

## **Advies 'ambitie en effectieve maatregelen voor de Berkel tussen Borculo & Lochem'**



ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

© 2015 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Advies OBN-09-BE  
Driebergen, 2015

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van het Waterschap Rijn en IJssel en het Ministerie van Economische Zaken

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Oplage Online gepubliceerd op [www.natuurkennis.nl](http://www.natuurkennis.nl)

Samenstelling Rob van Dongen, Waterschap Vechtstromen  
Fons Eysink, Unie van Bosgroepen  
Rikje van de Weerd, Rechobot – Water & Kennis

Allen lid van het OBN Deskundigenteam Beekdallandschap

Opdrachtgever Rutger Engelbertink, Waterschap Rijn en IJssel

Productie Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)  
Adres : Princenhof Park 9, 3972 NG Driebergen  
Telefoon : 0343-745250  
E-mail : [info@vbne.nl](mailto:info@vbne.nl)

## **Inhoudsopgave**

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Vragen vanuit het beheer</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Naar een stroomgebiedsbenadering</b>	<b>9</b>
3.1	Het stroomgebied van de Berkel	9
3.2	Watersysteem en stroming in historisch perspectief	10
3.3	Hydrologie	13
3.4	Waterkwaliteit	14
3.5	Ecologische Situatie op landschapsschaal	16
<b>4</b>	<b>Van doelen naar maatregelen</b>	<b>22</b>
4.1	Doelen en kansen	22
4.2	Toestand, potentie & ambitie.	23
4.3	Stuurknoppen	24
4.4	Stuurvariabelen	26
4.5	Potentiele Maatregelen, algemeen voor gekanaliseerd gedeelte	29
<b>5</b>	<b>Deeltraject tussen Borculo en Lochem</b>	<b>30</b>
5.1	Huidige bijdrage deeltraject aan ecologische waterkwaliteit	30
5.2	Potentiele Maatregelen	30
5.3	Keuzes ten aanzien van doelen	31
<b>6</b>	<b>Slotoverwegingen</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Literatuur</b>	<b>34</b>
	<b>Bijlage 1 KRW factsheet De Berkel</b>	<b>35</b>



# 1 Inleiding

Het OBN Deskundigenteam Beekdallandschap is gevraagd advies uit te brengen over effectieve maatregelen om de waterkwaliteit in de Berkel te verbeteren in het traject van Borculo tot Lochem.

Op 10 juli 2015 zijn namens het DT Beekdallandschap Rob van Dongen (Waterschap Vechtstromen), Fons Eysink (Unie van Bosgroepen) en Rikje van de Weerd (Rechobot, Water & Kennis) met de opdrachtgever Rutger Engelbertink (Waterschap Rijn en IJssel) en enkele collega's van Waterschap Rijn en IJssel in gesprek gegaan en op veldbezoek geweest. Als voorbereiding op de bijeenkomst is o.a. nadere informatie over de Berkel en het traject Borculo – Lochem verstrekt in de vorm van een stroomgebiedsbeschrijving, een eerder uitgewerkte visie voor maatregelen in de hele Berkel, ecologische randvoorwaarden en KRW factsheets. Voorafgaand aan het veldbezoek is door het waterschap een nadere toelichting gegeven over het watersysteem van de Berkel, de dilemma's bij het komen tot maatregelen. Hierbij werd ingezoomd op het traject Borculo-Lochem.

In het overleg werd duidelijk dat om tot effectieve maatregelen te komen het traject Borculo-Lochem niet los gezien kon worden van de ambities voor het gehele watersysteem. Maatregelen in dit traject dienen bij te dragen aan de ambities en de ecologische kwaliteit van het hele watersysteem. Met dit uitgangspunt is de adviesgroep aan de slag gegaan. Lopende het werk werd duidelijk dat het nodig was om het ontstane beeld over doelen, mogelijkheden en onmogelijkheden voor het gehele watersysteem met het waterschap af te stemmen.

In een bijeenkomst op 16 oktober 2015 is het beeld van de adviesgroep van de ambitie en (on)mogelijkheden binnen het systeem gepresenteerd en bediscussieerd met een brede groep waterschapsmedewerkers. Na dit overleg is verder ingezoomd op de mogelijkheden in het traject van Borculo tot Lochem. Hierbij is ook nog een suggestie voor aantakking van waterloop de Visserij (Heksenlaak) meegenomen. We redeneren vanuit het beekdallandschap als geheel en sluiten aan bij het 5S-model (Stowa, 2015-11). De hiërarchie in benadering is vanuit: systeem, stroming, structuur, stoffen en soorten. Conform het Stowa rapport beschouwen wij ook de zesde S: schonen.

Dit advies van het Deskundigenteam zal gebruikt worden:

- Als basis voor het vervolg proces richting een inrichtingsplan voor dit traject, waarbij ook gekeken wordt naar het evt. aantakken van de Visserij.
- Bij toekomstige visievorming over de Berkel

## 2 Vragen vanuit het beheer

Waterschap Rijn en IJssel heeft de volgende vraag gesteld:

Wat zijn effectieve maatregelen om de waterkwaliteit in het beekstelsysteem van de Berkel te verbeteren t.b.v. de gestelde doelen:

- A) Wat is een passend doel (uitwerking/nuancering van de KRW en EVZ doelen) voor de Berkel tussen Borculo en Lochem en welke beelden horen hier bij, gezien het landschap?
- B) Wat zijn effectieve maatregelen om de doelen te halen?

Bij het beantwoorden van deze vraag zijn de volgende randvoorwaarden meegegeven:

- Stuwpeilen bij Beekvliet (13.10) en verdeelwerk Lochem (11.80m+NAP) (peilbesluit). Het stuwpeil bij Beekvliet is een harde randvoorwaarde. Het peil bij verdeelwerk Lochem mag evt. uitzakken tot 11.50 (behoeft wel nader onderzoek of dit mogelijk is) De peilen in de stuwpanden tussen de stuwen mag aangepast worden zodat deze beter aansluiten bij het maaiveld (passend op de bestaande peilen van Elberink, Beekvliet en Lochem);
- De kades mogen verlegd worden (conform Berkel visie);
- Onderhoudspaden, mogen evt. vervallen, indien het onderhoud op een andere manier kan worden uitgevoerd;
- Ontwatering aanliggende watergangen mag veranderen;
- Conform het Waterbeheerplan 2016-2021 in beginsel geen actieve normopvulling. In projecten die gericht zijn op een betere functiebediening kan dit uitgangspunt worden heroverwogen. Gronden langs de beek evt. T=10 (of minder)
- Bestaande afvoer dynamiek en afvoer karakteristieken.

### **Aanpak**

Focus op het hele Berkelsysteem en de potentiële bijdrage van het traject Borculo – Lochem aan de doelen. Daarna inzoomen op het traject.

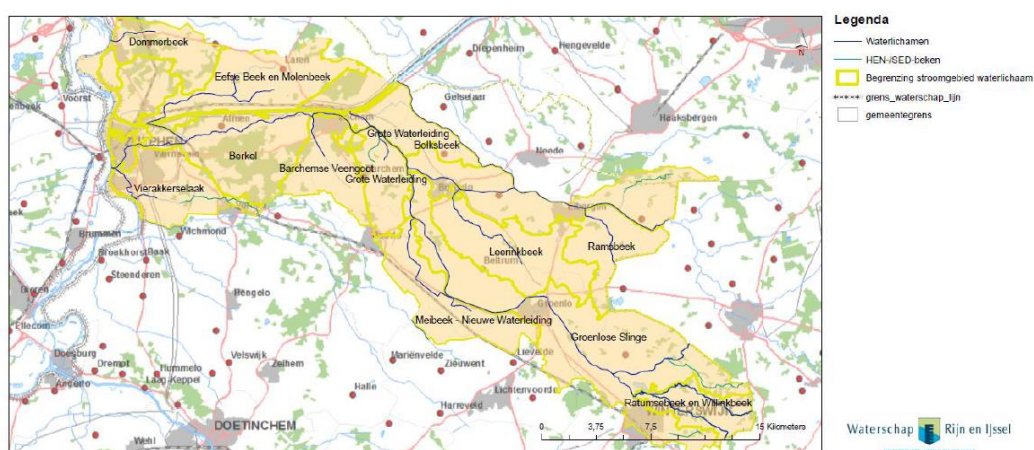
### **Adviesantwoord**

Advies met passende doelen, beelden en effectieve maatregelen

# 3 Naar een stroomgebiedsbenadering

## 3.1 Het stroomgebied van de Berkel

Stroomgebied Berkel



*Figuur 1 Het stroomgebied van de Berkel met tussen Borculo en Lochem het traject waarop onze aandacht is gericht.*

De Berkel is een rivier die in Duitsland ontspringt, in Nederland door de Achterhoek langs Rekken, Borculo en Lochem stroomt en bij Zutphen na 110 km in de IJssel uitmondt. De eerste tientallen kilometers meandert de Berkel sterk en is ze een relatief snel stromende beek. Net over de Nederlandse grens bij Rekken is de Berkel sterk gekanaliseerd. Het zomerbed is sterk verbreedt en verdiept, de stroming is zeer traag en hoge zandkades houden de beek binnen de boorden van het zomerbed.

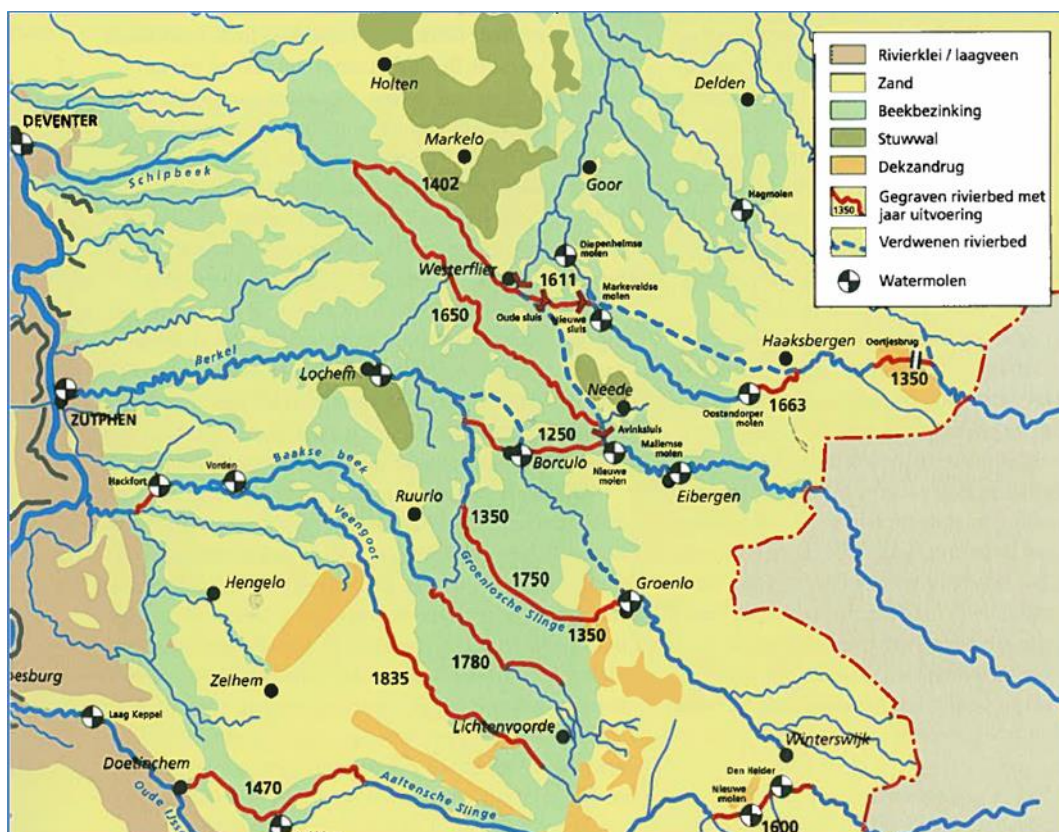
Watermolens, grachten en aflaten hebben, naast de verschillende normalisatierondes, de natuurlijke stroming en dynamiek sterk beïnvloedt, evenals de onderleiders. Diverse beken voeden de Berkel, maar bijzonder is dat de Berkel die voeding ook weer grotendeels afstaat aan allerlei deelsystemen. Ten oosten van Haarlo takt de Bolksbeek af die via het Twentekanaal in de Schipbeek uitmondt. Functies en belangen zijn sterk verweven. Het beekdal van de Berkel is relatief vlak en gaat veelal vloeiend over in het iets hoger gelegen achterland. Markante hoogteverschillen zijn vooral aanwezig waar de Berkel de Lochemerberg passeert. Ter hoogte van Lochem heeft het dal een natuurlijke flessenhals. Deze flessenhals ligt in het stuwpannd Beekvliet – Lochem. Benedenstrooms bij Almen is de beek in zijn historische meanderpatroon gelegd.

De Berkel is een stromende beek die in de loop van de tijd sterk veranderd is. In 3.2 gaan we in op systeem en stroming in historisch perspectief. In 3.3. wordt nader ingegaan op de huidige hydrologie. In 3.4 beschrijven we de ecologische situatie op landschapsschaal en in 3.5. de waterkwaliteit.



## 3.2 Watersysteem en stroming in historisch perspectief

Al lange tijd voordat er een Waterschap werd opgericht in het stroomgebied van de Berkel werd al ingegrepen in de afwatering van het gebied. Rond 1250 werd het Duitse deel van het stroomgebied afgekoppeld van het Reggesysteem en aangekoppeld op het huidige Nederlandse deel van de Berkel. In de eeuwen daarna werden op verschillende plaatsen in het stroomgebied de loop van de Berkel en haar bovenlopen, zoals de Groenlose Slinge verlegd. De belangrijkste wijzigingen die plaats hebben gevonden in de hoofdafwateringsstructuur in de achterhoek en zuid Twente zijn weergegeven in figuur 2.



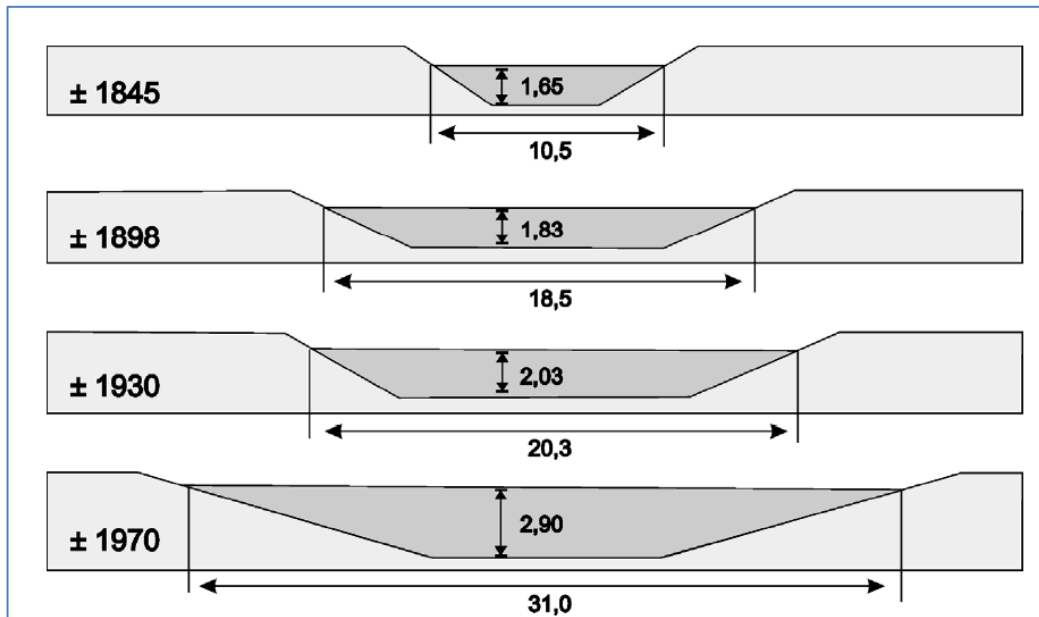
Figuur 2 belangrijkste wijzigingen die plaats hebben gevonden in de hoofdafwateringsstructuur in de achterhoek en zuid Twente. (bron: Driessen et al., 2000)

In 1882 werd het Waterschap de Berkel opgericht met als doel het verbeteren van de afvoercapaciteit in het stroomgebied door het uitvoeren van verbeteringswerken en onderhoud. In pakweg honderd jaar tijd zijn een drietal grote verbeteringsrondes uitgevoerd:

- 1893-1899: Tegengaan van zomeroverstromingen;
- 1933-1936: Tegengaan van winteroverstromingen en water vasthouden in de zomer;
- 1963-1977: Tegengaan verzanding, alleen incidentele overstromingen toestaan, verbeteren afwatering en ontwatering, grond geschikt maken en houden voor landbouw en stedelijk gebruik.

In deze periode werd de Berkel driemaal zo breed en anderhalf maal dieper (zie Figuur 3).

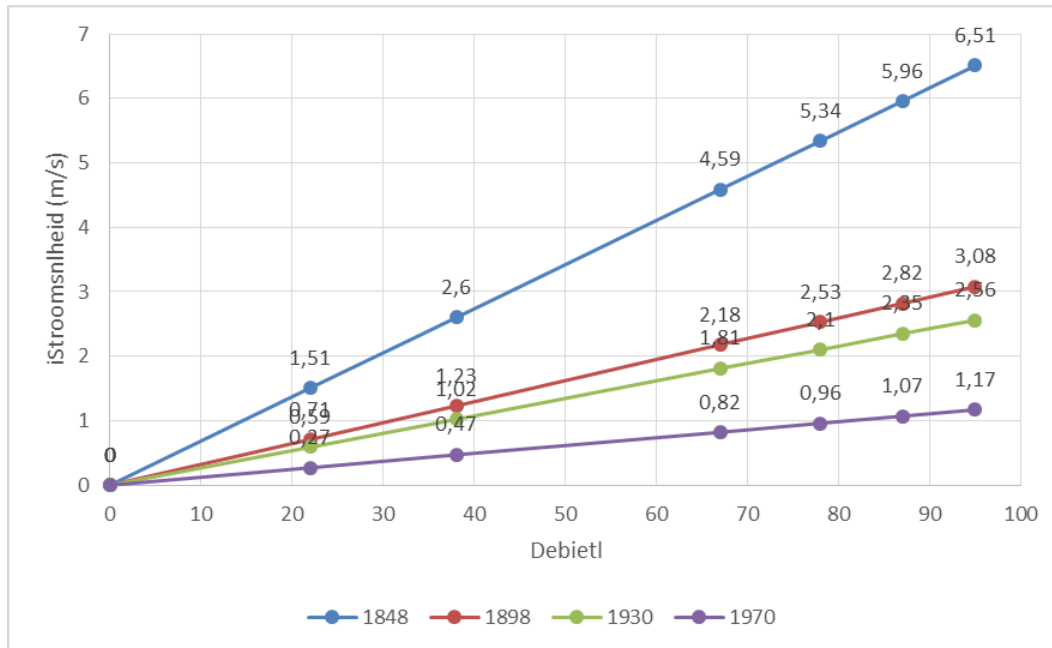




*Figuur 3 grote verbeteringsrondes in de Berkel (bron: Statische beschrijving beheersgebied Berkel, Waterschap Rijn en IJssel, eindconcept, maart 2015)*

De uitgevoerde verbeteringswerken hebben vanzelfsprekend de wateroverlast in het stroomgebied van de Berkel verminderd. Tegelijkertijd hebben de verbeteringswerken grote gevolgen gehad voor het ecologisch functioneren van de Berkel. Erosie en sedimentatieprocessen treden niet of nauwelijks meer op, de afvoerdynamiek is sterk afgenomen en de stroomsnelheid is zowel tijdens hoge als lage afvoeren sterk verlaagd.

Om een gevoel te krijgen in hoeverre een sturende factor zoals stroomsnelheid beïnvloed is door de grote verbeteringswerken is voor verschillende afvoersituaties en profielen een globale berekening van de gemiddelde stroomsnelheid gemaakt. De berekeningen zijn uitgevoerd voor diverse maatgevende afvoersituaties:  $t=0,01$ ,  $t=0,25$ ,  $t=1$ ,  $t=10$ ,  $t=25$ ,  $t=50$ . De resultaten hiervan zijn weergegeven in *Figuur 4*.



Figuur 4 Gemiddelde stroomsnelheid als functie van het debiet (m<sup>3</sup>/s) in de Berkel voor de profielen ontstaan na de verschillende verbeteringswerken

Uit de grafiek is op te maken dat zowel bij hoge als bij lage afvoeren de stroomsnelheid in de Berkel fors is afgenomen. Vooral bij lagere afvoeren treedt niet of nauwelijks stroming op. Enige stroming van betekenis treedt pas op bij afvoeren die hoger liggen dan een gemiddelde winterafvoer. Dat betekent in feite dat in grote delen van het jaar (vanaf het voorjaar tot einde zomer) de stroming onvoldoende is. De duur van deze periode is als gevolg van de verbeteringsrondes toegenomen. De afname van stroomsnelheid bij hogere afvoeren is vooral van invloed geweest op het optreden van erosie en sedimentatieprocessen. Stroomsnelheden hoger dan 1 m/s komen pas voor bij afvoeren van boven de eens per 50 jaar.

Het profiel is sterk vergroot en door aanleg van stuwen is de waterdiepte toegenomen. Hierdoor is ook het verhang in de waterspiegel afgenomen. Dit heeft grote gevolgen gehad voor ecologische waarden in de Berkel welke afhankelijk zijn van stroming. Het opgeleide karakter van delen van de Berkel zoals bij Lochem, historisch ontstaan vanwege de functie als vaarweg, het voeden van grachtenstelsels en de aanwezigheid van molens, versterkt het afwezig zijn van verhang en dus stroming.

Naast de verbeteringswerken in de Berkel zelf zijn er in de afgelopen eeuw ook nog verbeteringswerken uitgevoerd in andere delen van het stroomgebied zoals de Groenlose Slinge en de Bolksbeek.

De afwatering van het landbouwgebied in het plangebied vindt grotendeels onafhankelijk van de Berkel plaats. Water wordt onder de Berkel doorgeleid of de landbouwgebieden wateren (ver) benedenstrooms op de Berkel af. Deze afwateringsstructuur hangt eveneens veelal samen met het historisch opgeleide karakter van delen van de Berkel.

### 3.3 Hydrologie

Het KRW waterlichaam de Berkel is onderdeel van een groter geheel: het stroomgebied van de Berkel, Bolksbeek, Groenlose Slinge. Ook het Twentekanaal heeft grote impact op dit systeem en zou men ook als een onderdeel ervan kunnen beschouwen. Het waterlichaam kan niet los gezien worden van dit grotere geheel. Bovendien verandert de Berkel, binnen dit grotere geheel sterk van karakter.

Er kan (hydrologisch) onderscheid gemaakt worden in

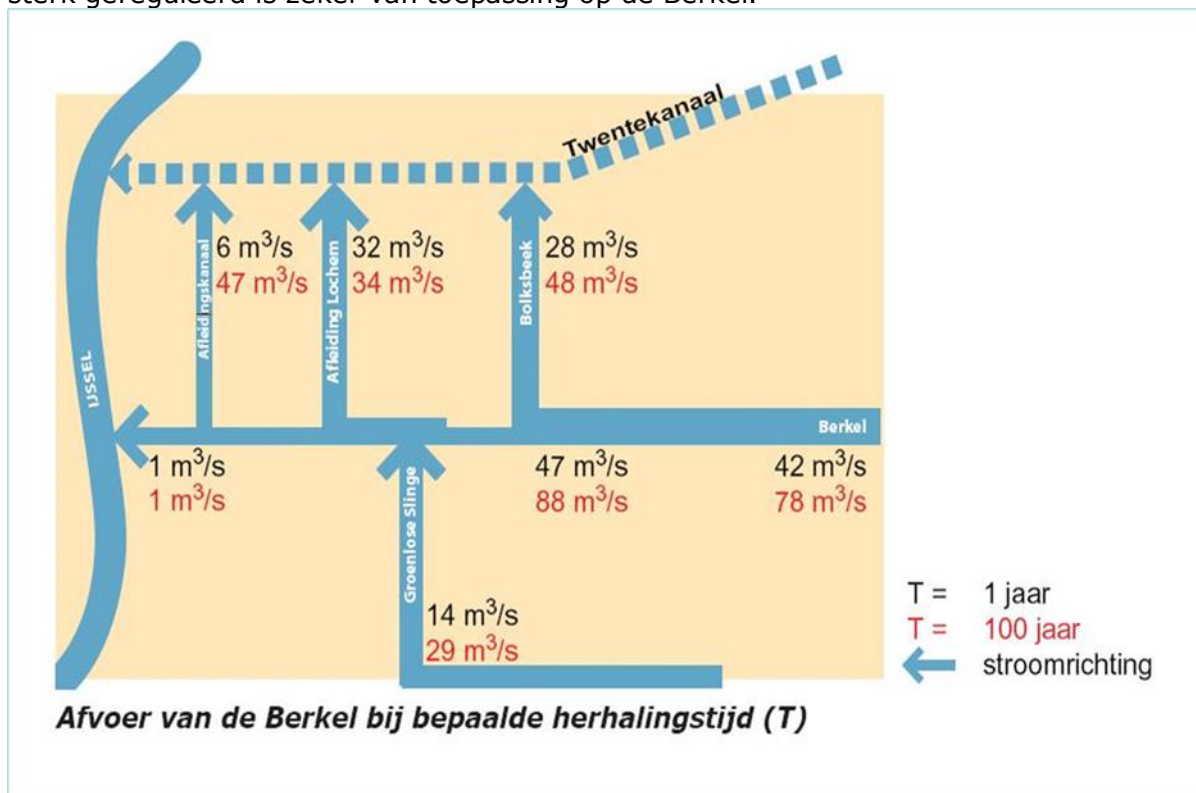
- I. Het traject in Duitsland tot de zandvang bij Rekken. De Berkel meandert door het landschap en heeft een beperkt profiel.
- II. Het traject tot de stuw Haarlo (vlak voor Haarlo). Hier splitst de Bolksbeek van de Berkel af (in de T=1 situatie, watert hier meer dan 50% van de Berkel af via de Bolksbeek in het Twentekanaal). De Berkel heeft hier het karakter van een afwateringskanaal.
- III. Het traject vanaf stuw Haarlo tot stuw Beekvliet voorbij Borculo waar de Groenlose Slinge in de Berkel afwatert. Dit is een verbindend onderdeel met twee tussenliggende stuwen. In dit traject watert RWZI Haarlo af, net na stuw Haarlo. Vlak voor Borculo, na stuw Hogebrug komt de Leerinkbeek erbij (de Hupselsche Beek is hiervan het bovenstroomse deel). Vlak na Borculo, ligt stuw Elbrink, na stuw Elbrink voegt een aftakking van de Berkel welke aan de zuidkant rond Borculo stroomt zich weer bij de Berkel.
- IV. Het traject van stuw Beekvliet tot stuw Lochem, (de Groenlose Slinge levert hier in de T=1 situatie 42% van het debiet). Net voor Lochem vindt weer een afleiding richting het Twentekanaal plaats.
- V. Het traject door Lochem tot het afleidingskanaal (bij Almen). In het laatste deel van dit traject zijn meanders aangelegd. Het profiel is nog steeds breed, maar in de buitenbochten zijn ondieptes aangebracht.
- VI. Het traject door Zutphen tot de afwatering in de IJssel. In dit traject is het debiet beperkt.

De afwatering en het peil van de Berkel staat in grote delen los van de omgeving rondom de beek. Met name lager gelegen, voormalige natte gebieden die onderdeel uitmaakten van het overstromingsgebied van de Berkel wateren onafhankelijk van de Berkel af. Dit hangt samen met het feit dat de Berkel hier deels een opgeleid karakter heeft. Het gebied rond Almen en van Almen tot Zutphen wordt mede op peil gehouden met water uit het Twentekanaal.

Het traject van Stuw Beekvliet tot stuw Lochem is een groot stuwvak. In het eerste deel van het stuwvak ligt de Berkel dieper dan het omliggende oppervlaktewater en in het laatste deel hoger (is de Berkel opgeleid). De waterloop Visserij wordt zelfs onder de Berkel doorgeleid.

Naast verbeteringwerken (zie 3.2) is het huidige watersysteem zo ingericht dat het beschikbare water over grote delen van het stroomgebied verdeeld kan worden. Bij hoge afvoeren kan er op een drietal punten water worden afgelaten op het Twentekanaal om de Berkel te ontlasten (figuur 5). Deze aflaten worden reeds bij relatief lage afvoersituaties (eens per jaar) benut. In de zomer wordt het weinige water dat beschikbaar is veelal benut ten behoeve van aanvoer van water in gebied direct langs de Berkel. Hiertoe kan op diverse punten water vanuit de Berkel worden ingelaten naar de omringende landbouwgebieden.

Grote delen van de Berkel zijn voorzien van kades. De kadehoogte is aangelegd op een norm van T=100 (+waakhoogte). De norm voor het achterliggende landbouwgebied is T=10. Het kenmerk sterk veranderd en sterk gereguleerd is zeker van toepassing op de Berkel.



Figuur 5 Aanvoer en afvoer van water naar/vanuit de Berkel bij verschillende afvoersituaties

### 3.4 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit, in dit advies gaat het om de ecologische waterkwaliteit, wordt bepaald door het geheel van standplaatsmogelijkheden, bodemkwaliteit en de waterkwaliteit op basis van stoffen in het water.

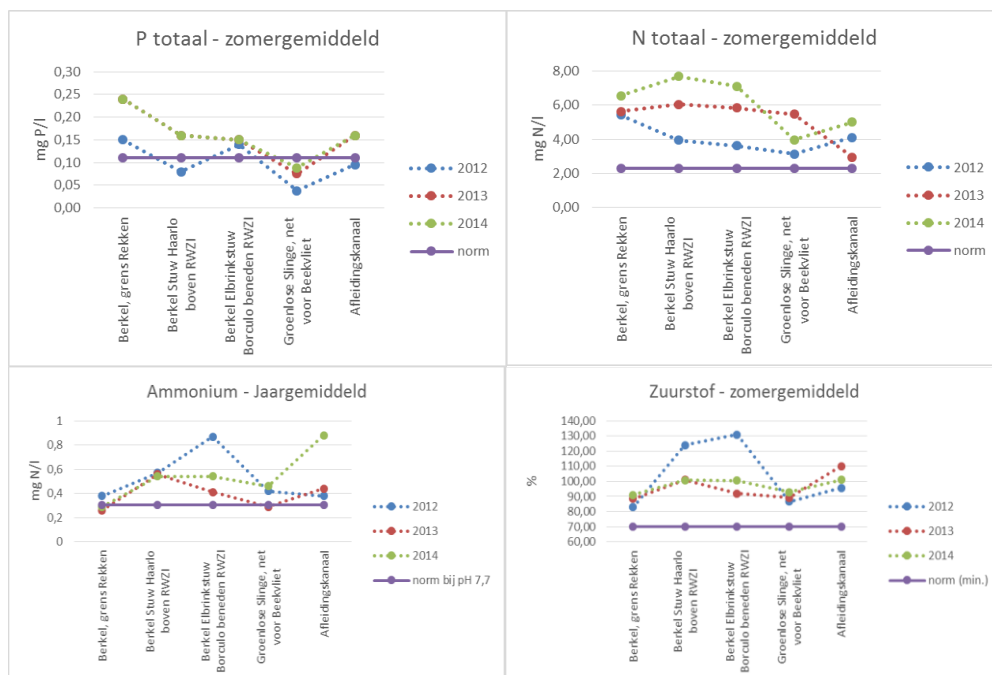
#### Standplaatsmogelijkheden/bodemkwaliteit

Vanaf Rekken tot beneden Lochem is de Berkel sterk gereguleerd. Het riviertje is gestuwd en ligt tussen kades. Met uitzondering van stuw Hogerweide, is de Berkel volledig vispasseerbaar gemaakt en op diverse trajecten zijn er maatregelen uitgevoerd, zoals een meestromende nevengeul en de aanleg van natuurvriendelijk oevers in de vorm van rietoevers of plasdrasoever. De bodem van de Berkel in het Nederlandse deel heeft veelal een uniform karakter (zand en slib) met weinig variatie binnen het profiel. Naast het ontbreken van voldoende stroming, ontbreekt op de meeste plekken ook de structuurvariatie welke nodig is voor typische R6 soorten. Afgezien van de huidige stroming heeft een groot deel van de Berkel eigenschappen van een ondiepe plas. In 3.5 wordt verder ingegaan op de ecologie en het voorkomen van soorten op landschapsschaal. In dit stuk focussen we verder op de waterkwaliteit op basis van stoffen in het water.

## Waterkwaliteit op basis van stoffen

Voor de waterkwaliteit op basis van stoffen in de Berkel kijken we naar bronnen van stoffen en de processen onderweg. Aan de grens met Duitsland komen stoffen het Berkel watersysteem binnen. In Nederland worden via zijwaterlopen, en ook via lozingen, uit- en afspoeling en kwel, water en stoffen toegevoegd. Ook kunnen stoffen worden omgezet of gebonden in het watersysteem (retentie). Een belangrijke bron van stedelijk afvalwater in de Berkel is RWZI Haarlo (traject III). RWZI Haarlo watert vrijwel direct af op de Berkel. Ook in de Groenlose Slinge ligt een RWZI, RWZI Winterswijk. Omdat RWZI Winterswijk bij het beginpunt van de Groenlose Slinge ligt, 27 km stroomopwaarts van stuw Beekvliet, en er zich nog waterlopen bijvoegen (Beurzerbeek) is de invloed van deze RWZI ter plaatse op de kwaliteit van de Groenlose Slinge veel groter dan de invloed op het Berkelsysteem vanwege verdunning en omzettingprocessen.

Figuur 6 geeft een beeld van de concentraties van fosfor, stikstof, ammonium en zuurstof in de Berkel (Op basis van KRW toetsingsgegevens, Rijn & IJssel). Voor stikstof, fosfor en zuurstof zijn zomergemiddelden getoond en voor ammonium jaargemiddelden. In de deelfiguren wordt van links naar rechts het verloop van de concentratie in de Berkel getoond van de Duitse Grens tot het afleidingskanaal. Het vierde punt vormt een uitzondering. Deze representeert de concentratie in de Groenlose Slinge vlak voordat deze zich bij de Berkel voegt. Uit de deelfiguren blijkt duidelijk dat de nutriëntgehalten te hoog liggen in de Berkel. Ook sulfaatgehalten (niet getoond) liggen op alle meetpunten boven de KRW norm voor Rijn Oost (60 mg/l, mond. med. A. Kramer; waterrapport)



Figuur 6 Waterkwaliteit van de Berkel

Er is ook sprake van normoverschrijding voor Zn (niet getoond) en mogelijk van microverontreinigingen (worden beperkt gemeten).

De nutriënten stikstof en sulfaat liggen overal in het stroomgebied ruim boven de norm. Een belangrijke bron voor stikstof is uitspoeling vanuit de landbouw. De uitspoeling is hoog onder droge zandgronden, welke in het oosten van het land veel voorkomen. Vanwege meer uitspoeling en minder omzetting in de

winter dan in de zomer, zullen jaargemiddelde gehalten voor stikstof hoger uitvallen dan de zomergemiddelden.

De fosforgehaltes liggen ook te hoog maar dicht bij de norm. Vanuit Duitsland komen de hoogste concentraties binnen. De gehalten dalen in het traject tot Haarlo. Bij RWZI Haarlo stijgen de fosforgehaltes weer licht en ook bij het afleidingskanaal ligt fosfor iets boven de norm. Bronnen voor fosfor zijn RWZI's en de landbouw.

Ook ammonium ligt boven de (indicatieve) norm. Wanneer water voldoende zuurstof bevat zal het ammonium snel omgezet worden in andere stikstofverbindingen. Ammonium komt vrij bij afbraak van menselijke of dierlijke mest of plantaardig organisch materiaal/

RWZI Haarlo heeft een significant negatieve invloed op het fosfor en ammoniumgehalte in de Berkel. Dit geldt ook voor RWZI Winterswijk in de Groenlose Slinge. Het water vanuit de Groenlose Slinge, heeft wanneer het aankomt in de Berkel wat betreft nutriënten als gevolg van retentieprocessen en verdunning wel een betere kwaliteit dan het Berkelwater. De zomergemiddelde zuurstofgehalten in de Groenlose Slinge liggen wel lager dan in de Berkel.

Op basis van maandelijks metingen is het zomergemiddelde zuurstofgehalte op orde. De ervaring leert (mond. med. A. Kramer) dat in veel watersystemen ondanks dat toch tijdelijke sterke zuurstofdips voor kunnen komen. Om hier meer inzicht in te krijgen zijn continuummetingen nodig.

Ammonium en zink en de belasting met nutriënten kunnen waterplanten, macrofauna en vis negatief beïnvloeden. Boedeltje (2014) laat zien dat de impact van nutriënten op de ecologie van waterplanten vooral groot is als het water stagneert, en benadrukt het belang van stroming. Ook voor macrofauna en vis is te verwachten dat de ecologische score meer beïnvloed zal worden door andere omgevingsfactoren welke de condities voor typische R6 soorten zal verbeteren. In 3.5 gaan we verder in op de relatie tussen omgevingsfactoren en het voorkomen van soorten.

### **3.5 Ecologische Situatie op landschapsschaal**

De Berkel is ecologisch vanuit een stromend riviertje in twee hoofdzones te verdelen. In Duitsland heeft de Berkel een relatief sterk verhang, in de bovenloop gemiddeld 6m/km en over het gehele Duitse traject gemiddeld 1,6 m /km. Het beekprofiel is wel beïnvloed door verlegging en steenstort, maar kent ook nog delen waar het natuurlijke karakter van de beek dominant is en tot aan Rekken uitstraalt. Vanaf Rekken ligt de Berkel relatief vlak, heeft een zeer ruim en gestuwd zomerbed en is zeer traag stromend tot bijna stilstaand in de zomer. De kenmerken van een natuurlijke beek met wisselende stroomsnelheden, erosie en sedimentatie ontbreken dus grotendeels. Een uitzondering vormen de kunstwerken waar iets meer dynamiek in de stroming is.

Voor de Berkel als geheel zijn als gevolg van de grootte van het profiel en het gestuwde karakter (grote waterdiepte en klein verhang) de stroomsnelheden bij lage afvoeren gering en treedt weinig stroming op. Ten noorden van Barchem is de Berkel in het historische meanderprofiel teruggelegd. Doordat tegelijkertijd ook de afvoerverdeling bovenstrooms is aangepast stroomt er



meer water door de Berkel bij hoge afvoeren. Hierdoor treden er in dit traject wel rivierprocessen op.

Patronen van kwel gevoede vegetaties, die het beekdal volgen zijn schaars, maar ook de stroomdalplanten die bij een dynamische beek/river horen zijn schaars. Om het systeem te kunnen identificeren hebben we naar de verspreidingspatronen van de faunagroepen vissen en libellen gekeken. Van de vissoorten en de libellen kunnen respectievelijk de Bittervoorn (figuur 7) en Weidebeekjuffer (figuur 8) als indicatoren worden gezien van een redelijke basiskwaliteit van het oppervlaktewater. De stroming minnende soorten van beide faunagroepen geven een beeld van de huidige situatie.



*Figuur 7. Verspreidingspatroon Bittervoorn (NDFF).*



*Figuur 8. Verspreidingspatroon Weidebeekjuffer (NDFF).*



Een veel gebruikte indelingsmethode groepeerde de vissen naar hun voorkeur voor stromend water of niet-stromend water (Kroes c.s., 2007):

1. Alle levensstadia gebonden aan hoofdstroom, inclusief oeverzone van stromend water (rheofiel A) (o.a. Beekprik, Rivierdonderpad/Beekdonderpad, Kopvoorn, Serpeling en Bempje). Indicatie benodigde stroomsnelheid 0,2 tot max 0,8 m/sec;
2. Sommige levensstadia gebonden aan zijwateren in permanent open verbinding met beek/rivier (rheofiel B) (o.a. Winde, Kleine modderkruiper, Riviergrondel en Kwabaal). Indicatie benodigde stroomsnelheid 0,2 tot max 0,6m/sec;
3. Levensstadia zowel in stromend als stilstaand water (eurytoop) (o.a. Snoek, Blankvoorn, Brasem en Snoekbaars). Indicatie benodigde stroomsnelheid 0 tot max 0,1m/sec;
4. Levensstadia in overwegend stilstaand water (limnofiel) (o.a. Ruisvoorn, Bittervoorn, Zeelt en Grote modderkruiper). Indicatie benodigde stroomsnelheid 0 tot max 0,1m/sec.

Op basis van deze indeling is met behulp van de NDFD data naar de Berkel gekeken. De bovenloop van de Berkel in Duitsland tot aan het Nederlandse Rekken is te typeren als stromend water (rheofiel A) met soorten als Beekprik (figuur 9), Beekdonderpad en Kopvoorn, waarvan het kerngebied in het bovenstroomse Duitse deel van de Berkel ligt (de Vos, 2012).



*Figuur 9 Verspreidingspatroon Beekprik (NDFD).*

Benedenstrooms Rekken is de beek gestuwd, het dwarsprofiel breed en diep en de stroomsnelheid daardoor gering. In dit traject komen soorten voor van zowel stromend als niet-stromend water. Soorten van stromend water (rheofiel A en B) komen in zeer geringe dichtheden voor (Brouwer, 2010). Tussen Rekken en Lochem gaat het om soorten als Serpeling en Rivierdonderpad (rheofiel A). Beekdonderpad en Rivierdonderpad sluiten qua zoneringsfraai op elkaar aan in de gradiënt van bovenloop naar benedenloop (figuur 10). De Winde (rheofiel B), is nagenoeg beperkt tot de benedenloop



bij Zutphen. De soorten van niet-stromend water lijken echter dominant. Uit een visonderzoek bij Lochem (Brouwer, 2010) blijkt dat soorten als Bittervoorn (66,9%) en Ruisvoorn (22,5%) het meest voorkomen en daarmee aantonen dat het limnofiele karakter sterk overheerst.



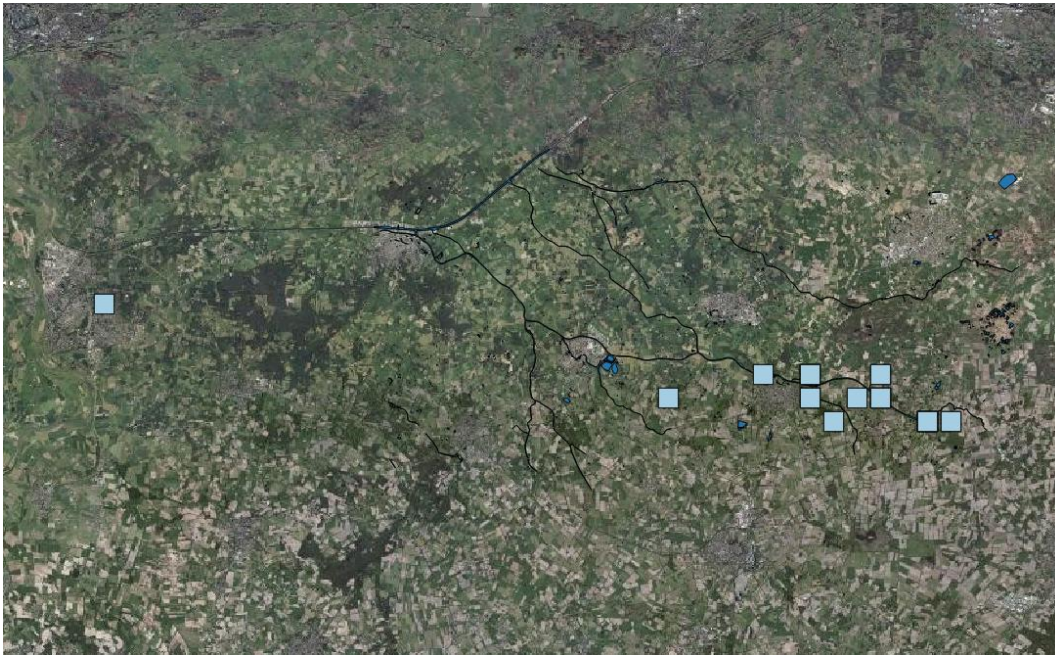
*Figuur 10. Verspreidingspatroon Rivierdonderpad (oranje) en Beekdonderpad (licht blauw) (NDFP).*

Ook in de libellenfauna is een onderscheid te maken tussen soorten die kenmerkend zijn voor relatief snel stromend water en zwak stromend tot stil staand water. De stromende soorten als Beekoeverlibel (figuur 11), Beekrombout (figuur 12) en Bandheidlibel (figuur 13) zijn beperkt tot de bovenloop van het Berkelsysteem. De Weidebeekjuffer is kenmerkend voor zwak stromend water tot stilstaand water en komt over het hele traject van de Berkel voor.

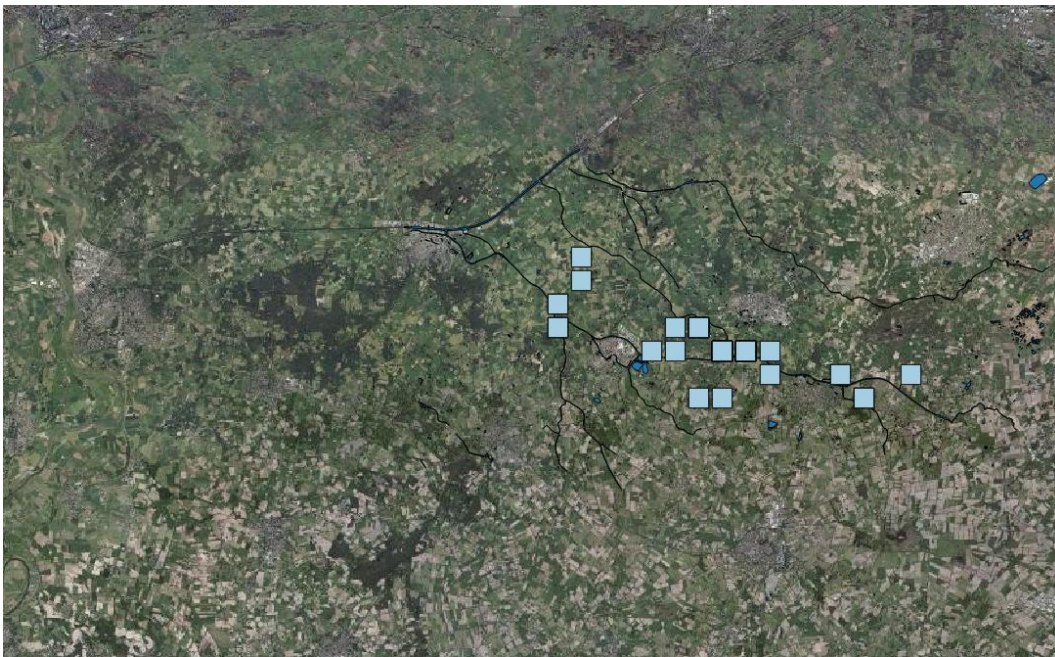


*Figuur 11. Verspreidingspatroon Beekoeverlibel (NDFP).*





*Figuur 12. Verspreidingspatroon Beekrombout (NDFF).*



*Figuur 13. Verspreidingspatroon Bandheidelibel (NDFF).*

De verspreiding van de rheofiele vissoorten laat duidelijke patronen zien. De bovenloop tot Rekken is de snel stromende beek waarschijnlijk van voldoende omvang voor soorten als Beekprik en Beekdonderpad om de levenscyclus duurzaam te volbrengen. De Kopvoorn zou bij meer stroming en structuur ook stroomafwaarts meer geschikt habitat kunnen vinden en ook de natuurlijke zonerings tussen Beekdonderpad en Rivierdonderpad versterken. De Serpeling (figuur 14) lijkt 'geparkeerd' in de bovenloop, terwijl de Winde (figuur 15) in de benedenloop bij Zutphen 'geparkeerd' lijkt te staan.

Hoewel de Berkel in de afgelopen jaren grotendeels, met uitzondering van stuw Hogerweide tussen Lochem en Almen, vispasseerbaar is gemaakt ontbreken gunstige condities voor de soorten op de tussenliggende trajecten.



Daardoor komt de verspreiding van rheofiele soorten in het totale Berkelsysteem niet of nauwelijks op gang.



*Figuur 14. Verspreidingspatroon Serpeling (NDFF).*



*Figuur 15. Verspreidingspatroon Winde (NDFF).*



## 4 Van doelen naar maatregelen

### 4.1 Doelen en kansen

Het waterlichaam Berkel behoort tot de KRW categorie "Rivieren" type R6: Langzaam stromend riviertje op zand/klei. In Figuur 16 wordt een referentiebeeld gegeven van een dergelijk riviertje. De gewenste situatie is als volgt omschreven: "Een kronkelend ondiep riviertje met smalle zomerbedding, overstromingsvlaktes, zandbanken en dood hout. De oevers zijn deels bebost, benedenstrooms bestaan de oevers uit brede gordels van moerasplanten. De rivier is geheel optrekbaar voor vis."



*Figuur 16 Referentiebeeld KRW type R6, langzaam stromend riviertje op zand/klei (van der Molen & Pot, 2007)*

Vanuit de opgave voor ecologische verbindingzones (EVZ) wordt De Berkel in de natuur en landschapsopgaven vanuit de provincie Gelderland niet als één gebied gezien. Het is onderdeel van meerdere deelgebieden. De Berkel wordt in bijna alle deelgebieden genoemd als de verbinding tussen Duitsland en de IJssel. De realisatie hiervan zou tot stand kunnen komen door een koppeling te maken tussen alle deelgebieden en de Berkel, en deze in te vullen met evz-model Winde.

Om deze gewenste situatie te bereiken heeft het waterschap de volgende ecologische randvoorwaarden opgesteld:

- Vispasseerbaar: bij voorkeur door het verwijderen van stuwen, eventueel door het plaatsen van cascades.
- Stroomsnelheid: gemiddeld 0,2 m/sec bij basisafvoer 0,05Q.
- Langdurige inundaties > 3 maanden, van aanzienlijk oppervlak.
- Bodemvariatie: dieptes en ondieptes.
- Dynamiek: toestaan van erosie in buitenbochten en aanzandingen van binnenbochten.
- Oevervariaties: steile en flauwe oevers, plas-dras en verlandingsituaties.
- Goede waterkwaliteit

## **4.2 Toestand, potentie & ambitie.**

Aan de Berkel is het kenmerk sterk veranderd en het ambitie niveau midden toegekend. Op basis hiervan zijn de ecologische doelen (de EKR's) naar beneden toe bijgesteld in de KRW factsheet. (zie bijlage 1)

Ook voor sterk veranderde wateren binnen de KRW zullen alle uitvoerbare beheers-, inrichtings- en emissie maatregelen meegenomen moeten worden om het uiteindelijke doel te bepalen. Er kan alleen tot doelverlaging overgegaan worden als doelen niet bereikbaar zijn tegen acceptabele kosten (projectgroep MEP/GEP, 2006). In dit advies wordt daarom uitgegaan van de randvoorwaarden die een langzaam stromend riviertje op zand (KRW type R6) stelt.

We zoeken naar maatregelen die ervoor zorgen dat de referentiesituatie en de bijbehorende doelstellingen zo dicht mogelijk benaderd worden. Bij deze ecologische doelstellingen horen ecologische scores voor overige waterflora, vissen en macrofauna (EKR's) van 0,6 of hoger. De huidige scores liggen beduidend lager (tussen 0,42 en 0,49, bijlage 1). De belasting met nutriënten is te hoog in de Berkel en kan de ecologische score negatief beïnvloeden. De nutriëntbelasting is met name het gevolg van diffuse bronnen vanuit de landbouw, van afwenteling vanuit Duitsland en van de RWZI-Winterswijk en -Haarlo. Een aantal andere stoffen die de ecologie negatief beïnvloeden zijn sulfaat, ammonium en microverontreinigingen. Ook kunnen tijdelijke lage zuurstofwaarden de ecologische potentie negatief beïnvloeden.

Soorten van een redelijke basiskwaliteit van het oppervlaktewater zoals Bittervoorn en Weidebeekjuffer komen verspreid over het hele traject van de Berkel voor. Op basis van de verspreidingspatronen van vis- en libellensoorten kan het bovenloopstelsel van de Berkel in het Duitse deel als een rheofiel systeemdeel worden beschouwd. Dit relatief snelstromende water is een belangrijke dispersiebron voor het aansluitende Nederlandse deel tot Rekken. Verder stroomafwaarts is de verspreiding van rheofiele soorten schaars, en staan geparkeerd in zowel het bovenstroomse als het

benedenstroomse deel, terwijl algemene soorten van nagenoeg stilstaand water talrijk zijn. Rheofiele soorten komen verspreid over de Berkel voor met een duidelijke zonering in stroomsnelheid. De bovenloop in Duitsland is kerngebied en kraamkamer van rheofiele soorten. In het Nederlandse deel komen rheofiele soorten wel voor, maar sterk gefragmenteerd in verspreiding door barrières (stuwen), geringe stroomsnelheid, weinig structuurvariatie door de diepe bak en weinig waterbegroeiing. Verbeteren van de stroomsnelheid leidt automatisch tot meer structuurvariatie en begroeiing, waardoor de vispopulatie relatief snel zal veranderen in een visgilde van rheofiele soorten. Voor de libellen zal dit eveneens zo werken. Hierbij is de verbinding tussen hoofdstroom en zijbeken van belang om onderdak te bieden aan een breed spectrum van rheofiele soorten.

Met name rheofiele soorten ontbreken in trajectdelen, of komen in kleine hoeveelheden voor. Op veel plekken ontbreekt structuurvariatie. Ten aanzien van connectiviteit zijn er twee belangrijke knelpunten. Allereerst is stuw Hogerweide momenteel nog niet vispasseerbaar. Het vispasseerbaar maken van deze stuw staat gepland voor de komende planperiode. Daarnaast ontbreken in sterk gereguleerde delen schuilplekken, zijn er nauwelijks verbindingen met zijbeken en ontbreken de juiste milieuomstandigheden voor stromingsminnende soorten.

### 4.3 Stuurknoppen

Bij de natuurlijke karakteristiek van de Berkel hoort een stromende beek en de potenties daartoe zijn getoetst aan de parameters van het 5S-model (Stowa, 2015-11). De zesde S van schonen is toegevoegd omdat ook onderhoud een sturende factor is. Die parameters hebben een rangorde in volgorde van belangrijkheid:

- Systeem
- Stroming
- Structuur
- Stoffen
- Soorten
- Schonen

Deze benadering biedt voldoende aanknopingspunten om inzicht te bieden in de knelpunten en potenties om een vitaal en robuust beekdalsysteem tot ontwikkeling te brengen en aan welke knoppen gedraaid moet worden. Vanuit deze parameters is het advies opgebouwd. Als referentie en inspiratie is naar de min of meer vergelijkbare beeksystemen Dinkel, Regge en Vecht in Overijssel gekeken.

#### **Systeem**

Op systeemniveau is op het gebied van connectiviteit voor vissen al veel gebeurd, de laatste stuw tussen Lochem en Almen wordt vispasseerbaar gemaakt. Om op dit vlak verdere stappen te zetten is juist inrichting van de hoofdloop noodzakelijk. Immers zonder de juiste omstandigheden in de hoofdloop gaan de vistrappen voor veel soorten niet de verbindende schakel zijn waarvoor ze feitelijk vanuit de KRW bedoeld zijn. Voor de connectiviteit is verbinding met zijbeken ook van belang.

#### **Stroming**

Het belangrijkste dat in de huidige situatie ontbreekt om de doelen te behalen is voldoende stroomsnelheid. Dit is in de eerste plaats vooral het geval bij



basisafvoer maar geldt ook voor hogere afvoeren die bepalend zijn voor het al dan niet optreden van erosie en sedimentatieprocessen. Het streefbeeld voor een R6 type ligt qua stroomsnelheid onder normale omstandigheden op 20-40 cm/s. In de huidige situatie worden dergelijke stroomsnelheden pas gehaald bij afvoeren die rond een gemiddelde winterafvoer of hoger liggen. De stroomsnelheid bij lagere afvoeren ligt dichtbij 0 cm/s en ligt in de winterperiode op enkele decimeters per seconde.

### **Structuur**

Voor structuurvariatie zijn erosie en sedimentatieprocessen van belang. Om erosie en sedimentatieprocessen op gang te krijgen, zijn ook de stroomsnelheden bij hoge afvoeren (geulvullend debiet, bij benadering een afvoersituatie van circa 0,9Q) van belang. Globaal gezien treden bij stroomsnelheden van ca. 1 m/s in zandige bodems dit soort processen op. Bij hogere afvoeren ligt de stroomsnelheid in de huidige situatie in grote delen aanzienlijk lager. Het heringerichte traject bij Almen is hier een positieve uitzondering op. Door de herinrichting van dit deel te combineren met een andere afvoerverdeling bovenstrooms zijn debieten tijdens hoge afvoeren met een factor 3 toegenomen. Daardoor treden nu erosie en sedimentatieprocessen op. Voor dit traject geldt wel dat ook hier stroomsnelheden bij lage afvoeren te laag zijn als gevolg van het aangelegde profiel en de hier aanwezige stuw die het verhang bij lage afvoeren beperkt en zorgt voor een onnatuurlijk grote waterdiepte.

### **Stoffen**

Op dit moment zijn stoffen, uitgaande van het doel dat op de Berkel van toepassing is (R6) niet het meest beperkend voor de ecologie. Stroming en inrichting hebben prioriteit. Pas wanneer deze sturende factoren op orde zijn wordt het rendement van een betere waterkwaliteit optimaal benut. Stoffen hebben echter wel degelijk effect op het voorkomen van soorten (e.g. Boedeltje, 2014). Om ongewenste stoffen te verminderen zijn bronmaatregelen het meest effectief. Ook lokale bron- of zuiveringsmaatregelen om af- en uitspoeling vanuit de landbouw tegen te gaan kunnen effectief zijn. Inzetten op meer stroming zal de zuurstofhuishouding positief beïnvloeden. Via retentieprocessen vindt ook verwijdering plaats van stoffen. Bij het nemen van maatregelen kan retentie meegekoppeld worden, waardoor er ook winst wordt behaald op het gebied van stoffen. Aandacht voor stoffen bij herinrichting kan de effectiviteit van maatregelen dus vergroten.

### **Soorten**

De soortverspreidingskaarten uit paragraaf 3.5 laten zien dat veel van de doelsoorten in het Berkelsysteem aanwezig zijn. In dit advies zijn vissen en libellen als voorbeeld gebruikt om op systeemniveau de huidige ecologische toestand in beeld te brengen. Naast vissen en libellen zijn er natuurlijk ook andere soorten zoals macrofauna die voor hun verspreiding afhankelijk zijn van de juiste milieuomstandigheden.

De verspreiding van stromingsminnende soorten is beperkt tot delen van de bovenloop, trajecten benedenstrooms van stuwen en trajecten nabij de uitmonding van de Berkel in de IJssel. Dit wordt enerzijds veroorzaakt doordat nog niet alle barrières opgeheven zijn (vispasseerbaarheid stuw Hogerweide) maar wordt vooral veroorzaakt doordat de milieuomstandigheden voor soorten in grote delen van de Berkel voor stromingsminnende soorten niet op orde zijn. Het uitblijven van dispersie wordt dus vooral beperkt doordat de leefomstandigheden voor rheofiele soorten te beperkt aanwezig zijn in midden- en benedenloop.

## **Schonen**

De huidige Berkel kent over delen natuurvriendelijke oever met riet. Andere delen kennen een steil talud. Voor de gehele Berkel geldt dat het huidige beheer en onderhoud grotendeels gebaseerd is op de afvoerfunctie. Dat betekent een beheer en onderhoud gericht op de afvoer van water. Uitzondering hierop vormen de natuurvriendelijke oevers die een aangepast onderhoudregime kennen. Wanneer in de toekomst wordt gekozen voor een andere inrichting betekent dit ook een wijziging van onderhoud. Meer ruimte voor moerasachtige zones die niet of laagfrequent worden onderhouden, flauwe oevers in binnenbochten met begroeiing en steile buitenbochten. Door in te zetten op stroming is onderhoud van de stroomdraad niet of minder noodzakelijk. Deze houdt zichzelf schoon. Wel dient bij de inrichting en het bepalen van effecten rekening te worden gehouden met meer weerstand als gevolg van toegenomen begroeiing. Dit geldt zowel voor de hoofdloop als voor meestromende berging direct naast de Berkel.

## **4.4 Stuurvariabelen**

Om de ecologische potentie van de Berkel beter te benutten en daarmee te komen tot maatregelen om de doelen (KRW, EVZ) te halen zijn er een aantal stuurvariabelen te benoemen. Het spreekt voor zich dat voor een optimale doelrealisatie, rekening houdend met overige randvoorwaarden zoals de normering wateroverlast en het bedienen van omgevingsfuncties, deze stuurvariabelen in samenhang moeten worden gezien.

### **Profiel**

De belangrijkste stuurvariabele is het profiel van de Berkel. Als gevolg van de uitgevoerde verbeteringswerken zijn de stroomsnelheden flink lager geworden. In grote delen van het jaar stroomt de Berkel niet of nauwelijks waardoor de Berkel niet geschikt is voor rheofiele vissen en macrofauna. Ook bij hoge afvoeren ( $T=1$  of hoger) treden geen hoge stroomsnelheden (ca 1m/s) op. Hierdoor treden in de huidige situatie geen erosie en sedimentatieprocessen op. Positieve uitzondering is het recent heringerichte deel bij Almen. Doordat naast de herinrichting ook de afvoerverdeling bovenstrooms is gewijzigd zijn piekafvoeren hier met een factor 3 hoger geworden. Wel is op dit traject door het aangelegde profiel en stuwing de stroomsnelheid bij lage afvoeren te laag.

De analyse van effecten van de grote verbeteringsrondes laat zien dat het profiel fors kleiner zou moeten zijn om in de buurt te komen van de optimale stroomsnelheden behorend bij dit type riviertje. Dergelijke profielverkleiningen zijn bijvoorbeeld ook doorgevoerd in de Regge waarna erosie en sedimentatieprocessen op systeemsschaal op gang zijn gekomen (Hier is de natte omtrek van het profiel ongeveer gehalveerd).

### **Verhang**

Naast het profiel is ook het verhang van invloed op de dynamiek. Doordat de Berkel vrijwel het gehele jaar gestuwd is, is het verhang (zowel waterspiegel als bodem) gering. Hermeandering zonder aanpassingen van profiel en waterpeilen leiden derhalve eerder tot minder dan meer variatie in stroomsnelheid. Immers het verhang wordt door meer weglengte geringer. Op basis van de verstrekte grondwatergegevens lijken er mogelijkheden te zijn om het oppervlaktewaterpeil beter af te stemmen op de omgeving. De huidige Berkel werkt in veel trajecten sterk drainerend maar zal in delen van

het jaar in een aantal stuwpanden mogelijk ook infiltreren vanwege het opgeleide karakter. Vanwege de beperkte aanwezigheid van peilbuizen hebben wij dit niet kunnen checken.

De ontwatering van het omringend landbouwgebied vindt veelal onafhankelijk van de Berkel plaats. Deze lokale ontwateringsmiddelen zullen vooral bepalend zijn voor de grondwatersituatie in winter en voorjaar. De Berkel vormt, als grootste waterloop in de omgeving, veelal de drainagebasis van het gebied. De Berkel zelf zal daarom vooral van invloed zijn op de zomersituatie. Dit biedt mogelijkheden voor een optimalere inrichting van zowel profiel als peil, niet alleen voor de Berkel zelf (stroming) maar ook voor de functies rondom de Berkel (veelal landbouw). Forse peilaanpassingen betekenen tegelijkertijd dat gezocht moet worden naar creatieve oplossingen om het cultuurhistorisch karakter zichtbaar te houden maar bijvoorbeeld ook grachtenstelsels zoals in Lochem van (inlaat)water te blijven voorzien.

### **Afvoerverdeling**

Een andere stuurvariabele is de afvoerverdeling in het stroomgebied van de Berkel. Doordat de aflaten reeds bij geringe afvoeren (bij  $T=1$ ) worden benut wordt de afvoerdynamiek op de Berkel sterkt beperkt terwijl dat vanuit de normering wateroverlast niet noodzakelijk is, zeker omdat de Berkel grotendeels tussen kades ligt met een hoger beschermingsniveau dan haar omgeving.

Het waterbeheer is in de huidige situatie dominant gericht op het zo snel mogelijk afvoeren van water uit het Berkelsysteem naar het Twentekanaal. Een andere afvoerverdeling, meer gericht op het toestaan van erosie- en sedimentatieprocessen bij hogere afvoeren in de heringerichte Berkel biedt mogelijkheden. De nieuwe afvoerverdeling bij Almen is een goed voorbeeld van een aangepast afvoerverdeling.

Voor erosie en sedimentatieprocessen is met name de bankfull discharge belangrijk omdat juist bij geulvullende afvoeren deze processen optreden. Een ontwerpbenadering gericht op terugkeer van geomorfologische processen (Stowa, 2015 02 Handboek geomorfologisch beekherstel) biedt kansen. Ook bij lage afvoeren is een andere afvoerverdeling een belangrijkste stuurvariabele. Optimalisatie van de wateraanvoer, meer gericht op het op peil houden van gebieden in plaats van doorspoeling kan leiden tot meer beschikbaar water in de Berkel zelf. Ook het aankoppelen van stroomgebieden die nu zijn afgeleid van de Berkel, zoals de Visserij en Heksenlaak kan mogelijkheden bieden. Dergelijke maatregelen hebben echter pas zin als de (basis)afvoer fors toeneemt en ook het profiel fors verkleind wordt. Alleen dan zal dit namelijk leiden tot jaarrond hogere stroomsnelheden.

### **Weerstand**

De laatste stuurvariabele welke we willen benoemen is de weerstand. Deze wordt beïnvloed door de mate van begroeiing. Een ander inrichting van het profiel, met flauwe binnenbochten en steile buitenbochten en minder waterdiepte leidt tot meer variatie in begroeiing. Deze begroeiing zorgt voor extra weerstand en leidt dus tot een positief effect op (variatie in) stroomsnelheid.

Ook hermeandering heeft invloed op de weerstand. Hermeandering beïnvloedt echter ook het verhang. Een dergelijke maatregelen heeft dan ook alleen zin bij een forse profielverkleining, mogelijk in combinatie met andere, hiervoor genoemde stuurvariabelen zoals een andere sturing in de afvoerverdeling. Met andere woorden: hermeandering is geen doel op zich en heeft alleen zin

als de sturende factoren voldoende positief worden beïnvloed en zijn daardoor in principe volgend op die sturende processen.

Wanneer wordt gekozen voor een meestromende berging in een zone naast de hoofdloop dient ook de weerstand, bepaald door de mate van begroeiing, in dit deel van het profiel te worden meegenomen in het ontwerpproces.

### **Retentie van stoffen**

Retentie van stoffen is geen sturende factor om primair op in te zetten. Aandacht voor retentie van stoffen bij herinrichting kan de effectiviteit van maatregelen wel vergroten. Door retentie zal de concentratie van stoffen in het water afnemen. Lokaal kan het ook leiden tot ophoping van stoffen en eutrofiëring.

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

De retentie blijkt afhankelijk te zijn van de input en de verblijftijd. Retentie is omgekeerd afhankelijk van de inverse maat van de verblijftijd  $Q/SW$ . Waarbij  $Q$  het debiet voorstelt en  $SW$  staat voor "surface water" en wordt uitgedrukt in het areaal aangetakt oppervlaktewater in het stroomgebied.

Er is dus sprake van meer retentie als het debiet in verhouding tot het areaal oppervlaktewater afneemt. Dit kan door het drainage en riviernetwerk te vergroten, of door aanleg of aankoppeling van meren en plassen in het stroomgebied. Bij de Berkel zou dit kunnen plaatsvinden door de aanleg en aankoppeling van plas-draszones, aankoppeling van relatief schone stroomgebieden en aantakken van nieuwe of oude meanders.

Retentie en verhogen van de stroomsnelheid gaat alleen samen als het profiel ook zodanig verkleind wordt of weerstand dusdanig verhoogd wordt dat de gemiddelde verblijftijd van het water zal toenemen. Dit kan bijvoorbeeld door aanleg van overstromingszones of moeraszones, nevengeulen, natte bufferstroken in combinatie met een verkleind profiel.

Wanneer retentie bevorderende maatregelen genomen worden, zal bij de inrichting rekening gehouden moeten worden met de huidige nutriëntconcentraties in de Berkel. Er zal voedselrijk water in het systeem komen en bij lage stroomsnelheden kan er een algen of door andere ruijtesoorten gedomineerd systeem ontstaan. Met behulp van zuiverende maatregelen (bijv. toepassen van ijzerzakken, of een nutriënten stuw) zou de retentie ook nog verder vergroot kunnen worden.

## 4.5 Potentiele Maatregelen, algemeen voor gekanaliseerd gedeelte

Rekening houdend met de belangrijkste stuurvariabelen, zoals vermeld in de vorige paragraaf komen we tot de volgende potentiele maatregelen. Per maatregel staat weergegeven op welk onderdeel van het 5S model deze maatregel een positief effect heeft

- **Systeem:** Door de Berkel en haar zijbeken niet als onderdelen maar als geheel te bezien kan het geheel weer als systeem gaan functioneren. Dat betekent dat maatregelen in onderlinge samenhang moeten worden uitgewerkt en worden uitgevoerd. Als voorbeeld noemen wij het verbinden van zijbeken met gebieden zoals de Heksenlaak voor de levenscyclus van vissen in het Berkelstroomgebied, het verbinden van natuurgebieden en het stimuleren van de (basis)afvoer in de Berkel zelf.
- **Stroming:** Forse profielverkleining, indien nodig in de vorm van een 2-fasen profiel voorzien van een smal basisprofiel en een overstromingsstrook tussen kades
- **Structuur:** Steile buitenbochten en flauwe binnenbochten, slingerend profiel of meanderend, afhankelijk van (geo)morfologisch ontwerp
- **Stroming:** Andere afvoerdeling op aflatpunten naar het Twentekanaal waarbij extreme afvoerpieken, die leiden tot normoverschrijding, eerder worden afgelaten op het Twentekanaal maar hoge afvoeren die lager zijn dan de norm worden benut op de Berkel om erosie en sedimentatieprocessen te faciliteren
- **Stroming:** Aanpassing peilbeheer waarbij de mogelijkheid van geen of minder stuwen expliciet wordt afgewogen tegenover een optimaal peilbeheer voor de omgevingsfuncties. Optimalisatie van afwateringssituatie rondom de Berkel dient eveneens te worden meegenomen, omdat deze factoren elkaar beïnvloeden en alleen een goed samenspel tussen ontwatering en afwatering kan zorgen voor een optimalere functiebediening.
- **Schonen:** Beperkt of geen onderhoud na herinrichting. Bij voldoende stroming is extensiever onderhoud mogelijk omdat de stroming zorgt voor het vrijhouden van de stroomdraad van het riviertje.
- **Systeem:** Aankoppelen stroomgebieden zoals de Heksenlaak en Visserij en minimaliseren gebruik Berkelwater als inlaatwater in de zomer.
- **Stoffen:** Uitvoeren van brongerichte maatregelen, bijvoorbeeld aanpassing RWZI's
- **Stoffen:** Ruimte creëren voor plas-draszones en aankoppelen van stroomgebieden met veel natuur of moerasachtige gebieden zoals de Visserij en Heksenlaak om retentie van stoffen te stimuleren

# 5 Deeltraject tussen Borculo en Lochem

## 5.1 Huidige bijdrage deeltraject aan ecologische waterkwaliteit

Het traject tussen Borculo (stuw Elbrink) en Lochem (stuw Lochem) omvat een deel van traject III en traject IV. Er is 1 tussenliggende stuw (Beekvliet) en er zijn 2 stuwpannen. Afgezien van de stroming lijkt dit traject qua eigenschappen meer op een ondiepe plas (M14) dan op een snelstromend riviertje (R6). De standplaatsmogelijkheden voor typische R6 soorten zijn beperkt. De analyse van de ecologische situatie op landschapsschaal komt een zelfde beeld naar voren. De Berkel is in dit deeltraject zover uit zijn natuurlijke kracht gehaald, door het opleiden, stuwen en aflatens van oppervlaktewater dat kenmerkende rheofiele soorten grotendeels ontbreken, en kenmerkende soorten van zeer traag stromend tot stilstaand water zoals Bittervoorn en Weidebeekjuffer kenmerkend zijn voor de huidige situatie. Omdat het traject een verbindende schakel vormt tussen enerzijds de Groenlose Slinge bovenstrooms (Winterswijk) en de Berkel bovenstrooms (Duitsland) en anderzijds de Berkel benedenstrooms vormt de connectiviteit de belangrijkste bijdrage aan de ecologische waterkwaliteit. Het is van groot belang dat bij maatregelen ingezet wordt op verbetering hiervan

## 5.2 Potentiele Maatregelen

Voor het traject Borculo – Lochem zijn de potentiele maatregelen in principe gelijk aan die voor het gehele traject, maar volledigheidshalve allemaal genoemd.

Vanwege het beperkte karakter van de adviesopdracht blijven deze maatregelen beperkt tot het benoemen van een set maatregelen die de sturende factoren positief beïnvloeden. Belangrijk bij het ontwerpen van maatregelen is dat ze in samenhang en in de juiste volgorde worden beschouwd. Ze vormen feitelijk de basis voor een ontwerpproces dat moet worden doorlopen om maatregelen meer in detail uit te werken.

- Opheffen van het opgeleide karakter van de Berkel om meer verhang en daarmee stroomsnelheid te creëren. Consequenties grachten Lochem meewegen in haalbaarheid. Hier creatieve oplossingen voor verzinnen bijvoorbeeld door technische voorzieningen toe te passen.
- Forse verkleining van het basisprofiel. Ontwerp basisprofiel op basis van een geomorfologisch ontwerp. Begin te ontwerpen vanuit een ongestuwde situatie. Bepaal van daaruit de effecten op de omgeving.
- Bepalen van een optimale afvoerverdeling op de aflatpunten van het Twentekanaal. Deze bepalen op basis van sturende morfologische processen en de normering wateroverlast. Deze afvoerverdeling wordt

enerzijds bepaald door de gewenste geomorfologische processen (bankfull discharge) en anderzijds door keuzes ten aanzien van de normering wateroverlast.

- Na bepaling van het basisprofiel de effecten bij maatgevende afvoeren bepalen waarbij de normering wateroverlast leidend is. Dit bepaald uiteindelijk hoeveel ruimte er naast de Berkel nodig is, waarbij de Berkel indien nodig, buiten het basisprofiel en een brede inundatiezone, wordt voorzien van kades. Isolatie voormalig moerasgebied ten noordoosten van Lochem opheffen door het (deels) onderdeel te maken van het actieve beekdal zodat een ruimer winterbed ontstaat en een bijdrage kan leveren aan de natuurlijke waterzuivering.
- Effecten van inrichting op grondwatersituatie bepalen. Indien nodig inrichting optimaliseren om omgevingsfuncties beter te bedienen. Daarbij ook de ontwateringsituatie van gebieden rondom de Berkel meenemen.
- Besteed op tijd aandacht aan het verzamelen van informatie over de grondwatersituatie. Enerzijds om de huidige situatie voldoende helder in beeld te krijgen, anderzijds om in de toekomst effecten van maatregelen in beeld te kunnen brengen. Het inrichten van een grondwatermeetnet is hiervoor nodig, zeker op de trajecten waar weinig informatie voorhanden is zoals in het traject Lochem-Borculo. Door per stuwpannd 1 of meerdere raaien in te richten met grondwatermeetpunten kan de relatie tussen het Berkelpoel en haar omgeving beter in beeld worden gebracht.

#### **Aanbevelingen traject Visserij**

De verbinding van de Visserij (en daarmee ook de Heksenlaak) met de Berkel herstellen is zinvol om de connectiviteit tussen hoofd- en deelsystemen te versterken vanuit de stromingsminnende fauna. Daarbij is het gewenst om afstemming te zoeken met de gebiedsdoelen en het maatregelenpakket van het N2000 gebied Beekvliet. De Berkel kan naast een belangrijke verbindende schakel voor aquatische natuurwaarden ook een belangrijke verbindende schakel vormen tussen de diverse, versnipperd aanwezige, waardevolle natuurgebieden in het stroomgebied van de Berkel.

### **5.3 Keuzes ten aanzien van doelen**

Het kan zijn dat wanneer het ontwerpproces is doorlopen de gestelde doelen uiteindelijk bestuurlijk en maatschappelijk niet haalbaar blijken te zijn, bijvoorbeeld vanwege tegenstrijdige beleidsuitgangspunten, ongewenste effecten of gebrek aan financiële middelen.

Wanneer dit het geval is adviseren wij om de doelen voor de Berkel te herzien. Doelverlaging met handhaving van een R6 type leidt tot maatregelen met niet of nauwelijks ecologisch rendement. Een inrichting als M-type ligt dan in delen van de Berkel, waaronder het traject tussen Lochem en Borculo, meer voor de hand. Dat betekent feitelijk geen rivier maar een kanaalachtig karakter met ruimte voor moerasachtige zones en de hierbij behorende soorten. Tegelijkertijd betekent dit dat maatregelen gericht op het verbeteren van de waterkwaliteit van groter belang zullen worden. Stimuleren van stroming door toestaan van begroeiing (ontwikkeling stroomdraad) kan hier onderdeel vanuit maken.



Een keuze voor een M-type betekent nadrukkelijk dat stromingsminnende soorten beperkt zullen blijven tot bovenlopen, de monding bij de IJssel en stuwen. Van verbinding tussen populaties en uitbereiding van populaties is dan geen of minder sprake. Eerder genomen maatregelen zoals de aanleg van vistrappen en de hermeandering bij Almen zullen minder rendement opleveren, omdat de delen van de Berkel tussen die vispassage geen geschikte leefomstandigheden voor stromingsminnende soorten kennen. Wanneer wordt gekozen voor het aanpassen van doelen kan voor rheofiele soorten beter ingezet worden op een voldoende groot, optimaal ingericht leefgebied op trajecten waar zij nu al voorkomen zoals op het Winterswijkse plateau en in het Duitse deel van het stroomgebied in plaats van het investeren in maatregelen zoals hermeandering op gestuwde en gekanaliseerde trajecten omdat dit uiteindelijk geen of weinig rendement oplevert.

Tenslotte merken wij op dat ook bij het wijzingen van de doelstelling er een aanzienlijke opgave blijft bestaan. Ook voor een M-type zal ruimte moeten worden gemaakt voor het inrichten van geleidelijke overgangen tussen land- en water. Een ander onderhoudsregime met meer ruimte voor begroeiing in oeverzones en hoofdloop leidt tot meer weerstand en heeft daarmee effecten op de normering wateroverlast. Ook in deze situatie raden wij een ontwerpproces aan om kansen en knelpunten helder in beeld te brengen.

## 6 Slotoverwegingen

Het Berkelsysteem is een complex cultuurtechnisch ingericht watersysteem in een omgeving waar landbouwkundig grondgebruik de hoofdfunctie is. Naast deze functiebediening heeft het waterschap de verantwoordelijkheid voor de waterkwantiteit en waterkwaliteit. Ondanks het cultuurtechnische karakter heeft het waterschap het KRW doeltype R6 aan de Berkel toegekend.

Een belangrijke maatregel voor dit doeltype is het vispasseerbaar maken van de rivier. Deze maatregel is bij de meeste kunstwerken inmiddels gerealiseerd of in de planning opgenomen. Voor de ambitie midden is echter meer nodig dan vispasseerbaar maken. Ook stroming, structuur, stoffen en beheer behoeven aandacht. Bij Almen is daarvoor al geïnvesteerd in hermeandering.

Hoewel het DT advies zich zou beperken tot het traject Borculo-Lochem is het onvermijdbaar om op systeemniveau te denken zodat per traject het best passende gedaan wordt. Dit advies geeft voornamelijk een receptenboek voor de ontwerpogave waar het waterschap voor staat. De huidige doelen voor de Berkel en haar omgeving vragen om een andere inrichting van het systeem. Het bedienen van omgevingsfuncties (veelal landbouw) en een stromende rivier (KRW) staan hierin centraal.

Vanwege de complexiteit van het watersysteem is focus nodig om de ambitie van de KRW, het doeltype R6, voor de Berkel waar te maken. Het receptenboek biedt voldoende handvatten. Daarnaast is bundeling van de expertisevelden beleid, kennis en beheer, en zuiveringsbeheer en riolering van het waterschap cruciaal. Alleen in een gezamenlijk proces, en van grof naar fijn is het mogelijk om tot realistische scenario's te komen. Zo ontstaat brede ambtelijke inzet en bestuurlijk draagvlak, en is het mogelijk om de ambitie van de wateropgaven ook daadwerkelijk te realiseren.

Een breed perspectief op de ontwikkeling van het watersysteem is gewenst. Het is bijvoorbeeld nodig om verbinding te leggen tussen de opgave voor de KRW de opgave voor een klimaatbestendig watersysteem en de functies landbouw en natuur. Bij natuur gaat het naast herstel en behoud van natuur zeker ook om de invulling en vormgeving van verbindingen tussen de diverse natuurparels. Door grensoverschrijdend te denken kan ook recreatie, zowel regionaal als internationaal, in toenemende mate een economische drager voor het gebied worden. Meenemen van de rijke historie van de streek en het betrekken van burgers en ondernemers in het proces van uitwerking van opgaven kan extra inspiratie en kansen voor nieuw ondernemerschap opleveren.

De ecologische en de economische potentie van het stroomgebied van de Berkel is groot. De Berkel is een inspirerende, blauwe ader aan weerszijden van de Duits-Nederlandse grens!

## 7 Literatuur

- Boedeltje, G., 2014. Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit in de Achterhoek, Gelderse Vallei en op de Veluwe. Rapportage door Bureau Daslook i.o.v. Waterschap Rijn en IJssel & Waterschap Vallei en Veluwe.
- De Klein, J.J.M., 2008. From Ditch tot Delta, Nutrient retention in running waters. PhD-thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- De Vos, M., 2012. Beekprik en beekdonderpad in de Berkel; grensoverschrijdend of grensoverspoelend? Tijdschrift RAVON, juni 2012, jaargang 14 nummer 2.
- Dorenbosch M., N. van Kessel, F. Spikmans, J. Kranenbarg en B. Crombaghs, 2008. VOORKOMEN VAN RIVIER- EN BEEKDONDERPAD IN NEDERLAND, Ravon, Nijmegen. In opdracht van Ministerie van Landbouw en visserij.
- Brouwer, T., W. Zweep & C. Zoon, 2010. Visonderzoek Berkel te Lochem. Ten behoeve van herinrichting. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen.
- Driessen, A.J.A.M, Ven, van der, G.P., Wasser, H.J. Gij beken eeuwig vloeiend, Water in de Streek van Rijn en IJssel, 2000
- Handreiking MEP/GEP in een notendop, [www.stowa.nl](http://www.stowa.nl). Projectgroep MEP/GEP, Lelystad, 2006.
- Kroes, M.J., F.T. Vriese & W.A.M. van Emmerik, 2007 Vis in stromende wateren. Deel 1: Doelvariabelen, stuurvariabelen, ingrepen en maatregelen. VisAdvies BV, Utrecht. Projectnummer VA2006\_56B, 40 pag.
- Nationale Databank Flora en Fauna (NDFB), Natuurplaza Nijmegen.
- Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water, STOWA rapport 2007-32. Van der Molen, D.T. & R. Pot (redactie). 2007
- Statische beschrijving beheersgebied Berkel, Waterschap Rijn en IJssel, eindconcept, maart 2015*
- Stowa, 2015-02. Handboek gemorfologisch beekherstel. Leidraad voor een stapsgewijze en integrale ontwerpaanpak. Stowa, Amersfoort.
- Stowa, 2015-11. Handleiding monitoring beekherstel. Handleiding voor het monitoren van effecten van beekherstelprojecten. Stowa, Amersfoort.
- Waterrapport 2011-2014. Waterschap Rijn en IJssel, juni 2015

# Bijlage 1 KRW factsheet De Berkel

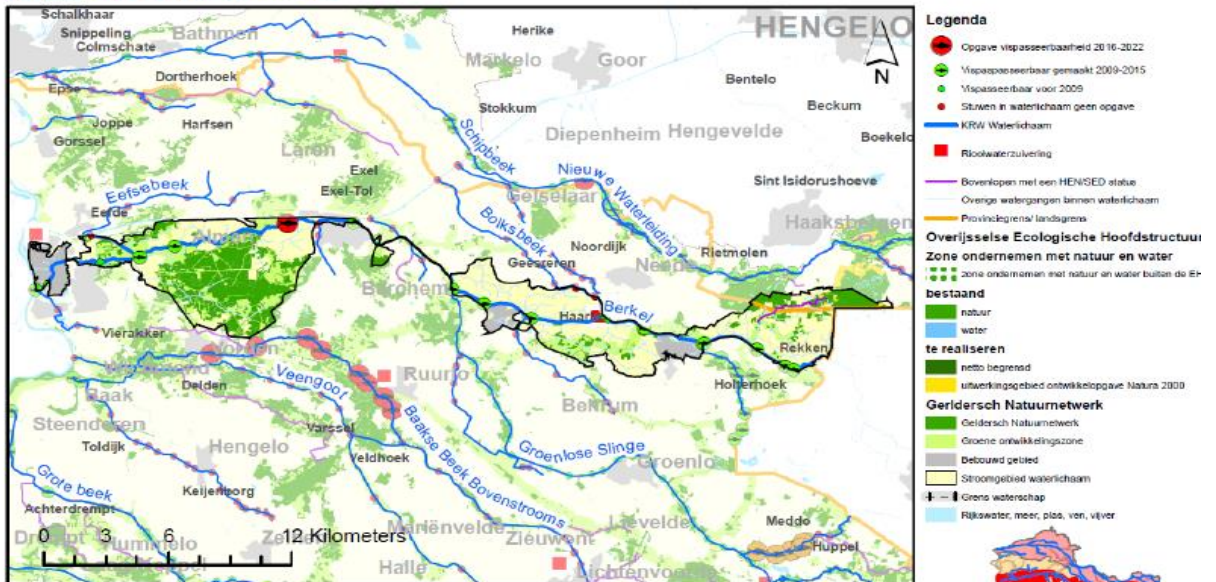
## Berkel

### Basisgegevens

Nr. waterlichaam	NL07_0016
Gebied WRIJ:	Berkel
Gemeente:	Berkelland, Lochem, Zutphen
Provincie:	Gelderland
Lengte:	48,2 km.
Omvang:	9924 ha.
Status:	sterk veranderd
Type:	R6
Ambitieniveau:	midden



### Ligging en toegekende functies



Ligging waterlichaam



### Beschrijving waterlichaam

Het waterlichaam Berkel behoort tot de KRW categorie "Rivieren". Het waterlichaam behoort tot het waterlichaam type R6: Langzaam stromend riviertje op zand/klei. Het Nederlandse deel van de Berkel is volledig in beheer bij Waterschap Rijn en IJssel. Het waterlichaam ligt in de Provincie Gelderland en valt binnen de gemeenten Lochem, Zutphen en Berkelland.

Het waterlichaam, de Berkel, heeft een lengte van 48,2 kilometer en een stroomgebied van 9924 hectare. Het waterlichaam bestaat uit één watergang. De watergang vindt zijn oorsprong in Duitsland en mondt uit in de IJssel. Om het peil te regelen zijn in de Berkel 16 stuwen aanwezig. Waarvan er, naar verwachting in 2016, 15 vispasseerbaar gemaakt zijn (deels door bypass Ramsbeek en afwatering Zuid-Rekken). In het waterlichaam Berkel wordt per peilvak één vast maximum streefpeil gehanteerd. Het waterlichaam de Berkel is het gehele jaar watervoerend. Er is geen sprake van afvoerloze periodes tijdens de zomer, maar wel van periodes met heel weinig afvoer waardoor we keuzes moeten maken in afvoer over de Berkel of afvoer door

de bypass Ramsbeek/Afwatering van Zuid-Rekken.

In het stroomgebied van de Berkel liggen twee RWZI's (Haarlo en Borculo). Er zijn geen of weinig IBA's.

#### Huidige situatie

Gekanaliseerde en genormaliseerde watergang met stuwen. Gedurende het gehele jaar is er afvoer, de hoge afvoeren worden afgelaten bij Haarlo en Lochem waardoor dit riviertje stroomafwaarts aan dynamiek verliest. Het traject tussen Rekken en Haarlo is natuurlijker heringericht met plas-dras oevers en de Afwatering van Zuid Rekken die als vispassage dient. Tussen Almen en Warken vindt in 2014 hermeandering plaats en zal ook de jaarlijkse piekafvoer iets toenemen, ook tussen Warken en Zutphen word de Berkel heringericht. Tussen Haarlo en Lochem ligt de Berkel strak tussen kades en is deels opgeleid, hier liggen deels rietoevers langs de beek. Meer structuurvariatie met ondieptes is wenselijk. Na beekherstelmaatregelen is het GEP haalbaar. Nutriënten vormen nog een probleem voor de Berkel. Dit is met name het gevolg diffuse bronnen vanuit de landbouw en van afwenteling vanuit Duitsland en de RWZI-Winterswijk en -Haarlo. De beek is in 2015, als alle projecten zijn uitgevoerd, op stuw Hogerweide na voor vis-optrekbaar.

Biologische en chemische waterkwaliteit			
	Toestand 2009*	Toestand 2014**	Doelen**
<b>Biologie</b>			GEP
Macrofauna (EKR)		0,49	0,45
Overige waterflora (EKR)		0,42	0,45
Vis (EKR)		0,44	0,3
<b>Biologie ondersteunende stoffen</b>			norm
Fosfaat (zomergem.) (mg P/l)		0,16	0,11
Stikstof (zomergem.) (mg N/l)		4,77	2,3
Chloride (zomergem.) (mg C/l)		68,57	150
<b>Fysisch Chemische toestand</b>			norm
Temperatuur (maximum waarde) (°C)		20,18	25
Zuurgraad (zomergem.) (-)		7,85	5,5-8,5
Zuurstofverzadiging (zomergem.)(%)		94,93	70-120
<b>Overige normoverschrijdende stoffen</b>			
Specifiek verontreinigende stoffen: Ammonium			
Prioritaire stoffen: Som benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen			

\*Gebaseerd op oude maatlatten/normen.

\*\*Gebaseerd op nieuwe maatlatten/normen.

#### Gewenste situatie

Een kronkelend ondiep riviertje met smalle zomerbedding, overstromingsvlaktes, zandbanken en dood hout. De oevers zijn deels bebost, benedenstrooms bestaan de oevers uit brede gordels van moerasplanten. De rivier is geheel optrekbaar voor vis.

#### Effectieve maatregelen om GEP te behalen

- Zorgen voor een breder winterbed met langdurig overstroomde delen door kadeverlegging;
- de beek verondiepen en de structuur onder water verrijken door aanbrengen van dood hout;
- oude meanders in ere herstellen als hoofdloop;
- bij reeds gerealiseerde bypasses (b.v. Velhorst) waterverdeling zodanig aanpassen dat het grootste deel van het water door de bypass loopt.  
(Bovenstaande maatregelen zijn alleen zinvol wanneer ze over tenminste 20% van de lengte worden genomen)
- Vispasseerbaar maken van alle stuwen. Nog aan te leggen vispassages aanleggen als hoofdloop en niet als bypass.
- Overleg met oosterburen om fosfaat- vracht vanuit Duitsland te verminderen.

## Maatregelen

### Beekherstel waterlichaam: 12,9 km

De KRW-opgave zoals die in 2010 is geformuleerd voor de Berkel is 72 ha (over 36,2 km).

In de periode 2010-2015 waren 47 ha herinrichting gepland (WBP 2010-2015). In deze periode wordt er 44,4 ha over een lengte van 23,3 km herinrichting gerealiseerd.

De Berkel voldoet nog net niet aan de ecologische doelstelling, er is dus nog een restopgave.

Prioriteit ligt op het traject tussen Lochem en Almen wat moet worden heringericht. Dit traject is 6 km lang.

Daarnaast zijn er nog mogelijkheden voor verbeteringen op het traject Lochem-Beekvliet. De restopgave van 12,9 km wordt gepland in de eerste periode 2016-2021. (Deze opgave in kilometers is gebaseerd op de oorspronkelijke opgave van 72 ha.).

### Stuwen vispasseerbaar maken: 1

De KRW-opgave zoals die in 2010 is geformuleerd voor de Berkel is het vispasseerbaar maken van 7 stuwen.

In de periode 2010-2015 zijn er 12 vispassages gerealiseerd. De Berkel voldoet nog niet aan de ecologische doelstelling voor vissen. De Berkel is in 2015 bijna volledig visoptrekbaar. Enkel stuw Hoge Weide is dan nog niet vispasseerbaar, deze bevindt zich in het traject Lochem-Almen. Deze stuw is de restopgave voor de periode 2016-2021.

Maatregelen					
	Opgave 2009	Realisatie 2010-2015	Restopgave	Planning 2016-2021	Planning 2022-2027
<b>Beekherstel waterlichaam</b>					
Totale lengte waterlichaam in km	48,2				
Percentage te herstellen	80%				
<b>In km</b>	<b>36,2</b>	<b>23,3</b>	<b>12,9</b>	<b>12,9</b>	
<b>In ha</b>	<b>72</b>	<b>44,4</b>			
<b>Stuwen vispasseerbaar maken</b>					
Totaal aantal	16				
Nog vispasseerbaar te maken	13	12	1	1	





Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken en BIJ12

### Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 9  
3972 NG Driebergen  
0343-745250

W.A. (Wim) Wiersinga  
Adviseur Plein van de kennis/  
Programmaleider Kennisnetwerk OBN  
0343-745255 / 06-38825303  
w.wiersinga@vbne.nl

M. (Mark) Brunsveld MSc  
Programma-medewerker OBN  
0343-745256 / 06-31978590  
m.brunsveld@vbne.nl