Evers et al., 2012)**

	MEP	GEP en hoger	Matig	Ontoereikend	Slecht
<b>EKR</b>	1	0,6-1	0,4-0,6	0,2-0,4	<0,2
<b>µg/l</b>	≤ 6,8	6,8-23,0	23,0-46,0	46,0-95,0	>95,0

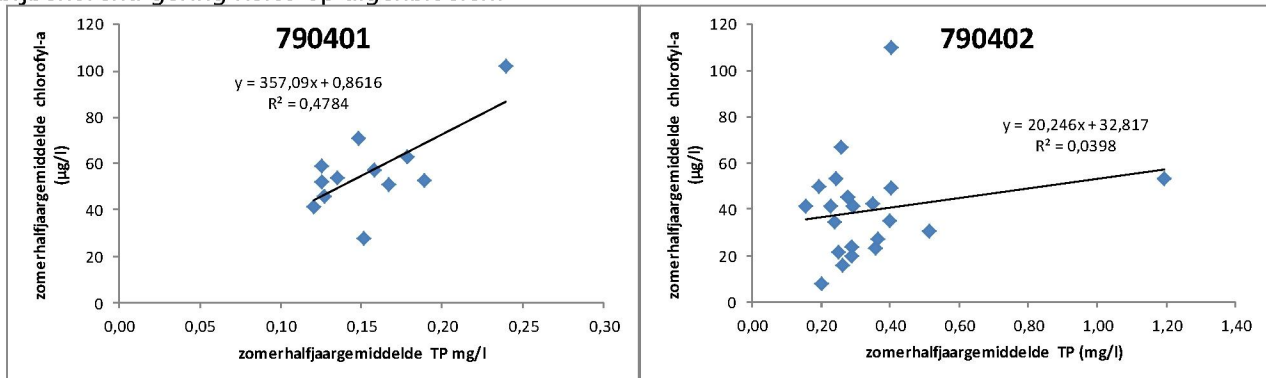
De indicator voor de deelmaatlat soortensamenstelling is het vóórkomen van algenbloeien. Het eindoordeel voor het kwaliteitselement fytoplankton per meetpunt is het gemiddelde van beide deelmaatlaten; als een van beide deelmaatlaten niet kan worden berekend, dan geldt de ander als eindoordeel. Voor de beoordeling van het hele waterlichaam worden de eindscores van de KRW-meetpunten 790401 en 790402 gemiddeld waarbij weging wordt toegepast naar de representativiteit van de meetpunten.

#### *Huidige toestand*

In de huidige situatie wordt de Tonnekreek gekwalificeerd als matig (EKR = 0,42 in 2011; EKR = 0,45 in 2014; Tabel 14). Redenen voor deze onvoldoende beoordeling zijn naast de chlorofyl-*a* concentraties de bloeien van *Cryptomonas* (meetpunten 790401 en 790402, leidend tot deel-EKR van 0,4). *Cryptomonas* soorten zijn niet-toxische flagellaten. De chlorofyl-*a* gehalten lopen hoog op, zomergemiddelde op meetpunt 790401 in 2014 is 42 µg/l en in 2015 71 µg/l; op meetpunt 790402 zijn de gemiddelde waarden respectievelijk 28 en 50 µg/l. Er komen in oktober 2014 bloeien voor van de potentieel toxische blauwalg *Planktothrix agardhii*, net buiten de beoordelingsperiode. Deze bloeien worden niet in de beoordeling meegenomen. Het optreden van deze bloeien duidt erop dat ook binnen de beoordelingsperiode een reëel risico is op het ontstaan van blauwalgenbloeien, die in voorkomende gevallen de EKR-score negatief beïnvloeden.

### Afleiding doelstelling

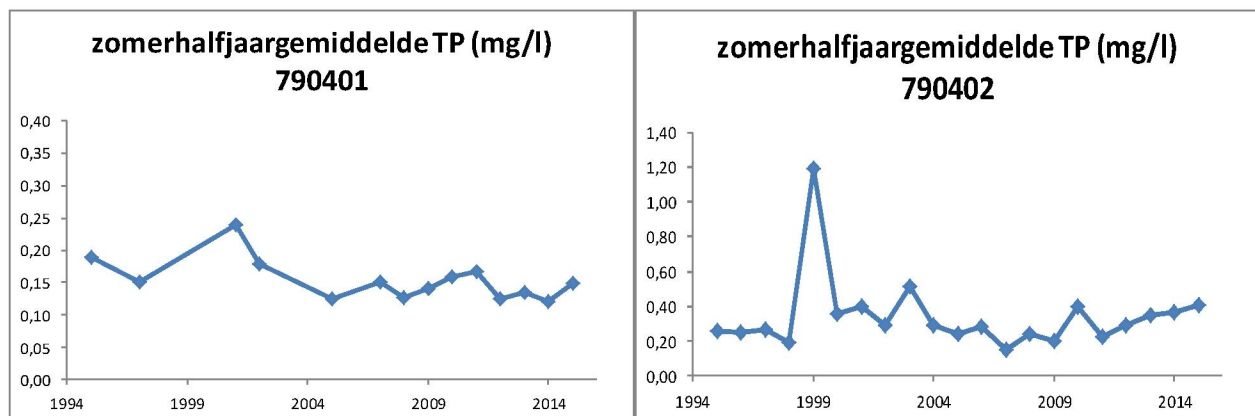
In paragraaf 4.1 is aangetoond dat de belasting met fosfor bij de huidige waterdiepte en verblijftijd te hoog is voor het ontstaan van een stabiel helder water systeem met ondergedoken waterplanten en een bijbehorend gering risico op algenbloeien.



**Figuur 22 Verband tussen zomerhalfjaargemiddelden van TP (mg/l) en chlorofyl-a (µg/l) op meetpunten 790401 en 790402. Periode 1995-2015.**

Op meetpunt 790401 blijkt een duidelijk verband te bestaan tussen de zomerhalfjaargemiddelde concentraties van totaalfosfaat en chlorofyl-a (Figuur 16). Op meetpunt 790402 ontbreekt dit verband. Hogere totaalfosfaat concentraties leiden op meetpunt 790402 niet tot duidelijk hogere chlorofyl-a concentraties, in tegenstelling tot meetpunt 790401. De verklaring wordt gezocht in de aanwezigheid van macrofyten op meetpunt 790402, die concurreren met algen om het fosfaat.

De grootste bijdrage aan de externe P-belasting wordt geleverd door de landbouwdrainage in het gebied zelf (Figuur 19 en Figuur 20 in paragraaf ..). Figuur 23 geeft het verloop aan van het totaalfosfaat gehalte op de meetpunten 790401 en 790402 over de periode 1994-2015. Duidelijk is dat er in de laatste 10-15 jaar geen duidelijke trend in de zomerhalfjaargemiddelden is waar te nemen. De verwachting is dat het generieke landbouwbeleid niet tot een significante reductie van de P-belasting vanuit de drainage zal leiden in de periode tussen 2016 en 2027. Daarnaast wordt niet verwacht dat er grootschalige maatregelen getroffen gaan worden, al dan niet geïnitieerd door het waterschap, om de nutriëntenbelasting vanuit de drainage significant te reduceren. Om deze redenen is er bij de afleiding van het doel vanuit gegaan dat de P-belasting vanuit de landbouw tot 2027 min of meer gelijk blijft. Daarnaast wordt er een substantiële interne P-belasting verondersteld (paragraaf 4.3) doordat het watersysteem reeds lange tijd zwaar belast wordt met nutriënten. Deze erfenis kan, ook nadat externe P-bronnen zijn gesaneerd, nog tientallen jaren doorgaan. Een optie is om door extra doorspoelen de verblijftijd dusdanig te verkorten (zie bijlage 2) dat algenbloei niet meer tot ontwikkeling kan komen. Het is onzeker of hiermee het gewenste effect kan worden bereikt.



**Figuur 23 Verloop van de zomerhalfjaargemiddelde TP concentratie (mg P/l) op de KRW-meetpunten 790401 en 790402, periode 1994-2015. Zomerhalfjaar = 1 april tot en met 30 september.**

De beleidsdoelstelling wordt, in afwijking van de default maatlat, daarom vastgelegd op de huidige klasse: **matig**, waarbij getalsmatig het midden van de klasse matig wordt aangehouden (EKR = **0,5**). Hierbij wordt er vanuit gegaan dat in de beoordelingsperiode april-september geen bloei optreedt van *Planktothrix agardhii*. Als er toch een matige bloei ontstaat, verlaagt dit de beoordeling naar de overgang matig-ontoereikend (EKR = 0,4). Om het risico op dit type bloei niet te verhogen zullen de P-belasting en

verblijftijd niet verder mogen toenemen<sup>1</sup>, overeenkomstig het KRW-principe dat het niet toegestaan is dat de toestand een klasse verslechtert.

## 5.2. Macrofyten

### Achtergrond

Het kwaliteitselement macrofyten in de Tonnekreek is sterk afhankelijk van de nutriëntenbelasting en bijbehorende fytoplanktongroei en, m.n. emergente soorten, van het niet-natuurlijke peilregime (laag winterpeil, hoog zomerpeil). De maatlat voor macrofyten bestaat uit twee deelmaatlaten: abundantie van groeivormen (drijvend+emers; submers) en soortensamenstelling. De oevervegetatie wordt in de default maatlat niet afzonderlijk beoordeeld omdat deze sterk wordt bepaald door aspecten van het aanliggend grondgebruik die weinig te maken hebben met waterkwaliteit, en omdat door de afwezigheid van een natuurlijk peilregime het oeverareaal moeilijk te begrenzen is (Evers et al., 2012).

In een optimaal ontwikkeld watersysteem komen de groeivormen drijvend+emers en submers binnen het begroeibare areaal over het hele waterlichaam voor. Voor beide groeivormen geldt een maximale breedte van 4 m vanaf de kant en maximaal 1 m diepte. Als bovengrens van de te beoordelen (water)vegetatie wordt de gemiddelde hoogwaterlijn aangehouden, waarbij natuurvriendelijke oevers binnen het begroeibare areaal vallen voor zover ze tenminste een deel van het jaar onder water staan. Tabel 17 geeft de default-maatlat voor het begroeibare areaal. De EKR voor de deelmaatlat abundantie bestaat uit het rekenkundig gemiddelde van de scores voor submers en voor drijvend+emers.

**Tabel 17 Default-maatlat voor abundantie van groeivormen (bedekkingspercentage van het begroeibare areaal) voor type M6a (Evers et al., 2012)**

	MEP	GEP en hoger	Matig	Ontoereikend	Slecht
<b>EKR</b>	1	0,6-1	0,4-0,6	0,2-0,4	<0,2
<b>Submers</b>	30%	20-60%	10-20% 60-80%	5-10% 80-100%	<5%
<b>Drijvend + emers</b>	40%	20-80%	10-20% 80-90%	5-10% 90-100%	<5%

De deelmaatlat soortensamenstelling is gebaseerd op voor het watertype kenmerkende soorten. Bepaalde soorten zorgen voor een verhoging van de score, andere soorten zorgen juist voor een lagere score, mede afhankelijk van de aangetroffen abundantie. De deel-EKR wordt berekend uit de som van de scores van alle aangetroffen soorten:

$$EKR = \left( \sum_{i=1}^n S_i \times \frac{1}{\sqrt{n}} - \frac{3}{n} \right) \times 0,1$$

waarbij

$S_i$  = score van soort  $i$

$n$  = aantal scorende soorten, niet het totaal aantal soorten.

De deelmaatlatscores voor abundantie en soortensamenstelling worden gemiddeld, per meetpunt. Voor de beoordeling van het hele waterlichaam worden de eindscores van de meetpunten gemiddeld met weging naar de representativiteit van de meetpunten.

### Huidige toestand

In 2011 en 2014 wordt het kwaliteitselement macrofyten in de Tonnekreek gekwalificeerd als ontoereikend (2011: EKR = 0,336; 2014: EKR = 0,396; Tabel 18).

**Tabel 18 Deelmaatlatscores (EKR) voor macrofyten voor meetpunten 790401, 790402 en voor het waterlichaam Tonnekreek in 2011 en 2014 (--- = niet bepaald).**

	2011			2014		
	790401	790402	waterlichaam	790401	790402	waterlichaam
Abundantie groeivorm						

<sup>1</sup> Klimaatverandering bevordert blauwalgenbloei. Om in de toekomst het risico op bloei niet te laten toenemen zal voor een gelijkblijvend risico een reductie van P-belasting of verblijftijd moeten worden gerealiseerd.

Submers	---	0,6		0,04	0,3	
Drijvend+submers	0,04	---		0,28	0,7	
Eindoordeel abundantie groeivormen	0,04	0,6		0,16	0,5	
Soortensamenstelling	0,705	0		0,855	0,067	
EKR macrofyten	<b>0,372</b>	<b>0,3</b>	<b>0,336</b>	<b>0,508</b>	<b>0,283</b>	<b>0,396</b>

In 2011 waren de scores respectievelijk 0,372 en 0,30. De relatief hoge score op meetpunt 790401 in 2014 wordt veroorzaakt door enerzijds het voorkomen van enkele algemene emerse en drijvende soorten die als gevolg van hun lage dichtheden positief meetellen in de score voor soortensamenstelling (gele lis, watermunt, waterzuring en gele plomp; deelmaatlatscore soortensamenstelling in 2011 is 0,705 en in 2014 0,855; Tabel 17), terwijl abundantie groeivormen slecht scoort (deelmaatlatscore abundantie submers in 2014 is 0,04 en drijvend+emers 0,28; gemiddeld 0,16; Tabel 17). In 2011 is de deelmaatlatscore abundantie submers niet bepaald, terwijl de deelmaatlatscore drijvend+emers in 2011 0,04 is, derhalve eindoordeel abundantie groeivormen 0,04). Op meetpunt 790402 is de situatie min of meer omgekeerd. Daar scoort de abundantie groeivormen matig (deelmaatlatscore in 2014 submers 0,3 en drijvend+emers 0,7; gemiddeld 0,5; Tabel 17). In 2011 is de deelmaatlatscore submers 0,6 en is de deelmaatlatscore drijvend+emers niet bepaald, eindscore derhalve 0,6; Tabel 17), terwijl de soortensamenstelling slecht scoort (2014: 0,067; 2011: 0,000; Tabel 17) doordat negatief scorende eutrafente soorten redelijk voorkomen (klein kroos, grof hoornblad, veelwortelig kroos, smalle waterpest). Opvallend is dat de door de buitendienst voor dit traject gemelde dominantie van waterpest (Figuur 10 Trajecten met beschrijving waterplantenbegroeiing) niet in de opname van Aquon uit 2014 voorkomt, terwijl de opname uit 2011 een bedekking met *Elodea nuttallii* te zien geeft van >50%. De vraag komt naar voren in hoeverre het meetpunt 790402 voor vegetatie een representatief beeld geeft van de situatie in (een belangrijk deel van) de Tonnekreek. Overall blijkt dat de abundantie van groeivormen onvoldoende scoort op beide locaties (het slechtst op 790401). Op beide locaties valt in 2014 het onvoldoende scoren van de groeivorm submers op terwijl deze groeivorm in het ecologisch functioneren van het waterlichaam een centrale plaats inneemt. De soortensamenstelling scoort op 790402 slecht; de hier voorkomende submerse soorten trekken de score naar beneden). Samenvattend: submers ontbreekt nagenoeg op 790401 en submers komt als groeivorm op 790402 weliswaar uitgebreider voor, maar de soortensamenstelling op dat meetpunt scoort in zowel 2011 als 2014 onvoldoende door negatief scorende soorten.

#### *Afleiding doelstelling*

In de watersysteemanalyse is geconcludeerd dat zowel eutrofiëringsgraad, inlaat- en doorspoelbeheer als peilregime tot 2027 niet noemenswaardig zullen veranderen. De verwachte generieke vermindering van nutriëntenbelasting van 5-10%, een aangepast inlaat- en maaieregime en plaatselijke verondieping hebben voornamelijk onbekende effecten op de eutrofiëringsgraad. Deze opties verdienen naast natuurlijker peilbeheer nadere beschouwing, ook in licht van condities vanuit andere waterthema's.

De troebelheid van het water door algen zal niet wezenlijk veranderen en de mogelijkheden voor submerse, drijvende en emerse vegetaties daardoor evenmin. Het verschil in abundantie van de groeivorm submers tussen 790401 en 790402 wordt meest waarschijnlijk verklaard uit het verschil in waterdiepte tussen beide meetpunten. Op meetpunt 790401 is de troebelheid van het water, bij de huidige waterdiepte, te hoog voor de vestiging van ondergedoken waterplanten, terwijl het water op meetpunt 790402 over een grotere oppervlakte voldoende ondiep is voor ondergedoken waterplantengroei ofschoon de deelmaatlatscore voor abundantie submers ook hier in 2014 onvoldoende is met de kwalificatie ontoereikend (2014: EKR = 0,3), terwijl in 2011 net aan het GEP is voldaan (2011: deelmaatlatscore EKR = 0,6; Tabel 10). Meetpunt 790401 scoort in 2014 ontoereikend voor de abundantie van de groeivorm drijvend+emers (EKR = 0,28) en in 2011 slecht (EKR = 0,04).

Met de verondieping en de realisatie van habitat voor de vestiging van emerse, drijvende en submerse vegetatie met name bij meetpunt 790401 (en kreekdelen die daarop lijken) kan de abundantie van de groeivormen submers worden gestuurd en uitgebreid, mogelijk zelfs tot ca. 20-60%. Dit zou overeen komen met realisatie van het GEP (deel EKR = 0,6), zoals dat in 2011 op meetpunt ... is gerealiseerd. Voor de groeivorm drijvend+emers kan de maximale abundantie stijgen tot 0,7 zoals op meetpunt 790402 in 2014 werd gehaald. Voornamelijk wordt echter ingeschat dat een wat lagere deel-EKR voor abundantie groeivorm van 0,5 (kwalificatie matig) op beide meetpunten realistisch is; dit is nu al aanwezig op meetpunt 790402. Uitbreiding van de submerse en drijvende+emerse vegetatie is gewenst voor verbetering de habitatomstandigheden met structuur en schuil- en paaigelegenheden voor o.a. vis. Echter, bij de huidige onvoldoende waterkwaliteit is woekering van een of enkele soorten aannemelijk (waterpest, grof hoornblad), hetgeen de deelmaatlatscore voor soortensamenstelling omlaag trekt. Om een score op de deelmaatlaatscore soortensamenstelling van 0,5 te kunnen halen is een bedekking van elk van de soorten smalle waterpest, grof hoornblad en kroos van minder dan 5% noodzakelijk. Wellicht kan met aangepast maai-beheer (zie hoofdstuk 6) voldoende worden gestuurd in de soortensamenstelling. In hoeverre dit in praktijk daadwerkelijk te realiseren is, is op voorhand niet te voorspellen. Voornamelijk wordt er van uit gegaan dat, als

gevolg van de onvoldoende waterkwaliteit, woekering van slecht scorende waterplanten op de ondiepe delen met aangepast maaibeheer niet te voorkomen is. Woekering van smalle waterpest en grof hoornblad leidt tot een deel-EKR voor soortensamenstelling van 0.

Een realistisch doel voor macrofyten ligt daarom op het midden van de klasse ontoereikend, EKR = **0,3**. Uit de evaluatie van te nemen maatregelen moet blijken of een hoger doel haalbaar is.

Door verondieping is er meer ruimte voor waterplanten en zal er op 790401 meer structuur ontstaan. Er zal dominantie optreden van een paar woekerende soorten die de macrofyten score naar beneden trekt. Dit is geen optimale ecologische situatie, maar dit wordt desondanks ecologisch hoger ingeschat dat een watersysteem zonder planten. Dit omdat de extra planten zorgen voor een positief effect op de andere waterorganismen o.a. vissen.

### 5.3. Vis

#### Achtergrond

De visstand in de Tonnekreek is sterk afhankelijk van de nutriëntenbelasting van het water en van de ontwikkeling van submerse en emerse vegetaties. Daarnaast spelen zuurstofdynamiek en migratiemogelijkheden een rol. De maatlat voor watertype M6a bestaat uit drie deelmaatlaten: soortensamenstelling (plantenminnende en migrerende vissoorten), abundantie en een correctie voor de leeftijdsopbouw van snoekbaars (alleen van toepassing indien  $\geq 50$  exemplaren snoekbaars in alle bemonsterde trajecten samen zijn gevangen). Verlandingssituaties, dominantie van waterplanten en migratiemogelijkheden worden met de deelmaatlat 'soortensamenstelling' positief beoordeeld. Indien meerdere trajecten zijn onderzocht, wordt aan elk van de trajecten een wegingsfactor toegekend op basis van de wateroppervlakte en bestaat de score voor het hele waterlichaam uit een (gewogen) gemiddelde van de trajecten (Evers et al., 2012).

#### Huidige toestand

In 2008, 2011 en 2014 wordt het kwaliteitselement vis beoordeeld als matig (Tabel 19).

**Tabel 19 Deelmaatlat scores en eindoordeel (EKR) voor vis voor het waterlichaam Tonnekreek in de jaren 2008, 2011 en 2014. N.v.t. = niet van toepassing (minder dan 50 exemplaren snoekbaars gevangen).**

	2008	2011	2014
Soortensamenstelling			
• Aantal soorten plantenminnende en migrerende vissen	0,84	0,66	0,94
Abundantie			
• Aandeel brasem en karper	0,51	0,51	0,37
• Aandeel plantenminnende vissen	0,31	0,31	0,38
Correctie leeftijdsopbouw snoekbaars	0,00	n.v.t.	n.v.t.
<i>Eindoordeel waterlichaam</i>	0,55 <i>matig</i>	0,49 <i>matig</i>	0,56 <i>matig</i>

De scores voor het waterlichaam zijn gebaseerd op een gewogen gemiddelde op basis van een wegingsfactor die is gerelateerd aan de wateroppervlakte van het deelgebied waarvoor de bemonstering representatief wordt geacht. De deelgebieden worden in 2011 en 2014 aangeduid met breed (~500 m te noorden van meetpunt 790404), smal 1 (~ter hoogte van meetpunt 790402) en smal 2 (~ter hoogte van meetpunt 790421). Om inzicht te krijgen in de betekenis van de verschillende deelmaatlaten en een mogelijke relatie met omgevingsfactoren te kunnen leggen zijn de afzonderlijke scores gegeven in Tabel 20.

**Tabel 20 Deelmaatlat scores en eindoordeel (EKR) voor vis voor trajectdelen breed, smal 1 en smal 2 in de jaren 2011 en 2014. Wegingsfactor voor de trajectdelen op basis van de wateroppervlakte. N.v.t. = niet van toepassing (minder dan 50 exemplaren snoekbaars)**

Bemonsteringsjaar	2011			2014		
	breed	smal 1	smal 2	breed	smal 1	smal 2
Soortensamenstelling						
• Aantal soorten plantenminnende en migrerende vissen	0,60	1,00	0,60	1,00	1,00	0,60
Abundantie						

Bemonsteringsjaar	2011			2014		
Deelgebied	breed	smal 1	smal 2	breed	smal 1	smal 2
• Aandeel brasem en karper	0,53	0,50	0,41	0,27	0,27	0,91
• Aandeel plantminnende vissen	0,15	0,77	0,41	0,27	0,45	0,77
Correctie leeftijdsopbouw snoekbaars	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Wegingsfactor	8,04	1,83	1,83	8,04	1,83	1,83
Eindoordeel	0,43 <i>matig</i>	0,76 <i>GEP</i>	0,53 <i>matig</i>	0,51 <i>matig</i>	0,57 <i>matig</i>	0,76 <i>GEP</i>

De gemiddelde visstand van de gehele Tonnekreek is met in totaal 255 kg/ha (2011) kenmerkend voor voedselrijk water en is met 402 kg/ha (2014) omvangrijk. Het biomassa-aandeel brasem is in 2014 in traject breed 78%, in smal 1 0% en in smal 2 11%. Het biomassa-aandeel karper is in 2014 in traject breed <1 %, in smal 1 79 % en in smal 2 22 %. Het biomassa-aandeel brasem is in 2011 in traject breed 52 %, in smal 1 9 % en in smal 2 64 %. Het biomassa-aandeel karper is in 2011 in traject breed 0 %, in smal 1 46 % en in smal 2 0%. Opvallend is de hoge aandeel brasem in het brede deel van de Tonnekreek in beide jaren (in 2014 zelfs > 400 kg brasem/ha in het brede deel) en in deel smal 2 in 2014. De hoge aandelen brasem en karper in het brede kreekdeel en in smal 1 leiden m.n. in 2014 tot zeer lage deelscores van 0,27 (Tabel 20). In 2011 en 2014 was de conditie van de brasems (op het oog beoordeeld) slecht. Gezien de slechte conditie van de brasems is het niet te verwachten dat het bestand sinds 2011 is toegenomen. De verschillen tussen de bestandsomvang zijn hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door de variatie in de bemonstering (Koole, 2015). Omdat de condities van de brasems in de Tonnekreek al jaren slecht zijn is het de verwachting dat het bestand langzaam af zal nemen. Gezien de slechte conditie van de brasem lijkt het er op dat de het omvangrijke brasemstand hoger is dan de draagkracht van het systeem waardoor onvoldoende voedingsstoffen aanwezig zijn voor de vispopulatie. Op grond van de aanhoudend hoge nutriëntengehalten en de onzekerheid van de mogelijkheden om dit te veranderen is een verbetering van de vispopulatie niet te verwachten.

Uit Tabel 20 blijkt dat de soortensamenstelling op alle drie de onderzochte trajecten voldoende scoort (oordeel GEP en MEP). Het aandeel plantminnende vis scoort zwaar onvoldoende op het brede trajectdeel in beide jaren. Het ontbreken van ondergedoken waterplanten zal hieraan ongetwijfeld bijdragen. De smalle kreektrajecten scoren op dit vlak wisselend matig tot GEP.

Concluderend wordt gesteld dat de visstand onvoldoende scoort als gevolg van hoge aandelen brasem en karper en lage aandelen plantminnende vis, met name in het brede, plantenvrije kreekdeel maar toch ook wisselend onvoldoende in de smalle kreekdelen. Verder valt op dat de scores fors fluctueren in de tijd en dat er geen sprake is van een stabiele visstandbeoordeling. Dit is een bevestiging van het beeld dat de ecologische kwaliteit van het waterlichaam niet in balans is.

Om verbetering in de situatie te krijgen is het belangrijk om in de hele kreek de brasem- en karperstand duurzaam te reduceren en het aandeel plantminnende vis flink te bevorderen.

#### *Afleiding doelstelling*

Wanneer intensieve scheepvaart afwezig is, kan de visstand zich in beginsel relatief goed ontwikkelen richting plantminnende en zuurstoftolerante soorten (Evers et al., 2012). Essentiële voorwaarde is de aanwezigheid van voldoende waterplanten (submers, emers) en een niet te hoog nutriënteniveau. Zoals hiervoor aangegeven is met inrichtingsmaatregelen een toename van de biomassa submerse vegetatie te realiseren. Verbetering in emerse vegetatie (natuurlijk peilregime nodig) en daling van het nutriënteniveau worden in de periode tot 2027 niet realistisch geacht in relatie tot het dominante, intensieve landbouwkundige ruimtegebruik. Regelmatige uitdunning van de brasemstand als waterkwaliteitsmaatregel wordt als niet duurzaam en niet wenselijk beschouwd. Gezien de verwachte blijvend hoge nutriënteniveaus wordt, ondanks de slechte conditie van brasems, niet verwacht dat de brasemstand significant zal dalen in de komende jaren; als deel-EKR hiervoor wordt uitgegaan van 0,5 (= het midden van de huidige deel-EKR klasse matig). Er wordt verwacht dat het reeds goede niveau 'aantal soorten plantminnende en migrerende soorten' behouden blijft; vismigratie vormt voor de Tonnekreek geen knelpunt. Als deel-EKR hiervoor wordt uitgegaan van 0,8 (=gemiddelde van huidige situatie in de smalle begroeide delen). Door verondieping kan de plantengroei worden gestimuleerd. Dit leidt tot een toename van het aandeel plantminnende vissen, m.n. in het brede deel. Er wordt verwacht dat de deel-EKR hiervoor in de hele kreek kan stijgen tot het gemiddelde van de deel-EKR in de huidige situatie in het smalle deel, 0,6. Gezamenlijk resulteert dit in een haalbaar geacht GEP voor de gehele kreek, EKR = **0,6**.

## 5.4. Macrofauna

### Achtergrond

Voor de beschrijving van de ecologische toestand op basis van macrofauna wordt gebruik gemaakt van de indicatorgroepen positieve taxa en negatief dominante taxa op basis van eigenschappen van de taxa. Negatief dominante taxa indiceren bij dominant voorkomen een negatieve ecologische toestand. Positieve taxa komen voornamelijk onder goede omstandigheden veel voor en de soortenrijkdom is dan hoog. Positieve soorten zijn niet als kenmerkend voor een bepaald type te beschouwen. De maatlat combineert soortensamenstelling en abundantie (Evers et al., 2012):

- Abundantie DN%: het percentage individuen behorende tot de negatief dominante indicatoren op basis van abundantieklassen;
- Aantal taxa PT: het aantal positieve taxa.

Scheepvaart heeft een zeer grote (negatieve) invloed op vooral de soortenrijkdom.

De EKR wordt bepaald volgens:

$$EKR = \frac{2x \left( \frac{PT}{PT_{max}} \right) + \left( 1 - \frac{DN\%}{DN_{max}\%} \right)}{3}$$

waarbij PTmax het aantal positieve taxa is dat onder MEP-omstandigheden mag worden verwacht (voor M6a is dat 80) en DNmax% het minimum percentage negatief dominante taxa is dat voorkomt in de kwaliteitsklasse slecht (voor M6a is dat 30). De lijst met dominant negatieve taxa bevat taxa die een slechte zuurstofhuishouding indiceren, hoge organische belasting en hoge trofie.

### Huidige toestand

In 2011 en 2014 wordt het kwaliteitselement beoordeeld als matig (Tabel 6). Voor de afzonderlijke macrofaunamonsters zijn de deelbeoordelingen gegeven in Tabel 20.

**Tabel 21 Deelbeoordeling afzonderlijke macrofaunamonsters Tonnekreek in 2011 en 2014.**

	2011					2014				
	790401	790401	790402	790402	790404	790401	790401	790402	790402	790404
DN%	7,15	9,33	17,9	13,75	18,46	13,25	4,39	12,31	14,14	11,68
PT	29	31	39	45	38	42	38	47	30	49
EKR	0,496	0,488	0,459	0,556	0,445	0,536	0,601	0,588	0,426	0,612

Er valt geen verband te herkennen tussen bekende karakteristieken van de meetpunten (weinig/veel waterplanten, dieper/ondieper, breed/smal) en de deelbeoordelingen voor de afzonderlijke macrofaunamonsters. De in het verleden behaalde maximale EKR-score op waterlichaamniveau voor macrofauna wordt als doel voor 2027 vastgelegd. Als midden van de behaalde klasse matig betekent dit EKR = 0,5.

## 6. Algemene fysische en chemische kwaliteitselementen

Omdat de biologische doelen beneden de default GEP's liggen hebben de algemene fysische en chemische kwaliteitselementen niet het corrigerende karakter zoals beschreven in 2.4 (Afleiden doelen). Om deze reden worden geen gebiedsspecifieke normen voor de Tonnekreek bepaald.

## 7. Heroverweging doelstelling

Het wordt niet reëel geacht dat binnen afzienbare tijd de nutriëntenbelasting dermate laag wordt dat de Tonnekreek zich ontwikkelt in een goede ecologische toestand. Als richtlijn moet dan gedacht worden aan een TP gehalte < 0,06 mg P/l, een reductie met > 50% in de komende 11 jaar hetgeen niet realistisch wordt geacht met het huidige landgebruik. Als mitigerende maatregel worden maatregelen voorgesteld die ingrijpen op de waterdiepte. Daarnaast is mogelijk nog een kleine ecologische sprong te maken door een aangepast maai-beheer. Deze maatregelen in het watersysteem zullen echter niet leiden tot een ecologisch voldoende systeem op GEP-niveau, maar een lichte verbetering ten opzichte van de huidige situatie is aannemelijk.

Het is aannemelijk dat huidige KRW-doelen, behorend bij watertype M14 niet haalbaar zijn. Een aanpassing in het watertype leidt tot een iets betere beoordeling van de hydrobiologische gegevens, maar een "default" Goed Ecologisch Potentiaal, zoals geformuleerd in de maatlatdocumenten wordt niet gehaald in 2027.

Voorgesteld wordt dan ook het goede ecologische potentiaal (GEP) als volgt te herformuleren:



**Tabel 22 KRW-doelen biologische kwaliteitselementen voor het Tonnekreek complex (NL25\_30, watertype M6a)**

	Doelstelling (EKR)		Motivatie
	Huidig	Voorstel	
Fytoplankton	0,60	0,5	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Macrofyten	0,50	0,3	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Macrofauna	0,55	0,5	Huidig kwaliteitsniveau, verbetering onzeker.
Vis	0,40	0,6	Enige verbetering ten opzichte van het huidig kwaliteitsniveau in verband met inzet op meer gevarieerde plantengroei

Voorgesteld wordt om, na uitvoering van de maatregelen, de biologische ontwikkeling te monitoren en op basis van verkregen resultaten in later stadium desgewenst de doelen te actualiseren. Op grond van de onzekerheden in de effectiviteit van maatregelen en de gevoeligheid van het ecologische systeem is een nauwkeurigheid van de vast te stellen doel van 1 decimaal het meest realistisch.