Watersysteemanalyse Strijbeekse beek

Definitief
15IT015208

Auteurs:
Daniël Coenen, Jaap Oosthoek & Marco Beers

18 mei 2017

Waterschap Brabantse Delta

Inhoud

Samenvatting **3**
1. Inleiding **4**
2. De Strijbeekse beek in vogelvlucht **5**
2.1. De beek en het stroomgebied 5
2.2. Historie 6
2.3. Waterhuishouding 6
2.4. Landgebruik 8
3. Methode **10**
3.1. Uniforme trajecten 10
3.2. Ecologische Sleutelfactoren 16
3.2.1. Chemie 16
3.2.2. Hydrologie 17
3.2.3. Hydromorfologie 17
3.2.4. Biologie 18
4. Resultaat **20**
4.1. Toestand 20
4.1.1. Chemie 21
4.1.2. Hydrologie 21
4.1.3. Hydromorfologie 24
4.1.4. Onderhoud 25
4.1.5. Biologie 25
4.1.6. Synthese 29
4.2. Belastingen met oplossingsrichting 30
4.3. Potenties, maatregelen en monitoring 31
4.4. Haalbaarheid KRW-doelen 36
5. Conclusies en aanbevelingen **38**
5.1. Conclusies 38
5.2. Aanbevelingen 38
5.3. Acties en organisatie 39
5.4. Evaluatie pilot 40
Verwerkte literatuur **42**
Bijlagen **43**
Bijlage 1: Kaart met toponiemen **44**
Bijlage 2. Eigendomssituatie uniforme trajecten **45**
Bijlage 3. Ecologische Sleutelfactoren **46**
Bijlage 4. Toets resultaten chemie **48**
Bijlage 5. Schematische samenvatting van de watersysteemanalyse Strijbeekse beek **50**
Bijlage 6. Fosfaat trend op benedenstrooms meetpunt Strijbeekse beek **51**

Samenvatting

Als pilot heeft de afdeling Kennis & Advies watersysteemanalyses uitgevoerd voor de Strijbeekse beek en het Tonnekreek complex. Voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van de analyse voor de Strijbeekse beek, een bovenloop van de Boven Mark, waarvan het stroomafwaartse deel de landsgrens met België vormt. Een aantal ecologische en chemische parameters voldoen (nog) niet aan de KRW-doelen en door lage scores voor macrofauna wordt de toestand voor de KRW als ontoereikend beoordeeld.

De beek is ingedeeld in negen uniforme trajecten. De vijf benedenstroomse trajecten hebben de functie Waternatuur en liggen in de EHS. Deze trajecten stromen door kleinschalig landschap met stukjes bos en mede daardoor zijn de potenties voor beekherstel relatief goed. Het bovenstroomse deel van de beek ligt in landbouwgebied en ondervindt sterke invloed van ijzerrijke kwel. Oorspronkelijk bestond dit gebied uit moeras en de huidige beek is hier gegraven, genormaliseerd en sterk verstuwd. De potenties voor beekherstel zijn hier laag.

De analyse resulteert in goed inzicht in het ecologisch functioneren van de beek. Hieruit blijkt dat het aantal gewenste waterplantensoorten is toegenomen, maar dat de ecologische waarde van fythobenthos ('vastzittende' algen) iets is afgenomen, mogelijk door het licht gestegen fosforgehalte. De beoordeling van de vegetatie ("overige waterflora") kan nog verder stijgen door bomen te laten opslaan, met name langs de zuidzijde van de beek. Door de schaduw van de bomen kan het onderhoud extensiever worden uitgevoerd en wordt de watertemperatuur lager. Daarnaast zorgen de bomen langs de beek voor inval van takken en bladeren en daarmee voor stromingsdiversiteit en substraat. Door het gebrek daaraan en door de te hoge watertemperatuur is de toestand van macrofauna al enkele decennia ontoereikend. Het hoge zinkgehalte in de beek kan mede een negatieve invloed op macrofauna hebben. Vooralsnog is de oorzaak voor de overschrijding van zink onduidelijk. Vis voldoet vrijwel aan het gestelde doel en zal net als macrofauna profiteren van een toename van beekbegeleidende begroeiing. Een natuurlijkere inrichting van de Boven Mark, waardoor meer beekvissen de Strijbeekse beek gaan optrekken, leidt tot een verdere verbetering van de visstand.

In het verleden zijn veel beekherstelmaatregelen in het bovenstroomse deel van de beek uitgevoerd. Door de hoge mate van verstuwing, het overwegend landbouwkundig landgebruik en de sterke ontwatering hebben de uitgevoerde maatregelen niet tot hogere KRW-beoordelingen geleid. De meeste potenties voor ecologisch herstel zit in het benedenstroomse deel. Daarbij kan met relatief eenvoudige maatregelen, zoals een extensivering van het onderhoud, het inbrengen van dood hout en de ontwikkeling van beekbegeleidende begroeiing naar verwachting veel bereikt worden. Daarnaast is het nodig dat in het benedenstroomse deel van de Strijbeekse beek plaatselijk nog beekherstel wordt uitgevoerd, bufferzones tussen de beek en de landbouw worden gerealiseerd en zand wordt ingebracht.

Na het uitvoeren van deze maatregelen worden de meeste KRW-doelen voor de Strijbeekse beek haalbaar geacht. De huidige toestand van macrofauna, watertemperatuur en zink ligt echter dermate ver van de doelstellingen verwijderd dat ook met de voorgestelde maatregelen de doelen niet haalbaar zijn. Daarom zijn lagere doelen afgeleid voor macrofauna, watertemperatuur en zink. Deze kunnen in 2021 toegepast worden.

Voor de Strijbeekse beek is de watersysteemanalyse als pilot uitgevoerd. Uit de pilot blijkt dat de indeling in uniforme trajecten, een beknopte hydromorfologische kartering, een veldbezoek tijdens een droge zomerperiode en een grondige analyse van de maatlatten en doelen zeer waardevol zijn. Deze pilot kostte medewerkers veel tijd en kende een lange doorlooptijd. Als voordeel staat daar een toename van gebiedskennis en ervaring tegenover. Inhoudelijk geeft de analyse veel inzicht in het ecologisch functioneren van de beek en de ontwikkelingen die tot dusver hebben plaatsgevonden. Het overnemen van de aanbevelingen leidt tot een hogere kosteneffectiviteit van maatregelen en een efficiëntere monitoring. Voor een optimale inzet van de beschikbare middelen van het waterschap wordt een watersysteemanalyse voor elk waterlichaam aanbevolen. De implementatie van de voorgestelde maatregelen is nog een punt van aandacht, met name op organisatorisch vlak.

1. Inleiding

Waterschap Brabantse Delta heeft 25 waterlichamen aangewezen waarvoor de KRW-doelen zijn vastgelegd in stroomgebiedbeheerplannen. Het waterschap leverde afgelopen jaren veel inspanningen om die doelen te realiseren. Uit de watersysteemrapportage over de periode 2000-2012 blijkt echter dat de waterlichamen niet voldoen aan de KRW-doelen (Evers *et al.*, 2013). De studie met het "Expertsysteem Ecologisch Effecten" (EEE3) laat zien dat naar verwachting op korte termijn het overgrote deel van de waterlichamen ook niet zal gaan voldoen aan de KRW-doelen (Evers, 2013). Op lange termijn wordt verwacht dat slechts een deel van de stromende wateren aan de doelen gaat voldoen. Daarbij is met de analyses van EEE3 de effectiviteit van de voorgenomen maatregelen mogelijk te positief geschat en in dat geval zal het doelbereik lager zijn.

Met watersysteemanalyses wil het waterschap de oorzaken van het niet realiseren van de KRW-doelen achterhalen. De analyses moeten inzicht geven in de haalbaarheid van de doelen en resulteren in effectieve maatregelen. Tevens kunnen de analyses leiden tot adviezen over bijstelling van de KRW-doelen en voorgenomen maatregelen. Enkele vraagstellingen die met deze analyses beantwoord moeten worden zijn:

- Wat zijn de huidige KRW-beoordelingen en welke trends zijn zichtbaar?
- Welke ecologische sleutelfactoren zijn beperkend voor het halen van de KRW-doelen?
- Welke maatregelen zijn mogelijk om de ecologische kwaliteit van de waterlichamen te verbeteren?
- Waar zijn deze maatregelen het meest effectief?
- Zijn de KRW-doelen haalbaar en zo nee, wat is wel een haalbaar doel?

Als pilotproject zijn de waterlichamen Strijbeekse beek en Tonnekreek complex geselecteerd. De Strijbeekse beek is een vrij afwaterend beekje in het golvend dekzandlandschap, terwijl de Tonnekreek in het vlakke polderlandschap is gelegen. In deze rapportage is de watersysteemanalyse voor de Strijbeekse beek uitgewerkt. Aan de watersysteemanalyse voor de Tonnekreek wordt een apart rapport gewijd.

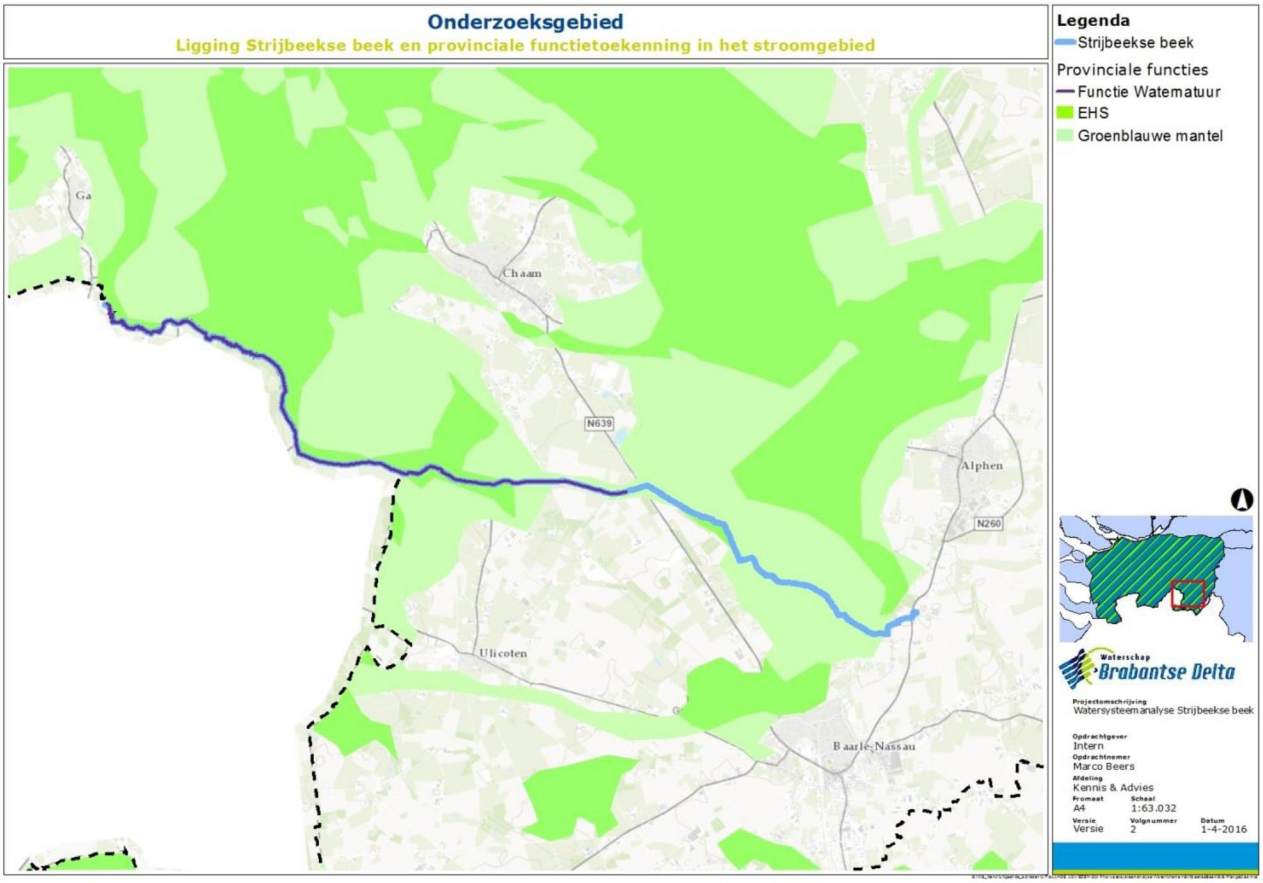
Er zijn 11 waterlichamen gelegen in het vrij afwaterend dekzandlandschap binnen het beheersgebied van waterschap Brabantse Delta. Uit deze waterlichamen is om verschillende redenen de Strijbeekse beek voor de pilot geselecteerd. Ten eerste is de Strijbeekse beek één van de kleinere waterlichamen, waardoor een relatief uitgebreide analyse in een korte tijd uitgevoerd kan worden. Daarnaast is de Strijbeekse beek op ecologisch vlak al één van de betere beken, met name wat betreft de visstand. De beek kan dus als het goede voorbeeld gezien worden voor andere vrij afwaterende beken. Tenslotte kent de Strijbeekse beek geen RWZI-lozing, gemeentelijke overstorten of aanvoer van gebiedsvreemd water, wat de analyse van de waterkwaliteit vereenvoudigd.

Voorliggend document presenteert de uitkomsten van de watersysteemanalyse voor de Strijbeekse beek. Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van het plangebied in vogelvlucht en hoofdstuk 3 beschrijft de toegepaste methode. Het resultaat van de analyse komt in hoofdstuk 4 aan bod en bevat een overzicht van de actuele toestand, de belastingen op de beek en de potenties voor ecologisch herstel, inclusief de maatregelen die daarvoor nodig zijn. De laatste paragraaf van dit hoofdstuk behandelt de haalbaarheid van de KRW-doelen. Hoofdstuk 5 geeft ten slotte de conclusies en aanbevelingen en sluit af met een evaluatie van de pilot.

2. De Strijbeekse beek in vogelvlucht

2.1. De beek en het stroomgebied

De Strijbeekse beek is gelegen ten zuiden van Breda, grofweg tussen de dorpen Strijbeek en Baarle-Nassau. De beek is een bovenloop van de Boven Mark. Het benedenstroomse deel van de beek vormt de landsgrens tussen Nederland en België. Een gedetailleerde kaart met toponiemen is opgenomen in bijlage 1.



Figuur 2.1. De ligging van de Strijbeekse beek en provinciale functietoekenning (bron: wateratlas van provincie Noord-Brabant) in het stroomgebied.

Het waterlichaam, zoals dat voor de Kaderrichtlijn Water is aangemeld, heeft een totale lengte van 15,3 km. Aan het benedenstroomse deel heeft de provincie Noord-Brabant over een lengte van 9,9 km de functie Waternatuur[1] toegekend (zie figuur 2.1). In het Waterbeheerplan 2010-2015 heeft dit beekdeel de aanwijzing Noodzaak vismigratie en het merendeel ervan (bijna 85% van de lengte) ligt in de EHS. Mede door het kleinschalige landschap met bosgebiedjes en de toegekende provinciale functies zijn de potenties voor beekherstel voor het benedenstroomse deel relatief goed. De bovenloop van de Strijbeekse beek stroomt door landbouwgebied en is genormaliseerd. Dit traject kent geen functie Waternatuur, maar ligt in de groenblauwe mantel[2]. Vanwege de huidige situatie en de functietoekenning zijn de potenties voor beekherstel voor de bovenloop kleiner.

De Strijbeekse beek stroomt door bos, kleinschalig landschap, open graslanden en intensievere landbouwgebieden. Stedelijk gebied is afwezig, bebouwing beperkt zich tot gehuchten en vrijstaande bebouwing in het landelijk gebied. De totale oppervlakte van het stroomgebied van de Strijbeekse beek bedraagt circa 3.500 ha, waarvan 2.800 ha in Nederland en 700 ha in België.

---

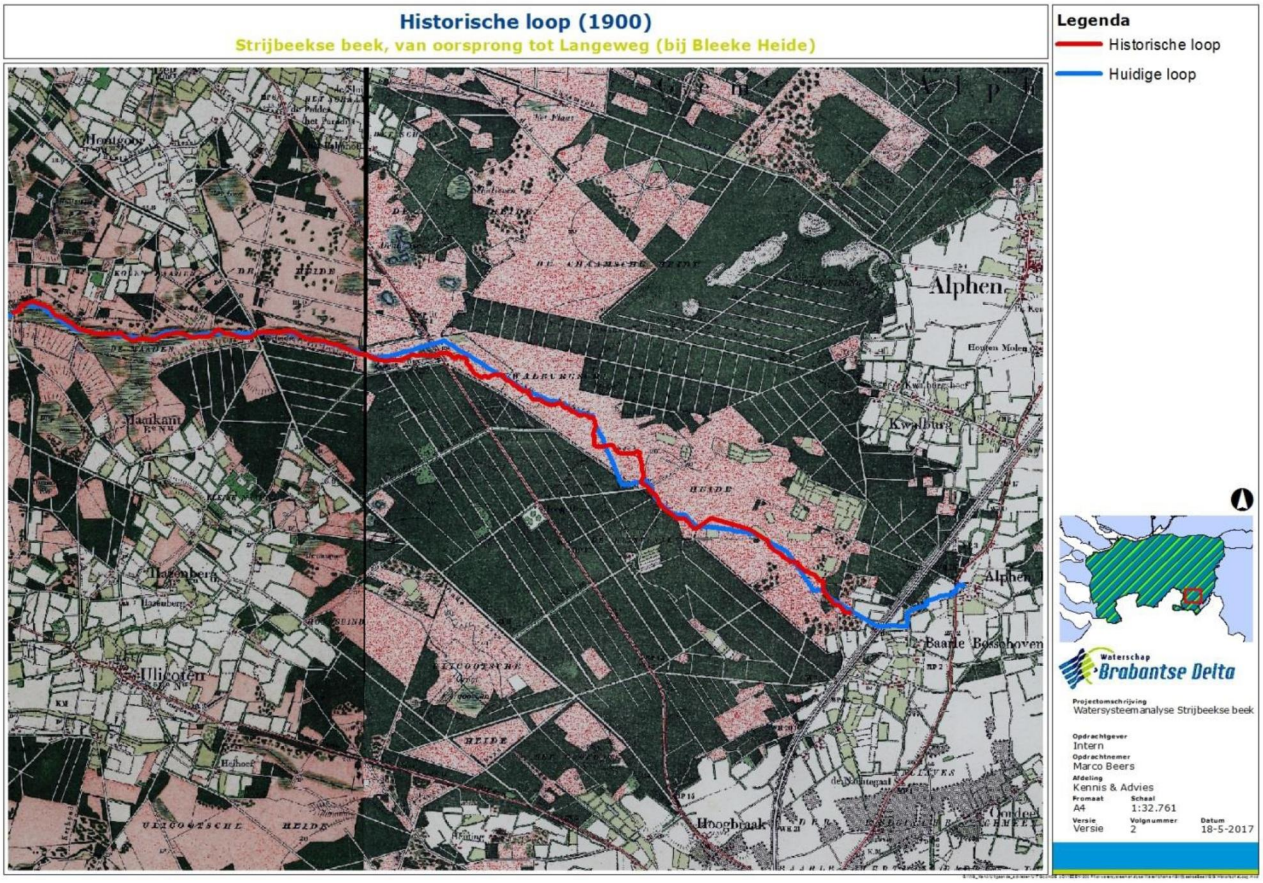
[1] Met de functie Waternatuur streeft provincie Noord-Brabant de hoogste aquatisch-ecologische doelstellingen na.
[2] De groenblauwe mantel vormt het gebied tussen enerzijds EHS en EVZ en anderzijds agrarisch gebied en stedelijk gebied. De functie geeft ruimte voor de ontwikkeling van landbouw en recreatie, mits deze bijdragen aan de kwaliteiten van natuur, water en landschap.

2.2. Historie

De benedenloop van de Strijbeekse beek heeft nog grotendeels een meanderend karakter vanwege de grensvormende functie. Ter plaatse van het bovenstroomse deel van de huidige Strijbeekse beek was in het verleden geen watergang aanwezig. Het gebied bestond uit moeras en de beek ontsprong vanaf de huidige middenloop. Het smalle beekdal van de toenmalige beek was door natte omstandigheden te kenmerken als een moerassig gebied. In het verleden is een aantal grootschalige ingrepen uitgevoerd die de waterhuishouding in het gebied hebben beïnvloed; (ver)graven en rechttrekken van beeklopen, enige uitbreiding van stedelijk gebied en aanleg van infrastructuur.

Op de landsgrens heeft de Strijbeekse beek nog steeds een slingerend karakter. Ten oosten, bovenstrooms van de Lange Gracht, waar de beek niet op de grens ligt, heeft de waterloop een genormaliseerd karakter. Figuur 2.2 geeft vanaf de oorsprong tot de Lange Gracht de historische loop (1900) en de huidige loop van de Strijbeekse beek. Van het meest stroomopwaartse punt tot een kleine 500 m bovenstrooms van de Baarleseweg heeft de historische loop een iets meer slingerend karakter dan de huidige loop. Op de Kwaalburgsche Heide was in 1900 echter ook al een deel genormaliseerd.

Van de oorsprong tot de Lange Gracht vertoont zowel de historische als huidige loop weinig meandering. Dit is een logisch gevolg van de ontstaansgeschiedenis en de waterhuishoudkundige ingrepen uit het verleden.



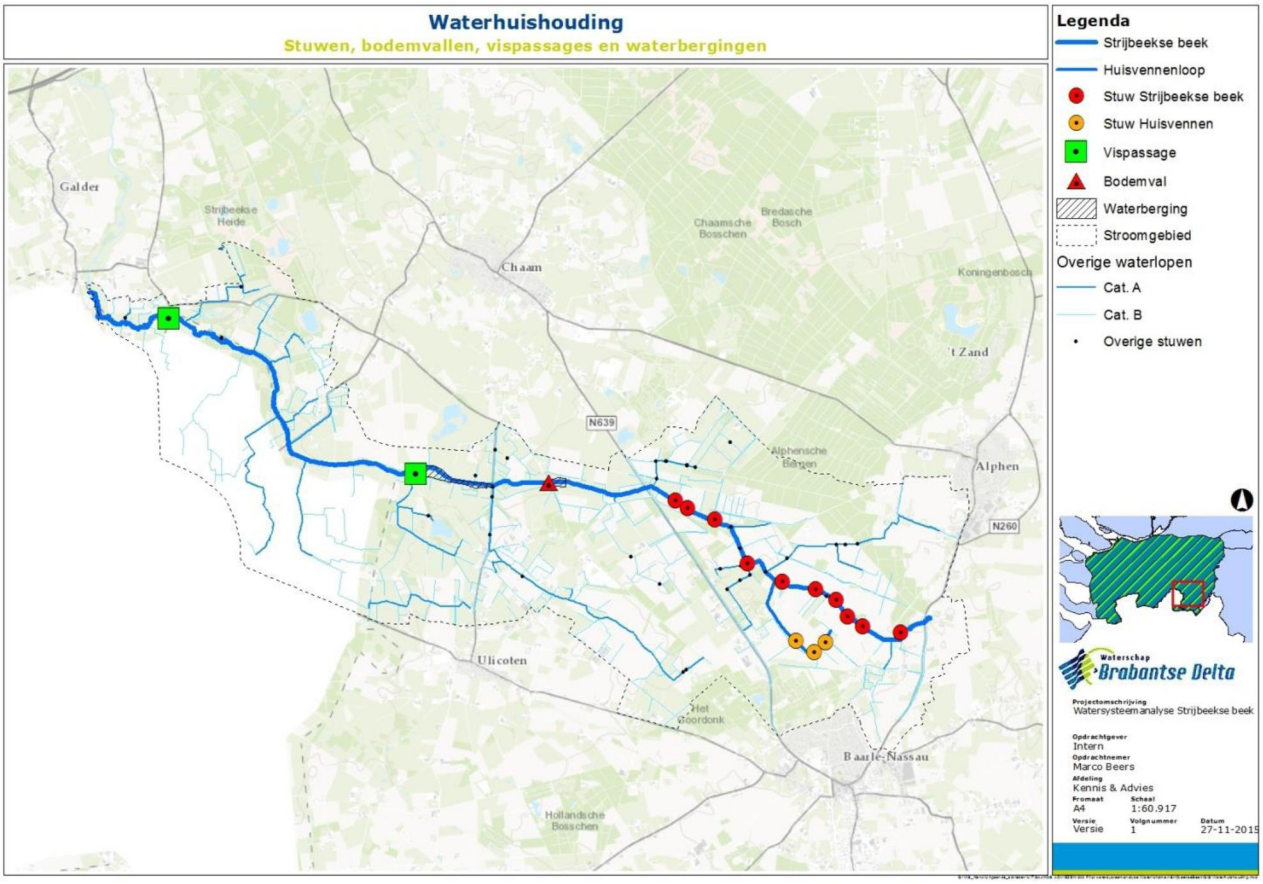
Figuur 2.2. Historische en huidige loop van Strijbeekse beek, bovenstrooms van de Lange Gracht.

Na de maatregelen ter optimalisatie van de waterhuishouding in de 19e en 20e eeuw werkte het waterschap afgelopen decennia aan beekherstel. Hierbij is de beek over een lengte van bijna 7,7 km aangepakt (vooral in het benedenstroomse deel ligt nog een opgave voor beekherstel van ruim 4,8 km). Tevens realiseerde het waterschap twee vispassages, waardoor de beek voor vis vanuit de Boven Mark tot aan de bodemval bij Baarlese Brug (Oude Bredasebaan) optrekbaar is. Verder bovenstrooms vormen stuwen migratiebarrières. Naast het beekherstel is in het middelste deel van de Strijbeekse beek lijnvormige en op enkele plaatsen vlakvormige waterberging gerealiseerd (zie figuur 2.3).

2.3. Waterhuishouding

De Strijbeekse beek is een vrij afwaterend bovenloopje. In een gemiddeld jaar varieert de afvoer van enkele liters per seconde in de zomer in de middenloop tot circa 2 m^3/s in de benedenloop bij een jaarlijkse

piekafvoer. De mediane (gemiddelde) afvoer bedraagt circa 120 l/s in de benedenloop. Tijdens droge perioden vallen bovenstrooms de smalle haarvaten van het beeksysteem droog (zie onderstaande foto). De bovenloop van de Strijbeekse beek bevat in droge perioden wel water, maar kent geen afvoer meer.



Figuur 2.3. Stuwen, bodemval en vispassages in Strijbeekse beek en Huisvenloop.

In de bovenloop en in zijwatergangen zijn regelbare stuwen aanwezig waarmee het waterpeil beïnvloed wordt (zie figuur 2.3). Met 10 stuwen over een lengte van circa 4,5 km is het bovenstroomse deel van de Strijbeekse beek sterk verstuwd. Het waterschap stelt de stuwen het hele jaar hoog in, zodat ook in winter en voorjaar water wordt geconserveerd. Het waterpeil in de bovenloop is daardoor vrij constant. In de winter of het voorjaar wordt het stuwpeil soms verlaagd door derden.

Benedenstrooms van het sterk verstuwde deel beïnvloeden een bodemval (zie onderstaande foto) en twee vispassages het waterpeil. De benedenstroomse vispassage is in combinatie met een Venturi-meetstuw aangelegd. Sinds enkele jaren is het meetgedeelte, de bovenzijde van de meetstuw verwijderd en is alleen de betonnen fundering nog aanwezig. De andere vispassage is aangelegd om het verval stroomafwaarts van de duiker onder de Lange Gracht op te vangen. Naast de vispassages kan in het benedenstroomse deel de mate van onderhoud het waterpeil beïnvloeden. In de benedenloop kan het waterpeil circa 1,5 m variëren tussen een droge zomersituatie en een piekafvoer in de winter.

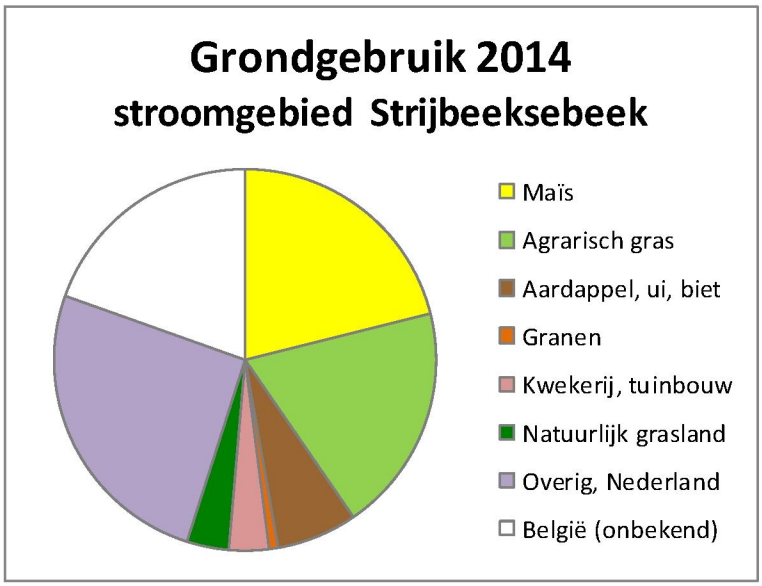
Meest bovenstroomse stuw (op 24 oktober 2014 vanaf stroomopwaartse zijde gefotografeerd).

Bodemval bij Baarlese Brug (Oude Bredasebaan).

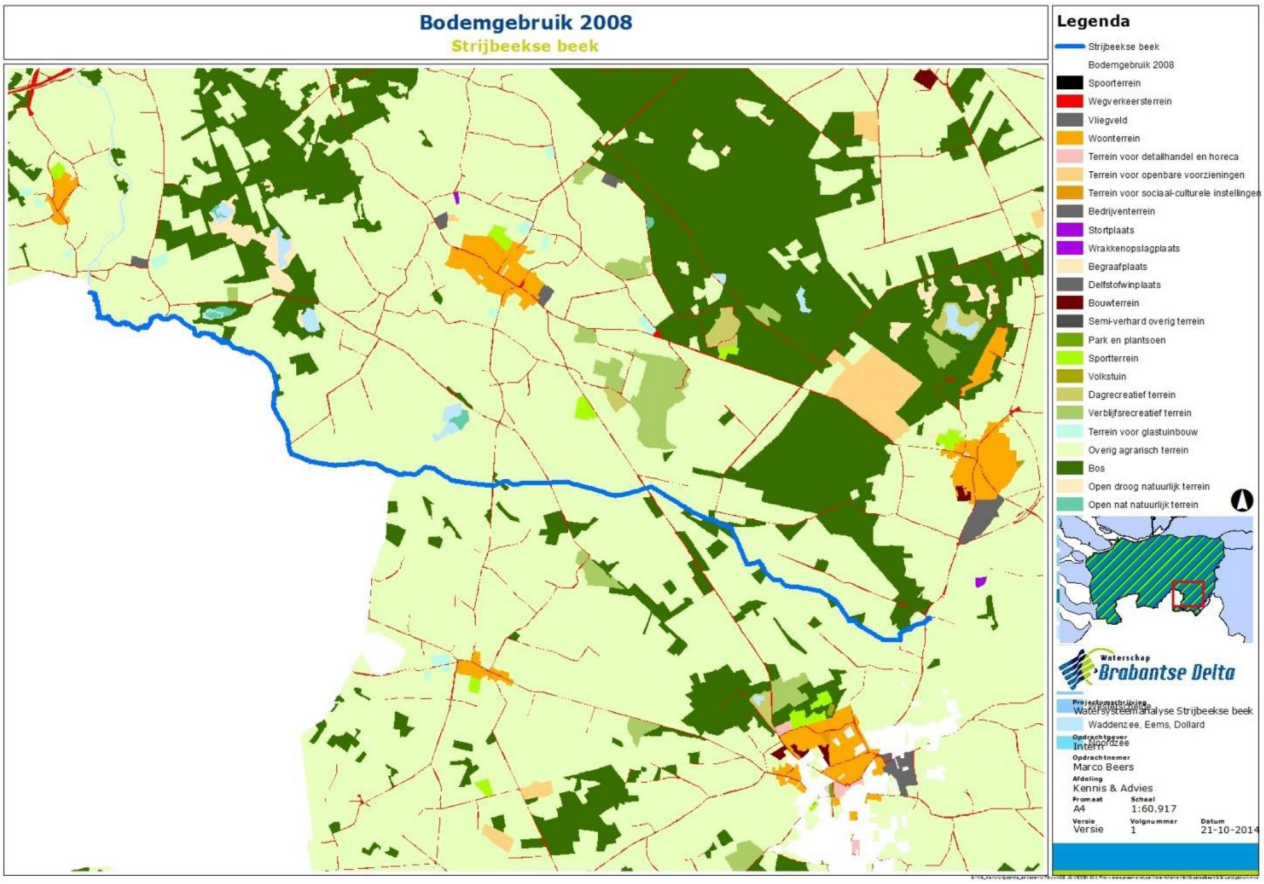
2.4. Landgebruik

In Vlaanderen ligt tussen de Strijbeekseweg en Chaamse weg/Grazenseweg het Domeinbos De Elsakker, een bos van aanzienlijke omvang dat aan de Strijbeekse beek grenst. Het overige landgebruik in het Vlaamse deel van het stroomgebied bestaat in hoofdzaak uit agrarisch terrein.

In het Nederlandse deel van het stroomgebied bestaat het landgebruik in hoofdzaak uit agrarisch terrein met plaatselijk bos (zie figuur 2.5). In het oosten ligt ten noorden van de beek een groter stuk bos met de naam Alphense Bergen. Het betreft naaldbos, net als een deel van de plaatselijke bosjes. Daarnaast bestaan de plaatselijke bosjes uit loofbos en zijn ook in de Alphense Bergen kleine stukjes loofbos aanwezig.
Het agrarisch landgebruik in het Nederlandse deel van het stroomgebied bestaat vooral uit mais en gras (zie figuur 2.4). Stroomopwaarts van de Baarleseweg worden ook aardappelen en bieten verbouwd, met name aan de noordzijde van de beek.



Figuur 2.4. Grondgebruik in het stroomgebied van de Strijbeekse beek volgens de Basis Registratie Percelen.



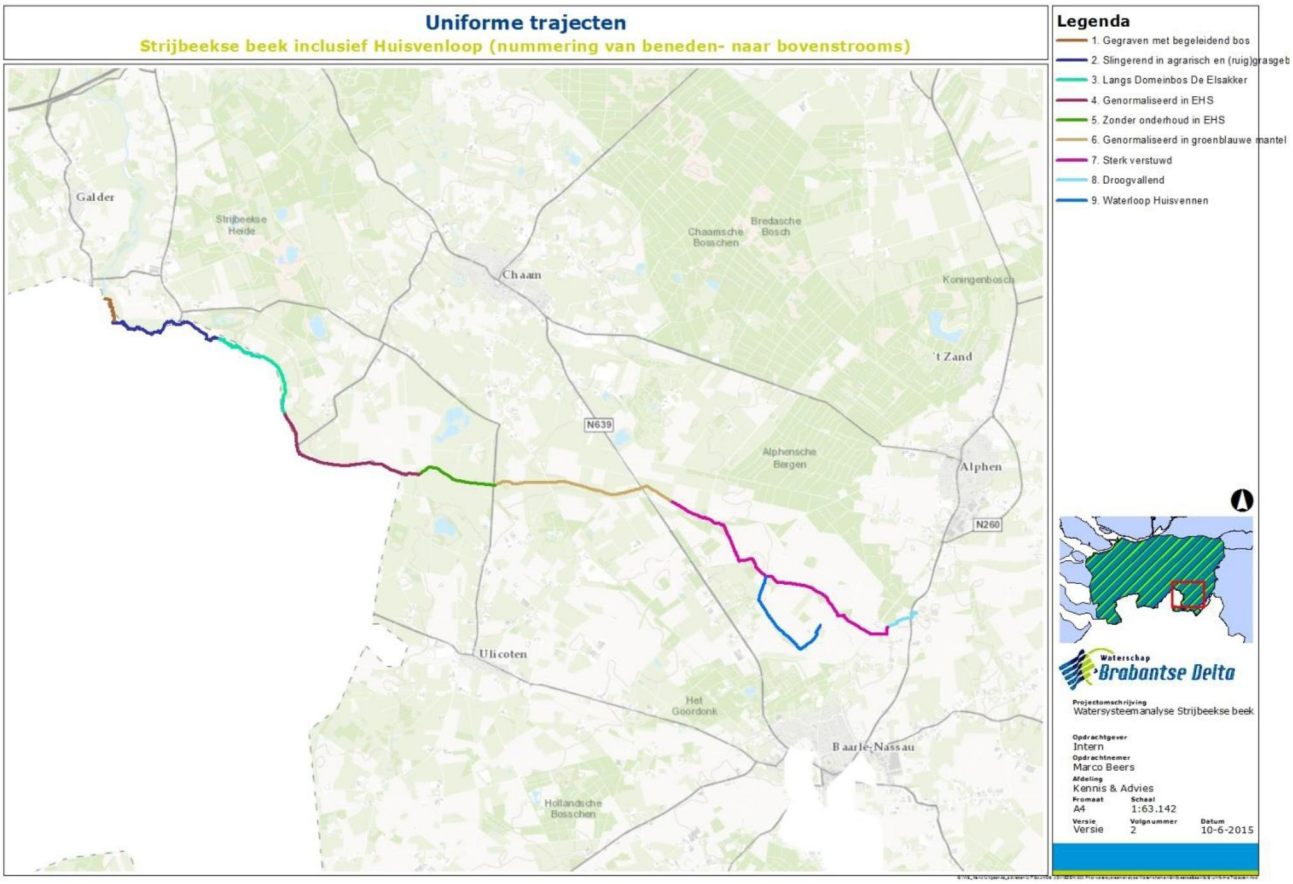
Figuur 2.5. Bodemgebruik onderzoeksgebied (2008).

3. Methode

Dit hoofdstuk gaat eerst in op de uniforme trajecten die voor de analyse zijn onderscheiden en daarna op de ecologische sleutelfactoren die op deze trajecten zijn geïnventariseerd.

3.1. Uniforme trajecten

De Strijbeekse beek is van monding tot bron ingedeeld in acht uniforme trajecten (zie figuur 3.1). Aanvullend op het waterlichaam is de Huisvenloop als uniform traject aangewezen, omdat deze waterloop een grote bijdrage levert aan de afvoer van de Strijbeekse beek. Onderstaand volgt een toelichting per traject (zie bijlage 2 voor informatie over de eigendomssituatie).



Figuur 3.1. Indeling in uniforme trajecten.

1. Gegraven bij monding met begeleidend bos

Eind 2004 is het meest benedenstroomse, rechtgetrokken deel van de Strijbeekse beek afgedamd en ten oosten daarvan is een nieuwe meanderende loop gegraven (zie onderstaande luchtfoto). Het nieuw gegraven traject is circa 480 m lang en ligt op terrein van Natuurmonumenten. Op dit terrein is de functie natte natuurparel gerealiseerd.

Tijdens een veldbezoek op 3 oktober 2013 was de begroeiing aan de oostzijde van het gegraven traject te kenmerken als ruig grasland (zie onderstaande foto's). Aan de andere zijde, tussen het nieuwe traject en de oude, afgedamde loop is bosopslag tot ontwikkeling gekomen. De gegraven loop was daardoor grotendeels beschaduwd. Bij het veldbezoek op 3 oktober 2014 was alleen op enkele open plekken vegetatie (onder andere sterrenkroos en egelskop) in de beek aanwezig en lagen plaatselijk enkele takken in de beek.

Het traject wordt twee keer per jaar onderhouden, waarbij per kilometer beeklengte tien blokken van 20 m lengte en 0,5 m breedte in het water en op de teen afwisselend aan weerszijden van de beek worden gespaard. In 2014 is voor het onderhoud van de beek boomopslag op de oevers verwijderd.

Afdamming van de oude loop en nieuw gegraven loop van de Strijbeekse beek.

Boomopslag aan westzijde van nieuw gegraven loop.

Vegetatie in nieuw gegraven loop (3 oktober 2014).

2. Slingerend langs agrarisch gebied en (ruig) grasland

Het traject is bijna 2.200 m lang en is grotendeels grensvormend. Mede door de ligging op de grens zijn er slechts enkele stukken beek genormaliseerd en heeft het overgrote deel van het traject een slingerend karakter.
De beek grenst overwegend aan (ruig) grasland of akkerbouwpercelen en plaatselijk staat langs de beek een bosje of een enkele boom. Aan Vlaamse zijde lopen agrarische percelen door tot op de insteek van de beek (zie bijvoorbeeld het maisperceel op onderstaande foto). In de beek komt veel vegetatie tot ontwikkeling, bestaande uit soorten als egelskop, sterrenkroos en in mindere mate drijvend fonteinkruid.

Net stroomopwaarts van de Strijbeekseweg ligt een vispassage. Stroomafwaarts van de Strijbeekseweg is plaatselijk beekherstel uitgevoerd. Aan de noordzijde is op de percelen van Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten de functie natte natuurparel gerealiseerd.
Provincie Antwerpen onderhoudt het traject en maait daarbij twee keer per jaar de vegetatie over de volledige breedte van de beek.

Vegetatie in benedenstroomse deel van traject 2 (3 oktober 2014).

Maisperceel aan Vlaamse zijde direct stroomafwaarts van Strijbeekseweg (3 oktober 2014).

3. Langs Domeinbos De Elsakker

Het traject is circa 1.850 m lang, grensvormend en beslaat de lengte van de Strijbeekse beek langs Domeinbos De Elsakker aan de Vlaamse zijde. Het benedenstroomse deel van het traject heeft een slingerend karakter en het bovenstroomse deel is in hoofdzaak recht.
Aan Vlaamse zijde grenst de beek overwegend aan bos en op enkele plaatsen aan graslandpercelen die in het Domeinbos liggen. Aan Nederlandse zijde staan enkele bosjes en bomenrijen van overwegend loofbomen langs de beek. Daarnaast grenst de beek in voornamelijk aan grasland.
Ondanks de bomen langs de beek waren tijdens het veldbezoek op 3 oktober 2014 bij de brug in het verlengde van de Bergweg waterplanten aanwezig. Het stroomopwaartse deel is meer beschaduwd en daar ontbraken toen waterplanten (zie onderstaande foto's).

Waterplanten in beek ten noorden van Domeinbos De Elsakker (3 oktober 2014).

Beschaduwing langs beek ten oosten van De Elsakker.

Het traject is aangewezen voor beekherstel, maar ontbreekt nog in de planning van het waterschap. De realisatie van natte natuurparel over de hele trajectlengte aan de Nederlandse zijde is al wel in de planning opgenomen.

Provincie Antwerpen onderhoudt bovenstrooms de eerste paar honderd meter van het traject en maait daarbij twee keer per jaar de vegetatie over de volledige breedte van de beek. Het waterschap onderhoudt alleen het deel waar aan Nederlandse kant gras of mais staat (van de wandelbrug tot bosje met grote poel en ten zuiden van dat bosje). Dit gebeurt twee keer per jaar waarbij per kilometer beeklengte tien blokken van 20 m lengte en 0,5 m breedte in het water en op de teen afwisselend aan weerszijden van de beek worden gespaard. Zeer lokaal wordt geen onderhoud gepleegd omdat het onderhoudspad ontbreekt.

4. Genormaliseerd in EHS tussen Domeinbos De Elsakker en Lange Gracht

Het traject is bijna 2.500 m lang en ligt afgezien van de meest bovenstroomse 300 m op de grens. Het traject heeft een recht karakter en vertoont slechts enkele kleine slingers.
De beek grenst in hoofdzaak aan grasland of akkerbouwpercelen en plaatselijk staat beekbegeleidende begroeiing langs de beek (zoals bij de Lange Gracht) of een rij of enkele individuele bomen (zie onderstaande foto's). De percelen en dus de gewassen staan in Vlaanderen dicht op de beek. Stroomopwaarts van Oosteneind en bij de Lange Gracht is de beek breder dan benedenstrooms van Oosteneind.
Ten tijde van het veldbezoek op 3 oktober 2014 stond in de beek weinig vegetatie. De aanwezige planten bestonden uit sterrenkroos en grasachtigen.
Aan de bovenstroomse zijde van het traject ligt een vispassage. Vanaf Oosteneind tot aan de Lange Gracht is beekherstel en lijnvormige waterberging gerealiseerd (zie onderstaande foto). De beek stroomafwaarts van Oosteneind is ook aangewezen voor beekherstel, maar staat nog niet in de planning van het waterschap. Het beekdal in dit gebied is aangewezen als natte natuurparel. Hiervan staat alleen het deel benedenstrooms van de Grazenseweg in de planning van het waterschap.
Het traject wordt twee keer per jaar onderhouden waarbij per kilometer beeklengte tien blokken van 20 m lengte en 0,5 m breedte in het water en op de teen afwisselend aan weerszijden van de beek worden gespaard. Langs het meest bovenstroomse deel van het traject staat over een lengte van ruim 150 m een bosje, dat zich vooral aan de noordzijde heeft ontwikkeld. Dit deel van het traject wordt niet meer onderhouden.

Stroomafwaarts van Grazenseweg.

Stroomopwaarts van Oosteneind met aan linkerzijde lijnvormige waterberging.

5. Zonder onderhoud tussen Lange Gracht en Ulicotenseweg

Het is traject is circa 1.120 m lang en over de hele lengte van het traject is beekherstel en vlakvormige waterberging gerealiseerd. De waterberging begint stroomopwaarts smal en wordt richting de Lange Gracht breder. Bij de uitvoering van de werkzaamheden was een smalle greppel voor de beek gegraven. Inmiddels kent de beek in het stroomopwaartse deel enkele verbredingen en is het benedenstroomse deel eerder te kenmerken als een watervlakte dan een beek met een duidelijke loop (zie onderstaande foto's). De beek wordt niet onderhouden en er is veel opslag van struiken en bomen. Aansluitend op de heringerichte gronden liggen vooral graslanden en in mindere mate akkerbouwgronden.

Luchtfoto van waterberging tijdens werkzaamheden in 2009 (boven) en in 2013 (onder).

6. Genormaliseerd in groenblauwe mantel tussen Ulicotense- en Baarleseweg

Het traject is ongeveer 2.600 m lang en heeft een sterk genormaliseerd karakter; de beperkte slingers van de historische loop zijn geheel verdwenen. Direct stroomafwaarts van Baarlese Brug (Oude Bredasebaan) ligt een bodemval bestaande uit verschillende stapjes gevormd door grote stenen.
De beek grenst in hoofdzaak aan grasland met plaatselijk enkele bosjes bestaande uit loofbomen. Het bosje stroomopwaarts van de Baarleseweg staat aan de noordzijde (geen beschaduwing) en op enige afstand van de beek. Langs het heringerichte deel stroomafwaarts van Baarlese Brug komt aan de zuidzijde van de beek een rij bomen tot ontwikkeling (zie onderstaande foto). Deze gronden zijn vanaf de andere oever met de kraan niet bereikbaar en worden daardoor niet meer onderhouden. Over een lengte van circa 200 m is het meest benedenstroomse deel van de beek breed en overgedimensioneerd. Verder stroomopwaarts, na een duiker is de beek smaller en ondieper (zie onderstaande foto).
Tijdens het veldbezoek op 3 oktober 2014 bestond de beperkt aanwezige vegetatie uit grasachtigen, sterrenkroos en waterpest. Vooral in het bovenstroomse deel van het traject was roestbruine neerslag van ijzeroer aanwezig als gevolg van ijzerrijke kwel.
Afgezien van de eerste 200 m vanaf de Ulicotenseweg (staat nog niet in planning) is over het hele traject waterberging en beekherstel gerealiseerd. De waterberging is in hoofdzaak lijnvormig (zie ook onderstaande foto) en alleen direct bovenstrooms van Baarlese Brug ligt een vlakvormige waterberging. Staatsbosbeheer wil tussen de Oude Bredasebaan en Baarleseweg aan de zuidzijde een houtwal van wilgen laten ontstaan. Ten behoeve daarvan stopt het waterschap met het onderhoud van de betreffende oever.
Het traject wordt twee keer per jaar onderhouden, met uitzondering van het deel in de vlakvormige waterberging waar één keer per jaar onderhoud plaatsvindt. Over vrijwel het gehele traject worden per kilometer beeklengte tien blokken van 20 m lengte en 0,5 m breedte in het water en op de teen afwisselend aan weerszijden van de beek gespaard. Alleen stroomopwaarts van de Baarleseweg wordt de vegetatie langs één oever over een breedte van 0,5 m in teen en talud gespaard.

Heringericht deel stroomafwaarts van Baarlese Brug.

Duiker 200 m stroomafwaarts van Ulicotenseweg.

7. Sterk verstuwd tussen Baarleseweg en Venweg

Met circa 4.050 m is dit het langste onderscheiden traject. Op een enkele uitzondering na heeft de beek een sterk genormaliseerd karakter. Op het traject staan tien stuwen (inclusief de twee stuwen die het traject begrenzen).
De gronden langs de beek zijn in hoofdzaak in gebruik als akkerbouwgebied met gewassen als mais en aardappelen. Daarnaast zijn percelen in gebruik als grasland en staan er op terreinen van Staatsbosbeheer en particulieren plaatselijk bosjes van voornamelijk loofbomen.
Hoewel de beek genormaliseerd is, zijn er grote verschillen in dimensies en lengteprofiel tussen en binnen stuwpanden (zie ook onderstaande foto's). Alleen stroomafwaarts van de Fransebaan heeft de beek een slingerend karakter. Ter plaatse is de beek relatief ondiep en ontvangt aan de zuidzijde schaduw en blad- en takval van een bosje van hoofdzakelijk loofbomen. Het overige deel van het traject is sterk genormaliseerd en kort bovenstrooms van de stuwen vaak breed en soms ook diep. Op grotere afstand van de stuwen kan de beek smal en ondiep zijn. Het bovenstroomse deel van het traject is in zijn geheel erg smal en ondiep.
Tijdens de veldbezoeken op 3 en 24 oktober 2014 was in de meeste stuwpanden weinig vegetatie aanwezig. In het bovenstroomse deel zijn de meeste waterplanten waargenomen, bestaande uit grasachtige vegetatie met vooral sterrenkroos. Met uitzondering van de meest stroomopwaartse stuwpanden bevat de beek als gevolg van ijzerrijke kwel veel roestbruine neerslag.
Vermoedelijk treedt in het meest bovenstroomse stuwpand in (droge) zomers droogval op.

Stroomopwaarts van meest benedenstroomse stuw

Stroomafwaarts van Fransebaan

300 m Stroomopwaarts van Fransebaan

Langs Ulicotensebaan

Stroomafwaarts van de Huisvenloop is over de hele lengte van het traject beekherstel gerealiseerd. In het benedenstroomse deel van het traject is tevens lijnvormige waterberging uitgevoerd. Het hele traject is aangewezen als EVZ, maar de realisatie daarvan staat nog niet in de planning van het waterschap.
Op de meest bovenstroomse 300 m na wordt het traject twee keer per jaar onderhouden. Hierbij wordt langs één oever de vegetatie in teen en talud gespaard. In het benedenstroomse deel van het traject, tot de stuw ten noorden van de Ulicotensebaan wordt de vegetatie over een breedte van 0,5 m gespaard. Bovenstrooms van die stuw wordt de vegetatie over een breedte van 0,25 m gespaard, met uitzondering van de laatste paar honderd meter stroomopwaarts waar in de najaarsronde de vegetatie over de volledige breedte van de beek wordt gemaaid.

8. Droogvallend stroomopwaarts van Venweg
Het traject is bijna 550 m lang en de beek is volledig recht. Zowel bij het veldbezoek op 3 als op 24 oktober 2014 was de beek drooggevallen en volgens Toon Oomen (ondersteunend peilbheerder) staat dit traject het grootste deel van het jaar droog.
Afgezien van een klein bosje ten oosten van de Venweg aan de noordzijde van de beek zijn de aanliggende percelen in gebruik voor akkerbouw.
Het hele traject is aangewezen als EVZ, maar de realisatie daarvan is nog niet in de planning van het waterschap opgenomen.
Het traject wordt alleen in de najaarsronde onderhouden en daarbij wordt de vegetatie over de volledige breedte van de beek gemaaid.

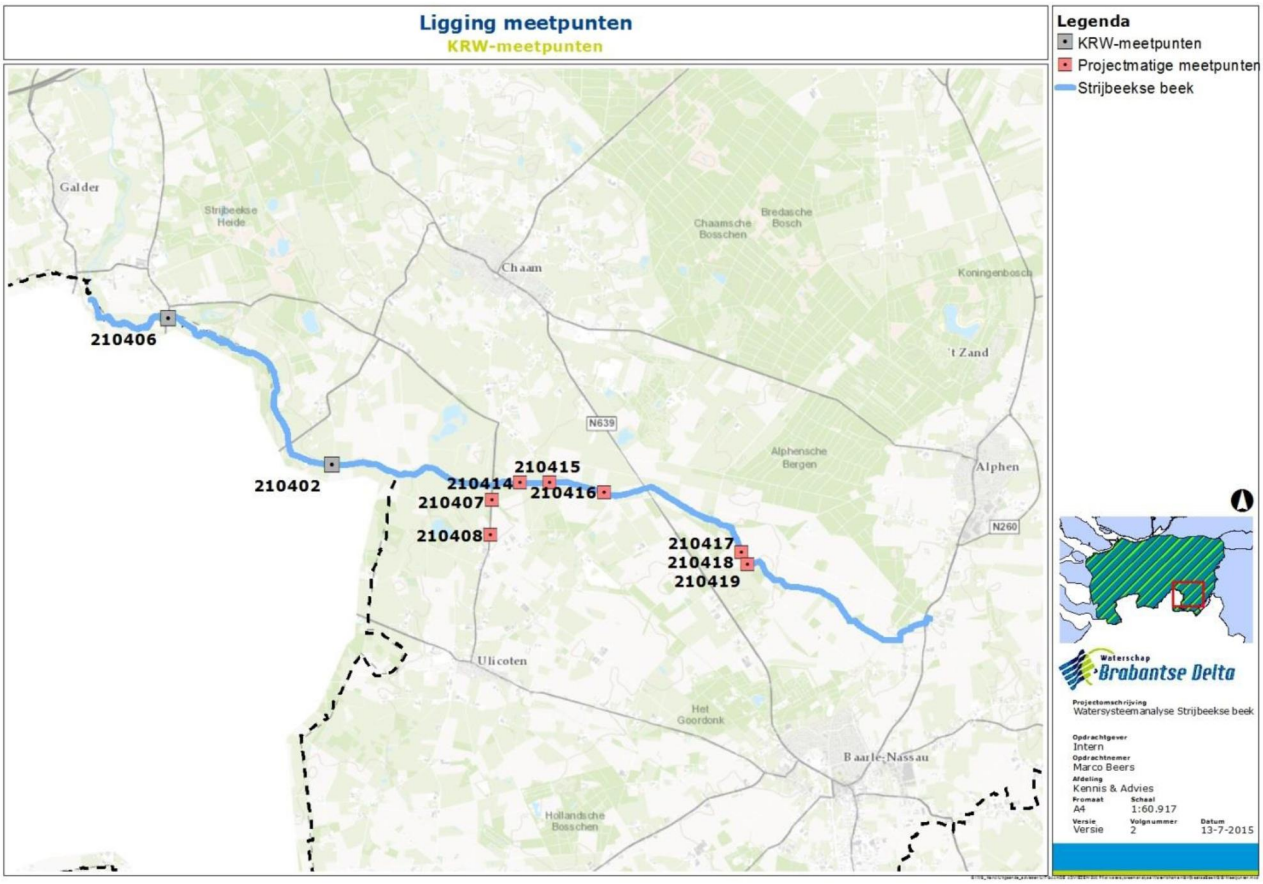
9. Huisvenloop
De Huisvenloop is circa 1.750 m lang en mondt ongeveer halverwege traject 7 (tussen Baarleseweg en Venweg) uit in de Strijbeekse beek. In de Huisvenloop staan drie stuwen en de waterloop heeft een recht karakter.
Langs de waterloop staan wat bosjes en voor de rest bestaat het grondgebruik uit gras- en akkerland.
In het stroomafwaartse deel van de Huisvenloop is roestbruine neerslag van ijzeroer als gevolg van ijzerrijke kwel aangetroffen.
Vanaf de Strijbeekse beek tot aan de tweede stroomopwaartse stuw (ruim 1.300 m waterloop) is beekherstel gerealiseerd en heeft inrichting als EVZ plaatsgevonden.
Bovenstrooms (ruim 750 m waterloop) vindt alleen in de najaarsronde onderhoud plaats. In het meest stroomopwaartse deel, tot de middelste stuw wordt de vegetatie over de volledige breedte gemaaid en tussen de middelste en meest benedenstroomse stuw wordt langs één oever de vegetatie in teen en talud over een breedte van 0,25 m gespaard. In het meest stroomafwaartse deel van het traject (bijna 990 m waterloop) wordt de vegetatie op dezelfde wijze gespaard, maar vindt twee keer per jaar onderhoud plaats.

3.2. Ecologische Sleutelfactoren

Om het ecologisch functioneren van de Strijbeekse beek te verklaren, zijn de gegevens van 93 parameters of ecologische sleutelfactoren verzameld. Deze parameters zijn onderverdeeld in chemische, hydrologische, hydromorfologische en biologische groepen. Een complete lijst van de parameters is opgenomen in bijlage 3.

3.2.1. Chemie

In de Strijbeekse beek liggen twee meetpunten die deel uitmaken van het KRW-meetnet (zie figuur 3.2). Hiervan wordt het bovenstrooms gelegen meetpunt 210402 representatief geacht voor 60% van het waterlichaam en het benedenstrooms gelegen meetpunt 210406 voor 40%.



Figuur 3.2. Ligging KRW-meetpunten in Strijbeekse beek.

Bovenstrooms van de Ulicotenseweg liggen nog zes projectmatige meetpunten (zie figuur 3.2). Het betreft maandelijkse metingen tussen 2005 en 2008 van veldparameters en nutriënten. Deze gegevens zijn verzameld in het STOWA-onderzoek "Moerasbufferstroken langs watergangen; haalbaarheid en functionaliteit in Nederland".
Ter hoogte van de Ulicotenseweg voegt het Groot Vergoor zich bij de Strijbeekse beek. In Groot Vergoor liggen twee projectmatige meetpunten. Meetpunt 210408 zat t/m 2004 in het routinematig meetnet en bevat als zodanig de meest recente gegevens. De monsters van meetpunt 201407 zijn van 1995 en bevatten veldparameters en nutriënten aangevuld met chloride en sulfaat.

3.2.2. Hydrologie

Er is een aantal hydrologische parameters geselecteerd die een sleutelfactor zijn voor het ecologisch functioneren van de Strijbeekse beek. Dit zijn de afvoer, stroomsnelheid, waterbreedte en –diepte en de mate van natuurlijke overstroming. Bij de sleutelfactor afvoer wordt op haar beurt weer gekeken naar de debietfluctuatie, piekafvoerfrequentie en droogval. De debietfluctuatie en piekafvoerfrequentie zijn afgeleid uit de afvoermeetreeks. De droogval is bepaald op basis van veldervaring. De sleutelfactoren stroomsnelheid, waterbreedte en –diepte en de mate van natuurlijke overstroming zijn in eerste instantie berekend met een oppervlaktewatermodel en vervolgens getoetst met (incidentele) metingen en veldervaring.

Eén van de belangrijkste hydrologische parameters voor de biologische kwaliteit van een beek is de stroomsnelheid. Een hoge stroomsnelheid (bijvoorbeeld 20-50 cm/s) is de motor achter hydromorfologische processen als erosie en sedimentatie, maar zorgt ook voor voldoende verversing van het water in de zomer. Daarom is de minimale stroomsnelheid, de gemiddelde zomerstroomsnelheid, de stroomsnelheid bij een voorjaarsafvoer en een jaarlijks hoogwater berekend. Ook de gemiddelde waterdiepte, waterspiegelbreedte en overstromingsfrequentie is bepaald met behulp van modelberekeningen.

3.2.3. Hydromorfologie

Bij het beoordelen van de hydromorfologie van een beek wordt gekeken in hoeverre de beek en haar omgeving een natuurlijke vorm kennen, een vorm die veroorzaakt wordt of past bij stromend water.

Er zijn alleen al binnen Europa vele verschillende methoden voor de beoordeling van de hydromorfologie van stromende wateren ontwikkeld. Voor de watersysteemanalyse is een morfologische monitoringsmethode toegepast op basis van de Duitse Gewässerstrukturgütekartierung (LUA Nordrhein-Westfalen, 1998), die in Vlaanderen en Nederland is doorontwikkeld door Royal Haskoning (Kloet et al., 2005). Doordat deze methode sterk is doorontwikkeld blijkt deze een betrouwbare beoordeling van de hydromorfologische kwaliteit van een laaglandbeek te kunnen geven.

Met deze hydromorfologische methode kan een beek beoordeeld worden op de volgende kenmerken:

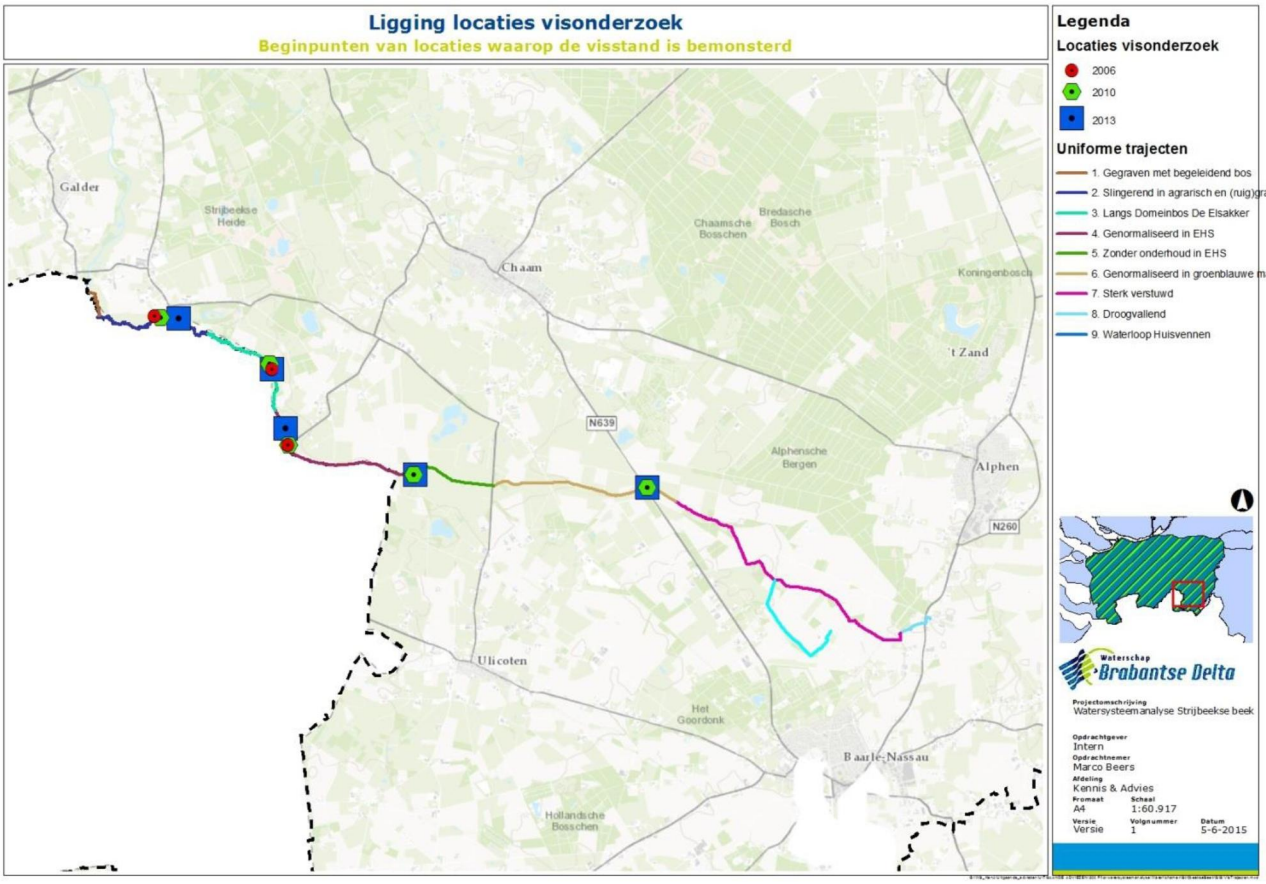
Hoofdparameter	**Subparameter**
Loopontwikkeling	Loopkromming
	Krommingserosie
	Breedte erosie
	Holle oevers
	Sedimentbanken
Lengteprofiel	Kunstwerken met verval
	Dieptevariatie
	Stroming
	Stromingsdiversiteit
Beddingstructuur	Substraat
	Beddingvegetatie
	Dood hout
	Beschaduwing
Dwarsprofiel	Oeverprofiel
	Breedtevariatie
	Breedte-diepte ratio
Oeverstructuur	Oeververdediging
	Oevervegetatie
Beekomgeving (linker en rechter oever)	Aangrenzend landgebruik
	Bufferstroken

De toegepaste methode wijkt af van de beoordelingssystematiek voor hydromorfologie voor de KRW, maar deze methode geeft meer informatie over het ecologisch functioneren en heeft daarom de voorkeur gekregen.

Voor de uniforme trajecten 1 t/m 7 is een willekeurig deeltraject van 200 m lang geselecteerd, waar eenmalig de morfologische kartering is uitgevoerd. Voor de trajecten 8 (droogvallend) en 9 (Huisvenloop) is vanwege het sterk genormaliseerde karakter niet gekarteerd. Naast de morfologische kartering is per uniform traject over de gehele lengte de mate van meandering en beschaduwing, de profieltypen en de onderhoudsmethode en frequentie bepaald. Verder zijn met behulp van een oppervlaktewatermodel de gemiddelde waterbreedte en waterdiepte en het sedimenttransport berekend.

3.2.4. Biologie

Voor overige waterflora en macrofauna zijn gegevens beschikbaar van de KRW-meetpunten (zie figuur 3.2). Inventarisatie van overige waterflora vindt eens in de drie jaar plaats en voldoet vanaf 2007 aan de voorwaarden voor een maatlatbeoordeling. Gegevens van voor 2007 zijn niet geschikt voor een analyse van de toestand en ontwikkeling van overige waterflora.
Macrofauna is op meetpunt 210406 vanaf 1992 jaarlijks geïnventariseerd. In 1990 en 1991 is circa 20 m benedenstrooms, op meetpunt 210401 bemonsterd en deze bepalingen worden meegenomen als meetpunt 210406. Op meetpunt 210402 is macrofauna van 1990 tot en met 1996 jaarlijks geïnventariseerd en daarna ongeveer om de drie jaar.
De visstand wordt vanaf 2006 ongeveer eens per drie jaar bemonsterd. In 2006 is de visstand op drie locaties onderzocht en in 2010 en 2013 op vijf locaties (zie figuur 3.3). Op elke locatie is de beek over een lengte van 250-300 m bemonsterd. In 2010 en 2013 is de visstand op de grens van de uniforme trajecten 4 en 5 onderzocht. Daarbij strekte in 2010 de bemonsterde locatie zich vooral uit over traject 5 en in 2013 over traject 4.



Figuur 3.3. Ligging locaties visonderzoek.

4. Resultaat

4.1. Toestand

Tabel 4.1 geeft het actuele KRW-oordeel van de Strijbeekse beek op basis van de twee KRW-meetpunten (bron: waterkwaliteitsportaal.nl). De systematiek is over het algemeen dat de slechtst scorende parameter het eindoordeel bepaalt. De ecologie scoort ontoereikend (oranje). Dit wordt veroorzaakt doordat macrofauna ontoereikend scoort. De Fysische Chemie scoort matig (geel). Dit wordt veroorzaakt door fosfor en temperatuur. De slechte score van stikstof (rood) is niet bepalend voor het eindoordeel, voor fosfor en stikstof geldt namelijk dat het hoogste oordeel van beide parameters het eindoordeel bepaalt. Voor wat betreft de specifieke verontreinigende stoffen voldoet zink niet aan de norm. Er zijn geen prioritaire stoffen die de norm overschrijden (kopje chemie in onderstaande tabel).

Tabel 4.1. Toestand Strijbeekse beek 2015 volgens Waterkwaliteitsportaal.

Kwaliteitselement	Toestand (Rapportagejaar)
	2009-2015
ECOLOGIE	
BIOLOGIE (EKR)	
Macrofauna (EKR)	0.32 (2015)
Overige waterflora (EKR)	0.53 (2015)
Vis (EKR)	0.44 (2015)
Fysische Chemie	
Fosfor totaal (mg P/l)	0.19 (2015)
Stikstof totaal (mg N/l)	7.03 (2015)
Chloride (mg Cl/l)	25 (2015)
Temperatuur (Celsius)	19.5 (2015)
Zuurgraad (-)	6.9 (2015)
Zuurstofverzadigingsgraad (%)	89.37 (2015)
Specifieke verontreinigende stoffen ...	zink
CHEMIE	
Ubiquitaire stoffen ...	
Niet-ubiquitaire stoffen ...	
Nieuwe prioritaire stoffen nr. 34 t/m 45 ...	

4.1.1. Chemie

Als behalve de (benedenstroomse) KRW-meetpunten ook de bovenstroomse meetpunten in de Strijbeekse beek worden meegenomen ontstaat het onderstaande beeld. De betreffende toetsresultaten staan in bijlage 4.

Veldparameters
Temperatuur voldoet vrijwel nooit aan de norm. Voor het watertype (R4) moet het 98 percentiel van alle metingen onder de 18 °C blijven. Achtergrond van deze norm is dat er wordt uitgegaan van veel beschaduwing van de beek. Deze beschaduwing ontbreekt grotendeels in de Strijbeekse beek, waardoor het water vermoedelijk te warm is. Dit kan met name voor bepaalde gewenste macrofaunasoorten schadelijk zijn.
Op meetpunt 210417 (bovenstrooms in Strijbeekse beek) voldoet de zuurgraad in twee van de vier meetjaren niet aan de norm. Benedenstrooms zijn (bijna) geen overschrijdingen. Op het bovenstroomse punt wordt in 2006 zowel aan de zure als aan de basische kant de norm (licht) overschreden. In 2007 wordt alleen de norm aan de zure kant (licht) overschreden. De overschrijdingen aan de zure kant zouden kunnen duiden op oxidatie van pyriet (zie de bespreking van sulfaat in de volgende alinea).

Zouten
Op meetpunt 210417 (bovenstrooms in Strijbeekse beek) voldoet sulfaat in de drie beschikbare meetjaren niet aan de norm. In oppervlaktewater zijn inlaatwater en/of rioolwater vaak een bron van sulfaat. Beide bronnen spelen niet in de Strijbeekse beek. Een andere mogelijkheid is dat er in de grondwaterstroom pyrietlagen zijn geoxideerd. Uit provinciale kaarten blijkt dat er pyriet in de grond zit (www.atlas.brabant.nl). Tijdens veldbezoeken werd bovenstrooms in de Strijbeekse beek neerslag van ijzer waargenomen. Het is daarom aannemelijk dat hier dieper grondwater aan de oppervlakte komt. Aangenomen wordt dat de oxidatie van pyriet uit het diepe grondwater zorgt voor het teveel aan sulfaat (en voor de soms lage pH).

Nutriënten
Het valt op dat stikstof nooit aan de norm voldoet. Voor de KRW is het echter voldoende als óf stikstof óf fosfor voldoet. Fosfor voldoet de laatste jaren relatief vaak ook niet meer aan de norm, met name op meetpunt 210406 (Strijbeekseweg). Ook uit berekeningen met het programma Trendanalist blijkt dat de fosfortrend (licht) stijgend is op dit meetpunt (zie bijlage 6). In de nabij gelegen en vergelijkbare Chaamse beek en het Merkske neemt de fosfor niet significant toe. De hypothese dat de trend wordt veroorzaakt door natte jaren aan het eind van de periode wordt daarom verworpen. Mogelijk is er een verband met een verandering in landgebruik in het stroomgebied van de Strijbeekse beek. Volgens Richard Broers (senior cultuurtechnisch medewerker) is de teelt van 'vroege' aardappels de afgelopen jaren toegenomen. De website www.kennisakker.nl geeft aan dat aardappelen een fosfaatbehoeftig gewas zijn en adviseert om voorafgaand aan een teelt fosfaat toe te dienen. Om een eventueel verband tussen veranderingen in landgebruik en de stijging van het fosfor daadwerkelijk aan te tonen zijn nadere analyses nodig. Vooralsnog is de reden van de stijging van fosfor dan ook onbekend.

Metalen
De normoverschrijdingen voor koper en nikkel verdwijnen als rekening wordt gehouden met de biologische toetsing (2^{e} lijn). Zink overschrijdt de norm, ook als rekening wordt gehouden met de biologische beschikbaarheid. De metalen zink en nikkel (en arseen) zitten soms "ingebouwd" in pyriet (Van Helvoort, 1998). De hogere concentraties van deze metalen zijn mogelijk gerelateerd aan de eerder genoemde afbraak van pyriet. Koper is mogelijk vrijgemaakt uit de bodem door het wat zuurdere grondwater. Zoals eerder aangegeven is de afbraak van pyriet mogelijk de oorzaak van het wat zuurdere grondwater. De "echte" bron van het koper is mogelijk mest. Vroeger werd aan veevoer koper toegevoegd, omdat het vee hier sneller door groeide. Een deel van dit koper kwam via de mest in de bodem terecht.

Microverontreinigingen
De PAK fluorantheen voldoet met name op het meest benedenstroomse KRW-meetpunt en met name in de laatste jaren niet aan de norm. Mogelijke bronnen zijn atmosferische depositie (oliestook in Vlaanderen) en de landbouw (mest). Onduidelijk is waarom met name benedenstrooms en met name de laatste jaren veel overschrijdingen van de norm voorkomen.

4.1.2. Hydrologie

Afvoer
In de Strijbeekse beek was een debietmeetpunt aanwezig bij de Strijbeekseweg van 1993 t/m 2002. Uit deze meetreeks zijn een aantal karakteristieke afvoeren afgeleid (zie tabel 4.2). De basisafvoer van de Strijbeekse beek bedraagt 10-20 l/s. In zeer droge zomers daalt de afvoer tot circa 5 l/s. De verhouding tussen de voorjaarsafvoer en jaarlijkse piekafvoer wordt vaak als maat genomen in hoeverre de afvoerdynamiek

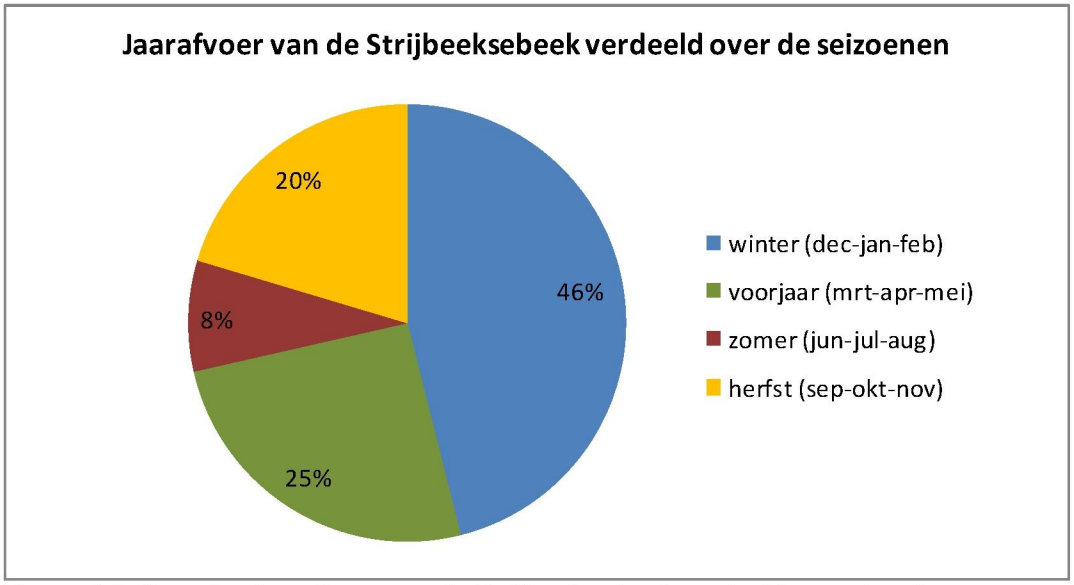
natuurlijk is. Bij een natuurlijke beek is ligt de piekafvoer ongeveer een factor 4 hoger dan de voorjaarsafvoer. Bij de Strijbeekse beek is dit een factor 7. De piekafvoer van de Strijbeekse beek is dus verhoogd, logischerwijs door de sterke ontwatering van het stroomgebied.

Tabel 4.2. Een aantal karakteristieke afvoeren, zoals gemeten in de Strijbeekse beek in de jaren 1993 t/m 2003.

Herhalingstijd	Afvoer (m^3/s)	95% betrouwbaarheidsinterval van de afvoer (m^3/s)
T100	5,3	3,8 – 6,0
T10	3,6	2,9 – 4,0
T1 (jaarlijkse piekafvoer)	1,9	1,3 – 2,6
Halve maatgevende afvoer (2-3 weken/jaar)	0,93	
Voorjaarsafvoer (3 maanden/jaar)	0,25	
Mediane (gemiddelde) afvoer	0,12	
Droogste maand afvoer	0,02	
Droogste week afvoer	0,01	

In 1996 is een accoladeprofiel aangelegd op een deel van uniform traject 7. In 2010 is een waterberging gegraven (traject 5) en zijn moerasstroken aangelegd (traject 4, 5 en 6). In principe zullen deze de piekafvoer van de Strijbeekse beek enigszins dempen, maar in hoeverre dit de piekafvoeren in de Strijbeekse beek verminderd, is niet bekend.

De sterke ontwatering van het stroomgebied heeft ook tot gevolg dat er gedurende de winter en het voorjaar veel (grond)water wordt afgevoerd, waardoor de grondwaterberging 's zomers in grote delen van het stroomgebied is uitgeput en er nog maar weinig afvoer optreedt (zie figuur 4.2).



Figuur 4.2. Gemeten jaarafvoer van de Strijbeekse beek verdeeld over de seizoenen.

Waterpeilen

Ter plaatse van de Strijbeekseweg werd ook het waterpeil gemeten. Het waterpeil benedenstrooms van de stuw varieert tussen 4,5 - 4,7 mNAP bij lage tot mediane afvoer en 5,7 - 6,0 mNAP bij piekafvoeren. Het waterpeil kan bij piekafvoeren dus tot 1,5 m hoger staan dan bij een lage afvoer. Het laagste maaiveld rond de Strijbeekseweg kent een hoogte van circa 5,8 mNAP (AHN2010). Bij een piekafvoer overstroomt het laagste maaiveld dus net.

Berekende stroomsnelheid, waterbreedte, waterdiepte en sedimenttransport

Met een Sobek-oppervlaktewatermodel zijn verschillende hydraulische parameters, zoals stroomsnelheid en waterdiepte, berekend voor de Strijbeekse beek. Om de stroomsnelheid e.d. jaarrond te berekenen zijn de gemeten afvoeren uit het jaar 2001 verdeeld over de verschillende trajecten naar rato van het afwaterend oppervlak. Er is voor het jaar 2001 gekozen omdat dit het laatste bemeten jaar is en een redelijk gemiddelde neerslag en verdamping kende. Vervolgens zijn de stroomsnelheid, waterdiepte, waterbreedte en het sedimenttransporterend vermogen voor het jaar 2001 berekend voor een wintersituatie met lage stuwstanden (in traject 7) en een zomersituatie met hoge stuwstanden (zie tabel 4.3). De berekende

waarden kunnen gezien worden als een beste schatting. De minimale stroomsnelheid en waterdiepte is voor diverse trajecten naar beneden bijgesteld op basis van veldwaarnemingen.

Tabel 4.3. Modelresultaten van verschillende parameters per uniform traject; groen = parameter voldoet aan ecologische wens; geel = parameter niet optimaal; rood = parameter voldoet niet aan ecologische wens.
***) Berekend met stuwen in de zomerstand.**
****) Op basis van veldwaarnemingen.**

Uniform traject	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Stroomsnelheid bij hoogwater (T=1) (m/s)	0,57	0,53	0,46	0,41	0,09	0,42	0,27	0,08	0,30
Gemiddelde winter stroomsnelheid (bij 30%MA) (m/s)	0,28	0,29	0,24	0,27	0,14	0,27	0,13	0,02	0,16
Gemiddelde zomer stroomsnelheid (jun/jul/aug) (m/s)	0,09	0,17	0,14	0,16	0,06	0,16	0,03*	0,01	0,09
Minimum stroomsnelheid (m/s)	0,02	0,10	0,09	0,09	0,01	0,00**	0,00**	0,00**	0,00**
Gemiddelde waterdiepte (m)	0,6	0,4	0,5	0,4	0,7	0,3	0,2	0,3	0,1
Minimale waterdiepte	0,3	0,1	0,1	0,1	0,05**	0,05**	0,1*	0,0**	0,0*
Gemiddelde breedte van de waterspiegel (m)	2,8	2,9	2,7	2,6	43	2,8	2,1	1,2	1,2
Sedimenttransport bij T1 volgens formule Van Rijn (m^3/dag)	0,5	1,0	0,5	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0

De gewenste stroomsnelheid voor een laaglandbeek bovenloopje bedraagt 0,1-0,6 m/s volgens de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (Buskens et al., 2012). Bij beekherstelprojecten wordt in de regel een stroomsnelheid van minimaal 0,2 m/s nagestreefd, waarbij deze stroomsnelheid bij voorkeur gedurende het gehele jaar gehaald wordt. Daarom wordt een stroomsnelheid tussen 0,2-0,6 m/s gezien als goed, een stroomsnelheid van 0,1-0,2 m/s als matig en een stroomsnelheid kleiner dan 0,1 m/s als slecht. De berekende lage stroomsnelheden in de zomer (gemiddelde zomer en minimum stroomsnelheid) moeten wel enigszins gerelativeerd worden. Sobek rekent namelijk met een gemiddelde stroomsnelheid, terwijl in de praktijk nog een stroomdraad kan voorkomen waarbinnen de snelheid aanzienlijk hoger ligt dan tussen de omliggende vegetatie. Desondanks mag duidelijk zijn dat van de hydrologische parameters de lage stroomsnelheid in de zomer het grootste knelpunt vormt voor vrijwel de gehele beek.

In traject 1 ligt de stroomsnelheid 's zomers laag, vergeleken met de trajecten 2, 3 en 4. Dit is het gevolg van het relatief hoge zomerpeil op de Boven Mark, waardoor het waterpeil in traject 1 verhoogd en de stroomsnelheid verlaagd wordt.

De stroomsnelheid in traject 5, 7, 8 en 9 liggen gedurende grote perioden van het jaar te laag. In traject 5 is dit het gevolg van de grote breedte van de waterberging, terwijl in traject 7 de stuwen voor een lage stroomsnelheid zorgen. In traject 8 en 9 zal de lage stroomsnelheid het gevolg zijn van de geringe afvoer en de aanwezigheid van stuwen.

De gemiddelde waterdiepte zou volgens de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen tussen 0,1-0,75 m moeten liggen. De jaargemiddelde waterdiepte voldoet hieraan in de trajecten 1, 2, 3, 4 en 7, waarbij de waterdiepte in het laatste traject mede door de stuwen veroorzaakt wordt. De gemiddelde breedte van de waterspiegel zou 1-3 m moeten bedragen. Hieraan voldoen alle trajecten, behalve traject 5. Door de forse breedte van de waterberging is de beek in dit traject te breed.

Het oppervlaktewatermodel kan met behulp van een korrelgrootteverdeling en de formule van Van Rijn een schatting maken van het sedimenttransport. Volgens deze berekening vindt sedimenttransport vrijwel alleen plaats tijdens piekafvoeren. Daarom is het sedimenttransport (in m^3/dag) bij een jaarlijkse afvoergolf bepaald. Er zijn geen normen bekend die aangeven hoeveel sedimenttransport goed is en wat niet goed is. Daarom wordt eenvoudigweg gesteld dat sedimenttransport bij een natuurlijke beek hoort en dus goed is, terwijl het ontbreken van sedimenttransport niet goed is. In traject 5, 7, 8 en 9 treedt volgens het model nagenoeg geen sedimenttransport op. In traject 5 komt dit door de aanwezigheid van de waterberging, die als zand- en slibvang functioneert. Het benedenstrooms gelegen traject 4 zal daardoor maar weinig sediment ontvangen. In traject 7 voorkomen de stuwen dat er sedimenttransport kan optreden. In traject 8 en 9 is waarschijnlijk de beperkte afvoer de reden van het ontbreken van sedimenttransport.

Berekende overstromingskans
In het project "Toetsing wateroverlast" (2014) is onder meer het overstromingsrisico voor de Strijbeekse beek bepaald. Uit deze studie blijkt dat langs traject 1, 2, 3 en 4 overstroming van het beekdal optreedt bij regelmatig terugkerende hoogwatersituaties (T=2). De breedte van het beekdal –en daarmee de

overstromingsvlakte– beperkt zich in de regel tot 50-100 m en is aan Nederlandse zijde hoofdzakelijk gelegen binnen eigendom van Staatsbosbeheer. Een hoogwatersituatie duurt in de regel 1-2 dagen. Vanuit ecologisch perspectief is deze overstromingsduur te kort om een betekenis te hebben in de levenscyclus van vissen of macrofauna, maar het overstromen van het beekdal heeft wel als positief gevolg dat de stroomsnelheid in de Strijbeekse beek bij piekafvoeren wordt beperkt. Bovenstrooms van de waterberging in traject 5 treedt volgens de "Toetsing wateroverlast" geen overstroming op bij hoogwatersituaties van T=2 tot T=100.

Onttrekkingen
Op 23-7-2015 is het verbod voor het onttrekken van oppervlaktewater binnen het stroomgebied van de Strijbeekse beek opgeheven, dat was ingesteld vanwege droge omstandigheden. De afvoer van de Strijbeekse beek ter hoogte van de Strijbeekseweg was 16 l/s op het moment van het opheffen van het onttrekkingsverbod. Een oppervlaktewateronttrekking kan bij een dergelijk lage afvoer leiden tot droogval van de beek.

4.1.3. Hydromorfologie

Voor de uniforme trajecten 1 t/m 7 is een morfologische kartering uitgevoerd over een deeltraject van 200 m lang. De resultaten van deze kartering zijn op hoofdlijnen in tabel 4.4 opgenomen.

Tabel 4.4. De waardering van de hoofdparameters van de morfologische kartering per uniform traject; blauw (1) = zeer goed; groen (2) = goed; geel (3) = matig; oranje (4) = onvoldoende; rood (5) = slecht. Toegepaste methode en dus de beoordeling komt niet overeen met KRW-systematiek voor hydromorfologie.

Uniform traject	1	2	3	4	5	6	7
Loopontwikkeling Meandering, erosie, sedimentatie	3	3	3	3	4	4	4
Lengteprofiel Stroming, dieptevariatie, kunstwerken	2	2	1	2	3	3	4
Beddingstructuur Substraat, vegetatie, dood hout	4	1	3	2	4	3	3
Dwarsprofiel Oeverprofiel, breedtevariatie, breedte-diepte verhouding	3	2	2	3	2	3	5
Oeverstructuur Oeverbeschoeiing, doorworteling	1	3	1	2	2	2	2
Beekomgeving links Bos, weiland, agrarisch land, bebouwing, bufferstroken	1	3	1	4	1	3	1
Beekomgeving rechts	1	1	1	3	1	3	4
Eindwaardering	1,8	2,2	1,8	2,6	2,7	3,0	3,4
Eindoordeel	Zeer goed	Goed	Zeer goed	Goed	Goed	Matig	Matig

De onderzochte delen van de uniforme trajecten 1 t/m 5 zijn goed tot zeer goed ontwikkeld. De gestuwde en genormaliseerde bovenloop scoort matig. Hieronder worden per morfologische hoofdparameter de belangrijkste resultaten besproken. Aanbevelingen voor de verbetering per uniform traject zijn opgenomen in paragraaf 4.3.

Opmerkelijk genoeg scoort de **loopontwikkeling** slechts matig tot onvoldoende. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de afwezigheid van sedimentbanken. De Strijbeekse beek lijkt vrij arm te zijn aan sediment. Enerzijds zal dit het gevolg zijn van de lemige waterbodem in de middenloop (traject 3 en 4), anderzijds is de relatief diepe ligging van het profiel weinig bevorderlijk voor de ontwikkeling van zandbanken. Bij een grote profieldiepte zijn de stroomsnelheden bij hoge afvoeren relatief hoog en is er minder variatie in stroomsnelheid binnen het profiel. Tijdens hoogwatersituaties zijn er daardoor weinig stromingsluwe plekken waar sedimentatie kan optreden. Tenslotte is er ook een verband met het onderhoud dat uitgevoerd wordt: alleen in het onderzochte traject 3, dat door de ligging in het bos niet overal machinaal onderhouden kan worden, komen wel enkele zandbanken voor. Onderhoud kan enerzijds leiden tot een directe verwijdering van zandbanken, anderzijds treedt sedimentatie eerder op in begroeide trajecten doordat de vegetatie de stroomsnelheid ter plaatse verlaagd en zo sediment invangt.

De waardering van het **lengteprofiel** is goed tot zeer goed voor traject 1 t/m 4. Er is hier voldoende stroomsnelheid (op het moment van de kartering) en dieptevariatie, mede door het ontbreken van stuwen. De variatie in stroomsnelheid is echter slechts matig, doordat het profiel van de Strijbeekse beek relatief smal en diep is en er door het onderhoud bovendien slechts weinig waterplanten voorkomen die voor variatie kunnen zorgen. In traject 3, dat niet machinaal onderhouden kan worden, is de stromingsdiversiteit wel zeer goed.

Binnen de hoofdparameter **beddingstructuur** scoort substraat goed tot zeer goed op alle trajecten, terwijl dood hout vrijwel overal zeer slecht scoort. Met name in de trajecten met beboste oevers (traject 1, 3 en 5) weegt het ontbreken van dood hout zwaar door in de morfologische beoordeling. Ondanks dat de morfologische kartering in het najaar is uitgevoerd, scoort de beddingvegetatie in de trajecten 2, 4 en 5 goed tot zeer goed.

Het **dwarsprofiel** van traject 1 t/m 6 scoort matig tot goed. Omdat deze trajecten nog van nature meanderen, of reeds heringericht zijn, is het oeverprofiel goed tot zeer goed. De breedtevariatie is alleen goed bij de van nature nog meanderende trajecten 2 en 3. Doordat de Strijbeekse beek relatief diep en smal is, scoort de breedte-diepte ratio matig tot slecht, uiteraard met uitzondering van de (lijnvormige) waterberging in traject 5.

De **oeverstructuur** scoort op alle onderzochte trajecten goed tot zeer goed, afgezien van traject 2. Oeverbeschoeiing ontbreekt dan ook, behalve plaatselijk in traject 2. Een gebrek aan doorworteling van de oevers door bijvoorbeeld Zwarte Els is nog een knelpunt.

De **beekomgeving** van de benedenloop (traject 1, 2 en 3) is aan Nederlandse zijde zeer goed, aangezien het aangrenzend landgebruik bestaat uit natuurgebied. Aan de Belgische zijde, maar ook aan Nederlandse zijde op traject 4, 6 en 7, wordt er nog landbouw bedreven tot op de insteek van de beek. Op deze trajecten scoort de beekomgeving onvoldoende.

4.1.4. Onderhoud

Ten behoeve van de ecologie voert het waterschap gedifferentieerd onderhoud uit, waarbij delen van de vegetatie gespaard worden (zie paragraaf 3.1). Tijdens de verschillende veldbezoeken was echter nauwelijks tot geen gespaarde vegetatie te zien, op de trajecten waar onderhoud wordt uitgevoerd. Kraanmachinisten die (nog) niet bekend zijn met de ecologisch onderhoud, zijn veelal geneigd te veel vegetatie te verwijderen en dat gaat ten koste van het beoogde doel. De grensvormende delen van de Strijbeekse beek worden onderhouden door de provincie Antwerpen. Tot op heden maait de provincie daarbij de beek over de volledige breedte.
De meeste uniforme trajecten in de Strijbeekse beek worden twee keer per jaar gemaaid. Ondanks de intentie van het waterschap om het onderhoud gedifferentieerd uit te voeren leidt dit vaak toch tot het volledig verwijderen van de vegetatie. Naar verwachting leidt dit vooral voor macrofauna en in mindere mate voor vis tot negatieve effecten.

Onderhoud van de grensvormende beek op uniform traject 2 (7-12-2015).

4.1.5. Biologie

Overige waterflora
De onderstaande bevindingen zijn gebaseerd op Lambregts-Van de Clundert (2015).

Het kwaliteitselement overige waterflora bestaat uit drie onderdelen; fytobenthos, abundantie groeivormen en soortensamenstelling macrofyten. De samenstelling van fytobenthos is gerelateerd aan de mate van

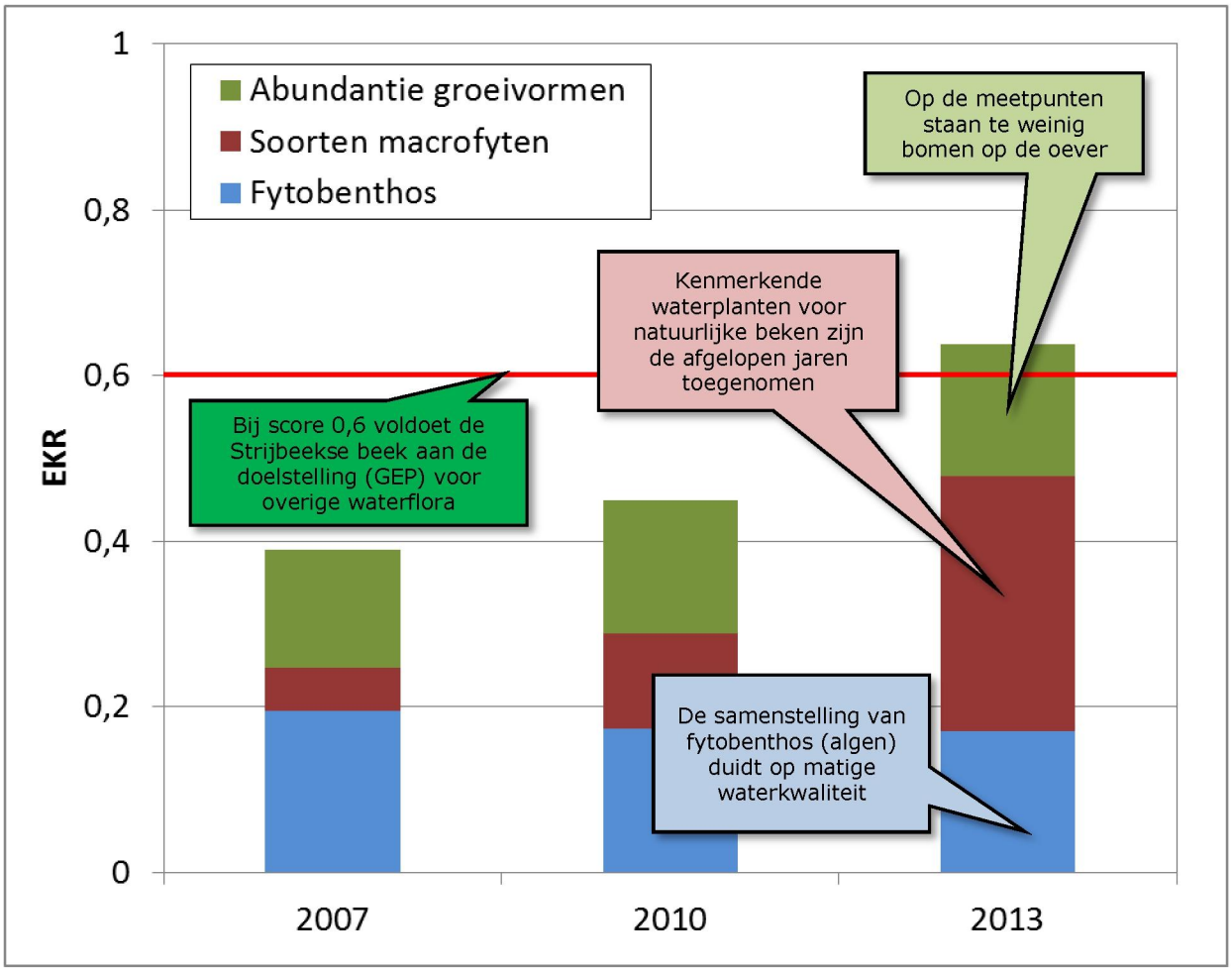
organische belasting en voedselrijkdom. De toestand van de groeivormen en soortensamenstelling is naast voedselrijkdom vooral afhankelijk van de inrichting en het onderhoud.

Vooral voor 2007 duidde de samenstelling van fytobenthos op een goede waterkwaliteit. Daarna past het aangetroffen fytobenthos bij een matige waterkwaliteit en lijkt zich de laatste meetjaren op dat niveau te stabiliseren.

De gewenste groeivormen voor een beek zijn ondergedoken waterplanten, planten die deels boven water uitsteken (emers) en oeverbegroeiing. Op de meetpunten en langs grote delen van de beek ontbreekt de gewenste oeverbegroeiing: bomen in dichtheid variërend van schaduwrijk bos tot half open landschap. Ondergedoken en emerse waterplanten komen in redelijke tot hoge dichtheden voor. De mate waarin deze vegetatie wordt aangetroffen, is in sterke mate afhankelijk van het gevoerde onderhoud.

Hoewel op de meetpunten redelijk tot veel ondergedoken en emerse waterplanten aanwezig waren, betrof dit tot enkele jaren geleden vooral soorten die niet thuishoren in een natuurlijke beek. De laatste meetjaren is echter het aantal en de dichtheid van de gewenste soorten hoger. Zo zijn Haaksterrenkroos en Scherpe Zegge in de Strijbeekse beek verschenen en kwam Duizendknoopfonteinkruid in het gehele beheergebied in 2013 meer voor dan in voorgaande jaren. Haaksterrenkroos is in 2013 waarschijnlijk in bloei aangetroffen en kon daardoor met zekerheid worden gedetermineerd. Mogelijk komt deze soort al langer in de Strijbeekse beek voor, maar bij voorgaande inventarisaties is niet verder gedetermineerd dan Sterrenkroos.
Vanaf 2007 neemt voor meetpunt 210402 de beoordeling voor soortensamenstelling macrofyten geleidelijk toe. Pas in 2013, het meest recente meetjaar stijgt ook voor het benedenstroomse meetpunt de beoordeling, maar de stijging is dan wel gelijk erg groot.

In 2013 voldoet de KRW-toestand aan het GEP (doel: EKR = 0,6), maar de meetjaren daarvoor niet (zie figuur 4.3). De hogere score voor 2013 is het gevolg van meer gewenste soorten die in hogere dichtheden voorkomen.

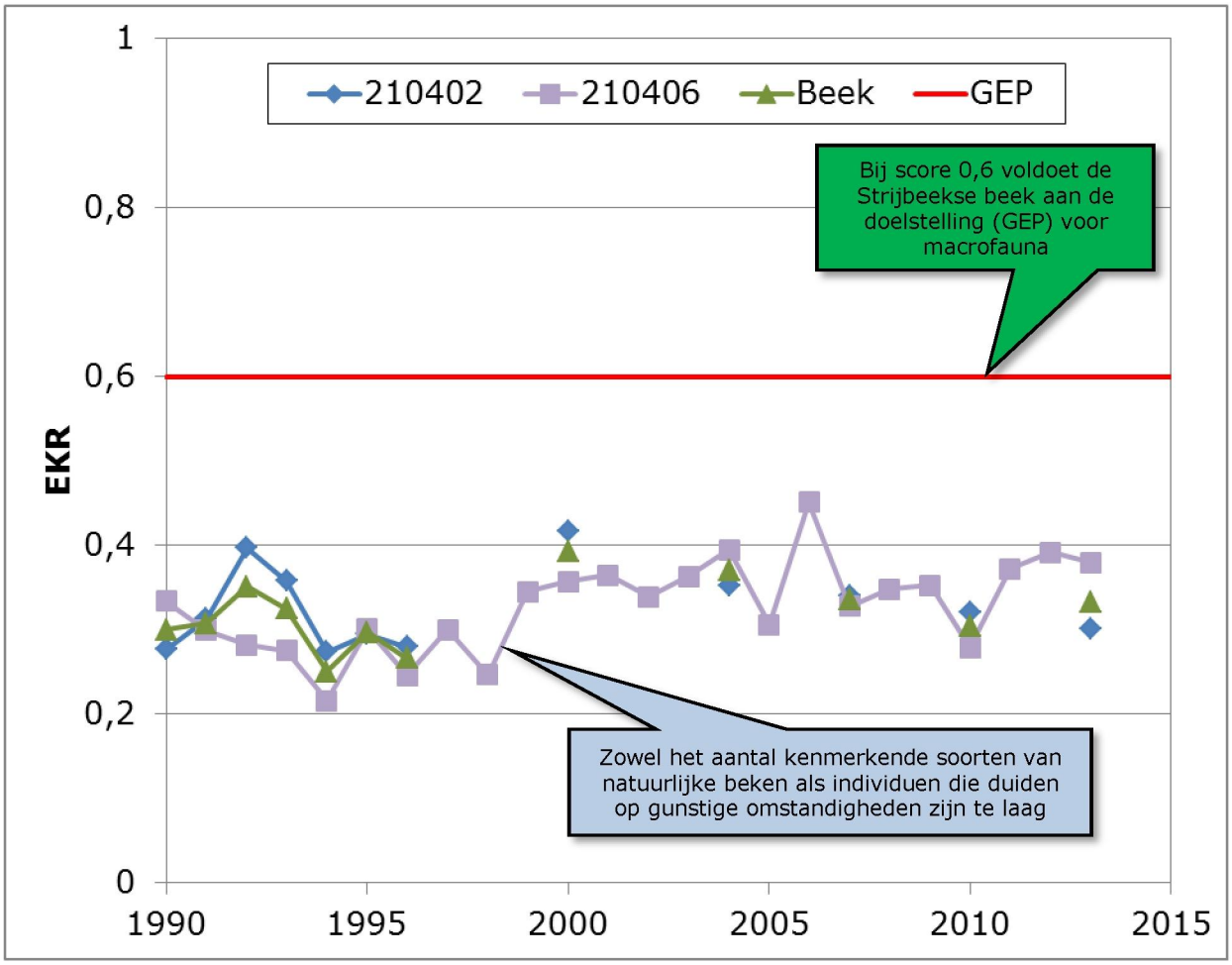


Figuur 4.3. KRW-beoordelingen voor overige waterflora (rode lijn geeft GEP aan; weging van alle onderdelen is gelijk).

Macrofauna
De onderstaande bevindingen zijn gebaseerd op Lambregts-Van de Clundert (2015).

In de macrofaunamonsters van de Strijbeekse beek is het aandeel indicatorsoorten voor stroming (zeer) laag tot redelijk. Dit duidt er op dat de stroming op de meetpunten periodiek laag is en dat hoge stroomsnelheden (afgezien van piekafvoeren) niet voorkomen.
Op basis van voedselstrategie wordt macrofauna ingedeeld als knipper, vergaarder of grazer. In natuurlijke bovenlopen dient het aandeel knippers hoog te zijn en het aandeel grazers laag. Door het ontbreken van grof materiaal, zoals blad en hout op de meetpunten in de Strijbeekse beek is het aandeel knippers in de monsters te laag.
Daarnaast duidt de samenstelling van de macrofaunamonsters op weinig variatie in substraat. Vooral grof materiaal zoals blad en hout ontbreekt.

De KRW-toestand van de beek wordt vanaf 1990 beoordeeld als ontoereikend en alleen de individuele KRW-meetpunten krijgen in enkele gevallen een hogere score (zie figuur 4.4). De score voor meetpunt 210406 vertoont tot 1995 een daling en lijkt daarna licht te stijgen. De score voor meetpunt 210402 kent tot en met 2000 enkele uitschieters naar boven en naar beneden en neemt daarna juist licht af. Doordat meetpunt 210402 representatief is voor het grootste deel van de beek, nemen eveneens de beoordelingen voor het waterlichaam vanaf 2000 licht af.



Figuur 4.4. KRW-beoordelingen voor macrofauna op de KRW-meetpunten en voor het waterlichaam (beek = gewogen gemiddelde van de scores voor de twee meetpunten; als er zowel voor- als najaarsbemonsteringen zijn uitgevoerd, geeft de grafiek het gemiddelde van beide bemonsteringen; rode lijn geeft GEP aan).

Vis
De vangst op trajecten 2, 3 en 4 toont sterke overeenkomsten (zie tabel 4.5). In de meeste gevallen zijn vijf à zes soorten aangetroffen. Als stromingsminnende soorten komen alleen bermpje en riviergrondel voor. Deze soorten zijn in elke vangst vertegenwoordigd en domineren samen in aantallen de visstand. Paling, de enige migrerende soort is aanwezig in de meeste vangsten, maar altijd in lage aantallen. Snoek, een soort

die zowel in stilstaand als stromend water voorkomt, is net als bermpje en riviergrondel in elke vangst op de trajecten 2, 3 en 4 aangetroffen. Andere soorten die op deze trajecten relatief vaak worden gevangen zijn tiendoornige stekelbaars, baars en de exoot zonnebaars.

Tabel 4.5. Aantal gevangen vissen per soort op uniforme trajecten bij bemonsteringen in 2006, 2010 en 2013.

Uniform traject	**2**			**3**			**4**				**5**	**6**	
Jaar	**2006**	**2010**	**2013**	**2006**	**2010**	**2013**	**2006**	**2010**	**2013**	**2013**[2]	**2010**	**2010**	**2013**
Bermpje (S)[1]	6	93	196	16	21	47	19	8	62	100	26		5
Riviergrondel (S)[1]	77	665	178	63	76	224	157	34	323	61	32		2
Paling (M)[1]	3	1		4	1	1	2		1				
Karper									1				
Snoek	13	1	7	12	2	3	7	5	1	15	4	2	1
Baars		7	1					3	1		1		
Blankvoorn									1				
3D. Stekelbaars	2		1										
10D. Stekelbaars		1	2		2	2			4				
Zeelt		1						1					
Zonnebaars (E)[1]				3		1	1		1				
Aantal vissen	**101**	**769**	**385**	**98**	**102**	**278**	**186**	**51**	**395**	**176**	**63**	**2**	**8**
Aantal soorten	**5**	**7**	**6**	**5**	**5**	**6**	**5**	**5**	**9**	**3**	**4**	**1**	**3**

[1] S = stromingsminnend; M = migrerend en E = exoot
[2] Locatie lag op de grens van uniform traject 4 en 5

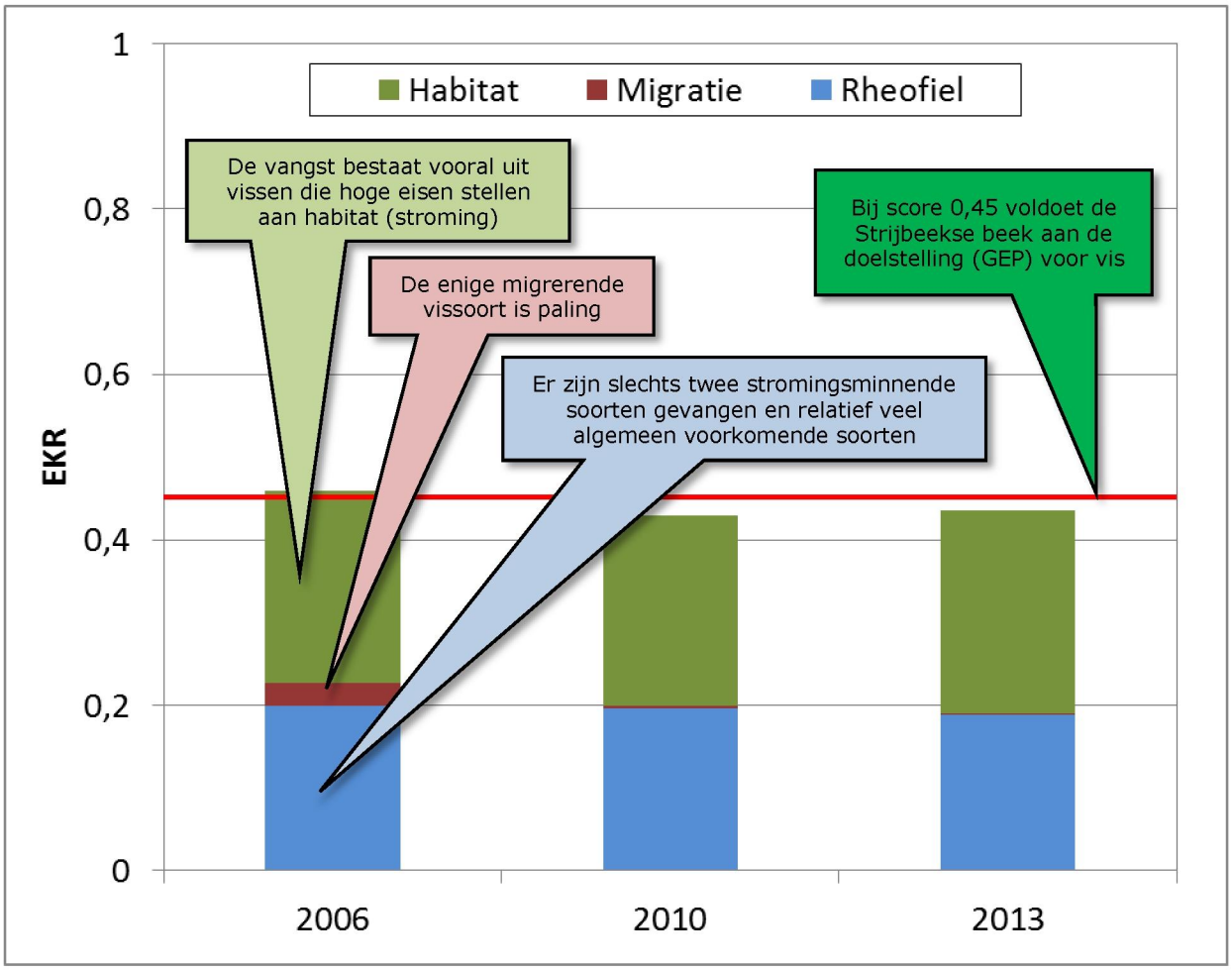
Op traject 5 zijn in 2009 ingrijpende maatregelen uitgevoerd en is de situatie in de jaren daarna sterk gewijzigd. De resultaten van het visonderzoek van 2010 op traject 5 zijn daardoor niet representatief voor de huidige visstand en worden hier niet besproken.

Op traject 6 wijken de vangsten sterk af van de trajecten 2, 3 en 4. Het aantal gevangen vissen en soorten ligt op traject 6 veel lager. In 2010 zijn alleen twee exemplaren van snoek gevangen. De vangst van 2013 is met drie soorten iets gevarieerder, maar de omvang is met acht exemplaren ook in dat jaar laag.

Het verschil tussen enerzijds de uniforme trajecten 2, 3 en 4 en anderzijds traject 6 is goed te verklaren met de ecologische sleutelfactoren die de visstand bepalen. Op traject 6 zullen de omstandigheden voor vissen ongunstiger zijn door de grote invloed van ijzerrijke kwel[3]. De beperkte diepte en breedte versterken deze invloed. Daarnaast valt in droge perioden de stroming vrijwel weg en groeit in de zomer de beek dicht met moerassachtige vegetatie. Ten slotte kunnen vissen door de aanwezige migratiebarrières na ongunstige omstandigheden of calamiteiten niet terugkeren naar de bemonsteringslocatie.
Hoewel er enige verschillen zijn in de voorwaarden tussen trajecten 2, 3 en 4, bijvoorbeeld in de mate van normalisatie en landgebruik, lijkt dit niet te leiden tot verschillen in vangsten. De samenstelling van de vangsten past bij de karakteristieken van de beek. De beek kent ook in droge perioden nog een redelijke stroming en dit uit zich in een visstand die in aantallen gedomineerd wordt door stromingsminnende soorten. Vanuit het oogpunt van vis bekeken zijn de dimensies van de beek beperkt en daardoor komen er vooral kleinere vissoorten voor. Door de geringe connectiviteit en stroming van de Boven Mark trekt slechts een beperkt aantal migrerende en stromingsminnende soorten de Strijbeekse beek op.

De KRW-toestand vertoont voor de onderzoeksjaren slechts geringe verschillen (zie figuur 4.5). Alleen in 2006 voldoet de beek net aan het GEP (doel: EKR = 0,45). Op de deelmaatlatten vertonen de scores in alle drie de jaren een vergelijkbaar beeld. De deelmaatlat habitatgevoelig krijgt een zeer hoge score, doordat vissen die gevoelig zijn voor habitatverstoring in aantallen de vangsten domineren. Voor migratie wordt de score in de Strijbeekse beek volledig bepaald door paling en omdat er van deze soort weinig vissen zijn gevangen, is de score op de bijbehorende deelmaatlat zeer laag. Met bermpje en riviergrondel zijn slechts twee stromingsminnende soorten gevangen en hierdoor blijft de score op de deelmaatlat rheofiel achter bij de doelstelling.

[3] Het ijzer slaat neer, niet alleen op de beekbodem en waterplanten, maar mogelijk ook op de eitjes en kieuwen van vissen. Hierdoor kunnen de eitjes zuurstofloos raken en vissen ademhalingsproblemen krijgen. Juist typische beekvissen hebben een hoog zuurstofgehalte nodig en dat geldt in nog sterkere mate voor hun eitjes.



Figuur 4.5. KRW-beoordelingen voor vis (rode lijn geeft GEP aan; door weging is 0,25 voor habitat en migratie en 0,5 voor rheofiel de maximale bijdrage aan de maatlatbeoordeling).

4.1.6. Synthese

De ecologische waarde van de waterplanten in de Strijbeekse beek is de afgelopen jaren sterk toegenomen. Dit komt doordat het aantal positief scorende soorten is toegenomen en het aantal negatief scorende soorten is afgenomen. Waarom positieve soorten verschijnen en negatieve soorten afnemen kan niet met zekerheid worden verklaard. Opmerkelijk is dat het fosforgehalte in de Strijbeekse beek de afgelopen jaren enigszins is toegenomen, waardoor eerder een verslechtering van de vegetatiesamenstelling verwacht zou worden, zoals wel terug is te zien in de samenstelling van fythobenthos ('vastzittende' algen).
Bovenstrooms vond de verschuiving naar positief scorende soorten eerder plaats dan benedenstrooms. Het ecologisch onderhoud dat sinds 2007 bij het waterschap is ingevoerd, heeft hier mogelijk een positieve invloed op gehad (het traject met het benedenstroomse meetpunt wordt door de provincie Antwerpen intensiever beheerd). Naast het onderhoud speelt ook een algehele verbetering in het beheergebied een rol. In tegenstelling tot de soortensamenstelling van waterplanten is de beoordeling van de groeivormen vrijwel constant gebleven. Vooral het gebrek aan beekbegeleidende bomen op de meetpunten belemmert een verbetering van deze beoordeling. Uit het veldbezoek en de morfologische monitoring blijkt dat dit langs grote delen van de Strijbeekse beek het geval is.

De macrofaunasamenstelling laat zien dat de Strijbeekse beek (op uniform traject 2 en 4) ecologisch gezien nog niet goed functioneert. De voor beken kenmerkende soorten macrofauna hebben jaarrond een relatief lage watertemperatuur, voldoende afvoer en stroomsnelheid, gevarieerd substraat en een constant hoog zuurstofgehalte nodig (Verdonschot, 2015). Uit modelberekeningen en veldwaarnemingen blijkt dat de stroomsnelheid in de zomermaanden aan de lage kant ligt. De hydromorfologische monitoring laat zien dat het substraat hoofdzakelijk bestaat uit zand en leem, met slechts weinig slib en dat laatste is op zich goed. Detritusrijke zones en substraat als stammen, takken en blad ontbreken echter nagenoeg volledig, waardoor de macrofaunagroep "knippers" ondervertegenwoordigd is.
Op de Strijbeekse beek lozen geen riooloverstorten of RWZI's, die voor lage zuurstofgehaltes kunnen zorgen. Uit de beschikbare metingen blijkt dan ook dat het zuurstofgehalte voldoende is. De metingen zijn evenwel

zodanig laagfrequent (maandelijks), dat de momenten met de laagste zuurstofgehaltes makkelijk gemist kunnen worden. Dit komt mede omdat de lage zuurstofgehaltes verwacht worden gedurende een warme zomernacht, een moment waarop per definitie niet bemonsterd wordt. De watertemperatuur ligt dan hoog, er vindt afbraak van slib plaats en waterplanten en algen verbruiken dan eveneens zuurstof. Door de hoge watertemperatuur in de zomer voldoet deze parameter niet aan het doel. Ook zink overschrijdt de norm.

Voor de visstand bevindt de benedenloop (traject 1 t/m 4) zich qua stroming in een redelijk tot goede staat. Dit komt overeen met de goede tot zeer goede hydromorfologische beoordeling voor deze trajecten. De benedenloop van de Strijbeekse beek is dan ook nog relatief natuurlijk. De lage stroomsnelheden die in de zomer optreden, zijn geen probleem voor de aanwezige stromingsminnende vissen: riviergrondel en bermpje. Andere stromingsminnende soorten ontbreken, vooral door de afwezigheid van populaties in de Boven Mark. Door de geringe waterdiepte en -breedte komen algemene vissoorten, zoals blankvoorn, brasem en karper niet of slechts in (zeer) beperkte aantallen in de Strijbeekse beek voor. Naast de geringe breedte en diepte leiden de relatief hoge stroomsnelheden tot het hooguit incidenteel aantreffen van typische plantminnende soorten, zoals ruisvoorn en zeelt.
De bovenloop van de Strijbeekse beek (uniform traject 6 t/m 9) ligt overwegend in landbouwgebied. 's Zomers groeit de beek plaatselijk vrijwel dicht en valt de stroomsnelheid geheel weg. Daarnaast blijkt uit veldbezoek dat in de bovenloop veel ijzerrijke kwel voorkomt en uit metingen dat de zuurgraad (pH) periodiek vrij laag is door pyrietoxidatie. De bovenloop is daardoor ongeschikt om een duurzame populatie stromingsminnende vis in stand te houden. Bovendien is herkolonisatie voor vis vanuit het benedenstroomse deel grotendeels onmogelijk door de aanwezigheid van verschillende vismigratieknelpunten. Op traject 6 zijn de gevangen aantallen vis dan ook zeer laag. Traject 7 t/m 9 zijn niet bemonsterd.

4.2. Belastingen met oplossingsrichting

De grootste belasting of druk op de ecologische kwaliteit van de Strijbeekse beek is de landbouw, die circa 60-70% van de oppervlakte van het stroomgebied beslaat. De landbouw belast de beek door een sterke ontwatering, via de waterkwaliteit (onder andere nutriënten) en door het landgebruik op de oevers van de beek. Andere menselijke belastingen zijn het onderhoud en de inrichting (normalisatie en verstuwing) van de beek, kolonisatie door exoten en de onnatuurlijke inrichting van de Boven Mark. Naast de menselijke belastingen speelt bovenstrooms ook de oxidatie van pyrietlagen in de ondergrond. Hierdoor komt ijzerrijke kwel uit het diepe grondwater naar boven en door de sterke mate van ontwatering komt deze kwel direct in de beek met als gevolg ongunstige omstandigheden voor vis. Zie verder tabel 4.6.

Tabel 4.6. Significante belastingen op Strijbeekse beek met uniforme trajecten waarop ze van toepassing zijn (in rood).

		Traject									
Belasting/druk	**Gevolg**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**Oplossingsrichting**
Ontwatering en peilbeheer voor en onttrekking door landbouw	Sterke ontwatering. Weinig afvoer en lage stroomsnelheid in de zomer, waardoor stromingsminnende macrofauna en vis onder druk komen te staan. Veel afvoer en hoge stroomsnelheid in het najaar en de winter, waardoor risico bestaat op uitspoeling van macrofauna.										• beekherstel • verder extensiveren van onderhoud • inbrengen dood hout en zand
Onderhoud	Eenzijdig substraat: direct negatief effect op overige waterflora, indirect negatief effect op macrofauna en vis										• verder extensiveren van onderhoud • aanbrengen/laten ontwikkelen beekbegeleidende bomen
Landgebruik	Weinig bomen langs de beek: eenzijdig substraat, gebrek aan schaduw, hogere watertemperatuur. Direct negatief effect op overige waterflora, indirect op macrofauna en vis.										• aanbrengen/laten ontwikkelen beekbegeleidende bomen • verder extensiveren van onderhoud
Effect van landbouw op waterkwaliteit	Hoge concentraties nutriënten (en PAK fluorantheen). Negatief effect op fytobenthos en overige waterflora.										Nederlandse mest- en gewasbeschermingsmiddelenbeleid (o.a. verplichtingen nitraatrichtlijn)
Kolonisatie door exoten	Negatief effect op vis										• beek zo natuurlijk mogelijk inrichten • gebruik gebiedsvreemde materialen vermijden
Normalisatie	Eenzijdig substraat en direct en indirect negatief effect op macrofauna en vis										• beekherstel • verder extensiveren van onderhoud • inbrengen dood hout en zand • aanbrengen/laten ontwikkelen beekbegeleidende bomen
Verstuwing Boven Mark	• Belemmering vismigratie; negatief effect op vis • Beïnvloeding stroomsnelheid op uniform traject 1 van de Strijbeekse beek met negatief effect op macrofauna en vis										Beekherstel Boven Mark
Verstuwing Strijbeekse beek	Belemmering vismigratie; negatief effect op vis										Aanleg vispassages
Pyriet -> neerslag ijzer (en mogelijk hoge concentratie zink)	Ongunstige omstandigheden voor vis (ijzer) en mogelijk macrofauna (zink)										-

4.3. Potenties, maatregelen en monitoring

Potenties

Uit de voorgaande paragraaf blijkt dat de landbouw via verschillende sporen een sterk negatieve invloed heeft op de ecologische kwaliteit van de Strijbeekse beek. Vooral stroomopwaarts van uniform traject 5 is deze invloed groot. Door de sterke ontwatering, hoge mate van verstuwing op trajecten 7-9 en onttrekking voor irrigatie is in droge perioden sprake van zeer lage stroomsnelheden. Daarnaast versterken deze ingrepen negatieve effecten van de ijzerrijke kwel.
Het is niet realistisch om de hoge mate van ontwatering en verstuwing volledig terug te dringen. Het dempen of verondiepen van sloten, verhogen van de beekbodem en verwijderen van drainage en stuwen leidt tot een sterke vermindering van de opbrengst van de landbouw en tot een daling van de waarde van de grond. Het op de landbouw afgestemde waterbeheer wordt voor de Strijbeekse beek dan ook gezien als onomkeerbare ingreep.

De sterke ontwatering en hoge mate van verstuwing resulteert in een hoge belasting en geringe potenties van de bovenloop voor met name vis en macrofauna. Maatregelen, zoals herinrichting en het inbrengen van dood hout zullen daardoor op de uniforme trajecten 7-9 relatief weinig ecologische rendement hebben. De potentie voor ecologie is hoger op trajecten 1-4 en in mindere mate op traject 6 (traject 5 is reeds natuurlijk ingericht en wordt niet meer onderhouden). In de benedenloop zullen herinrichting en extensiever onderhoud daardoor meer effect sorteren. In onderstaand overzicht richten de maatregelen zich daarom vooral op trajecten 1-4 en 6. Verder kan het wenselijk zijn om in de bovenloop maatregelen te nemen die benedenstrooms de afvoer ten goede komen en de nutriëntenbelasting verminderen. De omstandigheden voor waterplanten, macrofauna en vis zullen dan in de hele beek verbeteren.

Maatregelen top 9
In de onderstaande tabel zijn negen maatregelen geformuleerd (van urgent naar minder urgent), die de ecologische kwaliteit van de Strijbeekse beek kunnen verbeteren. Onder de tabel volgt een toelichting op de maatregelen.

Nr.	Maatregel	Traject	Doelen	Gevolgen/beperkingen
1	Inbrengen of laten liggen van dood hout	1-4*	• Creëren van habitat (variatie in substraat en stroming) voor macrofauna en vis. • Verminderen van drift (macrofauna). • Stimuleren van sedimentatie.	Machinaal onderhoud is niet meer mogelijk ter plaatse van het ingebrachte hout. Toepassen waar onderhoud beëindigd/geëxtensiveerd kan worden. Voor traject 2 is medewerking nodig van provincie Antwerpen (Vlaamse beheerder).
2	Aanbrengen/laten ontwikkelen van beekbegeleidende bomen	1, 2, 4, 6**	• Ontwikkelen natuurlijke oevervegetatie. • Meer inval van blad en hout in de beek. • Verlagen watertemperatuur door schaduw van bomen op de zuidoever. • Beperken ontwikkeling waterplanten door schaduw, waardoor onderhoud geëxtensiveerd of beëindigd kan worden.	Machinaal onderhoud kan slechts vanaf één kant uitgevoerd worden (bij eenzijdige bosontwikkeling) of in het geheel niet meer (bij tweezijdige bosontwikkeling).
3	Verder extensiveren van onderhoud	1-4*, 6	• Ontwikkelen vegetatie. • Creëren van habitat voor macrofauna. • Creëren van een hogere stroomsnelheid en meer stromingsvariatie. • Verminderen van drift (macrofauna). • Stimuleren van sedimentatie.	Vermindering van de drooglegging voor de landbouw. Voor traject 2 is medewerking nodig van provincie Antwerpen (Vlaamse beheerder).
4	Beekherstel in Boven Mark	Nvt	• Aanbod van stromingsminnende vissoorten vergroten. • Realiseren van een hogere stroomsnelheid op uniform traject 1 door een meer natuurlijk peilverloop in de Bovenmark	Ook exoten kunnen de Strijbeekse beek bereiken.
5	Uitvoeren beekherstel	2, 4	• Herinrichting genormaliseerde trajecten. • Vergroten stromingsdiversiteit. • Creëren bufferzone tussen beek en landbouw.	Grondverwerving is noodzakelijk. Op delen van trajecten is al beekherstel uitgevoerd, maar niet effectief genoeg.

Nr.	Maatregel	Traject	Doelen	Gevolgen/beperkingen
6	Creëren van bufferzone met beekbegeleidende beplanting tussen Belgische landbouwpercelen en beek	2, 4	• Verminderen van de inspoeling van nutriënten via oppervlakkige afstroming. • Verlagen watertemperatuur door schaduw van bomen op de zuidoever.	Overleg met provincie Antwerpen. Zo nodig grensvormende Strijbeekse beek verplaatsen. Tijdelijke afname van de ecologische waarde in de nieuw gegraven beek.
7	Waterkwaliteit verbeteren/fosfor terugdringen (via nationaal beleid)	1-9	• Gunstigere omstandigheden voor overige waterflora (vooral voor fytobenthos).	Om de waterkwaliteit benedenstrooms te verbeteren, zullen alle trajecten aangepakt moeten worden.
8	Inbrengen van zand	4	• Bevorderen van de ontwikkeling van zandbankjes. • Verhogen stroomsnelheid. • Creëren habitats.	Vermindering van de drooglegging voor de landbouw.
9	Herintroductie van macrofauna (en eventueel vis) indien natuurlijke migratie niet/onvoldoende plaatsvindt	1-4	• Vergroten soortendiversiteit.	Moet worden voldaan aan wet- en regelgeving voor herintroductie

* Op traject 3 groeien nauwelijks waterplanten en daarom kan daar in ieder geval het onderhoud worden beëindigd.

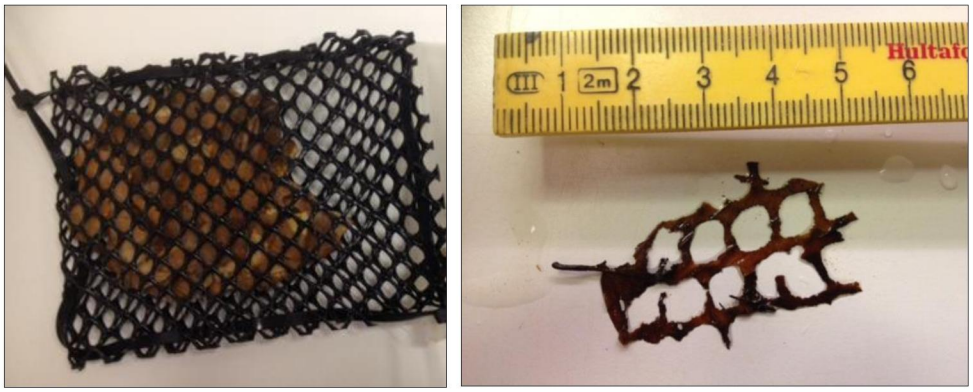
** Op traject 6 tussen de Oude Bredasebaan en Baarleseweg stopt het waterschap op verzoek van Staatsbosbeheer met het onderhoud op de zuidoever, zodat daar een houtwal van wilgen kan ontstaan. Op traject 6 komt benedenstrooms van de Oude Bredasebaan aan de zuidzijde een rij bomen tot ontwikkeling, omdat deze vanaf de andere oever onbereikbaar zijn voor het onderhoudsmaterieel.

Zoals aangegeven is het opheffen van de sterke ontwatering niet realistisch, waardoor de zomerafvoeren ook in de toekomst laag zullen liggen. Mitigatie is mogelijk door de huidige beekbedding te versmallen, bijvoorbeeld met beekherstel, inbrengen van dood hout en extensiever onderhoud. Deze maatregelen verhogen niet de afvoer, maar door het verkleinen van het profiel komt de stroomsnelheid wel hoger te liggen. Daarnaast verlagen deze maatregelen de kans op drift en uitspoelen van macrofauna en vis bij piekafvoeren.
Andere maatregelen gericht op het verhogen van de stroomsnelheid worden minder kansrijk of niet effectief geacht. Het verlagen van stuwpeilen om de afvoer te verhogen kan in zeer droge perioden bijvoorbeeld een effectieve maatregel zijn. Met dergelijk peilbeheer wordt echter water uit landbouwgebieden onttrokken. Dit staat haaks op de huidige werkwijze en wordt maatschappelijk waarschijnlijk niet geaccepteerd. Het plaatsen van waterconserveringsstuwtjes is niet effectief. Deze stuwtjes worden in de praktijk pas laat in het voorjaar, na de grondbewerking omhoog gezet. Het meeste water wordt dan nog steeds in de winter en het voorjaar afgevoerd, waardoor de afvoer in de zomer laag blijft. Een laatste redmiddel om de beek watervoerend te houden tijdens extreem droge perioden, kan het oppompen van grondwater zijn of aanvoeren van water van elders (de beek aan het infuus leggen), maar dit is een erg kunstmatige ingreep.

Het inbrengen van dood hout draagt naast de mitigatie van de sterke ontwatering ook bij aan variatie in habitat en stroming. Dood hout is als zodanig essentieel voor macrofauna en kan tevens een positieve invloed hebben op de visstand. Het gebrek aan dood hout en blad in de Strijbeekse beek leidt voor macrofauna tot het ontbreken van kenmerkende soorten voor beken.
Door de huidige geringe bebossing van de oevers valt er weinig hout in de beek en het hout dat er wel in valt, wordt met machinaal onderhoud jaarlijks verwijderd. Daarom dient hout actief ingebracht te worden en het onderhoud aangepast te worden, zodat het hout blijft liggen. Dood hout kan op de uniforme trajecten 2 en 4 pluksgewijs ingebracht worden. Ter plaatse van het ingebrachte dood hout worden beide oevers bij voorkeur bebost. Langs trajecten 1 en 3 is bos aanwezig en zal daardoor hout in de beek vallen. Het actief inbrengen van hout is hier dus niet noodzakelijk, maar het onderhoud moet wel aangepast worden, net als op de trajecten 2 en 4. In ieder geval op traject 3 is dit mogelijk, omdat er door beschaduwing nauwelijks waterplanten in de beek groeien.

Naast dood hout ontbreekt op de meeste plaatsen in de Strijbeekse beek ingevallen blad. Hierdoor is er een gebrek aan geschikt substraat voor macrofaunasoorten die behoren tot de groep 'knippers'. Het aanbrengen of laten ontwikkelen van beekbegeleidende bomen kan dit knelpunt oplossen. Deze maatregel heeft de

schaduw van de bomen op de zuidoever als bijkomend voordeel. De schaduw verlaagt de watertemperatuur met een positief effect op macrofauna en remt de ontwikkeling van vegetatie, waardoor het onderhoud verder geëxtensiveerd kan worden.
Het extensiveren van onderhoud is niet alleen van belang om stroming te bevorderen en hout en blad in de beek te krijgen en te houden, maar creëert ook meer habitat en schuilgelegenheid voor macrofauna en vis en mogelijkheden voor sedimentatie. Om dit optimaal vorm te geven moet het onderhoud afgestemd worden met de provincie Antwerpen.



Het effect van de 'knippers' onder de macrofauna; de berkenbladeren worden door de mazen van het zakje (links) opgegeten door macrofauna; het resultaat is rechts te zien (foto's: Anette B. Alnoee).

De Strijbeekse beek staat niet op zich, maar is een onderdeel van het stroomgebied van de Boven Mark. Dit is vooral een belangrijk gegeven voor vissen die over langere afstanden migreren en een groter leefgebied hebben. In de huidige situatie is het aantal stromingsminnende soorten in de Strijbeekse beek en de Boven Mark beperkt. Beekherstel in Boven Mark is noodzakelijk, zodat stromingsminnende vissen, zoals kopvoorn, serpeling en winde daar populaties kunnen vormen en de Strijbeekse beek kunnen optrekken, bijvoorbeeld om te paaien.
In de Strijbeekse beek zelf is het benedenstroomse deel al optrekbaar gemaakt. Stroomopwaarts zijn nog migratiebarrières aanwezig; een bodemval bij Baarlese Brug op uniform traject 6 en stuwen op de trajecten 7-9. Daarvan ligt alleen bodemval Baarlese Brug in het deel van de beek met aanwijzing Noodzaak vismigratie in het Waterbeheerplan 2010-2015. De bodemval is in dat plan over het hoofd gezien en onterecht niet aangewezen als migratieknelpunt. In het verleden is getracht het knelpunt op te lossen door de bodemval aan te storten met puin, maar dit puin was grotendeels te klein en licht en is daardoor weggespoeld. Het verdient aanbeveling de huidige barrière aan te storten met een grove sortering stortsteen en desgewenst vast te leggen in beton, zodat er een vispasseerbare helling ontstaat. Aangezien de beek stroomopwaarts weinig waarde voor vis heeft, zal het rendement van deze maatregel beperkt zijn. Vanwege de geringe kosten en om vissen de kans te bieden aan ongunstige omstandigheden bovenstrooms tijdelijk te ontsnappen, wordt desondanks aanbevolen de bodemval vispasseerbaar te maken.
De uniforme trajecten 7-9 hebben niet de aanwijzing Noodzaak vismigratie en zowel op deze trajecten zelf als direct benedenstrooms daarvan heeft de beek weinig waarde voor vis. Daarom zijn investeringen in vismigratie op deze trajecten niet zinvol.
Het opheffen van migratiebarrières vergroot het risico dat uitheemse soorten de Strijbeekse beek optrekken. Uitheemse vissen kunnen door predatie en concurrentie om habitat en voedsel een bedreiging vormen voor gewenste kwetsbare soorten en leiden daarom tot een lagere KRW-beoordeling. In beken met kwetsbare vissoorten, zoals beekprik en beekdonderpad wordt daarom soms overwogen migratiebarrières juist te handhaven. Aangezien in de Strijbeekse beek en Boven Mark alleen redelijk algemene soorten voorkomen, vormt dit geen belemmering om migratieknelpunten op te lossen.
Om in de Strijbeekse beek de concurrentiepositie van gewenste soorten ten opzichte van uitheemse soorten te versterken dient de beek zo natuurlijk mogelijk ingericht te worden. Uitheemse soorten komen namelijk vooral sterk tot ontwikkeling in verstoorde, onnatuurlijke systemen. Gebruik van gebiedsvreemde materialen, zoals stortstenen dient daarom zo veel mogelijk beperkt te worden en ingezet moet worden op voldoende stroming en variatie in natuurlijk habitat, bijvoorbeeld door dood hout in te brengen.

In de Strijbeekse beek is al beekherstel uitgevoerd, maar dit heeft nog niet geleid tot een verbetering in macrofauna en vis. Daarnaast geldt dat in het benedenstroomse deel vooral uniforme trajecten 2 en 4 nog plaatselijk een genormaliseerd karakter hebben en dat de landbouwpercelen tot aan de beek lopen, met name aan de Vlaamse zijde. Bij voorkeur krijgen de genormaliseerde delen ook een slingerend karakter en worden bufferzones tussen beek en landbouwpercelen aangebracht. Aangezien de beek op deze trajecten grotendeels grensvormend is, geschiedt dit bij voorkeur in afstemming en samenwerking met de provincie Antwerpen en andere relevante Vlaamse instanties.

Qua waterkwaliteit valt op dat stikstof nooit aan de norm voldoet en fosfor de laatste jaren relatief vaak niet meer. Daarbij is de fosfortrend op het benedenstroomse meetpunt (licht) stijgend. De voorgestelde aanleg van bufferzones draagt bij aan de vermindering van de nutriëntenbelasting en Nederlands en EU-beleid is gericht op het terugdringen van nutriëntengehaltes. Vanwege de hoge stikstofgehaltes en de stijging van fosfor met onbekende oorzaak wordt aanbevolen de huidige monitoring voort te zetten om ontwikkelingen te kunnen volgen en de monitoringsinspanning in ieder geval niet te verlagen.

Het actief inbrengen van zand in beken is een relatief nieuwe herstelmaatregel. Door zand in te brengen in combinatie met dood hout en meer vegetatie in de beek, wordt het profiel versmald en bijgevolg neemt de stroomsnelheid in de zomer toe. Zonder het inbrengen van zand kan aanslibbing tussen het dood hout en de watervegetatie optreden, wat minder gewenst is. Het inbrengen van zand verhoogt dus de effectiviteit van ingebracht hout en gespaarde vegetatie en verhoogt de morfologische kwaliteit.

De macrofaunagemeenschap is net als de visstand mede afhankelijk van populaties in de omgeving. Hierbij geldt dat vissen makkelijker en over langere afstanden migreren dan macrofauna. Als bronpopulaties van macrofauna in de nabijheid ontbreken of migratie onvoldoende plaatsvindt, kan daarom overwogen worden om over te gaan tot herintroductie. Als voorwaarde geldt dan wel dat het habitat in de Strijbeekse beek voor de betreffende soort(en) geschikt moet zijn.

Monitoring en meetnet
In de Strijbeekse beek liggen routinematige meetpunten op uniforme trajecten 2 en 4. Eens per drie jaar worden beide meetpunten op waterplanten en macrofauna onderzocht. Om de ontwikkelingen in de tijd voor macrofauna nauwkeurig te kunnen volgen, wordt op het benedenstroomse meetpunt eveneens in de tussenliggende jaren geïnventariseerd. Sinds het begin van de metingen zijn de veranderingen echter beperkt en een lagere meetfrequentie van eens per drie jaar lijkt ook voldoende om de ontwikkelingen in macrofauna te volgen.
De huidige monitoring voor waterplanten en macrofauna beperkt zich tot het benedenstroomse deel van de Strijbeekse beek. Gezien de lage potentie van de bovenloop (trajecten 6-9) heeft het geen prioriteit om daar te gaan inventariseren.
In het verleden is aangenomen dat meetpunt 210402 representatief is voor het bovenstroomse deel van de beek. Daarom is voor de KRW-beoordeling aan dit meetpunt een representativiteitspercentage toegekend van 60% en aan het benedenstroomse meetpunt 40%. Uit de veldbezoeken en analyses voor de onderhavige studie blijkt dat de meetpunten hooguit representatief zijn voor het benedenstoomse deel, uniforme trajecten 1-4. Aanbevolen wordt de representativiteitspercentages te herzien en beide meetpunten voor 50% in de KRW-beoordeling mee te laten tellen.
Binnen de benedenloop staat langs trajecten 1 en 3 meer bos(opslag) dan langs de trajecten met de meetpunten. De huidige monitoring geeft daardoor geen inzicht in het effect van beekbegeleidend bos op de macrofaunagemeenschap in de Strijbeekse beek. Aanbevolen wordt in de jaren tussen de KRW-meetjaren macrofauna niet meer op meetpunt 210406 te inventariseren, maar op wisselende locaties op trajecten 1-4. Deze locaties moeten zich qua morfologie, onderhoud en/of (oever)begroeiing duidelijk onderscheiden van de huidige meetpunten. Op deze wijze verkrijgt het waterschap met gelijkblijvende monitoringinspanning inzicht in de ruimtelijke variatie binnen de Strijbeekse beek. Mocht blijken dat macrofauna op een nieuwe locatie structureel afwijkt van de huidige meetpunten, dan dient het routinematig meetnet daarop aangepast te worden.

Aangezien vis zich makkelijker verplaatst dan macrofauna wordt de visstand intensiever, op meer locaties bemonsterd. Daarbij is in 2010 bemonsterd op een locatie die nu in de waterberging op uniform traject 5 ligt. Na de herinrichting kan deze locatie niet meer goed bemonsterd worden en als alternatief is daarom in 2013 gekozen voor een locatie direct benedenstrooms van de waterberging op traject 4. Dit resulteerde voor 2013 in twee bemonsteringslocaties op traject 4 en als zodanig een onevenwichtige verdeling van de inspanning. Op traject 6 is in 2010 en 2013 een locatie helemaal bovenstrooms bemonsterd en daar is beide keren weinig vis gevangen. De omstandigheden op die locatie zijn ongunstig voor vis, maar het is onduidelijk of dit voor de volledige lengte van traject 6 geldt. Om meer inzicht te krijgen in de potentie van traject 6 voor vis wordt voorgesteld bij komend onderzoek een extra locatie op het benedenstroomse deel van dit traject te bemonsteren. Door de locatie in/bij de waterberging te laten vervallen, leidt dit niet tot een toename van de inspanning. In de toekomst zal één locatie op traject 6 volstaan en kan de totale bemonsteringsinspanning voor de beek teruggebracht worden tot vier locaties.

4.4. Haalbaarheid KRW-doelen

Chemie
Het doel voor watertemperatuur en zink lijkt niet haalbaar. Voor watertemperatuur is wel een verbetering mogelijk, maar het huidige landgebruik biedt geen ruimte voor voldoende stroming en beschaduwing om het doel te halen. De oorzaak voor de overschrijding van zink is onduidelijk. Mogelijk hangt dit samen met het pyriet in de ondergrond en in dat geval is het waterschap niet in staat om met maatregelen de concentratie te verlagen.
Fosfor voldoet de laatste jaren relatief vaak niet meer aan de norm. Aangezien fosfor in het verleden wel aan de norm voldeed, wordt het doel haalbaar geacht.

Overige waterflora
In 2013 voldeed de toestand van overige waterflora aan het GEP en daarmee is het doel haalbaar. Om structureel te blijven voldoen aan het GEP moeten de nutriëntenconcentraties afnemen (in ieder geval niet verder stijgen) en wordt bij voorkeur de ontwikkeling van beekbegeleidende oeverbegroeiing gestimuleerd.

Macrofauna
De maatlat voor macrofauna geeft een oordeel op basis van kenmerkende en positief en negatief dominante soorten. De indeling van soorten in deze groepen verschilt per watertype. Kenmerkende soorten komen bij uitstek voor in de referentiesituatie van het betreffende watertype en positief dominante soorten kunnen in de referentiesituatie overheersen. Negatief dominante soorten komen in de referentiesituatie vrijwel niet voor en duiden bij overheersing op een slechte ecologische toestand.

Voor het watertype R4 zijn 147 soorten ingedeeld als kenmerkend en 16 soorten als positief dominant. In de Strijbeekse beek zijn 15 kenmerkende soorten en negen positief dominante soorten aangetroffen (zie tabel 4.7). Overigens is het niet nodig alle 147 kenmerkende soorten aan te treffen voor een goede beoordeling; voor beken van type R4 mag verwacht worden dat in de referentiesituatie 26% van de aangetroffen soorten ingedeeld zijn als kenmerkend.

Tabel 4.7. Aantal kenmerkende en positief dominante soorten voor type R4 en aangetroffen in de Strijbeekse beek en in het beheergebied van waterschap Brabantse Delta (samengevoegde gegevens van verschillende bemonsteringslocaties en -jaren).

Aantal	Type R4	Strijbeekse beek	Brabantse Delta
Kenmerkende soorten	147	15	37
Positief dominante soorten	16	9	12

In het beheergebied van het waterschap zijn meer gewenste soorten aangetroffen dan de soorten die voorkomen in de Strijbeekse beek. Op nabijgelegen meetpunten in de Boven Mark, Chaamse beken en het Merkske betreft dat tien kenmerkende soorten en één positief dominante soort. Afgezien van een watermijt (kenmerkende soort) hebben deze gewenste soorten in het volwassen levensstadium vleugels. De vliegafstand van de nabijgelegen meetpunten naar de Strijbeekse beek is in theorie te overbruggen en daardoor is de kans aanwezig dat deze soorten de Strijbeekse beek vanuit de omgeving koloniseren. Of kolonisatie daadwerkelijk gaat plaatsvinden, is vooral afhankelijk van de volgende factoren:
- in de Strijbeekse beek moet het habitat (vooral substraat en stroming) geschikt zijn;
- voor de migratie tussen de beken moet het landschap voldoende stapstenen bevatten.

Om inzicht te krijgen in het effect van een verbetering zijn KRW-beoordelingen berekend voor een bestaand monster uit de Strijbeekse beek waaraan waarnemingen van kenmerkende soorten uit andere monsters uit de regio aan toe zijn gevoegd. Daaruit blijkt dat een toename van enkele kenmerkende soorten leidt tot een verhoging van de score met slechts ongeveer 0,05 EKR. Pas bij toevoegen van vijf kenmerkende soorten neemt de score met meer dan 0,1 EKR toe. Een dergelijke toename in kenmerkende soorten ligt op korte termijn niet voor de hand. Een belangrijke reden daarvoor is dat veel kenmerkende soorten een beperkt verspreidingsvermogen hebben en door habitatvernietiging en vervuiling zijn teruggedrongen in kleine, geïsoleerde populaties (Verdonschot et al., 2015).

Voor een stijging van de KRW-beoordeling is naast een toename van het aantal kenmerkende soorten tevens een verschuiving in abundanties van negatief dominante naar positief dominante soorten nodig. Vooral het habitat in de Strijbeekse beek is sturend voor de mate waarin deze gewenste verschuiving zal optreden. Daarnaast hebben mogelijk de hoge watertemperatuur in de zomer en de hoge zinkconcentratie een negatieve invloed op de positief dominante soorten.

In grote delen van de Strijbeekse beek, waaronder het traject met meetpunt 210402 zijn reeds maatregelen, zoals beekherstel uitgevoerd. Dit leidde niet tot een stijging van de KRW-beoordeling voor macrofauna. Mede

gezien de veranderingen in macrofaunasamenstelling die nodig zijn, lijkt het GEP (doel: EKR = 0,60) voor de Strijbeekse beek niet haalbaar. Het verdient daarom aanbeveling het GEP aan te passen.
In de jaren dat macrofauna op beide KRW-meetpunten is geïnventariseerd, bedraagt de maximale score voor de beek EKR = 0,39 (zie figuur 4.4 in paragraaf 4.1.5). Met EKR = 0,45 krijgt het meest benedenstroomse KRW-meetpunt in 2006 de hoogste score. Op basis van deze gegevens en de uitgevoerde maatregelen lijkt EKR = 0,45 het maximaal haalbare GEP voor de Strijbeekse beek. Aangezien de gemiddelde score van de beek over de laatste tien jaar EKR = 0,34 bedraagt, vraagt ook het structureel halen van dit verlaagde doel een forse inspanning en een bijstelling van maatregelen. Op reeds ingerichte trajecten dienen aanvullende maatregelen uitgevoerd te worden en de effectiviteit van voorgenomen maatregelen moet verhoogd worden. Om beter zicht te krijgen op de maximaal haalbare EKR wordt aanbevolen extra inventarisaties uit te voeren op de meest natuurlijke locaties. Hierbij moet gedacht worden aan locaties met bomen op de oever en variatie in substraat. Het voorkomen van gewenste soorten op deze locaties laat de potenties voor macrofauna op de KRW-meetpunten zien.

Als huidige GEP voor macrofauna is de zogenaamde Maasdefault gekozen. Nieuwe inzichten en uitkomsten van analyses bij Brabantse Delta en andere waterschappen in het Maasstroomgebied vormen een basis voor de voorgenomen actualisatie van de Maasdefaults.

Vis
Voor de drie bemonsteringsjaren ligt de beoordeling van de visstand rond het GEP. Deze beoordelingen zijn gebaseerd op bemonsteringen op de uniforme trajecten 2 t/m 4 (en traject 5 in 2010). Het aantal gevangen vissen op traject 6 is te laag om mee te mogen tellen in de beoordeling en verder stroomopwaarts en op traject 1 zijn geen bemonsteringen uitgevoerd.

Op basis van het bovenstaande en de inrichting van de beek lijkt het GEP voor traject 1 t/m 4 haalbaar. Het GEP kan echter alleen structureel gehaald worden als beekherstel in de Boven Mark plaatsvindt. Vanuit de Boven Mark trekken in de huidige situatie vooral algemene soorten, zoals blankvoorn de Strijbeekse beek op, terwijl juist stromingsminnende soorten, bijvoorbeeld kopvoorn, serpeling en winde gewenst zijn. Als de Boven Mark natuurlijker wordt ingericht en de migratiebarrières worden opgelost, kunnen de gewenste stromingsminnende soorten en migrerende soorten de Strijbeekse beek optrekken.

Uitheemse vissoorten vormen een risico voor het behalen van het GEP. Als de reeds aanwezige zonnebaars in aantallen toeneemt en uitheemse grondels en eventueel roofblei via de Boven Mark de Strijbeekse beek koloniseren, heeft dat direct een negatieve invloed op het KRW-oordeel voor vis.

5. Conclusies en aanbevelingen

Dit hoofdstuk vat eerst de belangrijkste bevindingen uit de voorgaande hoofdstukken samen. Daarna volgen aanbevelingen en een aanzet tot een actielijst voor de Strijbeekse beek, waarin voorgestelde maatregelen zijn verwerkt. Een en ander is schematische samengevat in bijlage 5. Het hoofdstuk sluit af met een evaluatie van de uitgevoerde pilot.

5.1. Conclusies

Voor macrofauna moet effectiviteit van maatregelen omhoog
Afgelopen decennium is in de Strijbeekse beek onder andere beekherstel uitgevoerd, waterberging gerealiseerd, de optrekbaarheid verbeterd en het onderhoud geëxtensiveerd. Alleen voor waterplanten heeft dit tot een hogere KRW-score geleid, waarbij overigens ook andere factoren dan de uitgevoerde maatregelen een rol spelen. Ondanks alle inspanningen laten de beschikbare meetgegevens voor macrofauna en vis geen significant verandering van de ecologische waarde zien. Daarbij geldt voor macrofauna dat de huidige toestand ver verwijderd is van de doelstelling.

De uitgevoerde maatregelen zijn over grote lengte vooral naast de beek gelegen; landbouwgrond is natuur geworden, winterbedden zijn langs de beek gegraven, in zijsloten zijn stuwtjes geplaatst. Vaak op zich goede maatregelen, maar ín de beek is er weinig tot niks veranderd. De dimensies zijn nog steeds hetzelfde en ondanks het gedifferentieerde onderhoud wordt er jaarlijks nog relatief intensief onderhouden. Diversiteit in habitat is daardoor hooguit beperkt aanwezig en de stroming kenmerkt zich nog steeds door piekafvoeren in natte perioden en een lage basisafvoer in de zomer. Doorgaan op de huidige voet, wel beekherstel uitvoeren, maar stroming en habitat niet verbeteren, leidt tot onvoldoende rendement. Voor het halen van het KRW-doel voor macrofauna zijn aanvullend maatregelen ín de beek nodig.

Ecologische potentie zit in benedenloop
De landbouw heeft via verschillende ingrepen een sterke negatieve invloed op de ecologische kwaliteit, vooral in het bovenstroomse deel van de beek. Overigens was hier vroeger waarschijnlijk grotendeels moeras en is de huidige beekloop gegraven voor de ontwatering van het gebied voor landbouw. In de huidige situatie uit de belasting zich onder andere in weinig variatie in habitat en lage stroomsnelheden, waardoor potenties voor vis en macrofauna in de bovenloop gering zijn. Hoewel de invloed van landbouw ook in de benedenloop aanwezig is, zijn de ecologische potenties daar veel hoger. Daarom zal herinrichting in de benedenloop het meeste ecologisch rendement hebben en kunnen maatregelen het beste daar uitgevoerd worden.

Gaan we KRW-doelen (GEP's) halen?
Voor wat betreft **chemie** lijken de doelen voor **watertemperatuur** en **zink** niet haalbaar. Voor temperatuur is wel een verbetering mogelijk, maar het huidige landgebruik biedt geen ruimte voor voldoende stroming en beschaduwing om het doel te halen. De oorzaak voor de overschrijding van zink is onduidelijk. Mogelijk hangt dit samen met het pyriet in de ondergrond en in dat geval is het waterschap niet in staat om de zinkconcentratie te verlagen. **Fosfor** voldoet de laatste jaren relatief vaak niet meer aan de norm. Aangezien fosfor in het verleden wel aan de norm voldeed, wordt het doel haalbaar geacht.

Voor **overige waterflora** voldeed in 2013 de toestand aan het GEP en wordt het doel daarmee haalbaar geacht. Om structureel te blijven voldoen aan het GEP mag fosfor niet verder stijgen en wordt bij voorkeur de ontwikkeling van beekbegeleidende oeverbegroeiing gestimuleerd.
De lage beoordelingen voor **macrofauna** en het ontbreken van een zichtbaar effect van reeds uitgevoerde inrichtingsmaatregelen laten zien dat het GEP voor de Strijbeekse beek niet haalbaar is. Naast het verlagen van het GEP is tevens een bijstelling van maatregelen nodig.
Voor **vis** ligt voor alle bemonsteringsjaren de beoordeling rond het GEP. Het GEP kan alleen structureel gehaald worden als beekherstel in de Boven Mark plaatsvindt, zodat gewenste soorten, bijvoorbeeld kopvoorn, serpeling en winde van daaruit de Strijbeekse beek kunnen optrekken. Toename van de reeds aanwezige zonnebaars en kolonisatie van de beek door andere uitheemse vissoorten, zoals grondels hebben een negatief effect op de KRW-score en vormen als zodanig een risico voor het halen van het doel. Om dit risico te beperken moet de beek zo natuurlijk mogelijk ingericht worden.

5.2. Aanbevelingen

KRW-doelen bijstellen en halen
Aanbevolen wordt om de norm voor **watertemperatuur** aan te passen van 18 naar 20,6 °C op het moment dat ook de KRW-doelstelling voor macrofauna wordt bijgesteld. Circa 90% van de in de Strijbeekse beek uitgevoerde temperatuur-toetsingen zouden voldoen bij de voorgestelde norm. Wat betreft **zink** gaat het om de norm die rekening houdt met de biologische beschikbaarheid. Aanbevolen wordt om deze norm aan te

passen van 0,5 naar 0,95. Circa 90% van de in de Strijbeekse beek uitgevoerde zink-metingen zouden voldoen bij de voorgestelde norm.
Voor het structureel halen van het GEP voor **overige waterflora** dient ingezet te worden op een afname van de nutriëntenconcentraties in de beek en de ontwikkeling van bomen op de oevers.
Voor **macrofauna** dient het GEP bijgesteld te worden, waarbij vooralsnog gedacht wordt aan EKR = 0,45 als doel. Bij voorkeur wordt het nieuwe GEP in afstemming met de actualisatie van de Maasdefaults definitief vastgesteld. Om beter inzicht te krijgen in de potenties voor macrofauna in de Strijbeekse beek worden in 2016 extra inventarisaties uitgevoerd op de ecologisch meest waardevolle locaties. Overigens is het ook voor het halen van een verlaagd GEP noodzakelijk om de voorgenomen maatregelen bij te stellen en aanvullende maatregelen uit te voeren.
Voor **vis** wordt aanbevolen beekherstel in de Boven Mark uit te voeren, zodat gewenste stromingsminnende soorten van daaruit de Strijbeekse beek kunnen optrekken.

Maatregelen aanpassen
Reeds uitgevoerde maatregelen hebben niet geleid tot de gewenste verbeteringen voor macrofauna en vis. Inbrengen van dood hout is een essentiële aanvullende maatregel om de omstandigheden voor macrofauna te verbeteren en vissen kunnen daar ook van profiteren. Om deze maatregel te laten slagen, moet het onderhoud verder geëxtensiveerd worden. Andere belangrijke maatregelen zijn: genormaliseerde trajecten weer laten slingeren, beekbegeleidend bos tot ontwikkeling laten komen en bufferzones tussen de Vlaamse landbouwpercelen en de beek creëren.

Monitoring en meetnet
De uitgevoerde veldbezoeken en analyses leiden tot de volgende aanbevelingen voor monitoring en meetnet:
- het representativiteitpercentage voor de KRW-beoordeling wijzigen in 50% voor elk meetpunt;
- meer inzicht krijgen in ruimtelijke variatie door de frequentie voor meetpunt 210406 terug te brengen tot eens per drie jaar en in tussenliggende jaren te kiezen voor roulerende locaties die afwijkend zijn qua morfologie, onderhoud en/of (oever)begroeiing;
- meer inzicht krijgen in de potenties van de beek voor macrofauna door eenmalig of enkele keren locaties met een natuurlijker karakter te inventariseren;
- meer inzicht krijgen in de waarde van de onverstuwde bovenloop voor vis door in 2016 stroomopwaarts van de Ulicotenseweg een extra locatie te bemonsteren.

Aanvullende analyse
Op meetpunt 210406 (Strijbeekseweg) is de fosfortrend (licht) stijgend. In de analyses voor voorliggend rapport is het niet gelukt om de oorzaak van de stijgende trend te achterhalen. Om een eventueel verband tussen veranderingen in landgebruik of andere ontwikkelingen en de stijging van het fosfor aan te tonen wordt aanbevolen nadere analyses uit te voeren.

5.3. Acties en organisatie

Om de uitvoering van de aanbevelingen te bevorderen, zijn deze in de onderstaande actielijst opgenomen inclusief een voorstel voor de interne opdrachtgever en een verantwoordelijke voor de uitvoering.

Actie	Interne opdrachtgever	Verantwoordelijke uitvoering
Maatregelen uitwerken in "Beekdal Ontwikkelingsplan"	B&B	K&A
Overleg met Vlaanderen over WSA/BOP	B&B / Beleid?	B&B?
Inbrengen van dood hout	B&B	Onderhoud
Aanbrengen/laten ontwikkelen van beekbegeleidende bomen	B&B	Onderhoud
Extensiveren van het onderhoud	B&B	Onderhoud
Vismigratie bevorderen door herinrichting van de Boven Mark	Bestuur	O&R
Uitvoeren van beekherstel in de Strijbeekse beek	Bestuur	O&R
Aanpassen monitoring en meetnet: • representativiteit KRW-meetpunten • roulerend meetpunt macrofauna • eenmalig extra inventarisaties macrofauna • extra locatie vis op traject 6 in 2016	K&A	K&A

Realiseren bufferzones tussen Belgische landbouwpercelen en beek (zo nodig verplaatsen van grensvormende beekdelen)	B&B	O&R / Onderhoud
Inbrengen van zand	B&B	Onderhoud
Herintroductie van macrofauna (en eventueel vis) indien natuurlijke migratie niet plaatsvindt voor 2027	B&B	K&A
Bodemval Baarlese Brug vispasseerbaar maken	B&B	O&R
Nutriëntengehalten en -ontwikkeling nauwgezet volgen	K&A	K&A
Herzien uitgangspunten voor instellen verbod op onttrekken van oppervlaktewater (binnen het stroomgebied van de Strijbeekse beek)	B&B	K&A
Aanpassen GEP voor macrofauna in SGBP 2022-2027 (bij voorkeur tegelijk met actualisatie Maasdefaults)	Beleid	K&A

Bij andere waterschappen (bijvoorbeeld De Dommel en Peel en Maasvallei) wordt in kleine gebiedsteams gewerkt aan zogenaamde "Beek(dal) Ontwikkelingsplannen". Door middel van zo'n plan wordt het onderhoud en de inrichting van de volledige beek doorontwikkeld, waardoor de ecologische kwaliteit van de beek in de loop der jaren naar verwachting zal toenemen. Door één plan per beek of stroomgebied op te stellen, is de ontwikkeling van een beek bovendien makkelijker te evalueren en bij te sturen. Bovendien kan een Beek(dal) Ontwikkelingsplan bestuurlijk worden vastgesteld, waardoor de beleidsmatige en financiële verantwoordelijkheid gedeeld wordt in alle lagen van het waterschap.
Waterschap Brabantse Delta werkt momenteel bij heringerichte trajecten volgens een onderhoudsplan dat bij de planuitwerking is vastgesteld. Een dergelijk plan is statisch en niet onderhevig aan nieuwe inzichten of veranderende situaties in het veld. Verder kan per beektraject een ander onderhoudsplan van toepassing zijn of kan het zijn dat er helemaal geen onderhoudsplan is opgesteld en het onderhoud als 'van oudsher' wordt uitgevoerd. Als waterschap Brabantse Delta ook kiest voor een aanpak analoog aan de genoemde Beek(dal) Ontwikkelingsplannen ontstaat er meer flexibiliteit en kan onderhoud beter afgestemd worden op de ecologische doelstellingen.

5.4. Evaluatie pilot

De watersysteemanalyse voor de Strijbeekse beek is samen met een analyse voor het Tonnekreek complex door de afdeling kennis & advies uitgevoerd als pilot voor de overige waterlichamen. De uitvoering door kennis & advies heeft als nadelen dat de analyses medewerkers veel tijd kosten en daardoor (tijd was vaak nodig voor andere werkzaamheden) veel vertraging oplopen. Als voordeel staat daar een grote toename van gebiedskennis en ervaring met analyses tegenover.
Onderstaand volgt eerst een korte terugblik op de toegepaste methode, uitkomsten en bruikbaarheid van de pilot voor de Strijbeekse beek. Daarna volgen aanbevelingen voor toekomstige watersysteemanalyses.

De indeling van de beek in uniforme trajecten, veelvuldige veldbezoeken, analyse van gegevens en uitgebreide hydromorfologische beoordeling geven veel inzicht in het functioneren van de beek 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. De watersysteemanalyse kan in die zin leiden tot realistischere KRW-doelen en hoger rendement van investeringen in maatregelen en monitoring. Zo laat de analyse zien dat goedkope maatregelen, zoals het inbreng van hout of het extensiveren van onderhoud, naar verwachting meer effect hebben dan onjuist uitgevoerde of op verkeerde locaties uitgevoerde dure maatregelen (beekherstel). 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 de Strijbeekse beek 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 toepasen van de HOW-analyse zoals De Dommel die uitvoerde, vraagt veel inspanning om voor alle parameters waarden te verzamelen, maar levert door gebrek aan meetwaarden voor biologie en fysische-chemie weinig op;

- een hydromorfologische kartering met een groot aantal morfologische parameters is voor beken nodig om de knelpunten en potenties van het systeem inzichtelijk te krijgen; om tijd te besparen kan de kartering steekproefgewijs uitgevoerd worden in plaats van over de gehele lengte van de beek;
- een grondige biologische analyse per waterlichaam is noodzakelijk om de haalbaarheid van KRW-doelen goed te kunnen bepalen;
- 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 te voorkomen dat investeringen van het waterschap niet leiden tot het gewenste effect;
- veldbezoeken en bevindingen van de analyses vormen een goede basis voor gesprekken met buitendienstmedewerkers en leiden tot waardevolle uitwisseling van informatie;
- een watersysteemanalyse voor beken moet altijd een veldbezoek in de zomer bevatten om bij (of na langdurig) droge omstandigheden modeluitkomsten voor stroomsnelheid, diepte en breedte te controleren en extremen in temperatuur vast te stellen.

Verwerkte literatuur

Rapporten e.d.

Antheunisse, A.M., M.M. Hefting & E.J. Bos (2008). Moerasbufferstroken langs watergangen; haalbaarheid en functionaliteit in Nederland. STOWA rapport 2008-07. Utrecht.

Buskens, R., I. Barten, M. Kits & H. Vermulst (2012). Handreiking Ontwikkelen Waterlopen. Waterschap Aa en Maas, Waterschap Peel en Maasvallei, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Roer en Overmaas, Waterschap De Dommel, Provincie Noord-Brabant, Waterschap Rivierenland, Provincie Limburg, Royal Haskoning.

Evers, C.H.M., S.H. Vuurens & J.M. Snijders (2013). Watersysteemrapportage waterschap Brabantse Delta 2000-2012. Royal HaskoningDHV, Eindhoven.

Evers, C.H.M. (2013). Resultaten toepassing EEE3 op de waterlichamen van Waterschap Brabantse Delta. Royal HaskoningDHV, Eindhoven.

Evers, C.H.M. (2014). Ontwikkelen dataset met HOW-systematiek (update). Waterschap De Dommel, Royal HaskoningDHV, Eindhoven.

Helvoort, P.J. van (1998) .Pyrite decomposition as a possible source of arsenic, nikkel and zinc in groundwater., Universiteit Utrecht, faculteit Aardwetenschappen.

Kloet P.F., H. de Mars & G. van Hoydonk (2005). Pilot morfologische monitoring beken Groote Molenbeek, Tungelroyse beek en Leukerbeek. Royal Haskoning, Maastricht.

Lambregts-Van de Clundert, F. (2015). Strijbeekse beek, ontwikkeling macrofauna en overige waterflora. AQUON. Breda.

LUA 1998. Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen; Kartieranleitung. Merkblätter nr. 14. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf.

Mondeel, H.J. (2014). Toetsing wateroverlast, inzicht in de kans op inundatie vanuit waterlopen en de effectiviteit van maatregelen. Witteveen+Bos, Breda.

Verdonschot, P.F.M. (2015). Ecologisch raamwerk voor aquatische ecosystemen. STOWA, Amersfoort.

Verdonschot, R.C.M., H.H. van Kleef & P.F.M. Verdonschot (2015). Herstel van laaglandbeken door het herintroduceren van macrofauna. Alterra Wageningen UR, Stichting Bargerveen, OBN Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren, Driebergen.

Websites

Kennisakker. http://www.kennisakker.nl. Geraadpleegd op 14-8-2015.

Provincie Noord-Brabant. Wateratlas. http://atlas.brabant.nl/arcgis/services. Voor provinciale functietoekenning geraadpleegd op 5-9-2014.

Waterkwaliteitsportaal. http://www.waterkwaliteitsportaal.nl. Geraadpleegd op 13-7-2015.

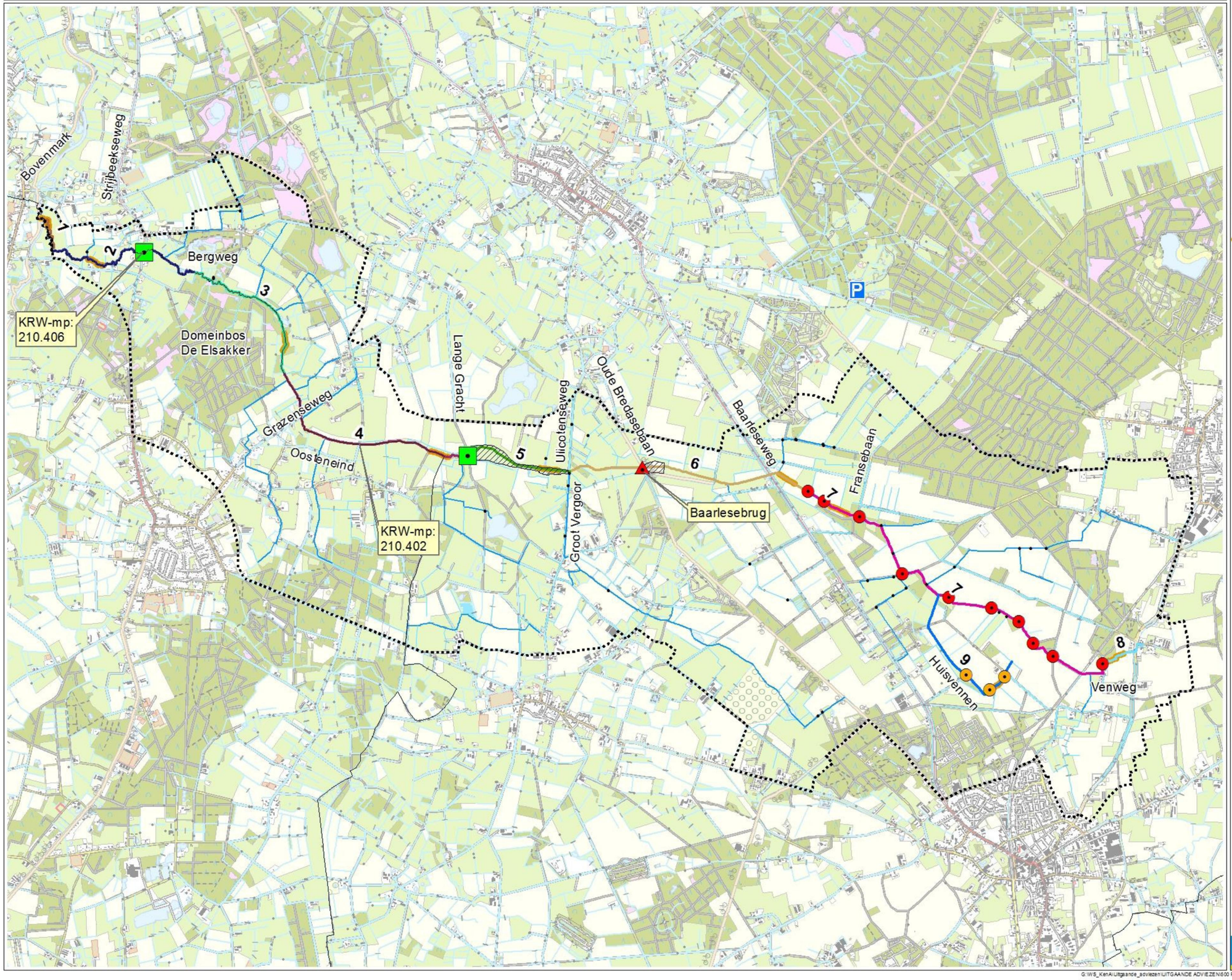
Bijlagen

Bijlage 1: Kaart met toponiemen
Bijlage 2: Eigendomssituatie uniforme trajecten
Bijlage 3: Ecologische sleutelfactoren
Bijlage 4: Toets resultaten chemie
Bijlage 5**:** Schematische samenvatting van de watersysteemanalyse Strijbeekse beek
Bijlage 6. Fosfaat trend op benedenstrooms meetpunt Strijbeekse beek

Bijlage 1

Kaart met toponiemen

Watersysteemanalyse Strijbeeksebeek



Legenda

Uniforme trajecten

- 1. Gegraven met begeleidend bos
- 2. Slingerend in agrarisch en (ruig)grasgebied
- 3. Langs Domeinbos De Elsakker
- 4. Genormaliseerd in EHS
- 5. Zonder onderhoud in EHS
- 6. Genormaliseerd in groenblauwe mantel
- 7. Sterk verstuwd
- 8. Droogvallend
- 9. Waterloop Huisvennen
- Traject morfologische monitoring
- Stuw Strijbeekse beek
- Stuw Huisvennen
- Overige stuwen
- Vispassage
- Bodemval
- Waterberging
- Stroomgebied

Overige waterlopen

- Cat. A
- Cat. B

Waterschap Brabantse Delta

Projectomschrijving
Watersysteemanalyse
Strijbeeksebeek

Opdrachtgever

Opdrachtnemer **Gezien**

Afdeling
Afdeling Kennis en Advies

Formaat **Schaal**
A3 1:38.000

Versie **Volgnummer** **Datum**
27-11-2015

G:\WS_KenA\Uitgaande_adviezen\UITGAANDE ADVIEZEN\600 Pilot watersysteemanalyse\Waterlichamen\Strijbeekse beek\GIS\GIS_Strijbeeksebeek_toponiemen.mxd

Bijlage 2. Eigendomssituatie uniforme trajecten

1. Gegraven bij monding met begeleidend bos
Het gegraven traject ligt op terrein van Natuurmonumenten.

2. Slingerend langs agrarisch gebied en (ruig) grasland
Aan de noordzijde liggen stroomafwaarts van de Strijbeekseweg een aantal percelen van Staatsbosbeheer en enkele percelen van Natuurmonumenten. Direct bovenstrooms van de Strijbeekseweg ligt een klein perceel van Staatsbosbeheer en een perceel van DLG. Verder stroomopwaarts liggen aan Nederlandse zijde enkele particuliere percelen. Aan Vlaamse zijde zijn de gronden in eigendom bij particulieren. De grond onder de beek is stroomafwaarts van de Strijbeekseweg in eigendom bij het waterschap en bovenstrooms van deze weg in bezit van de gemeente Alphen-Chaam.

3. Langs Domeinbos De Elsakker
Aan de Nederlandse zijde liggen enkele percelen van Staatsbosbeheer en DLG. De overige percelen zijn in bezit van particulieren. De grond onder het slingerende deel van de beek is in eigendom bij gemeente Alphen-Chaam en onder het rechte deel bij het waterschap.

4. Genormaliseerd in EHS tussen Domeinbos De Elsakker en Lange Gracht
Staatsbosbeheer bezit langs de beek een aantal percelen stroomopwaarts van de Grazenseweg, een langwerpig perceel dat loopt vanaf Oosteneind tot bijna aan de Lange Gracht en enkele percelen net stroomafwaarts van de Lange Gracht. De overige percelen zijn in bezit van particulieren en de grond onder de beek is in eigendom bij het waterschap.

5. Zonder onderhoud tussen Lange Gracht en Ulicotenseweg
Het is traject ligt volledig op terrein van Staatsbosbeheer. De grond onder de beek is in eigendom bij het waterschap.

6. Genormaliseerd in groenblauwe mantel tussen Ulicotense- en Baarleseweg
De percelen die tussen de Ulicotenseweg en de Baarleseweg aan de zuidzijde aan de beek grenzen zijn grotendeels in eigendom bij Staatsbosbeheer. Op de meest stroomopwaartse 425 m beperkt dit eigendom zich tot een smalle strook langs de beek over een lengte van bijna 350 m. Het perceel gelijk stroomafwaarts van de Baarleseweg is in bezit van een particulier. Aan de noordzijde bezit Staatsbosbeheer tussen de Ulicotenseweg en de Baarleseweg een vergelijkbare strook grond langs de beek, uitgebreid met enkele gronden gelijk stroomopwaarts van de Ulicotenseweg. Stroomopwaarts van de Baarleseweg ligt ten noorden van de beek een perceel van Staatsbosbeheer. Aansluitend richting het noorden bezit het waterschap een perceel. Daarnaast heeft het waterschap stroomopwaarts van de Baarleseweg stroken langs de beek in eigendom en bezit stroomopwaarts van Baarlese Brug een perceel ten noorden van de beek. Ook de grond onder de beek is in eigendom bij het waterschap.

7. Sterk verstuwd tussen Baarleseweg en Venweg
Staatsbosbeheer bezit een aantal percelen langs de beek. Vijf van deze percelen liggen geclusterd, maar niet aaneengesloten ten westen en oosten van de Fransebaan. Enkele overige percelen liggen verspreid verder stroomopwaarts langs de beek. Langs het merendeel van de beek bezit het waterschap aan minimaal één zijde en soms aan beide zijden een smalle strook grond. Daarnaast bezit het waterschap de grond onder de beek.

8. Droogvallend stroomopwaarts van Venweg
De grond onder de beek is in eigendom bij het waterschap en de percelen naast de beek zijn in bezit van particulieren.

9. Huisvenloop
Ten oosten van de uitmonding van de Huisvenloop in de Strijbeekse beek bezit Staatsbosbeheer een perceel. en verder stroomopwaarts aan de westzijde van de waterloop enkele langwerpige percelen. Het waterschap bezit de grond onder de waterloop en enkele smalle stroken langs het benedenstroomse deel van de waterloop, gedeeltelijk aan beide zijden.

Bijlage 3. Ecologische Sleutelfactoren

Parametergroep	Parameter	Parameteromschrijving	Eenheid
Gebruik	Recreatie	Vissen, kanoën, …	geen/ weinig/ midden/ veel
Gebruik	Scheepvaart	Beroep en plezierjachten	geen/ weinig/ midden/ veel
Hydraulisch / hydrologisch	Barrières	Zijn in het stroomafwaartse waterlichaam vismigratiebarrières aanwezig	Beschrijvend of connectiviteit in meters
Hydraulisch / hydrologisch	Bedijking	Zijn inundaties mogelijk	nee/laag/midden/hoog
Hydraulisch / hydrologisch	Debietfluctuatie	Debietfluctuatie Max (T=1)/voorjaar (april-mei)	-
Hydraulisch / hydrologisch	Droogval	Welk deel valt droog	% lengte
Hydraulisch / hydrologisch	Mate van natuurlijke inundatie	Inundatie volgens expert judgement	aantal keer per jaar
Hydraulisch / hydrologisch	Mate van natuurlijke inundatie	Inundatie volgens model	aantal keer per jaar
Hydraulisch / hydrologisch	Mate van natuurlijke inundatie	Type traject ivm toestaan inundatie	-
Hydraulisch / hydrologisch	Onttrekking	Wordt oppervlaktewater onttrokken	nee/laag/midden/hoog
Hydraulisch / hydrologisch	Peilregime (onnatuurlijk peil)	Aantal verschillende peilen	#
Hydraulisch / hydrologisch	Peilregime (onnatuurlijk peil)	Gehanteerd peilregime	-
Hydraulisch / hydrologisch	Piekafvoerfrequentie	Overschrijding mediane afvoer >factor 4	aantal keer per jaar
Hydraulisch / hydrologisch	Stroomsnelheid	Gemiddelde winter stroomsnelheid (30%)	cm/s
Hydraulisch / hydrologisch	Stroomsnelheid	Gemiddelde zomer stroomsnelheid (juni-juli-augustus)	cm/s
Hydraulisch / hydrologisch	Stroomsnelheid	Minimum stroomsnelheid	cm/s
Hydraulisch / hydrologisch	Stroomsnelheid	Stroomsnelheid bij gemiddeld hoogwater (T=1)	cm/s
Hydraulisch / hydrologisch	Verstuwing	%waterdeel onder invloed van verstuwing	%
Hydraulisch / hydrologisch	Verstuwing	Stuwen aanwezig	aantal
Hydraulisch / hydrologisch	Verstuwing	Vispasseerbaar (incl werking)	-
Morfologisch	Beheer en onderhoud	Gedifferentieerd onderhoud	-
Morfologisch	Beheer en onderhoud	Maaibeurten per jaar	aantal keer per jaar
Morfologisch	Beheer en onderhoud	Onderhoudsmethode	-
Morfologisch	Beschaduwing	Percentage beschaduwing	%
Morfologisch	Breedte	Gemiddelde breedte waterspiegel	m
Morfologisch	Diepte	Gemiddelde diepte	m
Morfologisch	Diepte	Minimale waterdiepte	m
Morfologisch	Morfologische kartering	1. Loopontwikkeling	
Morfologisch	Morfologische kartering	1a i. Krommingserosie:	
Morfologisch	Morfologische kartering	1a ii. Breedte erosie:	
Morfologisch	Morfologische kartering	1a iii. Holle oevers:	
Morfologisch	Morfologische kartering	1a. Loopkromming:	
Morfologisch	Morfologische kartering	1b. Sedimentbanken:	
Morfologisch	Morfologische kartering	2. Lengteprofiel	
Morfologisch	Morfologische kartering	2a. Kunstwerken met verval:	
Morfologisch	Morfologische kartering	2b. Dieptevariatie:	
Morfologisch	Morfologische kartering	2c. Stroming:	
Morfologisch	Morfologische kartering	2d. Stromingsdiversiteit:	
Morfologisch	Morfologische kartering	3. Beddingstructuur	
Morfologisch	Morfologische kartering	3a. Substraat:	
Morfologisch	Morfologische kartering	3b. Beddingvegetatie:	
Morfologisch	Morfologische kartering	3c. Dood hout:	
Morfologisch	Morfologische kartering	3d. Beschaduwing:	
Morfologisch	Morfologische kartering	4. Dwarsprofiel	
Morfologisch	Morfologische kartering	4a i. Dominant (>50%):	
Morfologisch	Morfologische kartering	4a ii. Co-dominant (<50%):	
Morfologisch	Morfologische kartering	4a. Oeverprofiel	
Morfologisch	Morfologische kartering	4b. Breedtevariatie:	
Morfologisch	Morfologische kartering	4c. Profieldiepte (of breedte-diepte ratio):	
Morfologisch	Morfologische kartering	5. Oeverstructuur	
Morfologisch	Morfologische kartering	5a. Oeververdediging	
Morfologisch	Morfologische kartering	5b. Oevervegetatie/doorworteling:	
Morfologisch	Morfologische kartering	6. Beekomgeving links	
Morfologisch	Morfologische kartering	6. Beekomgeving rechts	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a i. Inheems bos (droog/nat), meander/plas	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a i. Inheems bos (droog/nat), meander/plas	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a ii. Weiland extensief, half-natuurlijk weiland (waardevol), natte ruigte	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a ii. Weiland extensief, half-natuurlijk weiland (waardevol), natte ruigte	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a iii. Uitheems loofbos, populier, droge ruigte, agrarisch weiland	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a iii. Uitheems loofbos, populier, droge ruigte,	

		agrarisch weiland	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a iiii. Naaldbos, akker, tuin, urbaan, bouwwerk, weg	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a iiii. Naaldbos, akker, tuin, urbaan, bouwwerk, weg	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a. Aangrenzend landgebruik	
Morfologisch	Morfologische kartering	6a. Aangrenzend landgebruik	
Morfologisch	Morfologische kartering	6b. Bufferstroken (breedte):	
Morfologisch	Morfologische kartering	6b. Bufferstroken (breedte):	
Morfologisch	Morfologische kartering	Eindwaardering morfologische kartering	
Morfologisch	Profieltype	Profieltype accoladeprofiel	%
Morfologisch	Profieltype	Profieltype genormaliseerd	%
Morfologisch	Profieltype	Profieltype meanderend met hoogwatergeul	%
Morfologisch	Profieltype	Profieltype moeras	%
Morfologisch	Profieltype	Profieltype natuurlijk	%
Morfologisch	Sedimenttransport	Sedimenttransport bij T1	m3/dag
Morfologisch	Sinuositeit	Sinuositeit (lengte loop/delen door lengte beekdal)	-
Overstorten	Overstorten	% overstorten voorzien van randvoorziening	%
Overstorten	Overstorten	Aantal overstorten	#
Overstorten	Overstorten	Type overstorten	-
Waterkwaliteit biologisch	Macrofauna	Macrofauna	EKR
Waterkwaliteit biologisch	Overige waterflora	Overige waterflora	EKR
Waterkwaliteit biologisch	Uitheemse flora of fauna	Mate van verstoring door exoten	geen/ weinig/ midden/ veel
Waterkwaliteit biologisch	Vissen	Vissen	EKR
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Ammonium	norm voor jaargemiddelde	mg N/l
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Ammonium	norm voor maximum	mg N/l
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	BZV	negentig percentiel <= 6 mg/l	mg/l
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Chloride	Zomergemiddelde Chloride	mg/l
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Fosfor totaal	Zomergemiddelde Fosfor totaal	mg P/l
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	nutriënten	one in all-in van fosfor en totaal stikstof	mg N/l
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Stikstof totaal	Zomergemiddelde Stikstof totaal	mg N/l
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Stroomsnelheid (uit database)	Gemiddelde Stroomsnelheid (uit database)	m/s
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Stroomsnelheid (uit database)	Hoogste Stroomsnelheid (uit database)	m/s
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Stroomsnelheid (uit database)	Laagste Stroomsnelheid (uit database)	m/s
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Temperatuur	Zomergemiddelde Temperatuur	0C
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	zuurgraad	Zomergemiddelde zuurgraad	0C
Waterkwaliteit fysisch-chemisch	Zuurstofverzadiging	Zomergemiddelde Zuurstofverzadiging	%

Bijlage 4. Toets resultaten chemie

Tabel 1: stoffen die (soms) niet aan de norm voldoen

	BbF	Chr	Cu	Cu 2e lijn	Flu	Hg	NH4 gem	NH4 max	Ni	Ni 2e lijn	Ntot	pH	Ptot	sChER	SO4	T	Zn	Zn 2e lijn
labels	benzo(b)fluorantheen	chryseen	koper		fluorantheen	kwik	gemiddelde van elke [NH4/(norm per monster)]	maximum conc. ammonium/berekende norm voor max	nikkel		stikstof totaal	Zuurgraad	fosfor totaal	som cholinesteraseremmers	sulfaat	Temperatuur	zink	
210402 weg Oosteinde Grazen																		
2004					1		1	1			2	1	1	1	1	2		
2007					1		1	1			2	1	1	1	1	1		
2010	1	1			1		1	1	2		2	2	1	1	1	2	2	
2011	1	2			1		1	1	2		2	1	2	1	1	2	2	
2012	1	1			2	2	1	1	2		2	1	2	1	1	2	2	
2013	2	2	1		2	1	1	1	2		2	1	1		1	2	2	
2014	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1		1	2	2	2
210406 Strijbeekseweg																		
2004					1		1	1			2	1	1	1	1	2		
2005					1		1	1			2	1	1	1	1	2		
2006					1		1	1			2	1	1	2	1	2		
2007					1		1	1			2	1	1	1	1	1		
2008	1	1			1		1	1			2	1	1	1	1	1		
2009	1	1			1		1	1			2	1	1	2	1	1		
2010	1	1			1		1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2
2011	1	1	1	1	2		1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2
2012	1	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2
2013	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2		1	2	2	2
2014	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2		1	2	2	2
210408 Groot Vergoor																		
2004							1	1			2	1	1		2	2		
210417 bovenstrooms																		
2005							1	1			3	3	3			1		
2006							2	2			2	2	1		2	2		
2007							1	1			2	2	1		2	1		
2008							1	1			2	1	2		2	2		

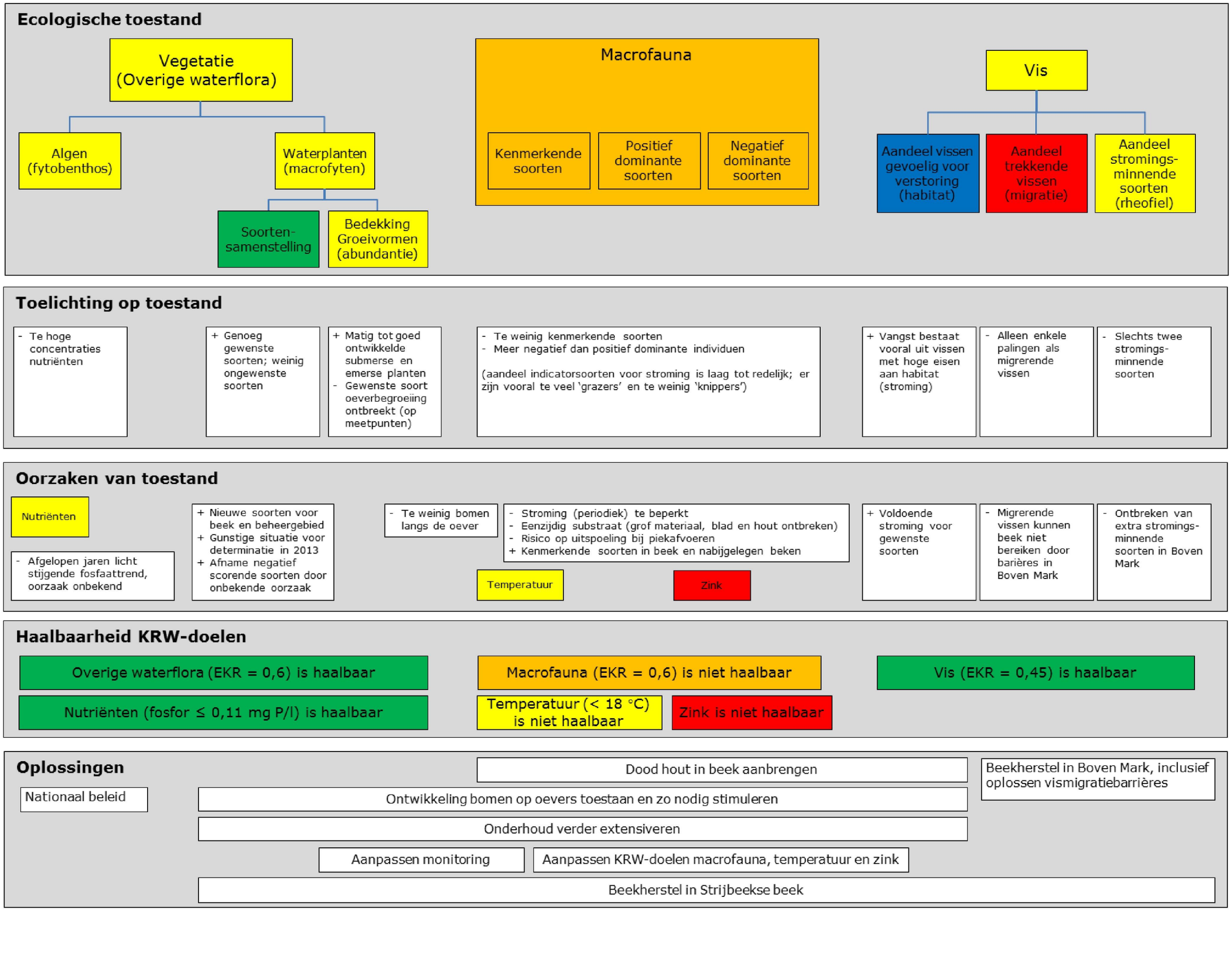
legenda:	1: stof voldoet aan norm
	2: stof voldoet niet aan norm
	3: geen toetsing want geen zomermetingen

Tabel 2: stoffen die wél aan de norm voldoen

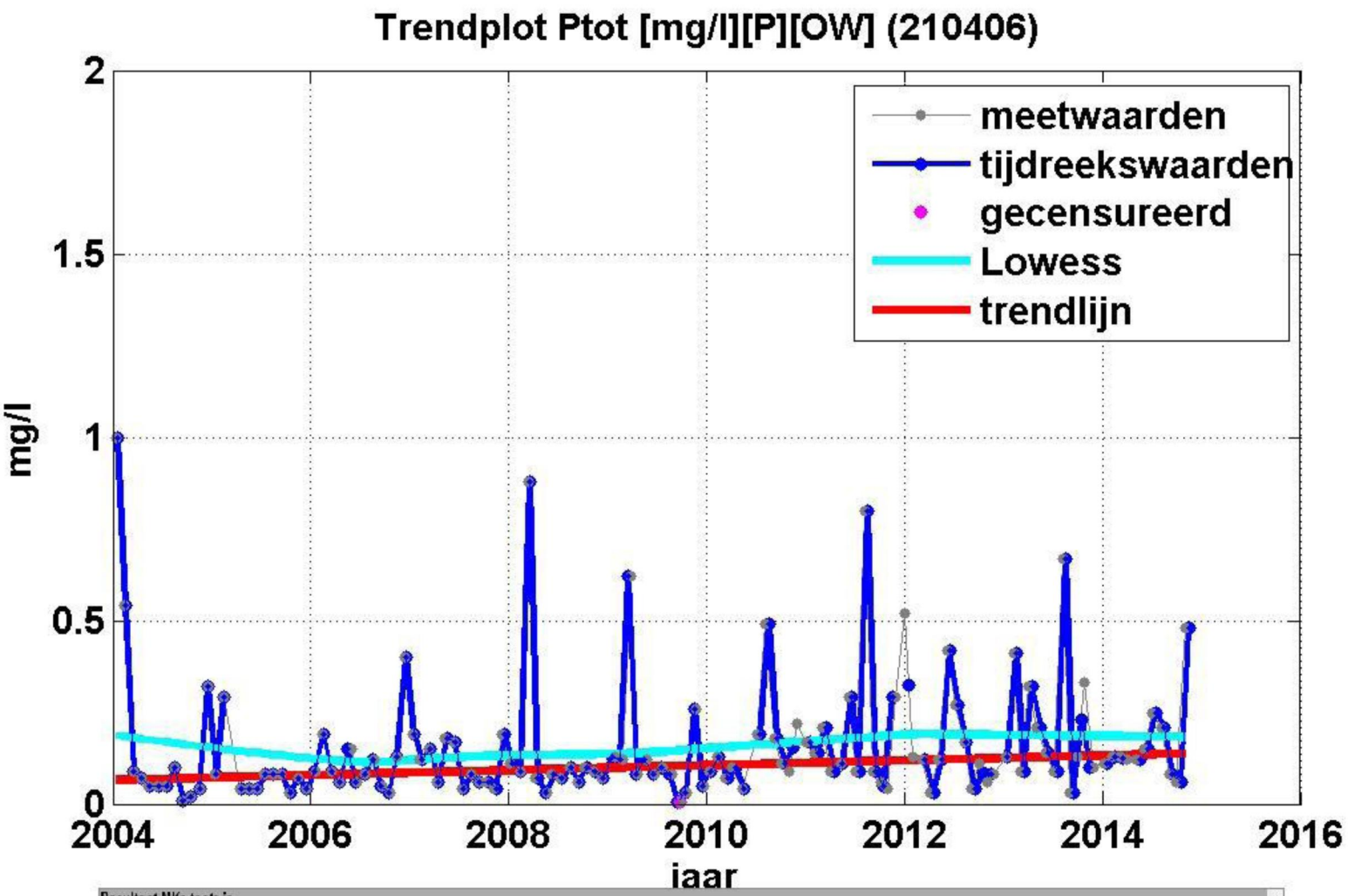
labels	Ant antraceen	BaA benzo(a)antraceen	BaP benzo(a)pyreen	BghiPe benzo(ghi)peryleen	BkF benzo(k)fluorantheen	BZV5a Biochemisch zuurstofverbruik met allylthioureum	Cd gem gemiddelde van elke [Cd/(norm per monster)]	Cd max maximum conc. cadmium/berekende norm voor max	CHLFa chlorofyl-a	Cl chloride	Cr chroom	Fen fenantreen	Na natrium	Naf naftaleen	O2 zuurstof	OB Onopgeloste bestandsdelen	Pb lood	ZICHT Doorzicht
210402 weg Oosteinde Grazen																		
2004			1	1	1	1			1	1			1		1	1		1
2007	1	1	1	1	1	1				1			1	1	1	1		1
2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2011	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
2012	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
2013	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
2014	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
210406 Strijbeekse weg																		
2004		1	1	1	1	1			1	1			1		1	1		1
2005		1	1	1	1	1			1	1			1		1	1		1
2006		1	1	1	1	1				1			1		1	1		1
2007	1	1	1	1	1	1				1			1	1	1	1		1
2008	1	1	1	1	1	1				1		1	1	1	1	1		1
2009	1	1	1	1	1	1				1		1	1	1	1	1		1
2010	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2011	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
2012	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
2013	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
2014	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
210408 Groot Vergoor																		
2004										1					1	1		1
210417 bovenstrooms																		
2005															3			3
2006						1				1					1			1
2007						1				1					1			1
2008						1				1					1			1

legenda:	1: stof voldoet aan norm
	2: stof voldoet niet aan norm
	3: geen toetsing want geen zomermetingen

Bijlage 5. Schematische samenvatting van de watersysteemanalyse Strijbeekse beek



Bijlage 6. Fosfaat trend op benedenstrooms meetpunt Strijbeekse beek



Resultaat MKs-toets is
Oordeel – matige trend
De geschatte trend – 0.0066667 eenheden per jaar.