BEEKHERSTEL BEEK UBBERGEN

hoe een brede beekbenadering leidt tot maatregelen en effecten op detailniveau, voor de beken op de stuwwal bij Beek Ubbergen

Rapportage DEFINITIEF

auteur: dhr. F. (Fernand) Hoogeveen
deeltijd student Hogeschool Larenstein, RPS BCC

RPS BCC B.V.
Postbus 75
4140 AB Leerdam

projectnummer: NC10180300
projectleider: dhr. F. Hoogeveen
datum: dinsdag 01 juni 2010
aantal pagina's: 48
versie: 01
status: definitief

Opdrachtgever:	Intern begeleider:	Extern begeleider:
de heer K. (Koen) te Velde *projectleider afdeling plannen oost*	de heer B. (Bert) Meijer *coördinator deeltijd, coördinator major*	de heer A. (Arnold) Osté *projectleider waterbeheer*

I VOORWOORD

Dit afstudeerrapport is geschreven in het kader van de laatste fase van de opleiding Land- en Watermanagement van Hogeschool Larenstein te Velp: afstuderen. Het afstuderen is bedoeld om te laten zien dat de student als HBO-afgestudeerde kan functioneren in het werkveld waar hij voor opgeleid is.
Ik heb de major Inrichting & Waterbeheer en de minor Ecohydrologie met ruime voldoendes afgerond. Deze twee richtingen hebben mij doen besluiten om een opdracht te gaan zoeken met zowel 'blauwe' als 'groene' aspecten. Beekherstelprojecten passen hier goed bij en dat vind ik altijd al erg interessant, omdat het niet alleen om de beek gaat maar ook om het gehele beïnvloedingsgebied. Daarom heb ik contact opgenomen met Jan van de Braak van Waterschap Rivierenland, die ik al uit eerdere stages ken. Via Jan ben ik terecht gekomen bij Koen te Velde die een interessante opdracht voor me had. Deze opdracht is tijdens het schrijven van het projectplan concreet geworden. Het waterschap wilde wat met de bronnen van Beek Ubbergen doen maar wist nog niet precies op welke wijze dit gedaan moest worden. Dit is in overleggen concreet gemaakt, waar ik een groot aandeel in heb gehad. Dit rapport laat zien op welke wijze beekherstel benaderd kan worden en welke aspecten hier een doorslaggevende rol in spelen. Uiteindelijk is het doel gerealiseerd en tot uiting gekomen in het inrichtingsplan voor de Filosofenbeek.

Een dankwoord wil ik nog richten aan verschillende personen die mij geholpen en gesteund hebben in het tot stand komen van dit rapport. Allereerst bedank ik Koen te Velde, projectleider van Waterschap Rivierenland, voor de kans die hij mij gaf dit interessante onderzoek uit te voeren. Ook bedankt voor de fijne, en zeker gezellige, gesprekken over de opdracht. Ook dank dat je een luisterend oor wilde zijn wanneer er onduidelijkheden of andere 'problemen' waren. Vanuit het waterschap heeft Jan van de Braak toch de eerste aanzet gegeven voor deze afstudeeropdracht. Verder heeft hij mij goed advies gegeven bij de uitwerking van het grondwatermodel, dank daarvoor. Natuurlijk wil ik ook RPS BCC in zijn algemeenheid bedanken dat ik een extra dag aan de opdracht mocht besteden. Erg fijn dat dit op deze manier kan! Arnold Osté, projectleider RPS BCC, wil ik bedanken voor de zijdelingse adviezen en handige en vooral ook praktische tips. Bert Meijer, begeleider van Hogeschool Larenstein, wil ik bedanken voor de begeleiding en sturing tijdens het project.
Natuurlijk wil ik mijn vrouw Lisette bedanken voor alle steun, liefde, begrip en aansporing die ik heb gehad van haar. Ik kan altijd op haar terugvallen.

Juni 2010, Barneveld

Fernand Hoogeveen



Figuur I.1. Middenloop van de Filosofenbeek.

II SAMENVATTING

Aanleiding en probleemstelling
Waterschap Rivierenland (WSRL) heeft de opgave om een aantal beken op de stuwwal bij Beek Ubbergen te laten voldoen aan de zogenaamde HEN-status (wateren met het Hoogst Ecologisch Niveau). Deze status komt voort uit het waterbeleidsplan. WSRL wil graag weten welke maatregelen nodig zijn om de bronnen te laten voldoen aan deze HEN-status. Voorbeelden van HEN-wateren zijn de Filosofenbeek, de Oorsprong en de Elandsbeek.
Er is veel informatie beschikbaar over de huidige situatie van deze bronnen en beken deze is sterk verspreid aanwezig. Deze informatie boven tafel krijgen en bundelen is een doel op zich (fase 1). Vervolgens moet een uniform streefbeeld worden opgesteld aan de hand van beleid (fase 2). Dit streefbeeld wordt vergeleken met de huidige situatie en wordt bepaald in hoeverre maatregelen noodzakelijk zijn om de knelpunten op te lossen en zo het streefbeeld te halen (fase 3).

Methodiek en beschrijving
Voor dit onderzoek is gebruikt gemaakt van het 5S-model (STOWA, 1995). Dit 5S-model is bedoeld als kapstok om de verschillende componenten en mogelijke invloeden van een beeksysteem in kaart te brengen. De vijf S-en zijn: systeemvoorwaarden, structuren, stroming, stoffen en soorten (zie figuur 1.3). Dit is de basisstructuur van het 5S-model. De rapportage is opgedeeld in vier hoofdstukken:
1. Gebieds- en systeembeschrijving

Dit hoofdstuk is gericht op de regionale hydrologie van de beeksystemen en wat ermee samenhangt. Uit ecologisch onderzoek blijkt dat de omgeving een ‘zeer zeldzaam beekecosysteem’ bezit. De huidige hydrologische kwaliteit, bijvoorbeeld morfologie en sinuositeit, is goed te noemen. Globaal functioneert de regionale hydrologie als volgt. Neerslag valt op de stuwwal en het grootste gedeelte hiervan infiltreert in de bodem. Het kleinste deel wordt bovengronds afgevoerd door oppervlakkige afstroming. Het geïnfiltreerde regenwater sijpelt door de bovenste zandlagen en stuit vervolgens op ondoorlatende, scheefgestelde lagen. Deze zijn tijdens de opstuwing gevormd. De lagen voeren het water vervolgens naar de oppervlakte en het geïnfiltreerde regenwater treedt uit. Een tiental bronnen ontspringen op deze wijze op de flank van de stuwwal. Doordat het water zolang in de stuwwal blijft, bindt het water stoffen aan zich. Uit waterkwaliteitsdata van het waterschap blijkt dat er een hoge waarde aan bicarbonaat voorkomt. Dit duidt op kalkrijke zandbodems in de stuwwal. Ook blijkt veel nitraat in het beekwater voor te komen. Dit heeft vooral te maken met uitloging door bemesting.
2. Streefbeelden

Het definitieve streefbeeld dat toegepast wordt is een combinatie van de volgende documenten:
- ‘de stuwwalbeek’, volgens de Waterwijzer van de provincie Gelderland;
- de rapportage ‘Waardevolle Waternatuur, opgesteld door Arcadis in opdracht van het waterschap
- actualisatie van normen voor stoffen in water, volgens KRW-richtlijnen.

Dit streefbeeld is van toepassing op de Filosofenbeek, de Oorsprong en de Elandsbeek.
3. Knelpunten en maatregelen

Door de huidige situatie naast het streefbeeld te leggen komen verschillen naar voren die de knelpunten vormen. Er zijn verschillende maatregelen voorgesteld om de knelpunten op te lossen. Deze maatregelen hebben als primair doel het bereiken van de HEN-status van de beek en de directe omgeving. De belangrijkste concrete maatregelen zijn: de aanleg van een ecoduiker om vismigratie mogelijk te maken (knelpunt is een niet-passeerbaar verval van 1,0 en 0,5 m), het stoppen van bemesting om het nitraat-gehalte in het beekwater te verlagen (knelpunt: verhoogd nutriëntengehalte) en het verwijderen van een stuw (niet-vispasseerbaar).
4. Inrichtingsplan Filosofenbeek

Tot slot is een concreet inrichtingsplan gemaakt om het verval van 1,0 en 0,5 m op te lossen voor de Filosofenbeek door een ecoduiker aan te leggen, onder de N325 door, en een nieuwe beekloop te realiseren.

Conclusies
Wanneer de maatregelen zijn uitgevoerd, zijn de knelpunten opgelost. Op deze wijze wordt grotendeels aan de HEN-status voldaan. Gebleken is dat het streefbeeld zeer algemeen is en dat daarom ook sceptisch moet worden gekeken naar de verschillende waarden die zijn toegekend aan de bronnen/beken Daarom kan niet altijd voldaan worden aan het streefbeeld. Voorbeeld hiervan is de pH (het streefbeeld is 4,5-5,5 - huidige situatie is 8,0).
Het belangrijkste knelpunt is het verval van 1,0 en 0,5 m in de Filosofenbeek die opgelost wordt door de aanleg van een ecoduiker en het realiseren van een nieuwe beekloop.

INHOUD

VOORWOORD I

SAMENVATTING II

1 INLEIDING 6
1.1 Aanleiding en probleemstelling 6
1.2 Korte gebiedsbeschrijving 7
1.3 Hoofd- en deelvragen 8
1.4 Methodiek 8
1.5 Leeswijzer 9

2 GEBIEDS- EN SYSTEEMBESCHRIJVING 10
2.1 Systeemvoorwaarden 10
2.1.1 Geo(morfo)logie 10
2.1.2 Bodem 10
2.1.3 Temperatuur en neerslag 11
2.1.4 Menselijke invloeden op systeemvoorwaarden 12
2.2 Stroming 12
2.2.1 Grond- en oppervlaktewater 12
2.2.2 Menselijke invloeden op stroming 14
2.3 Structuren 14
2.3.1 Tracé(vorm) 14
2.3.2 Beddingmorfologie en substraatmozaïeken 15
2.3.3 Menselijke invloeden op structuren 16
2.4 Stoffen 16
2.4.1 Zuurstof en organisch materiaal 16
2.4.2 Voedingsstoffen 17
2.4.3 Macro-ionen 18
2.4.4 Microverontreinigingen 18
2.4.5 Menselijke invloeden op stoffen 19
2.5 Soorten 19
2.5.1 Soorten en ‘systeemvoorwaarden’ 19
2.5.2 Soorten en ‘stroming’ 19
2.5.3 Soorten en ‘structuren’ 20
2.5.4 Soorten en ‘stoffen’ 20
2.5.5 Soorten in het stroomgebied 21
2.5.6 Menselijke invloeden op soorten 21

3 STREEFBEELDEN 22
3.1 Kader 22
3.2 Keuze streefbeeld 22
3.3 Overzicht streefbeeld en totstandkoming 23

4 KNELPUNTEN EN MAATREGELEN 26
4.1 Knelpunten 26
4.1.1 Filosofenbeek 26
4.1.2 Oorsprong 27
4.1.3 Elandsbeek 27
4.2 Maatregelen en effecten 28
4.2.1 Filosofenbeek 28
4.2.2 Oorsprong 29
4.2.3 Elandsbeek 29

4.3 Discussie en conclusie HEN 30
4.3.1 Discussie 30
4.3.2 Concrete maatregelen ten aanzien van HEN-beleid 30

5 INRICHTINGSPLAN FILOSOFENBEEK 32
5.1 Aanleiding en kader 32
5.2 Situering en gebiedsspecifieke informatie 32
5.3 Problemen 33
5.4 Randvoorwaarden, eisen en uitgangspunten 34
5.5 Detailuitwerking oplossing 35
5.5.1 Oplossing in het kort 35
5.5.2 Hoogteverschillen en verhang 36
5.5.3 Traject 0-1: gedeelte voor de vistrap 37
5.5.4 Traject 1-2: vanaf vistrap tot zuidzijde ecoduiker 37
5.5.5 Traject 2-3: ecoduiker 39
5.5.6 Traject 3-4: noordzijde ecoduiker tot Wylermeer 41
5.6 Kanttekeningen 41
5.7 Globale kostenraming 42
5.8 Uitvoeringsplanning 44

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 46
6.1 Conclusies 46
6.2 Aanbevelingen 47

7 LITERATUURLIJST 48

BIJLAGEN

1 Overzichtskaart voorkomen ‘bronnen’
2 Fotoreportage ‘de Filosofenbeek’ en ‘de Oorsprong’
3 Streefbeeld Waterwijzer, provincie Gelderland 2001
4 Streefbeeld rapportage Waardevolle Waternatuur, Arcadis 2006
5 Cultuurhistorie voormalige watermolens
6 Waterkwaliteitsdata, onderverdeeld per beek, inclusief overzichtskaart met locatie meetpunten
7 Overzichtstabel knelpunten ⟶ maatregel ⟶ effect

SEPARATE BIJLAGE

1 Projectplan, d.d. 01-03-2010

1 INLEIDING

Voor u ligt de eindrapportage voor de afstudeeropdracht “Beekherstel Beek Ubbergen”. Deze eindrapportage is het eindproduct dat volgt op het eerder gemaakte projectplan. Het projectplan beschrijft op welke wijze de afstudeeropdracht wordt uitgevoerd, wat de aanleiding is en welke problemen er in het projectgebied spelen. Deze eindrapportage beantwoordt alle hoofd- en deelvragen die in § 1.2 aan bod komen.
In het kader van de opleiding Land- en Watermanagement (Hogeschool Larenstein) dient er een afstudeeropdracht te worden geacquireert die een duidelijk verband heeft met de major ruimtelijke inrichting en integraal waterbeheer. Ook dient deze actueel en origineel te zijn. Waterschap Rivierenland bood deze inhoudelijk interessant en uitdagende opdracht aan.

1.1 Aanleiding en probleemstelling

Waterschap Rivierenland (WSRL) heeft de opgave om een aantal beken op de stuwwal bij Beek Ubbergen te laten voldoen aan de zogenaamde HEN-status (wateren met het Hoogst Ecologisch Niveau). Deze status komt voort uit het waterbeleidsplan. WSRL wil graag weten welke maatregelen nodig zijn om de bronnen te laten voldoen aan deze HEN-status. Voorbeelden van HEN-wateren zijn de Filosofenbeek, de Oorsprong en de Elandsbeek.

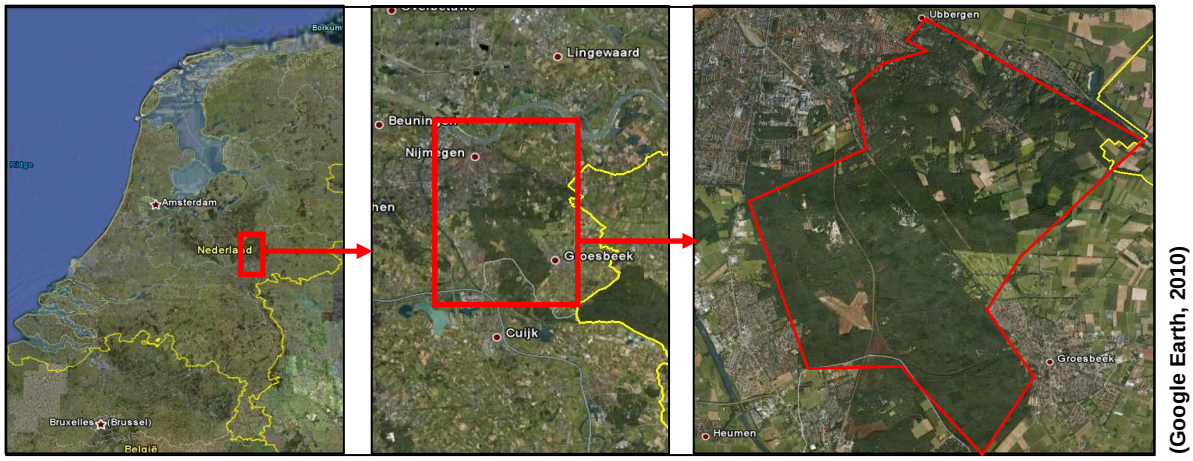
Er is veel informatie beschikbaar over de huidige situatie van deze bronnen en beken deze is sterk verspreid aanwezig. Deze informatie boven tafel krijgen en bundelen is een doel op zich (fase 1). Vervolgens moet een uniform streefbeeld worden opgesteld aan de hand van beleid (fase 2). Dit streefbeeld wordt vergeleken met de huidige situatie en wordt bepaald in hoeverre maatregelen noodzakelijk zijn om de knelpunten op te lossen en zo het streefbeeld te halen (fase 3).



Figuur 1.1. Foto van de oostflank van de stuwwal, waarin de glooiing van het landschap duidelijk zichtbaar is, genomen tijdens de veldinventarisatie.

1.2 Korte gebiedsbeschrijving

Het projectgebied omvat de stuwwal ten zuidoosten van Beek Ubbergen en ten zuidoosten van Nijmegen (zie figuur 1.2). De stuwwal ligt ingeklemd tussen de kernen van, met de klok mee, Nijmegen, Beek Ubbergen, Berg en Dal, Groesbeek, Bredeweg, Plasmolen, Mook, Molenhoek, Malden en weer Nijmegen. De bronnen komen voornamelijk voor op de noord-oostflank van de stuwwal.



(Google Earth, 2010)

Figuur 1.2. Situering van de stuwwal nabij Beek Ubbergen.

De stuwwal is, volgens de wetenschap, circa 200.000 jaar geleden gevormd door landijs dat de bodem opstuwde. Tussen 116.000 en 11.500 voor Christus heerste een toendraklimaat dat löss heeft afgezet. In die tijd zijn de huidige erosiedalen en glooiingen ontstaan, die nu in het gebied goed zichtbaar zijn (zie figuur 1.1). De stuwwal was in die tijd met name begroeid met heide, en langzaam begon de mens zich onderaan de flanken te vestigen. Dit kwam onder andere door de vruchtbare bodem die het gevolg was van inundatie van rivieren. Op de rand van de stuwwal is een aantal pottenbakkersovens teruggevonden. Een Romeinse legerplaats had grote aantrekkingskracht en zorgde voor een groot aantal nederzettingen in de nabije omgeving.
Industrie en transport werd in de Middeleeuwen steeds belangrijker en zo ontstond de onverharde, altijd droge weg van Nijmegen naar Kleve (Duitsland) als belangrijkste handelsroute in de omgeving. Dit is de huidige provinciale weg, de N325, aan de voet van de stuwwal.
In het gebied vestigden zich steeds meer boerenbedrijven met ieder hun eigen specialisme. Dat heeft gezorgd voor een grote verscheidenheid en karakteristiek in het landschap: weilanden, bouwlanden en bos zijn er afwisselend afwezig.
De laatste honderd jaar is veel gebruik gemaakt van de aanwezige kwel vanuit de stuwwal. Deze bronnen, al dan niet gegraven, zorgden voor een constant debiet waardoor wasserijen ontstonden. Nu zijn er nog slechts restanten van deze wasserijen over in de vorm van wasputten.
Nu is er een groot aantal dorpen rondom de stuwwal, waar de hierboven genoemde cultuurhistorie nog steeds zichtbaar is. Zo zijn watermolens gerestaureerd en zijn oude wasserijen weer zichtbaar gemaakt.

In de huidige situatie wordt er veel van het landschap gebruik gemaakt in de vorm van recreatie. Het is een toeristisch gebied geworden. Dit komt door de landschappelijke verscheidenheid. Er is nog een aantal boerderijen aanwezig die landbouw bedrijven en is er een waterkerskwekerij ten noorden van de stuwwal. Op de oostflank komt een aantal bronnen en beken voor die nu door de dalen van de stuwwal lopen. Deze beekjes komen uit in dorpen waar ze afgekoppeld zijn van het riool. Dit heeft men gedaan om de beleefbaarheid van het water in het gebied te vergroten en om het rioolstelsel minder te belasten.
De stuwwal is voor ongeveer 80% begroeid met beuken en eiken. De overige 20% bestaat uit weilanden, bouwland en bebouwd gebied. Er is in het verleden een aantal villa's op de stuwwal gebouwd die uitzicht hebben op verder gelegen dorpen als Ooij en Persingen. Deze villa's zijn gelegen op de flank van de stuwwal.

1.3 Hoofd- en deelvragen

In § 1.1 is de aanleiding en de probleemstelling beschreven. Dit heeft geresulteerd in één centrale hoofdvraag. Deze hoofdvraag is onderverdeeld in een aantal deelvragen die uiteindelijk gezamenlijk een antwoord geeft op deze hoofdvraag. De deelvragen zijn onderverdeeld in een aantal stappen die in § 1.4 kort en bondig beschreven zijn.

Hoofdvraag:
Welke maatregelen zijn nodig om de 10 bronnen op de stuwwal bij Beek Ubbergen te laten voldoen aan de in het HEN-water beleid gestelde streefbeelden?

Deelvragen – stap 1:
1. Op welke wijze functioneert de regionale hydrologie in de stuwwal?
2. Welke relatie is er tussen de bronnen en het inzijggebied?

Deelvragen – stap 2:
1. Welke elementen zijn bepalend voor het vaststellen van het streefbeeld?
2. Wat is het streefbeeld voor de bronnen, zoals vastgelegd in het HEN-waterbeleid en door ecologen wordt voorgesteld?

Deelvragen – stap 3:
1. Welke knelpunten zijn aanwezig en vormen een obstakel om tot het streefbeeld te komen?
2. Welke maatregelen zijn mogelijk om deze knelpunten op te lossen?

Deelvragen – stap 4:
1. Welke grote kennisleemten zijn er en op welke wijze kunnen deze leemten worden weggenomen?
2. Hoe ziet een concreet inrichtingsplan eruit conform de vigerende leidraden voor de Filosofenbeek?
3. Welke (neven)effecten hebben de gewenste maatregelen?

1.4 Methodiek

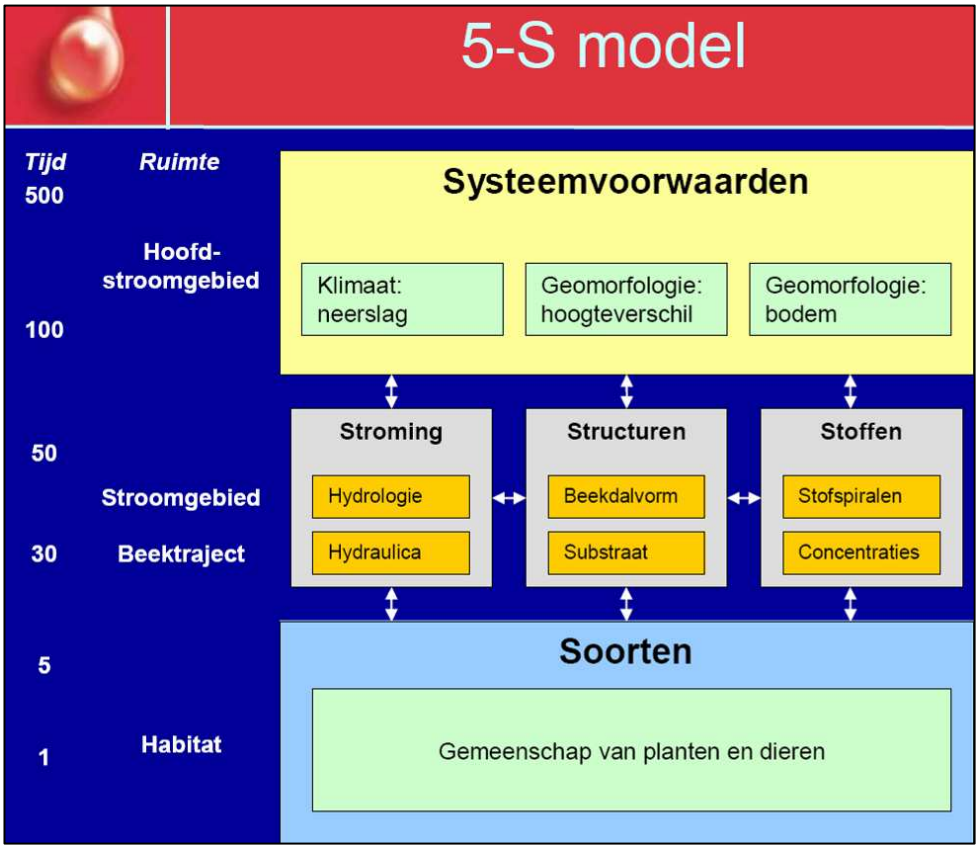
Voor dit onderzoek is gebruikt gemaakt van het 5S-model (STOWA, 1995). Dit 5S-model is bedoeld als kapstok om de verschillende componenten en mogelijke invloeden van een beeksysteem in kaart te brengen. De vijf S-en zijn: systeemvoorwaarden, structuren, stroming, stoffen en soorten (zie figuur 1.3). Dit is de basisstructuur van het 5S-model. Deze basisstructuur komt in hoofdstuk twee tot en met vier terug zodat de rode draad van de rapportage helder blijft. De keuze voor het 5S-model is gemaakt omdat dit model alle componenten bevat waar men met beekherstel rekening mee dient te houden. Het voordeel hiervan is, wanneer dit model tot in detail gevolgd wordt, dat alle belangrijke factoren worden meegenomen. Het is dus een soort hulpmiddel / checklist.

De rapportage is opgedeeld in vier stappen:
1. Gebieds- en systeembeschrijving
   Aan de hand van het 5S-model worden de verschillende componenten (de vijf S-en) gebiedsspecifiek uitgewerkt. Het resultaat is een uitgebreide gebieds- en systeembeschrijving. Dit vormt een bundeling van alle informatie die bij elkaar gesprokkeld is en gefilterd op relevantie. Dit geldt voor het gehele gebied, en dus voor alle bronnen en beken die er voorkomen en aangemerkt zijn alszijnde HEN-water.

2. Streefbeelden
   Aan de hand van verschillende beleidsdocumenten zal één streefbeeld worden bepaald voor de bronnen en beken.

3. Knelpunten en maatregelen
   Aan de hand van de output van stap 1 en 2 kan het verschil tussen het streefbeeld en huidige situatie worden bepaald voor de drie aangewezen bronnen. Negatieve verschillen hiertussen worden getypeerd als knelpunten. Aan de hand van deze knelpunten, zijn verschillende maatregelen geformuleerd die voortkomen uit onder andere literatuurstudie, kennis van gebiedsspecialisten en op basis van expert judgement.

4. Inrichtingsplan Filosofenbeek
   Voor de Filosofenbeek is een inrichtingsplan opgesteld. Dit inrichtingsplan is gevisualiseerd door hoogtekaarten en verschillende aanzichten. Ook zijn de effecten van verschillende maatregelen die voorgesteld zijn, nagegaan op mogelijke, dus ook de negatieve, effecten. Verder is een globale kostenraming en uitvoeringsplanning opgesteld om te bekijken of dit financieel en uitvoeringstechnisch haalbaar is.



(Waterschap Aa en Maas, Wolters, Beekman, Kits Plompen, 2009)

Figuur 1.3. Schematische weergave van het 5S-model, waarin de onderlinge samenhang is weergegeven. Aan de linkerzijde is tevens de tijdseenheid en de factor ruimte weergegeven. Deze twee factoren laten zien dat het 5S-model van groot naar klein werkt (tijd: van 500 naar 1 jaar, ruimte: van hoofdstroomgebied naar habitat). Dit figuur is een sterk vereenvoudigde weergave van het 5S-model. Veel aanvullende begrippen die niet in dit figuur te zien is wordt wel gebruikt bij de gebieds- en systeembeschrijving.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 vormt de inleiding van de rapportage, waarin onder andere de aanleiding en een korte gebiedsbeschrijving te vinden is. In hoofdstuk 2 wordt het 5S-model als basis gebruikt om tot een volledige gebieds- en systeembeschrijving te komen. Het streefbeeld van de beken is te vinden in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 worden de knelpunten geanalyseerd en worden maatregelen voorgesteld om deze knelpunten op te lossen. Hoofdstuk 5 vormt het einde van de rapportage waarin een maatregel tot in detail wordt uitgewerkt om het grootste knelpunt op te lossen. Tot slot wordt in hoofdstuk 6 de conclusies gepresenteerd en verschillende aanbevelingen gedaan.

2 GEBIEDS- EN SYSTEEMBESCHRIJVING

Dit hoofdstuk bestaat uit een gedetailleerde gebieds- en systeembeschrijving volgens het 5S-model (STOWA, 1995). Dit 5S-model bevat de volgende vijf componenten: systeemvoorwaarden, stroming, structuren, stoffen en soorten (zie figuur 1.3). In dit hoofdstuk is elke component gebiedsspecifiek gemaakt. Het is belangrijk om het gehele beïnvloedingsgebied mee te nemen, omdat de omgevingsfactoren grotendeels bepalen hoe de beek eruit ziet. Zelden neemt men dit mee bij beekherstelprojecten. In deze rapportage is dit wel gedaan.

In het 5S-model staan de hierboven genoemde vijf componenten met voor iedere component zijn eigen factor. Bijvoorbeeld de factor 'geo(morf)logie' van de component 'systeemvoorwaarden'. Binnen deze opdracht is ook gekeken naar de relevantie van elke specifieke factor. Niet relevante factoren zijn niet opgenomen in de beschrijving. De visie hierop is dat alleen gebiedsspecifieke relevante en juiste informatie in een beschrijving dient te worden opgenomen.
Het 5S-model maakt gebruik van de trechtersystematiek. Eerst wordt het hoofdstroomgebied bekeken, daarna het beekdaltraject en het kleinere stroomgebied van de beken, om ten slotte op detailniveau in de vorm van een habitat te eindigen.

2.1 Systeemvoorwaarden

De component 'systeemvoorwaarden' beschrijft het hoofdstroomgebied aan de hand van de volgende factoren: 'geo(morfo)logie', 'bodem' en 'neerslag' (STOWA, 1995). Deze factoren zijn uitgewerkt in de volgende subparagrafen.

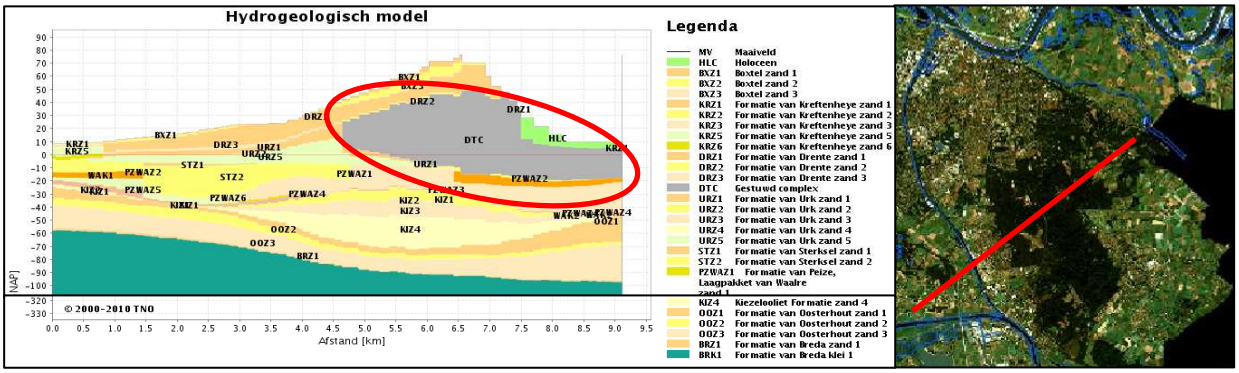
2.1.1 Geo(morfo)logie

Het stuwwallencomplex werd volgens de wetenschap gevormd in de voorlaatste IJstijd (Saalien: 200.000 – 130.000 voor Christus). Het landijs kwam ongeveer tot de grens Nijmegen – Hoek van Holland. De door het landijs opgestuwde aardlagen vormen de nu aanwezige stuwwal. Na het Saalien volgde het Eemien (130.000 – 116.000 voor Christus), waarin het landijs zich terugtrok als gevolg van het mildere klimaat. Ten noorden van de stuwwal stroomde de Rijn toen als een groot vlechtend rivierensysteem. Door erosie, veroorzaakt door het stromende smeltwater, heeft de stuwwal zijn scherpe noordelijke begrenzing. In de meest recente ijstijd, het Weichselien (116.00 – 11.500 voor Christus) kwam het ijs niet in Nederland. Wel werd er door het toendraklimaat löss afgezet bovenop de stuwwal. In dit klimaat, waarin 's zomers de bovengrond ontdooide, maar de ondergrond bevroren bleef, waren de hellingen gevoelig voor erosie. Op verschillende plaatsen zijn daardoor dalen ontstaan in de stuwwallen, zoals het dal van de Oorsprong en het Filosofendal. Waar door erosie leemlagen in de stuwwal aangesneden werden, ontstonden bronnen en beken. In Beek Ubbergen zijn hier voorbeelden van te zien. Op natte plaatsen ontstond veen, plaatselijk in de Polder van Beek in dikke lagen. Dit veen werd veelal afgedekt met een dunne kleilaag, afgezet door latere overstromingen. De locatie van de door het landijs opgestuwde aardlagen zijn onbekend evenals de exacte manier van voorkomen. Waarschijnlijk zijn aan de rand van de stuwwal scheefgestelde lagen aanwezig. Deze scheefgestelde lagen staan in zuidelijke richting steeds meer diagonaal. Dit beïnvloedt de regionale grondwaterstroming. Later in dit rapport is hier ruim aandacht aan besteed.
Door de bovengenoemde geologische processen is een zeer complex driedimensionaal systeem van verschillende lagen ontstaan. Lagen van grof zand, fijn zand en leem wisselen elkaar aan de oppervlakte op korte afstand af, duiken schuin naar beneden (in oostelijke richting) en zijn bovendien schuin aangesneden (vanaf de noordelijke richting).
De stuwwal van Nijmegen kenmerkt zich tevens door de grote hoogteverschillen in het gebied. Ter plaatse van de Duivelsberg, nabij het Filosofendal, is een hoogteverschil van circa 80 meter aanwezig over een lengte van enkele honderden meters. Deze steile flanken zijn uniek in Nederland.
(Radboud Universiteit Nijmegen faculteit NWI, 10-2009; WUR Aardkunde GL25, 2010; Waterschap Rivierenland GeoWeb, 2010).

2.1.2 Bodem

Het is niet eenvoudig te bepalen wat de exacte opbouw is van de stuwwal. Diverse bronnen die geraadpleegd zijn laten de globale opbouw zien van de bovenste meters van de bodem (Radboud Universiteit Nijmegen, 2010).

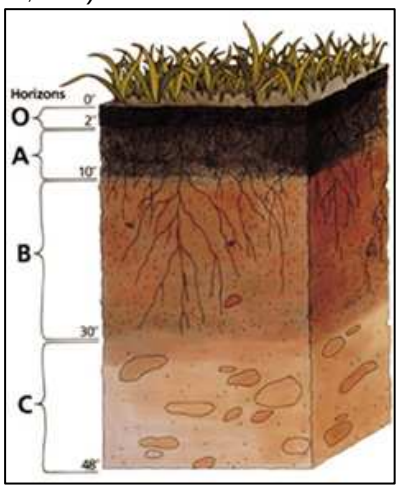
Er is een kennisleemte aanwezig is voor wat betreft de diepere ondergrond. Deze leemte heeft te maken met de opstuwing van de verschillende lagen klei, leem en zand (zie § 2.1.1). Figuur 2.1 laat een hydrogeologische doorsnede van het gebied zien met links de doorsnede en rechts de situering van de doorsnede. In deze figuur is goed te zien dat het gestuwde letterlijk een 'grijs' gebied is. Het is onbekend welke lagen daar exact voorkomen.



(TNO - DINOloket 2010)

Figuur 2.1. Hydrogeologische doorsnede van de stuwwal van Nijmegen. Het rode kader geeft het gestuwde complex weer. Goed is te zien dat de lagen bovenop het stuwcomplex diagonaal staan. In het rechterfiguur is met rode lijn de locatie van de dwarsdoorsnede te zien.

Het gestuwde materiaal bestaat vooral uit grindrijk, grof zand. De steile rand aan de zijde van de Duivelsberg zou ontstaan zijn door een smeltwatervloedgolf die is geërodeerd. Op de zwak glooiiende hellingen komt een lösspakket voor van circa 120 cm dik. Later in het Weichselien ontstonden de huidige, jonge dekzanden waarop, in een latere tijd, vegetatie is ontstaan. Op de top van de Duivelsberg bevinden zich voornamelijk podzolgronden (Verbeek, 2001). Dit zijn gronden met een duidelijke inspoelingslaag van onder andere organisch materiaal en ijzer. In de beekdalen komen voornamelijk natte eerdgronden voor (zie figuur 2.2). Deze eerdgronden kenmerken zich door de aanwezigheid van een zwarte humeuze bovenlaag met daaronder veel roest (ijzeroxidatie). Dit duidt op een fluctuerende grondwaterstand wat zeer aannemelijk is in het gebied. In het veld is de natte eerdgrond gemakkelijk te herkennen door de verkleuring van de ondergrond (bruin) in combinatie met de zachte, weinig draagkrachtige toplaag (Bakker et al., 1966).



(Bakker, H. de, Schelling, J., systeem voor de bodemclassificatie in Nederland, 1966)

Figuur 2.2. Bodemprofiel van een eerdgrond, zoals deze voorkomt in het beekdal. Het onderscheid in horizonten is goed te zien. De A-horizont is de toplaag met veel humus. De B-horizont is de 3e laag waarin ijzer geoxideerd is tot ijzeroxide (roest).

2.1.3 Temperatuur en neerslag

De temperatuur van het water vormt een belangrijke factor binnen het beekherstel. In Nederland hebben de beken een gemiddelde temperatuur van circa 10 ºC, met een variatie van 0 ºC in de winter tot 20 ºC in de zomer. De beken op de flank van de stuwwal hebben een constante temperatuur van circa 10 ºC (WSRL, 03-2010). Dit komt doordat het grondwater een lange verblijftijd heeft voordat dit water uittreedt.

De hypothese is dat de verblijftijd van het geïnfiltreerde water enkele tientallen jaren is. Zonder neerslag zouden de bronnen er niet zijn. Neerslag infiltreert in de bodem en vindt een weg naar de oppervlakte, waar het uittreedt (zie § 2.2).

2.1.4 Menselijke invloeden op systeemvoorwaarden

Sinds de komst van de Romeinen op de stuwwal zijn er menselijke invloeden. Er werden bijvoorbeeld leemkuilen gegraven om van dit materiaal potten, stenen en tegels te bakken.
Een andere menselijke invloed is klimaatverandering. Deze klimaatverandering leidt tot een hogere neerslagintensiteit, ook wel piekbuien (zie § 2.2.1). Doordat er veel regenwater in korte tijd valt, kan niet al het regenwater in de bodem infiltreren. Daardoor wordt dit bovengronds afgevoerd wat leidt tot erosie. De gemeente Beek Ubbergen geeft hierin aan dat er de laatste 20 jaar meer grof zand in het rioleringstelsel is gekomen (Meurs, 03-2010).

2.2 Stroming

Deze paragraaf beschrijft de tweede component ‘stroming’. Hier wordt onder andere de hydrologie van de stuwwal, inclusief beïnvloedingsgebied mee bedoeld. Deze hydrologie is onderverdeeld in de factoren ‘grond- en oppervlaktewater’ en de ‘menselijke invloeden op stroming’. De component ‘stroming’ vormt samen met de componenten ‘structuren’ en ‘stoffen’ het stroomgebied van de beek en het beekdaltraject.

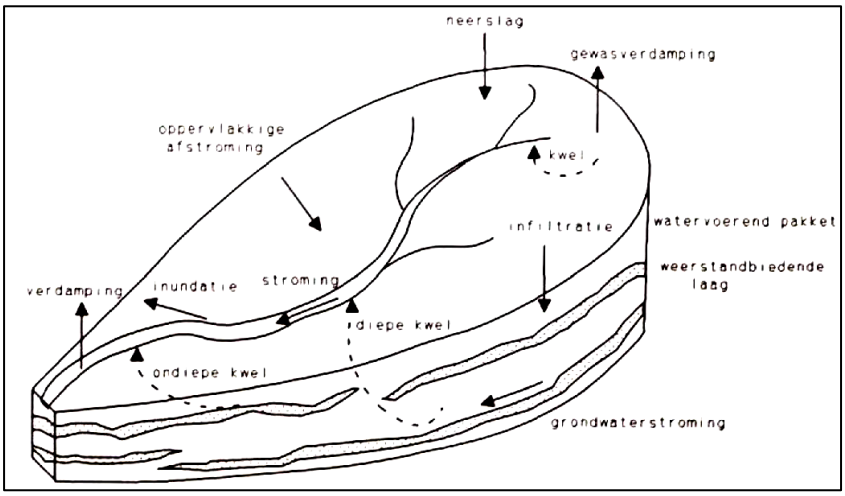
2.2.1 Grond- en oppervlaktewater

De hydrologie wordt uitgelegd aan de hand van een aantal trefwoorden. Op deze wijze wordt getracht een, voor zover mogelijk, compleet beeld te schetsen van de hydrologie van het projectgebied. Er wordt van hoog (infiltratiegebied) naar laag gewerkt (dal). Als eerste is het infiltratiegebied bekeken, daarna de grondwaterstroming, dan het vóórkomen van de bronnen en als laatste de afvoer via het oppervlaktewater.

Infiltratiegebied
Jaarlijks valt er in Nederland gemiddeld 750 mm regenwater. Dit regenwater vindt zijn weg naar het grondwater middels infiltratie, waar het of wegzijgt naar diepere grondlagen of het beschikbaar wordt voor de aanwezige vegetatie in de vorm van hangwater. Doordat er de laatste 20 jaar meer piekbuien zijn gekomen (zie § 2.1.4), vindt het regenwater nu ook zijn weg middels oppervlakkige afstroming door de beekdalen omdat infiltratie niet meer mogelijk is vanwege de grote hoeveelheid regenwater. Hier veroorzaakt het soms diepe geulen op de hellingen en dikke lagen modder en zand aan de voet ervan. Waar waterstromen het riool bereiken, verzandt het riool. Ook treedt schade op aan de wegen, paden en gewassen. In oude, kleinschaliger landschapsystemen werd dit vaak voorkomen door kleinere percelen, gescheiden door graften en door kleinschalige opvangbekkens langs wegen en paden of op andere plaatsen waar water zich verzamelde. Onderhoud van deze elementen werd in het huidige landbouwsysteem steeds meer een probleem. Daarnaast gaf het stootsgewijs vrijkomende water ook problemen in het meer benedenstrooms gelegen deel van het stroomgebied. In Beek Ubbergen was de aanleiding voor maatregelen niet alleen de erosieproblematiek, ook de vermenging van beekwater met rioolwater werd aangepakt. Bovendien werden er ecologische zones aangelegd en stromen de beken weer als vanouds door de straten van Beek Ubbergen.

Grondwaterstroming
Door de complexiteit van de bodemopbouw in de stuwwal is het onmogelijk een gedetailleerd inzicht te geven in de wijze waarop het grondwater zich door de stuwwal verplaatst. Globaal functioneert de stuwwal als een inzijggebied, waarbij de oppervlakkige waterscheiding (grofweg de lijn Berg en Dalseweg – Oude Kleefsebaan) over het hoogste deel van de stuwwal loopt. Of dit in de ondergrond ook zo is, is helaas niet te achterhalen. Via de dieper watervoerende pakketten is er uitwisseling van water onder deze waterscheiding. Op gedetailleerd niveau zal water inzijgen in grofzandig materiaal op de stuwwal. Dat dit water ook uit gebieden ten zuiden van de oppervlakkige waterscheiding komt is waarschijnlijk. Op andere plaatsen, bijvoorbeeld daar waar onderliggende kleilagen dagzomen, zal het water weer uittreden.
Door de storende lagen in de bodem (zie § 2.1.2) ontstaat er hoge kweldruk vanuit de stuwwal. Deze kwel treedt op verschillende manieren uit, zoals de bronnen, maar in andere gevallen blijft het geïnfiltreerde regenwater in de bodem. De grootste grondwaterstromen vinden in diepe aardlagen hun weg, zelfs onder de rivieren door. Dit grondwater pompt men op voor onder andere drinkwater, industrie of landbouw.

Deze waterwinning beïnvloedt ook de stroming van het diepere grondwater en kan zo verdroging veroorzaken in de bron- en kwelgebieden (gemeente Beek Ubbergen, 2010).
In de omgeving van de stuwwal komen diverse grondwateronttrekkingen voor. Dat zijn de drinkwateronttrekkingen van Heumensoord I (6,1 miljoen m^3/jaar), Heumensoord II (3,0 miljoen m^3/jaar), de Nieuwe Marktstraat (4,6 miljoen m^3/jaar). Dit zijn gegevens uit het jaar 1995. Verder zijn er een tweetal grondwateronttrekkingen net over de grens met Duitsland: Scheidal (2,0 miljoen m^3/jaar) en Kleve (6,0 miljoen m^3/jaar). Bij elkaar is dit 21,7 miljoen m^3 grondwater.
In het gebied komt op de stuwwal grondwatertrap VII voor (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG): >80 cm, Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG): >160 cm). Verder naar het dal toe komt lokaal zelfs grondwatertrap I voor (GHG: <20 cm, GLG: <50 cm (Bakker et al, 1989)).



(STOWA, 1995)

Figuur 2.3. Schematische weergave van verschillende waterstromen in het stroomgebied van een beek die ontspringt op de stuwwal. In deze figuur is overzichtelijk weergegeven welke factoren invloed hebben op het voorkomen van de beek. Zo ontspringt de beek bij het woord 'kwel' en wordt de beek in de middenloop gevoed door 'diepe kwel' en 'neerslag'. In één oogopslag is te zien hoe het systeem werkt. De locatie van de weerstandbiedende lagen en de watervoerende pakketten zijn voor het projectgebied onbekend en dus fictief weergegeven.

Vóórkomen van bronnen
Als gevolg van de in de vorige paragraaf beschreven processen, kent Beek Ubbergen veel bronnen. Deze bronnen worden gekenmerkt door de aanwezigheid van kwalitatief goed water met een vrij constante temperatuur en debiet. In de praktijk worden de benamingen bronnen en sprengen door elkaar gebruikt. Beide zijn ontstaanswijzen van beken, maar ze ontstaan op een andere manier. Van een bron spreekt men wanneer water uit een watervoerende laag, gelegen op een ondoorlatende laag, aan de oppervlakte uittreedt. Dit gebeurt op natuurlijke wijze. Een spreng ontstaat door te graven tot aan de watervoerende laag om zo het water kunstmatig aan de oppervlakte te krijgen. Het vrijkomende water kan dan door de gegraven sprengloop in de gewenste richting worden gestuurd. Het verschil tussen een bron en een spreng is in de praktijk erg moeilijk te zien, mede omdat bronkoppen soms vergroot zijn om het debiet in de beek te vergroten.
Door de aanwezigheid van het reliëf in het landschap en door 'opbolling' van bijvoorbeeld de grondwaterspiegel tussen twee beken, is de grondwaterstand niet overal even hoog. Zo ontstaan zijwaarts (horizontale) waterstromen waarbij het water over de helling in de grondwaterspiegel afstroomt. Een weerstandbiedende laag kan verdere horizontale afstroming vertragen of geheel belemmeren. Het geïnfiltreerde regenwater bouwt vervolgens een druk op die het water in een bepaalde richting stuurt. De opgebouwde druk kan de aanleiding zijn voor het ontstaan van opwaartse stroming: stroming in omgekeerde richting door een weerstandbiedende laag. Uiteindelijk ontstaat er dan een helokrene bron: grondwater dat diffuus aan de oppervlakte komt. Zo ontstaan de meeste bronnen, zoals de Filosofenbeek, op de flank van de stuwwal. De bronnen stromen permanent en zullen dat naar alle waarschijnlijkheid vanaf het moment van voorkomen (zie paragraaf geologie) al gedaan hebben. Er zijn geen exacte gegevens bekend of het debiet altijd hetzelfde is geweest voor alle bronnen (kennisleemte, zie hoofdstuk 6). De aanname is dat dit het geval is in de afgelopen 20 tot 30 jaar. De beheerder van Heerlijkheid Beek geeft aan dat het debiet in grote mate constant is. Dit duidt in ieder geval op een groot inzijggebied met langere verblijftijden.

In de gemeente Beek Ubbergen komen tien bronnen voor: Heiligbronnetje (debiet 0,9 m^3 / uur), Beekstroom (debiet 0,2 m^3 / uur), Hondsbeek (is drooggevallen), Oorsprong (debiet 10,8 m^3 / uur), Kalorama (debiet 0,4 m^3 / uur), Elzenbeek (debiet 21,7 m^3 / uur), Wasserij (debiet onbekend), Elandsbeek (debiet 0,5 m^3 / uur), Wijlerberg-kwelmuur (debiet 2,5 m^3 / uur) en de Filosofenbeek (debiet 11,0 m^3 / uur). In bijlage 1 is de situering te zien van deze bronnen met topografische achtergrond (Meurs, 2010).

Inzijging, kwel en verdroging
In het veld zijn de uittreedgebieden (brongebieden) terug te vinden. Hetzij in de huidige dan wel in historische situaties. Een aantal is bovengronds zichtbaar gemaakt in het kader van Water Werkt door middel van bijvoorbeeld molgoten. De brongebieden bevinden zich zowel hoger op de stuwwal (bijvoorbeeld de bron van de Filosofenbeek of de Oorsprong) als ook lager, aan de voet van de stuwwal (de Refter). Ten slotte zal ook op grotere afstand kwel op kunnen treden. De kwelsituaties doen zich voornamelijk voor in de Polder van Beek en verder in een lange strook langs de N52 van Beek tot Kranenburg (Duitsland).
Van verdroging is volgens de provinciale beleidsstukken geen sprake. Meest dichtbij gelegen verdrogingsgebied is ‘de Bruuk’, ten zuiden van Nijmegen. Hier ondervinden de bronnen geen invloed van.

Afvoer via oppervlaktewater
Aan de voet van de stuwwal begint het rivierengebied. Het water van de bronnen en beken met relatief voedselarm water, vindt zijn weg via bermsloten van de weg N325 naar de door de Waal beïnvloede wateren, zoals de gegraven hoofdwatergang “Het Meer”, en komt ten slotte uit in de rivier de Waal nabij het Hollands-Duitschgemaal. Het Meer zorgt voor de afvoer van het stroomgebied van onder andere de beken die zijn oorsprong vinden op de flank van de stuwwal. Er zijn nieuwe beeklopen gegraven om het beekwater langer schoon en op peil te houden en beter toegankelijk te maken voor waterleven. Deze verbetering van het afwateringsstelsel in de tweede helft van de twintigste eeuw heeft gevolgen gehad voor de grondwaterstromingen en vooral voor de kwelgebieden. Doordat de afwatering van landbouwgronden verbeterde, werd de grondwaterstand lager en namen de kwelgebieden in omvang en kwaliteit af. Juist hier waren, en zijn, grote natuurwaarden aanwezig. Zo is de invloed van kwel in de polder van Beek verminderd door de diepteontwatering langs de N325 en door peilverlaging in Het Meer. Hierdoor zijn er verschillende hydrologische gradiënten ontstaan, afhankelijk van de mate van kwel vanuit de stuwwal, water vanuit de rivier of van inundatie. Afhankelijk van deze gradiënten zijn verschillende levensgemeenschappen ontstaan zoals voedselarm bronbos, bloemrijke graslanden, stroomdalgraslanden, voedselrijke moerassen en hard- en zachthoutooibos. In en langs de wateren zelf kon uitwisseling plaatsvinden van diverse diersoorten, waaronder ook stroomminnende vissen.

2.2.2 Menselijke invloeden op stroming

In de tijd dat de wasserijen opkwamen voor de wasindustrie werd gebruik gemaakt van de constante debieten van de beken. Dit water werd gebruikt door wasserijen en papiermolens. Hiervan zijn sommigen later omgebouwd tot graanmolens (Pouwels, 2009). Voorbeelden van molens zijn de waterpapiermolen ‘de Startjeshof’, en watermolen ‘de Oorsprong’. Zie bijlage 5 voor meer informatie over de historie van deze watermolens.
In de omgeving komen grondwateronttrekkingen voor. Deze onttrekkingen hebben waarschijnlijk invloed op het debiet van de beken (zie hoofdstuk 6).

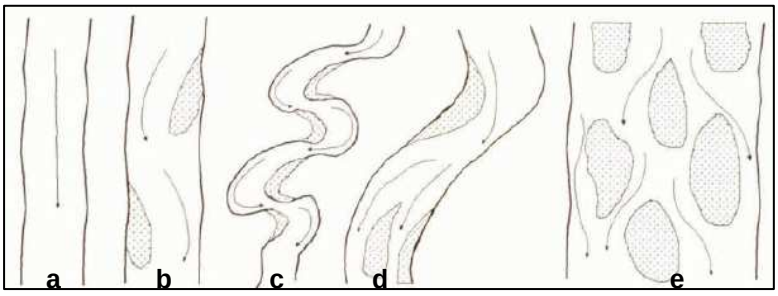
2.3 Structuren

De derde component beschrijft de ‘structuren’. Deze component bevat de factoren: ‘tracé(vorm)’, ‘bedding-morfologie en substraatmozaïeken’ en de ‘menselijke invloed op structuren’. De component structuren is een gevolg van de component systeemvoorwaarden, en vormt samen met ‘stroming’ en ‘stoffen’ de inhoud voor het beekdaltraject en het stroomgebied van de beek.

2.3.1 Tracé(vorm)

Van nature zijn de meeste beeksystemen morfologisch stabiel. Er bestaan verschillende tracévormen zoals: de rechte vorm (a), thalwegvorm (b), meanderend (c), intermediair (d) of vlechtend (e) (zie figuur 2.4). De beken, zoals ze voorkomen op de stuwwal van Nijmegen, hebben een meanderende vorm (c). Dit kan worden bepaald door het toekennen van het sinuositeitsgetal. Sinuositeit staat voor de mate van slingeren van de beek. Daarbij wordt de totale lengte van de beek gedeeld door de lengte van het dal.

Van meandering is sprake wanneer dit getal hoger is dan 1,5. Dit is voor de meeste beken het geval (zie praktijkvoorbeeld figuur 2.5).



(Bron: STOWA, Beken stromen, 1995)

Figuur 2.4. Algemeen beeld van de aanwezige structuur van de bronbeken op de stuwwal.

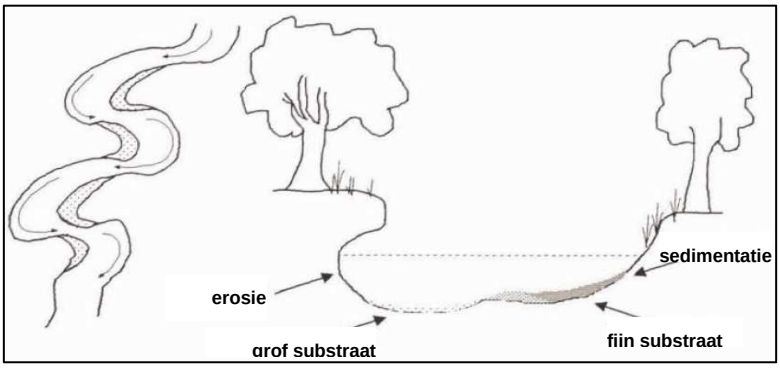


(Bron: veldinventarisatie 08-03-2010, foto gemaakt door F. Hoogeveen)

Figuur 2.5. Foto van de Filosofenbeek, die meanderend door het Filosofendal naar beneden stroomt.

2.3.2 Beddingmorfologie en substraatmozaïeken

De beddingvorm is onder andere afhankelijk van de aanwezigheid van bochten, obstakels, samenstelling van beddingmateriaal en hoeveelheid en samenstelling van het getransporteerde sediment. Wanneer er namelijk bochten in het tracé voorkomen, zal het punt waar de snelste waterafvoer plaatsvindt, zich meer verplaatsen in de richting van de buitenkant van de bocht. De stroomsnelheid in de buitenbocht is groter naarmate de kromming groter is, dus de bochtstraal kleiner. Dit leidt tot een uitsnijding van de buitenbocht waarbij deeltjes worden meegevoerd (zie figuur 2.6). Zo wordt de meandering in de loop der jaren steeds sterker. Door obstakels, zoals begroeiing of gevallen takken in de beek, neemt de stromingsweerstand toe en daardoor neemt de stroomsnelheid af. Daardoor zal sediment bezinken, wordt erosie voorkomen en worden de piekafvoeren gecompenseerd. De wijze van aanvoer van water naar de beek, heeft ook invloed op de samenstelling en de hoeveelheid bodemmateriaal dat vanuit het beekdal naar de beek wordt getransporteerd. Een voorbeeld hiervan is de parkeerplaats bij amusementspark Tivoli, aan de Oude Kleefsebaan (zie ook § 2.3.3).



(Bron: STOWA, Beken stromen, 1995)

Figuur 2.6. Dwarsdoorsnede en zijaanzicht van een meanderende beek.

Er zijn drie soorten beddingtypen. (zie tabel 2.7). Voor de beken op de stuwwal is het beddingtype ‘gemengd transport’ van toepassing. Dit blijk uit beschikbare informatie over de huidige situatie van de beken (Verhoeff, 2006).

Tabel 2.7. Kenmerken van de drie beddingtypen. Het beddingtype 'gemengd transport' is van toepassing voor het gebied.

vorm sedimenttransport en beddingtype	sedimentsamen-stelling (% fijn*)	bodemtransport (% v/h totale sedimenttransport)	breedte/diep-te ratio	sinuo-siteit	verhang
Zwevend transport	> 20	< 3	< 10	> 2	relatief gering
Gemengd transport	5 – 20	3 – 11	10 – 40	1,3 – 2	gemiddeld
Bodemtransport	< 5	> 11	> 40	< 1,3	relatief groot
* % fijn: % van het beddingmateriaal < 0,017 mm					

(Bron: STOWA, Beken stromen, 1995)

2.3.3 Menselijke invloeden op structuren

Het gebruik van beeklopen als bron van gebruikswater voor onder andere drinken, wassen, irrigatie en bemesting is al vele eeuwen oud. Veel van de aanwezige beken hebben onder invloed gestaan van menselijke invloeden. Daardoor zijn vaak aanpassingen aan de bron en de beek gedaan. Bijvoorbeeld het verder opengraven voor meer debiet (bron) en het kanaliseren voor een hogere stroomsnelheid (van de beek), om te voldoen aan 'de wens van de mens'. Een voorbeeld hiervan is de Oorsprong, waarbij het water gebruikt werd om te wassen (zie § 2.2.2 en bijlage 5). Hier is onder andere een opvangbassin gerealiseerd met een overstort, om te zorgen voor een constant debiet.
Een andere invloed van de mens op bijvoorbeeld het Filosofendal is de aanleg van de parkeerplaats van amusementspark Tivoli (Berg en Dal), bovenop de stuwwal. Verontreiniging stroomt samen met het regenwater het dal in. Staatsbosbeheer geeft hierbij aan dat dit een knelpunt is voor de morfologie en de waterkwaliteit van de beek (zie § 4.1.1 voor beschrijving knelpunt).
Per beek heeft het beheer en onderhoud een wisselende invloed op de structuren van de verschillende beken. Dit verschilt per beheerder. Het Geldersch Landschap beheert zijn beken door overtollig hout uit de beken te halen. Staatsbosbeheer daarentegen, is van mening dat dit juist moet blijven liggen omdat het dan de meest natuurlijke situatie benadert. In het veld is het verschil in hoeveelheid obstakels goed te zien. De Oorsprong, beheerd door het Geldersch Landschap, ziet er vrij 'netjes' uit met weinig obstakels. De Filosofenbeek daarentegen, beheerd door Staatsbosbeheer, ziet er minder verzorgd uit.

2.4 Stoffen

Deze paragraaf beschrijft verschillende aspecten op het gebied van waterkwaliteit. Dit is de vierde component. 'Stoffen' vormt samen met 'structuren' en 'stroming' de inhoud voor het beekdaltraject en het stroomgebied van de beek.
Waterschap Rivierenland heeft een aantal meetpunten in het projectgebied liggen. Deze verschillende meetpunten zijn bedoeld als referentie voor de beken. Een kaart van deze meetpunten is te vinden in bijlage 6. In de komende tabellen is onderscheid gemaakt in meetpunten vanwege de locatie van de meetpunten (bijvoorbeeld boven-, midden- of benedenloop). Van deze meetpunten zijn de data opgevraagd. Op basis van deze data zijn verschillende grafieken gemaakt, die onder andere het verloop laten zien in tijd, maar ook in het verschil tussen de bron en de bovenloop. De datareeksen zijn bewerkt om tot duidelijke en betrouwbare data te komen.

2.4.1 Zuurstof en organisch materiaal

Zuurstof (O_2) heeft een grote invloed op de organismen die aanwezig zijn in de beken. Veel organismen zijn afhankelijk van zuurstof in het water, op de anaërobe bacteriën na. De hoeveelheid zuurstof in water is, in vergelijking met de buitenlucht, 7½ keer kleiner. De concentraties lopen bij de bronnen uiteen van 3,3 tot 14,2 milligram per liter (mg/l (WSRL, 03-2010)). De concentratie in de Nederlandse beken varieert van 0,0 tot 20,0 mg/l. Deze concentratie is temperatuurafhankelijk. Wanneer de temperatuur hoger is, is de concentratie zuurstof lager en andersom.
Zuurstof kan op verschillende manieren in het water terecht komen: door diffusie uit de lucht, aëratie door waterturbulentie en door fotosynthese van waterplanten en algen. De laatste is verwaarloosbaar in de beken, omdat er zeer weinig flora in de beek zelf aanwezig is (STOWA, 1995).
De afbraak van organisch materiaal leidt tot toevoer van voedingsstoffen naar de beek.

Daarnaast kan organisch materiaal leiden tot een verlaging van de zuurstofconcentratie omdat zuurstof bij de afbraak wordt gebruikt. Dit kan optreden bij plaatsen waar veel overhangende vegetatie is en onvoldoende afvoer. Over het algemeen is de afvoer van water in de beken op de stuwwal groot genoeg om dit te voorkomen. Dit verklaart ook de gemiddelden van het zuurstofgehalte: 10,5 mg/l (WSRL, 03-2010). Dit is boven de MTR-norm van minimaal 5 mg/l (4e Nota Waterhuishouding).
Het ammoniumgehalte (NH_4^+) is een indicator voor de saprobiegraad, de mate van organische belasting. Een hoge saprobiegraad duidt vaak op verontreiniging met organisch materiaal. Uit de kwaliteitsdata blijkt dat het beekwater nagenoeg overal oligosaproob is (< 0,05 mg/l). Er is dus weinig verontreiniging door organisch materiaal. Eén kwaliteitsmeetpunt laat een matige verontreiniging (α-mesosaproob) zien. Dit is in Beek Ubbergen, nabij een boerderij wat de oorzaak zou kunnen zijn door eventuele bemesting van bijvoorbeeld grasland.

Tabel 2.8. Saprobiegraad in relatie met het ammoniumgehalte.

Saprobiegraad	Ammoniumgehalte in mg/l
oligosaproob	< 0,1
ß-mesosaproob	0,1 – 0,5
α-mesosaproob	0,5 – 4,0
polysaproob	> 4,0

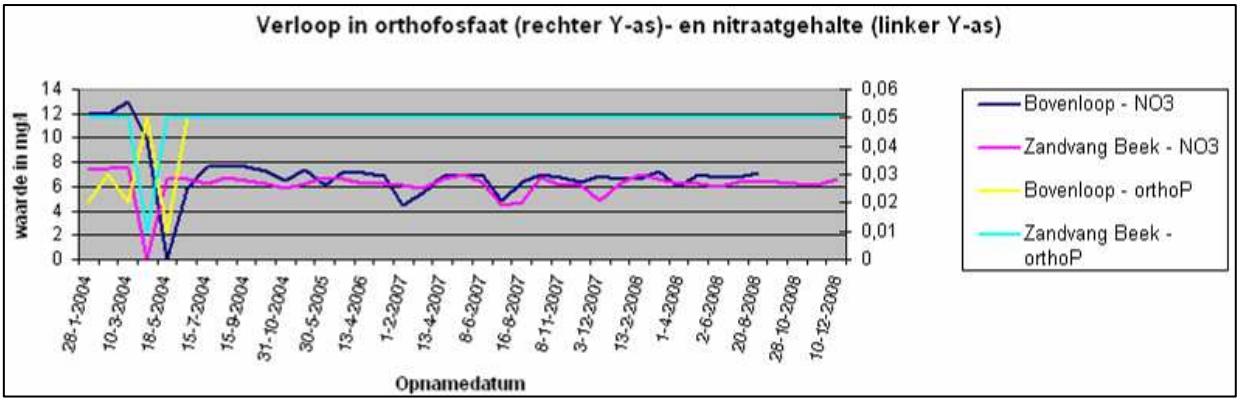
(STOWA, Beken stromen, 1995)

Tabel 2.9. Trofiegraad in relatie met het orthofosfaat- en totaal-nitraatgehalte.

Trofiegraad	Orthofosfaat in mgP/l	Nitraat in mgN/l
oligotroof	< 0,01	0
mesotroof	0,01 – 0,05	0 – 1,5
eutroof	0,05 – 0,1	1,5 – 2
hypertroof	> 0,1	> 2

2.4.2 Voedingsstoffen

Er zijn vele manieren om de trofiegraad, oftewel het voedingsstoffengehalte, van beekwater (oppervlaktewater) aan te duiden. Volgens het 5S-model kan de trofiegraad gebaseerd worden op de orthofosfaat- en nitraatgehalten. Tabel 2.9 laat de waarden zien die maatgevend zijn voor verschillende trofiegradaties. De hypothese voor de trofiegraad van de bronnen is dat deze mesotroof zouden moeten zijn. De bronnen die voorkomen worden voornamelijk gevoed door kwel. Wanneer de bodem kalkrijk is, zoals in Limburg, is de bron mesotroof.
Uit de waterkwaliteitsdata blijkt dat het orthofosfaatgehalte duidt op mesotroof water. Het nitraatgehalte duidt op hypertroof water. Waarden van boven de 10 mg/l zijn geen uitzondering. De range loopt uiteen van 3 tot 14 mg/l (WSRL, 03-2010).
Processen in de beek spelen een rol in de mate van trofiegraad. Bovenstrooms is de trofiegraad vaak oligo- tot mesotroof. Benedenstrooms is dit vaak veranderd in eutrofe omstandigheden door afbraak van grof organisch materiaal. De hypothese voor wat betreft het orthofosfaatgehalte komt overeen. Het verschil in hypothese en de uitkomst van het nitraatgehalte is te verklaren. Op de stuwwal bevinden zich een aantal kleinschalige akkers waar landbouw bedreven wordt. De bemesting van deze akkers wordt grotendeels opgenomen en gebonden in de bodem. Vooral fosfaat bindt zich goed. Nitraat daarentegen loogt uit en wordt via de grondwaterstroming getransporteerd naar de bron, waar het uittreedt. Een andere verklaring voor het hoge nitraatgehalte is bladval, afkomstig van de vegetatie, dat in de beek komt en vervolgens nitrificeert. Dit lijkt niet waarschijnlijk vanwege de aflopende concentraties stroomafwaarts, terwijl bij nitrificatie de concentraties op zouden moeten lopen. Ook zou de concentratie fosfaat op moeten lopen, wat niet het geval is. Een laatste verklaring voor de hoge concentraties nitraat is stikstofdepositie uit de lucht. Bos trekt meer depositie aan dan grasland en door regen infiltreert nitraat in de bodem.



(WSRL, 03-2010)

Figuur 2.10. Grafiek van de nutriënten nitraat en orthofosfaat in de Filosofenbeek voor de bovenloop en de benedenloop (zandvang).

In figuur 2.10 is het verloop van het orthofosfaat (PO_4^{3-})- en nitraatgehalte (NO_3^-) in de Filosofenbeek uitgezet tegen de tijd. Hierin is te zien dat, in vergelijking met circa 4 jaar geleden, weinig verandering is opgetreden in waarden sinds de zomer van 2004. Hieruit is te concluderen dat de beïnvloedingsfactoren hetzelfde effect hebben op de waarden vanaf circa 2004. Wel is van belang dat bijvoorbeeld een vermindering van bemesting op de akker, op korte termijn geen effect heeft. Het duurt lang voordat dit effect heeft op de concentratie nitraat in het water, vanwege de lange verblijftijd. De betrouwbaarheid van de waarden van voor 2004 is gering, vanwege de grote variatie in waarden. De lichtblauwe en de gele lijn (orthoP) laten vanaf juli 2004 een constante waarde van 0,05 mg/l zien. Dit is de detectielimiet.

2.4.3 Macro-ionen

De onderlinge macro-ionenverhoudingen vormen een goede tracer voor de herkomst van het grondwater als de bodemsamenstelling bekend is. Beken die in de bron en de bovenloop worden gevoed met neerslag of jong grondwater, bevatten doorgaans lage gehaltes aan macro-ionen (atmotroof watertype; Stuyfzand 1986, van Wirdum 1991). Ook zijn ze vaak zwak zuur tot neutraal (pH 6-8). De gehalten nemen stroomafwaarts toe, naarmate ouder grondwater wordt toegevoerd en door het verloop van mineralisatieprocessen. Organisch materiaal wordt omgezet in bijvoorbeeld nitraat en koolstofdioxide in de beek. In beken die in de oorsprong al door ouder grondwater worden gevoed (lithotroof watertype; Stuyfzand 1986, van Wirdum 1991) is dit patroon minder duidelijk.
De volgende macro-ionen zijn van belang: calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), natrium (Na^+), kalium (K^+), bicarbonaat (HCO_3^-), chloride (Cl^-) en sulfaat (SO_4^{2-}). In tabel 2.13 zijn de verschillen in MTR-norm en aanwezige concentratie weergegeven.

Tabel 2.11. Overzicht in referentiewaarden en gemeten gemiddelde waarden in mg/l. Voor een aantal stoffen zijn geen MTR-normen geverifieerd (achtergronddocument NW4, 05-2000).

stof →	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}
MTR-norm	-	-	-	-	-	200 mg/l	100 mg/l
referentiewaarden 1997 regenwater (mg/l)	1,68	1,09	0,00	0,00	2,56	5,01	4,61
referentiewaarden 1997 bronwater Ugchelen (mg/l)	3,01	1,01	6,99	1,02	12,20	11,72	7,20
waarden Filosofenbeek bij zandvang	46,67	7,79	12,74	1,92	106,36	16,63	41,71
waarden bovenloop Filosofenbeek	45,46	8,89	12,69	3,98	101,79	16,91	44,38
waarden Oorsprong	31,24	6,76	17,33	2,44	24,98	23,25	43,98
waarden Elandbeek bovenloop	66,17	10,33	10,00	1,51	188,08	13,75	37,92
waarden Elandbeek benedenloop	66,75	10,50	10,12	1,48	191,64	13,75	41,83
gemeten gemiddelde waarden bronnen (mg/l)	**52,5**	**8,4**	**17,0**	**2,7**	**108,3**	**22,14**	**41,5**

(WSRL, 03-2010 en STOWA, 1995)

Bovenstaande tabel laat zien dat van alle stoffen, behalve kalium, ten opzichte van de referentiewaarden, er hoge concentraties voorkomen. De betrouwbaarheid van deze referentiewaarden is niet meer te garanderen omdat deze waarden zeer gedateerd zijn (STOWA, 1995). De MTR-norm laat zien, voor chloride en sulfaat, dat de norm niet wordt overschreden en dat er geen gevaar is voor de aanwezige fauna. Voor de overige stoffen bestaat geen MTR-norm. Deze waarden zeggen alleen iets over de herkomst van het water. Een hoog calciumgehalte duidt op een watertype dat veel invloed heeft van het grondwater.
Wanneer het Stiff-diagram toegepast wordt, zou er een calciumbicarbonaatwatertype uitkomen met de volgende beschrijving: "*dit type wordt gekenmerkt door een hoge hardheid als gevolg van het oplossen van kalk. Het is het eindproduct van geïnfiltreerd regenwater (lithoclien) in kalkrijke bodems. De sulfaten zijn door sulfaatreductie verminderd"* (Bongers, 1999). Naar alle waarschijnlijkheid klopt deze beschrijving omdat het sulfaatgehalte ruim onder de MTR-norm ligt. Verder komt de bodemopbouw overeen met de bovenstaande beschrijving.

2.4.4 Microverontreinigingen

Microverontreinigingen zijn milieuvreemde stoffen, afkomstig van menselijk handelen. Voorbeelden hiervan zijn PCB's, OCB's, PAK's en organofosfor. De parameters zijn niet door het waterschap gemeten.

2.4.5 Menselijke invloeden op stoffen

Op het hoge gedeelte van de stuwwal komt plaatselijk landbouw voor. Dit heeft zeer waarschijnlijk een negatieve invloed op het nutriëntengehalte van het beekwater. Zo komen er plaatselijk hoge waarden nitraat voor. Ook zou de industrie voor stikstofdepositie kunnen zorgen. Dat leidt tot meer stikstof in de beek.
Het beheer van bijvoorbeeld vegetatie en opruimwerkzaamheden, bijvoorbeeld takken verwijderen uit de beek, heeft een grote invloed op de aanwezige stoffen. Door afbraak van grof organisch materiaal worden hogere waarden aan nutriënten gemeten. Door bijvoorbeeld de bomen weg te halen is er minder bladval in de beek, wat zou moeten resulteren in een verlaagd nutriëntengehalte.
Een andere invloed van de mens is indirect op de stoffen te herleiden: recreatie. Doordat het gebied zeer veel recreanten trekt, wordt er afval achtergelaten. Dit kan leiden tot hogere waarden aan nutriënten. Toch is de voornaamste reden van het stoffenprobleem niet de recreatiedruk, maar de bemesting van de akkers.

2.5 Soorten

De vijfde en tevens laatste component van de systeembeschrijving is ‘soorten’. Deze component staat op zichzelf en vormt de inhoud voor de habitat: de gemeenschap van planten en dieren. Bij ‘soorten’ wordt gedetailleerd ingegaan op onder andere het voorkomen van doelsoorten in en rondom de beek aan de hand van de eerder beschreven componenten: ‘systeemvoorwaarden’, ‘stroming’, ‘structuren’ en ‘stoffen’. Beekherstelplannen worden vaak uitgevoerd ten behoeve van het voorkomen van bepaalde soorten of een bepaalde levensgemeenschap. Het voorkomen van soorten vormt een belangrijke graadmeter van de toestand en het functioneren van een beeksysteem.

2.5.1 Soorten en ‘systeemvoorwaarden’

De bronnen van de stuwwal van Nijmegen zijn deels permanente beken en deels semi-permanente. Permanente beken vallen in een periode van 25 jaar niet droog. Semi-permanente beken vallen af en toe, maar niet elk jaar droog. De afwezigheid van water in de beek heeft grote gevolgen voor flora en fauna die daar niet op is ingesteld. Daarom past het systeem zich helemaal aan, aan de juiste omstandigheden. Onderdeel daarvan is ook de temperatuur van het water. De beken kenmerken zich door een vrij constante temperatuur kwelwater dat in de beken stroomt: circa 10 ºC. De temperatuur staat in relatie met de zuurstofconcentratie. Hoe hoger de temperatuur is, des te minder zuurstof komt voor in het water. Staatsbosbeheer en het Geldersch Landschap voeren voor de beken qua lichtval hetzelfde beleid: zorgen voor voldoende licht in en rondom de beek door af en toe grote bomen te kappen. Zo ontstaat er voldoende licht in de beken en is er voldoende doorzicht, meestal tot op de bodem. Wanneer er namelijk (te) weinig licht is, kunnen flora en fauna die gebonden zijn aan de beken, zich niet blijvend vestigen.

2.5.2 Soorten en ‘stroming’

In deze paragraaf zijn alleen de Filosofenbeek, de Oorsprong en de Elandsbeek behandeld, omdat van de andere beken geen informatie beschikbaar is.
Er zijn verschillende soorten fauna die rheofiel zijn en afhankelijk zijn van een constante waterstroom. Deze soorten houden zich dan op buiten de stroomdraad: het punt waar de snelheid van het water het hoogst is. Door stroming is er een relatie tussen de kenmerken van de waterstroom en de soorten. De kenmerken zijn de zuurstofvoorziening (turbulentie leidt tot meer zuurstof), de voedselvoorziening (stroming leidt tot aanvoer van voedsel), stress (continu energie van organisme om op dezelfde plaats te blijven) en habitats (bijvoorbeeld ophoping van takken waar organismen zich kunnen vestigen).
Soorten die verbonden zijn aan stromingen zoals in de Filosofenbeek zijn de watermijt (Ljania bipapillata, Sperchon longissimus) en de vedermug (Symposiocladius lignicola). Deze soorten zijn zeer zeldzaam. De waarneming van de vedermug in de Filosofenbeek is de eerste buiten Zuid-Limburg (Cuppen, 2007). Deze soorten laten zien dat de bronnen van hoge ecologische waarde zijn (indicatoren). Ze zijn in het rapport van Cuppen getypeerd als een “zeer zeldzaam beekecosysteem” - natuurwaardeklasse 5 (Moller-Pillot, 1985).

2.5.3 Soorten en 'structuren'

Onder structuren wordt niet alleen de vorm van de beek verstaan, maar ook het minerale substraat. Juist omdat veel beekdieren in de bovenste centimeters van het substraat leven, is dit een belangrijk onderdeel van de beek. Soorten zijn gebaat bij een losse bodemstructuur. Ze kunnen daardoor gemakkelijk in de bodem doordringen waardoor ze minder last hebben van stress van de stroming van het water. In Nederland zijn verschillende soorten substraten te vinden, zoals: kleiige, lemige, grindige, en zandige substraten. Een zandig substraat is voor wat betreft de Filosofenbeek en de Oorsprong het meest ideale substraat omdat deze goed bewortelbaar is en het wortelstelsel voldoende houvast biedt. Dit is voor de fauna in de beek weer prettig omdat ze dan tussen deze wortels kunnen nestelen. In figuur 2.12 is een foto te zien van de Filosofenbeek met een grof zandig substraat.



(F. Hoogeveen, 2010)

Figuur 2.12. Foto van de Filosofenbeek (middenloop) waarop de meanderende structuur en obstakels te zien zijn. De kleur van de bodem laat het zanderige substraat zien waar eventueel planten en dieren zich kunnen vestigen.

2.5.4 Soorten en 'stoffen'

De beken bevatten stromend water en het debiet wordt stroomafwaarts steeds groter door de aanvoer van kwel en regenwater. Daardoor wordt ook de stroomsnelheid groter. In deze beken komt, vooral door de stroomsnelheid, een hoog zuurstofgehalte voor.
De pH is zeer belangrijk voor de aanwezigheid van soorten. De pH van de bronnen loopt uiteen van 7,5 tot 8,4. Dit betekent dat het water neutraal tot zwak basisch is. Dit wordt verklaard door de aanvoer van kwel, waarin veel kalk aanwezig is. De meeste waterplanten gedijen het beste bij een pH variërend van 7,0 tot 8,0. Uit documenten van Staatsbosbeheer (Verbeek, 2001) blijkt dat er vier soorten van de rode lijst in het Filosofendal voorkomen: bleke zegge, grote veldbies, paarbladig goudveil (zie figuur 2.13) en mispel. Deze soorten zijn kenmerkend voor *natte, matig voedselrijke en voedselrijke bossen*. Dichter bij de bron komen zeldzame soorten voor: moerasstreepzaad (zie figuur 2.13), kleine valeriaan en gulden boterbloem. Deze soorten komen voor in goed ontwikkeld beekbegeleidend bos.



(biopix.nl, houbi.com, Wikipedia, 2010)

Figuur 2.13. Foto's 1 - bleke zegge, 2 - grote veldbies, 3 - paarbladig goudveil en 4 - moerasstreepzaad.

2.5.5 Soorten in het stroomgebied

De bron ligt in het algemeen in een gesloten landschap, met veel bomen en relatief weinig lichtval. Dichter bij het dal is de lichtval groter. Vegetaties laag in het dal zijn afhankelijk van de kwaliteit van de kwel, afkomstig uit de stuwwal. Het proces van aanrijking van het grondwater met mineralen speelt een grote rol bij de ontwikkeling van vegetaties in beekdalen en beken.

2.5.6 Menselijke invloeden op soorten

Er zijn veel invloeden op het voorkomen van soorten in dit gebied. De meest belangrijke invloeden worden puntsgewijs behandeld:

- verwijderen van vegetatie, schonen watergang;

onder andere Staatsbosbeheer en het Geldersch Landschap beheren de beken en zorgt ervoor dat de huidige situatie in stand gehouden wordt of zelfs verbeterd. Bijvoorbeeld door organisch materiaal als bladeren en takken te verwijderen uit de beekloop. Al deze ingrepen hebben directe gevolgen voor de flora en fauna in en rondom de beek.

- recreatie;

in het gebied heerst een hoge recreatiedruk. Door de aanleg van fiets- en wandelroutes wordt getracht de recreanten in het gebied te laten zijn, maar zonder de flora en fauna te beschadigen. Zo worden de natuurdoeltypen beschermd. Een andere ingreep die het Geldersch Landschap heeft ingevoerd is de verwijdering van alle prullenbakken in het gebied. Dit heeft geresulteerd in een reductie van afval tot wel 70% in het gebied. Veel afval kwam dus niet in de bakken zelf, maar in de omgeving van de prullenbak. Nu nemen de meeste mensen hun afval mee naar huis.

3 STREEFBEELDEN

In Gelderland vormt de Waterwijzer (Provincie Gelderland, 2001) de leidraad voor het toepasbaar maken van streefbeelden. Daarentegen heeft Waterschap Rivierenland in 2006, in samenwerking met Arcadis, voor alle HEN- en SED-wateren in het gehele beheersgebied van het waterschap streefbeelden opgesteld. Beide streefbeelden worden in de komende paragrafen uitgebreid toegelicht. Eerst is een keuze gemaakt, inclusief onderbouwing, welk streefbeeld er wordt gesteld aan de bronnen en beken. Daarna is uitgewerkt in paragraaf 3.3 hoe dit streefbeeld tot stand is gekomen.

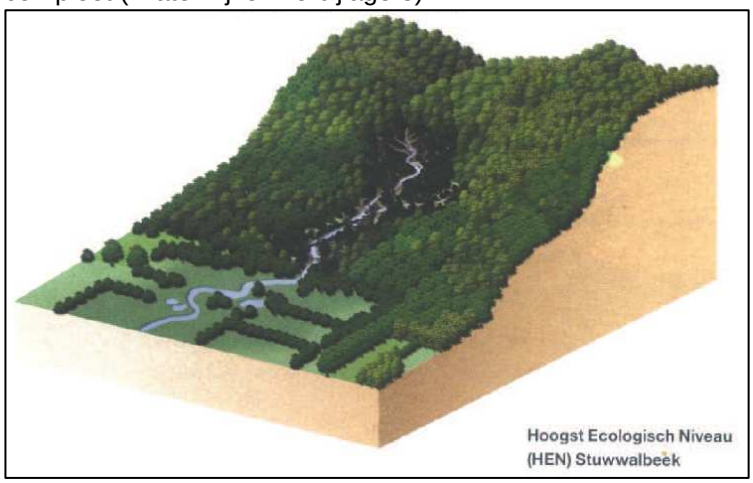
3.1 Kader

Het streefbeeld is opgesteld voor de Filosofenbeek, de Oorsprong en de Elandsbeek. Van de drie genoemde beken is er voldoende beschikbare relevante informatie aanwezig. In eerste instantie zou voor alle 10 de bronnen/beken een streefbeeld worden opgesteld. Er is gebleken dat van de overige 7 beken te weinig relevante informatie aanwezig is om hiervoor een streefbeeld op te stellen. Nader onderzoek naar de beken is dan ook een aanbeveling (zie hoofdstuk 6).
Het streefbeeld borduurt grotendeels verder op de informatie uit hoofdstuk 2. Daarom is ervoor gekozen om de vijf componenten van het 5S-model terug te laten keren in het streefbeeld door de beschrijvingen in de eerste kolom onder te verdelen in: ‘systeemvoorwaarden’, ‘structuren’, ‘stroming’, ‘stoffen’ en ‘soorten’ (zie tabel 3.3).

3.2 Keuze streefbeeld

In deze paragraaf is een keuze gemaakt in welk streefbeeld wordt toegekend aan de Filosofenbeek, de Oorsprong en de Elandsbeek. Er zijn twee streefbeelden die van toepassing zijn voor de bronnen. Dit is de ‘Waterwijzer’ van de provincie Gelderland en het streefbeeld uit de rapportage ‘Waardevolle Waternatuur’. Deze twee beleidsstukken worden ieder kort behandeld.

Streefbeeld 1: Waterwijzer provincie Gelderland
De Waterwijzer is opgesteld door de provincie Gelderland. Het heeft als doel om gezamenlijk met alle betrokkenen, zoals waterschappen, provincies, gemeenten, DLG, natuurorganisaties, adviesbureaus, terreinbeheerders en agrariërs, met eenzelfde beeld voor ogen, te werken aan behoud en herstel van beken met een HEN- of SED-functie. Dit betekent dat de Waterwijzer als leidraad en als basisdocument is bedoeld voor iedereen die iets te maken heeft met of zich inzet voor beekherstelprojecten. Er ontbreekt alleen een belangrijk onderdeel die in de overige beleidsdocumenten wel voorkomt: een meer uitgebreide waterkwaliteitsanalyse met normen. Dit is belangrijk voor de doelsoorten. Verder is de Waterwijzer zeer compleet (Waterwijzer zie bijlage 3).



(Waterwijzer provincie Gelderland, 2001)

Figuur 3.1. Driedimensionale weergave van een stuwwalbeek met een HEN-functie.

Streefbeeld 2: Waardevolle Waternatuur, Verhoeff, G.
Het rapport van Arcadis, waarin alle streefbeelden van verschillende beleidsdocumenten zoals de KRW en het IWGR, laat zien dat er verschillen zitten in de onderlinge streefbeelden. Deze rapportage is deels te vinden in bijlage 4 (het uitvoeringsprogramma). Dit is door andere instanties opgesteld en dus niet in samenspraak met de eerder genoemde betrokkenen. Dit is wel het geval is bij de Waterwijzer. Het rapport Waardevolle Waternatuur (WW) is door Waterschap Rivierenland gebruikt als beleidsdocument bij beekherstelprojecten. Verder is deze rapportage WW gebaseerd op documenten die in tabel 3.2 zijn weergegeven. In de tijd dat deze rapportage is opgesteld is gebruik gemaakt van de toen geldende KRW (2006). In de KRW die nu van toepassing is, is een aantal wijzigingen doorgevoerd ten opzichte van vier jaar geleden. Deze wijzigingen hebben voornamelijk betrekking op de waarden van stoffen voor de GET (Goede Ecologische Toestand). In tabel 3.3 zijn deze waarden geactualiseerd op basis van het watertype R4: 'permanent langzaam stromende bovenloop op zand' en R5: 'langzaam stromende middenloop / benedenloop op zand'.
Uiteraard zit er overlap in de componenten en bij beide streefbeelden worden bij het ene streefbeeld andere componenten gebruikt dan bij het andere streefbeeld. Dit heeft ertoe geleidt dat de beide streefbeelden zijn samengevoegd zodat:
a: de verschillen die aanwezig zijn, goed te onderscheiden zijn;
b: de overeenkomsten helder zijn (overlap) en
c: de streefbeelden vullen elkaar aan (twee brondocumenten bij één component).

Tabel 3.2. Onderlinge verwantschap tussen de verschillende indelingen die gebruikt worden in de KRW, het IWGR, de Waterwijzer, het Handboek Natuurdoeltypen en de watertypen van het aquatisch supplement (Verhoeff, 2006).

Typologie HEN- SED	Kaderrichtlijn Water 2006	Natuurdoeltype	Watertypen aqua-tisch supplement	Waterwijzer prov. Gelderland	WaterBeheerPlan
Permanente bron	R4. permanent lang-zaam stromende bovenloop op zand.	3.2 Permanente bron	Deel 1, 4.2 t/m 4.6 en 4.9 t/m 4.13	Stuwwalbeek, bron en spreng	Bronnen

Keuze
Er is gekozen om de beide streefbeelden, de Waterwijzer van de provincie Gelderland en de rapportage Waardevolle Waternatuur, samen te voegen tot één gemeenschappelijk streefbeeld, met de actualisatie van stoffen uit de KRW. Omdat dit in overleg met álle betrokkenen is opgesteld, staat iedereen achter het streefbeeld dat van toepassing is op de desbetreffende beek of bron. Deze keuze is in samenspraak met ecologen, hydrologen en beleidsmedewerkers van het waterschap.

3.3 Overzicht streefbeeld en totstandkoming

Uit verschillende bronnen (Waardevolle Waternatuur, de Waterwijzer van de provincie Gelderland en de KRW) blijkt dat het streefbeeld dat gesteld is, in de hierboven genoemde documenten, voor een groot deel overlapt. Dit zorgt voor een compleet streefbeeld. Tabel 3.3 is onderverdeeld in vier kolommen en is ingedeeld volgens de vijf componenten van het 5S-model. De eerste kolom beschrijft kort een omschrijving (bijvoorbeeld type landschap). Kolom twee beschrijft het samengevoegd streefbeeld met in de derde kolom de bron van het streefbeeld. In de laatste kolom is de huidige situatie kort beschreven. Voor een aantal is duidelijk dat de huidige situatie niet overeen komt met het streefbeeld. Deze verschillen vormen de knelpunten die in hoofdstuk vier zijn beschreven. In bijlage 2 is een fotoreportage bijgevoegd waarin verschillende foto's te zien zijn met een korte toelichting.

Tabel 3.3. Overzicht van de streefbeelden en de huidige situatie, onderverdeeld in de vijf verschillende componenten volgens het 5S-model.

1: 'Systeemvoorwaarden'			
Beschrijving	**Samengevoegd streefbeeld uit drie bronnen**	**Bron:** **- Waardevolle Waternatuur** **- Waterwijzer prov. Gelderland** **- KRW**	***Huidige situatie***
type landschap	dalvormige laagte op de randen van de stuwwallen	Waterwijzer prov. Gelderland	*gelegen in een dal (Filosofenbeek en Oorsprong)*
openheid landschap	beek is gelegen in half tot geheel gesloten landschap	Waterwijzer prov. Gelderland	*boven- en middenloop: gesloten landschap, benedenloop: half gesloten*
landgebruik	bos	Waardevolle Waternatuur	*bos, landbouw, bebouwing*
2: 'Stroming'			
Beschrijving	**Samengevoegd streefbeeld uit drie bronnen**	**Bron:** **- Waardevolle Waternatuur** **- Waterwijzer prov. Gelderland** **- KRW**	***Huidige situatie***
variatie in stroming en waterpeil	matig	Waterwijzer prov. Gelderland	*weinig variatie, dus weinig*
reactie op neerslag	langzaam	Waterwijzer prov. Gelderland	*langzaam*
waterkwaliteit	kalkrijk/-arm, afhankelijk van grondwatervoeding (stabiele kwaliteit)	Waterwijzer prov. Gelderland	*kalkrijk, stabiele kwaliteit (weinig schommelingen in de afgelopen jaren)*
peilbeheer	natuurlijk	Waardevolle Waternatuur	*natuurlijk*
inlaat gebiedsvreemd water	geen	Waardevolle Waternatuur	*geen*
kwel	wel	Waardevolle Waternatuur	*wel*
aan- of afvoer van water	afvoer	Waardevolle Waternatuur	*afvoer*
kwetsbaarheid	meer dan gevoelig voor verdroging, matig gevoelig voor veranderingen in waterkwaliteit en recreatie; niet	Waterwijzer prov. Gelderland Waardevolle Waternatuur	*gevoelig voor verdroging, niet gevoelig voor recreatie (gezien de aanwezige recreatiedruk)*
overstromingsgebied	beperkt	Waterwijzer prov. Gelderland	*beperkt*
inperken onderhoud	geen of extensief onderhoud	Waterwijzer prov. Gelderland	*Staatsbosbeheer perkt onderhoud in, GL niet*
3: 'Structuren'			
Beschrijving	**Samengevoegd streefbeeld uit drie bronnen**	**Bron:** **- Waardevolle Waternatuur** **- Waterwijzer prov. Gelderland** **- KRW**	***Huidige situatie***
beektype	permanent watervoerende slingerende beek met sterk verval en een brongebied met continue grondwatervoeding vanuit stuwwal	Waterwijzer prov. Gelderland	*permanent watervoerende slingerende beek met sterk verval en een brongebied met continue grondwater-voeding vanuit de stuwwal*
morfologie	gevarieerde steile tot holle oevers of kwelzones; natuurlijk	Waterwijzer prov. Gelderland Waardevolle Waternatuur	*er zijn steile oevers aanwezig (zie bijlage 2 - fotoreportage)*
verval (m/km)	> 5	Waterwijzer prov. Gelderland	*ongeveer 50 m/km*
gem. stroomsnelheid (m/sec)	minimaal 0,2, maximaal 0,6	Waterwijzer prov. Gelderland	*gemiddelde = 0,1 m/sec*
waterdiepte	0,1 m	Waardevolle Waternatuur	*variërend: 0,1 – 0,3 m*
meandering (beeklengte/dallengte)	slingerend (>1 en <1,2)	Waterwijzer prov. Gelderland	*slingerend > 1*
variatie in sedimentatie en erosie	gevarieerd	Waterwijzer prov. Gelderland	*gevarieerd*
substraat	grof tot fijn zandig	Waterwijzer prov. Gelderland	*grof zandig*
ontwikkelen beekbegeleidende begroeiing	minimaal 80% op zuidoever, maximaal 90% op beide oevers	Waterwijzer prov. Gelderland	*geen zicht op*
beschaduwing oevers	> 50%	Waardevolle Waternatuur	*> 50%*
oever	natuurlijk	Waardevolle Waternatuur	*natuurlijk*

- vervolg op pagina 25 -

- vervolg van pagina 24 -

verwijderen stuw	ja	Waterwijzer prov. Gelderland	*groot verval t.p.v. provinciale weg*
aanleggen vispassage	verwijdering stuwen, e.d. voor het vispasseerbaar maken	Waterwijzer prov. Gelderland	*is reeds gedeeltelijk gebeurd (Water Werkt), niet alles (bijvoorbeeld N325)*
kunstwerken	geen	Waardevolle Waternatuur	*stuwen en duikers aanwezig*
profielverdediging	bij beekherstel verwijderen	Waterwijzer prov. Gelderland	*geen oeververdediging aanwezig*
4: 'Stoffen'			
Beschrijving	**Samengevoegd streefbeeld uit drie bronnen**	**Bron:** **- Waardevolle Waternatuur** **- Waterwijzer prov. Gelderland** **- KRW**	***Huidige situatie***
stikstof	< 4 mg/l	Waardevolle Waternatuur, KRW	*per bron uitgewerkt in § 4.1*
fosfaat	< 0,14 mg/l	Waardevolle Waternatuur, KRW	*per bron uitgewerkt in § 4.1*
chloride	< 25 mg/l	Waardevolle Waternatuur, KRW	*per bron uitgewerkt in § 4.1*
zuurstof	> 5 mg/l	Waardevolle Waternatuur, KRW	*per bron uitgewerkt in § 4.1*
pH	4,5 – 5,5	Waardevolle Waternatuur	*per bron uitgewerkt in § 4.1*
doorzicht	niet onderscheidend	Waardevolle Waternatuur	*goed doorzicht*
5: 'Soorten'			
Beschrijving	**Samengevoegd streefbeeld uit drie bronnen**	**Bron:** **- Waardevolle Waternatuur** **- Waterwijzer prov. Gelderland** **- KRW**	***Huidige situatie***
doelsoorten water	bermpje, vederkruid, sterrekroos, alpenwatersalamander alpenwatersalamander, zuidelijke oeverlibel, grote weerschijnvlinder	Waterwijzer prov. Gelderland Waardevolle Waternatuur	-
doelsoorten oever	goudveil, grote weerschijnvlinder; beekdikkopmos, beekstaartjesmos, bronkruid, gewoon dikkopmos, greppelrus, moerasmuur, bittere veldkers, haarsterremos, kleine watereppe, paarbladig goudveil	Waterwijzer prov. Gelderland Waardevolle Waternatuur	*paarbladig goudveil, bleke zegge*
flora en fauna	soorten van stromend en snelstromend water waaronder koudwatersoorten (zoals bronplatworm)	Waterwijzer prov. Gelderland	*uit flora- en faunaonderzoek blijken deze soorten voor te komen (Staatsbosbeheer, het GL)*

Kanttekening:
Op pagina 24 onder het kopje '3: 'Structuren', wordt de term 'verval' besproken. Dit zou meer moeten zijn dan 5 m/km. Hier is een fout geconstateerd. Het woord 'verval' moet gelezen worden als het woord 'verhang'. Een verval heeft namelijk een enkele eenheid [m of cm]. Het verhang is dus het verval over een bepaalde eenheid [m/km bijvoorbeeld].

4 KNELPUNTEN EN MAATREGELEN

In dit hoofdstuk wordt aan de hand van de huidige situatie (hoofdstuk 2) en het streefbeeld (hoofdstuk 3) de knelpunten vastgesteld en in welke mate deze bedreigend zijn voor de huidige situatie. Aan de hand van deze knelpunten wordt een aantal maatregelen voorgesteld met de nodige effecten (zowel positief als negatief).
De paragrafen zijn onderverdeeld in elk drie subparagrafen (de Filosofenbeek, de Oorsprong en de Elandsbeek) waarin de knelpunten, maatregelen en effecten per beek beschreven zijn.

4.1 Knelpunten

Uit de vergelijking van de huidige situatie en het streefbeeld volgen knelpunten. In deze paragraaf zijn deze knelpunten in een tabel overzichtelijk weergegeven (huidige situatie, streefbeeld, knelpunt, oorzaak en bedreigingen. Er wordt vanuit gegaan bij deze beschrijving dat de eerdere hoofdstukken bekend zijn, daarom volgen er geen paragraafverwijzingen naar eerdere hoofdstukken waar desbetreffende informatie te vinden is. De uitwerking van het rapport Waardevolle Waternatuur (zie bijlage 4), laat zien dat er nog maar weinig bekend is over deze bronnen en beken. Na dieper onderzoek blijkt dat er best wel wat bekend is, zeker na gesprekken met contactpersonen van bijvoorbeeld Staatsbosbeheer, het Geldersch Landschap en de gemeente Beek Ubbergen.

4.1.1 Filosofenbeek

Tabel 4.1. Overzicht knelpunten met de daarbij behorende oorzaken en bedreigingen van de Filosofenbeek.

Nr.	Huidige situatie	Streefbeeld	Knelpunt	Oorzaak	Bedreiging
01.	stoffen stikstof: 7,7 mg/l fosfaat: 0,07 mg/l chloride: 16,8 mg/l zuurstof: 11,0 mg/l	stoffen stikstof: < 4,0 mg/l fosfaat: < 0,14 mg/l chloride: < 25 mg/l zuurstof: > 5 mg/l	stikstof heeft een te hoge waarde	infiltratie stoffen door bemesting akkers, stikstof-depositie uit de lucht	doelsoorten flora en fauna verdwijnen
02.	pH: 8,0	pH: 4,5 – 5,5	geen knelpunt, zie § 4.3	aanvoer van kalkrijk kwel (bicarbonaat)	geen
03.	put met verval van ca. 1,0 m tussen Rijks-straatweg en N325	geen kunstwerken	verval in put van circa 1,0 m	variatie in maaiveld	geen vismigratie mogelijk
04.	stroomsnelheid: 0,10 m/s	minimaal 0,20 m/s maximaal 0,60 m/s	lage stroomsnelheid	te laag debiet.	dichtslibben van de beek
05.	grof zand met veront-reiniging in dal en beek zelf	Staatsbosbeheer gaf dit aan in het gesprek (dhr. H. Woesthuis – boswachter monitoring)	veel grof zand wat in het dal en de beek terechtkomt	parkeerplaats Tivoli zorgt voor zand in de beek door af-stroom van water	verzanding van de beek



(F. Hoogeveen, 2010)

Figuur 4.2. (links) Knelpunt 3 en 4. Het water stroomt door de geul in put met een overstorthoogte van ca. 1,0 m.

Figuur 4.3. (rechts) Knelpunt 5. Grof zand met verontreiniging stroomt vanaf de parkeerplaats bij Tivoli de beek in, en wordt afgezet op de bodem.



(F. Hoogeveen, 2010)

4.1.2 Oorsprong

Tabel 4.4. Overzicht knelpunten met de daarbij behorende aandachtspunten en eigenschappen van de Oorsprong.

Nr.	Huidige situatie	Streefbeeld	Knelpunt	Oorzaak	Bedreiging
06.	stoffen stikstof: 11,8 mg/l fosfaat: 0,05 mg/l chloride: 23,3 mg/l zuurstof: 11,7 mg/l	stoffen stikstof: < 4,0 mg/l fosfaat: < 0,14 mg/l chloride: < 25 mg/l zuurstof: > 5 mg/l	stikstof heeft een te hoge waarde	infiltratie stoffen door bemesting akkers, stikstofdepositie uit de lucht	doelsoorten flora en fauna verdwijnen
07.	pH: 7,8.	pH: 4,5 – 5,5	geen knelpunt, zie § 4.3	aanvoer van kalkrijk kwel	geen
08.	langs de oever gecreosoteerde palen om afschuiving te voorkomen	goede water-kwaliteit	gecreosoteerde palen	aangelegd om afschuiving talud te voorkomen	negatieve gevolgen op waterkwaliteit bij verwijdering palen
09.	stroomsnelheid: 0,09 m/s	minimaal 0,20 m/s maximaal 0,60 m/s	lage stroomsnelheid	te laag debiet	dichtslibben van de beek
10.	meandering: < 1	meandering: slingerend > 1	te weinig meandering	menselijke ingrepen	te hoge afvoer, weinig kans voor fauna
11.	veel organisch materiaal als substraat in benedenloop	fijn tot grof zandig substraat	aanvoer van organisch materiaal	bladval omringende bomen	hogere waarden nitraat
12.	stuw aanwezig	geen kunstwerken	stuw	peilverhoging i.c.m. buffer wasserij	geen vismigratie nogelijk



Figuur 4.5. Knelpunt 10. Deze foto laat zien dat er nagenoeg geen meandering aanwezig is.

(beide figuren: F. Hoogeveen, 2010)



Figuur 4.6. Knelpunt 8 en 12. Rechts op de foto een gecreosoteerde paal. Op de achtergrond de stuw.

4.1.3 Elandsbeek

Tabel 4.3. Overzicht knelpunten met de daarbij behorende aandachtspunten en eigenschappen van de Elandsbeek.

Nr.	Huidige situatie	Streefbeeld	Knelpunt	Oorzaak	Bedreiging
13.	pH: 8,2	pH: 4,5 – 5,5	geen knelpunt, zie § 4.3	aanvoer van kalkrijk kwel	geen
14.	stroomsnelheid: 0,09 m/s	minimaal 0,20 m/s maximaal 0,60 m/s	lage stroomsnelheid	te laag debiet	dichtslibben van de beek
15.	veel slib op de bodem	grof tot fijn zandig	te veel slib	bladval	hogere waarden nutriënten, lagere stroomsnelheid

4.2 Maatregelen en effecten

In deze paragraaf worden aan de hand van de knelpunten uit § 4.1 verschillende maatregelen per knelpunt voorgesteld. Per maatregel zullen de effecten worden beschreven, zowel positief als negatief. Het zou namelijk kunnen dat een maatregel een negatief neveneffect heeft, synchroon aan het positieve effect. Dan zou mogelijk een andere maatregel beter kunnen zijn. De maatregelen worden per beek behandeld, waarbij ieder knelpunt zijn eigen nummer heeft. Dit komt overeen met het nummer in de tabellen uit § 4.1. Een *cursief* gedrukte maatregel heeft de voorkeur boven een normaal gedrukte maatregel.
In de rapportage Waardevolle Waternatuur is aangegeven dat ecohydrologisch vervolgonderzoek uitgevoerd dient te worden en dat er onderzocht moet worden of de aanleg van de ecoduiker (onder de N325 door, zie knelpunt 3) haalbaar is, zie hoofdstuk 5. Dit onder voorwaarde dat de provincie Gelderland de maatregel zelf voor 75% meefinanciert. Deze beide voorstellen zijn meegenomen in de maatregelentabellen (zie tabel 4.7, 4.8 en 4.9).

4.2.1 Filosofenbeek

Tabel 4.7. Tabel met knelpunten, maatregelen en de effecten.

Nr.	Knelpunt	Maatregel	Positief effect	Neveneffect
01.	stikstof heeft een te hoge waarde	*1. stoppen of verminderen met bemesting van akkers gelegen op de stuwwal (extensiveren) door functie landbouw om te zetten in natuur* 2. stikstofdepositie terugdringen: is reeds op zijn retour door het aanpakbeleid op het gebied van luchtvervuiling (Nationaal Milieubeleidsplan).	stikstof onder de streefwaarde	totale gehalte aan voedingsstoffen wordt lager; draagvlak bij boeren creëren
02.	te hoge pH	geen maatregel, zie toelichting § 4.3	-	-
03.	verval in put van circa 1,0 m	*1. aanleg van een ecoduiker, zie hoofdstuk 5*	faunamigratie mogelijk	tijdelijke verstoring van habitat
04.	lage stroomsnelheid*	*geen maatregel, zie toelichting § 4.3		
05.	veel grof, verontreinigd zand in het dal en de beek	*1. opvangen van zand, voordat dit kans krijgt het beekdal in te lopen d.m.v. opvangbak* (is inmiddels in het kader van Water Werkt gerealiseerd, alleen dient deze opvangbak sporadisch te worden leeggemaakt, wat in de praktijk niet gebeurt (Staatsbosbeheer))	geen grof, verontreinigd zand meer in het beekdal en de beek	onderhoud aan parkeerplaats, kosten

4.2.2 Oorsprong

Tabel 4.8. Tabel met knelpunten, maatregelen en de effecten van de te nemen maatregelen.

Nr.	Knelpunt	Maatregel	Positief effect	Neveneffect
06.	stikstof heeft een te hoge waarde	*1. stoppen of verminderen met bemesting van akkers gelegen op de stuwwal (extensiveren) door functie landbouw om te zetten in natuur* 2. stikstofdepositie terugdringen: is reeds op zijn retour door het aanpakbeleid op het gebied van luchtvervuiling (Nationaal Milieubeleidsplan)	stikstof onder de streefwaarde	totale gehalte aan voedingsstoffen wordt lager; draagvlak bij boeren creëren
07.	te hoge pH	geen maatregel, zie toelichting § 4.3	-	-
08.	gecreosoteerde palen	1. gefaseerd verwijderen zodat creosootdeeltjes worden afgebroken door de natuur zelf *2. palen laten staan, zo komt de creosoot niet in de natuur en verdwijnt op den duur de creosoot uit het hout door natuurlijke afbraak*	1. creosoot verdwijnt op de lange termijn uit de natuur 2. taluds blijven in stand	1. tijdelijke verstoring door creosoot in het water 2. geen
09.	lage stroomsnelheid	*1. debiet vergroten d.m.v. vergroten van bronnen* 2. beek smaller maken 3. obstakels verwijderen (onderhoud)	hogere stroomsnelheid	minder grof substraat, wel onderdeel treefbeeld
10.	te weinig meandering	*1. graven van meanders* 2. micromeandering toepassen 3. onderhoud inperken, waardoor het water zijn eigen weg vindt *4. in combinatie met graven van poelen*	tegenstrijdig met stroomsnelheid, zie § 4.3.	werkzaamheden verstoord het beekecosysteem
11.	veel organisch materiaal als substraat in benedenloop	1. periodiek afgraven van organisch materiaal tot de zandige bodem	1. zandig substraat	1. verstoring van ecosysteem
12.	stuw	*1. verwijderen stuw*	beter passeerbaar voor fauna	snellere afvoer, combineren met meanders

4.2.3 Elandsbeek

Tabel 4.9. Tabel met knelpunten, maatregelen en de effecten van de te nemen maatregelen.

Nr.	Knelpunt	Maatregel	Positief effect	Neveneffect
13.	te hoge pH	geen maatregel, zie toelichting § 4.3	-	-
14.	lage stroomsnelheid	*1. debiet vergroten d.m.v. vergroten van bronnen (aangraven bijv.)* 2. beek smaller maken 3. obstakels verwijderen (onderhoud)	hogere stroomsnelheid	minder grof substraat, wat wel onderdeel van streefbeeld is
15.	te veel slib	verwijderen slib	meer zandig substraat, meer kans voor gewenste doelsoorten	verstoring van het beekleefmilieu

In bijlage 7 is op A3-formaat een overzichtstabel te vinden met de knelpunten, maatregelen en effecten in één tabel.

4.3 Discussie en conclusie HEN

Centraal in deze paragraaf is een aantal discussiepunten over het streefbeeld en een korte uitwerking over de maatregelen die uitgevoerd moeten worden om te voldoen aan de HEN-status.

4.3.1 Discussie

Waarom een streefbeeld pH van 4,5 – 5,5 in een kalkrijke omgeving?
In de huidige situatie is de pH gemiddeld 8,0 (range 7,8 – 8,2). Volgens het streefbeeld zou de pH tussen de 4,5 en 5,5 moeten liggen. De hoge pH is te verklaren doordat het geïnfiltreerde regenwater dat uittreedt veel bicarbonaat bevat, dat is opgenomen in het grondwater. Het verschil in pH is niet aangemerkt als knelpunt. Dit heeft als reden dat de doelsoorten die ook in het streefbeeld aanwezig zijn, in de huidige situatie wel voorkomen. Het is belangrijk op te merken dat er op detailniveau verschillen op kunnen treden in niveaus die geen invloed hebben op de ecologische waarde van een beek. Uit de rapportage van Staatsbosbeheer (Cuppen et al, 2001) blijkt dat alle beken die onderzocht zijn de volgende natuurwaarde-beoordeling hebben: ‘een zeer zeldzaam beekecosysteem’. Oftewel: het systeem functioneert in de huidige situatie op een goede wijze. Dit heeft ertoe geleidt dat het verschil in pH geen knelpunt vormt, en daarom hoeft hiervoor geen maatregel te worden genomen. Dit geldt voor alle drie de beken.
Uit bovenstaande blijkt dat het streefbeeld is vastgesteld voor een niet-kalkrijke omgeving.

Stroomsnelheid
Voor alle drie de beken, zo blijkt uit de beschikbare documentatie, is de stroomsnelheid in de beken te laag. In de Filosofenbeek is eind april een meting gedaan om de stroomsnelheid te bepalen. Hieruit bleek dat de stroomsnelheid in de benedenloop, waar het een natuurlijke vorm heeft, gemiddeld 0,29 m/s is. Dit betekent dat de stroomsnelheid binnen de range van 0,2 – 0,6 m/sec valt en dat dit geen knelpunt is.

Meandering en stroomsnelheid Oorsprong
Volgens het streefbeeld dient de Oorsprong te meanderen. Dit is in de huidige situatie niet geval. Wel komen een aantal bijzondere soorten voor zoals de slanke zegge. Dit laat zien dat het een zeer zeldzaam beekecosysteem betreft (Cuppen et al, 2001). De Oorsprong heeft aan beide zijden een talud van circa 1:1 tot 1:1,5 met een hoogte van minimaal 25 tot 50 meter. Meandering is hier niet mogelijk door de aanwezigheid van deze steile hellingen. Verder is dit ook niet gewenst gezien de huidige ecologische toestand (Geldersch Landschap, 2010).
Door meandering zal de stroomsnelheid afnemen, terwijl de stroomsnelheid al te laag is. Meandering is dus in ecologisch perspectief als in het perpectief van het streefbeeld niet gewenst.

4.3.2 Concrete maatregelen ten aanzien van HEN-beleid

Om aan het HEN-beleid te voldoen dienen er maatregelen genomen te worden. Dit is onderverdeeld per beek. Vervolgens wordt een advies gegeven of er nader onderzoek nodig is of dat het uitgevoerd moet worden.

Filosofenbeek – tabel 4.7
Met de boeren die invloed uitoefenen op het nutriëntengehalte dient gesproken te worden over een mogelijke extensivering van de landbouwgronden (zie knelpunt 1). Op langere termijn zal het nutriënten-gehalte omlaag gaan waardoor de waarden voldoen aan de in de KRW gehanteerde normen.
Advies: gesprekken voeren met de boer

Er is samen met onder andere ecologen, waterkwaliteitsmedewerkers, hydrologen, Staatsbosbeheer en de gemeente Beek Ubbergen, besloten om voor de Filosofenbeek een inrichtingsplan te maken. Dit is gebaseerd op de knelpunten en maatregelen uit § 4.1 en § 4.2. Het belangrijkste van dit inrichtingsplan zal de aanleg van een ecoduiker zijn. Dit is tevens het grootste knelpunt omdat migratie van fauna niet mogelijk is (zie knelpunt 3). Dit is uitgewerkt in hoofdstuk 5.
Advies: tot in detail uitwerken van het inrichtingsplan door adviesbureau

In de bovenloop is reeds een opvangbak gerealiseerd in het kader van Water Werkt om het zand wat van de parkeerplaats bij Tivoli wegspoelt, op te vangen. Alleen wordt dit volgens Staatsbosbeheer niet goed onderhouden waardoor de opvangbak zijn functie niet meer heeft. Dit dient door het waterschap te worden opgepakt (zie knelpunt 5).
Advies: gesprek met Staatsbosbeheer over de monitoring en onderhoud van de opvangbak

Oorsprong – tabel 4.8
Met de boeren die invloed uitoefenen op het nutriëntengehalte dient gesproken te worden over een mogelijke extensivering van de landbouwgronden (zie knelpunt 6). Op langere termijn zal het nutriëntengehalte omlaag gaan waardoor de waarden voldoen aan de in de KRW gehanteerde normen.
Advies: gesprekken voeren met de boer

De stroomsnelheid moet omhoog door bijvoorbeeld het debiet van de beek te vergroten (zie knelpunt 9). Er kan worden onderzocht wat de grondwateronttrekkingen voor invloed heeft op het debiet om te bekijken of het eventueel stopzetten van de onttrekking een positieve invloed heeft. Maatschappelijk gezien is dit waarschijnlijk niet haalbaar. Verder zouden de bronnen in de bovenloop worden vergroot door het aan te graven. Kwel krijgt op deze wijze de kans sneller uit te treden en daardoor komt er meer water in de beek. Ook kunnen er nieuwe bronnen worden gegraven om meer kwel te laten uittreden.
Advies: - nader onderzoek naar de invloed van grondwateronttrekkingen op het debiet
- nader onderzoek naar de invloed van het 'aangraven' van nieuwe bronnen

Eens in de paar jaar dient het organisch materiaal, afkomstig van met name bomen en struiken, afgegraven te worden om het grove zand als basis te hebben voor het bodemsubstraat (zie knelpunt 11). Het ecosysteem zal zich zeer snel herstellen (binnen enkele maanden).
Advies: eens in de paar jaar het organisch materiaal uit de beek verwijderen

De aanwezige stuw moet worden weggehaald om de toegankelijkheid voor kleinere vissoorten te vergroten. Tegelijkertijd zal het water sneller afstromen. Dit is in combinatie met knelpunt 9.
Advies: het verwijderen van de stuw en bepalen wat de exacte effecten hiervan zijn

Elandsbeek – tabel 4.9
De stroomsnelheid moet omhoog door bijvoorbeeld het debiet van de beek te vergroten (zie knelpunt 14). Er kan worden onderzocht wat de grondwateronttrekkingen voor invloed heeft op het debiet om te bekijken of het eventueel stopzetten van de onttrekking een positieve invloed heeft. Maatschappelijk gezien is dit waarschijnlijk niet haalbaar. Verder zouden de bronnen in de bovenloop worden vergroot door het aan te graven. Kwel krijgt op deze wijze de kans sneller uit te treden en daardoor komt er meer water in de beek. Ook kunnen er nieuwe bronnen worden gegraven om meer kwel te laten uittreden.
Advies: - nader onderzoek naar de invloed van grondwateronttrekkingen op het debiet;
- nader onderzoek naar de invloed van het 'aangraven' van nieuwe bronnen

Uit de beek moet het aanwezige slib worden verwijderd (zie knelpunt 15). Dit zal een tijdelijke verstoring van het beekecosysteem opleveren maar zal zeer snel herstellen.
Advies: eens in de paar jaar het organisch materiaal uit de beek verwijderen

5 INRICHTINGSPLAN FILOSOFENBEEK

Dit hoofdstuk vormt een detailuitwerking van een gekozen maatregel uit hoofdstuk 4. Gezien de eerdere opmerkingen in § 4.3 en de gesprekken met verschillende instanties is er besloten, in samenspraak met betrokkenen van het waterschap en Staatsbosbeheer, om een detailuitwerking te maken van een nieuw te realiseren ecoduiker. Deze moet zorgen voor een ecologische verbinding tussen het Wylermeer en de Filosofenbeek. Dit hoofdstuk is opgebouwd uit een aantal paragrafen die onder andere de randvoorwaarden en eisen, het doel van de ecoduiker, de situering en bijkomende problemen beschrijven en hoe deze ecoduiker eruit kan komen te zien. Aan de hand daarvan wordt een voorstel gedaan inclusief globale kostenraming. Naast de ecoduiker wordt ook de omgeving in het ontwerp meegenomen. Dit kan bijvoorbeeld de toevoer naar de ecoduiker zijn (zoals afrastering) en een verlegging van de huidige beek.

5.1 Aanleiding en kader

In hoofdstuk 2 is de huidige situatie, aan de hand van het 5S-model, in kaart gebracht om vervolgens deze te vergelijken met het streefbeeld, zoals uitgewerkt in hoofdstuk 3. Dit heeft geresulteerd in een aantal knelpunten. Een wens van het waterschap is om voor één van deze knelpunten een concrete oplossing te bedenken en deze gedetailleerd uit te werken. Na een brainstormsessie met een aantal specialisten van het waterschap, hydroloog (Jan van de Braak), ecoloog (Björn Prudon), projectleider (Koen te Velde) en waterkwaliteitsmedewerker (Hella Pomarius), is besloten te zoeken naar een oplossing om het verval in de put van circa één meter te overbruggen. Dit zal in combinatie zijn met de huidige duiker die onder de N325 doorloopt en uiteindelijk in het Wylermeer uitmondt. In een eerder stadium is al een gesprek geweest met de heer Woesthuis van Staatsbosbeheer. Hij heeft een grote wens dat deze ecoduiker daadwerkelijk wordt gerealiseerd vanwege de hoge potentiële ecologische waarde ervan. Vismigratie is daardoor mogelijk tussen de Filosofenbeek en Het Meer.

5.2 Situering en gebiedsspecifieke informatie

Het knelpunt is gesitueerd aan de oostzijde van Beek Ubbergen (zie figuur 5.1). De Filosofenbeek ontspringt op de flank van de stuwwal en komt bij de Rijksstraatweg uit. De beek gaat door middel van een duiker onder de weg door en komt dan in de berm uit tussen de Rijksstraatweg en de N325. In deze berm bevindt zich een put met een verval van circa één meter die is aangesloten op een duiker die onder de N325 doorloopt. Aan de noordzijde is het water weer zichtbaar. Via een duiker komt dit water in het Wylermeer terecht (verval van circa 0,5 m). Het Wylermeer staat in verbinding met Het Meer, het gegraven kanaal die uiteindelijk uitkomt bij het Holland-Duitsgemaal. Een viertal vispassages is dan al gepasseerd.

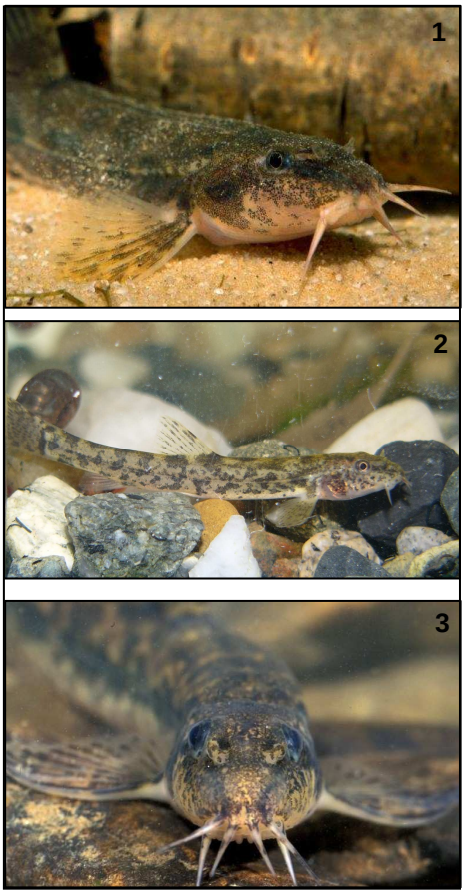


(Google Earth, 2010)

Figuur 5.1. Situering van de huidige situatie. Met blauwe lijn is de route van de Filosofenbeek naar het Wylermeer aangegeven, inclusief de kruising met de N325, en met bruine lijnen de verschillende huidige duikers.

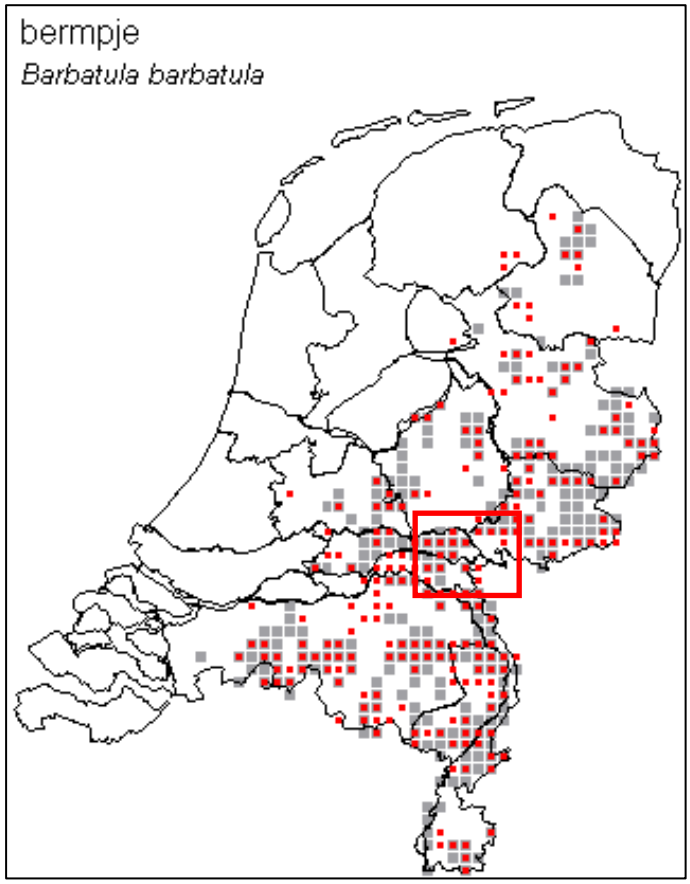
Het doel van deze maatregel is zorgen dat het bermpje, de doelsoort, zonder hindernissen van het Holland-Duitsgemaal naar de Filosofenbeek kan zwemmen. De put met het verval is de eerste hindernis, en tussen het Meer en het Wylermeer is nog een hindernis aanwezig waar het waterschap reeds mee bezig is. De oplossing voor het verval in de put is dus slechts een puzzelstukje van de totale puzzel die opgelost dient te worden.

In het streefbeeld is de doelsoort voor water het bermpje (zie figuur 5.2). Het bermpje komt weinig voor in Nederland. Hij is familie van de modderkruiper. De vis is geel/bruin van kleur met donkere vlekken over het hele lichaam. Op de kop bevinden zich zes tastdraden van ongelijke lengte. Het bermpje houdt van klein tot middelgroot stromend water dat niet al te diep is. Hij komt dan ook veel voor in de kleinere beken. Het bermpje is niet gevoelig voor vervuiling en komt vaak voor op de pleistocene zandgronden. Het bermpje eet kreeftjes, watervlooien en andere kleine diertjes. De paaitijd is tussen april en juni. De eitjes worden afgezet op de bodem. Tot slot heeft het bermpje een beschermde status in de Flora- en faunawet, tabel 2 (Visserslatijn, 2010). Volgens ecoloog B. Prudon van het waterschap heeft het bermpje aan een aantal centimeter water diepte genoeg. Dit betekent dat de Filosofenbeek zich uitstekend leent voor deze vis.



(1. Plancke G. van de, 2010, 2. Wikipedia 2010, 3. Bach Bloesem consulent, 2009)

Figuur 5.2. Drie foto's van de doelsoort: het bermpje (Barbatula barbatula).



(RAVON, copyright 2010)

Figuur 5.3. Verspreiding van het bermpje in Nederland. Met rood rood kader is globaal de de locatie van het projectgebied aangegeven.

5.3 Problemen

Bij het maken van dit ontwerp zijn een aantal problemen geconstateerd. De exacte maaiveldhoogtes zijn niet bekend. Daarom is gebruikt gemaakt van de digitale AHN viewer (www.ahn.nl).
Verder is de exacte bodemopbouw ter plaatse van de ecoduiker en kleinschalige omgeving onbekend. Er is daarom vanuit gegaan dat de bodem bestaat uit voldoende draagkrachtige vooral zandige grond.

5.4 Randvoorwaarden, eisen en uitgangspunten

Verschillende partijen hebben gewenste randvoorwaarden, eisen en uitgangspunten. Deze zijn in deze paragraaf opgesomd en vormt de basis voor het ontwerp in paragraaf 5.5.

01. Waterschap Rivierenland
De eerste betrokken partij is het waterschap. Het waterschap stelt als eis dat de Filosofenbeek verbonden dient te worden met het Wylermeer, zonder enige barrières. Dit is in het kader van de aangewezen HEN-status opgesteld door de provincie Gelderland (Verhoeff, 2006).

02. Gemeente Beek Ubbergen
De tweede betrokkene is de gemeente Beek Ubbergen. De gemeente heeft geen eisen aan de ecoduiker, maar wel de wens dat het knelpunt wordt opgelost, mits de financiën toereikend zijn. De gemeente gaf wel aan dat het huidige regenwater, dat is afgekoppeld in het kader van Water Werkt, is aangesloten op de huidige passage onder de Rijksstraatweg. Dit moet gehandhaafd blijven.

03. Staatsbosbeheer
Staatsbosbeheer ziet graag dat de ecoduiker wordt aangelegd en dat de das en eventueel het wild zwijn gebruik kunnen maken van deze voorziening. Uit de documentatie en waarnemingen van Staatsbosbeheer blijkt dat de das en het wild zwijn staan te trappelen om naar de andere kant van de N325 te gaan. Alleen is dit door de huidige afrastering niet mogelijk. De das en het wild zwijn zijn tevens hun doelsoorten. De das heeft voldoende aan een duiker van 400 mm. Het wild zwijn heeft voldoende aan een U-bak met een afmeting van 1,50 m bij 1,75 m. Staatsbosbeheer heeft geen eisen, maar wel een aantal wensen. Zo moet de ecoduiker meervoudig gebruikt worden. Dus een combinatie van zowel natte als droge migratie. Verder zouden ze graag zien dat er ruimte geboden wordt voor de bever. De bever zou ervoor kunnen zorgen dat er uniek landschap in Nederland zou ontstaan omdat een bever zijn eigen habitat maakt door middel van de aanleg van terrassen (soort stuwen waar het water achter blijft staan). De heer Woesthuis (boswachter monitoring) geeft hierbij aan dat dit een reëel doel is.

04. Provincie Gelderland
De laatste betrokkene is de provincie Gelderland. De N325 is in eigendom van de provincie, en daarom dient aan alle eisen van de provincie te worden voldaan. De eisen voor wat betreft het kruisen van een provinciale weg door middel van een ecoduiker is hieronder opgesomd:
- er dienen verschillende vergunningen worden ingediend voordat het werk aanvangt;
- er dient een gesprek plaats te vinden met de betrokkene om het ontwerp van de ecoduiker, inclusief de daarbij behorende werkzaamheden te bespreken alvorens de vergunningsaanvraag wordt ingediend;
- bij de provincie maakt men bij het ontwerp van een ecoduiker met name gebruik van standaarddocumentatie, uitgegeven door Rijkswaterstaat;
- de provincie heeft de voorkeur dat de ecoduiker bestaat uit prefabelementen van beton, vanwege de duurzaamheid en weinig onderhoud;
- de provincie geeft aan dat de gemeente Beek Ubbergen het liefst geen wild zwijn naar de Ooijpolder wil. Dit moet worden teruggekoppeld naar de gemeente en Staatsbosbeheer.

Algemeen
Hieronder volgt een opsomming van algemene voorwaarden voor het ontwerp van een ecoduiker. Deze voorwaarden zijn opgesteld op basis van eigen expert judgement en uit bronnen (Synbiosys Alterra, 2010):
- het water in de duiker dient dezelfde hoogte te hebben als het waterpeil in de beek;
- de hoogte van de oversteek dient dezelfde hoogte te hebben als de hoogte van het maaiveld;
- om de dieren naar de ecoduiker te begeleiden dient er een raster aangelegd te worden met een hoek van 40º tot 50º aan zowel de zuid- als de noordzijde;
- de duiker mag niet eindigen in een waterval, omdat het knelpunt dan niet wordt opgelost;
- vanwege de duurzaamheid wordt als hoofdmateriaal beton gebruikt;
- de breedte van een looprichel voor de das bedraagt circa 0,50 m, voor het wild zwijn circa 1,00 m;
- de hoogte vanaf de looprichel tot aan het ‘dak’, ook wel de doorloophoogte genoemd, voor de das bedraagt circa 0,50 m;
- de verkeersklasse van de elementen is maximaal (klasse 60), vanwege het zware verkeer;
- de lengte van een ecoduiker dient niet langer te zijn dan 64 meter (Tauw, Waterschap de Dommel, 2009);
- het is wenselijk dat er van de ene kant naar de andere kant door de ecoduiker kan worden gekeken zodat de doelsoorten licht zien aan het eind van de tunnel;
- het substraat van de ecoduiker dient voorzien te zijn van gebiedseigen substraat van circa 10 cm dikte;

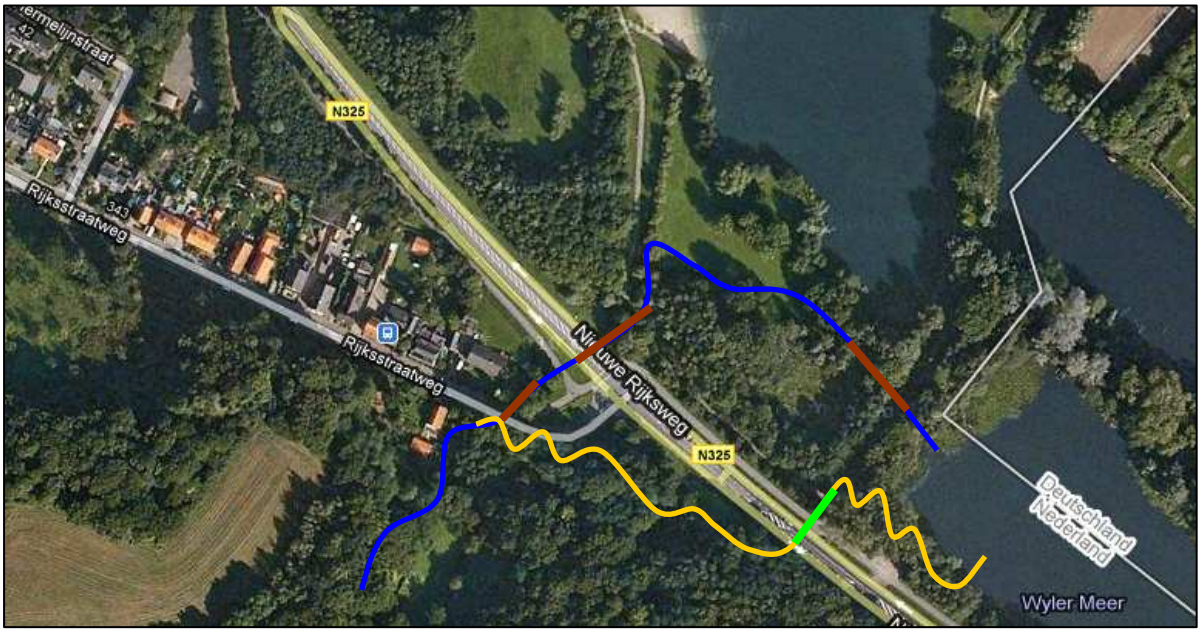
- van de percelen rondom de beek zijn de eigenaren bekend. Er moet zoveel mogelijk worden vermeden grond te gebruiken van derden. Men komt er niet onderuit met RGV (Recreatiegemeenschap Veluwe) te spreken over eventueel gebruik van grond voor de Filosofenbeek. De RGV bezit namelijk grond aan de noordzijde van de N325 waar de ecoduiker met uitgang is gesitueerd (zie § 5.5.1);
- na overleg met diverse medewerkers van het waterschap is besloten het ontwerp uit te voeren om de HEN-functie te realiseren en ervoor te zorgen dat de das ook de oversteek kan maken. De duiker zal daardoor niet substantieel groter zijn dan aanvankelijk het geval was. Wanneer Staatsbosbeheer verlangt om ook het wild zwijn hierin mee te nemen zal Staatsbosbeheer ook financieel bij moeten dragen;
- bij het ontwerp van de nieuwe beekloop wordt er rekening mee gehouden dat het bermpje bij een maximale stroomsnelheid van 0,6 m/s naar de bovenloop kan zwemmen, mits er rustplaatsen zijn ingebouwd;
- er dient te worden voldaan aan het opgestelde streefbeeld, zie hoofdstuk 3.

5.5 Detailuitwerking oplossing

Deze paragraaf beschrijft tot in detail de uitwerking van te realiseren ecoduiker onder de N325 door. In de eerste subparagraaf is in het kort weergegeven wat de oplossing inhoudt. In de subparagrafen 5.5.2 tot en met 5.5.6 is de ecoduiker en alles wat daarmee samenhangt gedetailleerd uitgewerkt.

5.5.1 Oplossing in het kort

De huidige Filosofenbeek wordt gedeeltelijk naar het zuidoosten omgelegd. Dit gebeurt vanaf de huidige vistrap. De beek vervolgt zijn weg, meanderend om de glooiing in het landschap op te vangen en de ecologische toestand te verbeteren, naar beneden tot aan de ingang van de aangelegde ecoduiker. Deze duiker heeft twee gedeeltes: een nat (beek) en een droog gedeelte (faunapassage). Van deze overgang merkt de macrofauna niets doordat het substraat en het talud beide meelopen met de duiker. Net voor de ecoduiker is een begeleidingsraster van het huidige raster aangelegd voor onder andere de das en eventueel het wild zwijn. Aan de andere zijde van de weg is exact dezelfde constructie aanwezig waardoor de overgang tussen duiker en watergang / bos op een natuurlijke manier verloopt. De Filosofenbeek vervolgt zijn weg middels een nieuw gegraven watergang in de richting van het Wylermeer. Deze gegraven watergang heeft tijd nodig om te zorgen voor zijn eigen natuurlijke uitstraling door de aanplant van bijvoorbeeld oeverbeplanting, vergelijkbaar als in de middenloop.



(Google Earth, 2010)

Figuur 5.4. Situering van de Filosofenbeek. Met blauwe lijn is de huidige situatie weergegeven. De bruine lijnen geven de huidige duikers weer. De oranje lijn is de nieuwe loop van de beek. De groene lijn geeft de ecoduiker weer. De mate van meandering wordt in § 5.5.4 nauwkeuriger weergegeven.

Het is belangrijk dat de toevoer naar de ecoduiker (zuidzijde / 'ingang') voor de fauna duidelijk zichtbaar is. Dit kan bijvoorbeeld door de huidige afrastering te verplaatsen. Daarom dient er voldoende ruimte beschikbaar te zijn om dit mogelijk te maken. De uitgang is qua ruimte minder belangrijk, omdat de dieren hun weg wel verder vinden in het gebied. Toch is wel voldoende ruimte noodzakelijk om goede toevoer naar de noordzijde ('uitgang') te creëren.

5.5.2 Hoogteverschillen en verhang

Om een indruk te krijgen van de hoogtes in het gebied is het projectgebied bezocht en zijn diverse bronnen geraadpleegd met name over de hoogtes en het daaraan gekoppelde verhang van de beek in zowel de oude als de nieuwe situatie. De huidige beek wordt namelijk gedeeltelijk omgelegd, vanaf het begin van de vistrap, in zuidoostelijke richting. Dit betekent dat er hoogten overbrugd dienen te worden die zijn weergegeven in tabel 5.5. Deze informatie zal worden gebruikt bij de uitwerking in de komende paragrafen.

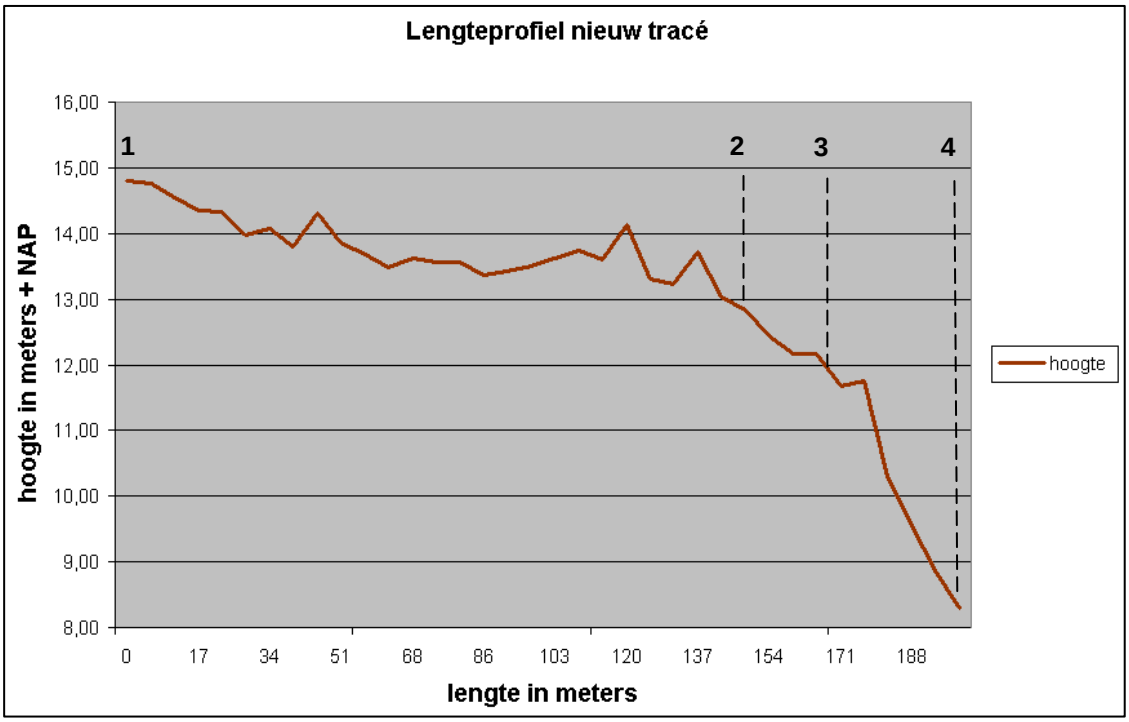
Tabel 5.5. Overzicht van hoogteverschillen in maaiveld en het verhang tussen de punten 1 t/m 4. Deze punten komen overeen met de punten in grafiek 5.6 en figuur 5.7.

punt	**hoogte**			
1: begin van de beek net voor de vistrap	+ 14,90 m NAP			
2: 'ingang' ecoduiker (zuidzijde)	+ 12,90 m NAP			
3: 'uitgang' ecoduiker (noordzijde)	+ 12,00 m NAP			
4: einde beek bij uitstroming in Wylermeer	+ 8,20 m NAP			

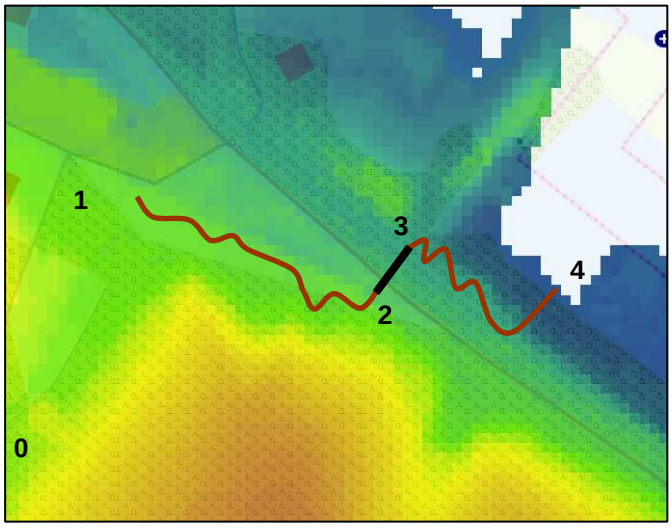
traject	**gewenste stroomsnelheid**	**hoogteverschil***	**lengte**	**verhang**	**streefbeeld**
van 1 naar 2	0,2 – 0,6 m/s	2,00 m	145 m	1,38 cm/m	> 0,5 cm/m
van 2 naar 3	idem	0,90 m	25 m	3,60 cm/m	idem
van 3 naar 4	idem	3,80 m	30 m	12,67 cm/m	idem

(AHN, 2010)

* bij het traject van 1 naar 2 wordt er in de detailuitwerking rekening mee gehouden dat door de aanleg van de ecoduiker, er extra hoogteverschil zal zijn. Dit komt doordat de ecoduiker onder de weg doorgaat en daardoor ruim onder maaiveld moet worden aangelegd. Bij benadering is dit 1,50 m-mv (binnenkant onderkant duiker). In de tabel is dit extra hoogteverschil niet verwerkt.



Figuur 5.6. Grafiek van het lengteprofiel van het huidige maaiveld genomen voor het nieuwe tracé. De nummers geven het punt aan dat overeenkomt met de nummers in tabel 5.5 en figuur 5.7.



Figuur 5.7. Weergave van het AHN met bruine lijn het nieuwe tracé van de Filosofenbeek. De zwarte lijn geeft de ecoduiker aan. De nummers geven het punt aan die overeenkomt met de nummers in tabel 5.5 en figuur 5.6.

5.5.3 Traject 0-1: gedeelte voor de vistrap

Aan de huidige situatie van de bovenloop, wordt niets veranderd. Deze voldoet aan het gewenste streefbeeld, zoals is toegelicht in hoofdstuk 3 en 4. Wanneer het knelpunt is opgelost kan het bermpje naar de bovenloop toe zwemmen, omdat er verder geen onoverbrugbare hindernissen aanwezig zijn.
Staatsbosbeheer heeft aangegeven dat in het kader van Water Werkt, de beek is afgekoppeld van de riolering (net voor de vistrap). Zij zouden graag zien dat dit buizenstelsel, dat onderdeel is van de riolering en niet meer in gebruik is, verwijderd wordt uit de bodem. Het buizenstelsel ligt zo'n 2,5 tot 3 meter onder maaiveld.

5.5.4 Traject 1-2: vanaf vistrap tot zuidzijde ecoduiker

Kort voor de vistrap wordt de beek 'opgepakt' en verlegd in de zuidoostelijke richting. Dit betekent dat de huidige vistrap na afronding van de werkzaamheden geen functie meer heeft. Wat hiermee te doen ligt nog open en zal binnen deze rapportage niet worden uitgewerkt. Wellicht blijft dit bestaan, wat in de toekomst zou kunnen dienen als aandenken aan de locatie van de vroegere beekloop.
In de huidige situatie ligt naast de beek een natuurlijk wandelpad voor de recreanten. Wanneer de beek wordt omgelegd zal het wandelpad worden doorbroken. Hier dient een nieuwe brug, met een natuurlijke uitstraling, worden aangelegd om het wandelpad zijn functie te laten behouden. Een voorbeeld van zo'n brug is te zien in figuur 5.8.



Figuur 5.8. Voorbeeld van een houten brug, met een natuurlijke uitstraling, reeds toegepast in de beek 'de Oorsprong'.

Nieuwe beekloop

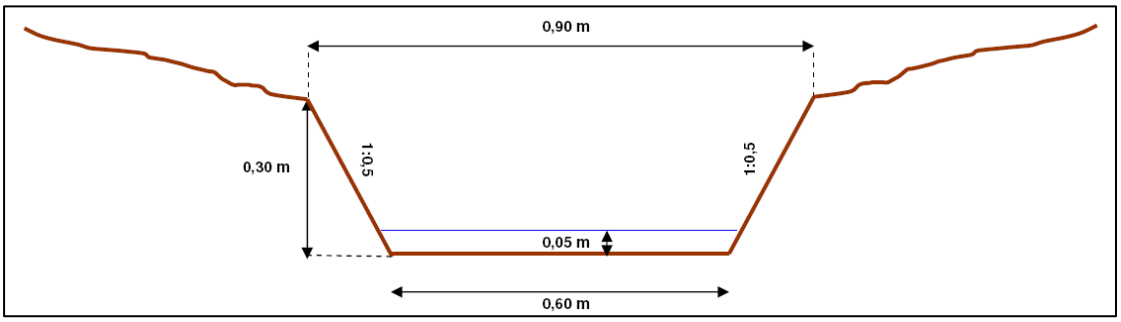
Het nieuw te ontwerpen tracé dient te voldoen aan de in het streefbeeld genoemde eisen. Zo dient bijvoorbeeld de stroomsnelheid tussen de 0,2 en 0,6 m/s te bedragen, moet het sinuositeitsgetal hoger dan 1,0 zijn en mogen er geen kunstwerken in de beek voorkomen die niet migreerbaar zijn voor vissen.
Er is getracht om de beek te dimensioneren met behulp van de formule van Manning.

Formule van Manning:

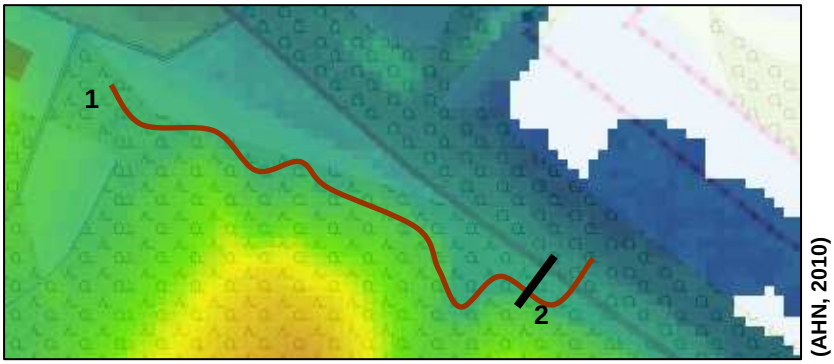
$Q = K_M * 0{,}5A * R^{2/3} * S^{1/2}$, waarin:

Q	: debiet [m^3/s]
K_M	: doorlaatfactor [$m^{1/3}/s$]
A	: nat oppervlak [m^2]
$R^{2/3}$	: hydraulische straal [m]
$S^{1/2}$	: verhang [m/km]

Deze formule heeft de meest belangrijke componenten in zich om een beek te dimensioneren. Omdat er een dusdanig laag debiet aanwezig is, is het nagenoeg onmogelijk om voor de beek een profiel te dimensioneren. Het is namelijk onmogelijk om het huidige profiel door te zetten én een goede stroomsnelheid én de juiste waterdiepte te hebben. Daarom is er voor gekozen om de waterdiepte te verkleinen om toch de stroomsnelheid te kunnen verhogen. Het bermpje heeft namelijk niet veel water nodig om in de bovenloop terecht te komen. Een aantal centimeter is al gauw voldoende. Bij de dimen-sionering is uitgegaan van een waterdiepte van 0,05 m. De minimum stroomsnelheid is 0,20 m/s. Bij deze gegevens past een bodembreedte van 0,60 m met een talud van 1;0,5 aan beide zijden. Bij deze bepaling is gebruik gemaakt van een standaard tool van het waterschap die het mogelijk maakt om een gewenst profiel uit Excel te genereren (Manning). Voor deze beek is een aanpassing aan de formule gedaan. Dit heeft betrekking op het nat oppervlak (A). Vanwege de aanwezigheid van takken en andere hindernissen, is met het halve nat oppervlak gerekend (0,5A). Dit is in samenspraak met de hydroloog van het waterschap. Figuur 5.9 laat het dwarsprofiel zien van de nieuwe loop van de beek, volgens de gehanteerde normen. Het streefbeeld voor wat betreft de waterdiepte wordt hier dus niet bereikt (slechts 0,05 m). Voor de Filosofenbeek is dit geen probleem omdat in de huidige situatie op een groot aantal plaatsen de waterdiepte van 0,10 m niet wordt bereikt. Verder wordt er van uit gegaan dat de waarde 0,10 m een variabele waarde is.



Figuur 5.9. Dwarsdoorsnede van de nieuwe loop van de beek. De bruine lijn laat het dwarsprofiel zien, met aan beide zijden een variabel talud waar oevervegetatie zich kan vestigen. De beide taluds dienen te worden aangesloten op de huidige beek. In de loop van de tijd zal de beek zijn natuurlijke vorm krijgen door bijvoorbeeld erosie en de vestiging van oever- en beekvegetatie. Het doel is een vorm krijgen zoals in figuur 2.6 te zien.

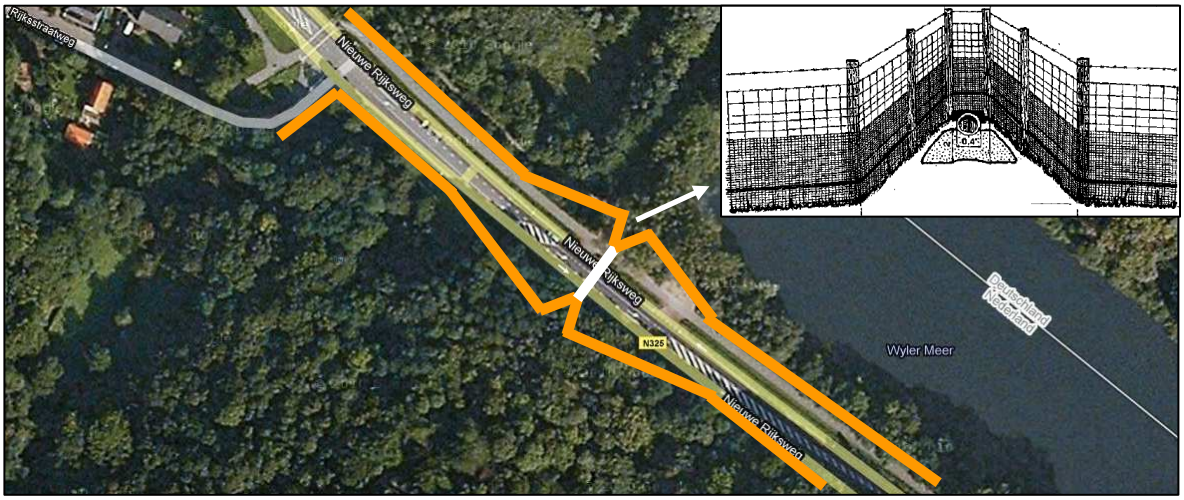


Figuur 5.10. Overzicht van de sinuositeit van de nieuwe beek. De bruine lijn geeft de nieuwe beekloop aan. Het zwarte streepje is de ecoduiker. Als ondergrond is de AHN gebruikt met aan de zuidzijde van de nieuwe beekloop de sterke daling van het maaiveld. Het sinuositeitsgetal in deze situatie is minimaal 1,0 en dus voldoende.

De nieuwe beekloop zal geen vistrappen bevatten. Dit heeft als reden dat de stroomsnelheid door de vistrap lager zal zijn. De waterdiepte zal daardoor ook minder zijn, maar dat is minder erg dan een lagere stroomsnelheid omdat het bermpje weinig water nodig heeft maar wel voldoende stroomsnelheid.
In § 5.5.2 is reeds aandacht gegeven aan de hoogteverschillen. Daarin is aangegeven dat de binnenkant onderkant duiker 1,50 m-mv is. Dit betekent dat het hoogteverschil tussen punt 1 en 2 niet 2,00 m is, maar 3,50 meter. Dit dient door de meandering van de beek te worden opgevangen (zie figuur 5.10). Het verhang wordt dan circa 2,4 cm/m. Dit voldoet aan het streefbeeld die een waarde van minimaal 0,5 cm/m aangeeft. Een bijkomend voordeel van de diepteligging van de duiker is dat het hoogteverschil tussen punt 3 en 4 wordt verminderd. Hier diende namelijk een afstand van 3,80 m te worden overbrugd over een afstand van circa 30 m. Het hoogteverschil is nu gereduceerd tot een te overbruggen hoogteverschil van ‘slechts’ 2,30 m.

Gevolgen aanleg nieuw tracé
Het gevolg van de aanleg van de nieuwe beekloop is dat het huidige tracé weinig invloed heeft van kwel, maar alleen door regenwater. Het regenwater is namelijk afgekoppeld van de riolering en komt uit in de beek tussen de Rijksstraatweg en de N325. Dit heeft als gevolg dat het debiet minder wordt, en dus de oude loop van de beek soms droog komt te vallen wanneer er geen regen valt.
Doordat de nieuwe beekloop gedeeltelijk door een groenstrook loopt, zullen er wellicht bomen en struiken verwijderd moeten worden om ruimte te creëren voor de beek. In de uitvoering dient zoveel mogelijk om de bomen en struiken heen gegraven te worden om de vegetatie te sparen. Ook dienen deze bomen tijdens de uitvoering beschermd te worden door stamommanteling toe te passen.

Ontwerp ecoduiker en overige voorzieningen
Langs de nieuwe beekloop is vegetatie aanwezig. Deze vegetatie biedt een goede habitat voor onder andere de das. De nieuw aan te leggen ecoduiker zal er voor moeten zorgen dat de das ook naar de polder van Ooij kan komen en andersom. Wel moet er in het gebied een voorziening komen waardoor de das naar de ecoduiker geleid wordt. Dit wordt in de vorm van afrastering in trechtervorm gedaan. Het huidige raster wordt weggehaald en hergebruikt als voorziening van de ecoduiker. Figuur 5.11 laat een boven- en vooraanzicht zien van de trechtervorm. De trechtervorm heeft een ingang met een hoek van circa 45º.



(Rijkswaterstaat. 2005, Google Earth, 2010)

Figuur 5.11. Overzichtsituatie van de afrastering. De afrastering is met oranje lijn weergegeven. Met witte streep is de ecoduiker weergegeven. Het plaatje rechtsbovenin geeft een vooraanzicht weer van de toevoer naar de duiker.

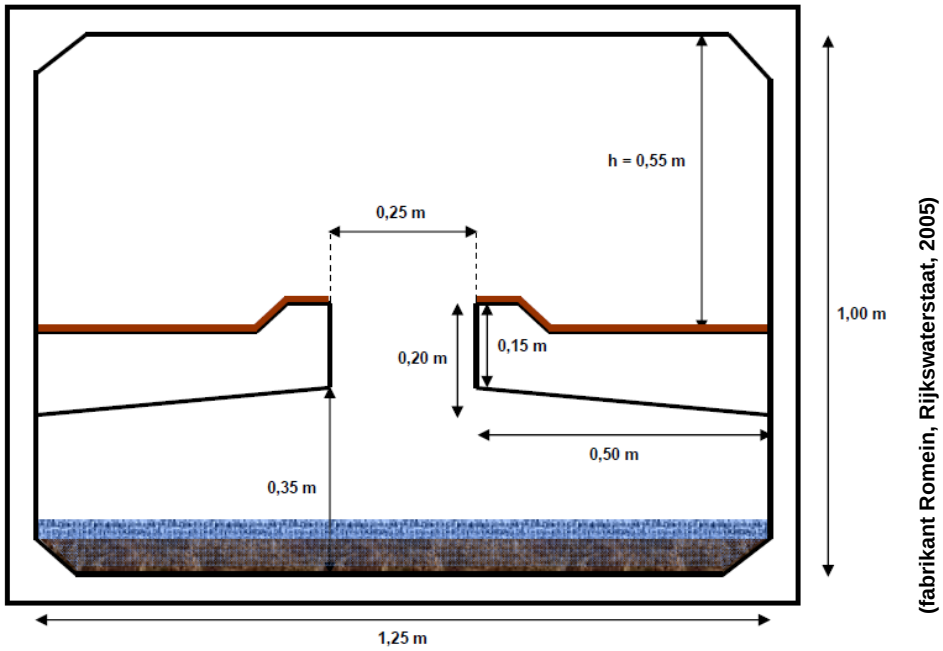
De keuze voor de situering van de ecoduiker heeft grotendeels te maken met de ruimte voor de toevoer naar de ecoduiker toe. Er is namelijk aan beide zijden voldoende vegetatie aanwezig waar de fauna zich door beschermd voelt. Daarnaast is gekeken naar de smalste breedte van de weg. Een kleine 200 meter naar het noordwesten is de weg breder door de uitvoegstrook.

5.5.5 Traject 2-3: ecoduiker

Deze subparagraaf beschrijft meer gedetailleerde informatie over het traject 2-3: de ecoduiker. Hierbij wordt gebruik gemaakt van figuur 5.12. Deze paragraaf beschrijft zaken waarbij rekening gehouden dient te worden bij onder andere de uitvoering en hoe de duiker is opgebouwd.

De te ontwerpen ecoduiker heeft aan beide zijden aan de binnenkant een ecorichel met een breedte van 500 mm. Dit is de minimale breedte die vereist is voor de das. De ecorichel wordt in beton uitgevoerd. Hout is weliswaar goedkoper, maar minder duurzaam. Verder is de doorloophoogte (h) 500 mm. De doorloophoogte is de afstand tussen bovenkant ecorichel en onderkant binnenkant duiker. De duiker wordt aangelegd met een verhang van circa 2,4 cm/m om het verhang van de nieuwe beekloop voort te zetten. Aan de noordzijde ligt de ecoduiker circa 60 cm lager dan aan de zuidzijde.

Doordat de waterdiepte minder is zal de stroomsnelheid in de duiker ook tijdelijk minder worden.
Bij verschillende fabrikanten van prefab betonelementen is navraag gedaan over de standaard maatvoering. Wanneer namelijk geen standaard maten worden gehanteerd wordt het financieel gezien minder aantrekkelijk. Fabrikant Mertens Groep uit Waalwijk geeft aan dat, in afwijking van andere leveranciers, de ecorichel variabel in hoogte kan worden geplaatst. De variabele hoogte van de ecorichel heeft als voordeel dat er niet een extra grote duiker hoeft te worden aangelegd. Er dient namelijk ook nog rekening gehouden te worden met het water dat door de duiker moet. Ook deze moet wel voldoende water hebben, om deze passeerbaar te laten zijn voor onder andere het bermpje. Het vullen van de duiker met bijvoorbeeld stenen en mortel is daarvoor een goede oplossing om meer dynamiek in de duiker aan te brengen en daarmee de waterdiepte te vergroten. In figuur 5.12 is een vooraanzicht van de nieuwe ecoduiker te zien met daarin de afmetingen. De breedte en hoogte van de duiker zijn binnenmaten.

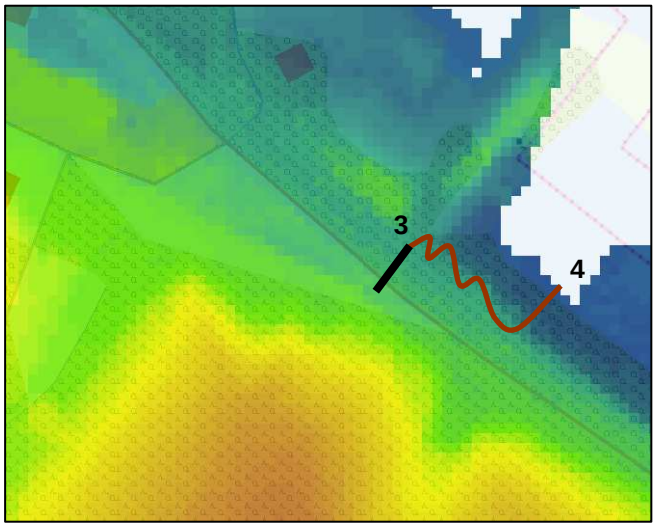


Figuur 5.12. Vooraanzicht van de nieuwe duiker inclusief ecorichel. De dubbele arcering geeft de bodem weer die bestaat uit stenen, substraat en het water. Eventueel kan ervoor worden gekozen om aan beide zijden een talud aan te leggen van stenen en mortel om de beek goed na te bootsen. Uitvoeringstechnisch is dit mogelijk maar niet eenvoudig vanwege het vele handwerk.

Om tot het ontwerp te komen, zoals in figuur 5.12 te zien is, is reeds rekening gehouden met de opsomming in paragraaf 5.4. Verder is gezocht naar verschillende leveranciers (bijv. Mertens Groep, Romein Beton, etc.) op het gebied van prefab-duikerelementen. Dit zijn betonnen elementen die in de fabriek zijn gemaakt en in de uitvoering direct geplaatst kunnen worden, zonder dat er nog extra werkzaamheden verricht hoeven te worden. Eén element heeft een werkende lengte van 1,25 m. De totale lengte van de duiker is 25 meter. Dit betekent dat er 20 elementen aangebracht dienen te worden. De elementen zijn onderling verbonden met een rubberen ring. Wanneer de totale duiker is aangebracht wordt deze nog afgespannen om ervoor te zorgen dat de duiker zo goed als waterdicht is. De leverancier geeft hier geen garantie op, maar er kan worden uitgegaan dat het water dat wegsijpelt geen directe invloed heeft op het debiet van de beek. Wel kan de duiker gaan verzakken door het water dat infiltreert en bodemdeeltjes meevoerd.
De wanddikte van de duiker bedraagt 240 mm. Dit heeft te maken met het zware verkeer die over de N325 rijd. Dit veroorzaakt ter plaatse een grote aslast en dit wordt opgevangen door de ondergrond en komt uiteindelijk op de bovenkant van de duiker. Daarom dient de duiker voldoende sterk te zijn.

5.5.6 Traject 3-4: noordzijde ecoduiker tot Wylermeer

Deze subparagraaf gaat over het laatste traject van de nieuwe beekloop. Dit loopt vanaf de noordzijde van de nieuwe ecoduiker tot aan de uitstroom in het Wylermeer.



(bron: AHN, 2010)

Figuur 5.13. Overzicht van het traject 3 tot 4. Bij punt 4 komt de beek haaks in het Wylermeer. Dit veroorzaakt de zogenaamde 'lokstroom'.

De rastervoorziening aan de noordzijde van de ecoduiker ziet er hetzelfde uit als aan de zuidzijde. In deze subparagraaf wordt hier niet verder op ingegaan en wordt verwezen naar subparagraaf § 5.5.4. en figuur 5.11.
In § 5.5.2 is reeds aandacht gegeven aan de hoogteverschillen in het gebied. Tussen de onderkant van de ecoduiker aan de noordzijde en de uitstroom in het Wylermeer is een hoogteverschil aanwezig van 2,30 m (zie § 5.5.4) over een afstand hemelsbreed van 30 m. Door wederom meandering toe te passen zal hierdoor het hoogteverschil worden opgevangen. De sinuositeit van de nieuwe beekloop bedraagt 1,2. Het verhang bedraagt circa 6,4 cm/m in de nieuwe situatie.
Voor het nieuwe profiel van de beek wordt verwezen naar figuur 5.9 in § 5.5.4.

Het is van belang dat het bermpje vanuit het 'grote' Wylermeer de ingang naar de 'kleine' Filosofenbeek kan vinden. In figuur 5.13 is te zien dat de Filosofenbeek haaks op het Wylermeer uitstroomt. Deze haakse uitstroom veroorzaakt een stroming in het water, waardoor de vissen merken dat er een ander water in het Wylermeer komt. Dit wordt lokstroom genoemd. Er kan berekend worden tot hoever de lokstroom in het water merkbaar aanwezig is voor de vissen. Binnen deze rapportage wordt dit niet gedaan, wel is dit een aanbeveling voor vervolgonderzoek.

5.6 Kanttekeningen

Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN)
Bij het gebruik van de AHN geeft de website van AHN aan dat de hoogtedata een afwijking kan hebben van maximaal 15 cm per meting. Dit betekent dat er voor een exacte analyse een gedetailleerde hoogtemeting gedaan zal moeten worden.

Waterdiepte
Het streefbeeld geeft aan de minimale waterdiepte minimaal 0,10 m dient te zijn. Bij dit ontwerp is rekening gehouden met een waterdiepte van 0,05 m. De waterdiepte voldoet dus niet aan het streefbeeld. Er moest hierin een keuze worden gemaakt tussen de stroomsnelheid óf de waterdiepte. Er is ervoor gekozen om de stroomsnelheid wel te laten voldoen aan het streefbeeld omdat het bermpje voldoende heeft aan een dun laagje water maar wel een minimale stroomsnelheid nodig heeft. Door het debiet te vergroten van de Filosofenbeek, door bijvoorbeeld het aangraven van nieuwe bronnen, kan het debiet worden vergroot en wel aan het streefbeeld worden voldaan.

5.7 Globale kostenraming

Voor het maken van een globale kostenraming zijn verschillende bronnen geraadpleegd. Zo geeft het document van Rijkswaterstaat 'Leidraad faunavoorzieningen voor wegen' een kostenindicatie van de aanlegkosten. De volgende uitgangspunten zijn daarbij gehanteerd: prijspeil van 2004, inclusief BTW, exclusief voorbereidingskosten, grondverwervingskosten, vergunningen en opdrachtgeverskosten, er wordt uitgegaan van een bestaande situatie. De aanlegkosten voor een prefab betonnen element van 2,0 m breed met een werkende lengte van 1,0 m wordt geraamd op € 1.200,- tot € 2.500,- per strekkende meter. De breedte van de ontworpen ecoduiker bedraagt 1,25 m en een werkende lengte van 25 meter. Er wordt uitgegaan van het maximum van € 2.500,- per strekkende meter. Door indexering naar 2010 wordt dit aangepast naar € 3.000,- per strekkende meter.
Kosten voor de **ecoduiker**: ((3000 / 200) * 125) * 25 ≈ **€ 46.875,-**
Dit zijn enkel de kosten voor de aanleg van de ecoduiker. Hierbij zit dus niet het grondverzet in voor het graven van de nieuwe beekloop en het plaatsen van het bruggetje.
Volgens een leverancier van de prefabelementen kost het gekozen type R3 € 1.500,- per element. Elk element heeft een werkende lengte van 1,25 m. Dit betekent dat de kosten circa € 30.000,- bedragen. Dit is in vergelijking met de Leidraad een verschil van € 10.000,-. Gemakshalve wordt van de meest negatieve situatie uitgegaan en wordt rekening gehouden met de eerder bepaalde € 46.875,-.

Voor het grondwerk, het omkappen van bomen en het verwijderen van ruigtevegetatie is de site www.gwwkosten.nl geraadpleegd.

De volgende eenheidsprijzen zijn van toepassing op het werk:	
grond ontgraven uit cunet, niet-gescheiden, grondsoort zand met hgm op rups of laadschop	€ 1,17 per m^3
het vervoeren van geroerde grond, transportafstand 1-1,5 km, over verharde weg door vrachtauto	€ 1,85 per m^3
grond verwerken is niet van toepassing	-
	+
Totale kosten	*€ 3,02 per m^3*

Voor de nieuwe beekloop is het aantal m^3 per strekkende meter bepaald dat ontgraven moet worden. Dit is uiteraard bij benadering, en lastig te bepalen. De basis hiervoor vormt het ontworpen dwarsprofiel in figuur 5.9. Per strekkende meter komt er zo'n 0,3 m^3/m vrij. De totale lengte van de nieuwe beekloop van traject 1-2 is circa 175 m (hemelsbreed 145 m) en van traject 3-4 circa 45 m (hemelsbreed 30 m) De totale lengte van ontgraving is 210 m.
Kosten voor het **grondwerk**: € 3,02 * 210 ≈ **€ 650,-**

Voordat de nieuwe beekloop gegraven kan worden, moeten er eerst bomen verwijderd worden. Deze dienen eerst gekapt en daarna gerooid te worden. Er wordt ervan uitgegaan dat aan de zuidzijde 20 bomen en aan de noordzijde 10 bomen verwijderd moeten worden. Dit is op basis van het terreinbezoek. De gemiddelde stamdiameter is maatgevend voor de kosten. Deze wordt geschat op 0,30 tot 0,50 m.
Kosten voor het **omkappen van bomen**: 30 * € 61,20 ≈ **€ 1.900,-**

Verder dient er ook bestaande ruigtevegetatie te worden verwijderd. Dit geldt voor zowel de zuid- als de noordzijde. De kostprijs is op basis van stuks per are en gemiddelde diameter. Het afzagen en versnipperen van de vegetatie zit erbij in.
Kosten voor het **verwijderen van ruigtevegetatie**: € 50,70 * 20 are ≈ **€ 1.100,-**

Ten behoeve van de wandelroute wordt een nieuwe houten brug aangelegd die over de nieuwe beekloop ligt. Dit betreft een houten brug, zoals reeds aanwezig is in de Oorsprong.
Kosten voor het **de aanleg en levering van een houten brug**: ca. **€ 2.500,-**

De kosten de **reconstructie van de provinciale weg** bedragen: ca. **€ 5.000,-**

De kosten voor het verwijderen van het buizenstelsel, wat Staatsbosbeheer graag wil, is niet meegenomen in de kostenraming omdat dit niet tot de maatregelen behoort voor een HEN-water. Ook zijn de kosten voor landmeetkundige werkzaamheden en het eventueel werven van grond niet opgenomen (perceel noordzijde is van Recreatieschap).

De **totale kosten** voor de aanleg van het gehele werk komen op circa **€ 60.000,-**. Dit zijn uitvoeringskosten bij benadering en geeft een globale indicatie.

Op verzoek van het waterschap is navraag gedaan naar de kosten om het gehele werk voor te bereiden door bijvoorbeeld een adviesbureau als RPS BCC. De kosten voor de werkvoorbereiding zal circa € 13.000,- bedragen. De kosten voor het toezicht tijdens de uitvoering zijn circa € 4.000,- gebaseerd op gemiddeld 1 uur per dag, 2 maanden lang.

5.8 Uitvoeringsplanning

Aan de hand van voorgaande hoofdstukken is een uitvoeringsplanning opgesteld. Deze heeft als doel om inzicht te hebben in totale uitvoeringsduur en welke werkzaamheden er globaal uitgevoerd dienen te worden om het inrichtingsplan uit te voeren zoals in dit hoofdstuk is beschreven.

Tabel 5.14. Overzichtstabel met de uitvoeringsplanning met de werkzaamheden in chronologische volgorde. Wanneer een cel is opgevuld met een zwarte kleur betekent dit dat de werkzaamheden, zoals omschreven in de eerste kolom, uitgevoerd wordt.

	Weeknummer								
Omschrijving werkzaamheden	**wk 1**	**wk 2**	**wk 3**	**wk 4**	**wk 5**	**wk 6**	**wk 7**	**wk 8**	**wk 9**
Kappen en rooien van bomen	■								
Verwijderen van ruigtevegetatie	■								
Graven van nieuwe beekloop		■	■						
Toepassen verkeersmaatregelen				■	■	■	■		
Ontgraven cunet voor aanleg duiker				■					
Aanleg ecoduiker				■	■				
Verplaatsen van raster									
Aanbrengen mortel en grind in duiker					■				
Ontgraven beekloop noordzijde						■			
Aanleg brug								■	
Reconstructie N325							■	■	
Uitloop werkzaamheden									■

De inschatting voor wat betreft de uitvoeringstermijn is circa 2 maanden. Hierbij is tevens een uitloopweek meegenomen voor eventuele bijkomende werkzaamheden. Dit betreft dus alleen de uitvoering en niet de tijd die de werkvoorbereiding vergt.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk worden de conclusies en aanbevelingen beschreven. De conclusie geeft een antwoord op de hoofdvraag uit hoofdstuk 1 (zie grijs kader). De deelvragen worden niet apart beantwoord omdat deze de functie hebben om uiteindelijk de hoofdvraag te beantwoorden. Wel zijn de antwoorden op deze deelvragen verwerkt in de conclusies maar niet per deelvraag uiteen gezet.
De aanbevelingen geven aan waar bijvoorbeeld vervolgonderzoek noodzakelijk is.

De hoofdvraag uit hoofdstuk 1 luidt als volgt:
"Welke maatregelen zijn nodig om de 10 bronnen op de stuwwal bij Beek Ubbergen te laten voldoen aan de in het HEN-water beleid gestelde streefbeelden?"

6.1 Conclusies

Uit de gebieds- en systeembeschrijving, uitgewerkt volgens het 5S-model (STOWA, 1995), blijkt dat de kwaliteit van de beeksystemen, zowel ecologisch als hydrologisch, goed is. Deze beeksystemen fungeren als afvoer van kwel dat uittreedt vanuit de stuwwal. De beken ontspringen op de flank van de stuwwal, dit zijn de bronnen. Deze bronnen/beken moeten voldoen aan de HEN-status (Hoogst Ecologisch Niveau). Om te toetsen of deze bronnen/beken hieraan voldoen is het streefbeeld vastgesteld. Het streefbeeld is tot stand gekomen door de volgende beleidsdocumenten samen te voegen:

- 'de stuwwalbeek', volgens de Waterwijzer van de provincie Gelderland;
- de rapportage 'Waardevolle Waternatuur, opgesteld door Arcadis in opdracht van het waterschap
- actualisatie van normen voor stoffen in water, volgens KRW-richtlijnen.

Door het streefbeeld te vergelijken met de huidige situatie zijn knelpunten bepaald. Deze knelpunten kunnen opgelost worden door maatregelen te treffen die nodig zijn om de HEN-status te bereiken. Dit is voor 3 beken gedaan: Filosofenbeek, de Oorsprong en Elandsbeek. Van de overige 7 bronnen/beken is te weinig informatie beschikbaar. De maatregelen die noodzakelijk zijn om de HEN-status in de beken te halen zijn te zien in tabel 6.1.

Tabel 6.1. Overzicht van de knelpunten en de daarbij behorende maatregelen.

Filosofenbeek	
Knelpunt	*Maatregel*
1. verhoogd nutriëntengehalte	extensivering van landbouwgronden die direct invloed hebben op de beken, gesprekken voeren met de boeren
2. verval aanwezig van circa 1,0 m en 0,5 m	realiseren van een nieuwe verbinding tussen Wylermeer en Filosofenbeek door nieuwe beekloop en de aanleg van een ecoduiker onder de N325 door.
De Oorsprong	
Knelpunt	*Maatregel*
1. verhoogd nutriëntengehalte	extensivering van landbouwgronden die direct invloed hebben op de beken, gesprekken voeren met de boeren
2. lage stroomsnelheid	- nader onderzoek naar de invloed van grondwateronttrekkingen op het debiet - nader onderzoek naar de invloed van het 'aangraven' van nieuwe bronnen - aangraven van nieuwe bronnen / vergroten van huidige bronnen - verwijderen van de aanwezige stuw (zie knelpuntnummer 4)
3. slib in de beek	eens in de paar jaar het organisch materiaal uit de beek verwijderen
4. stuw aanwezig	- nader onderzoek naar de effecten van het verwijderen van de stuw - verwijderen van de stuw
Elandsbeek	
Knelpunt	*Maatregel*
1. lage stroomsnelheid	- nader onderzoek naar de invloed van grondwateronttrekkingen op het debiet - nader onderzoek naar de invloed van het 'aangraven' van nieuwe bronnen - aangraven van nieuwe bronnen / vergroten van huidige bronnen
2. slib in de beek	eens in de paar jaar het organisch materiaal uit de beek verwijderen

Inrichtingsplan Filosofenbeek

Ten slotte is één maatregel tot in detail uitgewerkt om het knelpunt op te lossen. Dit is het ontwerp van de ecoduiker onder de N325 door inclusief de daarbij behorende omgeving (knelpunt 2, tabel 6.1). Er zijn een tweetal knelpunten aanwezig waardoor er geen vismigratie tussen de Filosofenbeek en het Wylermeer mogelijk is. Dit betreft als eerste knelpunt een verval van 1,0 m en als tweede een verval van 0,5 m. De Filosofenbeek heeft als doelsoort het bermpje. Om het knelpunt op te lossen wordt er een nieuwe beekloop gegraven, gedimensioneerd volgens de formule van Manning, en deze wordt aangesloten op de nieuw aan te leggen ecoduiker. Deze ecoduiker is gesitueerd waar de N325 het smalst is en heeft aan beide zijden een ecorichel waar bijvoorbeeld de das overheen kan lopen. Het talud van de nieuwe beekloop sluit aan op de ecorichels en uiteindelijk mondt de Filosofenbeek haaks uit op het Wylermeer (zie figuur 6.2). Wanneer deze maatregelen zijn uitgevoerd is het knelpunt opgelost.

6.2 Aanbevelingen

De aanbevelingen zijn ervoor bedoeld om meer informatie boven tafel te krijgen, omdat aanvullende informatie noodzakelijk is. Nu volgt een opsomming met alle aanbevelingen met motivatie:

1. Voor de Oorsprong dient er berekent te worden hoeveel meer water er in de Oorsprong moet komen, om toch tot een meanderende beek te komen, zie tabel 4.8. Ook is deze vraag realistisch: ‘Is het noodzakelijk de beekloop groots aan te pakken, terwijl de ecologische waarde ontzettend hoog is?’. De verwachting is van niet. Dit voorbeeld laat zien dat de theorie (het beleid) niet altijd stroomlijnt met de praktijk.

2. Er dient uitgebreid ecohydrologisch onderzoek uitgevoerd te worden om te bepalen welke doelsoorten er nu voorkomen en op welke wijze de aanwezige nutriënten invloed hebben op de leefgemeenschap (bijvoorbeeld het hoge nitraatgehalte). Documentatie is gedateerd (2001), en daardoor kunnen feiten achterhaald zijn. Verder dient binnen dit ecohydrologisch onderzoek aangetoond te worden waar het hoge nitraatgehalte vandaan van afkomstig is. Dit moet uitgevoerd door een gespecialiseerd adviesbureau.

3. Een debietmeting moet het hele jaar rond worden uitgevoerd voor de Filosofenbeek, de Oorsprong en de Elandsbeek. De Filosofenbeek heeft de hoogste prioriteit, gezien de oplossing van knelpunten. Dan kan worden bepaald, in de periode van werkvoorbereiding (voorontwerp, definitief ontwerp, besteksfase), wat de exacte afmetingen van de nieuwe beekloop worden.

4. Een hoogtemeting moet uitgevoerd worden om de exacte hoogten van het projectgebied te bepalen. In deze rapportage is basis van de AHN 2010 de hoogtes bepaald. Bij de werkvoorbereiding is van belang dat exacte hoogtes, ten opzichte van NAP, bekend zijn van het maaiveld, de N325, de vistrap bij de Rijksstraatweg en het Wylermeer.

5. Bodemonderzoek ter plaatse van het uitgewerkte knelpunt om exacte bodemsamenstelling te bepalen voor de realisatie van de ecoduiker.

6. Het hemelwater is reeds afgekoppeld in het kader van Water Werkt. Het afgekoppelde water komt in een put terecht met een verval van circa 1,0 meter. Het advies is om deze situatie te behouden om verschillende redenen. Het hemelwater wordt nu afgevoerd en het is voor de recreant en burger van Beek Ubbergen beleefbaar wat afkoppelen precies inhoudt. Verder zijn de kosten erg hoog om het huidige stelsel te verwijderen en dan opnieuw te bedenken wat met de molgoten gedaan moet worden. Dit geldt tevens voor de beek bij het Wylerbergmeer.

7. Nader onderzoek naar de andere 7 bronnen. Hier is (te) weinig informatie over.

8. Nader onderzoek naar de invloed van de nabije grondwateronttrekkingen op de bronnen/beken. Neemt het debiet bijvoorbeeld toe wanneer de onttrekkingen stoppen?

7 LITERATUURLIJST

1) Grit, R., Projectmanagement, 1997, Wolters-Noordhof

2) Verhoeff, G., “Waardevolle waternatuur in het Rivierenland – Uitvoeringsprogramma voor waterparels / HEN- en SED-wateren-raamwerk”, Arcadis 15 september 2006.

3) Radboud University Nijmegen, “Geology Rijk van Nijmegen”, [Online beschikbaar: http://www.-vcbio.science.ru.nl/virtuallessons/landscape/stuwwalgeo/]
Nijmegen, juli 2008

4) Aardkunde, Alterra Wageningen UR

5) Nelen en Schuurmans, Waterplan Groesbeek, [Online beschikbaar: http://www.google.nl/search?-hl=nl&rlz=1W1RNWZter_nl&q=stuwwal+hydrologie+groesbeek&start=0&sa=N]
Utrecht, januari 2008

6) http://geodata2.prvgld.nl/apps/basis/index.asp?action=layout&xmin=219950&ymin=429016.547945205&xmax=224965&ymax=434828.452054795&layers=historische%20geografische%20lijnen,historische%20geografische%20eenheden&layout=1&dbn=95

7) Zuiveringsschap Rivierenland, afdeling Technologie, sectie Kwaliteitsbeheer Oppervlaktewater, “Waterkwaliteit Zwemplas Wylerbergmeer – een onderzoek naar knelpunten en oplossingen vanuit een watersysteembenadering”.
Tiel, april 1996

8) Dijck, drs. ing. B.J. van, “Evaluatie start- en uitvoeringsfase Water Werkt in Beek en Ubbergen”, rapportage van de stuurgroep Water Werkt in Beek en Ubbergen.
Tiel, februari 2003.

9) Moons, ingenieursbureau, “GeBeVe-project Beek-Ubbergen”.
Waalwijk, september 1998

10) Lubberhuizen, S.J., “Vreemd water in Ubbergen – onderzoek naar bronafkoppeling t.b.v. reductie bronwater in de riolering”.
Velp, december 1995

11) Verdonschot, P., “Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderde omgeving”, Waterschap Peel en Maasvallei & Alterra Wageningen UR
Venlo, februari 2010

12) Pouwels, P., Werkgroep Milieubeheer Groesbeek – uitgave november 2009.
[Online beschikbaar: http://www.wmg-groesbeek.nl/milieujournaal/Milieujournaal137.pdf]
Groesbeek, november 2009

13) Verbeek, P.J.M., Cuppen, H., “Monitoring Filosofendal en Elandsbeek”, in opdracht van Staatsbosbeheer Gelderland, uitgevoerd door bureau Natuurbalans.
Nijmegen, augustus 2001

14) Heinis, F., Evers, C.H.M., “Afleiden getalswaarden nutriënten GET Natuurlijk Water STOWA 2007-2”.
STOWA, Utrecht 2007

15) Verbeek, P.J.M., Cuppen, H., “Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de KRW STOWA 2007-32”.
STOWA, Utrecht 2007

16) Gorter, D., Meijer, H., Muller, M., Vonk, E., Spoel, H. van der, Ruigrok, T., “Waterbeheerplan 2010-2015 Werken aan een veilig en schoon Rivierenland”.
Waterschap Rivierenland, Tiel, oktober 2009

17) Arts, J., “Leidraad faunavoorzieningen bij wegen”, Ministerie van Verkeer en Waterstaat – Rijkswaterstaat Dienst Weg- en waterbouwkunde
mei 2005

18) Verdonschot, P., “Beken stromen – Leidraad voor ecologisch beekherstel”, Werkgroep Ecologisch Waterbeheer STOWA, Utrecht, mei 1995