ALTERRA
WAGENINGEN UR

Inrichtingsplan Bloemkampen - Dal Leuvenumse Beek - Hierdense Beek

Alterra-rapport 2229
ISSN 1566-7197

S.P.J. van Delft, F.G.W.A. Ottburg en G.J. Maas

ALTERRA
WAGENINGEN UR

Waterschap Veluwe

Natuurmonumenten

Inrichtingsplan Bloemkampen -
Dal Leuvenumse Beek - Hierdense Beek

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Waterschap Veluwe en Natuurmonumenten
Projectcode 5238813

Inrichtingsplan Bloemkampen - Dal Leuvenumse Beek - Hierdense Beek

S.P.J. van Delft, F.G.W.A. Ottburg en G.J. Maas

Alterra-rapport 2229

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2011

Referaat

S.P.J. van Delft, F.G.W.A. Ottburg en G.J. Maas, 2011. *Inrichtingsplan Bloemkampen - Dal Leuvenumse Beek - Hierdense Beek*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2229. 248 blz.; 83 fig.; 34 tab.; 78 ref.

Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe willen voor 2014 herstelmaatregelen uitvoeren in de natuurterreinen (TOP-lijst gebieden) Bloemkampen en Dal Leuvenumse Beek en in de Hierdense Beek. Hiervoor is een inrichtingsplan opgesteld. Binnen de randvoorwaarden van het beleid en de praktische uitvoerbaarheid (haalbaar en betaalbaar) is gezocht naar een optimale inrichting waarbij de knelpunten ten aanzien van verdroging, fosfaat en KRW/HEN doelen zo goed mogelijk worden bestreden, zonder daarbij toename van natschade bij gebouwen en landbouwgronden buiten de TOP-lijstgebieden en EHS te veroorzaken. Hiervoor is een analyse gemaakt van de huidige situatie ten aanzien geologie, hydrologie, beken, fosfaattoestand, bestaande natuurwaarden en overige functies. Hieruit zijn de knelpunten geselecteerd die doormiddel van het inrichtingsplan worden bestreden. Het inrichtingsplan omvat ingrepen in de beken en sloten en in de percelen. Uit een analyse van de te verwachten effecten blijkt dat dit een belangrijke verbetering het ecologisch functioneren van zowel terrestrische als aquatische natuur tot gevolg zal hebben. In beperkte mate is een toename van natschade voor landbouw te verwachten. Dit is echter goed te compenseren door mitigerende maatregelen.

Trefwoorden: Bloemkampen, Hierdense Beek, Leuvenumse Bos, Natuurontwikkeling, Inrichtingsplan

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2011 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

– Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
– Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
– Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra-rapport 2229
Wageningen, oktober 2011

Inhoud

1 Managementsamenvatting 9
1.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden 9
1.2 Huidige situatie en knelpunten 10
1.3 Inrichtingsscenario's en effecten 12
1.4 Aanbevelingen 13

2 Inleiding 15
2.1 Achtergrond 15
2.2 Voorgeschiedenis 15
2.3 Gebiedsbegrenzing 16
2.4 Werkwijze en leeswijzer 17

3 Uitgangspunten en randvoorwaarden 19
3.1 Vraagspecificatie en projectplan 19
3.2 Beleidskaders 19
3.2.1 Ecologische Hoofdstructuur 20
3.2.2 Flora- en faunawet 22
3.2.3 Natura 2000 23
3.2.4 Natuurbeheerplan Provincie Gelderland 25
3.2.5 Visie Natuurmonumenten 26
3.2.6 Kaderrichtlijn Water 26
3.2.7 Provinciaal Waterplan 27
3.2.8 Archeologie - Verdrag van Malta 29
3.2.9 Cultuurhistorie 29
3.3 Overige projecten 30

4 Huidige situatie 31
4.1 Geologie en geomorfologie 32
4.2 Beken 37
4.2.1 Geomorfologische karakterisering 37
4.2.2 Morfologische karakterisering van het beeksysteem 39
4.2.3 Huidig lengteprofiel beken 40
4.3 Gebiedsindeling 44
4.4 Grondwater 50
4.4.1 Grondwaterstandsverloop 51
4.4.2 Kwel 53
4.5 Fosfaattoestand 58
4.6 Terrestrische vegetatie 59
4.6.1 Kwelindicerende soorten 60
4.6.2 Rode lijstsoorten 65
4.6.3 Habitattypen Natura 2000 65
4.7 Aquatische natuur 67
4.7.1 Referentie beschrijving vanuit KRW-systematiek voor waterplanten en vissen 67
4.7.2 Huidige natuurwaarden voor waterplanten en vissen 69

4.7.3 Doelen 75
4.8 Overige fauna 75
4.9 Overige functies 78
4.10 Archeologische verwachtingswaarden 78
4.10.1 Archeologische verwachtingswaarde per deelgebied 79

5 Knelpuntenanalyse 83
5.1 Verdroging terrestrische natuur 83
5.1.1 Grondwaterstanden 85
5.1.2 Kwel 90
5.1.3 Conclusies verdroging terrestrische vegetatie 93
5.2 Knelpunten fosfaattoestand 93
5.3 Beken en KRW-HEN doelen 96
5.3.1 Natuurlijke morfologie 98
5.3.2 Regelmatige waterafvoer 109
5.3.3 Natuurlijke variatie in stroming en peilen 111
5.3.4 Waterkwaliteit 114
5.3.5 Samenhang met omliggende landschap 114

6 Inrichtings- en beheermaatregelen 115
6.1 Overzicht maatregelen in het optimale scenario 115
6.2 Beschrijving maatregelen in het optimale scenario 116
6.2.1 Inrichting van waterlopen 116
6.2.2 Inrichting percelen 126
6.3 Grondbalans 128
6.4 Aanpassing maatregelen in het minimale scenario 130
6.5 Aanpassen ambitiekaart 131
6.6 Onderhoud en beheer 135
6.6.1 Onderhoud en beheer A-Watergangen 136
6.6.2 Graslanden 140

7 Effect inrichting op doelrealisaties 143
7.1 Grondwater 143
7.2 Terrestrische natuur 147
7.2.1 Verandering doelrealisaties 147
7.2.2 Doelrealisatie en fosfaat 152
7.2.3 Overige natuur 153
7.3 Aquatische natuur 153
7.3.1 Oppervlaktewatermodellering 155
7.4 Tegenstrijdige effecten terrestrisch/aquatisch 157
7.5 Toetsing aan beleid 158
7.6 Consequenties voor beleid 160
7.7 Overige functies 160
7.7.1 Landbouw 160
7.7.2 Wateroverlast 164
7.7.3 Gebouwen 164
7.7.4 Mitigerende maatregelen en compensaties 164
7.8 Vergelijking scenario's 166
7.9 Aanbevelingen 166
7.9.1 Aanvullende maatregelen 166

7.9.2 Nader onderzoek 167

Literatuur 169

Los bijgevoegd, achterin het rapport: Overzichtskaart met voorgestelde inrichtingsmaatregelen per deelgebied, beoordeling van de maatregelen op KRW- en HEN-doelen en doelrealisaties terrestrische natuur

1 Managementsamenvatting

Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe willen voor 2014 herstelmaatregelen uitvoeren in de natuurterreinen (TOP-lijst gebieden) Bloemkampen en Dal Leuvenumse Beek en in de Hierdense Beek. De maatregelen zijn gericht op:

- verdrogingsbestrijding in de terreinen (Natuurmonumenten)
- verbetering van de ecologische situatie van de beek volgens de Kaderrichtlijn Water en de provinciale HEN-doelstelling (Waterschap Veluwe).

Natuurmonumenten en het waterschap hebben behoefte aan een integraal inrichtingsplan dat duidelijk maakt waar welke beheer- en inrichtingsmaatregelen noodzakelijk zijn om de ecologische situatie van de terreinen en de beek te verbeteren. De gebiedsbegrenzing is aangegeven in Figuur 1.

1.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden

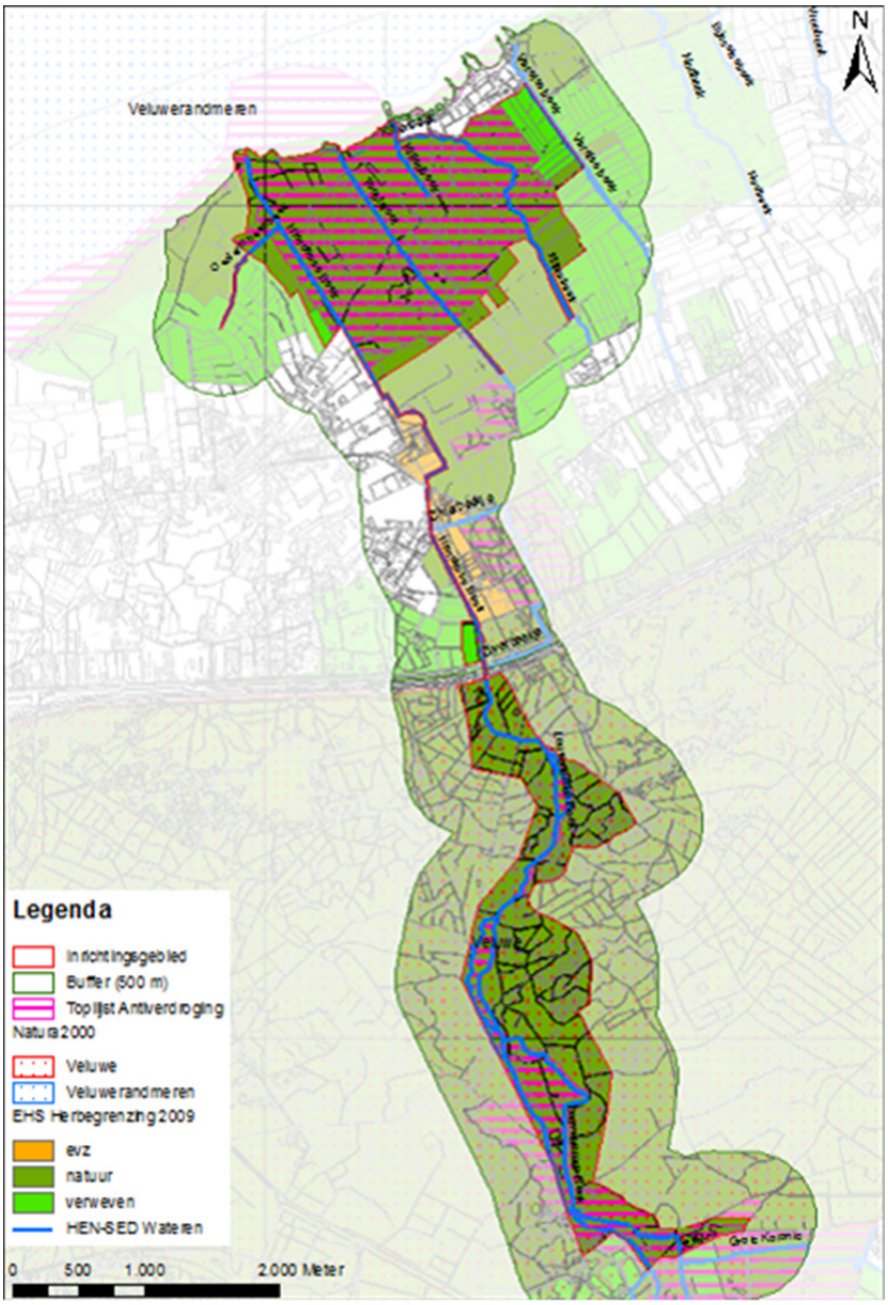
Aan de totstandkoming van dit inrichtingsplan heeft een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden ten grondslag gelegen die zijn vastgelegd in de vraagspecificatie van de opdrachtgever en bestaande beleidskaders. Door Waterschap Veluwe en Natuurmonumenten is in een vraagspecificatie vastgelegd aan welke doelen en eisen het op te stellen inrichtingsplan moet voldoen (WSV en NM, 2011). Dit is door Alterra vertaald in een door de opdrachtgevers goedgekeurd projectplan dat de basis vormt voor het inrichtingsplan (Van Delft, 2011).

De opdrachtgevers willen een geïntegreerd inrichtingsplan dat zowel de verdrogingsbestrijding in de terreinen als de verbetering van de ecologische situatie van de beek volgens de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de provinciale HEN-doelstelling tot doel heeft. Het inrichtingsplan dient als basis voor de nadere detailuitwerking en realisatie van de prestaties uit de provinciale beschikkingen. Het inrichtingsplan moet beschrijven waar welke beheer- en inrichtingsmaatregelen genomen moeten worden ter verbetering van de ecologische en waterhuishoudkundige situatie van de TOP-lijstgebieden Bloemkampen en Dal Leuvenumse Beek en van de Hierdense Beek. Voor de terrestrische natuur gaat het vooral om verdrogingsbestrijding (bevorderen kwel) en het verbeteren van de nutriëntentoestand voor de natuurdoeltypen.

Voor de aquatische natuur worden twee doelen onderscheiden:

1. Het voorstellen van maatregelen voor de verbetering van de KRW-score voor de Hierdense Beek. De verbeteringen voor de KRW-scores (GEP) van de Hierdense Beek moeten expliciet inzichtelijk worden gemaakt. De effecten van andere maatregelen moeten ook in beeld worden gebracht via beïnvloeding op het GEP.
2. Daarnaast omvat de opdracht ook enkele kleinere beken naast de Hierdense Beek die bovendien een provinciale HEN-functie hebben. De provinciale streefbeelden zijn hiervoor leidend. Deze functie geldt overigens ook voor de Hierdense Beek/Leuvenumse Beek.

Om de uitvoerbaarheid van het plan te garanderen moet het passen binnen de bestaande beleidskaders (i.v.m. vergunbaarheid) en moeten de uitvoeringskosten vallen binnen de ter beschikking staande subsidiebedragen. Ze moeten 'haalbaar en betaalbaar' zijn. Mede in verband met de subsidieregelingen moeten de maatregelen vóór 2014 uitgevoerd kunnen worden.

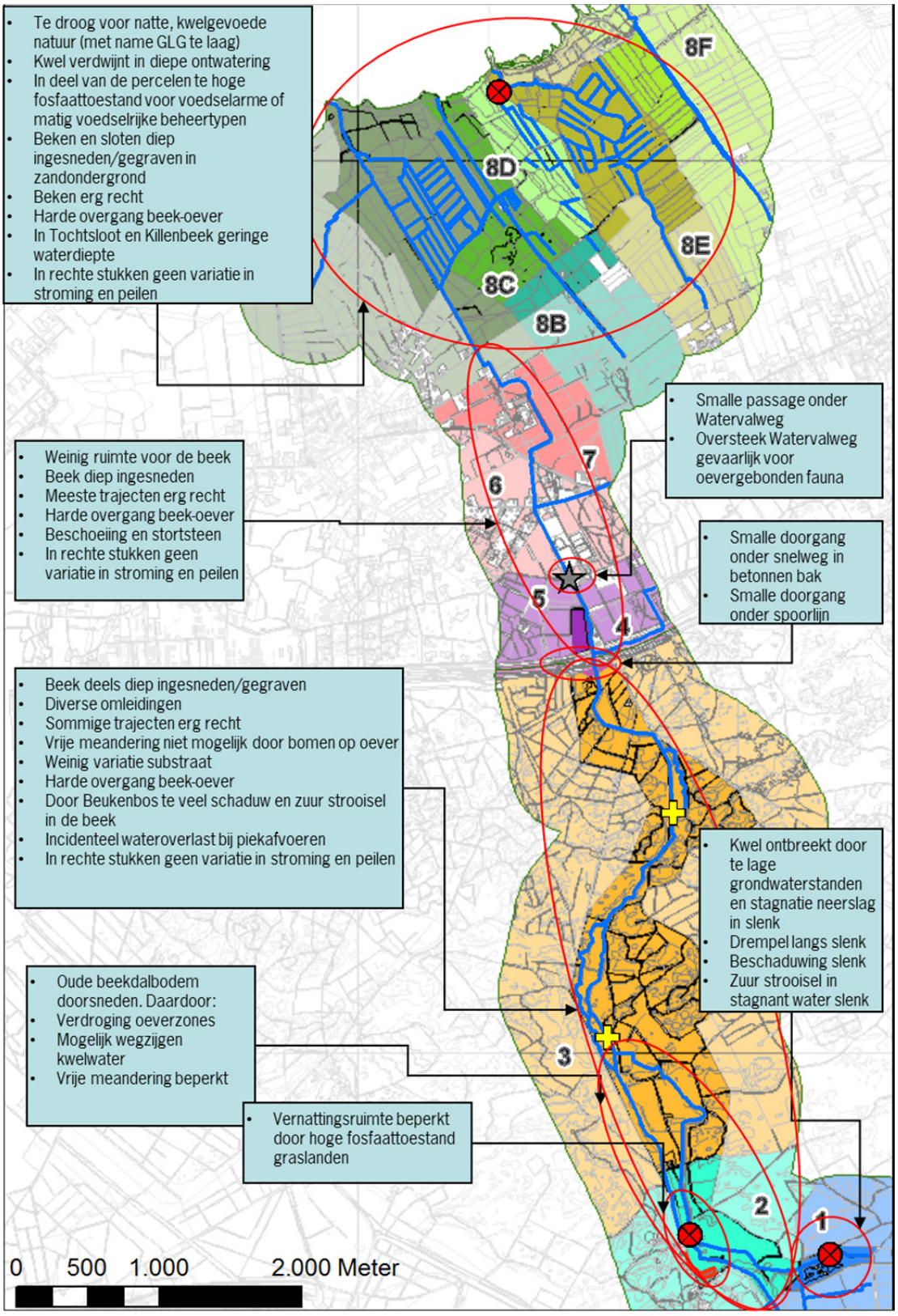


Figuur 1

Gebiedsbegrenzing en relevant beleid.

1.2 Huidige situatie en knelpunten

In het rapport wordt uitgebreid ingegaan op de beleidskaders waarbinnen het plan is opgesteld (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 wordt in gegaan op de huidige situatie ten aanzien van geologie, hydrologie, fosfaattoestand, bestaande natuurwaarden en archeologische verwachtingswaarden. Op basis van deze algemene beschrijvingen is een knelpuntenanalyse uitgevoerd die vooral gericht is op de factoren die een goede doelrealisatie ten aanzien van terrestrische natuur en KRW- en HEN-doelen in de weg staan (hoofdstuk 5). Deze knelpuntenanalyse vormt de basis van het inrichtingsplan. De belangrijkste knelpunten zijn weergegeven op de knelpuntenkaart (Figuur 2).



Figuur 2

Overzicht van de belangrijkste knelpunten in het inrichtingsgebied.

1.3 Inrichtingsscenario's en effecten

Er zijn twee inrichtingsscenario's ontwikkeld. In het optimale scenario wordt, binnen de gestelde randvoorwaarden, een zo groot mogelijke verbetering van de terrestrische en aquatische natuurdoelen nagestreefd bij een minimale toename van natschade buiten de TOP-lijstgebieden. Daarnaast is een minimaal scenario opgesteld waarbij ook deze natschade zoveel mogelijk wordt voorkomen. De maatregelen in het optimale scenario zijn weergegeven op de los bijgevoegde inrichtingskaart en in de beschrijvingen in bijlage 6. Hieronder wordt een korte opsomming van de maatregelen gegeven. De aanpassingen in het minimale scenario betreffen een minder grote mate van verondieping van de beken in trajecten waar het inrichtingsgebied erg smal is en een te grote vernatting in aangrenzende percelen wordt verwacht.

De beschreven inrichtingsmaatregelen worden meestal in combinatie met andere maatregelen voorgesteld. Er is sprake van inrichtingsmaatregelen aan waterlopen en in percelen.

Inrichting waterlopen
Dit is primair gericht op verbetering van KRW- en HEN-doelen, maar heeft vaak ook een positief effect op verdrogingsbestrijding. Met name binnen het Leuvenumse Bos wordt er van uitgegaan dat de beek via natuurlijke processen zelf een natuurlijke loop zal vinden en zijn de maatregelen primair gericht op het **faciliteren** van de beek. Er worden zo weinig mogelijk grootschalige graafwerkzaamheden voorgesteld, maar gerichte maatregelen die de natuurlijke morfologische processen in de beek moeten bevorderen en daarmee voor een natuurlijke variatie in stroomsnelheden, diepte en substraat zorgen. Hiermee moet het ecologisch functioneren van de beek versterkt worden. In deelgebieden stroomafwaarts van het Leuvenumse Bos zal de Hierdense Beek op een aantal locaties door middel van actieve hermeandering sterker gestuurd worden. De volgende maatregelen worden voorgesteld:

- Verondiepen en dempen
- Tijdelijk peil opzetten
- Beschoeiing verwijderen
- Verlagen kades
- Lokaal bomen omtrekken
- Verwijderen van dammen en stuwen
- Ophogen duikers
- Ontsnipperen Watervalweg
- Hermeanderen
- Schonen sloten en poelen
- Verondiepen poelen

Inrichting percelen
Inrichtingsmaatregelen binnen percelen hebben veelal betrekking op verdrogingsbestrijding of verbetering van de fosfaattoestand, maar kunnen ook van invloed zijn op aquatische natuurdoelen.

Het gaat om:

- Kappen of sterk dunnen van bos
- Maaiveld verlagen
- Aanleggen ondiepe slenken
- Voorbereiden voor uitmijnen
- Mitigeren van natschade door ophogen

Omdat de inrichtingsmaatregelen voor een groot deel gericht zijn op verdrogingsbestrijding zullen vooral in Bloemkampen hogere grondwaterstanden gaan optreden. Dat heeft consequenties voor de uitvoerbaarheid

van het beheer van de percelen en A-watergangen. In het rapport is aangegeven hoe hier in de toekomst mee omgegaan moet worden.

Op basis van modelberekeningen en 'expert judgement' zijn de effecten van de inrichtingsmaatregelen in beide scenario's ten opzichte van de huidige situatie beoordeeld. Dit is in het rapport uitgebreid beschreven (hoofdstuk 7) en samengevat in een tabel op de inrichtingskaart. Over het geheel genomen wordt verwacht dat de maatregelen in het optimale scenario een grote verbetering opleveren van de doelrealisaties. Voor de deelgebieden waar in het minimale scenario minder vergaande maatregelen genomen worden (5, 6, 7, 8A, 8B en 8E), is de verwachte verbetering van de situatie in het minimale scenario minder groot dan in het optimale scenario. Omdat de mogelijke toename van de natschade in het optimale scenario ten opzichte van het huidige scenario vrij klein is en goed met mitigerende maatregelen is te compenseren wordt aanbevolen te kiezen voor het optimale scenario.

Realisatie prestatiedoelen
De in het Synergieproject Hierdense Beek beoogde verbetering van de KRW-score naar een Goed Ecologisch Potentieel (GEP) wordt met de inrichtingsmaatregelen waarschijnlijk wel bereikt. Een precieze voorspelling van de te behalen EKR score is niet te geven. Om dit te bereiken wordt ruim 4 km van de Hierdense Beek ten noorden van de A28 ingericht. Dat is twee keer zoveel als de aan het Synergieproject verbonden prestatiedoel van 2 km natuurvriendelijke oever. De verdubbeling van de prestatie is (financieel) mogelijk omdat herinrichting van de Hierdense Beek voor een deel ook gepaard gaat met verondieping en daardoor bijdraagt aan de verdrogingsbestrijding van Bloemkampen. Ten zuiden van de snelweg wordt in het Leuvenumse Bos ook nog eens op ca. 6,6 km een meer natuurlijke oever gecreëerd door middel van het omtrekken van een deel van de bomen.

Eén van de belangrijkste doelen van het inrichtingsplan is verdrogingsbestrijding in Bloemkampen en deels ook in het Leuvenumse Bos. Voor de financiering van de verdrogingsbestrijding binnen de TOP-lijstgebieden is als prestatiedoel 260 ha verdrogingsbestrijding aangegeven waarvan 125 ha nieuw. Het deelgebied Bloemkampen (8) omvat 332 ha. Deze worden niet allemaal ingericht, maar de verdrogingsbestrijding heeft wel invloed op het hele gebied. Daarmee wordt ook aan het prestatiedoel voldaan.

1.4 Aanbevelingen

Het inrichtingsplan zoals dat nu voorligt is gebaseerd op een bureaustudie en de huidige stand van kennis van het inrichtingsgebied en voorziet, binnen de randvoorwaarden van beleid en beschikbare financiële middelen, in een zo optimaal mogelijke inrichting voor verdrogingsbestrijding en verbetering van de KRW- en HEN-doelen. Een aantal op zich zinvolle maatregelen kan binnen deze randvoorwaarden niet voorgesteld worden of er is nog onvoldoende kennis beschikbaar om de maatregelen op hun effectiviteit te kunnen beoordelen. Er kunnen een aantal aanbevelingen gedaan worden om de inrichting van het gebied verder te optimaliseren. Daarnaast is naar voren gekomen dat voor een aantal maatregelen aanvullend veldonderzoek noodzakelijk is. Deze maatregelen zijn door Alterra voorgesteld met de kanttekening dat aanvullende informatie nodig is. Uitvoeren van deze maatregelen zonder vooraf nader onderzoek te doen brengt het risico met zich mee dat het effect van de maatregel onvoldoende is of zelfs een averechts effect heeft op de bedoelde verbetering van natuurwaarden.

Aanvullende maatregelen kunnen bestaan uit:
- Benutten natuurlijke laagten in deelgebied 2 en 3 voor inundatie/retentie
- Oostelijke loop Leuvenumse Beek laten uitlopen in Grote Water
- Aansluiten oude meanders in deelgebied 3
- Opheffen knelpunten bij snelweg A28 en spoorlijn

- Inrichten paaiplaats in Bloemkampen
- Nagaan of Oostermheenbeek ingericht kan worden volgens model Kamsalamander, model Winde of een combinatie daarvan

Nader onderzoek wordt aanbevolen naar:
- Verbreiding oude beekdalbodem in deelgebied 2 en 3
- Functioneren drempels langs beken
- Voorkomen oude meanders in deelgebied 3
- Ecohydrologisch functioneren van de Rode Spreng (deelgebied 1)
- Ecohydrologisch functioneren en kansen van Grote Water
- Geschikte locatie voor het aanleggen van een paaiplaats voor vissen.
- Instellen monitoring voor grondwaterstanden, waterkwaliteit, vegetatieontwikkeling en de ontwikkeling van dierpopulaties.

Vanuit de randvoorwaarden voor beleid en regelgeving komt de noodzaak naar voren een natuurtoets in het kader van de Flora- en faunawet en een archeologisch (voor)onderzoek uit te voeren in een deel van het gebied.

2 Inleiding

2.1 Achtergrond

Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe willen voor 2014 herstelmaatregelen uitvoeren in de natuurterreinen (TOP-lijst gebieden) Bloemkampen en Dal Leuvenumse Beek en in de Hierdense Beek. De maatregelen zijn gericht op:

- Verdrogingsbestrijding in de terreinen (Natuurmonumenten)
- Verbetering van de ecologische situatie van de beek volgens de Kaderrichtlijn Water en de provinciale HEN-doelstelling (Waterschap Veluwe).

Natuurmonumenten en het waterschap hebben behoefte aan een integraal inrichtingsplan dat duidelijk maakt waar welke beheer- en inrichtingsmaatregelen noodzakelijk zijn om de ecologische situatie van de terreinen en de beek te verbeteren.

2.2 Voorgeschiedenis

Voorontwerp inrichtingsplan

Door Waterschap Veluwe en Tauw is in 2009 het Voorontwerp Herstelpan TOP-lijstgebieden en GGOR, Cluster Noord opgesteld (Luijendijk en Hunink, 2009). Dit plan is gebaseerd op een aantal scenario's die doorgerekend zijn met een hydrologisch model en met het waternoodinstrumentarium geëvalueerd naar doelrealisaties voor natuur en landbouw. In het plan wordt een aantal maatregelen voorgesteld die voor het studiegebied vooral betrekking hebben op peilverhoging en herinrichting van beken en een gedeeltelijke maaiveldverlaging. Bij peilverhoging wordt gedacht aan het verondiepen van beken en kavelsloten. Voorstellen uit dit voorontwerp zijn op basis van nieuwe gegevens en inzichten aangepast en verder uitgewerkt in het huidige inrichtingsplan.

Studie Veluwemeerkust

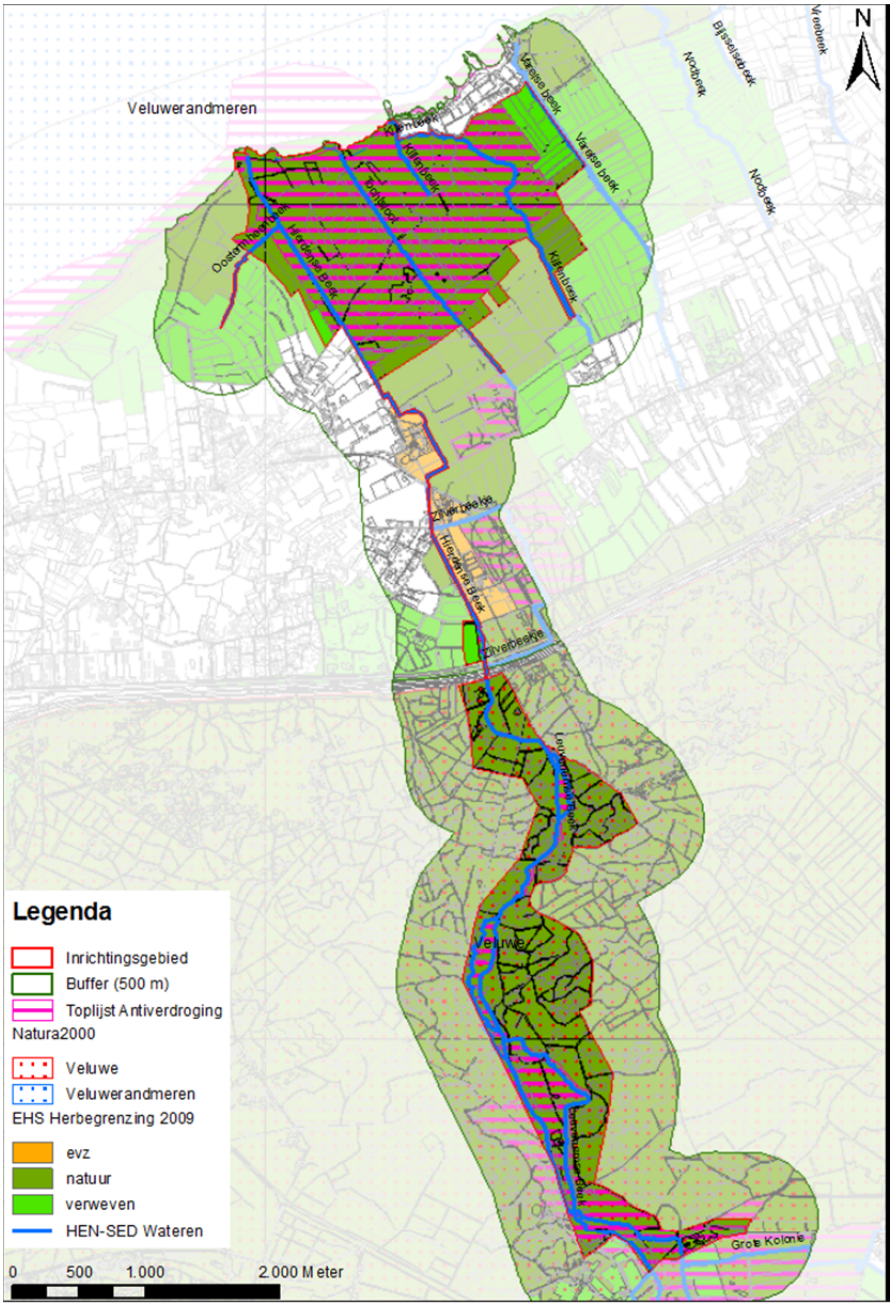
In 2010 is door Alterra een ecohydrologisch en bodemchemisch onderzoek gedaan in het gebied Veluwemeerkust (Bloemkampen) en een perceel in het dal van de Leuvenumse Beek (perceel De Koekoek) (Van Delft en Brouwer, 2010). Daarbij is onder meer het voorkomen van kwel in maaiveld vlakdekkend in kaart gebracht en is voor locaties met beschreven boringen aangegeven wat de vernattingsbehoefte is voor de natuurdoelen Blauwgrasland en Dotterbloemhooiland. Tevens is onderzocht in hoeverre de fosfaattoestand van de bodem belemmerend is voor het realiseren van deze doelen. Hierbij zijn ook een aantal inrichtingsadviezen gedaan die grotendeels aansluiten bij de voorgestelde maatregelen in het Voorontwerp Herstelplan. Het huidige studiegebied is echter wat groter dan van het onderzoek uit 2009 en 2010. Bovendien zijn daar de bossen (bosreservaat Grote Weiland en Elzenhakhout bij Leeuweriksweide) niet meegenomen. Inrichtingsmaatregelen (vernatting) kunnen ook van invloed zijn op de natuurdoelen in de bossen.

Uit het Alterra-onderzoek bleek dat voor een optimale ontwikkeling van Blauwgrasland en Dotterbloemhooiland de volgende knelpunten opgelost moeten worden:

– De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) moet voor een groot deel van het gebied 10 à 20 cm omhoog gebracht worden. Daarvoor wordt voorgesteld de beken te verondiepen en zoveel mogelijk kavelsloten te dempen of te verondiepen.
– De kwel die nu grotendeels in de diepgelegen beken en sloten verdwijnt moet weer naar de wortelzone gebracht worden. Ook dit kan bereikt worden door het verondiepen van beken en sloten of het dempen van sloten, mits stagnatie van neerslagwater voorkomen wordt.

– De huidige fosfaattoestand is in ongeveer de helft van het gebied beperkend voor Dotterbloemhooiland en in driekwart van het gebied voor Blauwgrasland. Door uitmijnen kan het geschikte areaal voor Dotterbloemhooiland met 32% worden uitgebreid en voor Blauwgrasland met 17%.

2.3 Gebiedsbegrenzing



Figuur 3

Gebiedsbegrenzing en relevant beleid.

De inrichtingsmaatregelen hebben betrekking op het inrichtingsgebied binnen (en v.w.b. bovenlopen Tochtsloot en Killenbeek deels buiten) de TOP-lijst gebieden Bloemkampen en het Dal van de Leuvenumse Beek –

Hierdense Beek. Het projectgebied is geheel binnen de EHS gelegen. Omdat maatregelen geen negatief effect mogen hebben op andere functies buiten de EHS is voor het bepalen van natschade aan landbouw en bebouwing een bufferzone van 500 meter genomen. Aangenomen wordt dat de voorziene maatregelen binnen het inrichtingsgebied geen vernatting op grotere afstand tot gevolg zullen hebben. Uit de hydrologische modelberekeningen moet blijken of vernatting binnen die zone tot schade zal leiden. In Figuur 3 zijn deze begrenzingen aangegeven, alsmede de huidige begrenzing van de EHS, de TOP-lijst- en Natura 2000- gebieden Veluwe en Veluwerandmeren. Omdat in de tekst regelmatig gebruik gemaakt wordt van toponiemen zijn de belangrijkste toponiemen weergegeven in Figuur 4.

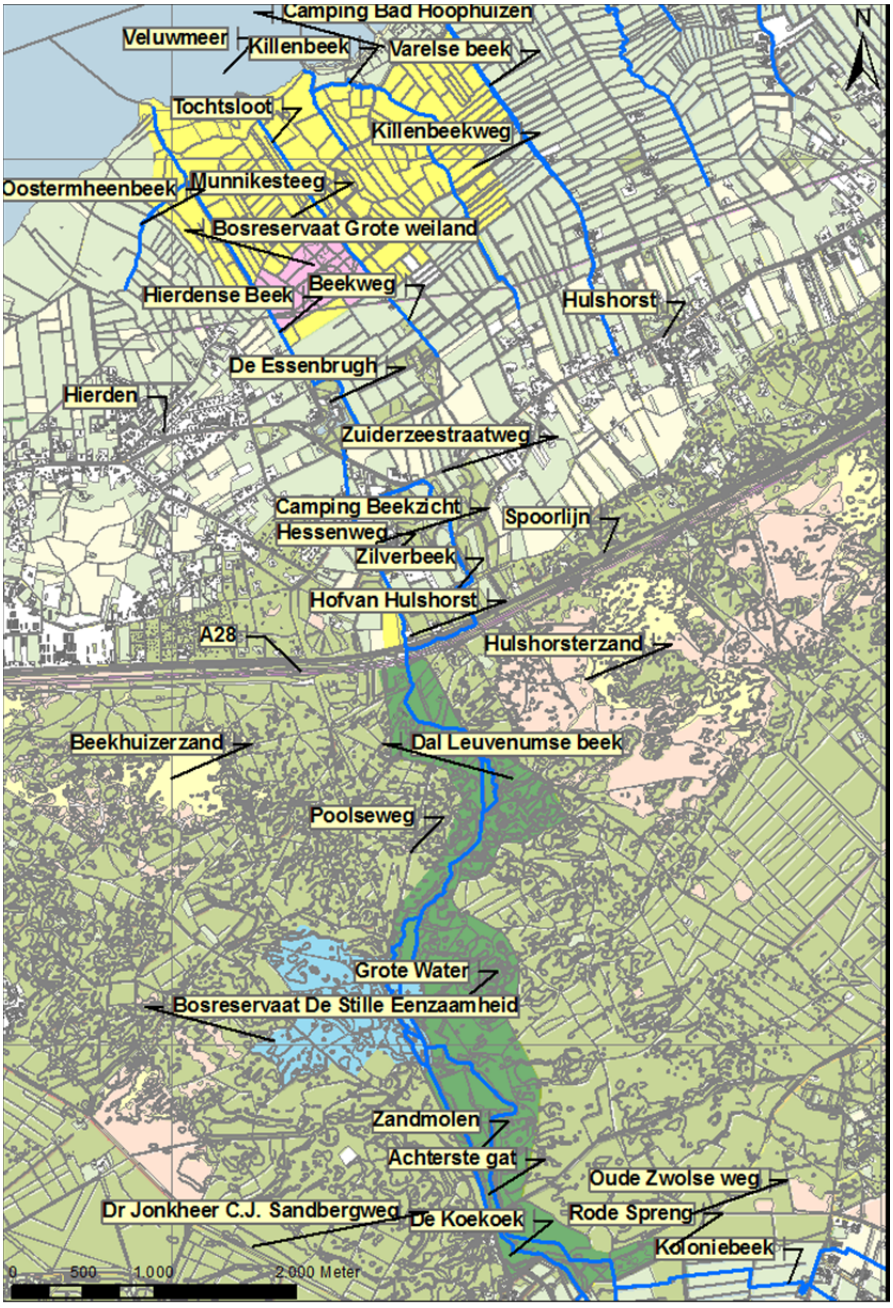
2.4 Werkwijze en leeswijzer

Het inrichtingsplan is opgesteld door een team onderzoekers van Alterra bestaande uit ir. S.P.J. van Delft (ecopedoloog), F.G.W.A. Ottburg BSc (aquatisch ecoloog) en ing. G.J. Maas (rivier- en beekmorfoloog). Het inrichtingsplan is opgesteld als een bureaustudie op basis van een groot aantal beschikbare gegevens uit eerder onderzoek. Daarnaast is een oriënterend veldbezoek afgelegd. Het opstellen van het inrichtingsplan is gebeurd in nauw overleg met de begeleidingscommissie bestaande vertegenwoordigers van Waterschap Veluwe, Natuurmonumenten en provincie Gelderland. Bijeenkomsten met de begeleidingscommissie hebben plaats gevonden bij de start van het project en op drie tijdstippen tijdens de uitvoering. Bij één van deze overleggen zijn de voorgestelde maatregelen in het veld besproken. Daarnaast heeft intensief contact plaats gevonden via e-mail en telefoon. Om de effecten van inrichtingsmaatregelen op grondwaterstanden en -stromen en daarmee de doelrealisaties te kunnen beoordelen is samengewerkt met adviesbureau TAUW dat de grondwatermodellering heeft uitgevoerd. De effecten op het oppervlaktewatersysteem zijn in beeld gebracht door berekeningen met een oppervlaktewatermodel door Waterschap Veluwe. Er zijn twee scenario's doorgerekend. In het 'optimale' scenario wordt uitgegaan van de inrichting die, binnen de randvoorwaarden van het huidige beleid zoals beschreven in hoofdstuk 3, moet leiden tot een maximale versterking van de natuurwaarden. Daarnaast is een 'minimaal' scenario beoordeeld, waarbij het vernattingseffect zoveel mogelijk beperkt is tot binnen de TOP-lijst gebieden. Op 8 juni 2011 is het conceptplan besproken met de klankbordgroep, waarin vertegenwoordigers van de streek, gemeenten, GPG, DLG en landbouworganisaties zitting hebben.

De werkwijze om te komen tot het inrichtingsplan komt in grote lijnen overeen met de hoofdstukindeling van het rapport. Voor de lezer die snel inzicht wil hebben in de inhoud van het plan wordt verwezen naar de managementsamenvatting (hoofdstuk 1). De lezer die meer wil weten over de achtergronden van het plan kan veel informatie vinden in de hoofdstukken 3 t/m 7 en de bijlagen. Allereerst worden uitgangspunten en randvoorwaarden besproken die voor het inrichtingsplan gelden (hoofdstuk 3). Het gaat daarbij om de vraagspecificatie van de opdrachtgevers, Europese, landelijke, provinciale en gemeentelijke beleidsplannen en wetten en overige projecten waarmee rekening gehouden dient te worden. Vervolgens is in hoofdstuk 4 de huidige situatie beschreven in relatie tot geologie, bodem, hydrologie, terrestrische en aquatische natuur in relatie tot verschillende natuurdoelen. Tevens is de archeologische verwachtingswaarde van het gebied beschreven in verband met mogelijke ingrepen in de bodem. Uit deze beschrijving volgt in hoofdstuk 5 een knelpuntenanalyse die in beeld brengt op welke punten de uitgangsituatie voor zowel de terrestrische natuur (verdrogingsbestrijding) als aquatische natuur (KRW- en HEN-doelen) verbeterd moet worden door middel van inrichtings- en beheermaatregelen. De maatregelen die op basis van deze knelpuntenanalyse worden voorgesteld zijn beschreven in hoofdstuk 6 waarbij tevens de uitvoeringskosten berekend zijn. Om te beoordelen of de voorgestelde maatregelen ook een verbetering van de doelrealisaties voor natuur opleveren, zonder nadelige consequenties voor overige functies, is in hoofdstuk 7 het effect van de maatregelen op doelrealisaties besproken. Na hoofdstuk 7 volgt een opsomming van de bij deze studie geraadpleegde literatuur.

Een aantal beschrijvingen van methoden, verspreidingskaarten van soorten en een gedetailleerde beschrijving van de voorgestelde maatregelen is opgenomen in de bijlagen 1 t/m 9. Deze maken integraal onderdeel uit van dit inrichtingsplan. Op een overzichtskaart die los bij dit rapport geleverd wordt zijn alle inrichtingsmaatregelen opgenomen. Ook de beoordeling op basis van KRW en HEN-doelen en de doelrealisatie voor terrestrische natuur na uitvoering van de maatregelen zijn op deze kaart te vinden.

NB. Op de kaarten in dit rapport worden de gebieden buiten het inrichtingsgebied getemperd weergegeven. Als gevolg daarvan komen overeenkomstige kleuren uit de legenda als pasteltint over. Buiten de 500 meter bufferzone is dit effect nog sterker. Alle kaarten zijn op het noorden georiënteerd.



Figuur 4

Toponiemen in het gebied.

3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Aan de totstandkoming van dit inrichtingsplan heeft een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden ten grondslag gelegen die zijn vastgelegd in de vraagspecificatie van de opdrachtgever en bestaande beleidskaders. Daarnaast is rekening gehouden met andere lopende projecten. In dit hoofdstuk wordt een overzicht geven van deze uitgangspunten en randvoorwaarden.

3.1 Vraagspecificatie en projectplan

Door Waterschap Veluwe en Natuurmonumenten is in een vraagspecificatie vastgelegd aan welke doelen en eisen het op te stellen inrichtingsplan moet voldoen (WSV en NM 2011). Dit is door Alterra vertaald in een door de opdrachtgevers goedgekeurd projectplan dat de basis vormt voor het inrichtingsplan (Van Delft. 2011).

De opdrachtgevers willen een geïntegreerd inrichtingsplan dat zowel de verdrogingsbestrijding in de terreinen als de verbetering van de ecologische situatie van de beek volgens de Kaderrichtlijn Water (KRW) en de provinciale HEN-doelstelling tot doel heeft. Het inrichtingsplan dient als basis voor de nadere detailuitwerking en realisatie van de prestaties uit de provinciale beschikkingen. Het inrichtingsplan moet beschrijven waar welke beheer- en inrichtingsmaatregelen genomen moeten worden ter verbetering van de ecologische en waterhuishoudkundige situatie van de TOP-lijstgebieden Bloemkampen en Dal Leuvenumse Beek en van de Hierdense Beek. Voor de terrestrische natuur gaat het vooral om verdrogingsbestrijding (bevorderen kwel) en het verbeteren van de nutriëntentoestand voor de natuurdoeltypen.

Voor de aquatische natuur worden twee doelen onderscheiden:
1. Het voorstellen van maatregelen ten behoeve van verbetering van de KRW-score voor de Hierdense Beek. De verbeteringen voor de KRW scores (GEP) van de Hierdense Beek moeten expliciet inzichtelijk worden gemaakt. De effecten van andere maatregelen moeten ook in beeld worden gebracht via beïnvloeding op het GEP.
2. Daarnaast omvat de opdracht ook enkele kleinere beken naast de Hierdense Beek die bovendien een provinciale HEN-functie hebben. De provinciale streefbeelden zijn hiervoor leidend. Deze functie geldt overigens ook voor de Hierdense Beek/Leuvenumse Beek.

Om de uitvoerbaarheid van het plan te garanderen moet het passen binnen de bestaande beleidskaders (i.v.m. vergunbaarheid) en moeten de uitvoeringskosten vallen binnen de ter beschikking staande subsidiebedragen. Ze moeten 'haalbaar en betaalbaar' zijn. Mede in verband met de subsidieregelingen moeten de maatregelen vóór 2014 uitgevoerd kunnen worden.

3.2 Beleidskaders

Relevant beleid waarmee rekening gehouden moet worden bij de opstelling en uitvoering van het inrichtingsplan is geformuleerd in een groot aantal Europese, landelijke, provinciale en gemeentelijke beleidsplannen die in onderlinge samenhang zijn opgesteld. In de volgende paragrafen wordt een overzicht gegeven van de mogelijkheden en randvoorwaarden die hieruit voortkomen. Vanwege de onderlinge samenhang van de verschillende beleidskaders komt hier ook veel overlap in voor.

3.2.1 Ecologische Hoofdstructuur

Een belangrijk instrument voor de realisatie van de biodiversiteitsdoelstellingen is de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) (Gelderland, 2011). De begrenzing en ruimtelijke bescherming van de EHS is geregeld in het Streekplan Gelderland. Het inrichtingsgebied ligt geheel binnen de begrenzing van de EHS (functie Natuur) zoals die op 1 juli 2009 door Provinciale Staten van Gelderland is vastgesteld (Gelderland 2009) (zie Figuur 3). In de volgende paragrafen worden sommige passages letterlijk geciteerd uit de streekplantekst en de uitwerking voor kernkwaliteiten (Gelderland, 2005). Dat is herkenbaar gemaakt door de tekst *cursief* en tussen 'aanhalingstekens' te plaatsen. Op basis van de streekplanuitwerking worden ruimtelijk relevante onderdelen van het natuurbeleid door gemeenten vastgelegd in bestemmingsplannen.

Het inrichtingsgebied is een belangrijk deel van de Robuuste Ecologische Verbindingszone (Hierdense Poort) tussen de grote natuurgebieden op de Veluwe (waaronder het Leuvenumse bos ten zuiden van de snelweg A28) en het Veluwemeer. De Bloemkampen en een ca. 750 m brede strook waarin het Landgoed Hulshorst gelegen is vormen de feitelijke verbinding met het Veluwemeer (zie ook Figuur 5). De Hierdense Beek tussen de A28 en Bloemkampen stroomt deels door of langs gebieden met de functies 'Ecologische verbindingszone' of 'Verweven', maar heeft zelf wel de functie 'Natuur'. In delen van dit traject stroomt de beek langs de westrand van de EHS en vallen percelen aan de west kant hier dus buiten. De camping Beekzicht en het landgoed De Essenburgh vallen binnen de Ecologische Verbindingszone (EVB). Aan de oost- en westzijde van Bloemkampen komt een zone voor met de functie 'Verweven'.

Binnen de functie 'Natuur' komen de bestaande natuurgebieden voor en natuurontwikkelingsgebieden die momenteel agrarische cultuurgrond zijn. Voor de laatste categorie geldt dat regulier gebruik op basis van de vigerende bestemming kan worden gecontinueerd.

Binnen de EHS mag geen significante aantasting van een aantal kernkwaliteiten plaats vinden. Voor het inrichtingsgebied zijn de volgende kernkwaliteiten aan de orde (Gelderland 2005):
In de gehele EHS

- De landschappelijke verwevenheid van natuur, bos en landschapselementen met cultuurgronden.

Op de Veluwe

- Het grootschalige samenhangende bos- en natuurgebied waarbinnen uitwisseling van planten en dieren mogelijk is, waarbinnen natuurlijke processen zo veel mogelijk ongestoord verlopen, en waarbinnen het beheer optimaal is afgestemd op de gevarieerde natuurdoelstellingen. Hierbij is zowel ruimte voor grote eenheden natuur en natuurbos als voor meer 'beheerde' natuur: multifunctioneel bos, heide, vennen en stuifzanden en de daarbij behorende flora en fauna
- De verbinding van de Veluwe met de Randmeerkust via o.a. de toekomstige Hierdense poort. Planten en dieren kunnen zich ongestoord verplaatsen binnen deze poort. In de poort kunnen de abiotische processen op de overgang van Veluwe en de lagere randgebieden zo veel mogelijk ongestoord verlopen
- De landschappelijke, hydrologische en ecologische samenhang binnen het stroomgebied van de Hierdense Beek met infiltratie- en kwelgebieden, met moerassen, natte schraallanden, natte heide, bloemrijke graslanden, en kruidenrijke akkers en bossen
- De verwevenheid en het samengaan van cultuurhistorie en natuur in onder andere landgoederen, sprengen, oude landbouwenclaves, grafheuvels en hakhoutbossen
- De beken, sprengen en beekdalen op de flanken van de Veluwe met hun hydrologische en landschappelijke samenhang met hun omgeving

In de Randmeerkust

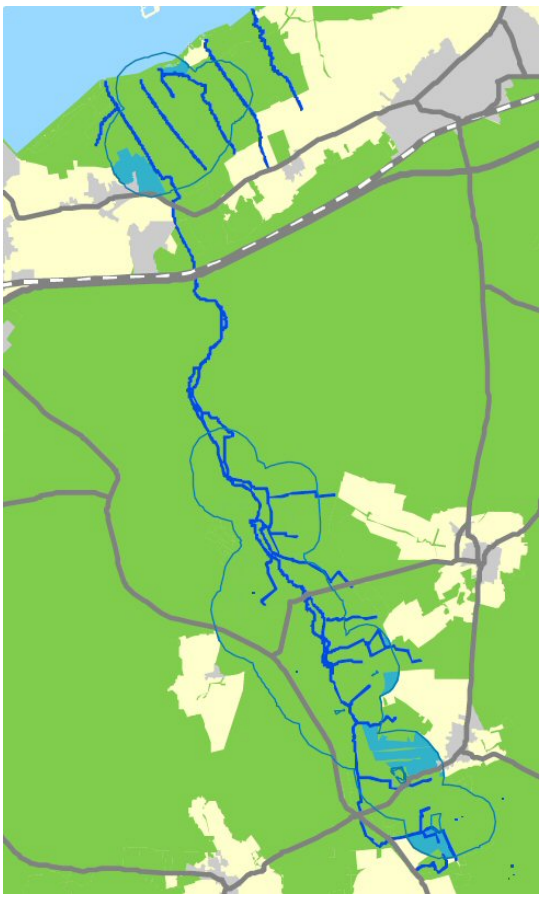
- De droog-nat en voedselarm-rijk gradiënt vanaf de Veluwe tot aan de randmeren en het samenhangend systeem van infiltratie op de Veluwe en kwel in de overgangszone en de Randmeerkust, tussen Harderwijk en Elburg met de daarbij behorende hoge waarden van en potenties voor beken, kwelafhankelijke vegetaties (natte schrale graslanden) en weidevogels
- De openheid en hoge waterstanden van o.a. de veen- en kleigebieden tussen Harderwijk en Elburg en de daarvan afhankelijke weidevogels
- De relatie tussen de randmeren (slaapplaats) en open veen- en kleigebieden langs de randmeerkust (foerageergebied) voor ganzen, zwanen en eenden
- De samenhang die de randmeerkust heeft met andere gebieden in de nationale natte as van water- en moerasgebieden met aan (riet)moeras gebonden soorten
- De strandwallen langs de randmeren met de daarbij behorende droge (stroomdal)graslanden en struwelen
- De (potentiële) uitwisselingsmgelijkheden voor planten en dieren tussen de Veluwe en het Randmeer, in de nog weinig bebouwde delen van de Veluwerand, in het bijzonder de Hierdense poort'

Over bestemmingswijzigingen binnen de EHS staat in het streekplan de volgende formulering: '*Binnen de ecologische hoofdstructuur geldt de 'nee, tenzij'-benadering. Dit houdt in dat bestemmingswijziging niet mogelijk is, als daarmee de wezenlijke kenmerken of waarden van het gebied worden aangetast. Afwijken van deze regel is alleen mogelijk als het maatschappelijk belang groot is en er geen reële alternatieven zijn.*' In de streekplanuitwerking is hiervoor een beoordelingsschema opgenomen waarin getoetst wordt of het initiatief kernkwaliteiten of omgevingscondities in de EHS aantast (Gelderland, 2005). Omdat het inrichtingsplan het versterken van natuurwaarden beoogt hoeven hier geen strijdigheden mee verwacht te worden. Een uitzondering daarop vormen mogelijk de HEN-wateren, zie verderop). Binnen de functies 'EVB' en 'Verweven' zijn initiatieven mogelijk mits deze bijdragen aan de realisering van natuurdoelen. Dit kan relevant zijn als bijvoorbeeld verlegging van infrastructuur nodig is. '*Dat kan alleen als daarmee geen bestaande natuurwaarden significant worden aangetast en geen barrières voor de gewenste samenhang worden gecreëerd*'. Omdat de plannen in onderlinge samenhang als één inrichtingsplan worden opgesteld, kan gebruik gemaakt worden van de 'saldobenadering' als de plannen gericht zijn op de per saldo verbetering van de kwaliteit en kwantiteit van de EHS op gebiedsniveau, '*bijvoorbeeld als in combinatie met andere ruimtelijke ingrepen tevens een fysieke barrière in de EHS wordt opgeheven*'.

In het provinciale natuurbeleid wordt grote waarde gehecht aan zgn. 'prioritaire natuurdoeltypen', 'parels' en 'A-locaties bos'. In het inrichtingsgebied zijn de prioritaire natuurdoeltypen 'natuurlijke bossen', 'natuurlijke beken', 'blauwgraslanden' en 'bloemrijke graslanden' van belang (Gelderland, 2005). Op de kaart met prioritaire natuurdoeltypen bij de streekplanuitwerking is daarvoor 100% dekking aangegeven. Het reservaat Bloemkampen en het aangrenzende bosreservaat Grote Weiland zijn aangegeven als parel, een groot deel van de rest van het gebied Bloemkampen is aanwezen voor uitbreiding van deze parel. Ook de kustzone van het Veluwemeer en het zuidelijk deel van het Dal van de Leuvenumse Beek zijn aangemerkt als parel. De bossen in Bloemkampen en een groot deel van het Dal van de Leuvenumse Beek zijn aangemerkt als A-locatie. Binnen deze gebieden mogen geen aantastingen plaats vinden van prioritaire natuurwaarden.

De gehele EHS en alle HEN-wateren (zie verderop) behoren tot het groenblauwe raamwerk. Om de natte natuur binnen de EHS veilig te stellen zijn hydrologische beschermingsgebieden ingesteld (zie
). 'Ruimtelijke ingrepen/ontwikkelingen mogen niet leiden tot verlaging van de grondwaterstand in en om de natte natuur of (bij wateren) tot aantasting van de morfologie van de beken en waterlopen. Voor HEN-wateren is de planologische bescherming er vooral op gericht dat ontwikkelingen van bebouwing, verblijfsrecreatie en intensieve dagrecreatie geen nadelige gevolgen hebben voor de natuurwaarden van deze wateren.'Dit kan consequenties hebben als in het kader van het inrichtingsplan wordt voorgesteld om HEN-wateren te verondiepen of te dempen (zie § 2.2). Als hiervoor gekozen wordt omdat de totale natuurwaarde erdoor per

saldo zal verbeteren zal dit overlegd moeten worden met de provincie om de huidige status aan te passen (Gelderland, 2005).



Figuur 5

Hydrologische beschermingsgebieden in het inrichtingsgebied (blauw omlijnd). De blauwe vlakken geven de beschermingsgebieden aan buiten de EHS (bron: provincie Gelderland 2009, themakaart 18).

Indien het voor de inrichting nodig is lokaal stukken bos te kappen zal dit uitgevoerd moeten worden binnen de kaders van de boswet (Ter Stege, Ketelaar et al., 2011).

Herbegrenzing 2011

Voor het najaar van 2011 is een nieuwe herziening van de begrenzing van de EHS voorzien. Bij het opstellen van het inrichtingsplan kon daar nog geen rekening mee gehouden worden. Indien het inrichtingsplan op onderdelen strijdig blijkt te zijn met de nieuwe begrenzing zal het aangepast moeten worden (in de besteksfase).

3.2.2 Flora- en faunawet

Bij het maken van plannen is het, op grond van de algemene verplichting volgens de Flora- en faunawet, buiten en binnen de EHS nodig om onderzoek te doen naar beschermde soorten, en daar - wanneer nodig - rekening mee te houden en eventuele schade te compenseren en of te mitigeren. De Flora- en faunawet kent onder

andere de bescherming van de vaste rust- en verblijfplaatsen (beschermde leefomgeving). In Gelderland zijn geen gebieden aangewezen als beschermde leefomgeving. In de streekplanuitwerking wordt echter het totale leefgebied van de beschermde soorten als een kernkwaliteit van de EHS beschouwd (Gelderland, 2005).

Om te achterhalen of er beschermde soorten (naast de Flora- en faunawet-soorten ook de Rode Lijst-soorten) in het betreffende plangebied voorkomen en of deze soorten wel of niet doorgang kunnen vinden in relatie tot de Flora- en faunawet dient de initiatiefnemer een zogenoemde natuurtoets uit te voeren. In deze toets wordt met verschillende inventarisatietechnieken, bijvoorbeeld broedvogelkartering van SOVON (Vogelonderzoek Nederland) voor broedvogels en amfibie-inventarisaties door RAVON (Reptielen Amfibieën en Vissen Onderzoek Nederland) weergegeven welke beschermde soorten er in het plangebied kunnen voorkomen. Met name de soorten van tabel 2 en tabel 3 van de flora - en faunawet kennen een strikter beschermingsregime. Met andere woorden zo'n natuurtoets voorziet niet alleen in of er beschermde soorten voorkomen, maar kan ook antwoorden geven waar zich deze soorten binnen het plangebied huisvesten, bijvoorbeeld waar bevinden zich de nestbomen van vleermuizen of boommarters, en hoe men hier tijdens de uitvoeringsfase en definitieve eindfase mee omgaat.

Tijdens de uitvoeringsfase worden verschillende maatregelen uitgevoerd, zoals beekbodem ophoging, kap van bomen, graven van slenken en dergelijke. Tijdens deze fases kunnen beschermde soorten worden aangetroffen of in het gedrang raken. Om te voorkomen dat deze beschermde soorten tijdens de uitvoeringsfase niet verloren gaan dient een werkprotocol te worden opgesteld. In dit werkprotocol wordt beschreven hoe men denkt te voorkomen dat de beschermde soorten tijdens de uitvoeringsfase verloren gaan, zodat deze naderhand duurzaam in het plangebied zullen blijven voortbestaan. Zo'n werkprotocol kan men pas maken nadat men enerzijds precies weet waar beschermde soorten op populatieniveau voorkomen en anderzijds men weet welke maatregelen daadwerkelijk worden uitgevoerd. Voor de natuurtoets zelf geldt dat men hier tijdig aan moet beginnen, omdat voor sommige soorten een gehele seizoeninventarisatie nodig is.

3.2.3 Natura 2000

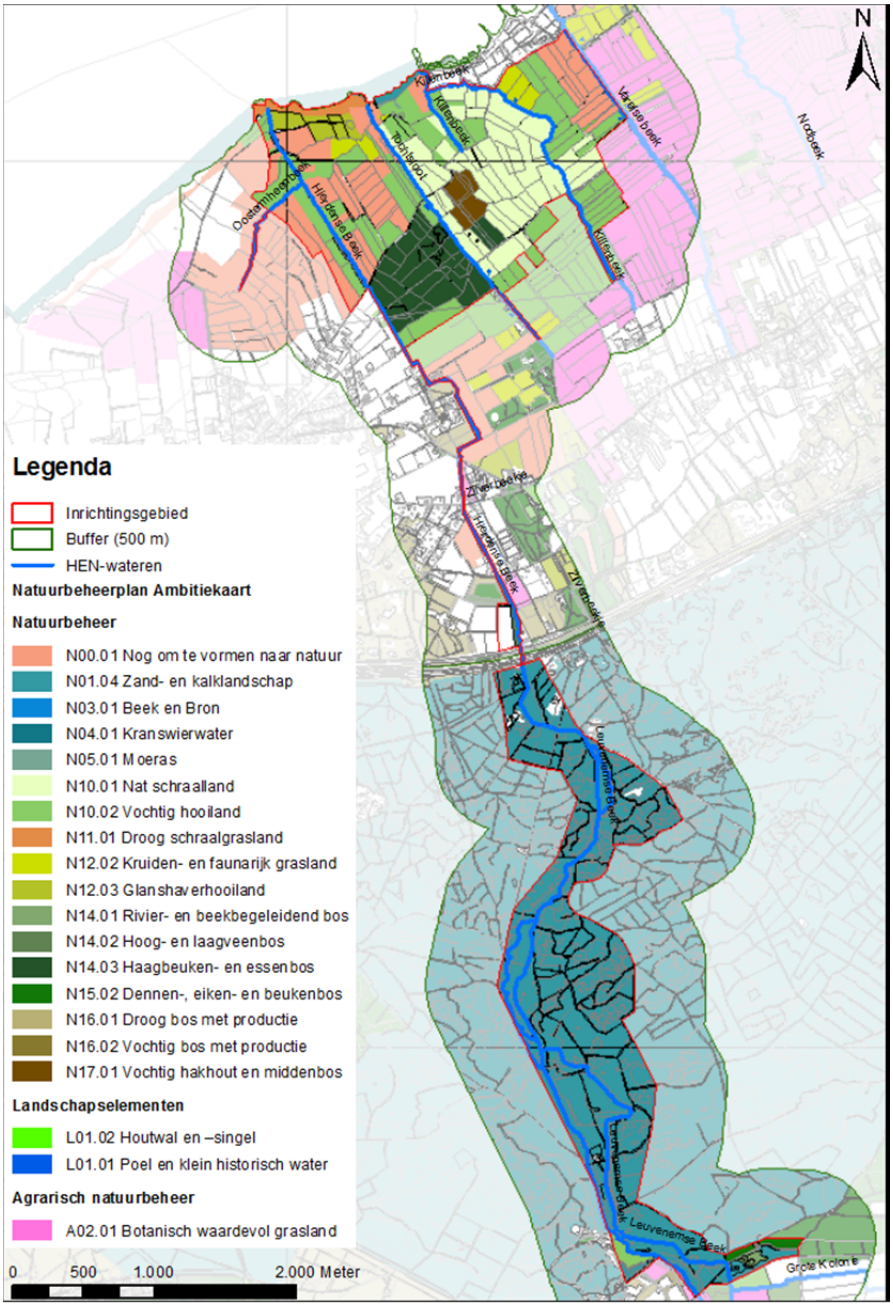
Natura 2000 is een Europees netwerk van waardevolle, te beschermen natuurgebieden die zijn aangewezen onder de Vogel- en/of Habitatrichtlijn. Doel is de achteruitgang van de biodiversiteit een halt toe te roepen (Gelderland, 2011). Inrichting van de Hierdense Beek kan invloed hebben op de instandhoudingdoelstellingen van de volgende twee Natura 2000-gebieden: 1) De Veluwe (Landbouw, 2006) en 2) De Veluwerandmeren (Landbouw, 2009) (zie Figuur 3).

Hierbij moet gelet worden op de volgende twee hoofdzaken. Enerzijds of de voorgestelde maatregelen van invloed zijn op de doelstellingen van de habitattypen en habitatsoorten waarvoor het gebied is aangewezen en anderzijds voor dezelfde doelstellingen, maar dan in relatie tot de externe werking. Hiermee wordt bedoeld: kan een ingreep buiten een Natura 2000-gebied een negatief effect hebben op de soorten en typen waarvoor het gebied is aangewezen? Bijvoorbeeld stikstofdepositie waarbij de bron op meerdere kilometers afstand ligt ten opzichte van het betreffende Natura 2000-gebied. Realistischer in relatie tot dit project is bijvoorbeeld de beekbodemophoging in de Bloemkampen. Kan dit een negatief effect hebben op de soorten waarvoor de Veluwerandmeren zijn aangewezen?

Voor Natura 2000-gebied De Veluwe zijn in het inrichtingsgebied de habitattypen Beuken-Eikenbossen met Hulst (H9120) en Beekbegeleidende bossen (H91E0C) van belang (zie § 4.6.3). Daarnaast gelden uitbreidings- of behoudsdoelstellingen voor de omvang en kwaliteit van het leefgebied van de habitatrichtlijnsoorten Gevlekte witsnuitlibel, Vliegend hert, Beekprik, Rivierdonderpad, Kamsalamander, Meervleermuis, Drijvende waterweegbree en Waterranonkels. Vanuit de Vogelrichtlijn gelden doelstellingen voor Wespendief,

Nachtzwaluw, IJsvogel, Draaihals, Zwart specht, Boomleeuwerik, Duinpieper, Roodborsttapuit, Tapuit en Grauwe klauwier.

Het Natura 2000-gebied Veluwerandmeren is van belang voor de Habitattypen Kranswierwateren (H3140) en Meren met Krabbenscheer en Fonteinkruiden (H3150). Hoewel dit Natura 2000 gebied buiten het inrichtingsgebied valt, mogen inrichtingsmaatregelen geen nadelige gevolgen hebben voor deze habitattypen. Daarnaast worden habitatrichtlijnsoorten genoemd waarvoor het inrichtingsgebied van belang kan zijn als (deel)habitat, grenzend aan de Veluwerandmeren. Het gaat daarbij om de Kleine modderkruiper, Rivierdonderpad en Meervleermuis.

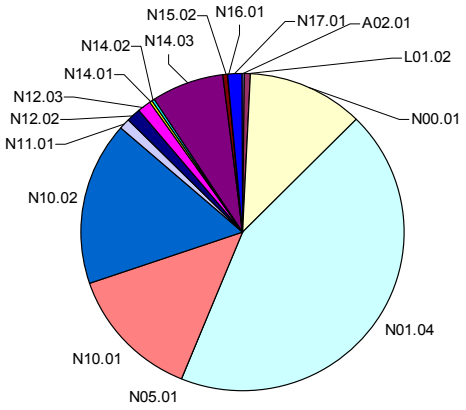


Figuur 6

Beheertypen ambitiekaart uit het provinciaal Natuurbeheerplan (Provincie Gelderland 2011).

3.2.4 Natuurbeheerplan Provincie Gelderland

In het Natuurbeheerplan van de Provincie Gelderland is vastgelegd welke beheertypen gelden (Gelderland, 2011). Dit plan voorziet in de mogelijkheden voor het omvormen van landbouwgrond naar natuur en het regelen van een adequaat beheer van natuurterreinen en landbouwgronden met natuurwaarden. Voor het inrichtingsgebied zijn de ambities voor de realisatie van nieuwe natuur of de omvorming van bestaande natuur aangegeven in Figuur 6. De oppervlakteverdeling is weergegeven in Figuur 7. Om deze ambities te bereiken kan gebruik gemaakt worden van een subsidie voor een kwaliteitsimpuls. De investeringskaart bij het Natuurbeheerplan geeft aan dat grote delen van Bloemkampen in aanmerking komen voor subsidie voor nieuwe natuur of omvorming van bestaande natuur. Het Leuvenumse bos komt in aanmerking voor omvorming van bestaande natuur.



Figuur 7

Oppervlakteverdeling van de beheertypen op de ambitiekaart binnen het inrichtingsgebied.

Het grootste deel wordt in genomen door N01.04 'Zand en kalklandschap' in het Dal van de Leuvenumse beek. Dit maakt deel uit van een veel grotere eenheid grootschalige dynamische natuur van dit type op de Noord-Veluwe. Hierin staan grootschalige en zo natuurlijk mogelijke ontwikkelingen voorop, met sturing op landschapsschaal (Gelderland, 2005). Natuurlijke processen als begrazing, grondwaterstroming, overstroming, erosie en sedimentatie worden in deze gebieden zo veel mogelijk benut om de gewenste soortenrijkdom te realiseren.

Binnen Bloemkampen is vooral sprake van N10.01 'Nat Schraalland', N10.02 'Vochtig hooiland' en drogere graslanden als N12.03 'Glanshaverhooiland'. Als bossen komen hier N14.03 'Haagbeuken en essenbos' en N17.01 'Vochtig hakhout en middenbos' voor. Daarnaast moet nog 71 ha landbouwgrond omgevormd worden naar natuur (N00.01).

In de huidige situatie is het niet overal mogelijk de voorgestelde beheertypen te realiseren (zie hoofdstukken 4 en 5). De maatregelen in het inrichtingsplan zijn erop gericht deze situatie te verbeteren. Op sommige percelen zal dat niet mogelijk blijken te zijn, bijvoorbeeld als gevolg van een te hoge fosfaattoestand. Ook kan het zijn dat juist een 'hoger' natuurdoel mogelijk is. In beide gevallen zal de ambitiekaart aangepast worden. Het natuurbeheerplan biedt die mogelijkheid mits de relatieve oppervlakteverdeling van de beheertypen niet verandert. Door Natuurmonumenten en de provincie Gelderland zijn afspraken gemaakt over het aanpassen de ambitiekaart wanneer gedetailleerd onderzoek daar aanleiding toe geeft. Op basis van nieuwe ontwikkelingen wordt de ambitiekaart minimaal één keer per jaar geactualiseerd. Bij dit inrichtingsplan is daarvoor een

aangepaste ambitiekaart gemaakt (zie § 6.5). Voor omvorming van bos is maatwerk nodig waarbij altijd een toets op grond van de boswet zal moeten plaatsvinden (Gelderland 2011).

Door Alterra (Bijlsma, 2011) is aangegeven waar kwalificerende standplaatsen voorkomen voor een aantal Natura 2000 boshabitattypen (zie § 4.6.3). Bij de nadere invulling van de ambitiekaart zal daar rekening mee gehouden worden.

3.2.5 Visie Natuurmonumenten

Omdat de in te richten terreinen grotendeels eigendom zijn van de Vereniging Natuurmonumenten of dat naar verwachting in de toekomst worden is het van groot belang dat deze terreinbeheerder zich kan vinden in het inrichtingsplan. Daarom is door Natuurmonumenten een visiestuk opgesteld (Ter Stege, Ketelaar et al., 2011). Voor de inrichting en beheer van het Dal van de Leuvenumse Beek gaat Natuurmonumenten uit van de strategie 'Nagenoeg natuurlijk landschap'. Het doel is het herstel van natuurlijke beekprocessen. Uitgangspunt is dat dit zo veel mogelijk gebeurt op basis van kleinschalige maatregelen. Grootschalig graafwerk dient te worden vermeden, enerzijds om onnodige verstoring te voorkomen en anderzijds om de beeldvorming niet onnodig negatief te beïnvloeden.

3.2.6 Kaderrichtlijn Water

In de KRW-systematiek behoort de Hierdense Beek tot het watertype R5 (Langzaam stromende midden-/benedenloop op zand) en heeft de status 'Sterk veranderd' (Otte, Arntz et al., 2008; Gelderland, 2009). Een belangrijk doel van het Inrichtingsplan is het verbeteren van KRW-scores voor de Hierdense Beek (binnen Leuvenumse bos als Leuvenumse Beek aangeduid). Mede voor dat doel hebben de provincie Gelderland en het Rijk subsidiegelden ter beschikking gesteld waaraan in het kader van het Synergieproject Hierdense Beek als prestatieverplichting de realisatie van 2 km natuurvriendelijke oevers verbonden is (Gelderland, 2009; WSV en NM, 2011). De verbetering van de ecologische en waterhuishoudkundige situatie van de Hierdense Beek dient primair gericht te zijn op realisatie van het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) volgens de KRW-factsheet. Hierbij ligt de nadruk voor dit project op de verbetering van de KRW-scores voor vis en waterflora en de verdrogingsbestrijding van naastgelegen natuurterreinen. In genoemde factsheet wordt aangegeven dat geforceerd hermeanderen niet als herstelmaatregel wordt overwogen omdat dit leidt tot het vergroten van de afwijking van de oorspronkelijke toestand. In de KRW Gebiedsnota Veluwe 2007 (Otte et al., 2008) is voor de Hierdense Beek een zoekgebied voor een meer natuurlijke inrichting aangewezen van de A28 tot aan de monding in het Veluwemeer.

Maatregelen die tot significante schade leiden voor de huidige functie hoeven volgens de KRW niet genomen te worden en bepalen daarmee het Maximaal Ecologisch Potentieel (MEP) (Otte, Arntz et al., 2008). Waar de beek gedeeltelijk langs de rand van de EHS stroomt en het inrichtingsgebied smal is (tussen A28 en Bloemkampen, zie 3.2.1) kan bij herstel van de natuurlijke loop schade optreden. Hierdoor worden de mogelijkheden in dit traject beperkt. Voor zover maatregelen binnen de EHS en in TOP-lijstgebieden genomen worden kan schade door vernatting (vasthouden/bergen van water in de haarvaten) geaccepteerd worden (zie § 3.2.7).

Omdat beken naast een natuurfunctie ook cultuurhistorische waarden kunnen hebben wordt in de KRW Gebiedsnota Veluwe 2007 (Otte et al, 2008) op basis van de CEW-watercompas (Cultuurhistorie-Ecologie-Water) onderscheid gemaakt in drie categorieën waarbij het primaat naar natuur, cultuurhistorie of een afstemming tussen beide gaat. Voor delen van de Hierdense Beek en de overige HEN-beken in het inrichtingsgebied is gekozen voor het primaat natuur. Herstel van het natuurlijke systeem is hier belangrijk. De

beek wordt zoveel mogelijk hersteld naar de natuurlijke toestand (en dynamiek) en passend in de natuurlijke omgeving. In het Waterplan Gelderland (Gelderland, 2009) en het Waterbeheersplan van Waterschap Veluwe wordt echter voor een aantal trajecten van de Hierdense Beek (Leuvenumse beek) wel gekozen voor de afstemming met cultuurhistorie (WSV, 2009).

3.2.7 Provinciaal Waterplan

Door Provinciale Staten van Gelderland is op 11 november 2009 het Waterplan Gelderland voor 2010-2015 vastgesteld (Gelderland, 2009). In dit plan wordt beschreven welke doelen de provincie stelt voor het waterbeheer in de provincie, welke maatregelen nodig zijn om die doelen te halen en van wie verwacht wordt ze uit te voeren. Het plan maakt deel uit van een samenhangend stelsel van Europees (KRW) en landelijk (Waterwet)beleid dat vervolgens wordt doorvertaald naar lagere overheden (Waterschappen en Gemeenten). Het beleid is geformuleerd binnen (deel)stroomgebieden. Het inrichtingsgebied valt binnen deelstroomgebied Rijn-Midden en het KRW-oppervlaktewaterlichaam 'Hierdense Beek'. Vanwege de samenhang met diverse andere beleidskaders zijn veel relevante zaken uit het Waterplan Gelderland bij andere thema's (paragrafen) in dit hoofdstuk zoals KRW (3.2.6) besproken.

In het Waterplan Gelderland wordt een aantal doelen omschreven die binnen verschillende termijnen gehaald moeten worden. Voor het inrichtingsgebied is o.a. van belang dat in 2015 *'Beheer en onderhoud van de oppervlaktewateren zijn afgestemd op beschermde vissoorten en de vissoorten van de Rode Lijst.'* en *'Alle HEN-wateren zijn optrekbaar voor vissen, voor zover in overeenstemming met de streefbeelden en de bescherming van kwetsbare populaties.'* Voor het inrichten van de beek betekent dit dat er voldoende geschikte (deel)habitats zijn, bijvoorbeeld paai- en opgroei-habitats en het ontbreken van barrières in de vorm van stuwen of te hoge stroomsnelheden. Om dit te bereiken wordt in het plan veel aandacht gegeven aan het verbeteren van de mogelijkheden van vismigratie door het opheffen van barrières en het bevorderen van voldoende variatie in habitats.

Voor het verbeteren van de ecologische kwaliteit is ook de belasting met stoffen van belang. In de Hierdense Beek spelen problemen met stikstof (m.n. nitraat) en in mindere mate fosfaat in het bovenstroomse gebied (in de Agrarische Enclave Uddel-Elspeet). Binnen het Landgoed Staverden is hiervoor een inrichtingsplan ontwikkeld om de nutriëntenbelasting terug te dringen (Mullekom, Smolders et al., 2009). Ook in het voorontwerp Herstelplan worden voorstellen gedaan in het bovenloopgebied en richt zich vooral op verdrogingsbestrijding en natuurherstel op graslandpercelen direct langs de beek. Het waterschap is zelf bezig met plannen/maatregelen om iets aan de waterkwaliteit zelf te doen: Raamplan (en aanleg) helofytenfilters/vloeivelden (Broos-rapport), het project 'Boeren voor schoon Water' en binnen de regeling Blauwe Diensten o.a. Bufferstroken Waterkwaliteit (Luijendijk en Hunink, 2009). Het onderhavige inrichtingsplan heeft geen invloed op dit bovenstrooms gelegen gebied en de mate waarin de waterkwaliteit daar beïnvloed wordt. Binnen het inrichtingsgebied moeten maatregelen gericht zijn op de mogelijke verbetering van de inrichting en verbetering van de waterkwaliteit, bijvoorbeeld door het beperken van uitspoeling van stikstof en fosfaat. In elk geval mogen inrichtingsmaatregelen (zoals vernatting) niet leiden tot een afname van de kwaliteit door toename van uitspoeling. Anders moeten mitigerende maatregelen worden getroffen.

Ter bestrijding van regionale wateroverlast wordt volgens het Wb21 principe 'vasthouden-bergen-afvoeren' in het bovenstroomse deel van de Hierdense Beek (buiten het inrichtingsgebied) waterberging nagestreefd en benedenstrooms in de Bloemkampen door verruiming van de watergang. Inrichtingsmaatregelen die gericht zijn op het vasthouden van water in het beekdal dragen bij aan de het vasthouden in de 'haarvaten'. Het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) heeft tot doel het watersysteem in 2015 op orde te hebben en te

houden ten aanzien van wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit. Hiervoor moet een NBW toets uitgevoerd worden.

Watermaatregelen moeten volgens het Waterplan Gelderland zodanig vorm gegeven worden dat zij zo veel mogelijk ook bijdragen aan versterking van de landschappelijke kwaliteit en behoud van landschappelijke, cultuurhistorische en archeologische waarden. Dit laatste is vooral relevant in relatie tot de sprengtakken in het beekdal.

Het doel van het Waterplan Gelderland voor de landbouw is om ook op de lange termijn in Gelderland het watersysteem zodanig op orde te hebben dat de landbouw economisch concurrerend en duurzaam kan produceren. Landbouwkundige schade door wateroverlast en -tekort wordt zo veel mogelijk voorkomen.

Voor de natte natuur is de opgave de optimale waterhuishoudkundige omstandigheden te herstellen of te behouden. Voor het inrichtingsgebied valt dit onder een aantal van de kernkwaliteiten en omgevingscondities uit de streekplanuitwerking (Gelderland, 2005). In navolging van het Rijksbeleid wordt herstel geconcentreerd in 35 TOP-lijstgebieden waar herstelmaatregelen uiterlijk in 2013 gerealiseerd zouden moeten zijn (Gelderland, 2009).

Verdrogingsbestrijding
Verdrogingsbestrijding in Gelderland is geconcentreerd in 35 TOP-lijstgebieden (Gelderland, 2009). De concrete invulling van de verdrogingsbestrijding van de TOP-lijstgebieden gebeurt via een gebiedsgericht proces, waarbij het vaststellen van het GGOR het belangrijkste doel is. Herstel van verdroogde natte landnatuur betekent optimalisering van de waterhuishouding. Dat kan leiden tot maatregelen in het natuurgebied (interne maatregelen zoals bijvoorbeeld afplaggen) en daarbuiten (maatregelen in het watersysteem zoals opzetten van het oppervlaktewaterpeil of het verondiepen van watergangen). Ter voorkoming van onherstelbare schade aan de natuur, met name in Natura 2000-gebieden moeten uiterlijk in 2015 de watercondities op orde gebracht zijn. De regie voor herstel van TOP-lijstgebieden ligt bij de provincie. Voor de Hierdense Beek (KRW, HEN) ligt de regie bij Waterschap Veluwe.

Het inrichtingsgebied valt deels samen met de TOP-lijstgebieden 'Dal Staverdense Beek' en 'Hierdense Beek/Bloemkampen'. In de TOP-lijstgebieden die ook binnen de EHS liggen, krijgt optimalisatie van de watercondities voor de functiegebieden natte natuur voorrang. Buiten de TOP-lijstgebieden, maar binnen de EHS, zijn negatieve effecten van vernattingsmaatregelen acceptabel. Buiten de TOP-lijstgebieden en EHS mogen geen negatieve effecten optreden en wordt de waterhuishouding geoptimaliseerd voor het overwegend grondgebruik (Luijendijk en Hunink, 2009).

HEN-en SED-wateren
In het Derde Waterhuishoudingsplan van de provincie Gelderland (WHP3, 2006-2010) en het Waterplan Gelderland 2010-2015 zijn (stromende en stilstaande) wateren met hoge ecologische waarden onderscheiden. Er is onderscheid gemaakt in HEN-wateren (wateren van het Hoogste Ecologische Niveau) en SED-wateren (wateren met een Specifieke Ecologische Doelstelling). Voor het ruimtelijk beleid zijn de HEN-wateren van belang. De HEN-wateren behoren tot het groenblauwe raamwerk en op alle HEN-wateren is het 'nee, tenzij'-beleid van toepassing (Gelderland, 2005; Gelderland, 2009). Van belang voor de ecologische kwaliteit van HEN-wateren zijn de natuurlijke morfologie van de beek, een regelmatige waterafvoer met natuurlijke variatie in stroming en peilen, de waterkwaliteit en de samenhang van het water met het omliggende landschap en het grondgebruik. De in het WHP3 ingestelde beschermingszones voor HEN-wateren zijn in het huidige Waterplan Gelderland vervallen. Nog wel gelden voor de Hierdense Beek (hoofdbeek) de wettelijke vijf meter-zones vanuit het Rijksmestbeleid.

Als kernkwaliteiten voor HEN-wateren worden in de streekplanuitwerking 'natuurlijke morfologie', 'waterkwaliteit', 'watervoering' en 'verbondenheid met het landschap' genoemd (Gelderland, 2005). De ontwikkelingsopgave is de verbetering van deze kernkwaliteiten.

In het inrichtingsgebied komen een aantal waterlopen voor die de status van HEN-wateren hebben (Hoogste Ecologisch Niveau). Het betreft vrijwel alle beken in het gebied: Leuvenumse beek, Hierdense Beek, Oostermheenbeek, Tochtsloot, Killenbeek en Varelse beek (zie Figuur 3). Deze wateren zijn vooral afhankelijk van de waterkwaliteit en morfologie van de oevers en zo sterk afhankelijk van de omgeving dat beken en omgeving als één geheel te beschouwen zijn (Gelderland, 2009). Voor de bescherming in verband met de waterkwaliteit langs HEN-wateren wordt door de provincie verwezen naar het Lozingsbesluit Open teelt en Veehouderij van de rijksoverheid. Het Zilverbeekje dat bij de A28 afsplitst van de Hierdense Beek en er voorbij camping Beekzicht weer in stroomt is een SED-water maar stroomt grotendeels buiten het inrichtingsgebied.

3.2.8 Archeologie - Verdrag van Malta

Het verdrag van Malta bepaalt dat archeologische waarden expliciet als onvervangbaar onderdeel van het cultureel erfgoed worden beschouwd. Het accent ligt op behoud en beheer van archeologische waarden in de bodem en op het zoveel mogelijk beperken van de noodzaak om archeologische waarden op te graven. Bij de besluitvorming over ruimtelijke ingrepen moeten archeologische waarden daarom worden meegewogen en waar mogelijk worden ontzien. Wanneer bij ruimtelijke ingrepen bescherming en inpassing van archeologisch waardevolle terreinen niet mogelijk blijkt, zal de historische informatie door verantwoord archeologisch onderzoek moeten worden veiliggesteld. Het archeologische belang is daarmee een erkend onderdeel van het planologische besluitvormingsproces.

Wanneer behoud niet mogelijk is en er dus archeologische waarden verstoord moeten worden, is de veroorzaker verantwoordelijk voor het vroegtijdig (laten) uitvoeren van archeologisch (voor)onderzoek en de financiering daarvan. Onderzoek moet worden uitgevoerd door deskundigen en worden afgesloten met een schriftelijke wetenschappelijke verslaglegging. Tot de archeologische waarden behoren zowel de bekende waarden als de (nog) onbekende potentiële waarden. Bekende waarden zijn de archeologische vindplaatsen, waarvan een deel is geregistreerd als AMK-terrein op de archeologische monumentenkaart van Gelderland. Een deel van deze vindplaatsen heeft een wettelijk beschermde status. Naast de bekende archeologische waarden kunnen er nog veel onbekende potentiële waarden in de bodem aanwezig zijn. Om de kans op het voorkomen van deze waarden in te kunnen schatten zijn op nationaal niveau (IKAW) en per gemeente archeologische verwachtingenkaarten vervaardigd. Op de gemeentelijke archeologische verwachtingen kaarten staan zowel de monumenten en overige vindplaatsen als de kans op het aantreffen van archeologie in de bodem. Voor het inrichtingsgebied worden in paragraaf 4.10 de archeologische verwachtingskaarten van de betreffende gemeenten besproken.

3.2.9 Cultuurhistorie

In het inrichtingsgebied is een aantal cultuurhistorische elementen en kenmerken aanwezig waar bij de inrichting rekening gehouden moet of kan worden. Te denken valt aan sprengen, (resten van) watermolens, wateren op landgoederen of aan verkavelingspatronen. De mate waarin dat plaats vindt is ook afhankelijk van de prioriteit die aan natuur of cultuur gegeven wordt (zie ook § 3.2.6). Van de verschillende beeklopen in het dal van de Leuvenumse beek is echter niet altijd goed bekend wat de oorsprong en cultuurhistorische waarde is.

Bij een onderzoek naar de cultuurhistorische waarde van het Veluwse Sprengenlandschap is het bekenstelsel van de Leuvenumse Beek / Hierdense Beek / Staverdense Beek hoog gewaardeerd (Renes, Meijer et al., 2002). Dit oordeel zal mede gebaseerd zijn op de elementen die op het Landgoed Staverden nog aanwezig zijn. In het inrichtingsgebied zijn vooral de Rode spreng, de resten van de Zandmolen en de Hessenmolen en het opgeleide traject bovenstrooms van de Zandmolen van belang. Deze waarden moeten niet aangetast worden door de inrichting. In het rapport 'Zorg voor Watererfgoed Waterschap Veluwe' (Batelaan en Ekamper, 2010) wordt de Hierdense Beek één van de top-10 kansrijke projecten genoemd.

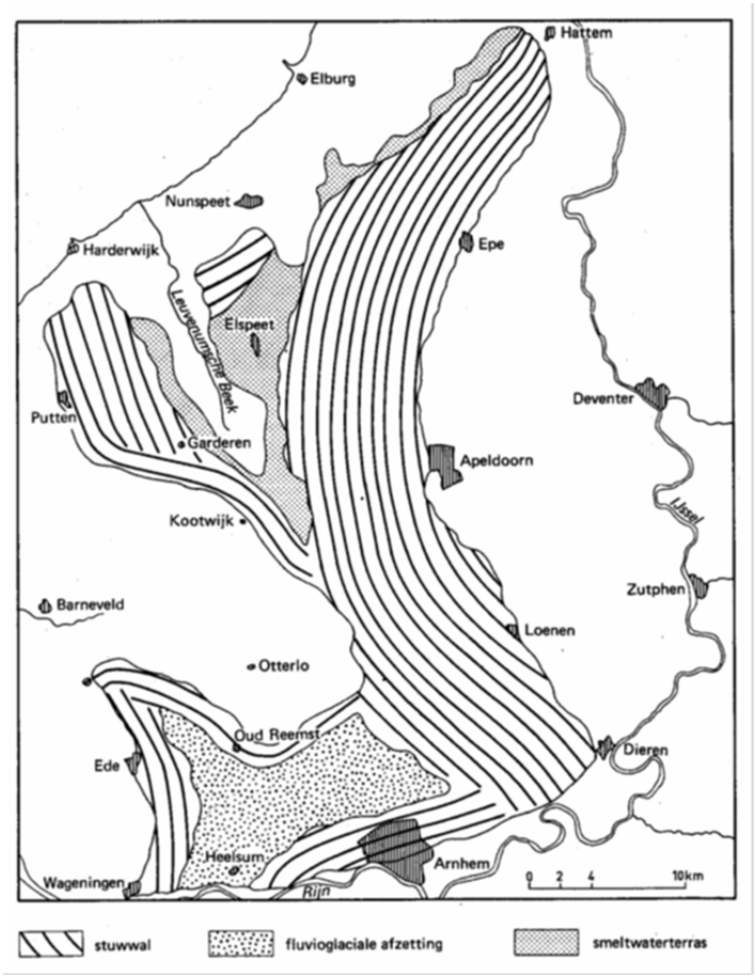
3.3 Overige projecten

STOWA watermozaïekproject Dood hout"'
In het kader van het KRW-innovatieproject 'Beekdalbreed hermeanderen' is een KRW-innovatiesubsidie verstrekt voor een experiment waarbij door het inbrengen van dood hout in de beek gestreefd wordt naar verbetering van zowel morfologische als hydrologische omstandigheden in de Leuvenumse beek, waardoor ook de ecologische kwaliteit kan toenemen. De maatregel is in februari 2011 uitgevoerd en zal gedurende anderhalf jaar gevolgd worden. Omdat het effect van deze maatregel over langere tijd gemonitord moet worden, worden in hetzelfde traject voorlopig geen andere maatregelen genomen , aangezien die de ontwikkelingen zouden kunnen beïnvloeden.

Bosreservaten
Voor de bosreservaten is het van belang de natuurlijke bos- en vegetatieontwikkeling te kunnen volgen. In het geval er een goed gedocumenteerde verandering (in dit geval verbetering) van de waterhuishouding optreedt, willen de verantwoordelijke onderzoekers graag vooraf de nul-situatie vastleggen om vervolgens de veranderingen te kunnen volgen (mondelinge mededeling R.J. Bijlsma, namens Alterra betrokken bij het onderzoek in bosreservaten).

4 Huidige situatie

De beschrijving van de huidige situatie heeft tot doel om aan te geven hoe het systeem op verschillende niveaus functioneert (geomorfologie, hydrologie en bodem) en wat de huidige natuurwaarden zijn. Hierbij komen een aantal knelpunten naar voren ten aanzien van terrestrische en aquatische natuurdoelen. In het volgende hoofdstuk wordt in een knelpuntenanalyse aangegeven hoe deze knelpunten, binnen de kaders van het huidige beleid kunnen worden opgelost.

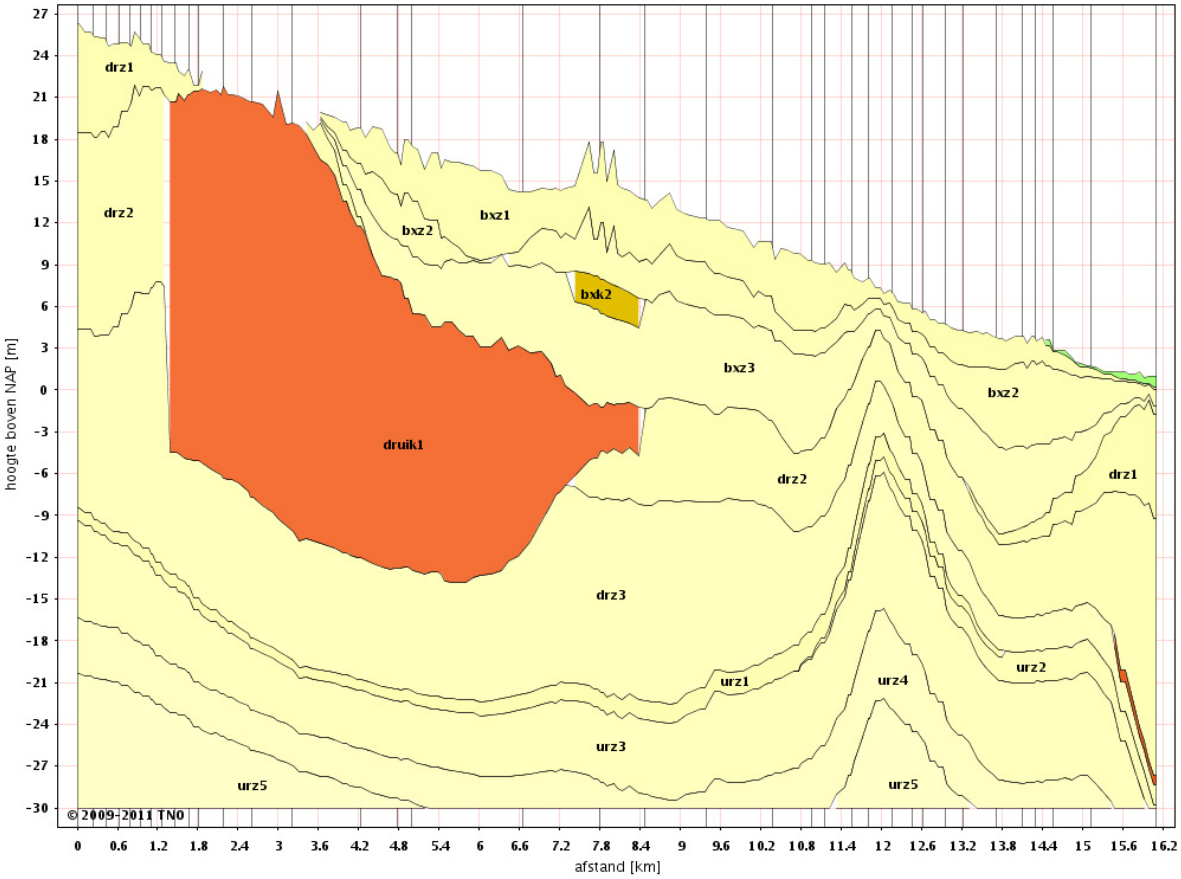


Figuur 8

Ligging van de Leuvenumse Beek tussen de stuwwal van Ermelo-Garderen, Elspeet en de oosteljke Veluwe.

Omdat de geomorfologie bepalend is voor het ontstaan en de ontwikkeling van de beken in het gebied, worden deze aspecten als eerste besproken in paragraaf 4.1 en 4.2. Deze informatie is gebruikt om het inrichtingsgebied op te delen in een aantal deelgebieden in paragraaf 4.3. Deze gebiedsindeling wordt gebruikt als basis voor de verdere bespreking van de huidige abiotische situatie in paragraaf 4.4 (grondwater) en fosfaattoestand (4.5) en de huidige biotische kwaliteiten van de terrestrische- (4.6) en aquatische natuur (4.7)

en overige fauna (4.8). In paragraaf 4.9 wordt nog stilgestaan bij de overige functies in het gebied, die mogelijk beïnvloed kunnen worden door inrichtingsmaatregelen (landbouw en bebouwing). Tot slot worden in 4.10 de archeologische verwachtingswaarden besproken.



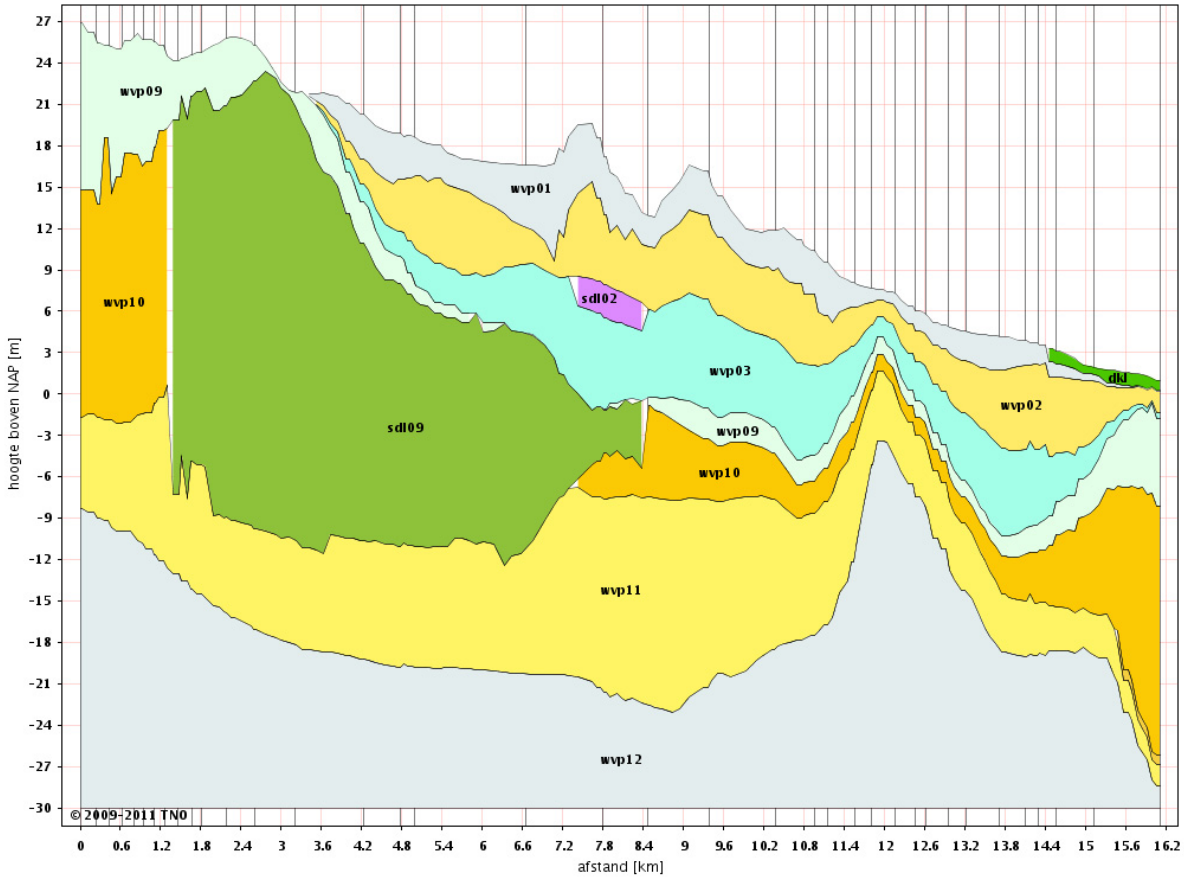
Figuur 9

Geologisch lengteprofiel door het dal van de Leuvenumse en Hierdense Beek. De ligging van het lengteprofiel (1) is weergegeven in Figuur 14, links is zuid, rechts noord (bron: Dino-database; Hydrogeologische model Regis II.1, 2008). De codes in Figuur 9 t/m Figuur 13 zijn afkomstig uit de Dino-database. Waar relevant wordt er in de tekst naar verwezen.

4.1 Geologie en geomorfologie

De Leuvenumse Beek (het deel van de Hierdense Beek in het Leuvenumse Bos) ligt in een opgevuld glaciaal tongbekken, gevormd in de voorlaatste ijstijd (Saalien), gelegen tussen de door het landijs opgedrukte stuwwallen van Ermelo-Garderen, Elspeet en de oostelijke Veluwe (Figuur 8). Het tongbekken is ca. 40 m diep. De onderzijde van de afzettingen die door het landijs of tijdens het afsmelten van het landijs zijn gevormd en waarmee het dal is opgevuld (Formatie van Drenthe), ligt op het diepste punt op ca. 21 m - NAP. De geohydrologische opbouw van het lengte profiel van de Leuvenumse Beek is weergegeven in de figuren 9 en 10. Voor de in de figuren gebruikte codes wordt verwezen naar de Dino-database. Waar relevant worden in de tekst codes toegevoegd waarmee lagen of pakketten zijn aangeduid in de figuren. De ligging van het lengteprofiel en de hierna beschreven dwarsprofielen is weergegeven in Figuur 14. De Formatie van Drenthe bestaat, in het tongbekken van de Leuvenumse Beek, uit verschillende afzettingen. Door ijssmeltwaterstromen zijn dikke pakketten grof zand, deels afkomstig van de naastgelegen stuwwallen, in verschillende fasen in het

tongbekken afgezet. In het zuidelijk deel van het dal, ongeveer tot Leuvenum (aan de zuidrand van het inrichtingsgebied), ligt een dik pakket lacustroglaciale afzettingen (Laagpakket van Uitdam. Deze afzettingen ,afgezet in een ijssmeltwatermeer, zijn sterk gelaagd en variëren van klei, tot uiterst grof zand. De klei is door smeltwater in suspensie in het meer aangevoerd en daar bezonken, het zandige materiaal is vanaf de stuwwallen door massabeweging (slumps) het smeltwatermeer in gegleden. De lacustroglaciale afzettingen zijn slecht doorlaatbaar. In dwarsprofiel 2 (Figuur 11) is de verbreiding van de lacustroglaciale afzettingen dwars op het beekdal ter hoogte van Leuvenum weergegeven. Zichtbaar is dat deze afzettingen ook in de stuwwal van Elspeet voorkomen en de top van de lacustroglaciale afzetting helt in de richting van het beekdal. In dwarsprofiel 3 (Figuur 12) ontbreken de lacustroglaciale afzettingen.

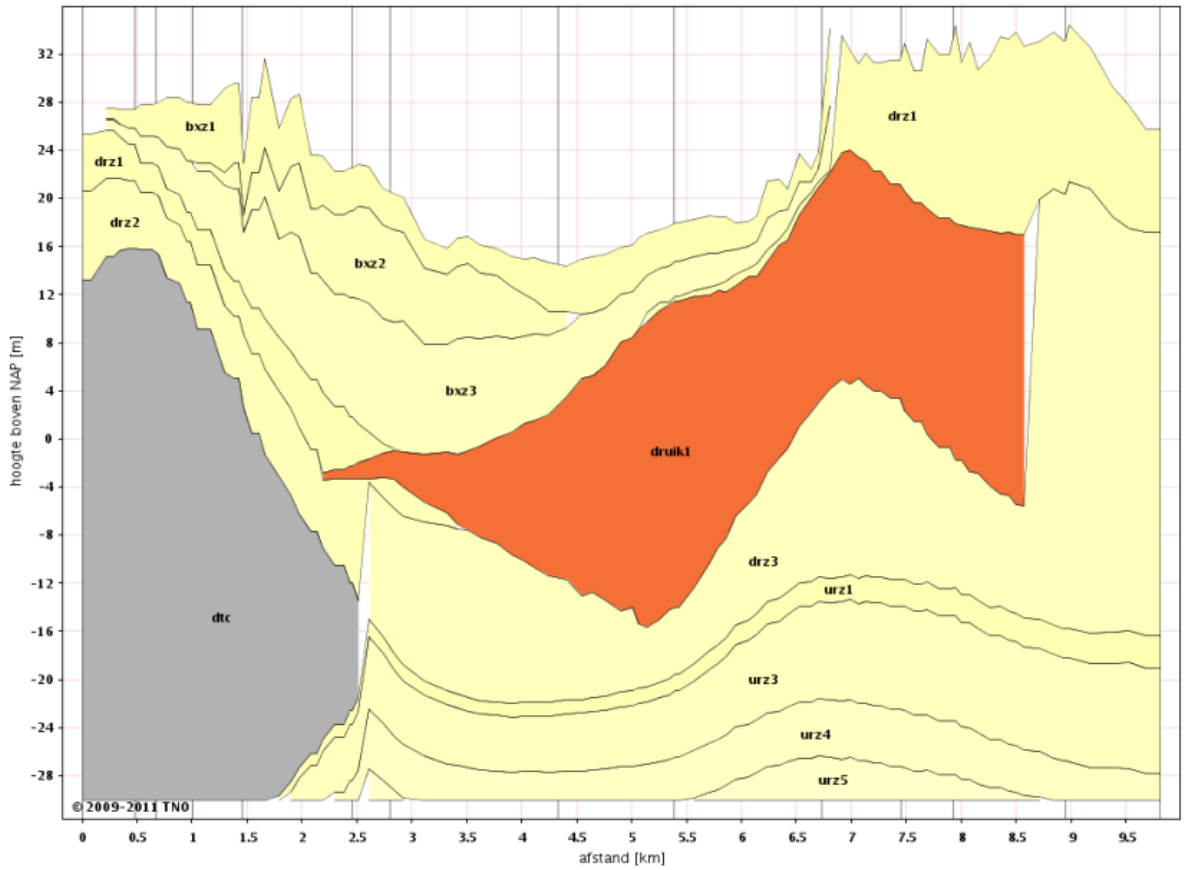


Figuur 10

Geohydrologisch lengteprofiel door het dal van de Hierdense Beek. De ligging van het lengteprofiel is weergegeven in Figuur 14, links is zuid, rechts is noord (bron: Dino-database; geohydrologisch model Regis II.0, provincie Gelderland, 2005). De codes hebben betrekking op verschillende hydrologisch relevante pakketten zoals deze in Regis beschreven zijn: sdl... = slecht doorlatende laag, wvp... = watervoerend pakket.

In het lengteprofiel (Figuur 9 en Figuur 10) zien we op km 12 een opduiking van preglaciale afzettingen (urz1-5, Formatie van Urk). Deze opduiking ligt in het verlengde van de stuwwal van Elspeet en vormde waarschijnlijk de drempel voor het ijssmeltwatermeer. Hier vanuit redenerend zou het pakket drz2-afzetttingen ook meer lacustroglaciaal van karakter kunnen zijn, en slecht doorlatende lagen kunnen bevatten. Om hierover een uitspraak te kunnen te kunnen doen zouden de boringen die ten grondslag liggen aan het lengteprofiel op dit punt opnieuw geïnterpreteerd moeten worden.

In dwarsprofiel 4 (Figuur 13) ontbreken de lacustroglaciale afzettingen, maar komen op de westflank van de stuwwal van Elspeet grondmorene-afzettingen (drgk1) voor; keileem dat onder het landijs is gevormd, en later door de druk van het landijs is opgestuwd (Laagpakket van Gieten). Ook deze laag is slecht doorlaatbaar en helt in de richting van het beekdal (zie Figuur 13).



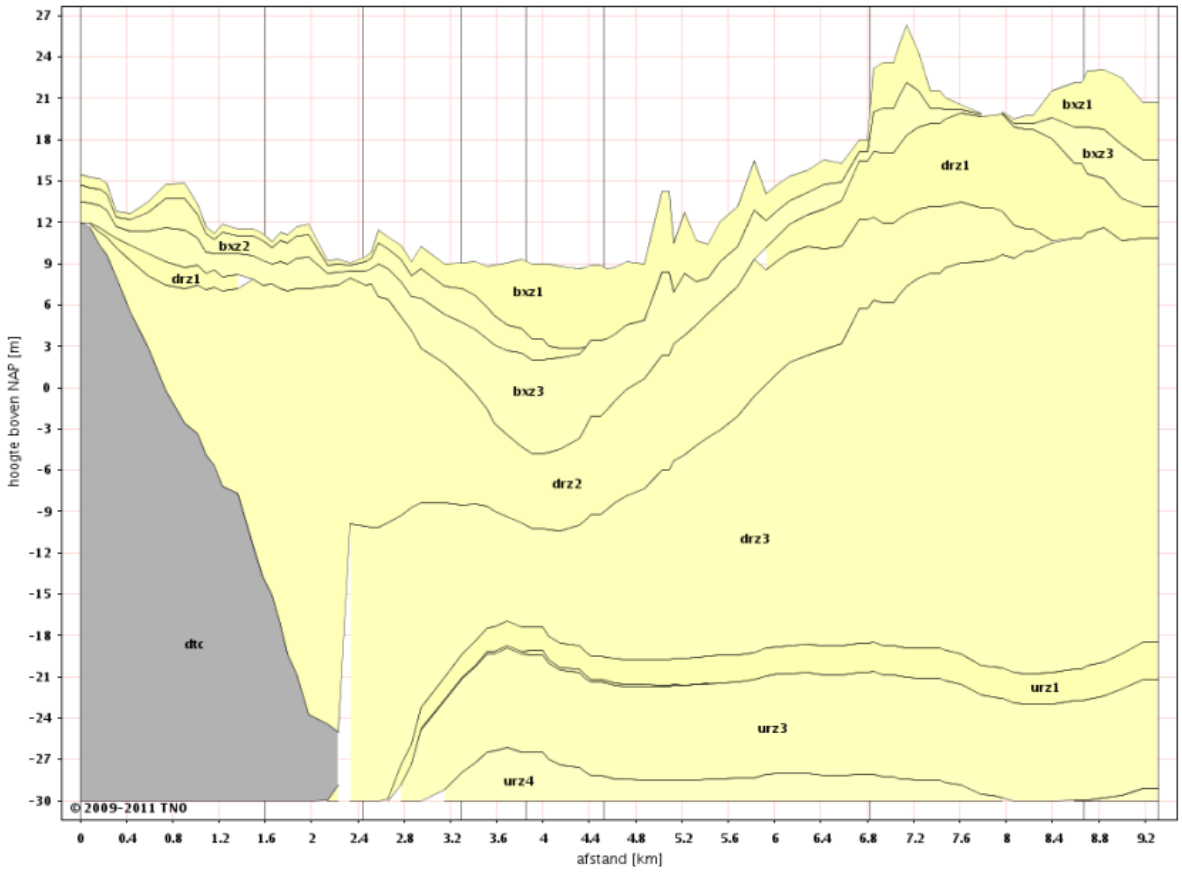
Figuur 11

Geologisch dwarsprofiel door het dal van de Leuvenumse Beek ter hoogte van Leuvenum. De ligging van het profiel (2) is weergegeven in Figuur 14, links is west, rechts oost(bron: Dino-database; Hydrogeologische model Regis II.1, 2008.

De afzettingen van de formatie van Drenthe zijn in de laatste ijstijd (Weichselien) bedekt geraakt met sneeuwsmeltwaterafzettingen (fluvioperiglaciale afzettingen) en dekzand. Beide afzettingen behoren tot de Formatie van Boxtel. De sneeuwsmeltwaterafzettingen liggen als grote puinwaaiers op de flank van de stuwwal tot in het dal van de Hierdense Beek. Sneeuwsmeltwaterafzettingen bestaan uit goed doorlatend matig grof ongesorteerd zand. Het dekzand is vooral ten noorden en ten zuiden van de stuwwal van Ermelo-Garderen in ruggen afgezet. In de luwte van de stuwwal is het pakket dekzand relatief dun. In het Holoceen is in het dal van de Leuvenumse Beek op beperkte schaal veengroei op gang gekomen. In het huidige, ingesneden beekdal van de Leuvenumse Beek treffen we dit veen aan. Dit veen is in de geologische dwarsdoorsneden niet onderscheiden. De ruimtelijk verbreiding van het relatief dunne veenpakket is onbekend. Op de Bodemkaart schaal 1 : 50.000 zijn onder de Koekoek en het Achterste gat meerveengronden (zVz) aangegeven (Eilander, Kloosterhuis et al., 1982). Dit zijn veengronden die onder kwelgevoede omstandigheden ontstaan zijn en waar later een zanddek op is afgezet, in dit geval stuifzand. Uit deze globale bodemkaart is de verbreiding van het

veen onder het stuifzand niet op te maken, deels omdat het op de legenda niet onderscheiden wordt, deels omdat de kaartschaal dat niet toelaat.

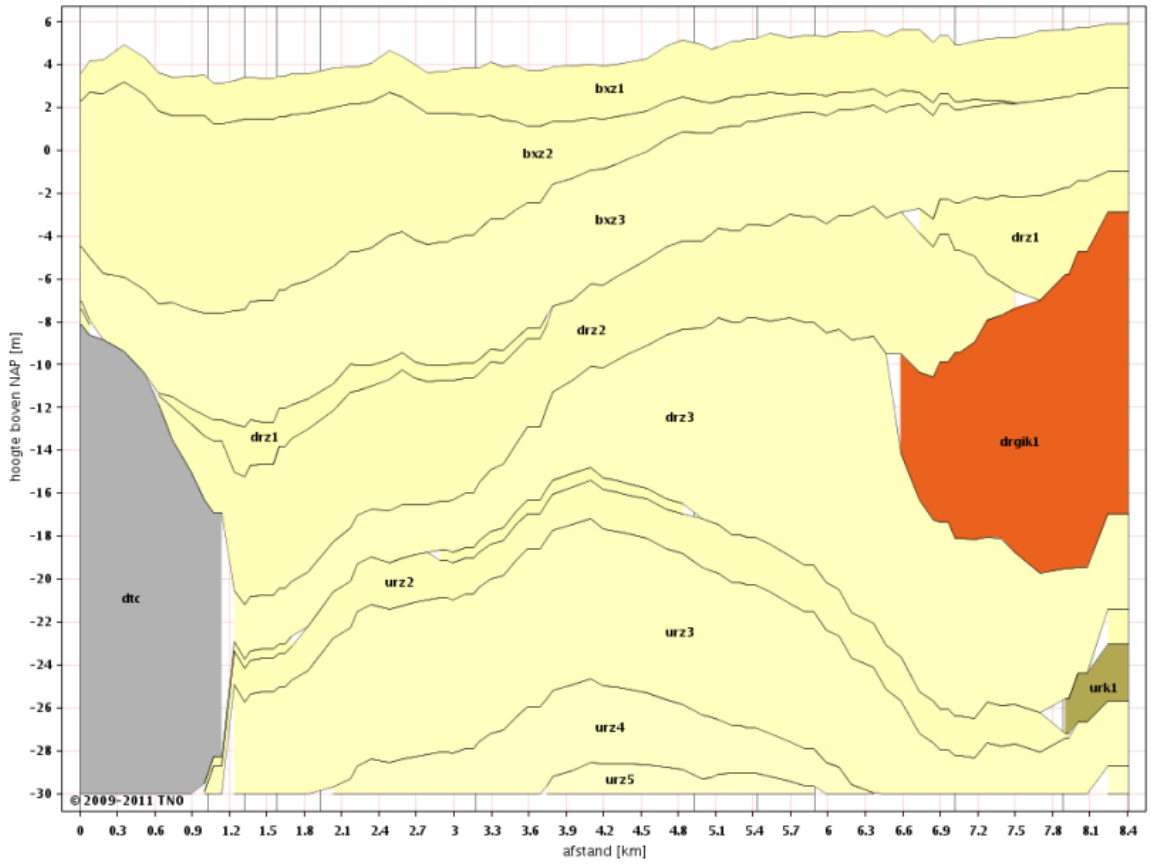
Het noordwestelijke deel van het inrichtingsgebied is sterk beïnvloed vanuit de voorlopers van het huidige IJsselmeer. Vanuit het Flevomeer-estuarium is veen tot ontwikkeling gekomen op de noordwestelijke flank van het Veluwemassief (Bloemkampen). Als gevolg van de doorgaande zeespiegelstijging is het veen in het Flevomeer-estuarium door getijbewegingen grotendeels weer opgeruimd, waarbij de voormalige Zuiderzee ontstond. Langs de Veluwemeerkust, o.a. in Bloemkampen zijn hierbij grofzandige strandwallen opgeworpen en is achter deze strandwallen klei afgezet.



Figuur 12

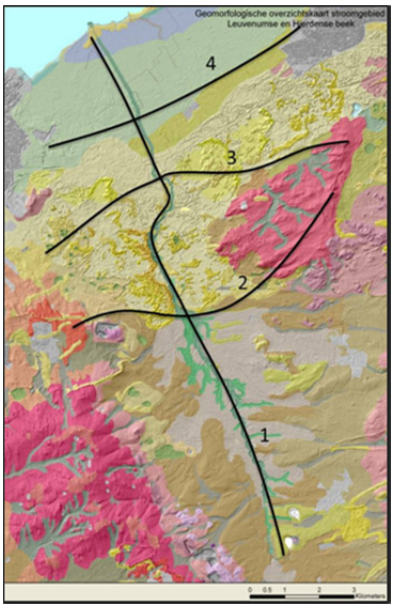
Geologisch dwarsprofiel door het dal van de Leuvenumse Beek ten zuiden van de A28 . De ligging van het profiel (3) is weergegeven in Figuur 14, links is west, rechts oost (bron: Dino-database; Hydrogeologische model Regis II.1, 2008).

De dekzandruggen zijn in het Holoceen vanaf de middeleeuwen verstoven door overbegrazing en verdroging, mogelijk als gevolg van ontginning van de grootschalige veengebieden in de Gelderse Vallei. Dit heeft geleid tot het ontstaan van de grote stuifzandgebieden van het Beekhuizer-, Hulshorsterzand en het Leuvenumse Bos aan de noordzijde van de stuwwal en het Stroesche- en Caitwickerzand aan de zuidzijde van de stuwwal van Ermelo-Garderen. Hierdoor is het oorspronkelijke beekdal van de Leuvenumse Beek dicht gestoven.



Figuur 13

Geologisch dwarsprofiel door het dal van de Hierdense Beek ten noorden van de A28 . De ligging van het profiel (4) is weergegeven in Figuur 14, links is west, rechts oost (bron: Dino-database; Hydrogeologische model Regis II.1, 2008).



Figuur 14

Ligging lengte- en dwarsprofielen in het dal van de Hierdense Beek. Ondergrond: Geomorfologische kaart van Nederland.

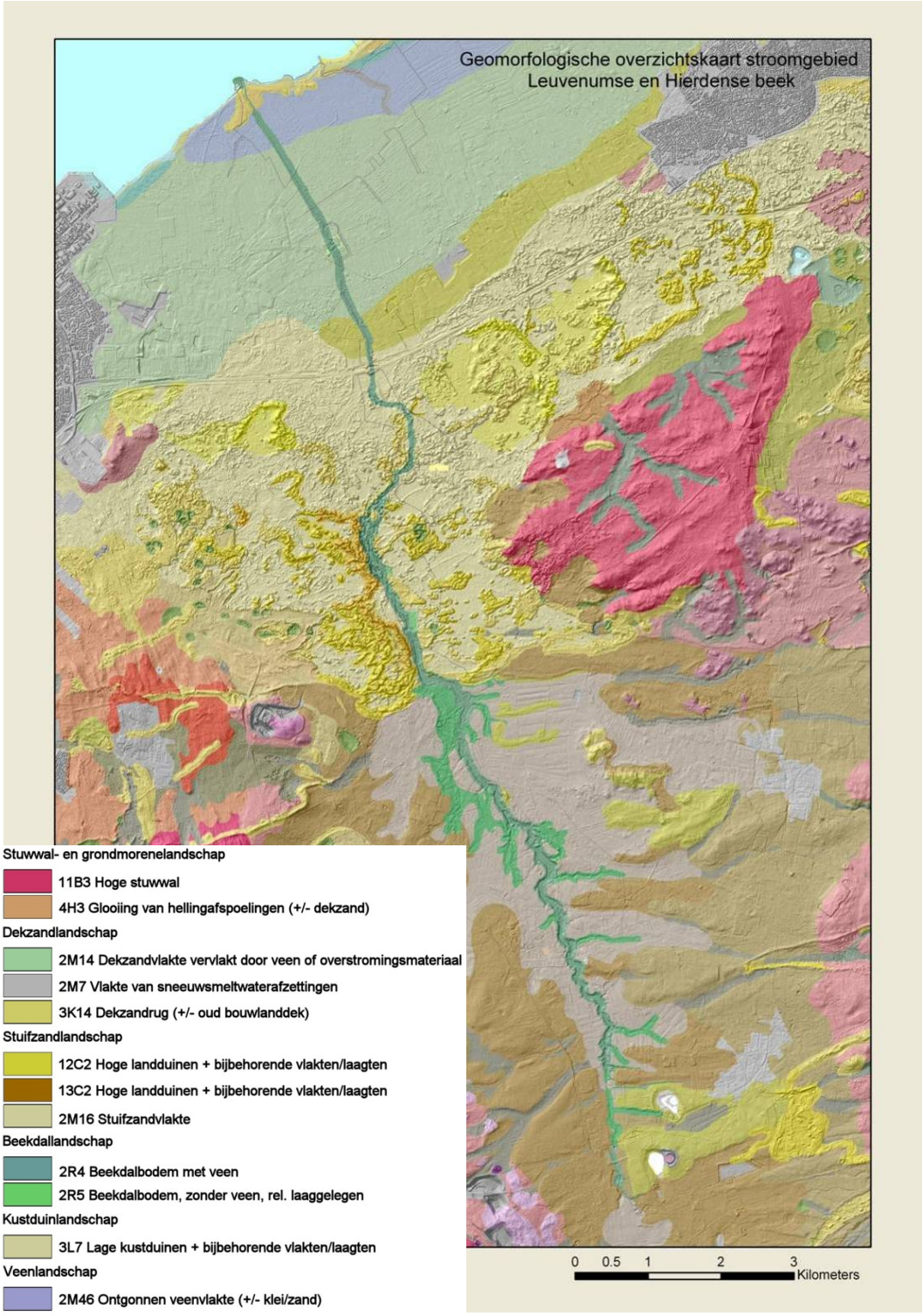
4.2 Beken

4.2.1 Geomorfologische karakterisering

De geomorfologie van het beekdal van de Hierdense Beek en omgeving is weergegeven in Figuur 15. Voor de verklaring van de in de tekst gebruikte codes wordt verwezen naar de toelichting bij de Legenda van de Geomorfologische kaart van Nederland (Ten Cate en Maarleveld, 1977). De Hierdense Beek stroomt in drie landschappelijke zones:

- De bovenloop van de Hierdense Beek (ook wel Staverdense Beek genoemd) ligt in een vlakte van smeltwaterafzettingen (2M7) omgeven door daluitspoelingswaaiers (4H4) vanaf de stuwwallenflanken. De Hierdense Beek heeft zich in het Holoceen ingesneden in de goed erodeerbare sneeuwsmeltwaterafzettingen (fluvioperiglaciaal) en een beekdal met een meanderend verloop gevormd. In het ingesneden beekdal is veen gevormd (bodemtype zVz) Aan het beekdal grenzen een aantal laaggelegen overstromingsvlakten. Het zuidelijk deel van het inrichtingsgebied, bij de Rode Spreng, vormt de noordelijke begrenzing van deze zone.
- De middenloop van de Hierdense Beek (ook wel Leuvenumse Beek genoemd) ligt in het stuifzandgebied van het Leuvenumse bos. Het stuifzandgebied bestaat uit een tot op het grove fluvioperiglaciale zand uitgestoven stuifvlakte (2M7) met lage (3,4L8) en hoge (12C4) stuifduinen. Net als in de bovenloop heeft de Hierdense Beek in de loop van het Holoceen in de fluvioperiglaciale vlakte een dal uitgesneden. Ook in dit deel van het dal van de Hierdense Beek is veen gevormd en zijn kleiige beekafzettingen afgezet. In de middeleeuwen is waarschijnlijk sprake geweest van een veel breder dal met een venige en kleiige beekdalbodem, waarin de beek nog vrij kon meanderen. Door de verstuiving zijn vanaf de Late Middeleeuwen delen van het dal vol gestoven en is het veen geheel met stuifzand bedekt. Tussen Leuvenum en de Zandmolen (Koekoek en Achterste gat) heeft men, ten tijde van de grote verstuivingen, de kern van het beekdal, waarin mogelijk vloeivelden lagen, grotendeels vrij kunnen houden van stuifzand. Aan de westkant van het beekdal liggen hier hoge landduinen die waarschijnlijk ontstaan zijn doordat het stuifzand opgevangen werd in (mogelijk aangeplante) begroeiing. Tussen deze rug en het huidige beekdal ligt een zone met relatief vlak stuifzand. Dat kan een aanwijzing zijn voor het voorkomen van veen onder het stuifzand (Van Delft en Maas, 1988). In het huidige beekdal, ligt onder de graslanden van Koekoek en Achterste gat slechts een dun stuifzandpakket op het veen, maar dat veen loopt dus waarschijnlijk door onder de stuifzandpakketten aan weerszijde. Het beekdal is hier nog goed herkenbaar. Stroomafwaarts van de Zandmolen is de exacte ligging van het dal en de verbreiding van het veen als gevolg van de overstuiving niet meer aan maaiveld zichtbaar, maar in de beekloop is vaak wel de voormalige venige beekdalbodem herkenbaar. Voor een juiste analyse van het landschap en de knelpunten en een onderbouwing van de maatregelen is aanvullend booronderzoek naar de ligging van het venige beekdal noodzakelijk.
- De middenloop mondde na de passage van de dekzandrug van Hierden oorspronkelijk uit in een veenvlakte op de flank van het Veluwemassief naar de Zuiderzee. Tijdens de maximale uitbreiding van het veen in het Holoceen, was het veenpakket op de flank van de Veluwe waarschijnlijk aanzienlijk dikker dan in de huidige situatie. Van een duidelijk beekdal was hier toen in dit traject geen sprake. Er zijn in de benedenloop geen sporen van een natuurlijk beekdal waargenomen, zodat we aannemen dat de beek in de natuurlijke situatie hier uitmondde in een veenmoeras. Door de vorming van de Zuiderzee is veel veen in het Flevomeer-estuarium geërodeerd. Daarna heeft de mens de veenvlakte ontwaterd en ontgonnen door de aanleg van een stelsel van ontwateringssloten (o.a. de Tochtsloot), waarin ook de Hierdense Beek is opgenomen. Door de ontwatering is het veen dunner geworden en komt naarmate men hoger op de helling komt het dekzand en fluvioperiglaciaal zand steeds vaker aan maaiveld voor. Op de geomorfologische kaart is deze zone weergegeven als een verspoelde dekzandvlakte met veen (2M14). De laagste delen van veen op de noordwestelijke flanken van het Veluwemassief zijn in de Zuiderzeefase bedekt geraakt met een dunne laag klei. Op de grens met de voormalige Zuiderzee is een zandige strandwal/brandingsrug gevormd (Figuur 15). De benedenloop

van de Hierdense Beek ligt in de huidige toestand, relatief diep ingesneden in de verspoelde dekzandvlakte en heeft het karakter van een gegraven beek. Dit geldt ook voor de overige beken in het inrichtingsgebied.



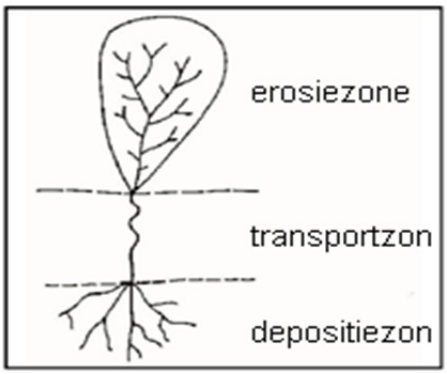
Figuur 15

Geomorfologische kaart van het stroomgebied van de Hierdense Beek.

4.2.2 Morfologische karakterisering van het beeksysteem

De beschreven karakterisering in paragraaf 3.2.1 vertoont overeenkomsten met Schumm (1977). Daarin wordt onderscheid gemaakt in drie verschillende zones in het stroomgebied van beken en rivieren (Figuur 16):

- Erosiezone: hooggelegen zone waar kleine beken ontstaan door regen- en smeltwater en kwelwater. Deze beken verenigen zich tot grotere beken. In deze zone overheerst erosie en worden stoffen en sediment opgenomen.
- Transportzone: in deze zone - tussen de hoog- en laaggelegen zones - ligt het accent op doorvoer van water en de producten uit de erosiezone (stoffen, grind, zand en klei). In deze zone is evenwicht tussen sedimentatie en erosie. Veranderingen in aanbod van sediment en water resulteren in aanpassingen van het patroon en de morfologie van de bedding.
- Depositiezone: laaggelegen zone waarin de erosieproducten worden afgezet.



Figuur 16
Schematisch weergave erosie-, transport- en sedimentatie zone (Schumm, 1977).

Passen we dit model toe op de Hierdense Beek, dan blijkt dat voor de oorspronkelijke situatie deze morfologische zonering goed aansluit op de landschappelijke zonering zoals beschreven in paragraaf 4.2.1. De erosiezone komt overeen met de bovenloop ten zuiden van het inrichtingsgebied (Staverdense beek). Oorspronkelijk bevindt de transportzone zich in het traject door de Leuvenumse bossen en het dekzandgebied te noorden daarvan. In de actuele situatie is de depositiezone door het verdwijnen van het veenmoeras stroomafwaarts verschoven en ligt deze nu in het Veluwemeer. De depositiezone is transportzone geworden. Door onvoldoende aanvoer van sediment, het relatief lage Veluwemeerpeil en de hoge steile erosiebestendige oevers treedt hier verticale erosie van de bedding op.

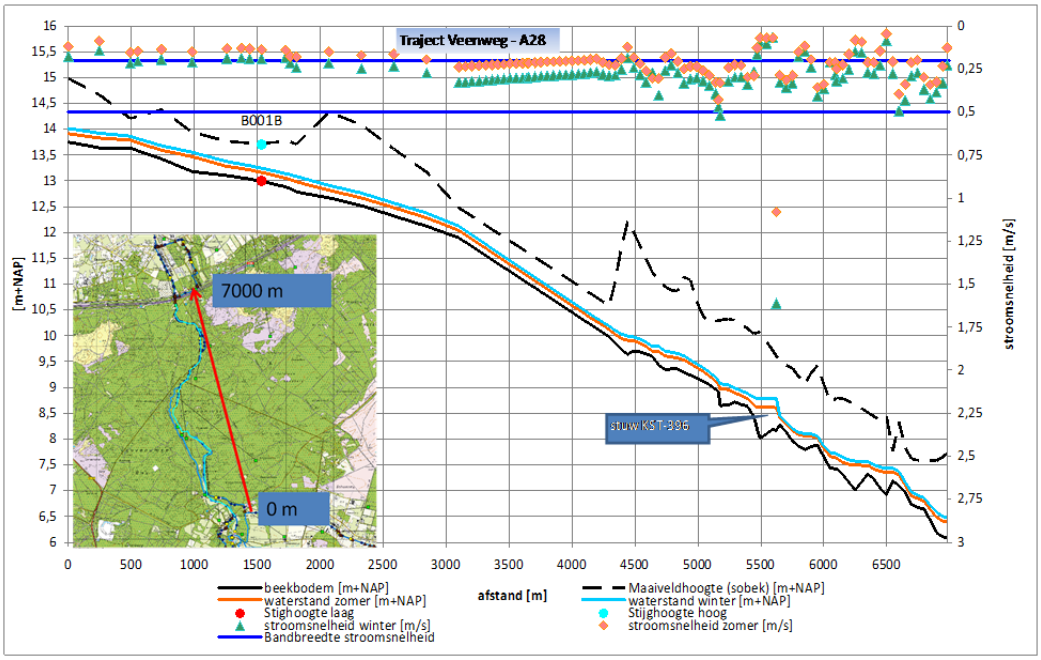
De huidige beeklopen hebben deels een kunstmatig karakter. In het Dal van de Leuvenumse Beek zijn de oorspronkelijke beeklopen nog deels te herkennen, maar er zijn ook gegraven beeklopen ten behoeve van de watermolens of de ontwatering van natte delen van het dal, zoals het Grote Water. Ook zijn waarschijnlijk beeklopen door de stuifzandafzettingen gegraven die het beekdal verstopten. Veel van deze beeklopen liggen vrij diep in het beekdal ingesneden. Niet overal is duidelijk of ze zo diep gegraven zijn of dat ze door erosie diep ingesneden zijn. Uit veldbezoek van Alterra bleek dat de huidige beekbodem vrijwel overal dieper ligt dan de oorspronkelijke beekdalbodem die in de flanken van de oevers vaak terug te zien is. Waar dit het geval is, vormt deze kleiig venige laag een weerstand tegen zijwaartse erosie waardoor de beek een zogenaamd ‘natuurlijk rechte’ loop kent (zie Figuur 17). In de jaren 90 zijn beekherstelmaatregelen uitgevoerd, waarbij een aantal meanders is uitgegraven (Van ‘t Hullenaar, 1993). Op enkele trajecten heeft dit echter geleid tot droogval omdat onder de beekbodem geen afsluitende laag voorkwam en de beek in een infiltratietraject lag (Ter Stege, Ketelaar et al., 2011). Bij inrichtingsmaatregelen is dit een aandachtspunt, omdat de verbreiding

van de voormalige beekdalbodem onder het stuifzand onvoldoende bekend is. Ook is nog onvoldoende duidelijk in hoeverre de voormalige beekdalbodem van invloed is op het lokale hydrologische systeem. Voordat meanders uitgegraven worden of een afdichtende leemlaag in de bedding wordt aangebracht moet dit aspect eerst beter onderzocht worden. Het verdient aanbeveling om hier eerst aanvullend veldonderzoek voor te doen. Benedenstrooms van het Leuvenumse bos is de loop van de Hierdense Beek en de overige beken volkomen kunstmatig en recht. Alleen de Killenbeek vertoont geen recht verloop. De benedenloop van deze beek is waarschijnlijk een voormalige kreek (mondelinge mededeling E. ter Stege).

Figuur 17 '
Natuurlijk rechte' loop van de Hierdense Beek.

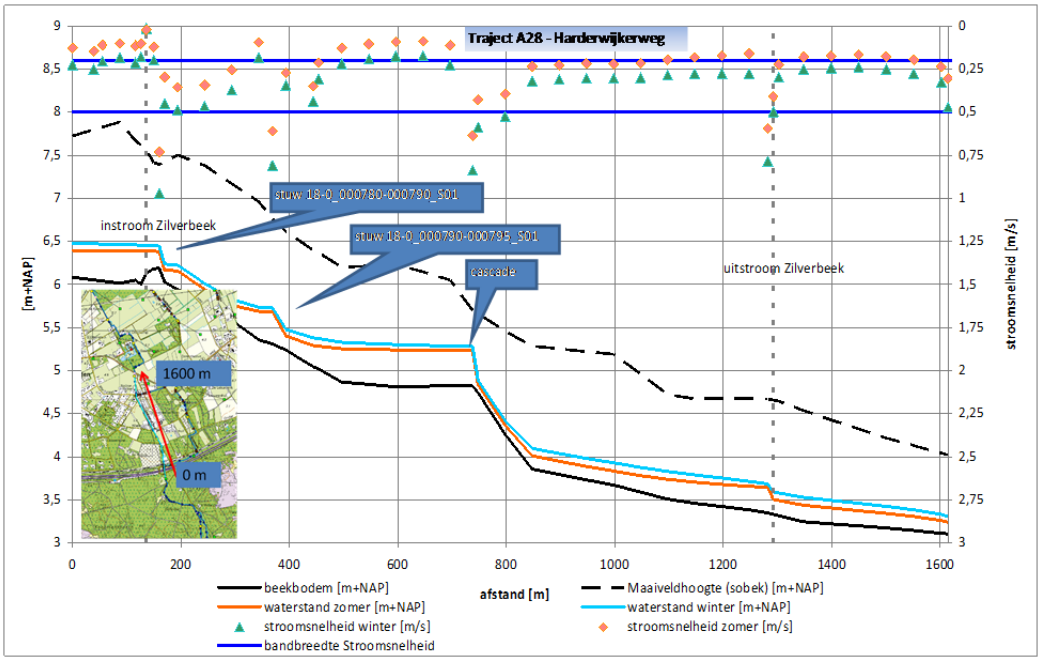
4.2.3 Huidig lengteprofiel beken

In Figuur 18 t/m Figuur 23 zijn de lengteprofielen opgenomen van de Hierdense Beek (drie tracés), Tochtsloot, Killenbeek en Varelse beek. De bodemhoogte en maaiveldhoogte (en dwarsprofielen) zijn opgemeten door Waterschap Veluwe en in het oppervlaktewatermodel SOBEK ingevoerd. Met SOBEK zijn waterstanden en stroomsnelheden berekend. In de figuren zijn de zomer- en wintergemiddelde waarden weergegeven. De stroomsnelheid is bovenin de grafieken weergegeven, met de schaal op de rechter Y-as. De schaal loopt op van boven naar onder. Dit zijn belangrijke parameters voor het beoordelen van de overleving en migratie-mogelijkheden voor aquatische natuur. Bij de knelpuntenanalyse in hoofdstuk 5 worden deze getoetst. Om de stroomsnelheden te toetsen aan de randvoorwaarden voor HEN-beken is de bandbreedte voor de typen 'Natuurlijke bovenloop' en 'kwelgevoede middenloop' toegevoegd (zie Tabel 23). Daarnaast is in de grafieken voor de Tochtsloot en de Killenbeek de stijghoogte van nabijgelegen peilbuizen toegevoegd. In Figuur 18 zijn de stijghoogten van de peilbuizen in De Koekoek toegevoegd.



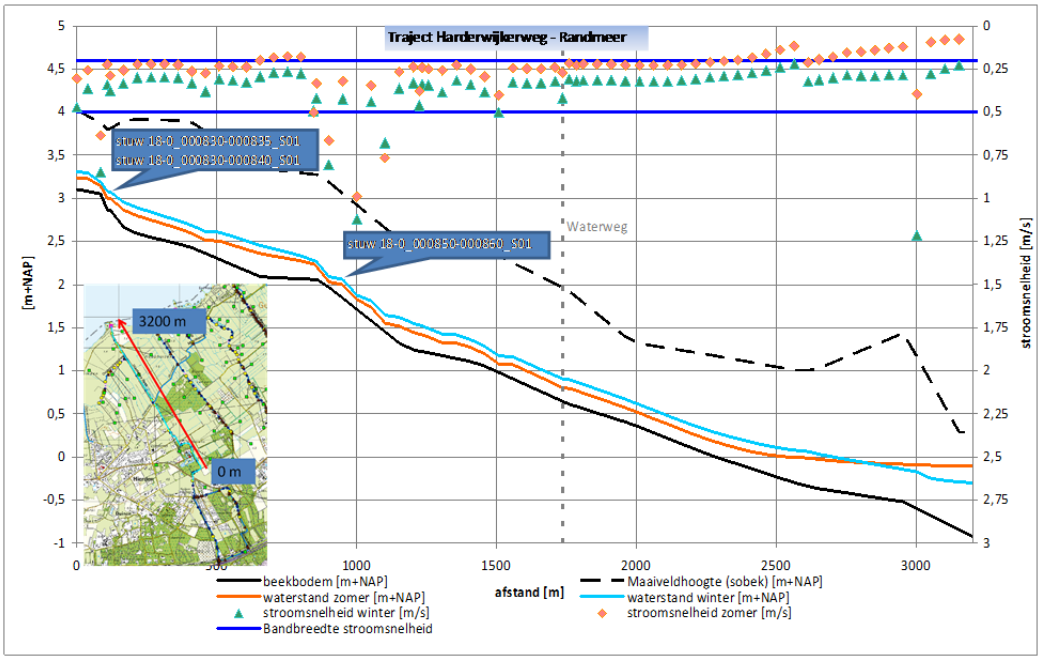
Figuur 18

Lengteprofiel van de Hierdense Beek tussen Oude Zwolseweg en A28 (bron: SOBEK-model Waterschap Veluwe), inclusief de bandbreedte voor stroomsnelheden in HEN-beken (zie Tabel 23). Daarnaast zijn de stijghoogten voor de nabijgelegen peilbuis B001B toegevoegd (Buijs 2011).



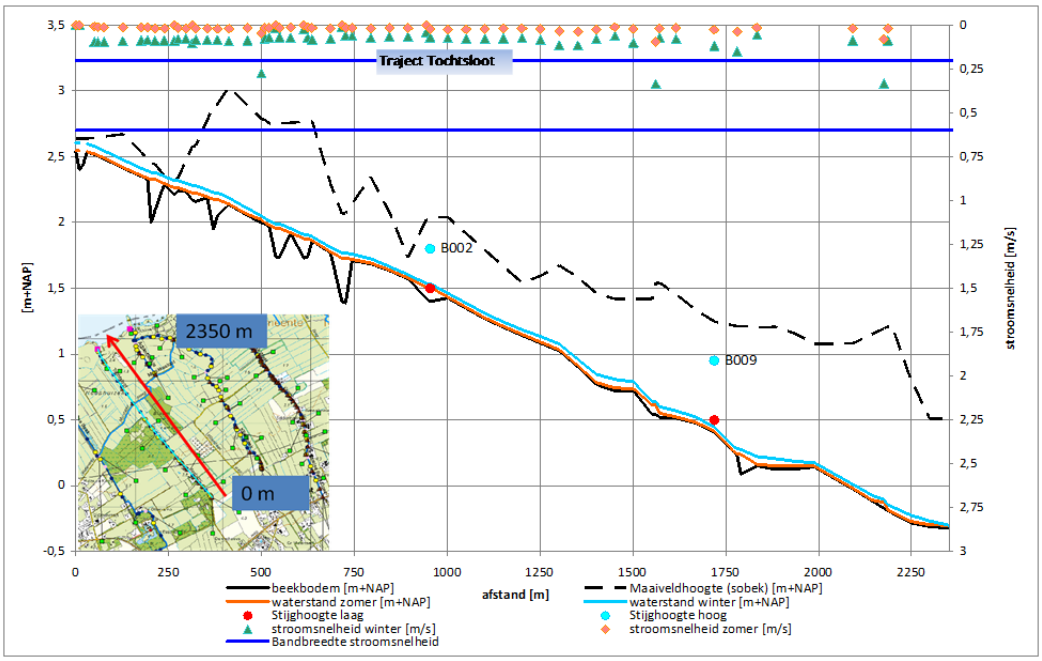
Figuur 19

Lengteprofiel van de Hierdense Beek tussen A28 en Zuiderzeestraatweg(bron: SOBEK-model Waterschap Veluwe), inclusief de bandbreedte voor stroomsnelheden in HEN-beken (zie Tabel 23).



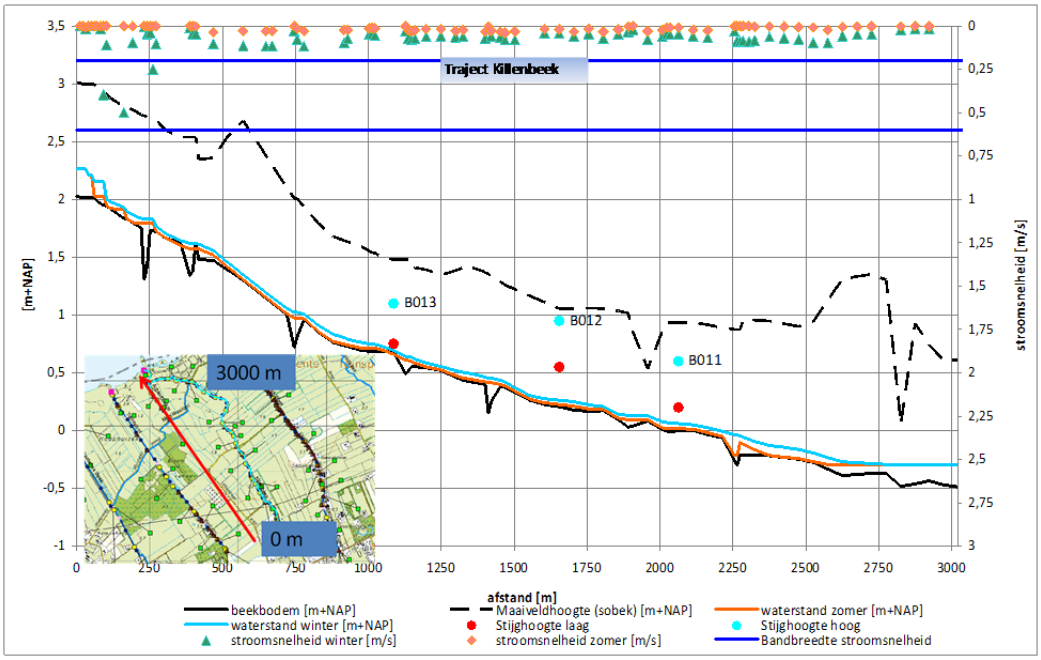
Figuur 20

Lengteprofiel van de Hierdense Beek tussen Zuiderzeestraatweg en Veluwemeer (bron: SOBEK-model Waterschap Veluwe), inclusief de bandbreedte voor stroomsnelheden in HEN-beken (zie Tabel 23)



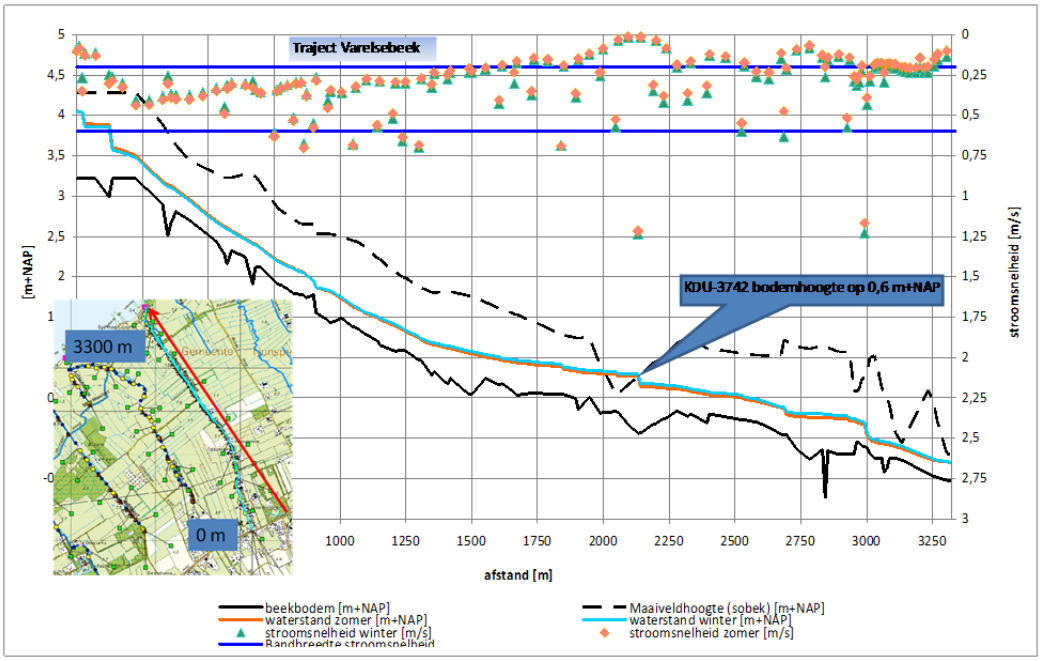
Figuur 21

Lengteprofiel van de Tochtsloot (bron: SOBEK-model Waterschap Veluwe), inclusief de bandbreedte voor stroomsnelheden in HEN-beken (zie Tabel 23). Daarnaast zijn de stijghoogten voor enkele peilbuizen toegevoegd (Van Delft, Brouwer et al., 2010).



Figuur 22

Lengteprofiel van de Killenbeek (bron: SOBEK-model Waterschap Veluwe), inclusief de bandbreedte voor stroomsnelheden in HEN-beken (zie Tabel 23). Daarnaast zijn de stijghoogten voor enkele peilbuizen toegevoegd (Van Delft, Brouwer et al., 2010).

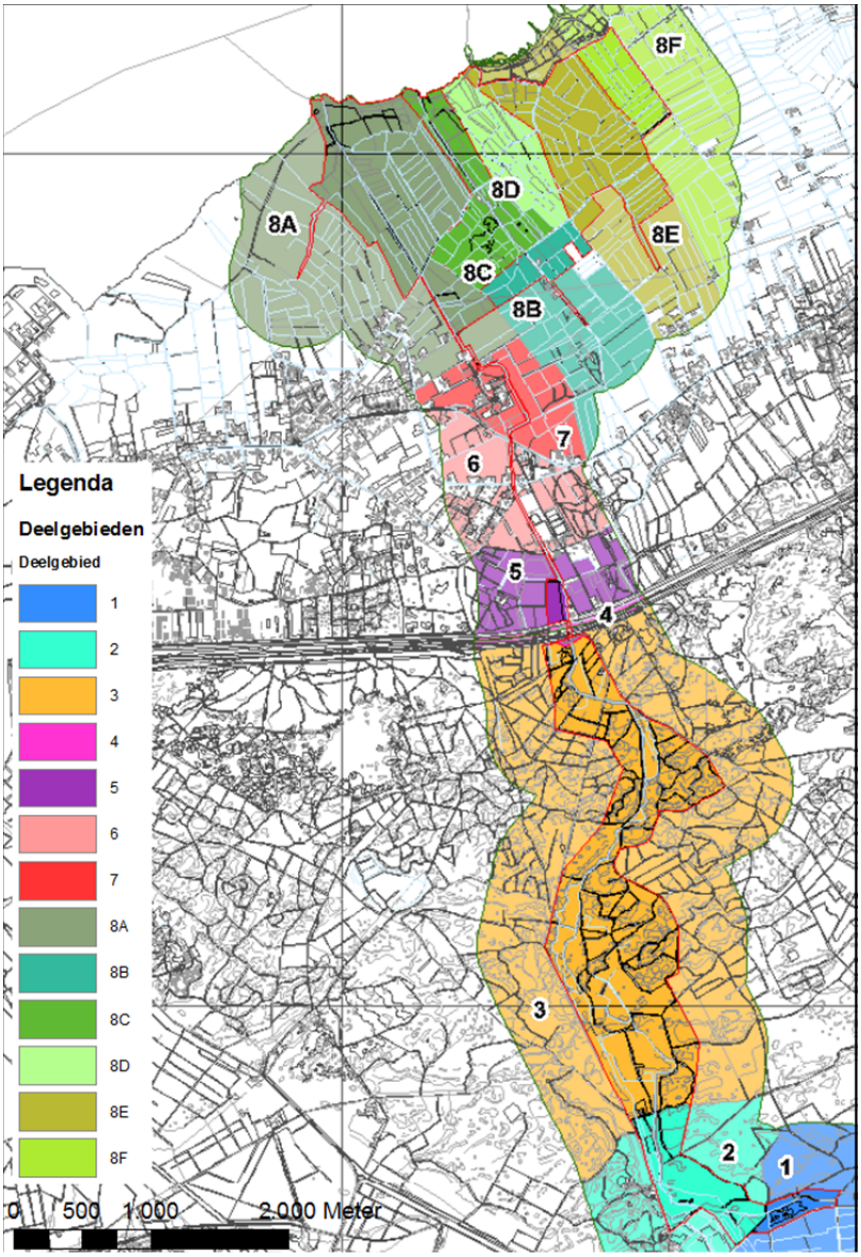


Figuur 23

Lengteprofiel van de Varelse beek(bron: SOBEK-model Waterschap Veluwe), inclusief de bandbreedte voor stroomsnelheden in HEN-beken (zie Tabel 23).

4.3 Gebiedsindeling

Op basis van de geomorfologische beschrijving en de beschrijving van het beeksysteem in de vorige paragrafen is het inrichtingsgebied verdeeld in dertien deelgebieden (Figuur 24). Binnen Bloemkampen is een verdeling gemaakt op basis van de GGOR-peilvakken (Luijendijk en Hunink, 2009). De namen die gebruikt worden voor de deelgebieden worden gegeven in Tabel 1. Van elk deelgebied wordt hieronder een korte karakteristiek gegeven. De beschrijving van de huidige situatie wordt, voor zover relevant per deelgebied gegeven in de hierna volgende paragrafen. Ook bij de knelpuntenanalyse en de beschrijving van de maatregelen en effecten wordt de indeling in deelgebieden aangehouden.



Figuur 24

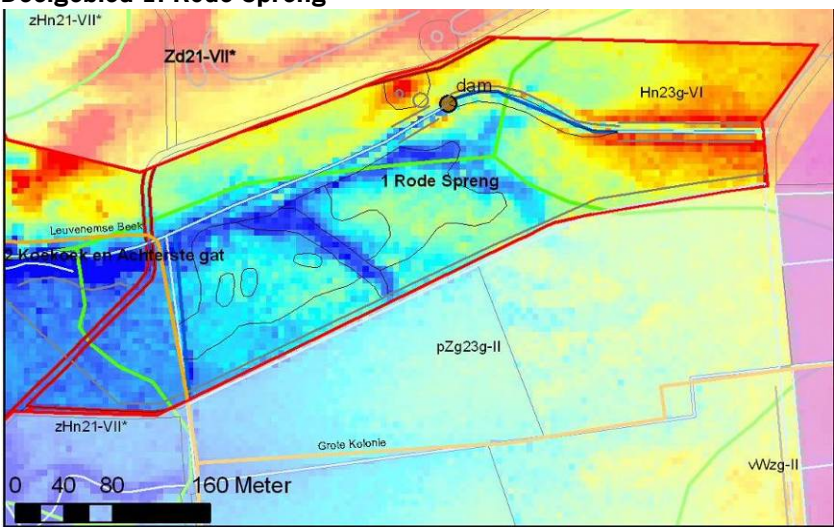
Deelgebieden. Voor naamgeving zie Tabel 1.

Tabel 1

Naamgeving en oppervlakte van de deelgebieden.

Deelgebied	Naam	Oppervlakte (ha)
1	Rode Spreng	9,02
2	Koekoek en Achterste gat	40,83
3	Zandmolen tot A28	208,89
4	A28	0,93
5	Hof van Hulshorst	4,98
6	Hessenweg	0,53
7	Landgoed De Essenburgh	2,06
8A	Bloemkampen Hierdense Beek	114,44
8B	Bloemkampen Tochtsloot boven	18,95
8C	Bloemkampen Tochtsloot beneden	54,16
8D	Bloemkampen Killenbeek zijtak	41,05
8E	Bloemkampen Killenbeek	82,32
8F	Bloemkampen Varelse Beek	22,34

Deelgebied 1: Rode Spreng



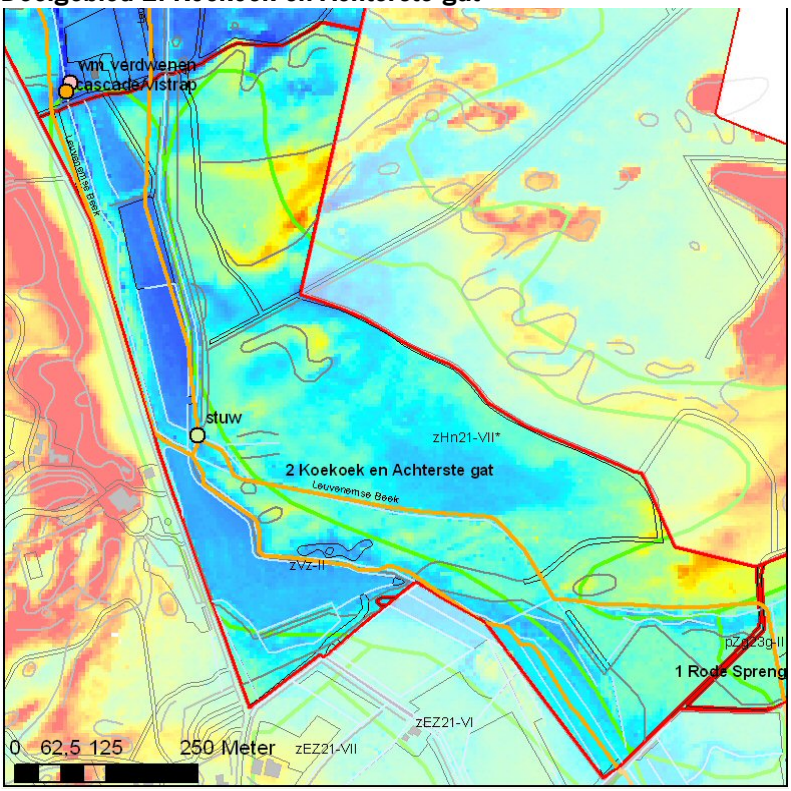
Figuur 25

Deelgebied 1. Grenzen van de bodemkaart zijn lichtgroen aangegeven. De achtergrondkeur geeft de relatieve maaiveldhoogte (blauw is laag, rood is hoog).

Dit deelgebied ligt ten zuiden van de Oude Zwolse weg en bestaat uit bos met enkele open slenken, die waarschijnlijk een oud bovenloopsysteem vormen (blauwe banen in Figuur 25). Hier komen nog beekeerdgronden (pZg23) voor hetgeen een aanwijzing is voor natte, kwelgevoede omstandigheden (Eilander, Kloosterhuis et al., 1982). Deze slenken staan als laagte in verbinding met de Grote Koloniebeek ten zuiden van het inrichtingsgebied. Dat gebied, waarvoor ook plannen ontwikkeld zijn (Mullekom, Smolders et al., 2009) is in eigendom van Het Geldersch Landschap. De ontwatering van de Grote Koloniebeek loopt door het westelijk deel van dit deelgebied. Dit is een relatief jonge waterloop die na 1850 is gegraven (Renes, Meijer et al., 2002). Min of meer parallel aan de Oude Zwolse weg is de Rode Spreng gegraven om voor voldoende wateraanvoer naar de Zandmolen te zorgen (Baake en Verbiesen, 2009). De sprengkop is gegraven in een kop met een lemige veldpodzolgrond met grof zand in de ondergrond (Hn23g). Mogelijk bevatte het kwelwater dat

uit dit grove zand kwam veel ijzer en is dat de achtergrond van de naam 'Rode Spreng'. In de Rode Spreng ligt een dam van materiaal met veel gebroken puin (Ter Stege, Ketelaar et al., 2011). Deze dam is aangelegd om meer kwelwater naar de slenken te krijgen (Van 't Hullenaar, 1993). Het deel benedenstrooms van deze dam staat in verbinding met de slenken en is door een drempel gescheiden van de afwatering van de Grote Koloniebeek. Aan de westkant zijn de slenken afgesloten door een wal waardoor deze gescheiden zijn van de afwatering van de Grote Koloniebeek. Achter deze wal is een stilstaande poel ontstaan.

Deelgebied 2: Koekoek en Achterste gat



Figuur 26

Deelgebied 2. Grenzen van de bodemkaart zijn lichtgroen aangegeven, De achtergrondkeur geeft de relatieve maaiveldhoogte (blauw is laag, rood is hoog).

Dit deelgebied omvat bossen en graslanden tussen de Oude Zwolse weg en de voormalige Zandmolen. Langs de beken komen lokaal broekbossen voor die voor het habitattype H91E0C (Beekbegeleidend bos) kwalificeren (Bijlsma, 2011). Het ligt op de overgang van de bovenloop naar de middenloop (zie § 4.2.2) en is sterk door stuifzand beïnvloed. Onder de graslanden komt een overstoven meerveengrond (zVz) voor, in de bossen ten oosten hiervan geeft de bodemkaart veldpodzolgronden met een stuifzanddek (zHn21) en duinvaaggronden (Zd21) aan. De verstuiving heeft de loop van de beken mede beïnvloed, maar ook menselijke ingrepen ten behoeve van de watermolens en de landbouw zijn hierop van invloed geweest. De slenken van deelgebied 1 zullen oorspronkelijk in verbinding gestaan hebben met de laagte waar nu de hoofdloop van de Leuvenumse beek doorheen loopt. De afvoer van de Grote Koloniebeek is hier doorheen gegraven en langs het noorden omgeleid tot voorbij de Koekoek. De hoofdloop heeft hier wel een vrij natuurlijke ligging langs het laagste deel van de Koekoek maar is hier wel van gescheiden door een kade. De aanpassingen van de beeklopen voor de watermolens dateren uit de 17e en 18e eeuw (zie § 3.2.9). Hierbij werd o.a. in het traject langs Achterste Gat aan de westkant een opgeleide beek aangelegd ten behoeve van de Zandmolen (Renes, Meijer et al., 2002).

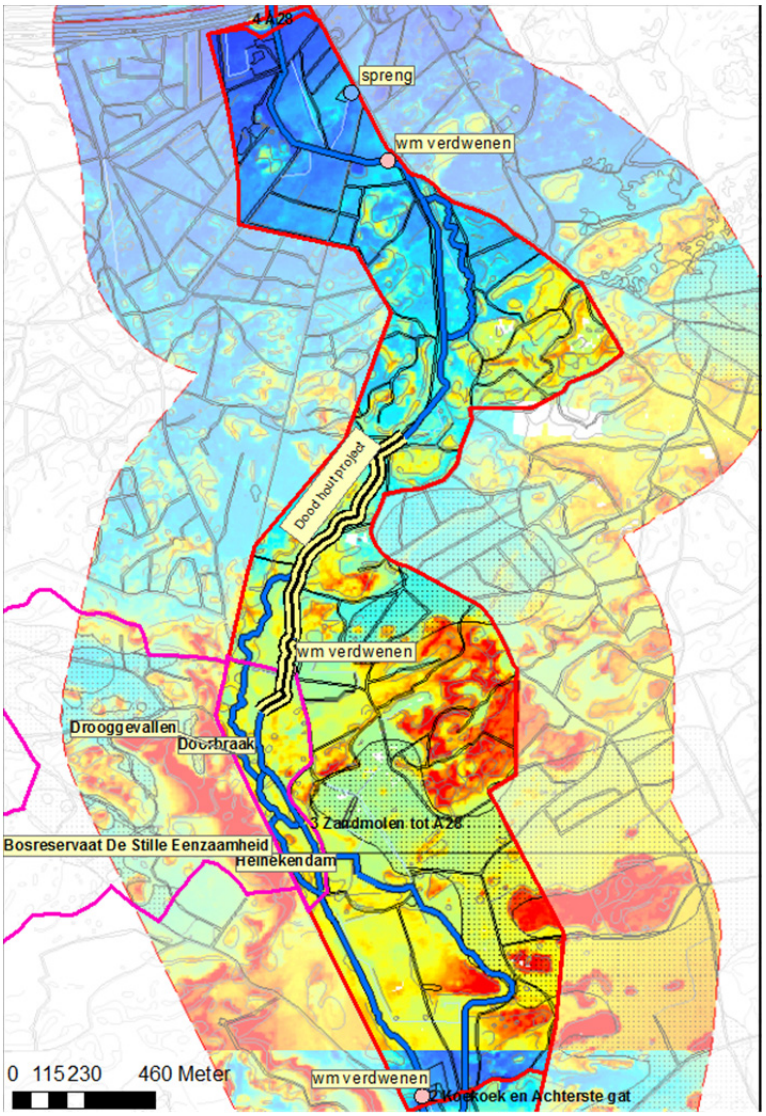
Dit opgeleide traject ligt langs de rand van een vlak stuifzandgebied tussen de hoge landduinen in het westen en het lage graslandperceel. Dit komt duidelijk tot uiting in de verschillende tinten blauw in Figuur 26. Ten noorden van het graslandperceel komt in het bos nog een laag perceel voor dat in het verleden mogelijk ook als grasland/vloeiweide in gebruik is geweest. Het beekdal is hier door instuiving vrij smal maar de venige oude beekdalbodem loopt hier mogelijk door tot onder de hoge landduinen aan de westrand en mogelijk ook aan de oostkant. Het voorkomen van deze laag zal het lokale hydrologische systeem beïnvloeden, maar omdat de verbreiding onvoldoende bekend is kunnen daar geen uitspraken over gedaan worden. Het verdient aanbeveling hier nader veldonderzoek naar te doen. Langs de oostkant van dit perceel loopt de hoofdloop achter een wal. De aanwezigheid van een stuw tussen Koekoek en Achterste Gat zou erop kunnen wijzen dat hier een vloeiweide heeft gelegen. In de zuidpunt van het Achterste Gat bevindt zich een inlaat van waaruit water over het perceel kon stromen. In het perceel is een slenkvormige laagte te herkennen die mogelijke een oude beekloop is (Figuur 27). Medio jaren '90 heeft het Waterschap hier een retentiezone aangelegd. Hierdoor zouden de pitrusvelden zijn ontstaan die het perceel kenmerken (mondelinge mededeling G. Willemsen). Het achterwege blijven van regulier vegetatiebeheer heeft hier zeker ook een rol bij gespeeld. Als gevolg van de verruiging komen in het gebied wel Moerassprinkhanen voor (mondelinge mededeling E. ter Stege).

Figuur 27
Achterste gat is mogelijk vloeiweide geweest.

In de jaren 90 van de 20ste eeuw zijn al een aantal herstelmaatregelen uitgevoerd. Waar de beek vanuit deelgebied 1 (Rode Spreng) de Oude Zwolse weg is gepasseerd is de beekloop afgedamd en zoekt de beek nu zelf haar weg door het beekdal (Van 't Hullenaar, 1993; Ter Stege, Ketelaar et al., 2011). Er ligt hier nog wel een deel van de oude beekoever die mogelijk doorgestoken kan worden om de inundatiezone te verbreden. Natuurmonumenten wil graag een groter deel van het dal op deze manier inrichten maar hecht ook waarde aan de cultuurhistorische elementen in dit deel van het beekdal.

Deelgebied 3: Zandmolen tot A28
Dit deelgebied omvat het langste traject door het Leuvenumse bos, vanaf de Zandmolen tot aan de A28 (Figuur 28). Over een afstand van ca. 3,5 km helt het gebied van ca. 13,5 m + NAP tot ca. 7,5 m + NAP. Het stuifzandreliëf komt duidelijk tot uiting in de kleuren die de hoogte aangeven. Tussen de landduinen zijn uitgestoven laagten herkenbaar waar de grove fluvioperiglaciale afzettingen aan maaiveld komen. Op enkele trajecten is sprake van een dubbele beekloop, over het algemeen in verband met vroegere watermolens.

De Zandmolen (papiermolen) die aan de zuidrand van dit deelgebied heeft gestaan dateert uit 1692 en is in 1865 afgebroken (Natuurmonumenten. 2002; Renes, Meijer et al.. 2002). De naam Zandmolen verwijst naar het stuifzandgebied waarin deze molen zich bevond en wat een voortdurende bedreiging vormde voor het functioneren van de molen. Van de molen rest nog de goot waardoor het water uit de opgeleide beek in het vorige deelgebied stroomde om de molen aan te drijven. Later zijn in de eerste helft van de 18e eeuw stroomafwaarts in hetzelfde deelgebied nog twee molens gebouwd, maar daar zijn geen sporen meer van teruggevonden. De laatste molens in de beekdal zijn in de jaren 60 van de 19e eeuw stilgelegd.



Figuur 28

Deelgebied 3. De achtergrondkeur geeft de relatieve maaiveldhoogte (blauw is laag, rood is hoog). Met arcering zijn grofzandige bovengronden aangegeven.

Ten noorden van deze voormalige molen is duidelijk te zien hoe het stuifzand de hoofdloop van de beek gedwongen heeft een andere loop te kiezen en naar het oosten af te buigen, waarna de beek na een scherpe bocht weer naar het noordwesten stroomt. Ter hoogte van bosreservaat De Stille Eenzaamheid is een ingewikkeld systeem ontstaan met diverse lopen waar het water doorheen geleid wordt. In de zuidhoek van het

bosreservaat is een dam gemaakt met een cascade waar het water bij piekafvoeren overheen kan stromen. Deze dam wordt aangeduid als de 'Heinekendam'. De hoofdstroom wordt hier naar de westkant geleid. Waar de beek voldoende ruimte heeft en de afvoer groot genoeg is vindt meandering plaats, waarbij plaatselijk ook sedimentatie buiten de bedding optreedt. Ongeveer 400 meter noordelijk van de Heinekendam heeft dat inmiddels tot een doorbraak geleid van de westelijke naar de oostelijke tak waarbij stroomafwaarts de westelijke tak is drooggevallen en de hoofdstroom weer door de oostelijke tak gaat.

In het STOWA- watermozaïekproject 'Dood hout' wordt onderzocht of het inbrengen van dood hout in de beek door het aanbrengen van stromingsvariatie natuurlijke morfologische processen op gang kan brengen en de ecologische kwaliteit van de beek kan versterken.

Opvallend is het gebied 'Grote Water'. Dit is een grofzandige laagte waarvan delen vaak onder water staan (mondelinge mededeling R.J. Bijlsma). Uit de beschikbare literatuur valt niet op te maken wat de oorzaak is van de hoge grondwaterstanden in dit gebied. Een mogelijke verklaring is de in 4.1 beschreven drempel in de formatie van Drenthe en het mogelijk doorlopen van de lacustroglaciale afzettingen (zie Figuur 9) . Hierdoor zou grondwater opgestuwd kunnen worden en als kwelwater omhoog kunnen komen. In het lengteprofiel van de Hierdense Beek is vanaf de noordgrens van het bosreservaat (op 3100 m) een duidelijke knik te zien in het maaiveld (zie Figuur 18). Bovenstrooms van deze knik is het verhang ca. 0,5 m/km, benedenstrooms 1,5 m/km. Volgens de Bodemkaart van Nederland komen hier grofzandige duinvaaggronden (Zd30) voor. Echter, bij kwel zouden eerder beekeerdgronden (pZg30) verwacht worden, maar het kan zijn dat in deze bodems de dikte van de bovengrond niet voldoende is om als erfgrond beoordeeld te worden (De Bakker en Schelling, 1989; Cate, van Holst et al., 1995). Het gebied is ontwaterd door diverse waterlopen. Als hier werkelijk kwel voorkomt kan deze beter benut worden in het gebied, maar daarvoor is aanvullend onderzoek noodzakelijk. De laagte wordt momenteel gebruikt als retentiegebied om piekafvoeren te kunnen bergen (Kerkvoorde, Wolf et al., 2002).

Deelgebied 4: A28
De onderdoorgang onder de snelweg A28 en de spoorlijn wordt als apart deelgebied beschouwd omdat de beek hier door een paar smalle betonnen duikers stroomt. Tussen de snelweg en de spoorlijn wordt een deel van het water uit de Hierdense Beek via het Zilverbeekje omgeleid naar het landgoed Hulshorst om de vijvers aldaar van water te voorzien. Hiervoor is een stuw aangebracht in de Hierdense Beek. De oorspronkelijke spreng uit ca, 1813 is onder de A28 verdwenen waarna een nieuwe is aangelegd die net ten zuiden van de snelweg ontspringt en onder de snelweg doorloopt (Renes, Meijer et al., 2002).

Deelgebied 5: Hof van Hulshorst
De beek stroomt hier achter het Hof van Hulshorst langs, door een bos en vervolgens aan de oostkant van de Hierderweg tussen een weiland en de weg door in een rechte loop. In het eerste deel zijn meer mogelijkheden voor inrichting omdat hier het inrichtingsgebied wat breder is. Dit deel ligt echter relatief hoog en is daarom minder geschikt. Stroomafwaarts hiervan is de ruimte beperkt. Voor het graslandperceel aan de oostkant van de beek zijn eerder wel plannen ontwikkeld, maar deze zijn nog niet uitgevoerd. Hoewel dit perceel buiten de begrenzing van het inrichtingsgebied ligt biedt het wel mogelijkheden.

Deelgebied 6: Hessenweg
In dit deelgebied stroomt de beek tussen de Hessenweg en de camping Beekzicht. De Hessenweg heeft cultuurhistorische waarde. Hoewel de naam verandert in 'Hierdense weg' en 'Poolse weg' ten zuiden van dit deelgebied loopt de oude Hessenweg ook verder door in deelgebied 4 en 3. Aan het begin van dit deelgebied stroomt de Hierdense Beek over een stroomversnelling die de gevormd wordt door de resten van de Hessenmolen uit 1735 (Renes, Meijer et al., 2002). De breedte van het inrichtingsgebied is hier beperkt, maar links en rechts van het huidige inrichtingsgebied liggen wel kansen voor uitbreiding.

Deelgebied 7: Landgoed De Essenburgh
Tussen de Zuiderzeestraatweg en Bloemkampen stroomt de beek om landgoed De Essenburgh heen en doet deels dienst als voeding voor de vijvers. Ook hier is de breedte van het inrichtingsgebied beperkt, maar liggen wel kansen voor uitbreiding. Ten noorden van dit landgoed heeft in de 18e eeuw een papiermolen gestaan (Renes, Meijer et al., 2002).

Deelgebied 8: Bloemkampen
Dit betreft het gebied de Bloemkampen, waarin naast de Hierdense Beek een tweetal andere beken zijn gelegen (Killenbeek en Tochtsloot). Langs de oostgrens stroomt de Varelse beek en aan de westkant stroomt de Oostermheenbeek uit in de Hierdense Beek. Op basis van de GGOR-peilvakken voor deze beken is dit deelgebied opgedeeld in zes losse deelgebieden. Deze vertegenwoordigen de stroomgebieden van deze beken binnen de Bloemkampen. De Bloemkampen bestaat voor het grootste deel uit graslanden en enkele boscomplexen. Het gebied helt van zuid naar noord. In het zuiden komen dekzandgronden voor met beekeerd- en gooreerdgronden die naar het noorden toe bedekt zijn met een in dikte toenemend pakket veen en klei (Van Delft, Brouwer et al., 2010). Langs de Veluwemeerkust zijn deels grofzandige strandwallen afgezet, waar de beken doorheen zijn gegraven. Ten noorden van het oostelijk deel (deelgebied 8E en 8F) ligt op deze rug de camping 'Bad Hoophuizen'. Binnen het gebied ligt Bosreservaat Het Grote Weiland (8A, 8B en 8C) en ten oosten daarvan Essenhakhoutbos in deelgebied 8C en 8D. In het westelijk deel (8A) stroomt de Hierdense Beek naar het Veluwemeer en voegt zich ca. 500 meter voor de kust vanuit het westen de Oostermheenbeek erbij. Deelgebied 8B vormt de bovenloop van de Tochtsloot en omvat deels landbouwgronden, een deel van het bosreservaat en recent ingerichte percelen ten zuiden van de Beekweg. Door deelgebied 8C stroomt de Tochtsloot verder naar het Veluwemeer. Het zuidelijk deel omvat het grootste stuk van het bosreservaat en de schraalgraslanden van de Bloemkampen. Ten noorden van de Munnikesteeg is langs de Tochtsloot een zgn. 'plasberm' aangelegd. Het stroomgebiedje van de zijtak van de Killenbeek is aangeduid als deelgebied 8D, 8E omvat de rest van de Killenbeek. Het bochtig verloop van deze beek is mogelijk ontstaan doordat het een oude kreek betreft. In deelgebied 8F stroomt de Varelse Beek langs de Varelse weg naar het Veluwemeer. Langs deze beek zijn enkele natuurontwikkelingsprojecten uitgevoerd.

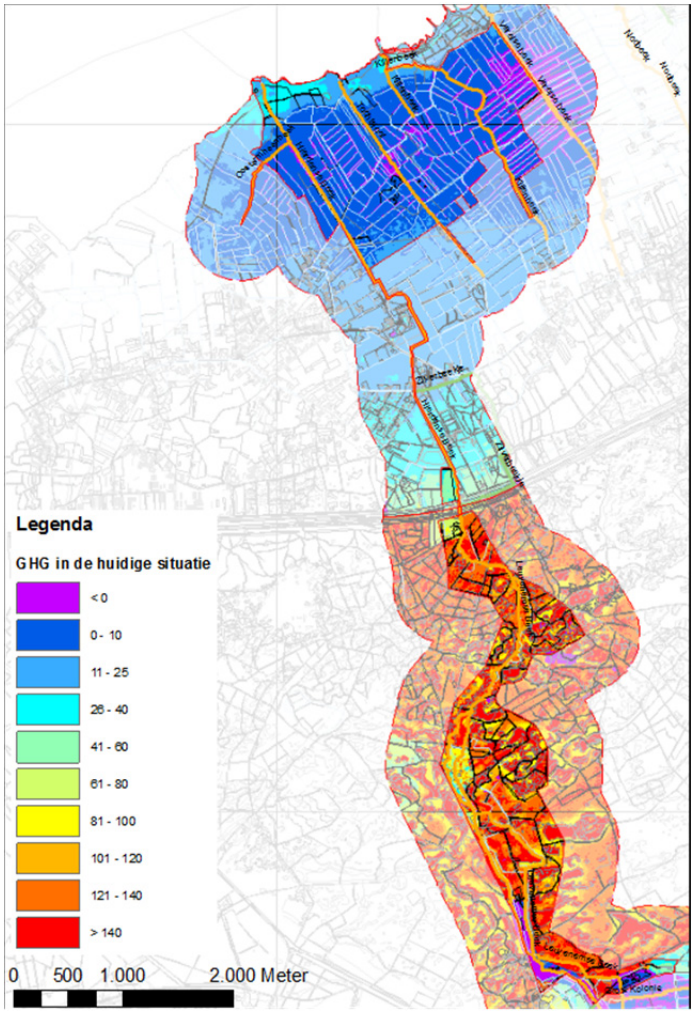
4.4 Grondwater

Het voor het Voorontwerp Herstelplan gebruikte grondwatermodel is vooral geschikt voor het voorspellen van een gemiddeld effect van maatregelen in de ontwatering. Een voorspelling over de GLG en grondwaterdynamiek is niet mogelijk (Luijendijk en Hunink, 2009). Daarnaast is de resolutie van de uitvoer (100 x 100 m) te grof voor voorspellingen op perceelniveau. De kwel wordt beschreven als een flux vanuit de ondergrond. Onduidelijk is in hoeverre deze ook in maaiveld voorkomt. Dit betekent dat de getalsmatige onderbouwing van het effect van inrichtingsmaatregelen op perceelniveau minder betrouwbaar is en de doelrealisatie van kwelafhankelijke natuurdoeltypen overschat kan worden.

Voor een juiste inschatting van realisatiekansen van beheertypen op perceelniveau is een gedetailleerde bodem/grondwatertrappenkaart het meest geschikt. Een dergelijke kaart is niet beschikbaar. Een verbetering ten opzichte van de modeluitkomsten is wel mogelijk door gebruik te maken van meer gedetailleerde veldgegevens. Daarvoor is een actualisatie van de hydrologische informatie uitgevoerd. In Bijlage 1 is kort uiteen gezet hoe deze actualisatie is uitgevoerd. De huidige grondwatersituatie wordt beschreven in § 4.4.1 en 4.4.2. De resultaten van deze actualisatie zijn gebruikt om het grondwatermodel te valideren waardoor een betere voorspelling van de effecten van de inrichtingsmaatregelen gedaan kan worden (Luijendijk, 2011).

4.4.1 Grondwaterstandsverloop

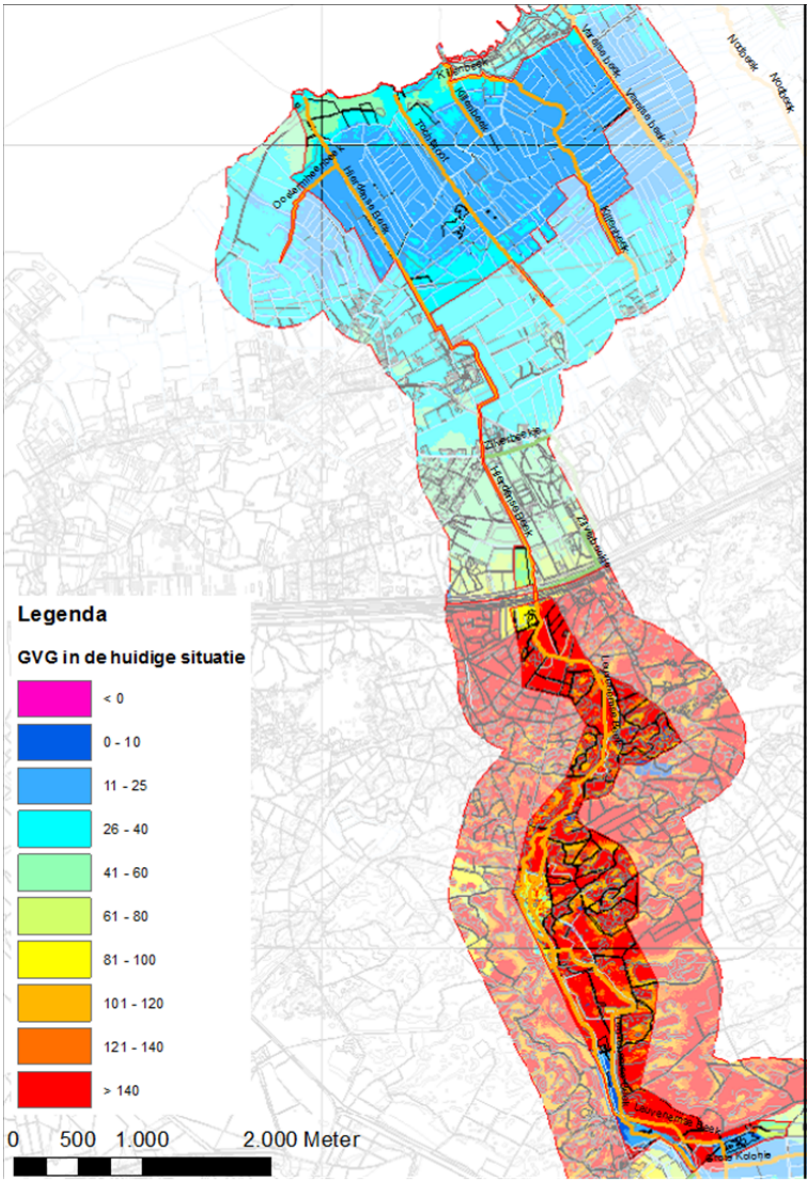
De geactualiseerde kaarten van GHG en GLG zijn opgenomen als Figuur 29 en Figuur 31. Hieruit is met een regressievergelijking (Cate, van Holst et al., 1995) de GVG berekend in Figuur 30. Het gebied ten zuiden van de A28, op de flank van de stuwwal, is duidelijk droger dan het gebied ten noorden ervan. Een uitzondering hierop zijn de slenken in deelgebied 1 en de graslanden in deelgebied 2. Hier komt grondwatertrap I en II voor (GHG = 0 – 25 cm – mv., GLG 40 – 80 cm – mv.) met op de laagste delen GHG boven maaiveld en GLG ondieper dan 50 cm – mv. Uit meetreeksen in twee peilbuizen in De Koekoek kan opgemaakt worden dat de GLG op die locaties ongeveer 70 à 80 cm – mv. is (Buijs 2011). De meetreeksen zijn eigenlijk te kort om hier een uitspraak over te doen (jan. 2010 t/m maart 2011), maar omvatten wel de zeer droge zomer van 2010 waarin de standen uitzakten tot 90 cm – mv. in B001AB (in het bos) en 80 cm – mv. in B002AB (in het grasland). De iets hoger gelegen zuid- en westrand van de Koekoek vallent waarschijnlijk net in grondwatertrap IIIa (GLG 80 - 120 cm –mv.).In de rest van het Leuvenumse bos wordt overwegend grondwatertrap VII en VIII gevonden met GHG > 80 cm – mv. en GLG > 120 cm – mv. Lokaal komen langs de beek nattere gronden voor, maar omdat deze over het algemeen diep is ingesneden in het stuifzand zijn de gronden ook dicht bij de beek vaak droog. De natte laagten zoals bij het Grote Water komen op deze kaarten niet goed tot uiting omdat de kaarten zijn afgeleid van de grondwatertrappen van de Bodemkaart van Nederland (Eilander, Kloosterhuis et al., 1982) en hierop overal grondwatertrap VIII is aangegeven.



Figuur 29

Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG; cm – mv.) in de huidige situatie.

Ten noorden van de A28 komen ondiepere grondwaterstanden voor. Deelgebieden 5 en 6 hebben overwegend grondwatertrap IIIb (GHG 25 – 40; GLG 80 – 120 cm – mv.). Bij deelgebied 7 komt Grondwatertrap IIIa (GHG 10 – 25; GLG 80 – 100cm – mv.) het meeste voor. In Bloemkampen (deelgebied 8) komen vooral overgangen voor tussen grondwatertrap IIa en IIIa (GHG 0 – 25; GLG 60 – 80 cm – mv.). Met name ten oosten van de Killenbeek en langs de Munnikesteeg ter hoogte van de Tochtsloot komen langs waterlopen ook GHG waarden boven maaiveld voor. In de strandwallen komen grondwatertrap IIIb en Vb voor (GHG 25 – 40; GLG 80 - > 120 cm – mv.). Uit de validatie van het regressiemodel blijkt dat de GLG op een aantal plaatsen in Bloemkampen mogelijk te ondiep aangegeven wordt. In het deel tussen Tochtsloot en Hierdense Beek ten noorden van de Munnikesteeg is de GLG in werkelijkheid 10 à 20 cm lager dan in Figuur 31 is aangegeven.



Figuur 30

Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand (GVG; cm – mv.) in de huidige situatie.

4.4.2 Kwel

Bloemkampen en deelgebieden ten noorden van A28 (deelgebied 5 t/m 8)
Het hydrologisch model dat is opgesteld voor het Voorontwerp Inrichtingsplan (Luijendijk en Hunink, 2009) is in 2011 geactualiseerd met nieuwe metingen en gevalideerd op de geactualiseerde kaarten van de GHG en GLG die in de vorige paragraaf zijn besproken (Luijendijk, 2011). Met het hydrologisch model is het niet mogelijk de kwelflux naar het maaiveld te berekenen maar wordt wel een goed beeld gegeven van de flux door de basis van het freatisch pakket. Een deel van de kwel komt in de wortelzone terecht en een deel wordt afgevoerd door de diepe ontwatering. Dat is in het model opgenomen door de waterlopen op te nemen in laag 2, d.w.z. het zandpakket onder de afdekkende veen en kleilagen. In Figuur 32 is de kwel en infiltratie aan de basis van het freatisch pakket in de Bloemkampen weergegeven volgens dit hydrologisch model, samen met de verbreiding van kwel-indicerende plantensoorten. Het voorkomen van deze plantensoorten is onregelmatig over het gebied. Dat is deels een gevolg van verschillen in het voorkomen van kwel en deels van ongunstige omstandigheden in de percelen. Dit laatste kan het gevolg zijn van het ontbreken van kwel in maaiveld, maar ook van een te hoge voedselrijkdom als gevolg van bemesting (Van Delft, Brouwer et al., 2010; Eichhorn, 2010). Veel kwel-indicerende soorten worden echter vooral aangetroffen langs de rand van de waterlopen. Dat is een indicatie voor de drainerende werking van deze waterlopen. Dit wordt door het model ook goed beschreven. De kwelfluxen zijn het grootst in de nabijheid van de waterlopen. Ook uit metingen van oppervlaktewaterkwaliteit (Van Delft, Brouwer et al., 2010) blijkt dat in de sloten veel kwelwater voorkomt.

Bij het bodemonderzoek in 2010 (Van Delft, Brouwer et al., 2010) zijn pH-profielen beschreven en herleid tot hydrotypen[1] of pH-profieltypen. Omdat de huidige gebiedsbegrenzing iets afwijkt en andere hulpvariabelen beschikbaar zijn dan in het onderzoek van 2010 is de regressie met hulpvariabelen opnieuw uitgevoerd (zie Bijlage 1). De verbreiding van de pH-profieltypen volgens de regressie met hulpvariabelen is weergegeven in Figuur 32.

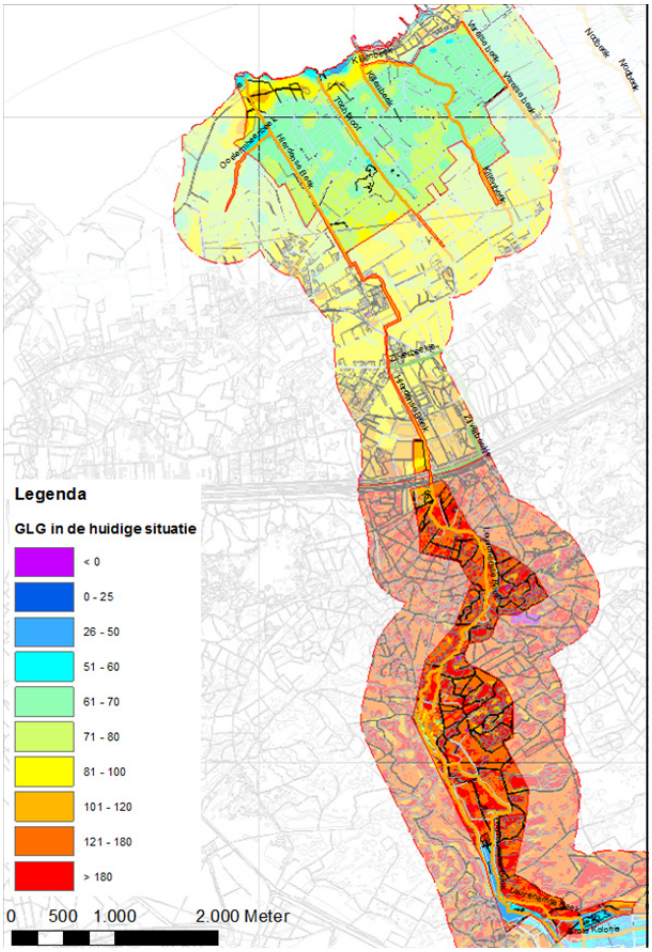
Hiermee is aangegeven waar op basis van het pH-profiel verwacht wordt dat kwel in maaiveld komt of dat sprake is van een neerslaglens. Dit kaartbeeld komt ook goed overeen met de verbreiding van kwel-indicerende plantensoorten. Omdat binnen Bloemkampen vrijwel overal zacht grondwater ondiep voorkomt, komen binnen Bloemkampen weinig infiltratieprofielen voor en is de verbreiding van kwel-indicerende plantensoorten groot. Kwel aan maaiveld lijkt wel voornamelijk beperkt te zijn tot de Veluwemeerkust en overgangszone tussen de strandwal en achterliggende gronden. Op grotere afstand van de Veluwemeerkust neemt het aandeel ondiepe- en verderop diepe neerslaglenzen toe. Tussen Bloemkampen en de Zuiderzeestraatweg worden door het regressiemodel lokaal ook nog kwelprofielen en (diepe) neerslaglenzen voorspeld. Omdat het regressiemodel is afgeleid voor profielen in de Bloemkampen is de geldigheid hier minder, maar het lijkt wel overeen te komen met het voorkomen van gooreerdgronden en beekeerdgronden in deze zone. Ook het hydrologisch model geeft voor deze zone fluxen tussen -0,5 mm/dag (infiltratie) en + 2 mm/dag (zwakke kwel) aan.

Hiermee is aangegeven waar op basis van het pH-profiel verwacht wordt dat kwel in maaiveld komt of dat sprake is van een neerslaglens. Dit kaartbeeld komt ook goed overeen met de verbreiding van kwel-indicerende plantensoorten. Omdat binnen Bloemkampen vrijwel overal zacht grondwater ondiep voorkomt, komen binnen Bloemkampen weinig infiltratieprofielen voor en is de verbreiding van kwel-indicerende plantensoorten groot. Kwel aan maaiveld lijkt wel voornamelijk beperkt te zijn tot de Veluwemeerkust en overgangszone tussen de strandwal en achterliggende gronden. Op grotere afstand van de Veluwemeerkust

[1] In eerdere publicaties (o.a. Van Delft et al., 2010) wordt gesproken van 'hydrotypen'. Inmiddels wordt de term pH-profieltypen gebruikt.

neemt het aandeel ondiepe- en verderop diepe neerslaglenzen toe. Tussen Bloemkampen en de Zuiderzeestraatweg worden door het regressiemodel lokaal ook nog kwelprofielen en (diepe) neerslaglenzen voorspeld. Omdat het regressiemodel is afgeleid voor profielen in de Bloemkampen is de geldigheid hier minder, maar het lijkt wel overeen te komen met het voorkomen van gooreerdgronden en beekeerdgronden in deze zone. Ook het hydrologisch model geeft voor deze zone fluxen tussen -0,5 mm/dag (infiltratie) en + 2 mm/dag (zwakke kwel) aan.

De pH-profielen geven een inschatting van de mate waarin kwel van invloed is op de zuurbuffer in de bovengrond, maar geven geen indicatie van de bijbehorende flux naar maaiveld. Hiervoor is per pH-profieltype een inschatting gemaakt van het deel van de berekende kwelflux aan de basis van het freatisch pakket dat in maaiveld komt. Uit de oppervlakte per klasse voor de kwelflux in Figuur 32 kan berekend worden hoeveel kwelwater naar het gebied toestroomt. Voor de Bloemkampen is dat gesommeerd in Tabel 2. Een deel van dit kwelwater komt in maaiveld en zal verdampen, een deel wordt afgevoerd via de beken. Door TAUW is op basis van een balansstudie bepaald welk deel door de beken wordt afgevoerd en hoeveel in maaiveld komt (Luijendijk, 2011). Bij een gemiddelde flux van 3 mm/d is de flux naar beken (10% van het areaal) 4,3 mm/d en naar maaiveld (90%) 2,8 mm/d. De verdeling van de fluxen binnen Bloemkampen volgens deze balansstudie is gegeven in Tabel 3. In de huidige situatie komt ca. 10 000 m^3 kwelwater per dag de Bloemkampen in via de basis van het freatisch pakket. Daarvan wordt ca. 1 500 m^3 afgevoerd naar de beken en komt ca. 8 500 m^3 in maaiveld. Deze waarden komen goed overeen met de waarden in Tabel 2.



Figuur 31

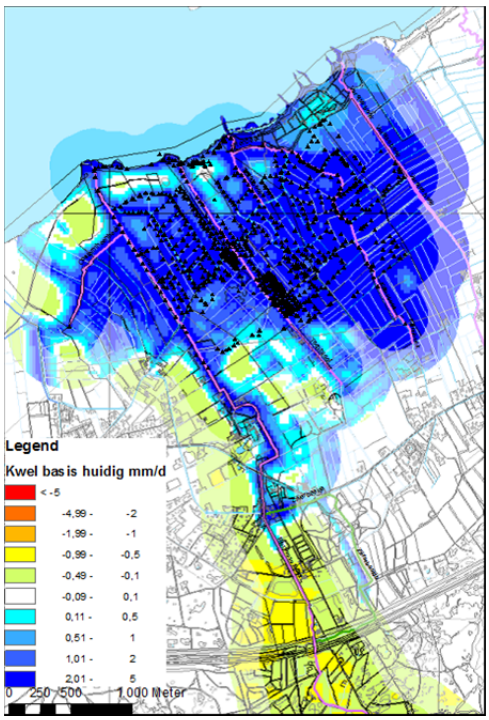
Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG; cm – mv.) in de huidige situatie.

In Tabel 4 is voor de vijf pH-profieltypen een aanname gedaan voor de fractie van de kwelflux aan de basis van het freatisch pakket die in maaiveld komt. Zo wordt er bij kwelprofielen (Kw) van uitgegaan dat alle kwelwater naar maaiveld stroomt en dat dat aandeel bij neerslaglenzen (Ro en Rd) geleidelijk minder wordt. Bij infiltratieprofielen (In) komt uiteraard geen kwel in maaiveld, ook al vindt wellicht enige opwaartse flux plaats dieper in het profiel. Deze verdwijnt dan geheel in de beken. Voor het deel ten noorden van de snelweg (Bloemkampen en de deelgebieden 5, 6 en 7) is de kwelflux aan de basis van het freatisch pakket vermenigvuldigd met de factor in Tabel 4 om de kwelflux aan maaiveld te bepalen. Voor Bloemkampen is in Tabel 5 de afvoer naar maaiveld berekend. De totale hoeveelheid kwelwater die naar maaiveld stroomt komt zeer goed overeen met de in Tabel 3 op basis van de balansstudie berekende hoeveelheid.

Tabel 2

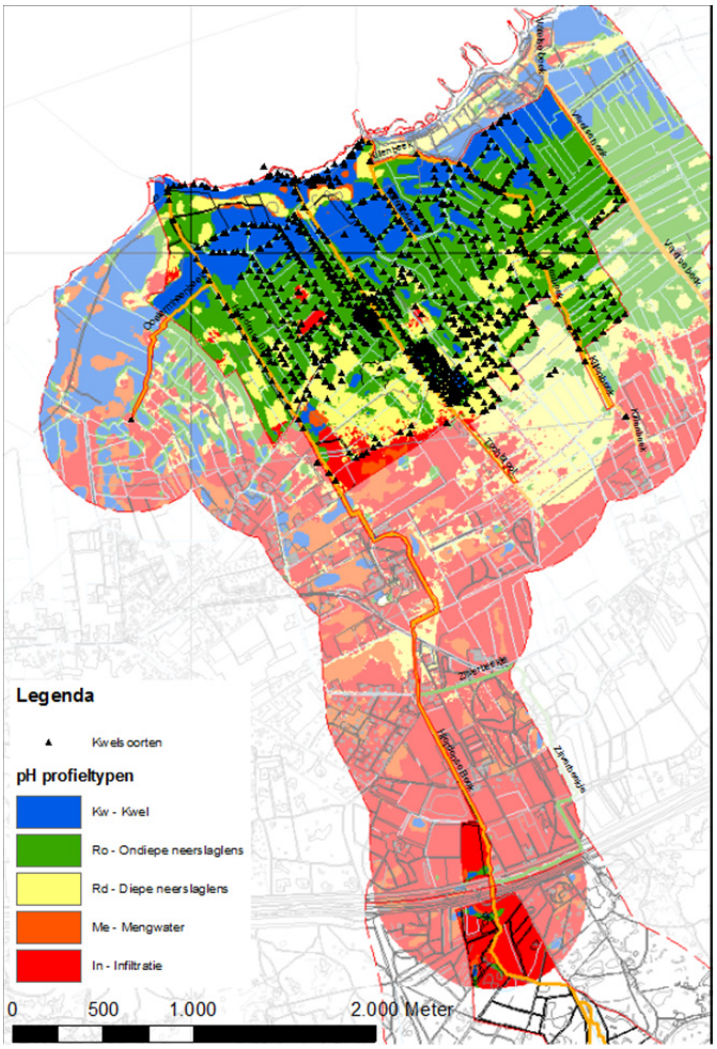
Afvoer van kwelwater binnen Bloemkampen volgens het hydrologisch model (totaal, naar maaiveld en beken)

Klasse	Flux (mm/d)	Gem. flux (mm/d)	Opp. (ha)	Afvoer (m^3/d)
1	-1 - -0,5	-0,75	4,7	-36
2	-0,5 - -0,1	-0,3	3,5	-11
3	-0,1 - 0,1	0	8,1	0
4	0,1 - 0,5	0,3	15,2	46
5	0,5 - 1	0,75	25,8	193
6	1 - 2	1,5	70,8	1062
7	2 - 5	3,5	166,3	5819
8	> 5	6	53,9	3236
			348,3	10310



Figuur 32

Kwel en infiltratie aan de basis van het freatisch pakket in Bloemkampen volgens het hydrologisch model (versie 2011). Het voorkomen van kwel-indicerende plantensoorten binnen het inrichtingsgebied is met zwarte driehoekjes weergegeven. De verspreidingsgegevens van de plantensoorten zijn beperkt tot het inrichtingsgebied.



Figuur 33

Verbreiding pH-profieltypen in Bloemkampen. Het voorkomen van kwel-indicerende plantensoorten binnen het inrichtingsgebied is met zwarte driehoekjes weergegeven. De verspreidingsgegevens van de plantensoorten zijn beperkt tot het inrichtingsgebied.

Tabel 3

Verdeling kwelstromen naar maaiveld en beken binnen Bloemkampen op basis van balansstudie grondwatermodel.

	Gem. flux (mm/d)	Opp. (ha)	Afvoer (m^3/d)
Kwel gem.	3	348,3	10449
Kwel naar maaiveld	2,8	313,5	8777
Kwel naar beken	4,3	34,8	1498

Leuvenumse bos (deelgebied 1 t/m 3)

Voor het Leuvenumse bos kon geen gebruik gemaakt worden van de pH-profieltypen om een actuele kwelkaart te maken. Ook werd daar in het hydrologisch model geen kwelflux berekend, alleen wegzijging (Luijendijk, 2011). Er zijn wel aanwijzingen voor het voorkomen van (lokale) kwel in de graslanden en naar de beek in deelgebied 1, 2 en delen van deelgebied 3 (zie o.a. § 4.6.1). Om toch een beeld van de kwel te krijgen is gebruik gemaakt van de kwelkansen die van de bodemkaart kon worden afgeleid (Runhaar, Kuijpers et al.,

2003). Deze kwelkansen zijn vertaald naar een bereik van kwelfluxen per bodemtype en op basis van relatieve maaiveldhoogte verder onderverdeeld. Het resultaat is gecombineerd met de resultaten voor de Bloemkampen in Figuur 34. Waar kwel voorkomt is dat op de hier beschreven manier afgeleid, voor de rest van het Leuvenumse Bos is de infiltratieflux van het grondwatermodel overgenomen.

Tabel 4

Oppervlakteverdeling pH-profieltypen binnen Bloemkampen en omrekenfactor kwelflux naar maaiveld

pH-profieltype	Opp. (ha)	Factor
Kw	69	1
Ro	176	0,9
Rd	75	0,6
Me	4,2	0,1
In	20,5	0
Totaal	345	

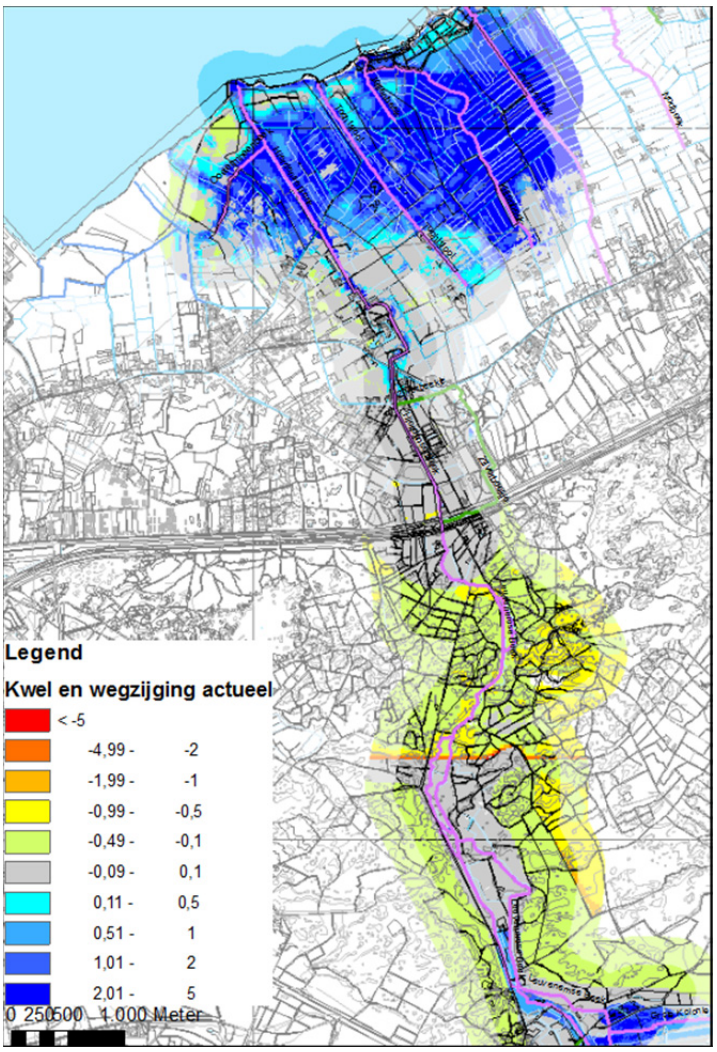
Tabel 5

Afvoer kwelwater naar maaiveld in Bloemkampen op basis van kwelflux naar onderkant freatisch vlak, gecorrigeerd naar pH-profieltype

Klasse	Flux (mm/d)	Gem. flux (mm/d)	Opp. (ha)	Afvoer (m^3/d)
1	-1 - -0,5	-0,75	0,4	-3
2	-0,5 - -0,1	-0,3	0,4	-1
3	-0,1 - 0,1	0	32,0	0
4	0,1 - 0,5	0,3	14,2	43
5	0,5 - 1	0,75	34,4	258
6	1 - 2	1,5	82,7	1240
7	2 - 5	3,5	146,1	5113
8	> 5	6	34,8	2087
			345,0	8736

In de graslanden in het zuidelijk deel van het Leuvenumse bos (deelgebied 2) en het bos bij de Rode spreng (deelgebied 1) komt waarschijnlijk ook enige (lokale) kwel voor. Dit is ook gevonden door Van 't Hullenaar (1993) en wordt ondersteund door de metingen in twee peilbuizen in de Koekoek en een lage plek in het bos aan de noordkant ervan (Buijs, 2011). In beide meetpunten wordt in het grootste deel van het jaar in de diepere buis (filter op ca, 3 m – mv.) een overdruk gevonden ten opzichte van de ondiepere buis (filter op ca, éé m – mv.). Dit is het sterkste in het meetpunt in het bos (B001AB). Het grondwater in de buizen is gebufferd maar vertoont ook een vrij hoge nutriëntenlast (N en P) die toegeschreven wordt aan regionale aanvoer. Bij twee boringen voor het bodemonderzoek in de Koekoek werden als pH-profieltypen een ondiepe en een diepe neerslaglens gevonden (Van Delft en Brouwer, 2010). Het profiel met de ondiepe neerslaglens (KK1) ligt dicht bij de buis B001AB van Buijs (15 m zuidoostelijk). Kwel is kennelijk wel aanwezig, maar komt niet overal aan maaiveld. Uit de door de opdrachtgever verstrekte vegetatiegegevens blijkt dat in het Achterste Gat en de Koekoek Veldrus en Holpijp voorkomen. In de omgeving van de Oude Zwolse weg en in de poelen bij De Koekoek komt Waterviolier voor. Uit veldmetingen van pH en Elektrisch GeleidingsVermogen (EGV) in het oppervlaktewater rondom De Koekoek kan opgemaakt worden dat hier sprake is van enige buffering (Buijs, 2011). In sloten met stagnerend regenwater langs de zuidrand van De Koekoek werden beduidend lagere EGV waarden gemeten. In hoeverre langs de Leuvenumse beek op meer plaatsen kwel voorkomt kan uit de

beschikbare gegevens niet worden afgeleid. In lage zones langs de beek zou dat het geval kunnen zijn, maar dat kan met de beschikbare gegevens niet in beeld gebracht worden. Ook zijn er aanwijzingen dat in Grote Water sprake is van kwel. Aanbevolen wordt nader onderzoek te doen naar het ecohydrologisch functioneren van de bovenloop in deelgebied 1 en 2 en het Grote Water in deelgebied 3 om de voorkomende kwel bij de inrichting beter te benutten.



Figuur 34

Kwel en wegzijging aan maaiveld in de huidige situatie (mm/d).

4.5 Fosfaattoestand

In 2010 is voor Bloemkampen en Koekoek een fosfaatbemonstering uitgevoerd (Van Delft en Brouwer, 2010; Van Delft, Brouwer et al., 2010). Hierbij is op 96 locaties in Bloemkampen en twee locaties in De Koekoek de fosfaattoestand van de bovengrond bepaald en van 20 locaties tevens de laag onder de bovengrond. In Figuur 35 is deze informatie vertaald naar de fosfaattoestand van (deel)percelen, waarbij is aangegeven of het perceel geschikt is voor voedselarme beheertypen (bijv. N10.01 Nat schraalland), matig voedselrijke beheertypen (bijv. N10.02 Vochtig hooiland) of dat perceel zo voedselrijk is dat dergelijke beheertypen hier niet mogelijk zijn. Tevens is met een arcering aangegeven welke percelen door uitmijnen geschikt te maken

zijn voor voedselarme of matig voedselrijke beheertypen. Omdat niet alle percelen bemonsterd zijn is op basis van overeenkomsten in eigendomssituatie en bodemtype een inschatting gemaakt van de fosfaattoestand. Niet bemonsterde percelen zijn te herkennen aan een rood stippatroon. In Tabel 6 zijn de oppervlakten per klasse en per deelgebied samengevat. Het thans geschikte areaal kan door uitmijnen vergroot worden. De ha's die onder 'Uitmijnen' vermeld staan komen bij de onder 'Huidig' genoemde ha's. Bij de beoordeling van de geschiktheid voor uitmijnen is ervan uitgegaan dat in maximaal tien jaar het gewenste fosfaatniveau bereikt moet kunnen worden. In de meeste gevallen zal dat minder van vijf jaar zijn. Slechts 11% (33,65 ha) van de oppervlakte is ook door uitmijnen niet geschikt te maken, in de rest van het gebied is, eventueel na uitmijnen, 36% (109 ha) geschikt voor voedselarme beheertypen en 53% (161 ha) voor matig voedselrijke beheertypen. Deze percentages wijken enigszins af van de in het onderzoek uit 2010 genoemde percentages (zie § 2.2) omdat toen gerekend is met het percentage van de bemonsterde punten binnen Bloemkampen en hier is gerekend met het oppervlaktepercentage voor het hele inrichtingsgebied, ook in niet bemonsterde percelen.

Tabel 6

Oppervlakte (ha) voedselrijkdomklassen in gras- en bouwland per deelgebied

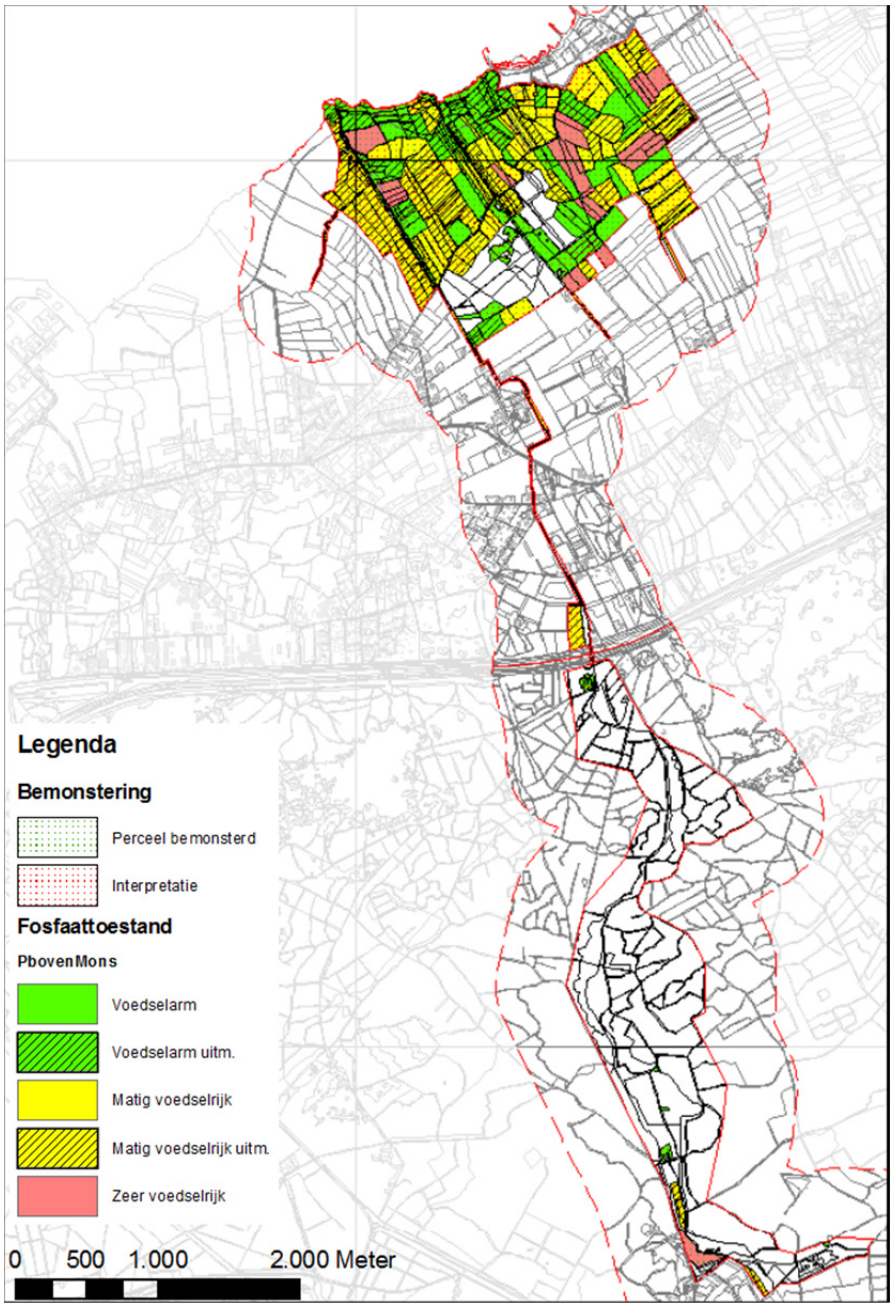
	Voedselarm		**Matig voedselrijk**		**Zeer voedselrijk**
Deelgebied	**Huidig**	**Uitmijnen**	**Huidig**	**Uitmijnen**	
1	0,09				
2				2,52	2,52
3	0,18	1,74			
4				0,03	
5	0,11			3,42	
6	0,09			0,39	
7				1,14	
8A	16,25	20,35	10,85	52,38	6,67
8B	4,62	3,26	1,75	0,56	2,09
8C	10,25	6,12	5,78	11,66	0,74
8D	10,06	8,05	9,50	4,80	2,49
8E	15,82	8,49	26,87	15,24	14,46
8F	3,08	0,18	3,09	11,03	4,70
Totaal	60,56	48,19	57,84	103,18	33,65

4.6 Terrestrische vegetatie

Een belangrijk doel van het inrichtingsplan is het bestrijden van verdroging voor de terrestrische natuur. Hoewel hier ook fauna-elementen bij horen en sommige dieren ook last hebben van verdroging, ligt de nadruk op beheertypen die door doelvegetaties worden gekenmerkt. Bij het voorkomen van dieren anders dan vissen wordt stilgestaan in § 4.8. Van het inrichtingsgebied is geen vlakdekkende vegetatiekartering beschikbaar, waarmee het voorkomen van vegetatietypen die bij de beheertypen van de ambitiekaart horen te toetsen. Wel zijn er verspreidingsgegevens van plantensoorten beschikbaar in de databases van Waterschap Veluwe en Natuurmonumenten. Op basis van deze gegevens zijn kaarten gemaakt met de verbreiding van kwelindicerende soorten en Rode Lijstsoorten. De gegevens in deze databases zijn niet allemaal van vlakdekkende inventarisaties afkomstig zodat het ontbreken van soorten in een deel van het gebied niet altijd betekent dat de soort ook echt niet voorkomt. Een uitzondering is Bloemkampen (deelgebied 8) waar in 2010 een systematisch florakartering is uitgevoerd (Eichhorn, 2010). Daarnaast is een kaart beschikbaar van kwalificerende groeiplaatsen voor Natura 2000-habitattypen in het Leuvenumse bos (zie § 4.6.3).

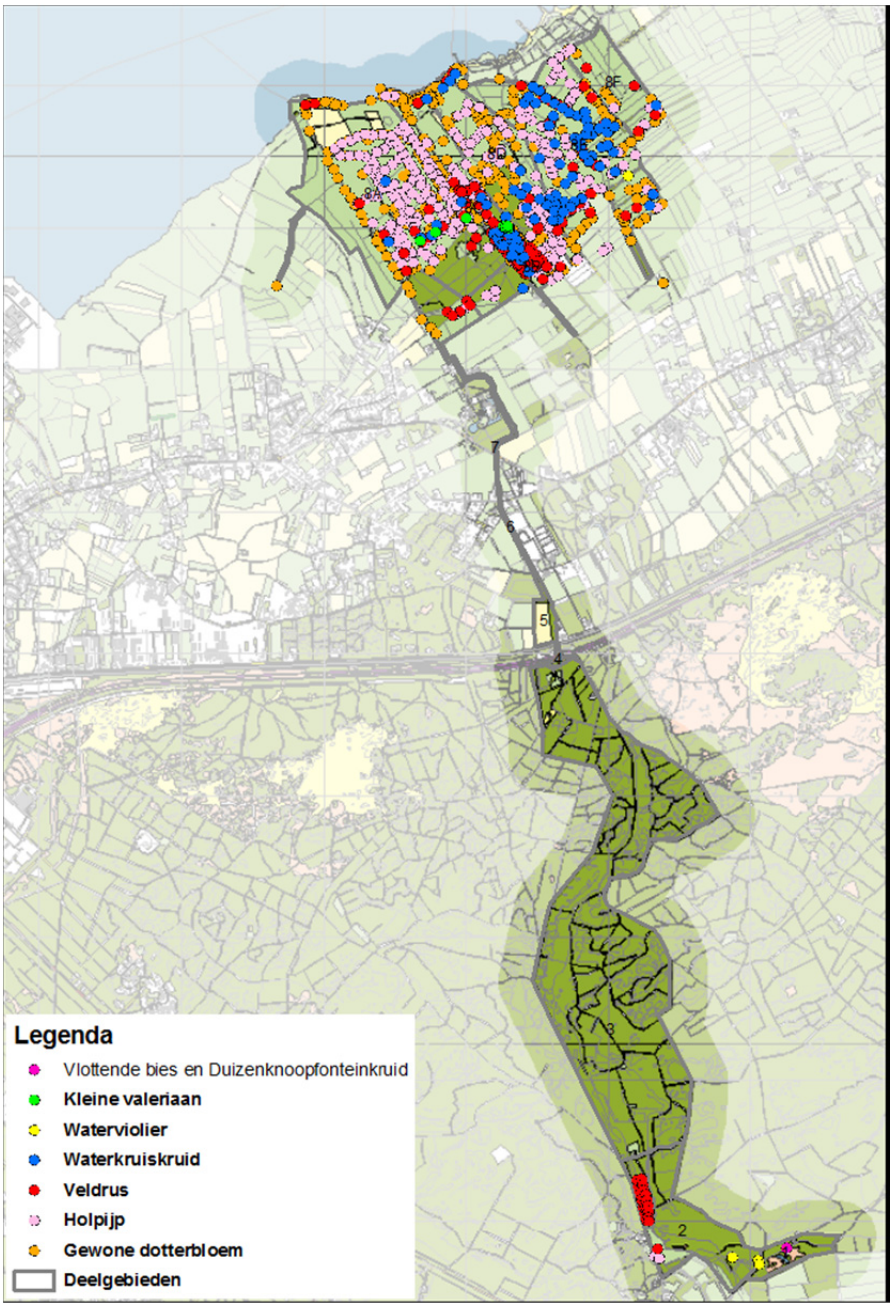
4.6.1 Kwelindicerende soorten

In Figuur 36 is de verbreiding van kwelindicerende plantensoorten per soort weergegeven. In Figuur 32 en Figuur 33 zijn dezelfde soorten weergegeven in de Bloemkampen. Opgemerkt moet worden dat veel van deze soorten langs de kanten van waterlopen zijn gekarteerd en dus vooral indicatief zijn voor de hoeveelheid kwel in de sloot. Waar kwel ook in maaiveld komt komen deze soorten op de percelen voor, mits de voedselrijkdom niet te hoog is (Van Delft, Brouwer et al., 2010). Binnen dit deelgebied (8) komen veel waarnemingen van kwelindicerende plantensoorten voor. Deels komt dat omdat het gebied in 2010 gekarteerd is. Het deel van deelgebied 8A ten westen van de Hierdense Beek is toen niet mee gekarteerd. Dat is een verklaring voor het grotendeels ontbreken van deze soorten op de kaart. Naar verwachting zullen ze in het veld wel voorkomen. Opvallend is dat ook in bosreservaat Grote Weiland weinig kwelindicerende soorten zijn aangetroffen. Uit de kwelkaart (Figuur 34) blijkt ook dat de meeste kwel gevonden wordt in de Bloemkampen, in Grote Weiland komen veel diepe neerslaglenzen en infiltratieprofielen voor. Binnen Bloemkampen verschilt de verbreiding per soort. Holpijp en Gewone dotterbloem komen door het hele deelgebied voor, Veldrus komt vooral op de wat zuurdere zandige en moerige gronden in het zuiden voor, Waterkruiskruid is grotendeels beperkt tot het deel ten oosten van de Tochtsloot. Daar komt ook de enige waarneming van Waterviolier in de Bloemkampen voor. Kleine Valeriaan wordt gevonden in de omgeving van het natuurreservaat en het bosreservaat Grote Weiland.



Figuur 35

Fosfaattoestand in gras- en bouwlandpercelen.

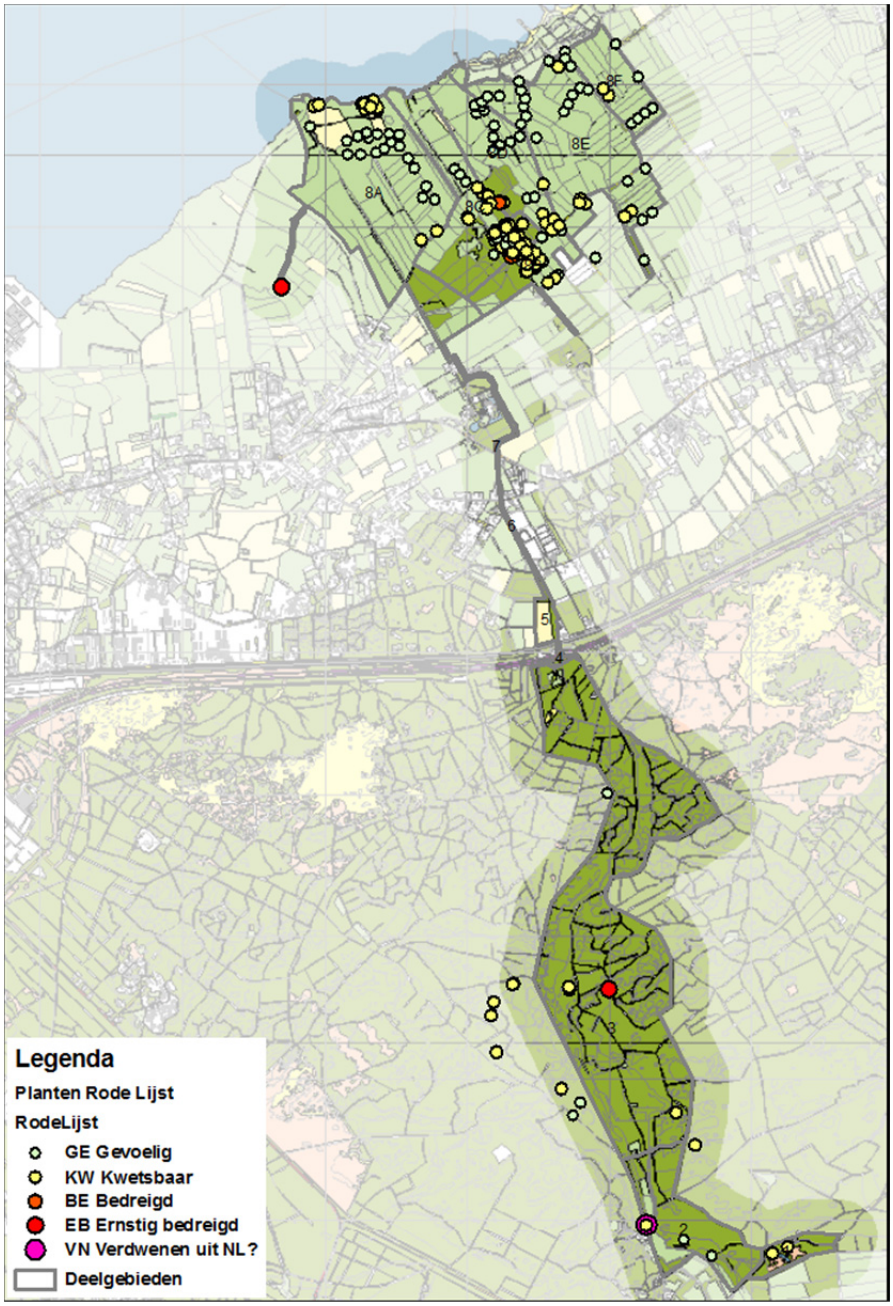


Figuur 36

Verbreiding van kwel-indicerende plantensoorten (bron: Database Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe).

Voor de ingerichte percelen in Bloemkampen (deelgebied 8B en 8D) is in het Alterra-onderzoek in 2010 aangegeven dat hier op de hogere delen neerslaglenzen voor lijken te komen (Van Delft, Brouwer et al., 2010). Bij een mosseninventarisatie in april 2011 bleek dat de percelen zeer soortenrijk zijn, met vijftien soorten Veenmos (Bijlsma, 2011). Door Bijlsma wordt een aantal vegetatiezones onderscheiden, waarbij de hogere delen als verzurend hooiland gekenmerkt worden en de relatief hoge delen met veel veenmossen en haarmossen als moerasheide. De overgangen naar de lagere delen worden gekenmerkt als Veldrusassociatie. Dit komt goed overeen met de beschrijving van de neerslaglenzen.

Ten zuiden van Bloemkampen (deelgebied 3 t/m 7) zijn in de databases nergens waarnemingen van kwel-indicerende planten bekend. Voor de percelen is dit niet vreemd omdat hier ook weinig kwel verwacht wordt. Langs de waterlopen zouden in delen van het gebied toch kwelsoorten verwacht mogen worden. Ook voor Grote water zijn geen soorten bekend. Dat kan betekenen dat hier inderdaad geen kwel voorkomt, maar het kan ook komen door het gebrek aan gegevens. Uit de habitattypenkaart (Figuur 38) kan opgemaakt worden dat bij het Grote Water en langs de oosttak van de Leuvenumse Beek wel kwelsoorten voorkomen in het habitattype H91E0C, Beekbegeleidend bos.



Figuur 37

Verbreiding van plantensoorten van de Rode Lijst (bron: Database Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe).

Tabel 7

Aantallen waarnemingen van Rode Lijst-plantensoorten, mos- en paddenstoelen (bron: Database Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe).Voor verklaring afkortingen zie Figuur 37).

Nederlandse naam	GE	KW	BE	EB	VN	Eindtotaal
Beemdkroon	1					1
Blauwe knoop	1					1
Brede waterpest	63					63
Bruine ringboleet	1					1
Dubbelloof	3					3
Echt vleugelmos		1				1
Echte tolzwam	4					4
Engels gras		18				18
Gerimpeld gaffeltandmos		4				4
Gevlekte orchis		11				11
Glad kringmos			3			3
Glanzend etagemos		5				5
Groot vedermos		1				1
Kleine valeriaan		11				11
Kleine zonnedauw	17					17
Knikkend nagelkruid				1		1
Krulbladmos	2					2
Moerasbasterdwederik	4					4
Moerashertshooi		1				1
Moeraskartelblad		12				12
Polei				1		1
Purper schorpioenmos					1	1
Recht palmpjesmos		1				1
Ronde zonnedauw	14					14
Schaapje		3				3
Stijf veenmos		2				2
Stijve ogentroost	15					15
Veenreukgras		43				43
Veldgerst	8					8
Vleeskleurige orchis		7				7
Vlottende bies		1				1
Wateraardbei	1					1
Week veenmos		5				5
Wilde kievitsbloem			2			2
Eindtotaal	134	126	5	2	1	268

In het bovenloopgebied in het zuiden van het Leuvenumse bos (deelgebied 1 en 2) komen wel weer waarnemingen van kwelindicerende soorten voor. In de Grote Koloniebeek komt Waterviolier voor, in de Koekoek Holpijp en Veldrus en in Achterste Gat staat vrij veel Veldrus. In de slenken en laagten ten zuiden van de Rode Spreng (deelgebied 1) komen Duizendknoopfonteinkruid en Vlottende bies voor, soorten die wijzen op toestroming van zwak zuur en zwak gebufferd lokaal grondwater (waarneming P. van Beers) (Baake en Verbiesen, 2009). Langs de Leuvenumse Beek en Grote Koloniebeek in het zuiden van deelgebied 2 zijn door Bijlsma (2011) groeiplaatsen van Beekbegeleidend bos (H91E0C) met veel kwelindicerende soorten gekarteerd (zie Figuur 38).

4.6.2 Rode lijstsoorten

In Figuur 37 is de verbreiding van Rode Lijst plantensoorten weergegeven zoals deze voorkomen in de databases van Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe. Deze verbreiding is per soort opgenomen in kaartjes in Bijlage 3. De aantallen vindplaatsen per soort zijn gegeven in Tabel 7. Verschillen in aantal hoeven niet per se een gevolg te zijn van verschillen in voorkomen. Het kan ook een gevolg zijn van verschil in waarnemingsdichtheid. Met het voorkomen van Rode Lijstsoorten dient rekening mee gehouden te worden bij de inrichting. Kwetsbare en bedreigde soorten zijn grotendeels beperkt tot de bestaande natuurgebieden en bossen. In het landbouwgebied van Bloemkampen komen veel waarnemingen voor van gevoelige soorten langs de waterlopen. Bij de planvorming en uitvoering van het inrichtingsplan moet hier rekening mee gehouden worden.

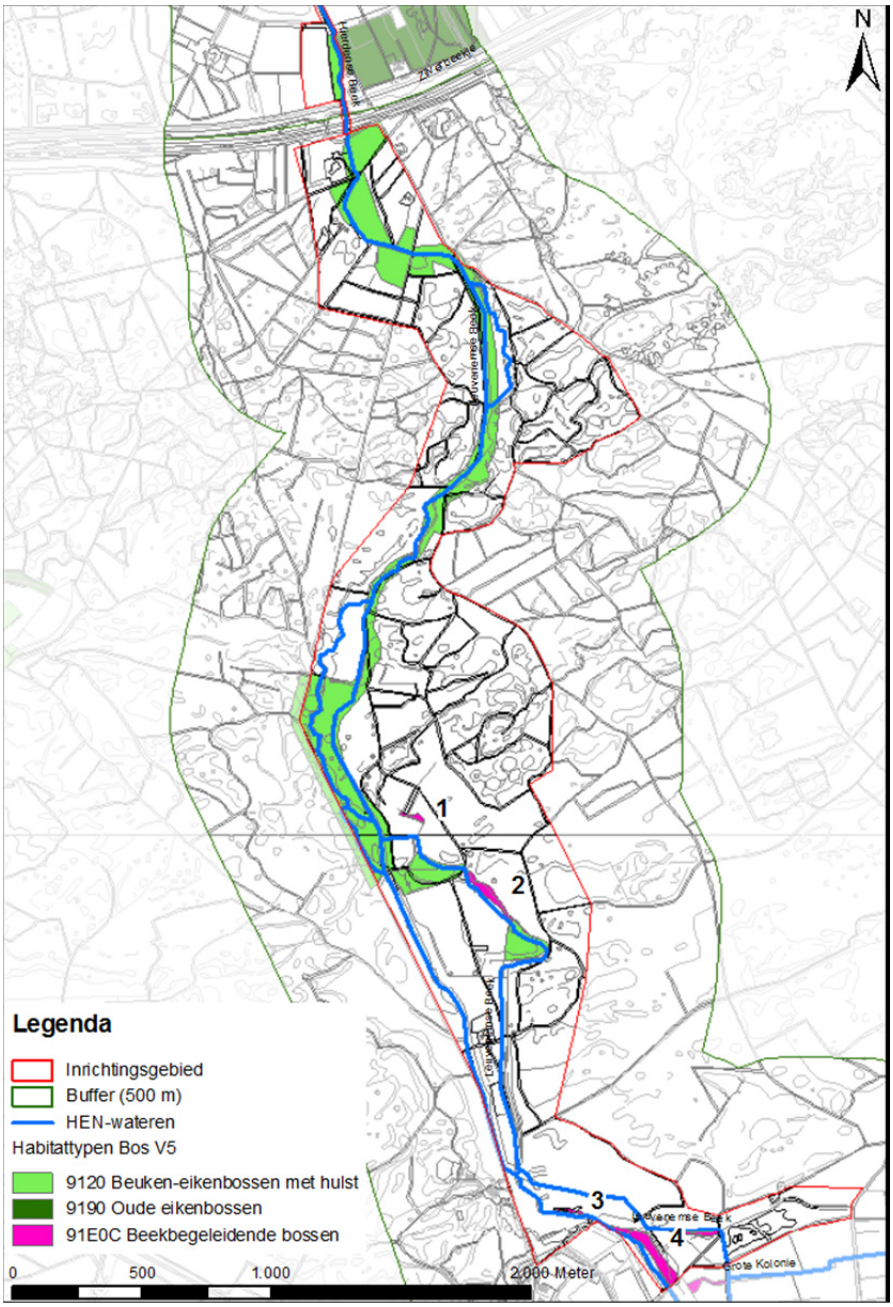
4.6.3 Habitattypen Natura 2000

Door Alterra is een habitattypenkaart voor bossen van de Veluwe opgesteld (Bijlsma, 2011). Voor het Leuvenumse Bos is deze kaart weergeven in Figuur 38. In een groot deel van het Dal van de Leuvenumse Beek komen langs de beek Beuken-Eikenbossen met Hulst (H9120) voor. Dit zijn steeds oude bosgroeiplaatsen van vóór 1850. Daarnaast zijn op basis van veldkarteringen een aantal groeiplaatsen van Beekbegeleidende bossen (H91E0C) onderscheiden in deelgebied 1 en 2 en in de zuidelijke helft van deelgebied 3. Dit type is op de Veluwe beperkt tot het stroomgebied van de Hierdense Beek en de Veluwezoom. In het rapport bij de habitattypenkaart worden deze groeiplaatsen apart besproken volgens de nummering in Figuur 38 (1 t/m 4). De onderstaande beschrijving van deze groeiplaatsen is vrijwel letterlijk gekopieerd uit het rapport van Bijlsma (2011):

Groeiplaats 1 Leuvenumse bos/Grote Water (deelgebied 3)
Het Grote Water staat al aangegeven op de kadastrale kaart van 1832. Het fungeert als retentiegebied voor de Hierdense Beek. In de zuidrand, bij de inlaat van beek, is sprake van fragmentair ontwikkeld *Pruno-Fraxinetum*, met o.m. *Carex remota*, *Lycopus*, *Mentha*, *Myosotis scorpioides*, aansluitend op groeiplaats 2. De directe invloed van de beek op de vegetatie is groot.

Groeiplaats 2 Leuvenumse bos/Oosttak (deelgebied 3)
De oosttak van de Hierdense Beek loopt ten oosten van de Zandmolen in een wijde boog naar het Grote Water. Het als Beekbegeleidend bos aangegeven deel is een meest lintvormige zone langs de beek die sterk onder invloed staat van inundaties, met *Ajuga reptans*, *Carex remota*, *Deschampsia cespitosa*, *Geum urbanum*, *Mycelis muralis*, *Poa nemoralis*, *Viola riviniana*, en plaatselijk moerassige laagtes met *Eupatorium cannabinum*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica* e.d. In een bredere zone langs de beek is *Oxalis acetosella* algemeen. Heel bijzonder is de aanwezigheid van enkele 10-tallen opgaande *Ulmus laevis*, diverse zware, opgaande *Fraxinus excelsior* en een opgaande *Carpinus betulus* direct langs de beek ('hardhoutooibos'!). De laatste soort verjongt zich plaatselijk. Historisch onderzoek naar de natuurlijkheid van deze oosttak is zeer gewenst.

Groeiplaats 3 Leuvenumse bos/Westtak bij Het Roode Koper (deelgebied 2)
Tussen de watervoerende westtak en de droogstaande oosttak ter hoogte van Het Roode Kooper liggen enkele plassen met veel *Hottonia palustris*. De boomlaag bestaat uit *Alnus*. In de oevers komen verder o.m. *Carex remota*, *Deschampsia flexuosa* en *Iris pseudacorus* voor. Het gaat hier om een fragmentair ontwikkeld beekbegeleidend elzenbroekbos (met de Associatie van Waterviolier en Sterrekroos).



Figuur 38

Natura 2000 Bos-habitattypen in het Leuvenumse Bos (Bijlsma, 2011).

Groeiplaats 4. Leuvenum/Oude Zwolse weg (deelgebied 2)

Ter weerszijden van de Oude Zwolse weg ten NO van Leuvenum liggen enkele oude beeklopen met beekbegeleidend elzenbroek en fragmentair vogelkers-essenbos. Deze lopen liggen duidelijk lager in het landschap en zijn op het AHN tamelijk scherp begrensd. De boomlaag bestaat overwegend uit *Alnus*, plaatselijk ook *Fraxinus*, en in de kruidlaag domineren *Athyrium filix-femina*, *Deschampsia cespitosa* en/of *Carex acutiformis*, naast moerassoorten zoals *Carex remota*, *Eupatorium*, *Iris*, *Filipendula*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*, *Ribes nigrum*, *Scutellaria galericulata*, *Solanum dulcamara*. Plaatselijk komen ook *Circaea lutetiana*, *Epilobium roseum*, *Peucedanum palustre*, *Scirpus sylvaticus*, *Valeriana dioica* en *Viburnum* voor. In de randen van de beeklopen zijn vaak uitgestrekte mostapijten van *Polytrichum commune*

var. *commune*, *Sphagnum palustre* en *Thuidium tamariscinum* aanwezig en treedt *Molinia* meer op de voorgrond. Deze zone gaat op sommige plaatsen over in gagelstruwelen en zompzegge-berkenbroek die niet tot habitattype H91E0C worden gerekend. Op andere plaatsen grenst H91E0C direct aan Beuken-Eikenbossen met Hulst (H9120) met *Pteridium*, *Oxalis* en zwarte bramen (met name de bossoorten *Rubus foliosus* en *R. sprengelii*).

4.7 Aquatische natuur

4.7.1 Referentie beschrijving vanuit KRW-systematiek voor waterplanten en vissen

De Hierdense Beek behoort in de KRW-systematiek tot het watertype R5: 'langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand' (Van der Molen, 2004). Beken van dit type hebben een diverse faunasamenstelling en een begroeiing die is aangepast aan de beperkte stroming.

Referentiebeschrijving vegetatie
De vegetatie van midden- en benedenlopen van het type R5 is zeer gevarieerd en bestaat doorgaans uit begroeiingen die behoren tot de associatie van Doorgroeid fonteinkruid, de associatie van Waterviolier en Sterrenkroos, de associatie van Teer vederkruid, de associatie van Vlottende waterranonkel, de associatie van Blauwe watereprijs en Waterpeper en de associatie van Egelskop en Pijlkruid (Tabel 8).

Tabel 8
Karakteristieke soorten van kenmerkende associaties voor KRW-beektype R5.

Associatie	Karakteristieke soorten
Associatie van Doorgroeid fonteinkruid	Doorgroeid fonteinkruid
	Rivierfonteinkruid
	Schedefonteinkruid
Associatie van Waterviolier en sterrenkroos	Waterviolier
	Gewoon sterrenkroos
Associatie van Teer vederkruid	Teer vederkruid
	Drijvend fonteinkruid
Associatie van Vlottende waterranonkel	Vlottende waterranonkel
	Grote waterranonkel
Associatie van Blauwe watereprijs en Waterpeper	Blauwe watereprijs
	Witte waterkers
	Waterpeper
Associatie van Egelskop en Pijlkruid	Kleine egelskop
	Pijlkruid
	Zwanenbloem
	Grote egelskop
	Pijptorkruid

Het fytobenthos bestaat uit vastzittende kiezelwieren. In het midden van de loop zijn op de stenen of takken veel draadalgen te vinden. Ter indicatie zijn in deze paragraaf enkele kenmerkende water- en oeverplanten genoemd. Een volledige soortenlijst die relevant is voor de toetsing aan de KRW-doelen is terug te vinden in Van der Molen (2004) en Van der Molen en Pot (2007). Deze lijst is opgenomen als Bijlage 2 in dit rapport.

Voor de vegetatie die hoort bij watertype R5 zijn in het inrichtingsgebied de volgende pressoren van belang:

- Door opstuwing wordt de gemiddelde stroomsnelheid negatief beïnvloed.
- Het genormaliseerde karakter van de beekloop leidt tot een verlies aan habitats, een kortere afgelegde weg van het water met als gevolg versnelde afvoer en een vermindering van de natuurlijke dynamiek van de beekloop. Dit geldt voor de meeste beken ten noorden van de snelweg maar ook voor de rechte beeklopen in delen van de Leuvenumse Beek.
- Erosie door piekafvoeren doordat het water uit het stroomgebied versneld wordt afgevoerd.
- Eutrofiëring door emissie vanuit de landbouw en door puntbronnen zoals riooloverstorten.
- Vermindering van de hoeveelheid kwelafhankelijke vegetatie door de verstoorde waterhuishouding in het stroomgebied.
- Sterke beschaduwing en bladval van dichte beukenopstanden langs de beek in het Leuvenumse Bos.

Referentiebeschrijving vissen

De vissenpopulatie in R5-beken wordt gekenmerkt door kleine stroomminnende (rheofiele) soorten zoals Bermpje, Serpeling, Kopvoorn, Riviergrondel en Beekprik. Op de stromingsluwe plekken kunnen ook soorten als Snoek, Vetje, Kleine modderkruiper en Tiendoornige stekelbaars worden aangetroffen. Uit de KRW systematiek is de onderstaande kwantitatieve referentie tot stand gekomen (Tabel 9).

Tabel 9

De referentiewaarden zijn afgeleid uit de kans op voorkomen (KOV) en uitgedrukt in aantal percentages per vissoort (%), welke vervolgens zijn verdeeld over de verschillende indicatoren: rheofiel, eurytoop etc. (Van der Molen, 2004).

Vissoort	KOV	%	Rheofiel	Eurytoop	Migratie regionaal/zee	Habitat gevoelig
Baars	0,67	9,7		9,7		
Beekprik	0,25	3,6	3,6		3,6	3,6
Bermpje	0,5	7,2	7,2			7,2
Blankvoorn	0,67	9,7		9,7		
Driedoornige stekelbaars	0,5	7,2		7,2		
Kleine modderkruiper	0,17	2,5		2,5		2,5
Kopvoorn	0,33	4,8	4,8		4,8	4,8
Paling	0,67	9,7		9,7	9,7	9,7
Riviergrondel	1	14,4	14,4			14,4
Serpeling	0,33	4,8	4,8			4,8
Snoek	0,67	9,7		9,7		9,7
Tiendoornige stekelbaars	1	14,4				14,4
Vetje	0,17	2,5				2,5
Totaal %	6,93	100,0	34,8		18,1	73,6
Totaal aantal			5	6	3	10

Voor het kwaliteitselement vis in watertype R5 dienen de deelmaatlatten soortensamenstelling, abundantie en leeftijdsopbouw beoordeeld te worden. Binnen de deelmaatlatten wordt voor de kenmerkende soorten gewerkt met de volgende indicatoren (Klinge et al., 2004):

Soortensamenstelling:

- Aantal kenmerkende rheofiele soorten
- Aantal kenmerkende eurytope soorten
- Aantal kenmerkende soorten met migratie regionaal/zee
- Aantal kenmerkende soorten gevoelig voor habitatverstoring

Abundantie:

- Aantalspercentage kenmerkende rheofiele soorten
- Aantalspercentage kenmerkende eurytope soorten
- Aantalspercentage kenmerkende soorten met migratie regionaal/zee

Aantalspercentage kenmerkende soorten gevoelig voor habitatverstoring

Voor het watertype R5 is de kwantitatieve referentie tot stand gekomen zoals weergegeven in Tabel 9. De soorten per indicator zijn uit deze tabel af te leiden. De soorten zijn ingedeeld naar de bovenstaande indicatoren.

De bovenstaande tabel laat in een ideale situatie zien welk aandeel (in percentage en aantal) rheofiel, eurytoop etc. gewenst is vanuit de KRW-doelstelling. De verdeling en het totaal aantal aanwezige referentie-vissoorten (met referentie-vissoorten worden de soorten bedoeld die nodig zijn om de KRW-score te bepalen) is een deelmaatlat binnen de KRW die een score genereert tussen 0 en 1 per type (R5) en per biologische kwaliteitselement (vissen). Deze score wordt uitgedrukt in de EKR (EcologischeKwaliteitsRatio). De EKR is het getal tussen 0 en 1 waarmee de kwaliteit van een ecologische parameter wordt aangegeven. 0 is zeer slecht, 1 is zeer goed. De grens voor het GEP (Goed Ecologisch Potentieel) wordt gewoonlijk bij een EKR van 0,6 gelegd. Volgens het KRW-Factsheet voor de Hierdense Beek wordt voor vissen gestreefd naar een GEP van 0,51 in 2015 (Gelderland 2009; Veluwe 2010).

Tabel 10

Deelmaatlat EKR soortensamenstelling vis voor watertype R5 (van der Molen en Pot, 2007).

EKR Soortensamenstelling	**1**	**0,9**	**0,8**	**0,7**	**0,6**	**0,5**	**0,4**	**0,3**	**0,2**	**0,1**	**0**
Kenmerkend rheofiel	5		4		3		2		1		0
Kenmerkend eurytoop	6		5		4		3		2	1	0
Kenmerkend migratie regionaal/zee	3			2				1			0
Kenmerkend habitat gevoelig	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

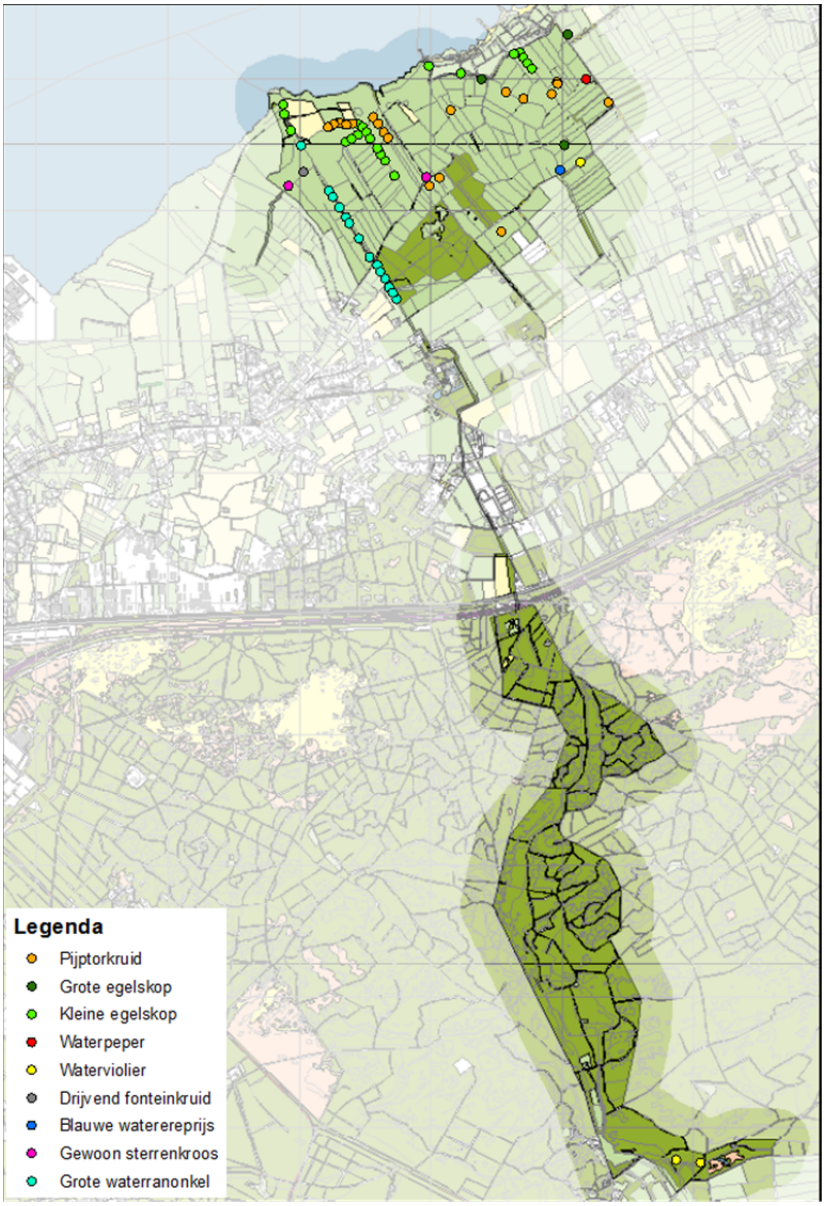
4.7.2 Huidige natuurwaarden voor waterplanten en vissen

Op basis van beschikbare data over de afgelopen 11 jaar (2000 - 2011), aangeleverd door Waterschap Veluwe en Vereniging Natuurmonumenten is een beschrijving gemaakt van het huidige voorkomen van waterplanten en vissen in het plangebied. Het betreft data die door de tijd heen zijn verzameld en waarmee verspreidingsbeelden zijn gegenereerd. Door Waterschap Veluwe zijn twee databases verstrekt. De belangrijkste is in dit rapport aangeduid als 'Ecobase' en bevat ecologische gegevens uit het biologisch meetnet van Waterschap Veluwe. Het bevat veel gegevens van o.a. KRW-bemonsteringen. De database van Natuurmonumenten wordt aangeduid met 'NM'. Het gaat hier niet om uitgevoerde KRW-bemonsteringen. Daarnaast zijn de vissstandbemonsteringen uitgevoerd door ecologisch adviesbureau Natuurbalans Limens Divergens in 2011 ook meegenomen. Van een aantal soorten zijn verspreidingskaartjes opgenomen in Bijlage 3.

Voor de vissen geldt dat daarnaast de recent verschenen 'Vissenatlas Gelderland' is geraadpleegd (Van Kessel en Kranenbarg, 2010). Deze atlas beslaat de perioden 1980-1999 en 2000-2010 en kan worden gezien als de laatste stand van zaken wat betreft het voorkomen van vissen in het plangebied. Aanvullend zijn alleen de gegevens van beekprik die in 2007 door Bureau Waardenburg en in 2010 en 2011 door ecologisch adviesbureau ATKB zijn verzameld meegenomen.

Beschrijving huidige situatie water- en oeverplanten

Van de in 4.7.1 genoemde waterplanten die relevant zijn voor de KRW-beoordeling (Tabel 8) is de verspreiding weergeven in Figuur 39. Het meest voorkomend zijn Kleine egelskop, Grote waterranonkel en Pijptorkruid langs een aantal sloten en beken in Bloemkampen. Daarnaast zijn enkele waarnemingen gevonden van Grote egelskop, Waterpeper, Waterviolier, Drijvend fonteinkruid, Blauwe watereprijs en Gewoon sterrenkroos. De overige soorten die in Tabel 8 en een groot deel van de soorten die in bijlage worden genoemd worden zijn in het gebied niet aangetroffen. Een deel van deze soorten is wel aangetroffen bij de kartering van Beekbegeleidende bossen door Bijlsma (Bijlsma, 2011, zie 4.6.3). Stroomopwaarts van het onderzoeksgebied komt in de Hierdense Beek bij Staverden ook Teer vederkruid voor. De aangetroffen soorten komen wel voor in het stroomgebied van de Hierdense Beek, met name in de Bloemkampen, maar de soorten komen met uitzondering van Grote waterranonkel niet of nauwelijks voor in of langs de Hierdense Beek zelf, waarvoor de KRW-status geldt.



Figuur 39

Verspreidingskaart van voor KRW referentie relevante waterplanten (bron: Database Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe).

Opvallend is dat waterplanten uit deze groep (Tabel 8 en bijlage 2) vrijwel alleen in Bloemkampen en in het zuiden van deelgebied 1 voor lijken te komen (zie Figuur 39). Dat komt wel overeen met de eigen waarneming bij een veldbezoek op 17 maart 2011 en een tweede veldbezoek met de begeleidingscommissie op 16 mei 2011. Over het hele traject van deelgebied 1 tot aan Landgoed de Essenburgh werden ondanks het warme voorjaar vrijwel geen waterplanten aangetroffen. Dit heeft vooral te maken met de sterke beschaduwing van dit traject dat ingesloten ligt in beukenbos. In de Hierdense Beek ten oosten van het landgoed De Essenburgh (deelgebied 7) werd Gewoon sterrenkroos aangetroffen. Verder stroomafwaarts werd deze soort vaker aangetroffen. In de databases komt deze soort op een beperkt aantal locaties in deelgebied 8 voor. Eind mei 2011 zijn in een weinig beschaduwd traject van de oostelijke tak van de Hierdense Beek tussen de Zandmolen en de Heinekendam enkele fraaie veldjes met Grote waterranonkel en (waarschijnlijk Gewoon) Sterrenkroos aangetroffen (mondelinge mededeling P. van Beers). Opheffen van de beschaduwing in combinatie met herstel van structuur en morfologie zal dus duidelijk een positief effect hebben op de ontwikkeling van waterplanten en de daarmee gepaard gaande doelen van de KRW.

Beschrijving huidige situatie vissen

Uit de aangeleverde data van Waterschap Veluwe, Vereniging Natuurmonumenten, Natuurbalans Limens Divergens en de Vissenatlas Gelderland blijkt dat er 20 vissoorten zijn aangetroffen (Tabel 11). Waarvan twee rheofiele soorten die ook worden genoemd in de KRW referentiewaarden (Tabel 9), namelijk Bermpje (Figuur 40) en Serpeling en een soort die niet op deze referentiewaarden voorkomt, maar die wel rheofiel is en kan worden gezien als een beleidsmatig relevante soort. Het gaat om de Rivierdonderpad (Habitatrichtlijnsoort). Verspreidingskaarten van deze soorten zijn opgenomen in Bijlage 3.

In 2007 is een visstandonderzoek uitgevoerd in de Hierdense Beek door Bureau Waardenburg (Soes, 2008). In totaal waren er 52 monsterpunten. Grofweg liggen de bemonsteringspunten ten noorden van Zwarte Boer tot aan het Veluwemeer in het plangebied van deze studie. Dit betreft zeventien monsterpunten. Hierin zijn van de beekprik geen larven of adulte dieren gevangen. Ten zuiden van Zwarte Boer meer stroomopwaarts liggen 31 monsterpunten (buiten plangebied). Ter hoogte van huis Leuvenum is één beekpriklarve gevangen. Soes meldt in zijn rapport dat het niet uit te sluiten is dat het hier om een rivierprik larve kan gaan.
In 2010 is door Ecologisch adviesbureau ATKB een KRW-visstandbemonstering uitgevoerd in de Hierdense beek (Hop, 2011). In dat jaar zijn negen larven van beek- of rivierprik aangetroffen in vrijwel hetzelfde gebied als door Soes in 2007 (mondelinge mededeling Peter van Beers). In 2011 heeft ATKB middels een gericht onderzoek naar omvang en verspreiding van Beekprik in de Hierdense Beek (mede in het kader van Natura2000) op een vijftal locaties ten zuiden van Zwarte Boer tot in de buurt van Uddel op schone grondbanken 23 paaiende beekprikken gevonden. In augustus 2011 is onderzoek naar Beekprik larven uitgevoerd en zijn ook daadwerkelijk beekpriklarven gevangen (ATKB-rapportage, in voorbereiding). Hiermee lijkt voldoende bewezen dat in het bovenstroomse gebied beekprikken voorkomen, maar wat nog niet in beeld is gebracht zijn eventuele knelpunten tussen de bekende vindlocaties en het plangebied van deze studie. Beide ecologische bureaus hebben namelijk ook uitvoerig gevist in het plangebeid en daar geen beekprikken aangetroffen. Ook in het Leuvenumse bos zijn door Natuurmonumenten in 1999 5 exemplaren van de Beekprik waargenomen door E. Nijenhuis. Deze waarnemingen vallen net buiten de periode van tien jaar die voor het beschrijven van de huidige situatie gehanteerd is. Sinds 1999 is de soort in het plangebied niet meer aangetroffen. Hamvraag is waarom de beekpriklarven niet verder de Hierdense beek afzakken.
Dit kan op mogelijke knelpunten duiden, maar door medewerkers van Waterschap Veluwe is aangegeven dat er geen knelpunten aanwezig zijn. Hiervan uitgaande zal het een kwestie van tijd moeten zijn voordat de Beekprik vanaf de nu reeds bekende vindplaatsen verder afzakt richting het plangebied.

Tabel 11

Aan- en afwezigheid van vissoorten in het plangebied op basis van databases van Waterschap Veluwe, Vereniging natuurmonumenten en Natuurbalans Limens Divergens over een periode van tien jaar. Daarnaast is de lijst vergeleken met de Vissenatlas Gelderland (Van Kessel en Kranenbarg, 2010). Onder de eerste grijze balk staan de beoogde KRW-referentievissoorten (doelsoorten); onder de tweede grijze balk de overige soorten uit de databases en onder de laatste grijze balk de soorten uit de Vissenatlas Gelderland. NB: Van Beekprik zijn geen vermeldingen gevonden in de geleverde databases. Uit waarnemingen van derden (o.a. Bureau Waardenburg (Soes, 2008) en ecologisch advies bureau ATKB (Hop, 2011)) blijkt dat de soort wel voorkomt, maar buiten het plangebied.

Vissoort	Ecologische gilde	2000	2001	2003	2005	2006	2007	2008	2009-2010	2011	Totaal
Beoogde KRW-referentie soorten uit database van Vereniging Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe											
Baars	Eurytoop				1	2585	266	1247	43		4142
Beekprik	Rheofiel										0
Bermpje	Rheofiel		8	294	45	3329	655	1427	7		5765
Blankvoorn	Eurytoop					983	17	2000	0		3000
Driedoornige stekelbaars	Eurytoop		4		1003	1265	6	1052	34		3364
Kleine modderkruiper	Eurytoop			77		6	2	13			98
Kopvoorn	Rheofiel en Migratie/regionaal										0
Paling	Migratie/Zee					59	16	16	3		94
Riviergrondel	Rheofiel										0
Serpeling	Rheofiel					2					2
Snoek	Eurytoop				1	91	31	621	6		750
Tiendoornige stekelbaars	Habitat gevoelig / Limnofiel	10	6		34	1513	36	1844	1240		4683
Vetje	Habitat gevoelig										0
Overige soorten uit database van Vereniging Natuurmonumenten en Waterschap Veluwe											
Alver	Rheofiel					2		2			4
Blauwband	Eurytoop					11					11
Brasem	Eurytoop					72	2	8			82
Karper	Eurytoop						1				1
Pos	Eurytoop					3	1				4
Rietvoorn	Limnofiel					1	12		5		18
Rivierdonderpad	Rheofiel	5		284	62	917	651	960	7		2886
Snoekbaars	Eurytoop					2					2
Winde	Rheofiel			14		7	3	20			44
Overige soorten afkomstig uit de Vissenatlas Gelderland											
Kolblei	Eurytoop								Aanwezig aantal onbekend		
Beekprik- of Rivierprikarve	Rheofiel en Migratie/regionaal of zee										1
Beekprik afkomstig uit visstand bemonstering Bureau Waardenburg											
Beekprik- of Rivierprikarve	Rheofiel en Migratie/regionaal of zee						1				1
KRW-bemonstering door ATKB in 2010 en 2011											
Beekprik- of Rivierprikarve	Rheofiel en Migratie/regionaal of zee								9 (2010)		9
Beekprik (paaiend)	Rheofiel en Migratie/regionaal of zee									23	23

Een kanttekening op het wel/niet voorkomen van de beekprik in het plangebied kan echter worden gemaakt. Uit historische bronnen blijkt ook dat Beekprik vroeger voorkwam in de Hierdense beek (Hart en De Ruyter, 1923; Higler, 1964) opvallend is echter dat lange tijd geen Beekprikken meer zijn waargenomen in de Hierdense beek, ondanks diverse vis- en macrofaunabemonsteringen. In ogenschouw nemend dat het een soort is die makkelijk kan worden gevangen.

Tabel 12

Beoordeling EKR van het stroomgebied van de Hierdense Beek (incl. Bloemkampen)op basis van aangetroffen soorten in de laatste tien jaar.

EKR Soortensamenstelling	**1**	**0,9**	**0,8**	**0,7**	**0,6**	**0,5**	**0,4**	**0,3**	**0,2**	**0,1**	**0**
Kenmerkend rheofiel	5		4		3		2		1		0
Kenmerkend eurytoop	6		5		4		3		2	1	0
Kenmerkend migratie regionaal/zee	3			2				1			0
Kenmerkend habitat gevoelig	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Op basis van expertkennis en de aanwezige vissoorten in het plangebied zoals deze gepresenteerd zijn in Tabel 11 kan de volgende inschatting van de EKR worden gemaakt: tweerheofiele soorten, zeven eurytope soorten, één migratie/zee soort en zes habitat gevoelige soorten. Er is geen daadwerkelijke berekening toegepast, maar op basis hiervan en in ogenschouw nemend dat de rheofiele soorten de bepalende soorten zijn kan worden gesteld dat de EKR schommelt tussen 0,3 en 0,6. De geleverde factsheet van Waterschap Veluwe die wel gebaseerd is op de formele KRW-methodiek geeft een score van 0,41. De te bereiken GEP is 0,51 (Gelderland, 2009; Veluwe, 2010). Eén soort die uit de Vissenatlas Gelderland komt en de bemonsteringen van Bureau Waardenburg en ATKB is de Beekprik. Het gaat hier om beekprikken die bovenstrooms buiten het plangebied zijn vastgesteld. Als men deze soort meeneemt in de score voor het plangebied komt het aandeel rheofiele soorten op drie, waarmee de EKR score niet boven de 0,6 uitkomt. De voor de Hierdense Beek te bereiken GEP van 0,51 wordt hier waarschijnlijk wel mee bereikt.

Daarnaast valt op dat twee 'algemene' rheofiele soorten namelijk Riviergrondel en Kopvoorn ontbreken.

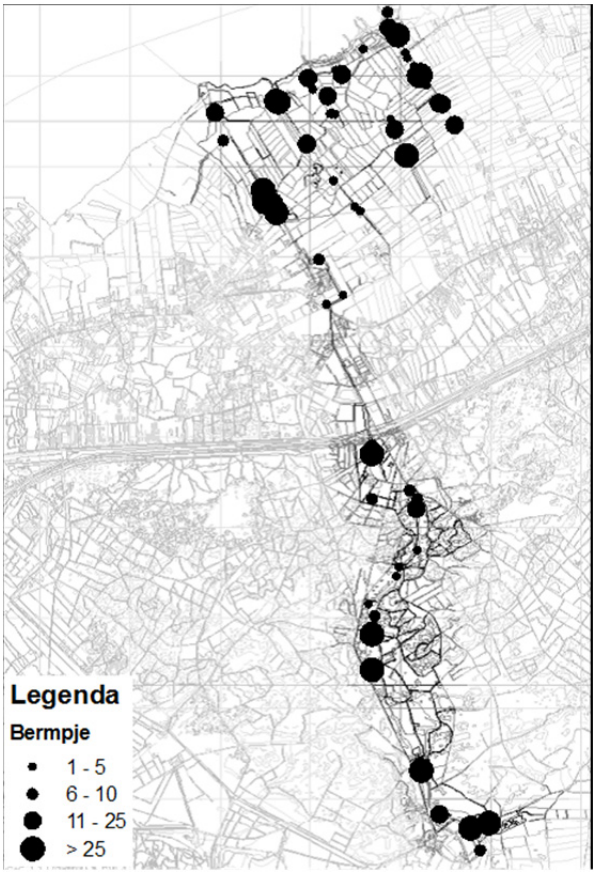
Riviergrondel

Vooral het ontbreken van de Riviergrondel is opvallend. Een soort die overal in Nederlandse beken in grote aantallen wordt aangetroffen. Echter wordt deze soort in de periode 1980 tot 2010 ook niet gevonden in het Veluwemeer en de daarin uitmondende beken, zoals de Hierdense Beek (Van Kessel en Kranenbarg, 2010). Ook uit historische bronnen blijkt dat de Riviergrondel niet voorkomt in de Hierdense beek (Hart en De Ruyter, 1923; Higler, 1964). De vraag is of de soort hier überhaupt ooit is voorgekomen? Uit de Visatlas van Gelderland blijkt dat de dichtstbijzijnde populaties in het oosten worden gevonden in de IJssel en in het westen in de Eem (Van Kessel en Kranenbarg, 2010). De vraag is of de Riviergrondel vanuit de IJssel via het Veluwemeer de Hierdense beek kan bereiken.

Kopvoorn

Uit verschillende literatuurbronnen blijkt dat de kern van zijn verspreidingsgebied zich bevindt in Limburg en dat van daaruit verspreide waarnemingen langs de grote rivieren voorkomen en in daaraan direct verbonden beken c.q. zijrivieren. Globaal komt de soort voor in het zuiden en oosten van Nederland. Vooral in Noord Nederland komt de Kopvoorn nauwelijks voor. Zo zijn in Drenthe alleen twee waarnemingen van de Kopvoorns gemeld in 1983 (De Nie, 1996; Emmerik en De Nie, 2006). In de recente verschenen visatlas Groningen Drenthe (Brouwer et al., 2008) wordt de Kopvoorn niet eens opgevoerd. De vissenatlas van Overijssel meldt

dat er op 30 locaties Kopvoorns zijn waargenomen en dat de soort voor Overijssel als een zeldzame soort kan worden beschouwd (Crombaghs et al., 2002). Voor het Veluwemeer en de Hierdense beek geldt dat de Kopvoorn niet is aangetroffen in de periode 1980 - 2010 (Van Kessel en Kranenbarg, 2010), maar ook uit historische waarnemingen blijkt dat de soort niet voorkomt in de Hierdense beek (Hart en De Ruyter, 1923, Higler, 1964). De dichtstbijzijnde aangetroffen exemplaren zijn gevonden in de IJssel. Naar alle waarschijnlijkheid is de Kopvoorn van nature nooit voorgekomen in de Hierdense beek. In ogenschouw nemend dat de vroegere Zuiderzee zout[2] was en minder geschikt leefgebied voor deze soort vormde, in combinatie met het feit dat de (huidige) noordwest grens van zijn verspreiding min of meer loopt van af midden Brabant, via midden Gelderland richting de kop van Overijssel tot aan de Overijsselse Vecht maakt het dus niet waarschijnlijk dat de Kopvoorn in de Hierdense beek thuishoort. Dat wil echter niet zeggen dat de Kopvoorn niet vanuit de IJssel via het Veluwemeer de Hierdense beek kan bereiken en koloniseren. Dit hangt af van de populatiegrootte in de IJssel. Hoe groter deze is, des te meer juveniele dieren op dispersie (ongerichte trek) gaan om nieuwe gebieden te koloniseren. Dit is echter een kwestie van geduld en tijd.



Figuur 40

Verspreidingskaart van de rheofiele vissoort Bermpje. De grootte van de stippen geeft het aantal per waarneming.(bron: Databases Waterschap Veluwe, Natuurmonumenten en onderzoek Natuurbalans Limens Divergens).

2 In de historische situatie was er sprake van een overgangswater van zoet naar zout. Het zoete water van de Hierdense beek mondde uit in het zoute water van de Zuiderzee. Dit weerspiegelde zich ook in de visstand. Zo melden Hart en De Ruyter Jr. (1923) het voorkomen van jonge Botjes in de Hierdense beek. Jonge Bot groeit op in zoet water en trekt daarna weer terug naar zout water om zich voort te planten en te blijven.

Het ontbreken van goede populaties van rheofiele soorten als Riviergrondel en 'Kopvoorn' en het beperkte voorkomen van Beekprik (alleen buiten het plangebied) duidt er op dat het gehele beeksysteem nog niet op orde is, hetzij door gebrek aan geschikte (deel)habitats of door gebrek aan connectiviteit (verbindingen). Zoals beschreven kan worden verondersteld dat de Kopvoorn van nature niet voorkomt in de Hierdense beek. Op de KRW-score kan dit zijn weerslag hebben, maar een waterschap is in die zin vrij om met goede argumenten (zie boven) te onderbouwen waarom deze soort niet wordt meegenomen in de score.

4.7.3 Doelen

De KRW-doelen voor planten en vissen staan beschreven in § 4.7.1. Voor planten betreft het het voorkomen van specifieke soorten, voor vissen wordt ook de verhouding tussen indicatieve soortgroepen beschreven. Van belang voor de ecologische kwaliteit van HEN-wateren zijn de natuurlijke morfologie van de beek, een regelmatige waterafvoer met natuurlijke variatie in stroming en peilen, de waterkwaliteit en de samenhang van het water met het omliggende landschap en het grondgebruik (zie § 3.2.7).

4.8 Overige fauna

Voor de verdrogingsbestrijding ligt de nadruk op de abiotische standplaatseisen die terrestrische vegetatie stelt en voor het verbeteren van KRW-doelen gaat het vooral om waterplanten en vissen. Het is wel belangrijk inzicht te hebben in het voorkomen van overige fauna omdat deze deels ook bedreigd wordt door verdroging en omdat beschermde soorten geen nadeel mogen ondervinden van inrichtingsmaatregelen. Liefst moet de situatie voor deze soorten ook verbeteren.

Voor de overige fauna geldt dat er wel gegevens beschikbaar zijn, maar dat deze niet zijn verkregen uit vlakdekkende inventarisaties, behalve in Bloemkampen, waar in 2011 door Ecologisch Adviesbureau Natuurbalans-Limens Divergens een inventarisatie naar vissen en amfibieën is uitgevoerd.

In de onderstaande tabel worden de verstrekte gegevens per faunagroep weergeven in relatie tot de acht onderscheiden deelgebieden in het plangebied (zie Figuur 24). Deelgebied 8, bestaande uit 8A t/m 8F is in de tabel samengevat tot 8. In Bijlage 3 zijn de verspreidingskaarten voor een aantal van de genoemde soorten opgenomen. In de volgende alinea's wordt ingegaan op de voorkomende amfibieën en reptielen.

Voor de meeste relevante soorten die op het scheidingsvlak van nat naar droog voorkomen of die van deze gradient afhankelijk zijn, zijn verspreidingskaarten opgenomen in bijlage 3. Het gaat om de volgende vijf amfibieën: Heikikker, Gewone pad, Kleine watersalamander, Meerkikker en Bastaardkikker. Voor de laatst twee genoemde soorten geldt dat deze behoren tot het groene kikker complex. Hier behoort ook de poelkikker toe, maar deze is niet uit de aangeleverde databases naar voren gekomen.

Heikikker
Voor de Heikikker geldt dat deze soort op drie plaatsen in het plangebied is vastgesteld, namelijk in deelgebied 3 langs de Leuvenumse beek in het Leuvenumse bos. Het betreft hier zeer waarschijnlijk open boslocaties met heide. In hoeverre de aangetroffen dieren deel uit maken van een grotere metapopulatie is niet precies bekend, maar de aangetroffen aantallen, 1-5 dieren per locatie, zijn te laag voor een duurzaam voorkomende populatie. Bij amfibieën wordt in de regel aangehouden dat 500 RE (Reproductieve Eenheden = 1 man en 1 vrouw) nodig is voor een duurzame populatie in een metapopulatie structuur (Verboom et al., 1997, 2001). Opvallend is het ontbreken van de Heikikker in de Bloemkampen, waar de soort verwacht zou kunnen worden. Op het eerste oog is geschikt habitat in de vorm van natte schraallanden aanwezig. Vergelijkt men zijn

verspreiding op regionaal niveau, dan ziet men dat de Heikikker langs het hele Veluwerandmeer ontbreekt (Spitzen-Van der Sluijs et al, 2007).

Tabel 13

Overige faunasoorten die in het plangebied voorkomen. De nummers 1 t/m 8 verwijzen naar de deelgebieden. (bron databases NM en WSV).

	Deelgebied							
Soort	1	2	3	4	5	6	7	8
Amfibieën en reptielen								
Alpenwatersalamander	X							
Bruine kikker	X	X	X					X
Gewone pad		X	X					X
Groene kikkercomplex								X
Hazelworm		X						
Heikikker			X					
Kleine watersalamander	X	X						X
Levendbarende hagedis	X		X					
Zandhagedis			X					
Libellen en juffers								
Bruine korenbout								X
Noordse witsnuitlibel								X
Weidebeekjuffer		X						X
Dagvlinders								
Bont zandoogje		X	X					X
Bruine vuurvlinder		X						X
Citroenvlinder	X	X	X					X
Groot dikkopje		X						X
Heivlinder			X					
Hooibeestje		X	X					X
Kleine vuurvlinder		X	X					X
Oranjetip		X	X					X
Zwartsprietdikkopje		X						X
Sprinkhanen								
Gewoon doorntje		X	X					
Gewoon spitskopje		X						
Grote groene sabelsprinkhaan								X
Kustsprinkhaan		X						
Zanddoorntje		X						
Vogels								
IJsvogel		X	X					
Spechten								
Draaihals			X					
Groene Specht			X					
Grote Bonte Specht	X	X	X					X
Kleine Bonte Specht	X	X	X					X
Zwarte Specht		X	X					
Roofvogels en Uilen								
Bosuil	X	X	X					X
Buizerd	X		X					X
Havik			X					X
Ransuil								X
Torenvalk			X					X
Wespendief			X					
Weidevogels								
Grutto								X
Kievit								X
Scholekster								X
Tureluur								X
Moerasvogels								
Rietgors								X
Watersnip								X
Zoogdieren								
Boommarter		X						
Das		X	X					
Meervleermuis					X			X
Rosse vleermuis			X					

Gewone pad

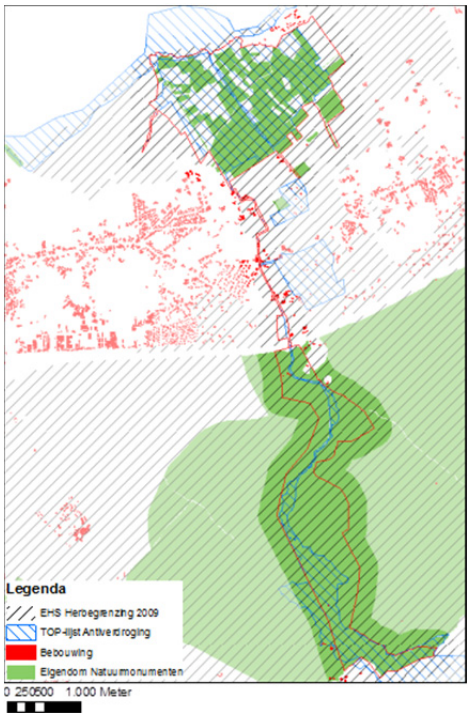
De Gewone pad wordt met uitzondering van deelgebied 4 tot en met 7 niet aangetroffen. Dit betreft zeer waarschijnlijk een waarnemingsartefact, d.w.z. dat in deze gebieden niet gericht gezocht is naar het voorkomen van gewone padden. Verwacht wordt dat deze soort wel in de gebieden aanwezig is en daarmee komt deze algemene soort in het hele plangebied voor.

Kleine watersalamander

De Kleine watersalamander komt in lage aantallen, 1-5 dieren per locatie, voor in de deelgebieden 2 en 8. Dit komt deels door het ontbreken van geschikt habitat voor deze soort in en langs de beek, zoals inundatiezones waarin stagnant water achterblijft en of ontbrekende poelen. De enkele poelen die voorkomen in deelgebied 2 kenmerken zich in de huidige situatie door achterstallig onderhoud. Dit vertaalt zich door in de abundantie van de Kleine watersalamander.

Groene kikker complex

Het Groene kikker complex is alleen aangetroffen in deelgebied 8. Voor een zeer algemene amfibiegroep als deze is dat opmerkelijk. Daarnaast zijn de waargenomen aantallen, 1-5 dieren, erg laag. Het ontbreken van de Poelkikker, met name op de hogere zandgronden in deelgebied éé tot en met drie kan enerzijds worden verklaard omdat de soort er simpelweg niet voorkomt, maar zou ook kunnen worden verklaard door dat deze soort in de beschikbaar gestelde databases alleen als Groen kikker-complex is opgenomen en niet tot op de soort is gedetermineerd. Ook uit de Atlas van reptielen en amfibieën in Gelderland (Spitzen-Van der Sluijs, 2007) blijkt dat in het plangebied geen Poelkikkers zijn aangetroffen. Zo is de soort ook nauwelijks vastgesteld in het noorden van Gelderland. In deze atlas wordt ook het verspreidingsbeeld van Groene kikker onbepaald weergegeven. Dit beeld laat zien dat vaak Groene kikkers niet tot op de soort worden gedetermineerd. Het is niet ondenkbaar dat Poelkikkers binnen de grenzen van het plangebied voorkomen en dat daarbij onbekend is hoe groot een betreffende populatie is.



Figuur 41

Voorkomen van bebouwing en begrenzing van acceptabele vernatting.

Reptielen
Naast de amfibieën zijn er drie reptielen aangetroffen, namelijk Levendbarende hagedis, Zandhagedis en Hazelworm (van deze soort is geen verspreidingskaart gemaakt). Het betreft allen waarnemingen die zijn verricht in 2005 uit de database van Natuurmonumenten. Men kan er uit opmaken dat het niet gaat om terugkerende inventarisaties waarbij gericht geïnventariseerd/gemonitord wordt naar reptielen. Voor de Hazelworm geldt dat er vijf exemplaren zijn aangetroffen in deelgebied 2, voor de Levendbarende hagedis gaat het om twee dieren in deelgebied 1 en zes dieren in deelgebied 3 en de Zandhagedis is slechts eenmaal gevonden in deelgebied 3. Het geheel laat slechts zien dat de soorten aanwezig zijn. Onbekend is echter of het gaat om grotere levensvatbare populaties. Naar alle waarschijnlijkheid zal een vlakdekkende inventarisatie en of monitoring volgens de RAVON-methodiek voor reptielen een completer en beter beeld opleveren. Aanbevolen wordt om dit in het kader van de 'natuurtoets' alsnog te doen.

4.9 Overige functies

Eventuele vernatting na de inrichting mag geen gevolgen hebben buiten de EHS en moet liefst beperkt blijven tot de TOP-lijstgebieden. In Figuur 41 is aangegeven waar bebouwing voorkomt en is de begrenzing van de TOP-lijstgebieden, EHS en de eigendommen van Natuurmonumenten aangegeven. Hieruit blijkt dat binnen de TOP-lijstgebieden niet of nauwelijks bebouwing voorkomt.

4.10 Archeologische verwachtingswaarden

Het projectgebied Hierdense Beek-Bloemkampen ligt in de gemeenten Harderwijk, Nunspeet en Ermelo. Tot ongeveer het midden van deelgebied 3 vormt de Hierdense beek de grens tussen de gemeente Harderwijk aan de westzijde en de gemeente Nunspeet aan de oostzijde. Stroomopwaarts van het midden van deelgebied 3 liggen beide oevers van de beek in de gemeente Ermelo. Alle drie de gemeenten beschikken over een (recente) archeologische verwachtingenkaart. Bij de boordeling van het voorkomen van archeologische monumenten en bekende vindplaatsen en gebieden met een verhoogde kans op het voorkomen van onbekende archeologie in het projectgebied Hierdense Beek-Bloemkampen is gebruik gemaakt van deze gemeentelijke kaartbronnen of een daarvan afgeleide gemeentelijke beleidskaart (Goossens 2009; Boshoven, Keunen et al., 2010; Goossens, 2010).

In het onderstaande overzicht wordt per deelgebied aangegeven of er bekende en/of potentiële archeologie binnen of direct grenzend aan het projectgebied aanwezig is en of er archeologisch (voor)onderzoek moet plaatsvinden. Tijdens het naast elkaar leggen van de drie gemeentelijke verwachtingen kaarten bleek dat vergelijkbare landschappelijke zones niet in alle drie de karteringen op dezelfde wijze archeologisch worden gewaardeerd. Zo waardeert de gemeente Nunspeet de archeologische verwachting van het beekdal van de Hierdense Beek middelmatig en geeft de gemeente Harderwijk een lage verwachting aan het hetzelfde beekdal. Bij de beoordeling van de deelgebieden hebben we de hoogste verwachtingswaarde als richtlijn genomen. Ook hanteren de gemeenten verschillende oppervlaktenormen met betrekken tot de oppervlakte van het plangebied of de bodemingreep waarbij archeologisch onderzoek noodzakelijke wordt geacht (Bijlage 4).

Naast de bovengenoemde gemeentelijke archeologische verwachtingenkaarten is er ook een kaart van de archeologische verwachtingswaarden in de TOP-lijst gebieden (Jager, 2009). Deze kaart is in deze studie niet gebruikt omdat de onderzoekers niet op tijd op de hoogte waren van het bestaan van deze bron. Aanbevolen wordt deze kaart, voorafgaande aan de inrichting van de Hierdense Beek, alsnog te raadplegen.

4.10.1 Archeologische verwachtingswaarde per deelgebied

Deelgebied 1 Rode Spreng
In het gebied van de Rode Spreng heeft het beekdal een lage archeologische verwachting. Het omliggende stuifzandlandschap heeft een middelmatige archeologische verwachting. Binnen de begrenzing van deelgebied 1 en net daarbuiten liggen aan de noordzijde twee neolithische vindplaatsen (grafheuvels). Beide terreinen zijn archeologisch van zeer hoge waarde. Het terrein binnen de begrenzing van deelgebied 1 heeft een beschermde status.

Deelgebied 2 Koekoek en Achterste gat
Het beekdal heeft een lage archeologische verwachting. Het omliggende stuifzandlandschap heeft een middelmatige archeologische verwachting. In deelgebied 2 wordt één 'nieuwe tijd' vindplaats aangegeven: een molenplaats.

Deelgebied 3 Zandmolen tot A28
Voor zover het deelgebied binnen de gemeente Ermelo valt heeft het beekdal een lage archeologische verwachting en het omringende stuifzandgebied een middelmatige verwachting, met uitzondering van de uitgestoven laagtes, die hebben een lage archeologische verwachting. In het gedeelte van het deelgebied dat valt binnen de gemeente Nunspeet heeft het beekdal een middelmatige verwachting en de omringende stuifzandgebieden een hoge archeologische verwachting met conserverend dek. In het gedeelte van het deelgebied dat binnen de gemeente Ermelo valt heeft het beekdal een lage verwachting de opgestoven stuifzandduinen een hoge verwachting en de tussen liggende uitgestoven laagten een middelhoge verwachting. In het deelgebied worden twee vindplaatsen aangegeven: een neolithische vindplaats (type onbekend) en een nieuwe tijd vindplaats, een huisplaats.

Voor alle drie de bovenstaande deelgebieden (1, 2 en 3) geldt dat het beekdal van de Hierdense Beek in principe een lage archeologische verwachting op het aantreffen van nederzettingsresten heeft, maar een hoge archeologische verwachting voor resten van beekaccessen, beekovergangen, tijdelijke jachtkampen, afvaldumps en/of verdedigingswerken, jachtattributen, rituele deposities, verdedigingswerken, oeverbeschoeiingen, aanlegplaatsen en/of visattributen. Om te benadrukken dat het hierbij om een bijzondere categorie gaat binnen de gebieden met een lage verwachting is er door de gemeente Ermelo voor gekozen om het beekdal in een eigen verwachtingszone in te delen. Het gaat hier om een intact (oorspronkelijk) landschap waarin zeer bijzondere archeologische resten verwacht kunnen worden. Voor de beekdalen geldt derhalve bij voorkeur geen (grootschalige) werkzaamheden dienen te worden uitgevoerd die tot fysieke aantasting leiden van archeologische resten. Hierbij moet gedacht worden aan het uitgraven van beeklopen etc. Vooral als deze eenheid in samenhang met gebieden met een hogere archeologische verwachting worden aangetroffen (overstoven dekzanden), is het gewenst het gehele gebied (dus hoog én laag) als geheel een hoge verwachting toe te kennen, met het daarbij horende beleid. Het beleid is gericht op behoud van zowel het landschap als ook van archeologische resten in de ondergrond.

De gemeente Ermelo heeft voor deze categorieën onderzoeksverplichting ingesteld voor bodemingrepen vanaf 30 cm – mv. en groter dan 2.500 m². Het type onderzoek is afhankelijk van de ingrepen en de vorm van het plangebied. De te verwachten resten betreffen vaak puntlocaties met artefacten (zoals deposities). Deze zijn doorgaans niet door middel van verkennend booronderzoek op te sporen. Bodemingrepen in dergelijke gebieden worden daarom doorgaans archeologisch begeleid. Voorafgaand aan zo'n begeleiding dient door middel van gedetailleerd bureau- en booronderzoek op basis van de voorliggende herstelplannen voor de Hierdense Beek te worden bepaald waar archeologische resten zich kunnen bevinden.

Deelgebied 4 A28
De oostoever van de Hierdense Beek (Nunspeet) heeft hier over een strook van ca. 45 - 50 m (beekdal) een middelmatige archeologische verwachtingswaarde. Daarbuiten geldt een hoge verwachtingswaarde. Het gebied ten westen van de beek (Harderwijk) heeft een lage archeologische verwachtingswaarde. Archeologisch (voor)onderzoek is nodig in alle zones bij ingrepen dieper dan 30 cm, en afhankelijk van de verwachting een omvang variërend van 100 (hoog) - 2500 m^2 (laag).

Deelgebied 5 Hof van Hulshorst
De oostoever van de Hierdense Beek (Nunspeet) heeft hier over een strook van ca. 20 - 25 m (beekdal) een middelmatige archeologische verwachtingswaarde. Daarbuiten geldt een hoge verwachtingswaarde. Het gebied te westen van de beek (Harderwijk) heeft een lage archeologische verwachtingswaarde. Op de grens met deelgebied 6 hebben een watermolen en boerderij/woning gestaan. Deze locatie heeft een zonering archeologische en cultuurhistorische objecten. Archeologisch (voor)onderzoek is nodig in alle zones bij ingrepen dieper dan 30 cm, en afhankelijk van de verwachting een omvang variërend van 100 (hoog) - 2500 m^2 (laag).

Deelgebied 6 Hessenweg
Aan de oostzijde, parallel langs de beek over een strook van 120 m breedte een gebied middelmatige archeologische verwachtingswaarde (camping). Aan de westzijde van de beek ligt een gebied met een lage archeologische verwachtingswaarde. Ten westen van de Hessenweg is het terrein deels verstoord. Voor het verstoorde deel is geen archeologisch (voor)onderzoek nodig.

Deelgebied 7 Landgoed de Essenburgh
Het terrein van het landgoed de Essenburghaan de westzijde van de Hierdense Beek is een AMK-terrein van hoge archeologische waarde met een attentiezone van 100 m. Deze zone strekt zich uit tot op de oostoever van de Hierdense Beek. Het beleidsdoel voor dit terrein is behoud van de archeologische waarden in situ. Bij planontwikkelingen voor gebieden groter dan 50 m^2 is archeologische vooronderzoek noodzakelijk. Hetzelfde geldt voor aanvragen in het kader van de omgevingsvergunning bij bodemingrepen dieper dan 30 cm en een oppervlakte groter dan 30 m^2. Stroomopwaarts en stroomafwaarts van het Landgoed de Essenburg heeft de oostoever van de beek een middelmatige archeologische verwachting (Nunspeet) en de westoever een lage (Harderwijk)

Deelgebied 8A Bloemkampen-Hierdense Beek
Gebied met grotendeels een lage archeologische verwachtingswaarde met en zonder conserverend dek. Vanaf de Munnikesteeg stroomopwaarts langs de Hierdense Beek is een zone met een matige archeologische verwachtingswaarde. De zone heeft een breedte van maximaal ca. 75 m. Voor het gebied met een lage verwachting geldt dat vooronderzoek nodig is bij planvorming voor gebieden groter dan 5000 m^2. Voor bodemingrepen in het kader van de omgevingsvergunning geldt dat een archeologisch vooronderzoek noodzakelijk is bij ingrepen dieper dan 30 cm en groter dan 2500 - 5000 m^2 Voor de zone direct langs de beek geldt dat vooronderzoek nodig is bij planvorming of bodemingrepen vanaf 1000 m^2.

Deelgebieden 8B-F Bloemkampen-Tochtsloot, -Killenbeek en -Varelse Beek
Gebieden met een lage archeologische verwachtingswaarde met en zonder conserverend dek. In deze gebieden is een archeologisch vooronderzoek nodig bij planvorming voor gebieden groter dan 5000 m^2. Voor bodemingrepen in het kader van de omgevingsvergunning geldt dat een archeologisch vooronderzoek noodzakelijk is bij ingrepen dieper dan 30 cm en groter dan 5000 m^2.

Conclusie
Op grond van de omvang van de in hoofdstuk 5 voorgestelde maatregelen in de deelgebieden 1, 2, 5, 6, 7 en 8a en de hoge archeologische verwachting van het beekdal op resten van beekaccessen, beekovergangen, tijdelijke jachtkampen, afvaldumps en/of verdedigingswerken, jachtattributen, rituele deposities, verdedigingswerken, oeverbeschoeiingen, aanlegplaatsen en/of visattributen wordt geadviseerd om in overleg met de regionaal archeoloog een archeologische (voor)onderzoek op te starten.

5 Knelpuntenanalyse

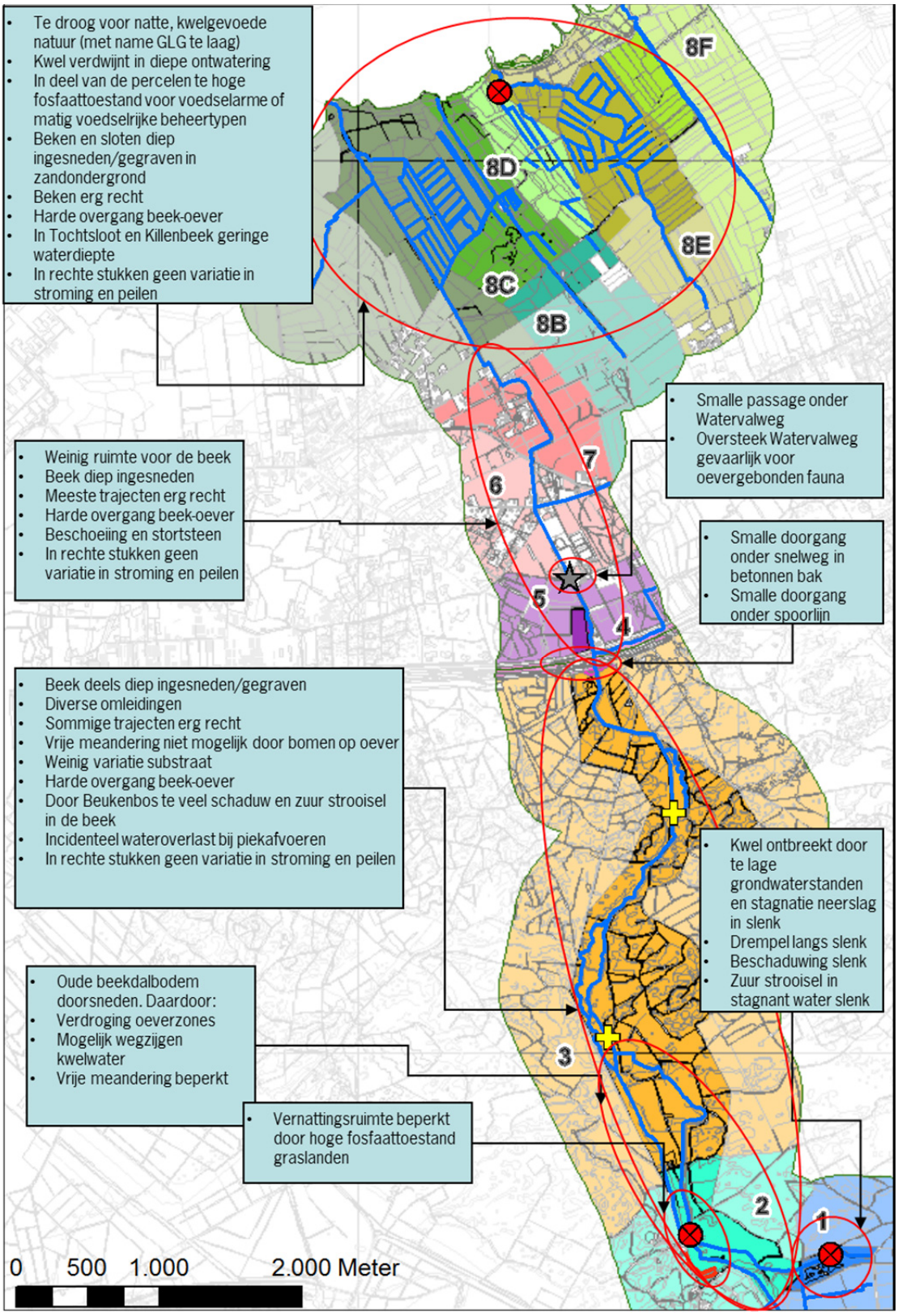
Het doel van het inrichtingsplan is om door verdrogingsbestrijding en het verbeteren van de inrichting van de percelen en de waterlopen de ecologische kwaliteit van het gebied als geheel te verbeteren en te laten voldoen aan de gestelde terrestrische en aquatische natuurdoelen. Om de juiste maatregelen te kunnen kiezen is een knelpuntenanalyse uitgevoerd. Voor een aantal thema's zijn de knelpunten hieronder per deelgebied uitgewerkt en hoe deze knelpunten zouden kunnen worden opgelost (d.w.z. administratief bijvoorbeeld aanpassen ambitiekaarten/natuurdoeltypen en/of via fysieke maatregelen zoals verondiepen, dempen van waterlopen etc.) De verdroging van terrestrische natuur wordt mede veroorzaakt door problemen met de beekmorfologie (drainage, erosie), maar ook KRW en HEN doelen kunnen hierdoor nadelig beïnvloed worden. Naast (eco)hydrologische knelpunten kan in (voormalige) landbouwgronden de fosfaattoestand een knelpunt opleveren. De belangrijkste knelpunten zijn opgenomen in de knelpuntenkaart (Figuur 42). Bij de beschrijving van de inrichtingsmaatregelen per deelgebied in Bijlage 6 worden de onderliggende knelpunten nog kort aangehaald.

In de volgende paragrafen wordt voor verschillende thema's de huidige situatie vergeleken met de gewenste en wordt nagegaan wat de oorzaak is van eventuele verschillen. Indien mogelijk wordt daarbij een oplossing aangedragen die de basis vormt voor de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen.

5.1 Verdroging terrestrische natuur

Bij verdroging van natte landnatuur is meestal sprake van te lage grondwaterstanden, eventueel in combinatie met het wegvallen van kwel en/of onvoldoende kwelwaterkwaliteit. Ook wanneer relatief hoge grondwaterstanden voorkomen op voormalig kwelgevoede gronden en kwel niet meer in maaiveld komt is sprake van verdroging. In het hele gebied is in meer of mindere mate sprake van verdroging, behalve voor de droge stuifzandgronden in het Leuvenumse bos, die van nature al droog zijn en dus niet tot natte landnatuur gerekend worden. Uitzonderingen daarop vormen relatief laag gelegen delen in de buurt van de beek, of bij het Grote water. Een deel van de grondwaterstandsdaling en het wegvallen van kwel wordt veroorzaakt door drainage van (te diepe) beken en sloten. Mogelijk is dat al in de 17e eeuw begonnen werd door het graven van sprengen, hoewel daar geen bewijs voor lijkt te zijn (Renes, Meijer et al., 2002). In die periode waren de grondwaterstanden deels ook veel hoger omdat als gevolg van de grootschalige ontbossing sinds de middeleeuwen de verdamping sterk was afgenomen.

Ten aanzien van de verdroging van terrestrische natuur zijn de grondwaterstanden en het voorkomen van kwel vergeleken met de abiotische randvoorwaarden voor enkele van de meest voorkomende beheertypen in het inrichtingsgebied. De randvoorwaarden zijn ontleend aan Waternood (Runhaar en Hennekens, 2006; Runhaar, Jalink et al., 2009). Deze randvoorwaarden worden ook gebruikt bij de beoordeling van de doelrealisaties in § 7.2.1.



Figuur 42

Overzicht van de belangrijkste knelpunten in het inrichtingsgebied.

5.1.1 Grondwaterstanden

Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand (GVG)
Per deelgebied is in Tabel 14 aangegeven welk percentage van de oppervlakte voldoet aan de optimale criteria voor N10.01 (GVG = 0 - 30 cm – mv.) en is dit vergeleken met het areaal van dit beheertype volgens de ambitiekaart. In een aantal deelgebieden is het beheertype niet aangegeven. Deze deelgebieden zijn wel betrokken in de knelpuntenanalyse omdat hier mogelijk kansen liggen om de ambitiekaart aan te passen. De randvoorwaarden zijn ontleend aan Waternood (Runhaar en Hennekens 2006; Runhaar, Jalink et al. 2009). Voor zover dit beheertype in het ambitiepakket is opgenomen is het areaal met een geschikte GVG in elk deelgebied ruimschoots voldoende. Voor de graslanden in deelgebied 2 kan overwogen worden de ambitiekaart hier aan te passen mits aan de overige randvoorwaarden kan worden voldaan. Hetzelfde geldt voor de deelgebieden 8A en 8F. Voor beheertype N10.02 (Vochtig hooiland) gelden dezelfde criteria voor de GVG en kunnen vergelijkbare conclusies getrokken worden (Tabel 15). In Bloemkampen (deelgebied 8A t/m 8F) komen nog vrij veel percelen voor waar het beheertype nog niet vast staat (N00.01 Nog om te vormen naar natuur) mogelijk zijn een aantal van deze percelen geschikt voor deze beheertypen.

Tabel 14
Knelpuntenanalyse voor de GVG in beheertype N10.01 Nat schraalland DG = Deelgebied, Gewenst = Aandeel beheertype volgens ambitiekaart, Verschil < 0 = knelpunt, Verschil > 0 = kans. De oppervlakte per deelgebied staat in Tabel 1.

DG	Gewenst (%)	Huidig (%)	Verschil (%)	Oorzaak	Oplossing
1	0,0	45,5	45,5	Beheertype niet gewenst	
2	0,0	31,0	31,0	Beheertype niet gewenst	Evt. ambitiekaart aanpassen
3	0,0	1,0	1,0	Beheertype niet gewenst	
4	0,0	1,0	1,0	Beheertype niet gewenst	
5	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
6	0,0	5,9	5,9	Beheertype niet gewenst	
7	0,0	39,2	39,2	Beheertype niet gewenst	
8A	0,0	80,5	80,5	Beheertype niet gewenst	Evt. ambitiekaart aanpassen
8B	27,9	91,4	63,4		
8C	25,8	89,5	63,7		
8D	46,3	88,3	42,0		
8E	52,6	95,7	43,1		
8F	0,0	99,3	99,3	Beheertype niet gewenst	Evt. ambitiekaart aanpassen

De overige graslandtypen die op de ambitiekaart genoemd worden hebben minder strenge eisen aan de GVG dan de hiervoor beschreven beheertypen. Daarvoor hoeft de GVG dan ook niet getoetst te worden. Voor de meeste bostypen geldt dat de eisen aan de GVG voor de samenstellende natuurdoeltypen zo divers zijn dat ze niet meer onderscheidend zijn. Bij het Haagbeuken- en essenbos (N14.03) vallen alle GVG waarden dieper dan 20 cm onder het optimale bereik. Binnen dit beheertype heeft echter het Vogelkers-essenbos een optimale GVG tussen 20 en 60 cm – mv. Dit bostype is op de ambitiekaart alleen gekozen in Bloemkampen en daar voldoet de GVG over het algemeen goed. N17.01 Vochtig hakhout en middenbos heeft ook een zeer brede range voor de optimale GVG. Binnen dit beheertype stelt het Elzenzegge-elzenbroek wel veel hogere eisen (GVG 10 cm + mv. – 15 cm – mv.). Hetzelfde doeltype maakt ook deel uit van de beheertypen N14.01 Rivier en beekbegeleidend bos en N14.02 Laagveenbos.

Tabel 15

Knelpuntenanalyse voor de GVG in beheertype N10.02 Vochtig hooiland DG = Deelgebied, Gewenst = Aandeel beheertype volgens ambitiekaart, Verschil < 0 = knelpunt, Verschil > 0 = kans. De oppervlakte per deelgebied staat in Tabel 1.

DG	Gewenst (%)	Huidig (%)	Verschil (%)	Oorzaak	Oplossing
1	0	45,5	45,5	Beheertype niet gewenst	
2	6	31,0	25,0		Evt. ambitiekaart aanpassen
3	0	1,0	1,0	Beheertype niet gewenst	
4	0	1,0	1,0	Beheertype niet gewenst	
5	0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
6	0	5,9	5,9	Beheertype niet gewenst	
7	0	39,2	39,2	Beheertype niet gewenst	
8A	33	80,5	47,4		
8B	33	91,4	57,9		
8C	11	89,5	78,4		
8D	30	88,3	58,0		
8E	35	95,7	60,7		
8F	23	99,3	76,1		

a Slenk in deelgebied 1

b Inundatie bij Zandmolen in deelgebied 3

c Hierdense Beek tussen Landgoed De Essenburgh en weiland in deelgebied 7

d Hierdense Beek met Elzensingel langs weiland in deelgebied 8A, ten noorden van Munnikesteeg

Figuur 43

Foto's bij knelpunten GVG. Voor toelichting, zie Tabel 16.

Tabel 16

Knelpuntenanalyse voor de GVG voor Elzenzegge-elzenbroek in beheertypen N17.02, N14.01 en N14.02 DG = Deelgebied, Gewenst = Aandeel beheertype volgens ambitiekaart, Verschil < 0 = knelpunt, Verschil > 0 = kans. De oppervlakte per deelgebied staat in Tabel 1.

DG	Gewenst (%)	Huidig (%)	Verschil (%)	Oorzaak	Oplossing
1	20,1	24,5	4,4	Slenken als N14.01 op ambitiekaart (Figuur 6), kwalificeert niet volgens Habitattypenkaart (Figuur 38)	Slenken mogelijk geschikt voor N03.01 (Beek en bron) en overgangen naar N06.04 (Vochtige heide) met Gagel. (zie Figuur 43a)
2	0,0	25,4	25,4	Beheertype niet gewenst	Lokaal langs beek ambitiekaart aanpassen, zie Habitattypenkaart (zie Figuur 38)
3	0,0	1,0	1,0	Beheertype niet gewenst	Lokaal langs beek ambitiekaart aanpassen, zie Habitattypenkaart (zie Figuur 38 en Figuur 43b)
4	5,1	1,0	-4,1	Te droog voor elzenbroek	Deels wel geschikt voor andere bossen binnen beheertype N14.01 (Vogelkers-essenbos)
5	24,7	0,0	-24,7	Te droog voor elzenbroek	Deels wel geschikt voor andere bossen binnen beheertype N14.02 (Vogelkers-essenbos)
6	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
7	0,0	0,3	0,3	Beheertype niet gewenst	Mogelijkheden langs beek. Inrichtingsgebied is hier smal, maar zou uitgebreid kunnen worden naar weiland aan oostkant (zie Figuur 43c) Langs beek groeien al Elzen
8A	0,1	3,1	3,0		Mogelijkheden langs beek, ten noorden van Munnikesteeg reeds elzenbos aanwezig in singel langs Hierdense Beek. Daarbuiten GVG ca 10 tot 15 cm verhogen. (zie Figuur 43d)
8B	0,0	0,1	0,1	Beheertype niet gewenst	
8C	2,8	3,5	0,7		
8D	14,8	3,3	-11,4	Verdroging in hakhoutbos	Deels wel geschikt voor andere bossen in beheertype N17.01 (Essen-iepenbos). Daarbuiten GVG ca. 10 tot 15 cm verhogen
8E	0,0	7,3	7,3	Beheertype niet gewenst	Kansen vooral op lage plekken, zullen toenemen na vernatting
8F	0,0	17,3	17,3	Beheertype niet gewenst	Kansen vooral op lage plekken, zullen toenemen na vernatting

Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)

Bij de beoordeling van de GLG is uitgegaan van de geactualiseerde GLG-kaart (Figuur 31). Bij het inschatten van de vernattingsbehoefte is ook gekeken naar de veldschattingen omdat deze een iets grotere spreiding laten zien. Voor beheertype N10.01 Nat schraalland wordt geen randvoorwaarde voor de GLG gegeven. Hiervoor is vooral de GVG bepalend. Voor N10.02 (Vochtig hooiland) geldt dat de GLG in een optimale situatie niet dieper is dan 65 cm – mv.

a De Koekoek in deelgebied 2, nat genoeg voor N10.02 (Vochtig hooiland)

b Het Achterste Gat in deelgebied 2, nat genoeg voor N10.02 (Vochtig hooiland)

c Diepe ontwatering Tochtsloot in deelgebied 8C

d Diepe ontwatering Killenbeek in deelgebied 8E

e Diepe ontwatering Varelse Beek in deelgebied 8F

Figuur 44

Foto's bij knelpunten GLG. Voor toelichting zie Tabel 17.

Tabel 17

Knelpuntenanalyse voor de GLG in beheertype N10.02 Vochtig hooiland DG = Deelgebied, Gewenst = Aandeel beheertype volgens ambitiekaart, Verschil < 0 = knelpunt, Verschil > 0 = kans. De oppervlakte per deelgebied staat in Tabel 1.

DG	Gewenst (%)	Huidig (%)	Verschil (%)	Oorzaak	Oplossing
1	0,0	45,5	45,5	Beheertype niet gewenst	Wel andere natte beheertypen mogelijk (zie Tabel 16
2	6,0	30,9	24,9		Betreft De Koekoek. In Achterste gat ook mogelijk (zie Figuur 44a en b)
3	0,0	1,4	1,4	Beheertype niet gewenst	
4	0,0	1,0	1,0	Beheertype niet gewenst	
5	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
6	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
7	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
8A	33,2	12,2	-21,0	Diepe ontwatering Hierdense Beek (zie Figuur 20)	GLG 20 – 25 cm omhoog door verondiepen beek
8B	33,5	0,0	-33,5	Diepe ontwatering Tochtsloot (zie Figuur 21)	GLG 20 – 25 cm omhoog door verondiepen beek
8C	11,1	11,2	0,1	Vooral N10.01: mogelijk ook aan de droge kant daarvoor, N10.02 komt deels niet overeen met natte plekken; diepe ontwatering door Tochtsloot (zie Figuur 21 en Figuur 44c)	GLG 10 – 20 cm omhoog door verondiepen beek
8D	30,3	7,2	-23,1	Vooral N10.01: mogelijk ook aan de droge kant daarvoor; diepe ontwatering door Killenbeek	GLG 10 – 20 cm omhoog door verondiepen beek
8E	35,0	12,0	-23,1	Vooral N10.01: mogelijk ook aan de droge kant daarvoor; diepe ontwatering door Killenbeek (zie Figuur 22 en Figuur 44d)	GLG 5 – 15 cm omhoog door verondiepen beek
8F	23,3	52,8	29,5	Vooral N00.01; bij invullen natuurdoelen natte vegetaties mogelijk (zie Figuur 23 en Figuur 44e)	GLG ca. 10 cm omhoog door verondiepen beek

Voor de overige graslandtypen en de bossen gelden dezelfde overwegingen als bij de GVG. Het Elzenzegge-elzenbroek is wel apart beoordeeld in Tabel 18. De GLG is hier optimaal bij waarden ondieper dan 50 cm – mv. Het blijkt dat vrijwel alleen in delen van deelgebied 1 en 2 de grondwaterstanden ondiep genoeg zijn voor dit bostype. Andere vochtminnende bostypen van minder natte standplaatsen, zoals het Vogelkers-Essenbos zijn in de deelgebieden 4 en 5 wel mogelijk.

Tabel 18

Knelpuntenanalyse voor de GLG voor Elzenzegge-elzenbroek in beheertypen N17.02, N14.01 en N14.02 DG = Deelgebied, Gewenst = Aandeel beheertype volgens ambitiekaart, Verschil < 0 = knelpunt, Verschil > 0 = kans. De oppervlakte per deelgebied staat in Tabel 1.

DG	Gewenst (%)	Huidig (%)	Verschil (%)	Oorzaak	Oplossing
1	20,1	23,7	3,5	(zie Tabel 16)	(zie Tabel 16)
2	0,0	25,4	25,4	Beheertype niet gewenst	Langs Oude Zwolse weg, bij De Koekoek en in Achterste gat ook mogelijk (zie Tabel 16)
3	0,0	1,0	1,0	Beheertype niet gewenst	Lokaal langs beek ambitiekaart aanpassen, zie Habitattypenkaart (zie Tabel 16)
4	5,1	1,0	-4,1	Te droog voor elzenbroek	Deels wel geschikt voor andere bossen binnen beheertype N14.01 (Vogelkers-essenbos)
5	24,7	0,0	-24,7	Te droog voor elzenbroek	Deels wel geschikt voor andere bossen binnen beheertype N14.02 (Vogelkers-essenbos)
6	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
7	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	Zie Tabel 16: Eventueel mogelijkheden mits GLG ondieper of deel weiland afgraven
8A	0,1	0,0	-0,1	Te droog door diepe ontwatering Hierdense Beek	Ten noorden van Munnikesteeg al elzenbos aanwezig in singel langs Hierdense Beek. GLG ca. 20 cm verhogen om singel nat genoeg te maken (zie Tabel 16)
8B	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
8C	2,8	0,8	-2,0	Te droog door diepe ontwatering Tochtsloot (zie Figuur 21 en Figuur 44c)	GLG 15 – 30 cm omhoog door verondiepen beek
8D	14,8	1,9	-12,9	Te droog door diepe ontwatering Killenbeek	GLG 20 – 30 cm omhoog door verondiepen beek
8E	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	
8F	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	

5.1.2 Kwel

Een aantal beheertypen die in het ambitieplan worden voorgesteld zijn min of meer kwelafhankelijk. Om deze te kunnen realiseren is het dus van belang dat er voldoende kwel (van de juiste kwaliteit) in het maaiveld komt. In Tabel 19 is per deelgebied het percentage van de oppervlakte per deelgebied waar voldoende kwel voorkomt vergeleken met het areaal van kwelafhankelijke beheertypen. In Figuur 34 is de actuele kwel en wegzijging in vijf klassen aangegeven. Het oppervlak kwel is berekend door de kwelfluxen te wegen. De oppervlakte met 2 mm kwel per dag heeft gewicht 1 gekregen, bij 1 mm/d 0,5 en bij 0,2 mm/d 0,1.

a Afgedamde slenk in deelgebied 1, op voorgrond Grote Koloniebeek

b Leuvenumse Beek is op veel plaatsen door oude venige/lemige beekdalbodem gegraven (deel voor Zandmolen in deelgebied 2)

c Kwelfilm in sloot noordpunt De Koekoek (deelgebied 2)

d Kwelverschijnselen in zijsloot Hierdense Beek (zuidoost hoek deelgebied 7)

e Zuur nat schraalland op ingericht terrein in deelgebied 8C (zie § 4.6.1). Op hogere delen veel neerslaglenzen

f Diepe ontwateringsgreppels in percelen trekken kwel aan (Deelgebied 8C). Kwel-indicerende planten groeien vooral in de greppels en slootkanten

Figuur 45

Foto's bij knelpunten Kwel. Voor toelichting zie Tabel 19.

Tabel 19

Knelpuntenanalyse voor kwel bij kwelafhankelijke beheertypen N05.01, N10.01, N10.02, N17.02, N14.01 en N14.02 DG = Deelgebied, Gewenst = Aandeel beheertype volgens ambitiekaart, Verschil < 0 = knelpunt, Verschil > 0 = kans. De oppervlakte per deelgebied staat in Tabel 1.

DG	Gewenst (%)	Huidig (%)	Verschil (%)	Oorzaak	Oplossing
1	20,1	33,7	13,5	Niet zeker of kwel ook in maaiveld komt door stagnatie. In Rode Spreng en Slenk wel kwelsoorten	Slenk moet vrij kunnen afwateren naar Grote Koloniebeek (zie Figuur 45a)
2	6,0	5,7	-0,3	Mogelijk enige drainage door diepe beekbodem in zand (zie Figuur 45b). Kwel komt wel voor (zie § 4.4.2 en Figuur 45c)	Beekbodem ophogen met leem in delen waar oude beekdalbodem doorgraven is, elders door stimuleren aanzanding
3	0,0	0,0	0,0	Beheertype niet gewenst	Lokaal langs beek wel kwelgevoede bossen mogelijk. Eventueel kwel stimuleren bij Grote water
4	5,1	0,0	-5,1	Onduidelijk of hier kwel voorkomt	
5	24,7	6,3	-18,4	Diepe ontwatering in beek en sloten	Vernatting beperkt mogelijk ten westen van Hof van Hulshorst
6	0,0	3,3	3,3	Beheertype niet gewenst	
7	0,0	7,6	7,6	Beheertype niet gewenst. In zijsloot Hierdense Beek wel kwel waargenomen	Eventueel Elzenbroek (zie Tabel 16)
8A	33,3	49,3	16,1	Vrij veel N00.01, daarnaast vooral in zuidelijke helft veel (ondiepe) neerslaglenzen (Figuur 33)	Voor zover mogelijk kwelafhankelijke beheertypen plannen. Waar mogelijk waterlopen verondiepen of dempen, neerslag afvoeren via slenken
8B	61,5	17,6	-43,9	In bovenstrooms deel van de Tochtsloot weinig kwel in maaiveld (Figuur 33)	Herstel kwel beperkt mogelijk door verondiepen en dempen waterlopen. Overigens minder kwelafhankelijke beheertypen kiezen
8C	40,2	45,1	5,0	Vooral in zuidelijke helft veel (ondiepe) neerslaglenzen (Figuur 33 en Figuur 45)	Kwel verder stimuleren door verondiepen en dempen waterlopen, neerslag afvoeren via slenken
8D	91,8	58,1	-33,7	Vooral in zuidelijke helft veel (ondiepe) neerslaglenzen	Kwel verder stimuleren door verondiepen en dempen waterlopen, neerslag afvoeren via slenken
8E	87,6	50,1	-37,5	Behalve in noorden veel (ondiepe) neerslaglenzen	Kwel verder stimuleren door verondiepen en dempen waterlopen, neerslag afvoeren via slenken
8F	23,3	63,3	40,0	Veel N00.01. Behalve in noorden veel (ondiepe) neerslaglenzen	Voor zover mogelijk kwelafhankelijke beheertypen plannen. Kwel verder stimuleren door verondiepen en dempen waterlopen, neerslag afvoeren via slenken

5.1.3 Conclusies verdroging terrestrische vegetatie

In de deelgebieden 1 en 2 zijn in de lagere delen goede kansen voor natte en kwelafhankelijke beheertypen. Voor de Rode Spreng wordt aanbevolen hier eerst een ecohydrologisch onderzoek uit te voeren (Ter Stege en Ketelaar, 2011). De mate van verdroging is hier beperkt en is door het deels verondiepen van de beekbodem te bestrijden. Waar de oude beekdalbodem doorgraven is kan deze door het aanbrengen van een leemlaag weer afgedicht worden. Hiervoor zal wel eerst aanvullend veldonderzoek nodig zijn (zie 7.9.2). De beheertypen van de huidige ambitiekaart geven hier weinig problemen met verdroging aan, maar dat komt ook deels omdat grote delen vallen onder N01.04 (Kalk- en zandlandschap). Voor de natte delen kan hier de ambitiekaart wel aangepast worden. Er lijken kansen voor Elzenbroekbos (N14.01 Rivier en beekbegeleidend bos) en in Achterste gat wellicht ook voor N10.01 (Vochtig hooiland). Hierbij kan de habitattypenkaart (Figuur 38) richtinggevend zijn. Op deze kaart is aangegeven waar Beekbegeleidend bos voorkomt. Het is in elk geval zinvol om de ambitiekaart daarop aan te passen.

Deelgebied 3 bestaat voor een groot deel uit droge stuifzandgronden en kent daarbinnen weinig verdroging. Toch komen langs de beek laagtes voor die verdroogd zijn omdat de beek te diep is ingesneden. In delen van het traject is de beek door de oude beekdalbodem heen gegraven (zie § 4.2.2). Door verondieping en op relevante plaatsen het weer afsluiten van de oude beekdalbodem met leem kan de drainerende werking van de beek beperkt worden en vernatting gerealiseerd worden. Ook in dit deelgebied komen een aantal locaties voor waar de ambitiekaart aangepast zou kunnen worden op basis van de habitattypenkaart. Van het Grote water is nog onvoldoende duidelijk hoe de hydrologie functioneert. Hier zou mogelijk kwel benut kunnen worden, maar daar is wel aanvullend onderzoek voor nodig.

Omdat de deelgebieden 4 t/m 7 vooral de verbinding vormen tussen het Leuvenumse Bos en Bloemkampen zijn de terrestrische natuurdoelen waar het in deze paragraaf over gaat minder relevant. Hier gaat het vooral om de ecologische kwaliteit van de beek (zie § 5.3). Ten westen van Hof van Hulshorst zijn beperkte mogelijkheden voor vernatting. Omdat de beek in dit traject wel een verdrogende invloed heeft op de omgeving heeft dit indirect wel invloed op de hoeveelheid kwel in Bloemkampen. Verondiepen van de beek zal daar, naast de verbetering van de ecologische kwaliteit van de beek zelf, een gunstig effect op hebben.

Voor Bloemkampen (deelgebied 8A t/m 8F) geldt dat vooral de GLG te laag is en de hoeveelheid kwel in maaiveld te gering voor de natte en kwelafhankelijke beheertypen die hier overwegend worden nagestreefd. Beide knelpunten zijn deels het gevolg van te diepe ontwatering. De beken zijn diep uitgegraven of door erosie diep ingesleten. Ook de kavelsloten zijn te diep waardoor kwel wordt afgevangen. Verondiepen en/of dempen lijkt hiervoor een goede oplossing, waarbij neerslagwater via slenkvormige laagtes oppervlakkig afgevoerd kan worden. Ook verondiepen en dempen in de bovenlopen van Tochtsloot en Killenbeek (buiten TOP, maar binnen EHS) kunnen bijdragen aan de bestrijding van de verdroging in Bloemkampen.

5.2 Knelpunten fosfaattoestand

De fosfaattoestand in de grasland- en bouwlandpercelen is beschreven in § 4.5. Een deel van de percelen is geschikt of door uitmijnen binnen 5 à 10 jaar geschikt te maken voor voedselarme of matig voedselrijke beheertypen. Bij een deel van de percelen is dat perspectief niet aanwezig. Bij uitmijnen wordt gedurende een overgangsperiode intensief gemaaid (tot 3 - 5 keer per jaar) om zoveel mogelijk fosfaat af te voeren. Voor een optimale P-onttrekking is het belangrijk gedurende deze periode de gewasproductie hoog te houden. Omdat de productiviteit terug kan lopen door uitputting van de N- en K-voorraden kan gebruik gemaakt worden van een gras-klavermengsel en aanvullende K bemesting (Van Eekeren, Iepema et al., 2006; Timmermans, Van Eekeren et al., 2010). In hoeverre uit de fosfaattoestand knelpunten voortkomen is ook afhankelijk van de beheertypen die ter plaatse gelden volgens de ambitiekaart. In Tabel 20 is de oppervlakte gesommeerd voor

combinatie van huidige en gewenste voedselrijkdom. In de lichtgroene cellen komen beide overeen, bij oranje kleuren is de voedselrijkdom te hoog en ook niet met uitmijnen te verlagen. Daar kan dan het beste een minder voedselarm beheertype gekozen worden. Bij blauwe tinten is de huidige voedselrijkdom lager dan volgens het beheertype verwacht wordt. Mogelijk kan daar een voedselarmer beheertype gekozen worden. Dat is bijvoorbeeld het geval voor percelen met beheertype N00.01 (nog om te vormen tot natuur).

Tabel 20

Knelpuntenanalyse voor de fosfaattoestand; aantal ha per combinatie van gewenste en huidige fosfaattoestand (VA = voedselarm, MV = matig voedselrijk, ZV = zeer voedselrijk, U = na uitmijnen). In de lichtgroene cellen komen huidige en gewenste voedselrijkdom met elkaar overeen, eventueel na uitmijnen. Lichtgroen: huidige P-toestand komt overeen met gewenste P-toestand, evt. na uitmijnen, oranje: te voedselrijk - voedselrijker beheertype kiezen, blauw: huidige P-toestand lager dan vereist - eventueel voedselarmer beheertype kiezen.

	Gewenste voedselrijkdom					
Huidig	VA	VA-MV	MV	MV-ZV	ZV	VA-ZV
VA	21,83	4,24	28,85	4,18	0,90	0,16
VA-U	9,22	3,92	24,73	2,08	6,99	
MV	19,43		18,46	9,69	10,06	0,15
MV-U	17,42	2,80	30,16	4,67	41,30	1,20
ZV	15,07		7,22		11,36	

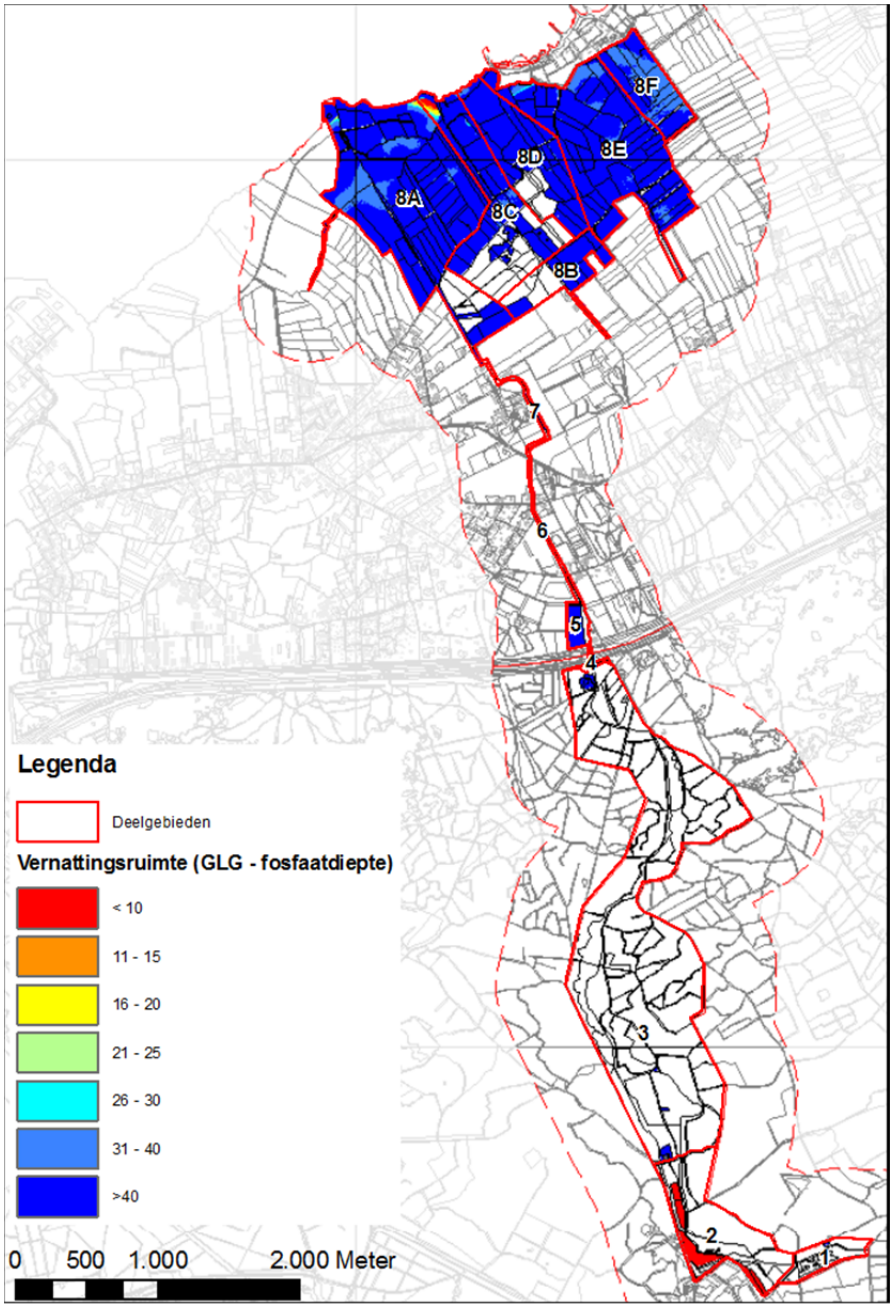
Figuur 46

Pitrusvegetatie in De Koekoek, waarschijnlijk door te hoge fosfaattoestand. In stagnerende sloot echter geen indicatie voor interne eutrofiëring.

Risico interne eutrofiëring bij vernatting

Een deel van de fosfaat in de bodem is slecht oplosbaar omdat het gebonden is aan ijzer- en aluminium hydroxiden. Daardoor kan de fosfaatbeschikbaarheid laag zijn, ook al is de totale hoeveelheid fosfaat in de bodem door bemesting verhoogd. Bij vernatting van fosfaathoudende gronden bestaat het risico dat door het reduceren van ijzeroxiden fosfaat gemobiliseerd wordt en daardoor voor een te hoge fosfaatbeschikbaarheid aanleiding geeft. Dit proces wordt 'interne eutrofiëring' genoemd. Dit is nadelig voor de realisatie van voedselarme beheertypen en kan indien fosfaat uitspoelt de waterkwaliteit negatief beïnvloeden (KRW- en HEN-doelen). Een aantal factoren is van invloed op het risico op interne eutrofiëring. Interne eutrofiëring is met name te verwachten bij permanente vernatting met sulfaathoudend water en in aanwezigheid van afbreekbare organische stof (Lamers, Tomassen et al., 1998; Lucassen, Smolders et al., 2000; Van Delft, Kemmers et al.,

2005; Bobbink, Hart et al,. 2007). Periodiek vernatten, gevolgd door droogval in een normale jaarlijkse cyclus leidt juist tot het sterker vastleggen van fosfaat in de bodem (Kemmers en Nelemans, 2007). Om een inschatting te maken van het risico op interne eutrofiëring is nagegaan hoe diep fosfaat in de bodem voorkomt in relatie tot de huidige GLG. Dat geeft aan wat de vernattingsruimte is zonder risico te lopen op interne eutrofiëring.



Figuur 47

Ruimte voor vernatting zonder gevaar voor interne eutrofiëring, gebaseerd op verschil tussen GLG en diepte fosfaat (cm).

Bij het bodemonderzoek van de Bloemkampen en De Koekoek is overal de bovengrond (variërend van 15 tot 25 cm – mv.) bemonsterd en in een deel van de locaties ook de laag onder de bovengrond (variërend van 35 tot 50 cm – mv.) (Van Delft en Brouwer, 2010; Van Delft, Brouwer et al., 2010). Binnen de Bloemkampen bleek dat alleen bij de grofzandige overslaggronden langs de Veluwemeerkust fosfaat is uitgespoeld tot onder de bovengrond. Dat is ook het geval in de Koekoek, waar tussen 20 en 40 cm de fosfaattoestand ook te hoog bleek. Voor de knelpuntenanalyse is er van uit gegaan dat bij matig- en zeer voedselrijke percelen de GLG niet tot in de verrijkte laag mag komen. Bij voedselarme percelen bestaat er geen risico op interne eutrofiëring. Als dikte voor de verrijkte laag is 25 cm aangehouden in alle gronden, behalve de grofzandige overslaggronden en de graslanden in deelgebied 2. Voor deze gronden is als ondergrens 50 cm aangehouden.

In Figuur 47 is de vernattingsruimte aangegeven als het verschil tussen de huidige GLG en de diepte van het fosfaatfront. Dit geeft aan hoeveel vernat kan worden zonder gevaar op interne eutrofiëring. In deelgebied 2 zijn de graslanden van de Koekoek en het Achterste gat al vrij nat en is de fosfaattoestand hoog. Daarom is hier geen ruimte voor verdere vernatting omdat dan mogelijk fosfaat gemobiliseerd wordt. Het hoge aandeel Pitrus in deze graslanden is hier mede een gevolg van (Figuur 46). Overigens zijn er geen aanwijzingen voor fosfaatuitspoeling uit deze percelen naar de beek. Langdurige stagnatie van water moet hier wel voorkomen worden. Periodieke inundaties gevolgd door droogval lijken geen probleem. Overigens zijn er in de sloten langs de zuid- en oostrand, waar neerslagwater stagneert geen aanwijzingen voor interne eutrofiëring. De pH en EGV zijn hier vrij laag (Buijs, 2011). Ook bij het veldbezoek in maart 2011 werden hier geen grote hoeveelheden algen of andere indicatoren voor eutrofiëring (Liesgras, Lisdodde) aangetroffen. In de rest van het inrichtingsgebied zijn weinig problemen met interne eutrofiëring door vernatting te verwachten. Vrijwel overal kan zonder problemen tot 40 cm vernat worden. In delen van deelgebied 8A, 8E en 8F is de vernattingsruimte beperkt tot 30 à 40 cm, maar dat is al meer dan de maximale vernattingsbehoefte van 10 tot 25 cm voor de vochtig hooiland en maximaal 30 cm voor Elzenbroek (zie § 5.1.1). Aan de Veluwemeerkust, op de grens tussen deelgebied 8A en 8C, komt een perceel voor waar in de laagste delen geen vernattingsruimte is. Dit komt omdat het perceel volgens de bodemkaart behoort tot de associatie van overslaggronden en daarom mogelijk een dieper fosfaatfront heeft. De grofzandige afzettingen binnen deze associatie zijn echter beperkt tot de hogere ruggen, de lagere delen bestaan uit klei en daar is geen fosfaatuitspoeling te verwachten. Waarschijnlijk is het risico hier gering.

5.3 Beken en KRW-HEN doelen

Tabel 21

Karakterisering van het watertype R5 volgens het handboek Kaderrichtlijn Water, gebaseerd op Elbersen et al. (2003).

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	<1
Stroomsnelheid	cm/s	<50
Geologie >50%		Kiezel
Breedte	m	3-8
Oppervlakte stroomgebied	Km2	10-100
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

KRW-doelen

Knelpunten voor de beken zijn beoordeeld aan de hand van KRW- en HEN-doelen. KRW-doelen gelden voor de Hierdense Beek (incl. Leuvenumse beek), HEN-doelen voor alle beken in het inrichtingsgebied. In de KRW-systematiek behoort de Hierdense Beek tot het watertype R5 (Langzaam stromende midden-/benedenloop op

zand) en heeft de status 'Sterk veranderd' (Otte, Arntz et al., 2008; Gelderland, 2009). De abiotische karakteristieken van het watertype R5 zijn weergegeven in Tabel 21. In de KRW-factsheet voor de Hierdense Beek wordt de toestand van de 'overige waterflora (EKR)' als ontoereikend beoordeeld en die voor vissen en stikstofgehalte als matig (Gelderland, 2009). Voor het verbeteren van de KRW-scores zijn deze factoren dus van belang. Het stikstofgehalte wordt voornamelijk bepaald door activiteiten buiten het inrichtingsgebied en zal dan ook beperkt door dit inrichtingsplan beïnvloed kunnen worden. Elders zijn hier wel plannen voor ontwikkeld (Luijendijk en Hunink, 2009; Mullekom, Smolders et al,. 2009). Dit geldt ook voor de HEN-doelen voor waterkwaliteit.

HEN-doelen

Van belang voor de ecologische kwaliteit van HEN-wateren zijn de natuurlijke morfologie van de beek, een regelmatige waterafvoer met natuurlijke variatie in stroming en peilen, de waterkwaliteit en de samenhang van het water met het omliggende landschap en het grondgebruik. Voor deze wateren zijn door Tauw en Waterschap Veluwe streefbeelden opgesteld op basis van de EKOV indeling, wat een verfijning is van het KRW-streefbeeld en Waterwijzer-streefbeeld (Arntz. 2008). De toedeling van deze streefbeelden staat in Tabel 22. Opvallend is dat de Hierdense Beek als geheel als Natuurlijke bovenloop (Bona) aangeduid wordt, terwijl het deel ten noorden van de snelweg ook kenmerken van een middenloop heeft.

Tabel 22

Classificatie van de HEN en SED beken. Bona = Natuurlijke bovenloop, Mikw = Kwelgevoede middenloop (Arntz, 2008).

Naam	**Functie**	**Waterwijzer doeltype**	**EKOV streefbeeld**	**Huidige ecologische kwaliteit**	**Cultuurhistorie**
Fred. Bernard Beek	HEN	Stuwwalbeek	Bona	matig	laag
Grote Koloniebeek	HEN	Stuwwalbeek	Bona	goed	laag
Hierdense Beek	HEN	Laaglandbeek (regen)	Bona	goed	hoog
Zilverbeekje	SED	Laaglandbeek (regen)	Bona		laag
Oostermheenbeek	HEN	Laaglandbeek	Bona		hoog
Tochtsloot	HEN	Laaglandbeek (kwelbeek)	Mikw	matig	laag
Killenbeek	HEN	Laaglandbeek (kwelbeek)	Mikw	matig	laag
Varelse Beek	HEN	Laaglandbeek (kwelbeek)	Mikw	slecht-matig	laag

Het streefbeeld 'Natuurlijke bovenlopen' (Bona) wordt omschreven als 'Kleine bovenloopjes met constante stroming en temperatuur, sterk beschaduwd'. Deze liggen vooral in bos of zijn vergezeld van houtwallen met soorten als Els op de oever en Beuk en Eik op de drogere delen. Voor het streefbeeld 'Kwelgevoede middenlopen' (Mikw) wordt genoemd: 'Trajecten met middelgrote waterdiepte/breedte, middenlopen van beken met een matige stroming, kwelgevoed, matige trofie en saprobie en hoge lichtinstraling'. Deze beken liggen grotendeels in agrarisch gebied, ze hebben geen echte bron maar worden min of meer diffuus gevoed door kwelwater en lokaal (jong) grondwater. In Tabel 23 worden de abiotische karakteristieken voor deze beektypen gegeven.

Voor vissen en water- en oeverplanten is de kwaliteit van het habitat bepalend en voor vissen tevens de connectiviteit ofwel het ontbreken van barrières die de migratie beperken. Bij habitatkwaliteit moet bijvoorbeeld gedacht worden aan paaihabitat in de bovenstroomse delen voor soorten als Kwabaal die juist een inundatiezone nodig hebben, andere soorten hebben juist stromend water met een zandige of kiezelbodem nodig. De aan- of afwezigheid van water en oeverplanten is tevens bepalend als (deel)habitat voor vissen en andere waterdieren en amfibieën. Voor water- en oeverplanten is, naast een geschikt substraat, stroomsnelheid, waterdiepte en -kwaliteit ook de hoeveelheid licht bepalend voor een geschikt habitat. De hoeveelheid licht is ook weer bepalend voor de temperatuur en daarmee de oplosbaarheid van zuurstof. Over het algemeen geldt dat de variatie in habitattypen bepalend is voor de geschiktheid voor zowel water- en oeverplanten als vissen. Dit wordt bepaald door dezelfde kenmerken die ook als bepalend voor de kwaliteit van HEN-wateren worden genoemd (zie vorige alinea en § 3.2.7). De knelpuntenanalyse voor de beken als habitat voor water- en oeverplanten en vissen heeft dan ook plaats gevonden aan de hand van deze kenmerken (zie § 5.3.1 t/m 5.3.5). Het opheffen van deze knelpunten zal via de verbetering van de variatie in habitats bijdragen aan de geschiktheid voor diverse soorten vissen, water- en overplanten, maar natuurlijk ook voor andere organismen (macrofauna, amfibieën en dieren die indirect afhankelijk zijn van de fauna rondom de beek zoals Boommarter, Havik of IJsvogel). De connectiviteit wordt bepaald door de afwezigheid van barrières, bijvoorbeeld in de vorm van stuwen of ongeschikt habitat zoals het beukenbos aan weerszijde van de beek. Knelpunten die daar uit voortkomen hangen samen met de natuurlijke morfologie (§ 5.3.1). Daarnaast kan een te hoge stroomsnelheid een barrière vormen (zie § 5.3.3). Veel van deze principes worden ook beschreven in het zgn. '5B-concept' voor een klimaatbestendige inrichting van beekdalen (Verdonschot, 2009).

Tabel 23
Abiotische karakteristiek HEN beken volgens EKOV streefbeelden (Arntz, 2008).

	Range	
Parameter	**Natuurlijke Bovenloop (Bona)**	**Kwelgevoede middenloop (Mikw)**
Stroomsnelheid (cm/s)	20 – 50	20 – 60
pH	6,5 – 7,5	6,5 – 7,5
EGV (µS/cm)	< 200	< 250
Breedte (m)	1,5 (0,4 – 4)	1,3 – 5,7
Diepte (m)	0,13 (0,04 – 0,52)	0,03– 0,5
t-P (mg)/l)	< 0.05	< 0.1
NH_4^+-N (mg N/l)	< 0,1	< 0,5
O_2 (%)	80 - 120	70 - 120
NO_3^- (mg N/l)	< 1,5	< 1

5.3.1 Natuurlijke morfologie

Wat onder natuurlijke morfologie verstaan moet worden is niet precies bepaald. Op de geomorfologische kaart (Figuur 15) is te zien dat de Hierdense Beek in het traject door de Leuvenumse bossen ingeklemd ligt tussen de stuifzandgronden waardoor het dal vaak erg smal is. Vóór de verstuiving in de middeleeuwen is het dal hier waarschijnlijk veel breder geweest (zie § 4.2.1). Door menselijk ingrijpen is de beek in het stuifzand ingegraven, vaak zelfs door de oude beekdalbodem heen. Daarbij zijn grote delen van de beek recht getrokken om water sneller te laten stromen om genoeg waterkracht op te bouwen voor de negen watermolens die langs de beek stonden (Van Kessel en Kranenbarg, 2011). Hierdoor is de beek op sommige trajecten zeer recht en beperkt in de mogelijkheid om vrij te meanderen. Door de bomen die tot dicht aan de rand staan en omdat de

beek vaak door de oude beekdalbodem is gegraven, wordt de beek opgesloten in dit rechte profiel (zie Figuur 17). Daarnaast zijn de beken waar ze door landbouwgebied stromen over het algemeen zeer recht. Overigens dateren de huidige lopen in het gebied ten noorden van de snelweg deels van na de vorming van de Zuiderzee en de ontginning van de voormalige veenvlakte. Voor die tijd stroomden de beken uit in een veenmoeras (§ 4.2.1).

Bij de EKOV-streefbeelden wordt voor het type 'Natuurlijke bovenloop' (Bona) de volgende beschrijving van de structuren gegeven (Arntz, 2008): 'Het lengte- en dwarsprofiel van deze beken is gevarieerd en licht meanderend. De beken zijn ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen) op de beekbodem. De oever is structuurrijk en gevarieerd met begeleidende vegetatie van loofbomen of houtwallen (minimaal 90% van de totale oeverlengte). De beekbodem bestaat uit de substraten zand, grind, blad, hout en slib en beperkte vegetatie als gevolg van beschaduwing (5 - 15% submerse waterplanten)'. Voor de Kwelgevoede middenlopen (Mikw) luidt de beschrijving: 'Deze beken zijn licht tot matig meanderend, ondiep met micromeandering door structuren (hout/stenen/vegetatie) op de beekbodem. De oever is structuurrijk en gevarieerd met begeleidende vegetatie van bomen of struweel (minimaal 25% van de totale oeverlengte). De beekbodem vertoont ruime variatie in structuur met substraten zand, grind, submerse vegetatie en beperkt slib.

Belangrijke kenmerken voor beide beektypen zijn dus het meanderen, waterdiepte, micromeandering en de variatie in substraat. Micromeandering en variatie in substraat zijn niet direct te beoordelen maar hangen wel sterk samen met de mate waarin de beek een recht of bochtig verloop heeft. Als een indicatie voor de mate van natuurlijkheid van de morfologie is in Tabel 24 het aandeel rechte stukken in de beekloop genomen. Hiervoor is beoordeeld welke delen recht of bochtig zijn. Dit is in Figuur 48 geïllustreerd met foto's. De waterdiepte kan beoordeeld worden op basis van de lengteprofielen uit het SOBEK-model (§ 4.2.3). Daarnaast kan het verhang beoordeeld worden, dat bij het watertype R5 < 1 m/km hoort te zijn (zie Tabel 21). Het voorkomen van stuwen en andere obstakels is uiteraard ook beperkend voor een natuurlijke morfologie en is een belangrijke barrière voor de migratie (connectiviteit). Het verhang en de obstakels zijn weergegeven in Figuur 49.

a In deelgebied 1 zijn Grote Koloniebeek en Rode Spreng gegraven en vrijwel recht

b Deelgebied 1: Door aankoppelen Slenk aan Rode Spreng en Grote Koloniebeek kan de natuurlijke morfologie versterkt worden

c Deelgebied 2: Rondom De Koekoek en het Achterste Gat veel kunstmatige lopen en beschoeiingen. Zijn echter cultuurhistorisch van belang

d Deelgebied 2: Zandmolenbeek is door stuifzand en onderliggende oude beekdalbodem gegraven en heeft een kaarsrecht verloop. Het substraat bestaat vrijwel geheel uit zand

e Deelgebied 3: In het Leuvenumse bos zijn veel omleidingen gegraven zoals hier een overloop om piekafvoeren op te vangen in de oostelijke tak. De hoofdafvoer verloopt via westelijke tak (zgn. Heinekendam)

f Deelgebied 3: De beek wordt in sommige trajecten gehinderd in natuurlijke meandering door bomen dicht langs de oever, een opgeworpen wal en omdat de beek door de oude beekdalbodem gegraven is. Het substraat bestaat vrijwel geheel uit zand

g Deelgebied 3: Dood hout in de beek bevordert (micro)meandering en bevordert verschillen in stroomsnelheid en substraat. Dit wordt onderzocht in het STOWA dood hout project Zie ook 3.3

h Deelgebied 3: Meander in Leuvenumse beek ter hoogte van bosreservaat De Stille Eenzaamheid met zandafzetting in de buitenbocht. Daar is ook het beukenblad weggespoeld. In de beek is de variatie van substraat zichtbaar in donkere en lichte kleuren

i Deelgebied 3: Grindbodem in omgeving van bosreservaat en Grote Water waar grofzandige smeltwaterafzettingen ondiep voorkomen

j Deelgebied 4: Hierdense Beek gaat via smalle duiker onder snelweg door

k Deelgebied 5: Rechte beek tussen Hierdense weg en weiland, vastgelegd met beschoeiing en stortsteen

l Deelgebied 7: Langs zuidrand ligt de beek kaarsrecht tussen weg en landgoed, vastgelegd met beschoeiing

m Deelgebied 8C: Tochtsloot is recht aangelegd voor de landbouw en te diep ingesneden in de zandondergrond

n Deelgebied 8D: Zijtak Killenbeek is recht aangelegd voor de landbouw en diep ingesneden in de zandondergrond

o Deelgebied 8E: Killenbeek is diep ingesneden tot in de zandondergrond

p Deelgebied 8F: Varelse Beek als kaarsrechte sloot langs Varelse weg

q Uitgevoerde (her)meandering langs Varelse Beek (Deelgebied 8F). Matig succes door diepe ligging en steile oevers

Figuur 48

Foto's bij knelpunten Natuurlijke morfologie (mogelijkheden meandering en substraatvariatie). Voor toelichting zie tekst en Tabel 24.

Tabel 24

Knelpuntenanalyse voor het aandeel rechte stukken in de beken per deelgebied. De oppervlakte per deelgebied staat in Tabel 1.

	Lengte (m)			Deel recht		
DG	**Bochtig**	**Recht**	**Totaal**	**(%)**	**Oorzaak/toelichting**	**Oplossing**
1		409	409	100	Aangelegd, Rode Spreng en Grote Koloniebeek (zie Figuur 48a)	Slenken aankoppelen, Rode Spreng via Slenk naar Grote Koloniebeek (zie Figuur 48b). Dit punt eerst nader onderzoeken; zie Ter Stege en Ketelaar 2011
2	210	2512	2721	92	- Beken deels langs rand van graslanden gelegd. - Grote Koloniebeek deels door bos gegraven - Beken deels vastgelegd in beschoeiing (Figuur 48c).	- Deel Grote Koloniebeek in bos kan door verondiepen en verwijderen barrières geholpen worden eigen weg te zoeken zoals eerder gedaan is bij Ezelsbrug. - Overige delen om

DG	Lengte (m) Bochtig	Recht	Totaal	Deel recht (%)	Oorzaak/toelichting	Oplossing
					- Zandmolenbeek door stuifzand en onderliggende oude beekdalbodem gegraven (Figuur 48d).	cultuurhistorische redenen behouden, wel verondiepen en op strategische plaatsen kade langs oostrand Achterste gat verlagen om inundatie en leegloop Achterste Gat mogelijk te maken
3	4315	3718	8033	46	- Rechtgetrokken of nieuw gegraven ivm. watermolens (Figuur 48d). - Diverse omleidingen (Figuur 48e) - Deels door oude beekdalbodem gegraven en veel bomen langs de beek (vooralBeuk). Vaak ook opgeworpen wal waardoor meandering gehinderd wordt (Figuur 48f) - In delen is wel sprake van meandering - Door geologische verschillen zowel zand als grindbodem (Figuur 48i)	- Beekbodem ophogen met leem tot boven oude beekdalbodem (waar deze aanwezig is) - Lokaal bomen (beuk den) dicht langs oever verwijderen (omtrekken) - Blokkades opwerpen met dood hout (Figuur 48g) - Plaatselijk zand inbrengen. Door op strategische plaatsen hopen zand neer te leggen kunnen deze door de beek meegevoerd worden om elders afgezet te worden.
4		185	185	100	- Onderdoorgang snelweg en spoorweg, beek door duikers (Figuur 48j)	- Duikers vervangen door bredere met zandbodem en loopplanken aanbrengen voor otters en andere dieren
5	270	263	533	49	- Ten noorden van Hof van Hulshorst rechte sloot langs Hierdense weg, vastgelegd met beschoeiing en stortsteen (Figuur 48k). - In zuidelijk deel wel enige meandering	- In zuidelijk deel ruimte voor beek vergroten, mogelijk verondiepen. - Noordelijk deel beperkt door smalle inrichtingszone - Verwijderen beschoeiing en stortsteen voor micromeandering - Betrekken perceel ten oosten van de beek bij inrichtingsgebied zou kansen vergroten
6		908	908	100	- Beek ligt opgesloten als sloot tussen Hessenweg en camping - Beek is beschoeid en	- Mogelijkheden beperkt door smalle inrichtingszone - Verwijderen beschoeiing en stortsteen

DG	Lengte (m) Bochtig	Recht	Totaal	Deel recht (%)	Oorzaak/toelichting	Oplossing
					vastgelegd met stortsteen	- Verwijderen beschoeiing en stortsteen voor micromeandering - Versmallen en naar westen verleggen fietspad Hessenweg (problematisch door cultuurhistorische waarde) -Betrekken deel van de camping
7		916	916	100	- Beek ligt als sloot opgesloten tussen landgoed en weg aan zuidkant, tussen landgoed en weiland aan oostkant en landgoed en boerderij aan noordkant, deels ook met beschoeiing (Figuur 48l)	- Mogelijkheden beperkt door smalle inrichtingszone en cultuurhistorische waarde - Binnen deze zone ruimte optimaal benutten, o.a. door verwijderen beschoeiing om micromeandering mogelijk te maken. - Indien mogelijk weiland aan oostzijde betrekken (zie Tabel 16)
8A	1288	2073	3360	62	- Recht aangelegd voor landbouw - Diep ingesneden. In noordelijk deel door veen en kleilagen tot in zandondergrond waardoor meandering niet mogelijk is	- Verondiepen en verbreden - Delen van Hierdense Beek en Oostermheenbeek hebben wel bochtig verloop maar zijn te diep ingesneden: verondiepen
8B		696	696	100	- Recht aangelegd voor landbouw - Diep ingesneden	- In deel ten zuiden van Bloemkampen mogelijkheden beperkt door smalle inrichtingszone en Beekweg - Deel langs bosreservaat verondiepen en verbreden aan westzijde
8C	595	825	1420	58	- Deel ten zuiden Munnikesteeg heeft deels bochtig verloop, maar diep ingesneden - Deel ten noorden Munnikesteeg opgesloten tussen weg en weiland en diep ingesneden door veen en kleilagen tot in	- Verondiepen en verbreden - Ten noorden van Munnikesteeg iets naar oosten verleggen ivm weg (Figuur 48m)

DG	Lengte (m) Bochtig	Recht	Totaal	Deel recht (%)	Oorzaak/toelichting	Oplossing
					zandondergrond waardoor meandering niet mogelijk is (Figuur 48m).	
8D		487	487	100	- Recht aangelegd voor landbouw (Figuur 48n) - Diep ingesneden	- Verondiepen en verbreden
8E	2229	372	2601	14	- Oorspronkelijk kreek, daardoor vrij bochtig - Deels recht aangelegd voor de landbouw - Diep ingesneden (Figuur 48o)	- In zuidelijk deel beperkt door smalle inrichtingszone - Naar het noorden verondiepen en verbreden
8F		768	768	100	- Gefixeerd als sloot langs Varelse weg (weerszijden) fFiguur 48o) - In het verleden hermeandering uitgevoerd met matig succes	- Aan westkant binnen inrichtingsgebied verbreden en iets verondiepen
Totaal	8906	14129	23035	61		

Waterdiepte

In Figuur 18 t/m Figuur 23 zijn de huidige lengteprofielen uitgezet met de waterdiepte in zomer en winter volgens het SOBEK-model. Deze waterdiepte is getoetst aan de criteria in Tabel 23. Voor de Hierdense Beek (deelgebied 1 t/m 7 en 8A) komt de diepte vrijwel overal overeen met deze criteria, alleen in een kort traject in deelgebied 3, voor stuw KST396 wordt de diepte overschreden (> 0,52 m tot 0,77 m in winter). Dat hangt ook samen met diepere bodem in beek. In de Tochtsloot (deelgebied 8B en 8C) en Killenbeek (Deelgebied 8D en 8E) is de waterdiepte beduidend geringer. Over 1940 m (83%) van de lengte van de Tochtsloot komt de waterstand volgens SOBEK in de zomer lager dan 3 cm boven de slootbodem of de beek valt zelfs droog. Bij de Killenbeek is dat het geval bij 703 meter (23%). Mogelijk wordt de droogval iets overschat. Bij de peilschaal in de Tochtsloot (P001), net ten noorden van de Beekweg, wordt altijd enkele dm water boven de bodem gemeten (Van Delft, Brouwer et al., 2010). In de Varelse Beek voldoet de waterdiepte vrijwel overal aan de criteria, over 478 m (14%) is de diepte in de winter groter dan 0,5 m.

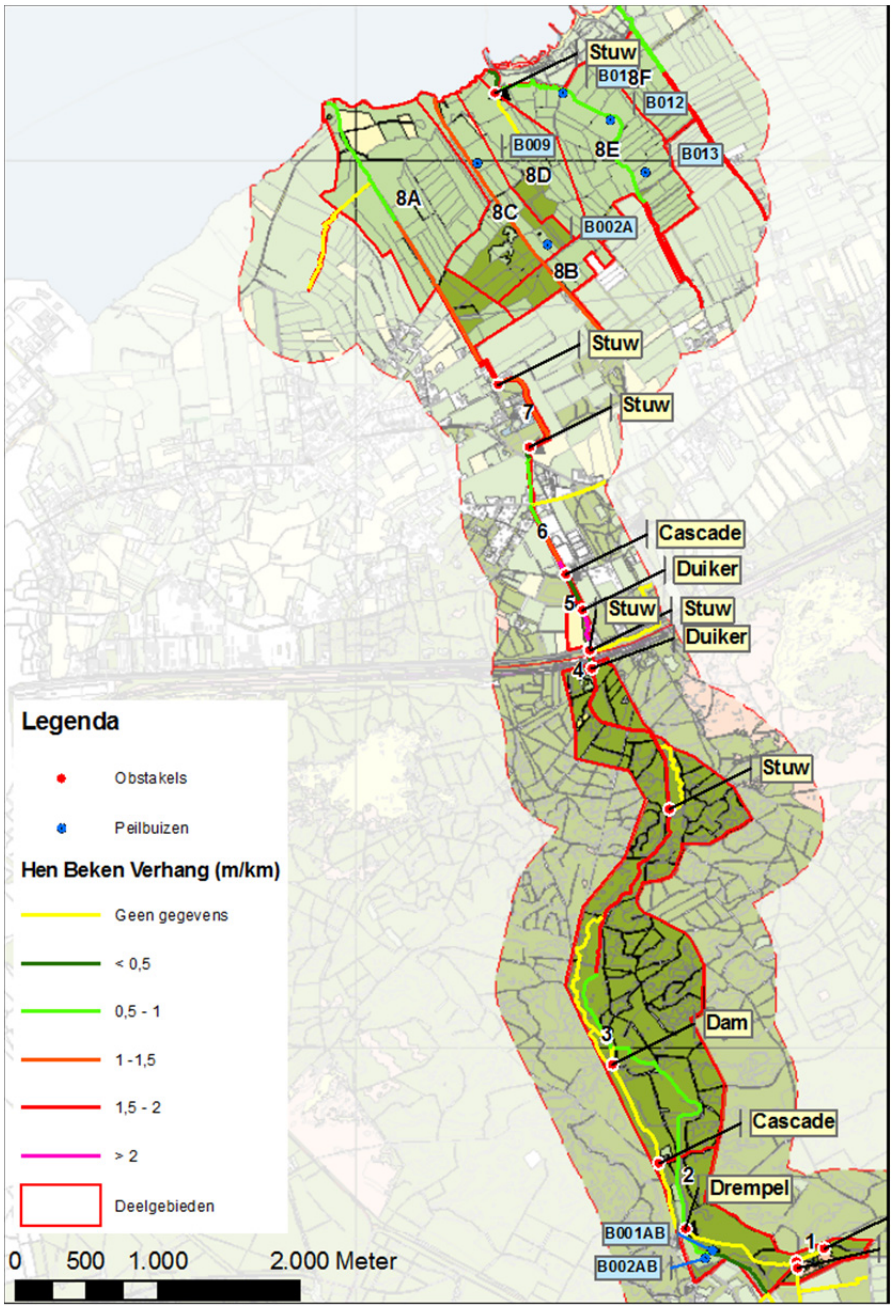
De door het SOBE-model berekende droogval in de Tochtsloot en Killenbeek kan verklaard worden door de afvoer van kwelwater door de beken en omdat het stroomgebied vrij klein is. Het lengteprofiel laat een vrije afstroom naar het Veluwemeer zien (Figuur 21 en Figuur 22). Om de verdroging van de terrestrische natuur te bestrijden wordt voorgesteld deze beken te verondiepen (zie § 5.1). Omdat de waterdiepte zo gering is, kan het gevaar bestaan dat bij verondiepen de beken droog komen te vallen, waardoor HEN-doelen in gevaar komen. In de grafieken in Figuur 21 en Figuur 22 is de stijghoogte toegevoegd van een aantal peilbuizen in de nabijheid van deze beken (Van Delft, Brouwer et al., 2010). In de zomer komt de stijghoogte in de Tochtsloot ca, 10 cm boven de beekbodem in de winter 40 cm bij B002 en 54 cm bij B009. Dat betekent dat bij een verhoging van de beekbodem met meer dan 10 cm het gevaar op droogval reëel is. In dat geval zal dus een keuze gemaakt moeten worden tussen de verdrogingsbestrijding en de HEN-doelen. Overigens zal door het dempen van kavelsloten een deel van de verdroging ook bestreden worden. Bij de Killenbeek is meer ruimte

aanwezig om de beekbodem op te hogen zonder HEN doelen in gevaarte brengen. Bij B013 is ook slechts 10 cm speling aanwezig, maar bij B012 is dat 34 cm en bij B011 20 cm.

Verhang

Het verhang in laaglandbeken is < 1 m/km (Tabel 21). Dit verhang wordt bepaald door de helling van het terrein en de bochtigheid van het tracé. In Figuur 49 is het verhang beoordeeld op basis van de gegevens uit het SOBEK-model van Waterschap Veluwe. Afgezien van een deel van de bovenloop van de Leuvenumse Beek bovenstrooms van de terreinknik bij Grote Water, een opgestuwd deel ten zuiden van deelgebied 7 en delen van het benedenstroomse deel in Bloemkampen is het verhang in de Hierdense beek overal groter dan één m/km. Dat heeft voor een deel te maken met de helling van het terrein, maar ook met de onmogelijkheid om vrij te meanderen in de deelgebieden 4 t/m 8. Ook de bovenstroomse delen van Killenbeek en Varelse Beek en de gehele Tochtsloot hebben een te groot verhang. Gecombineerd met het beperkte debiet is dit voor de Tochtsloot waarschijnlijk de reden dat deze weinig waterdiepte heeft. De beek loopt snel leeg.

Stimuleren van vrije meandering kan in alle beken het verhang verlagen. Binnen het huidige inrichtingsgebied is daar voor de deelgebieden 4 t/m 7 en de bovenstroomse delen van deelgebied 8 geen ruimte voor. Bij deelgebieden 5, 6 en 7 lijkt lokaal wel ruimte aanwezig om het inrichtingsgebied uit te breiden en te benutten voor vrije meandering.



Figuur 49

Knelpunten HEN-beken door natuurlijke morfologie (obstakels en verhang, zie Tabel 21) .

Obstakels

Voor de migratie van vissen is het ontbreken van obstakels essentieel (connectiviteit). Daarnaast zorgen sommige obstakels voor afwijkende waterstanden en stroomsnelheden. Vóór een stuw kan water te diep zijn volgens de criteria in Tabel 23 en soms stil staan, voorbij de stuw kan de stroomsnelheid te hoog zijn en kan droogval optreden (zie bovenstaande paragraaf over waterdiepte). In Figuur 49 is aangegeven waar in de beken obstakels voorkomen, in Figuur 50 zijn enkele voorbeelden van obstakels besproken. Niet alle obstakels hoeven een belemmering te zijn voor vismigratie. De obstakels in verschillende tracés in deelgebied 3 kunnen vermeden worden via een parallel tracé. Voor de overige obstakels geldt dat niet.

a De Slenk in deelgebied 1 is door een dam afgesloten van de Grote Koloniebeek. In de Rode Spreng ligt een drempel en verderop een dam

b Vaste overstortdrempel in Grote Koloniebeek voor samenstroom met Leuvenumse Beek bij De Koekoek (deelgebied 2) (H = 13,28 m + NAP) (Buijs, 2011)

c Voormalige molengoot van de Zandmolen is nu waterval (grens deelgebied 2 en 3)

d Deelgebied 3: Dam met overlaat voor retentie in Grote Water. Stroomopwaarts staat het water vrijwel stil. Onder de brug links stroomt het water via een stroomversnelling naar de westelijke tak

e Deelgebied 4: Hierdense Beek gaat via smalle duiker onder snelweg door

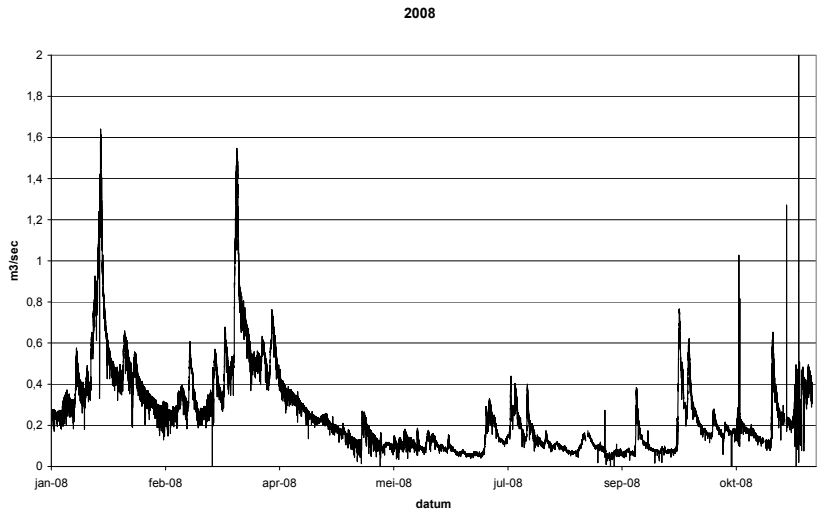
f Deelgebied 4: Stuw voor spoorlijn en rechts stuw bij inlaat Zilverbeekje

g Cascade met hoge stroomsnelheden bij voormalige molenplaats op grens tussen deelgebied 5 en 6

Figuur 50

Foto's bij knelpunten natuurlijke morfologie (obstakels). Voor toelichting zie tekst.

5.3.2 Regelmatige waterafvoer



Figuur 51

Debietmetingen voor Hierdense Beek bij A28 in het jaar 2008 (gegevens Waterschap Veluwe).

a Verlande bospoel in deelgebied 2

b Stagnatie in laagte langs Achterste Gat (deelgebied 2), op te heffen door doorgangen te maken in wal op de achtergrond

c Deelgebied 3: Door opstuwing voor dam stilstaand water

d Dood hout in de beek (laten liggen) stimuleert variatie in stroomsnelheid. Dit wordt actief onderzocht in het STOWA-doodhoutproject (zie § 3.3)

e Voorbij Stuw bij spoorweg is de stroomsnelheid te hoog (deelgebied 4)

f Tochtsloot tussen Leeuwerikweide en Bosreservaat Grote Weiland. Door geringe stijghoogte kan de beek na verondiepen droogvallen

Figuur 52

Foto's bij knelpunten Waterafvoer. Voor toelichting zie tekst.

Een regelmatige waterafvoer zonder droogval en grote piekafvoeren is belangrijk voor een stabiele ontwikkeling van het leven in de beek. Dit geldt zowel voor natuurlijke bovenlopen (Bona) als kwelgevoede middenlopen (Mikw). Droogval is al besproken in de bovenstaande paragraaf over waterdiepte. Piekafvoeren kunnen opgevangen door het water om te leiden naar retentiegebieden zoals bijvoorbeeld gebeurt bij het Achterste Gat en het Grote Water. Dit water kan daar deels infiltreren om het grondwater te voeden en daarmee elders kwel te bevorderen (Arntz, 2008). De waterdieptes en stroomsnelheden in de lengteprofielen (Figuur 18 t/m Figuur 23) geven gemiddelde waarden voor de winter- en zomerperiode. Bij hevige neerslag kunnen pieken optreden en in een droge periode kan de droogval plaatsvinden. Voor de Hierdense Beek ter hoogte van de A28 worden door Waterschap Veluwe debietmetingen gedaan. Voor het jaar 2008 zijn deze uitgezet in Figuur 51. De afvoer is redelijk stabiel met 0,2 tot 0,6 m^3/s in de winter en 0,1 tot 0,3 m^3/s in de zomer. Incidenteel komen wel piekafvoeren voor met 0,8 to 2 m^3/s na zware regenbuien. Alle maatregelen die genomen worden om de natuurlijke morfologie van de beek te bevorderen dragen tevens bij aan het opvangen van deze pieken, omdat ze gericht zijn op het langer vasthouden van het water in het systeem. Dat geldt ook voor de overige beken, waar door het dempen van perceelsloten en greppels water minder snel wordt afgevoerd naar de beken.

5.3.3 Natuurlijke variatie in stroming en peilen

De stroomsnelheid zoals berekend door het SOBEK model van Waterschap Veluwe is in (fFiguur 18 t/m Figuur 23) vergeleken met de bandbreedte zoals deze voor HEN-beken is opgegeven in Tabel 23. Per deelgebied is in Tabel 25 aangegeven in hoeverre de stroomsnelheden overeenkomen met de bandbreedte en welke knelpunten verder spelen ten aanzien van variatie in stroming en peilen. In Figuur 52 zijn voorbeelden beschreven van een aantal van deze knelpunten.

Tabel 25

Vergelijking van de met SOBEK berekende stroomsnelheden met randvoorwaarden voor HEN-beken. Stroomsnelheid in cm/s. Laag = womersnelheid < gewenst, Hoog = wintersnelheid > gewenst). De oppervlakte per deelgebied staat in Tabel 1.

		Berekend (m per klasse)				
DG	**Gewenst**	**Laag**	**Goed**	**Hoog**	**Oorzaak/opmerking**	**Oplossing**
1	20 – 50				- Geen gegevens in SOBEK - In Slenk en Rode Spreng te laag of zelfs stilstaand (Figuur 45a)	- Aansluiten Slenk op Grote Koloniebeek na aanvullende ecohydrologisch onderzoek - Omleiden Rode Spreng via Slenk
2	20 – 50	1086 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	- Gering verhang, lijkt geen groot probleem stroomsnelheid vrij constant rond 20 cm/s - Niet van alle lopen SOBEK gegevens - In rechte stukken geen variatie in stroomsnelheid (Figuur 48d) - Bospoel en sloot ten zuiden van de Koekoek verland (Figuur 52a) - In delen De Koekoek en Achterste Gat stagnatie van (regen) water door verstopte	- Geen probleem binnen beekloop omdat stroomsnelheid, hoewel laag, wel constant is - Variatie in stroomsnelheid stimuleren door inbrengen of laten liggen dood hout (Figuur 52d), eventueel enkele bomen omtrekken - Deel Grote Koloniebeek ten oosten van De Koekoek afdammen en zijn weg laten zoeken door de laagte - Bospoel en aangetakte sloot

		Berekend (m per klasse)				
DG	**Gewenst**	**Laag**	**Goed**	**Hoog**	**Oorzaak/opmerking**	**Oplossing**
					duikers (Figuur 46 en Figuur 52b)	opschonen - Achterste Gat beter benutten voor retentie door wal aan oostkant op strategische punten te verlagen en inundatie mogelijk te maken. Stagnatie water achter deze wal voorkomen
3	20 – 50	1803 (37%)	3068 (62%)	40 (1%)	- Tot terreinknik bij Grote Water gering verhang (zie deelgebied 2) - Niet van alle lopen SOBEK-gegevens - In rechte stukken geen variatie in stroomsnelheid (Figuur 48d) -Voorbij terreinknik plaatselijk door opstuwing te laag en na obstakel te hoog (Figuur 52c)	- Geen probleem behalve rond stuw. Daar te hoge snelheid na stuw, waarschijnlijk niet in parallelle tak ten oosten - Variatie in stroomsnelheid stimuleren door inbrengen of laten liggen dood hout (Figuur 52d) , eventueel enkele bomen omtrekken
4	20 – 50	150 (88%)	10 (6%)	10 (6%)	- Door opstuwing te lage stroomsnelheid, na vistrap te hoog (Figuur 52e)	- Stuw opheffen - Verhang verkleinen, eventueel door omleiding in perceel ten westen van Hof van Hulshorst (deelgebied 5)
5	20 – 50	293 (52%)	209 (37%)	67 (12%)	- Door opstuwing te lage stroomsnelheid, na stuw te hoog	- Stuw opheffen - Verhang verkleinen, eventueel door omleiding in perceel ten westen van Hof van Hulshorst en door perceel ten oosten van de Hierdense weg - Weerstand vergroten door ruimte te maken voor micromeandering (beschoeiing verwijderen, dood hout aanbrengen)
6	20 – 50	449 (51%)	333 (38%)	95 (11%)	- Bij cascade te hoge snelheid (zie Figuur 50g) - Voor Zuiderzeestraatweg te laag door opstuwing	- Binnen huidige begrenzing weinig mogelijkheden. - Weerstand vergroten door ruimte te maken voor micromeandering (beschoeiing verwijderen, dood hout aanbrengen)
7	20 – 50	146 (10%)	1171 (78%)	191 (13%)	- Weinig problemen, wat opstuwing voor stuwen en versnelling erna	- Opheffen stuwen - Weerstand vergroten door ruimte te maken voor micromeandering (beschoeiing verwijderen, dood hout aanbrengen) - Inrichting uitbreiden aan oostkant, ruimte creëren voor meandering (Figuur 43d)

		Berekend (m per klasse)				
DG	**Gewenst**	**Laag**	**Goed**	**Hoog**	**Oorzaak/opmerking**	**Oplossing**
8A	20 – 50	740 (44%)	855 (50%)	50 (3%)	- Stroomsnelheid neemt af naar Veluwemeer door afname verhang - Over Oostermheenbeek geen SOBEK-gegevens, waarschijnlijk vergelijkbaar met Killenbeek	- Door ophogen bodem in midden-traject gelijkmatiger verhang en stroomsnelheid
8B	20 – 60	794 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	- Geringe aanvoer in klein stroomgebied. - Beek voert vooral kwelwater af door drainage percelen (Figuur 44c) - Door rechte loop en steil verhang snelle afvoer - Door geringe stijghoogte zal beek bij verondiepen mogelijk periodiek droogvallen (Figuur 52f)	- HEN-status opgeven - Beek sterk verondiepen en omvormen tot ondiepe slenk - Kavelsloten en greppels dempen om verdroging landnatuur tegen te gaan (Figuur 45f)
8C	20 – 60	1505 (100%)	0 (0%)	0 (0%)		
8D	20 – 60				- Geen gegevens, waarschijnlijk vergelijkbaar met Tochtsloot	
8E	20 – 60	2997 (99%)	12 (0%)	10 (0%)	- Geringe aanvoer in klein stroomgebied - Beek voert vooral kwelwater af door drainage percelen (Figuur 44d) - Door rechte loop en steil verhang snelle afvoer - Stijghoogte biedt mogelijkheid te verondiepen met beperkt risico droogvallen	- HEN-status opgeven - Beek verondiepen en verbreden - uimte maken voor vrije meandering - kavelsloten en greppels dempen om verdroging landnatuur tegen te gaan (Figuur 45f)
8F	20 – 60	879 (27%)	2073 (63%)	352 (11%)	- Stroomsnelheid wisselend door obstakels in de beek - Voldoende watervoerend - Aan westkant ruimte voor vrije meandering (Figuur 44e)	- Beekfunctie concentreren aan westkant van Varelse weg (tot aan nieuw ingerichte meander aan oostkant) Figuur 48q), deel aan oostkant benutten voor ontwatering landbouw - Binnen inrichtingsgebied (aan westkant Varelse weg) verondiepen en verbreden met ruimte voor vrije meandering - kavelsloten en greppels dempen om verdroging landnatuur tegen te gaan (Figuur 45f)

5.3.4 Waterkwaliteit

In de KRW-factsheet is de waterkwaliteit van de Hierdense Beek beoordeeld als matig voor het stikstofgehalte. Toestroming van N en P kan voorkomen worden door het voorkomen van vervuiling en verrijking door lozingen en landbouwactiviteiten, aanplant van bufferstroken in de vorm van houtwallen (Arntz, 2008). In het bovenstroomse deel van de Leuvenumse Beek (Staverdense Beek) worden maatregelen genomen om de uitspoeling van nutriënten te voorkomen. Deze maatregelen vallen niet onder dit inrichtingsplan. Binnen het inrichtingsgebied wordt door zoveel mogelijk uit de landbouw nemen van gronden de uitspoeling verder beperkt. Dat geldt vooral voor deelgebied 8 (Bloemkampen). Door rekening te houden met de risico's voor interne eutrofiëring (zie § 5.2) kan voorkomen worden dat uitspoeling toeneemt. In het deel waar het inrichtingsgebied smal is (deelgebied 4 t/m 7) en voor de bovenlopen van Tochtsloot, Killenbeek en Varelse Beek en de loop van de Oostermheenbeek zijn de mogelijkheden hiervoor beperkt bij de huidige begrenzing.

5.3.5 Samenhang met omliggende landschap

In het boekje 'Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving' (Verdonschot, 2009), wordt op heldere wijze beschreven hoe bij een duurzame inrichting de relatie met het omliggende landschap kan worden vormgegeven. Er worden volgens het theoretische 5B concept vijf zones onderscheiden die in grotere of kleinere omvang aanwezig kunnen zijn:

1. De Beek: het natte deel
2. Boszone: de direct langs de beek groeiende inheemse bossoorten
3. Bosschagezone: de overgang van bos naar bufferzone
4. Bufferzone: de eigenlijke buffer tussen beek en het intensief beheerde land, vaak met korte vegetatie
5. Beekflank: alle buiten de buffer gelegen agrarische percelen, verharde zones en/of bebouwde gebieden.

De omvang en aanwezigheid van deze zones is natuurlijk afhankelijk van de specifieke situatie in een beekdal. In het dal van de Leuvenumse Beek voorbij het Achterste Gat (deelgebied 3) is geen sprake van landbouwgronden en is dus ook geen bufferzone nodig. De beek stroomt hier door het bos. Elders stromen de beken door agrarisch gebied, natuurontwikkelingsgebied en bos. In de deel gebieden 4 t/m 6 komt de huidige beekflank plaatselijk tot direct aan de beek waardoor er geen ruimte is voor de overige zones. Dit geeft tevens wel een belangrijk knelpunt aan dat in de vorige paragrafen ook is gesignaleerd. De inrichtingszone is in dit traject eigenlijk te smal voor een duurzame inrichting. Op enkele deeltrajecten zijn wel mogelijkheden dit te verbeteren. Deze mogelijkheden zouden zo goed mogelijk benut moeten worden als bufferzone.

Omdat De Bloemkampen geheel binnen de EHS en grotendeels binnen het TOP-lijstgebied vallen kunnen de verschillende zones hier goed toegepast worden, afgezien van de percelen die nog niet van Natuurmonumenten zijn. Voor percelen die een te hoge fosfaattoestand hebben (Figuur 35) en minder dan 50 meter van een beek liggen zou kunnen overwogen worden in een bufferzone van 50 meter een deel van de bovengrond af te graven om uitspoeling tegen te gaan.

De boszone omvat de direct langs de beek groeiende inheemse bossoorten. Dit is ondermeer van belang voor de schaduwwerking die zorgt voor een lage constante temperatuur en zuurstofgehalte. Voor natuurlijke bovenlopen moet de beekoever voor minimaal 90% van de lengte begroeid zijn, bij voorkeur met Els, voor de kwelgevoede middenlopen die door een meer open landschap stromen is dat minimaal 25% (Arntz, 2008).

6 Inrichtings- en beheermaatregelen

Voor het inrichtingsplan is het Voorontwerp Herstelpan (Luijendijk en Hunink 2009) als uitgangspunt genomen en aangepast op grond van de beschrijving van de huidige situatie in hoofdstuk 4 en de knelpunten in hoofdstuk 5. Inrichtingsmaatregelen zijn afgestemd op een optimale verbetering van zowel terrestrische als aquatische natuurdoelen. Hierbij is rekening gehouden met de in de provinciale subsidieregelingen gestelde doelen en de bij het huidige beleid geldende randvoorwaarden (zie hoofdstuk 3). Op basis hiervan is een 'optimaal' inrichtingsplan ontworpen. De maatregelen zijn zodanig ontworpen dat geen vernatting buiten de EHS verwacht mag worden. Daarnaast is een 'minimaal' inrichtingsplan opgesteld, waarbij vernatting ook binnen EHS en buiten de TOP-lijst gebieden zoveel mogelijk wordt voorkomen. In hoofdstuk 7 wordt voor beide plannen (scenario's) het effect op doelrealisaties voor natuur en overige doelen vergeleken.

Het optimale inrichtingsplan is weergeven op losse overzichtkaart bij dit rapport. In Bijlage 6 zijn de maatregelen per deelgebied beschreven en waar nodig voorzien van tekeningen (dwarsdoorsneden en situatieschetsen). In dit hoofdstuk worden de maatregelen in algemene zin beschreven en wordt een overzicht gegeven van de omvang en de kosten.

Omdat natte maatregelen andere voorbereidingsprocedures vereisen, is bij de beschrijving van de maatregelen in § 6.2 aangegeven of het om een zogenaamde 'droge' of een 'natte' maatregel gaat.

In § 6.6 wordt ingegaan op het gewenste beheer en de kosten die daarmee gemoeid zijn.

6.1 Overzicht maatregelen in het optimale scenario

Verdrogingsbestrijding
Om de randvoorwaarden voor terrestrische natuurdoelen te verbeteren worden maatregelen voorgesteld die een optimale versterking van de terrestrische natuur nastreven binnen de gestelde randvoorwaarden. Het gaat hierbij vooral om hydrologische maatregelen, gericht op vernatting en herstel van kwelinvloed in het maaiveld. Deze maatregelen hebben meestal betrekking op de inrichting van de waterlopen (verondiepen, dempen) om de drainerende werking te verminderen. Ze worden gecombineerd met maatregelen om de KRW- en HEN-doelen te verbeteren. Een andere mogelijkheid is het verlagen van het maaiveld om zo dichter bij het grondwater te komen. Dat gebeurt bij voorkeur op percelen waar ook de fosfaattoestand verlaagd moet worden.

Maatregelen waarvan op voorhand al kan worden vastgesteld dat deze tot natschade buiten de EHS zullen leiden worden niet voorgesteld. Indien dergelijke maatregelen toch overwogen worden zullen mitigerende maatregelen genomen moeten worden, zodat dit buiten de EHS niet optreedt.

Verbetering fosfaattoestand
Voor percelen waar de huidige fosfaattoestand te hoog is voor de te realiseren beheertypen en deze bij een normaal verschralingsbeheer (jaarlijks maaien en afvoeren) niet voldoende verlaagd kan worden zijn drie opties mogelijk:

1. Verlagen van de fosfaattoestand via uitmijnen
2. Afgraven van een deel van de bovengrond
3. De fosfaattoestand accepteren en een minder ambitieus natuurdoel kiezen.

Integraal afgraven van percelen wordt slechts voor enkele clusters van percelen voorgesteld. Wel zullen percelen lokaal afgraven worden om de oppervlakkige afvoer van neerslagwater via slenken te verbeteren en op plekken waar bij vernatting fosfaatmobilisatie (interne eutrofiëring) zou kunnen optreden. Hierbij wordt zoveel mogelijk aangesloten bij het natuurlijk reliëf. Daarvoor is bij het ontwerp het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) gebruikt.

Verbetering KRW- en HEN-doelen
Voor de verbetering van de ecologische en waterhuishoudkundige situatie van de Hierdense Beek ligt de nadruk op de verbetering van de KRW scores voor vis en waterflora en de verdrogingsbestrijding van de naastgelegen natuurterreinen. Daarnaast geld dat voor alle beken verbetering van de HEN-doelen wordt nagestreefd.

6.2 Beschrijving maatregelen in het optimale scenario

In deze paragraaf worden de maatregelen in algemene zin beschreven. Hierbij gaat het om ontwerp, uitvoering, onderhoud en de kosten voor de uitvoering. Een nadere uitwerking per deelgebied staat in Bijlage 6. De maatregelen zijn geselecteerd op effectiviteit voor het bestrijden van de knelpunten en het verbeteren van het ecologisch functioneren, binnen de randvoorwaarden van haalbaarheid en betaalbaarheid. Daarom konden maatregelen die op zich wenselijk zijn niet opgenomen worden. Het oplossen van de knelpunten in deelgebied 4 blijkt bijvoorbeeld te kostbaar te zijn voor het in dit project beschikbare budget. Dit wordt wel als aanbeveling opgenomen (zie § 7.9.1). Een ander voorbeeld is de aanleg van een paaiplaats voor vissen in de omgeving van de uitmonding van Oostermheenbeek in de Hierdense Beek in deelgebied 8A. Voor de ontwikkeling van de visstand in de beken zou dit gunstig zijn, maar om voldoende watervoerendheid te kunnen garanderen zou over een vrij groot oppervlak ca. 1 meter diep afgegraven moeten worden. Omdat daarbij tot in de zandondergrond gegraven moeten worden, zou dit een te groot drainerend effect hebben op de omgeving en een deel van de antiverdrogingsmaatregelen weer teniet doen. Voorgesteld wordt om de ontwikkeling van de beken en de visstand goed te volgen en na een aantal jaren te bezien of zich ergens een geschikte locatie voordoet voor de aanleg van een dergelijke paaiplaats.

6.2.1 Inrichting van waterlopen

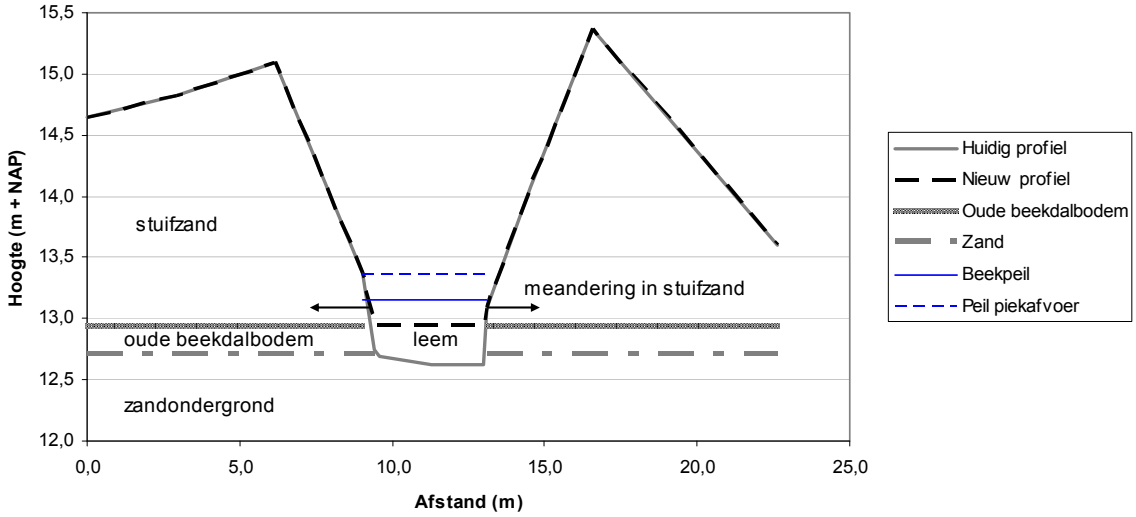
De inrichting van waterlopen omvat vaak een combinatie van meerdere maatregelen die gezamenlijk tot doel hebben de verdroging van terrestrische natuur te bestrijden en het functioneren van de beek in relatie tot KRW- en HEN-doelen te optimaliseren. Per locatie of deelgebied kan het accent van de doelen verschillen en kan ook de combinatie van maatregelen uiteenlopen. Dit is afhankelijk van de specifieke knelpunten, maar ook van de gestelde randvoorwaarden waardoor het niet overal mogelijk is de voor de natuur optimale inrichting te kiezen omdat dat strijdig zou zijn met andere gebruiksvormen zoals landbouw of bewoning. Om de natuurlijke morfologische processen zo goed mogelijk tot uiting te laten komen is zoveel mogelijk gekozen voor een enkelvoudige loop, behalve op trajecten waar dit om cultuurhistorische redenen niet wenselijk is. Het specifieke ontwerp per deelgebied wordt besproken in Bijlage 6.

Met name binnen het Leuvenumse Bos wordt er van uitgegaan dat de beek via natuurlijke processen zelf een natuurlijke loop zal vinden en zijn de maatregelen primair gericht op het **faciliteren** van de beek. Er worden zo weinig mogelijk grootschalige graafwerkzaamheden voorgesteld, maar gerichte maatregelen die de natuurlijke morfologische processen in de beek moeten bevorderen en daarmee voor een natuurlijke variatie in stroomsnelheden, diepte en substraat zorgen. Hiermee moet het ecologisch functioneren van de beek versterkt worden. In deelgebieden stroomafwaarts van het Leuvenumse Bos zal de Hierdense Beek op een aantal locaties door middel van actieve hermeandering sterker gestuurd worden.

6.2.1.1 Verondiepen en dempen

Doel

Met het verondiepen van waterlopen wordt over het algemeen een verhoging van het peil en een verhoging van de drainagebasis nagestreefd in het kader van verdrogingsbestrijding. Daarnaast kunnen doelen een rol spelen die te maken hebben met het faciliteren van natuurlijke morfologische processen. Dit hangt nauw samen met de bodemopbouw van het terrein waardoor de waterloop stroomt. Er is niet gekozen voor het versmallen van de beek omdat juist de geleidelijke overgang van de beek naar de oever en de omliggende gronden van essentieel belang is om de natuurlijke morfologische processen en de ontwikkeling van oevervegetaties voldoende ruimte te geven. Ook voor veel aquatische en amfibische soorten is een dergelijke overgang van groot belang. Voor de dimensionering van de waterlopen is gebruik gemaakt van algemene breedte - diepte verhoudingen voor natuurlijke beken (zie Bijlage 5).



Figuur 53

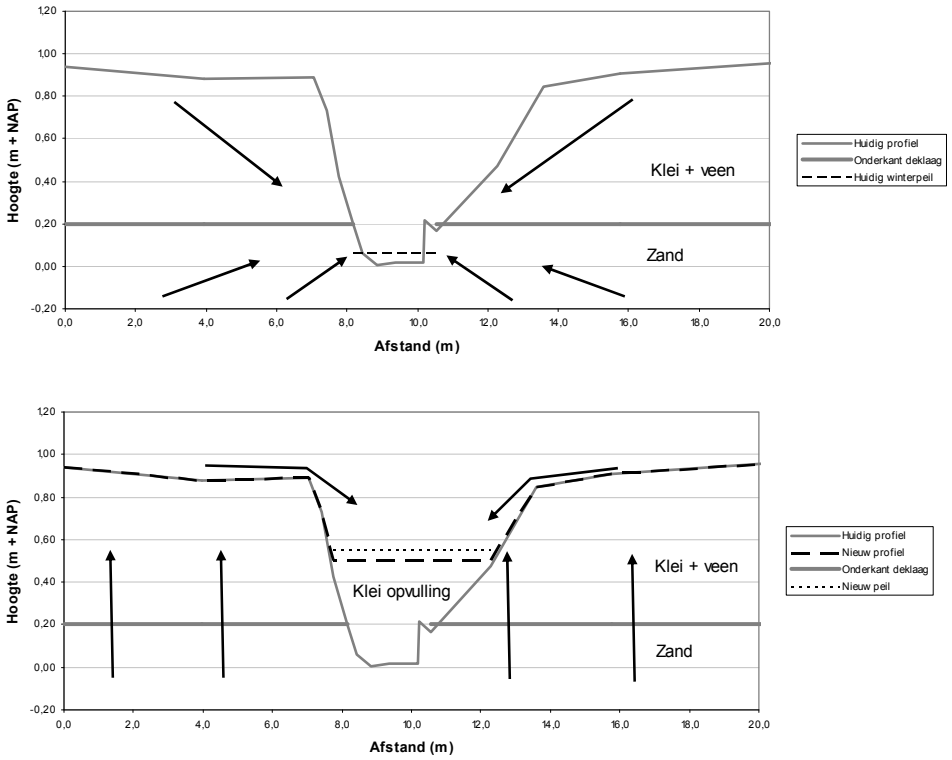
Aanpassing dwarsprofiel oostelijke zijtak ten noorden van Achterste Gat (dwp 18_00680-00700_A2; locatie: zie kaart deelgebied 2.5; waterpassing Waterschap Veluwe; diepte geologische pakketten geschat op basis waarnemingen in beek). Door beekbodem met leem op niveau van oude beekdalbodem (kleiig veen) te brengen wordt meandering in stuifzand mogelijk gemaakt en wordt natuurlijke beekmorfologie met bijbehorende variatie in stroomsnelheid en waterdiepte verkregen. Om te voorkomen dat het leem snel wegspoelt en om een natuurlijke substraat te verkrijgen wordt hierop een laagje zand aangebracht.

Verondiepen en dempen wordt om een aantal verschillende redenen voorgesteld:

- In deelgebied 2 en 3 wordt voor enkele tracés voorgesteld de Leuvenumse Beek te verondiepen met leem. Het doel is hier, naast verdrogingsbestrijding, vrije meandering van de beek in het stuifzand te bevorderen (Figuur 53). Omdat de beek in de huidige situatie in de oude venige/kleiige beekdalbodem is ingesneden of gegraven, wordt meandering verhinderd en heeft de beek een zgn. 'natuurlijk recht' verloop. Door deze insnijding af te dichten met leem ontstaat een hoger peil waarbij de beek in het stuifzand kan meanderen en wordt bovendien de wegzijging van het beekwater door dit 'lek' tegengegaan.
- In de Hierdense Beek ten noorden van de snelweg, in het bovenstroomse deel van Tochtsloot en Killenbeek en enkele sloten in Bloemkampen wordt voorgesteld te verondiepen met zand. Het doel is hier verdrogingsbestrijding door het verhogen van de drainagebasis. Het betreft tracés waar geen of een dunne afdichtende laag voorkomt, of in het geval van het deel van de Hierdense Beek ten

noorden van de Munnikesteeg en de Oostermheenbeek, waar de beekbodem ook na verondiepen dieper ligt dan de afdichtende deklaag.

- Delen van de Tochtsloot en Killenbeek worden zo sterk verondiept dat de nieuwe beekbodem zich in de deklaag van veen en klei bevindt. Hier wordt verondiept met klei met als doel, naast het verhogen van de drainagebasis, het afdichten van het 'lek' in de deklaag waardoor de kwelstroom niet meer rechtstreeks in de beek verdwijnt, maar ten goed komt aan de terrestrische vegetatie.
- Dempen van waterlopen (sloten) heeft in Bloemkampen tot doel de drainerende werking van sloten, waarbij kwel niet meer in maaiveld komt, tegen te gaan.
- Op enkele locaties in het Leuvenumse Bos en langs de nieuw aan te leggen inundatiezones in de deelgebieden 5 en 7 heeft het dempen van de bestaande beek als doel het water via de nieuwe inundatiezone te leiden waar de beek een meer natuurlijk verloop kan volgen.



Figuur 54

Bij sloten en beken die door de deklaag van veen en klei zijn gegraven wordt de kwelstroom afgebogen naar de waterloop (boven). Het doel van verondiepen met klei is het verhogen van de drainagebasis en het stimuleren van de kwelstroom richting maaiveld (onder). Hierbij wordt neerslagwater oppervlakkig afgevoerd. Op de kleilaag wordt een laagje zand aangebracht.

Ontwerp

De tracés waar verondiepen of dempen van waterlopen voorgesteld wordt staan op de inrichtingskaart en in de deelkaartjes per deelgebied in Bijlage 6. De mate van verondieping is aangegeven in meters met daar achter een code voor het type materiaal (Z = zand, K = klei, L = leem, V = veen). De code 0,25 – K betekent dan dat 25 cm verondiept moet worden met klei. In Figuur 53 en Figuur 54 zijn enkele voorbeelden uitgewerkt van deze manier waarop de opvulling plaats moet vinden. In Bijlage 6 zijn nog meer voorbeelden uitgewerkt van te dempen profielen. De dwarsprofielen van de A-Watergangen zijn ten opzichte van NAP ingemeten door Waterschap Veluwe. Deze informatie is gebruikt om de toekomstige dwarsprofielen te tekenen en het op te vullen volume uit te kunnen rekenen. Voor te verondiepen of te dempen sloten in Bloemkampen zijn aanvullend de dimensies van een groot aantal sloten ingemeten door Waterschap Veluwe (breedte bodem, breedte

insteek, diepte). Hiermee kon voor de sloten het op te vullen volume berekend worden. Hiervoor is in Bijlage 7 een berekening per tracé uitgevoerd van de benodigde volumes vulmateriaal.
Voor de verondieping van beeklopen in deelgebied 2 en 3 met leem is er van uit gegaan dat de oude beekbodem 20 à 30 cm dik is en afgedicht kan worden met 20 à 30 cm leem. Omdat de precieze verbreiding, diepteligging en dikte van de oude beekbodem onvoldoende bekend is zal dit eerst onderzocht moeten worden omdat het geen zin heeft deze maatregel uit te voeren op een traject waar de oude beekdalbodem ontbreekt. Om een goede afsluiting te waarborgen moet dan ook de diepteligging en dikte goed bekend zijn.

Voor de beektracés die verondiept worden met zand of klei geldt dat dit in veel gevallen samengaat met aanpassing van het profiel om, naast verdrogingsbestrijding, ook het ecologische functioneren van de beek en oeverzones te verbeteren. Waar met klei verondiept wordt om een afdichting van de deklaag te herstellen wordt maximaal 30 cm klei gebruikt. Als de verondieping meer dan 30 cm bedraagt zal eerst een deel met zand opgevuld worden omdat het hier vaak gaat om het deel van het profiel dat in het zand is ingesneden. Bovendien is zand goedkoper en komt onvoldoende klei met een lage of matige fosfaattoestand beschikbaar om voor dit doel te gebruiken.

Bij het dempen van sloten wordt er van uit gegaan dat een slenk van ca. 20 cm diepte gehandhaafd blijft om de oppervlakkige afvoer van neerslagwater te garanderen. Dat is van groot belang om te voorkomen dat kwelwater verdrongen wordt door neerslagwater. Door de licht hellende ligging van de Bloemkampen zal het neerslagwater uiteindelijk in de richting van de beken afstromen en afgevoerd worden naar het Veluwemeer. In Figuur 55 wordt een voorbeeld gegeven van een verlande sloot in het beekdal van de Drentse Aa. De sloot is 10 à 15 jaar geleden afgedamd en daarna verder verland. Er is een moeraszone ontstaan die via een gradiënt overgaat in het aangrenzende vochtige hooiland. Neerslagwater stroomt oppervlakkig af door de moeraszone.

Figuur 55
Voorbeeld van een moeraszone in een verlande sloot in het beekdal van de Drentse Aa.

Uitvoering
Bij het verondiepen of dempen van sloten kan, afhankelijk van de bovengrond en profielopbouw in de percelen zand, klei of veen gebruikt worden mits dit niet te veel fosfaat bevat. De in Bijlage 7 voorgestelde vulmaterialen zijn gebaseerd op de beschikbare informatie over de bodemopbouw ter plaatse. Er kan gebruik gemaakt

worden van grond die vrijkomt bij maaiveldverlaging in percelen uit de omgeving (zie § 6.2.2.2 en 6.2.2.3). Om interne eutrofiëring te voorkomen kan alleen schone grond gebruikt worden. Grond met een te hoog fosfaatgehalte zal bij gebruik onder water onherroepelijk tot fosfaatmobilisatie leiden. Op basis van de kaart van de fosfaattoestand kan beoordeeld worden welke grond geschikt is. In § 6.3 is een grondbalans opgesteld, waarbij met dit aspect rekening gehouden is.

Daarnaast dient rekening gehouden te worden met voor het waterleven geschikt substraat en moet voorkomen worden dat het aangebrachte materiaal (te snel) wegspoelt. In elk beeksysteem wordt sediment getransporteerd; het fijne materiaal (klei, silt en fijn zand) in suspensie en het grovere materiaal (grof zand en kiezel) over de bodem. De mate waarin zand door een beek kan worden getransporteerd is vooral afhankelijk van de gemiddelde stroomsnelheid en de grofheid van het zand. Voor de Hierdense Beek geldt in algemene zin dat de zandtransportcapaciteit laag is: de gemiddelde stroomsnelheden zijn laag (< 0,5m/s) en het bedding materiaal is relatief grof. Lokaal kunnen bij stuwen hogere stoomsnelheden optreden. Met name daar waar de beek recht loopt heeft dit geleid tot enige beddingerosie. Het natuurlijke beddingmateriaal van de Hierdense Beek bestaat uit grovere verspoelde stuwwalafzettingen (fluvio glaciaal en -periglaciaal zand). Daarnaast snijdt de beek ook fijn zandiger dekzand en stuifzand aan. Het fijne zand komt gemakkelijker in transport. In het Zilverbeekje, een zijbeek van de Hierdense Beek is te zien hoe de beek verzand als gevolg van het grote aanbod van fijn zand en de lage transportcapaciteit van het beekje. Op de locaties waar de beek zich insnijdt stopt dit proces op den duur vanzelf, doordat als gevolg van het uitspoelen van de fijnere delen in het beddingsediment het beddingmateriaal steeds grover wordt en er uiteindelijk grind overblijft (afpleisteren). Daarnaast wordt er, doordat de Hierdense beek bovenstrooms over grote lengte vrij kan meanderen, voortdurend zand over de bodem stroomafwaarts getransporteerd en ontstaat er uiteindelijke een balans in de bovenstroomse aanvoer van zand in het beeksysteem en de afvoer van zand naar het Veluwemeer.

Herinrichting van de beek zoals voorgesteld in de plannen zal er toe leiden dat de beek zich opnieuw zal moeten aanpassen om in evenwicht te komen. Lokaal kan hierdoor in de periode direct na aanleg onverwachte erosie en sedimentatie optreden. Extreem transport van zand dat gebruikt wordt voor het ophogen van de bedding wordt niet verwacht, indien het zand dat voor de ophoging wordt gebruikt voldoende grof is. Aanbevolen wordt om geen gebruik te maken van dekzand of stuifzand met een mediane zandgrofheid van 150-180 µm, maar zand met een grofheid van 210-420 µm, matig grof en zeer grof zand (zand dat aansluit bij het natuurlijke beddingsediment van de beek). Ook wordt aanbevolen om die delen van de beekbedding die worden opgehoogd met leem of klei af te dekken met een laagje zand van minimaal 10 cm dikte met een zandgrofheid van 210-420 µm. Vers aangebrachte klei en leem verspoelen makkelijk ook bij relatief lage stroomsnelheden. Het grovere zand komt minder snel in transport en verkleind de kans op het wegspoelen van de onderliggende leem- of kleilaag. De aan te brengen zandlaag wordt in mindering gebracht op de dikte van de aan te brengen leem- of kleilaag. Daarnaast voorzien de maatregelen in het hermeanderen van de beekloop waardoor de gemiddelde stroomsnelheid zal afnemen, maar de variatie in stroomsnelheid zal toenemen. Hierdoor zal zand dat in transport komt steeds opnieuw worden afgezet in banken in de bedding om vervolgens weer langzaam te worden geërodeerd. Netto neemt de transportcapaciteit door de herinrichting af. Tenslotte voorzien inrichtingsmaatregelen in een geleidelijke toename van de water- en oevervegetatie, waardoor het beddingsediment wordt vastgelegd en de gemiddelde stroomsnelheid, en daarmee de sedimenttransportcapaciteit, wordt verlaagd.

6.2.1.2 Tijdelijk peil opzetten

Doel
Het (tijdelijk) opzetten van het peil in een aantal sloten in Bloemkampen heeft als doel zoveel mogelijk vernatting te bereiken, maar toch de begaanbaarheid van de percelen waar uitmijnen wordt voorgesteld zo goed mogelijk te kunnen behouden. Voor het uitmijnbeheer (zie § 6.6.2) is het nodig om in een overgangsperiode van ca. vijf à tien jaar gedurende het groeiseizoen drie keer te maaien en het maaisel af te voeren. Wanneer de sloten rondom deze percelen gedempt zouden worden zoals wenselijk is voor het herstel van de hydrologie in Bloemkampen is het maaien en afvoeren niet mogelijk. Het geheel achterwege laten van de vernatting is ook niet wenselijk vanwege de gewenste verdrogingsbestrijding. Als alternatief wordt voorgesteld in een overgangsperiode het peil buiten het groeiseizoen op te zetten, maar tijdens het groeiseizoen en tijdens het maaien een lager peil te hanteren.

Ontwerp
De sloottracés waarin het peil tijdelijk opgezet zal worden zijn aangegeven op de inrichtingskaart en op de detailkaartjes in Bijlage 6. Daarbij is ook de locatie aangegeven van een viertal stuwtjes waarmee het peil tijdelijk geregeld kan worden. In het complex uit te mijnen percelen in deelgebied 8A zijn drie stuwtjes gepland. Het hoogteverschil van het maaiveld van zuid naar noord binnen dit complex bedraagt ca. 40 tot 60 cm. Om het gewenste winterpeil van ca. 20 cm - mv. te kunnen handhaven is één stuw gepland aan de noordzijde van het complex en twee stuwen, elk halverwege in de hoofdsloten die van zuid naar noord stromen. Daarnaast is één stuw gepland bij het complex in deelgebied 8C ten zuiden van de Munnikesteeg.

Het peilbeheer is er vooral op gericht de draagkracht tijdens het groeiseizoen op peil te houden en gelijktijdig neerslagwater goed af te kunnen voeren. Omdat bij een laag peil in de zomer het risico bestaat dat tevens kwelwater via de sloten wordt afgevoerd wat dan niet ten gunste komt aan de vegetatie wordt bij diepere sloten (> 70 cm diep) een kleilaag aangebracht op de bodem.

Uitvoering
Het peilbeheer moet bijdragen aan zowel een optimale verdrogingsbestrijding als het faciliteren van een intensief maaibeheer ten behoeve van het uitmijnen. Dat is een lastige opgave die een goede monitoring vereist. Buiten het groeiseizoen (ca. 1 november – 1 april) moet zoveel mogelijk water vastgehouden worden, zonder dat neerslagwater te lang op maaiveld blijft staan. Daarom zal een stuwpeil gehanteerd moeten worden van ca. 20 cm onder maaiveld, vergelijkbaar met de ondiepe slenken die gehandhaafd worden bij het dempen van sloten (§ 6.2.1.1). Tijdens het groeiseizoen kan een peil van ca. 50 cm – mv. ingesteld worden. Ongeveer een week voorafgaand aan elke maaibeurt kan het peil zo nodig verder omlaag gebracht worden om de draagkracht te vergroten. Om ongewenste verdroging van percelen in de omgeving te voorkomen moet het peil zo hoog mogelijk gehouden worden. Welk peil haalbaar is gezien de eisen vanuit het beheer van de graslanden zal de ervaring moeten uitwijzen.

Afhankelijk van het succes van het uitmijnbeheer kan na een aantal jaren (5 à 10) de maaifrequentie teruggebracht worden en een hoger (vast) peil ingesteld worden. Wanneer uiteindelijk overgegaan wordt op een regulier verschralingsbeheer kan ervoor gekozen worden de sloten alsnog te dempen of te laten verlanden. Ervaringen in het beekdal van de Drentse Aa laten zien dat het doel daarmee goed bereikt kan worden (Figuur 55).

6.2.1.3 Beschoeiing verwijderen

Doel
Langs diverse tracés is de Hierdense Beek vastgelegd met beschoeiing die deels bestaat uit stortsteen, betontegels en bakstenen. Dit vormt een zeer onnatuurlijke oever en belemmert de natuurlijke morfologische processen van de beek. Waar mogelijk dient deze beschoeiing verwijderd te worden.

Ontwerp
De sloottracés waar beschoeiing verwijderd zal worden zijn aangegeven op de inrichtingskaart en op de detailkaartjes in Bijlage 6.

Uitvoering
Het verwijderen van de beschoeiing bestaat uit het wegnemen van alle onnatuurlijke elementen als houten beschoeiingen inclusief paaltjes, blokken beton en stortsteen en bouwsels als trappen die lokaal zijn aangelegd om bij de beek te komen.

6.2.1.4 Verlagen kades

Doel
In het Leuvenumse Bos (deelgebied 1, 2 en 3) zijn de beken (Grote Koloniebeek en Leuvenumse Beek) vaak vastgelegd tussen lage kades die ontstaan zijn door het uitgraven van de (rechte) beeklopen. Hierdoor ontstaat een harde overgang tussen de beek en de omgeving met steile oevers. Inundatie van laagtes in de omgeving blijft hierdoor ook uit. In deelgebied 1 wordt de slenk door een kade afgesloten van de Grote Koloniebeek waardoor een plas met stilstaand (neerslag) water ontstaan is wat nadelig is voor diverse KRW- en HEN-doelen. Aanbevolen wordt een nader ecohydrologisch onderzoek uit te voeren naar het functioneren van de Rode Spreng (Ter Stege en Ketelaar, 2011). Door deze kades te verlagen wordt de relatie tussen de beek en de omgeving versterkt, ontstaan meer natuurlijk oevers (en wordt een 'stapsteen' gecreëerd) en kunnen natuurlijke laagten in het bos beter benut worden als inundatiezone. Deze laagtes krijgen ook een functie als retentiezone waardoor piekafvoeren beter opgevangen en afgevlakt worden.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en op de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven op welke locaties kades verlaagd dienen te worden. Deze locaties zijn bepaald op basis van het AHN-bestand en sluiten aan bij natuurlijke laagten in het bos. De hoogte en breedte van de kades is niet opgenomen en dient voorafgaand aan de uitvoering bepaald te worden. Op basis van het AHN bestand en de door Waterschap Veluwe ingemeten dwarsprofielen is een nieuwe drempelhoogte voor de oever aangegeven.

Bij een deel van de locaties is reeds sprake van een overloop vanuit de beek. Dat is bijvoorbeeld het geval bij een bestaande overloop naar het Grote Water. Dat is op basis van het beschikbare kaartmateriaal niet overal goed vast te stellen.

Uitvoering
Het verlagen van de drempels bestaat uit het afgraven van de opgeworpen kade over de opgegeven lengte tot het niveau van de nieuwe drempelwaarde. In een aantal gevallen kan de vrijgekomen grond gebruikt worden voor het dempen van de waterloop om deze naar een nieuwe of bestaande laagte om te leiden. Dat is bijvoorbeeld het geval bij het afdammen van de Rode spreng in deelgebied 1 en de nieuw aan te leggen inundatiezone in deelgebied 2.

6.2.1.5 Lokaal bomen omtrekken

Doel
In het Leuvenumse Bos hebben de beken vaak een recht verloop dat veroorzaakt wordt door diverse oorzaken. Zo is een deel van de beeklopen gegraven en wordt meandering beperkt doordat de beek is ingesneden in de oude beekdalbodem. Met verondieping met leem (§ 6.2.1.1) wordt beoogd de natuurlijke morfologische processen zoals meandering in het bovenliggende zandpakket te bevorderen. Omdat echter vaak bomen tot dicht aan de oever staan wordt dit proces bemoeilijkt. Door een deel van deze bomen om te trekken en de kluit in de beek te laten vallen wordt meandering gestimuleerd, ontstaat er meer beekdynamiek en worden natuurlijke beekprocessen gestimuleerd.

De Leuvenumse Beek behoort tot het HEN-type Regenwatergevoede laaglandbeek met het EKOV streefbeeld 'Natuurlijke Bovenloop' (§ 5.3). Daarbij hoort beschaduwing van beekbegeleidende bossen over minimaal 90% van de oeverlengte waardoor de bedekking van submerse waterplanten 5 tot 15% bedraagt. Omdat echter vrijwel de gehele beek in het Leuvenumse Bos beschaduwd wordt door beuken komt er in de huidige situatie te weinig licht in de beek, zowel door de hoge dichtheid als door de boomsoort. Daarnaast heeft het slecht afbreekbare strooisel van beuken een ongunstige invloed op de aquatische natuur. Door een deel van de beuken om te trekken wordt de lichtinval bevorderd en de input van beukenstrooisel verminderd. Door de opengevallen plekken en de meer natuurlijke beekmorfologie ontstaan kansen voor vestiging van Els als meer kenmerkende beekbegeleidende soort.

Dood hout in de beek bevordert variatie in stroomsnelheid en waterdiepte en biedt schuilplaatsen voor vissen en macrofauna. Om die reden wordt in een deel van de Leuvenumse Beek momenteel een experiment uitgevoerd met het inbrengen van dood hout. Het in de beek laten vallen van de kluit van omgetrokken bomen beoogt hetzelfde effect.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt. De trajecten zijn indicatief en kunnen gevarieerd uitgevoerd worden. Zo kan bijvoorbeeld in de omgeving van wandel en fietspaden gekozen worden minder bomen om te trekken of te kiezen voor het ringen van bomen als alternatief.

Uitvoering
Het omtrekken van bomen geschied met een lier. Door de trekrichting slim te kiezen kan gezorgd worden dat de kluit in de beek valt. Zoals hierboven aangegeven kan lokaal ook gekozen worden voor ringen.

6.2.1.6 Verwijderen van dammen en stuwen

Doel
Het verwijderen van dammen en stuwen heeft tot doel de connectiviteit te vergroten en daarmee de migratiemogelijkheid voor vis en andere waterdieren te bevorderen. Daarnaast wordt hiermee een meer natuurlijke variatie in stroming en peilen beoogd.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt. Ook bij de af te sluiten duikers kan overwogen worden een deel van het benedenstroomse deel van de beek te dempen

Uitvoering
Bij het verwijderen van dammen wordt al het vulmateriaal verwijderd en het oorspronkelijke profiel hersteld of, als sprake is van verondieping, aangepast aan het nieuwe profiel. Bij het verwijderen van stuwen wordt de stuw en alle resten verwijderd en het profiel hersteld.

Ten aanzien van het verwijderen van de dam in de Rode Spreng wordt aanbevolen hiermee te wachten tot na het uitvoeren van een ecohydrologisch onderzoek (Ter Stege en Ketelaar, 2011).

6.2.1.7 Ophogen duikers

Doel
Als gevolg van het verondiepen van waterlopen zal een aantal duikers niet meer naar behoren functioneren omdat deze te laag komen te liggen. Ze moeten daarom opnieuw op een hoger niveau gelegd worden.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt.

Uitvoering
De verhoging is gelijk aan de mate van verondieping van de beek ter plaatse.

6.2.1.8 Ontsnipperen weg

Doel
Op de grens tussen deelgebied 5 en 6 kruist de Hierdense Beek de Watervalweg via een brug met een smalle doorgang. De herinrichting van de beek is er op gericht het ecologisch functioneren van de beek en omgeving te versterken. De lage oeverzones dienen ook als ecologische verbindingszone voor oevergebonden fauna zoals Otter en Bever en andere dieren. Door de smalle doorgang worden deze dieren gedwongen de verkeersweg over te steken en lopen het risico aangereden te worden. Het doel van de ontsnippering is het opheffen van deze barrière.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt. Het ontwerp is niet in detail uitgewerkt, maar bestaat uit het verbreden van de doorgang en het plaatsen van schermen langs de oevers om de dieren te dwingen onder de brug door te gaan. De dieren kunnen dan over de oever en eventueel aangebrachte loopplanken passeren.

6.2.1.9 Hermeanderen

Doel
Hermeanderen is een specifieke combinatie van maatregelen waarbij de beek en de omgeving zodanig worden ingericht dat door verlenging van de beek (omdat hij gaat slingeren) en inrichting van oeverzones beter aan de KRW- en HEN-doelen voldaan kan worden.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt.

Hierbij wordt veelal een slenkvormige laagte met een meanderende geul aangelegd. In de geul wordt voldoende waterdiepte gegarandeerd, terwijl de slenkvormige laagte dienst doet als inundatiezone. Voor het ontwerp van de hermeanderingstrajecten is gebruik gemaakt van algemene relaties voor natuurlijke beken en rivieren tussen het debiet en meandergolflengte en -amplitude en breedte en diepte van de geul (zie Bijlage 4). Het verloop van de meanders zoals dat op de inrichtingskaart is aangegeven is indicatief en moet in de bestekfase verder uitgewerkt worden.

Uitvoering
Het aanleggen van de meanders vindt plaats in combinatie met andere maatregelen als het aanleggen van een slenk en/of het verondiepen van de beek.

6.2.1.10 Schonen sloten en poelen

Doel
De bospoelen en enkele sloten in de omgeving van De Koekoek zijn verstopt door overwegend beukenblad. Hierdoor stagneert neerslagwater en ontstaat een zuur milieu dat ongunstig is voor amfibieën. Daarnaast wordt langs De Koekoek de afvoer van neerslagwater belemmerd wat een verzurend effect heeft op het grasland in De Koekoek. Het opschonen van de poelen en sloten heeft tot doel de afvoer van regenwater te verbeteren en zo ook verzuring van zowel het water in de poel/sloot als van de bodem in De Koekoek tegen te gaan.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt.

Uitvoering
Al het blad en takken worden verwijderd, duikers worden open gemaakt.

6.2.1.11 Verondiepen poelen

Doel
Een aantal poelen in Bloemkampen is in het (recente) verleden te diep aangelegd waardoor zij vooral geschikt zijn voor vis en niet voor amfibieën. Het doel is de geschiktheid voor amfibieën te verbeteren. Daarnaast vangen deze diepe poelen kwel weg die anders in maaiveld beschikbaar komt aan de vegetatie.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt. Onbekend is hoe diep de poelen precies zijn.

Uitvoering
Voor het dempen van de poelen kan zand uit de omgeving gebruikt worden, mits dit niet belast is met fosfaat. Omdat het water in poelen niet stroomt en deze ook niet droogvallen geeft dempen met fosfaathoudend materiaal hier eerder problemen met interne eutrofiëring dan in stromende beken, waar eventueel gemobiliseerd fosfaat vrij snel wegspoelt.

6.2.2 Inrichting percelen

6.2.2.1 Kappen of sterk dunnen van bos

Doel
Rondom de slenk in deelgebied 1, de nieuw aan te leggen inundatiezone en de bospoelen in deelgebied 2 wordt voorgesteld bos te kappen of sterk te dunnen. Het doel hiervan is meer zonlicht op de wateren en oeverzones te laten vallen en de input van slecht afbreekbaar beukenstrooisel te verminderen. Langs de slenk in deelgebied 1 wordt het herstel van natte hei met overgangen naar kwelmilieus nagestreefd. Door het kappen van bos wordt de verdamping verminderd waardoor de verdroging ook op deze wijze tegengegaan wordt.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt.

Uitvoering
De uitvoering bestaat uit het verwijderen van alle of een deel van de bomen. In elk geval worden alle beuken en in de poel aan de noordzijde van De Koekoek de Rododendrons verwijderd. Berken en Elzen kunnen blijven staan. Er is voor gekozen alleen het losse strooisel op de bodem te verwijderen. Dit zal uiteindelijk door natuurlijke processen afgebroken worden. Hierbij kan door mineralisatie een tijdelijke toename van nitraatuitspoeling optreden.

6.2.2.2 Maaiveld verlagen

Doel
Maaiveldverlaging kan verschillende doelen dienen. Het wordt lokaal toegepast om slenken en inundatiezones aan te leggen maar kan ook tot doel hebben de met fosfaat verrijkte bovengrond te verwijderen zodat een meer voedselarm substraat ontstaat voor de vegetatieontwikkeling. Bijkomend gevolg is dat het maaiveld dichter bij het grondwater komt waardoor een vernatting bereikt kan worden zonder peilverhoging. Hiervoor is bijvoorbeeld gekozen in deelgebied 8F dat buiten het TOP-lijst gebied gelegen is. Hier moeten volgens het provinciaal natuurbeheerplan kwelgevoede beheertypen ontwikkeld worden. Omdat hydrologische maatregelen om de gewenste vernatting te bereiken buiten TOP-lijstgebieden niet mogelijk zijn, wordt met gedeeltelijk afgraven toch een betere uitgangsituatie voor deze beheertypen bereikt.

Ontwerp
Afgraven als inrichtingsmaatregel wordt zoveel mogelijk beperkt vanwege de veelal gave bodemopbouw in het gebied maar is in een aantal gevallen wel voorgesteld in verband met de boven genoemde doelen.

Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt. Hierbij is de minimale en maximale maaiveldverlaging aangegeven in meters. Waar een vaste diepte wordt aangehouden staat twee keer dezelfde waarde, bijvoorbeeld 0,2 – 0,2. In veel gevallen zal in een gradiënt afgegraven moeten worden, bijvoorbeeld 0,0 – 0,4. De precieze vormgeving moet vastgesteld worden in de bestekfase.

Uitvoering
De af te graven grond wordt bij voorkeur in het gebied hergebruikt. De toepassingsmogelijkheden hangen wel af van de aard en kwaliteit van het af te graven materiaal. Voor het verondiepen of dempen van waterlopen kan alleen schone grond gebruikt worden omdat fosfaathoudende bovengronden bij toepassing onder water tot

een sterke fosfaatmobilisatie zullen leiden. Op basis van de fosfaatkaart (Figuur 35) kan vastgesteld worden welke grond eventueel geschikt is. Voor zover dieper dan 20 à 30 cm afgegraven wordt kan het onderliggende materiaal over het algemeen wel veilig voor deze toepassing gebruikt worden. De aard van het af te graven materiaal (zand, klei, veen) kan afgeleid worden van de bodemkaart (zie bijvoorbeeld Figuur 57). Omdat geen gedetailleerde bodemkaart beschikbaar is verdient het aanbeveling de dikte en aard van de verschillende lagen in het af te graven perceel eerst te onderzoeken (als vooronderzoek voor de besteksfase).

Materiaal van zeer voedselrijke bovengronden kan als mitigerende maatregel toegepast worden voor het ophogen van landbouwpercelen buiten TOP-lijstgebieden waar als gevolg van de antiverdrogingsmaatregelen een te grote toename van natschade verwacht wordt (zie 7.7). Daarbinnen kan beter minder voedselrijke grond gebruikt worden.

De toepassingsmogelijkheden van de vrijkomende grond zijn opgenomen in een grondbalans (§ 6.3)

6.2.2.3 Aanleggen ondiepe slenken

Doel
Om de oppervlakkige afstroming van neerslagwater te bevorderen en daarmee het verdringen van kwelwater en vorming van neerslaglenzen tegen te gaan zal in een aantal percelen in de Bloemkampen een oppervlakkige slenk aangelegd worden die aansluit op sloten of beken.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar deze maatregel voorgesteld wordt. Deze aanduiding is indicatief en gebaseerd op het AHN. Voorgesteld wordt in een strook van ca. 5 meter breed een slenkvormige laagte uit te graven van 0 – 20 cm diep. De exacte ligging en vormgeving dient in het veld vastgesteld te worden.

Uitvoering
Hiervoor geldt hetzelfde als bij maaiveldverlaging (§ 6.2.2.2).

6.2.2.4 Voorbereiden voor uitmijnen

Doel
Het uitmijnbeheer om de fosfaattoestand te verlagen behoort zelf niet tot de inrichtingsmaatregelen, maar om dit beheer effectief toe te kunnen passen moet het perceel ingezaaid worden met een gras-klavermengsel. Dat wordt wel als inrichtingsmaatregel gezien.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in Bijlage 6 is aangegeven waar uitmijnen voorgesteld wordt. Dit is gebaseerd op de huidige fosfaattoestand en de potenties deze te verlagen tot een niveau dat nodig is voor het gekozen beheertype.

Uitvoering
Ter voorbereiding van het uitmijnbeheer wordt een gras-klavermengsel ingezaaid. Om de noodzaak van een extra kaliumbemesting te kunnen bepalen moet aan het begin het kaliumgetal bepaald worden doormiddel van een bemonstering van het kaliumgehalte. Afhankelijk van het resultaat kan de dosering van een kaliumbemesting bepaald worden.

Voor de bemonstering van de percelen, de benodigde kaliumbemesting en de planning van het maaibeheer dient nog apart een plan opgesteld te worden.

6.2.2.5 Mitigeren door ophogen

Doel
Als gevolg van de antiverdrogingsmaatregelen wordt in de (toekomstige) natuurterreinen een gewenste vernatting en toename van kwel nagestreefd. Dit kan echter ook van invloed zijn op grondwaterstanden in landbouwgronden in de omgeving. Afhankelijk van de huidige grondwaterstanden kan dat leiden tot een toename van natschade. Volgens het huidige beleid wordt dit binnen de TOP-lijstgebieden geaccepteerd (al dan niet vrijwillig, voor max. 5% van het oppervlak)) en zo nodig afgekocht. Buiten deze TOP-lijstgebieden, maar nog wel binnen de EHS geldt volgens het huidige beleid hetzelfde. Vernatting buiten de EHS wordt niet toegelaten en moet ten allen tijde voorkomen of gemitigeerd worden. Ook binnen de EHS moet natschade door compenserende en mitigerende maatregelen zoveel mogelijk worden voorkomen.

Ontwerp
Op de inrichtingskaart en de detailkaarten in bBijlage 6 is een zoekgebied aangegeven waar mitigeren door ophogen kan worden toegepast. Dit is vastgesteld op basis van de met Waternood berekende toename van de natschade in het optimale scenario (§ 7.7). Hierbij is voor het zoekgebied een ruime begrenzing gehanteerd, waarbij alle percelen buiten de TOP-lijstgebieden waar de toename van natschade in delen van het perceel meer dan 5% bedraagt in aanmerking komen voor mitigeren. De ophoging bedraagt 20 cm en is ruim voldoende om te compenseren voor de gestegen grondwaterstanden. De gemiddelde grondwaterstandstijging in deze zone bedraagt over het algemeen niet meer dan 5 à 15 cm en heeft vooral betrekking op de GLG en veel minder op de GHG. De vaststelling van de te mitigeren (delen) van percelen is afhankelijk van overleg tussen de betrokken partijen en de grondeigenaar. Het gevonden areaal in het zoekgebied is dus een maximum.

Uitvoering
Voor het ophogen van de te mitigeren landbouwpercelen kan grond gebruikt worden van af te graven percelen in Bloemkampen. Hiervoor kan buiten de TOP-lijstgebieden grond van de als zeer voedselrijk beoordeelde percelen gebruikt worden (zie Figuur 35). De benodigde hoeveelheid grond is verwerkt in de grondbalans (§ 6.3).

6.3 Grondbalans

Binnen het inrichtingsplan komt grond beschikbaar door maaiveldverlaging en is grond nodig voor het opvullen van waterlopen (en poelen) (verondiepen of dempen) en voor het ophogen van landbouwpercelen als mitigerende maatregel. Het is gunstig als voor het opvullen of ophogen grond gebruikt kan worden die elders binnen het project beschikbaar komt.

Daarvoor is een grondbalans opgesteld. De beschikbare grond uit afgravingen is gesommeerd in Tabel 26. Hieruit volgt dat er in totaal ruim 60.000 m^3 klei, ca. 40.000 m^3 moerige grond en ca. 23.600 m^3 zand vrijkomt (en daarnaast nog bijna ca. 700 m^3 bij uitgraving van slenken); dat is samen ruim 124.000 m^3 vrijkomende grond.

Tabel 26

Hoeveelheid vrijkomende grond na maaiveldverlaging per deelgebied, grondsoort en voedselrijkdomklasse (m³). VA = Voedselarm, MV = Matig Voedselrijk, ZV = Zeer Voedselrijk).

	Vrijkomende grond										
	Klei			Moerig				Zand				
	Voedselrijkdom		Totaal	Voedselrijkdom			Totaal	Voedselrijkdom			Totaal	Eindtotaal
Deelgebied	MV	ZV		VA	MV	ZV		VA	MV	ZV		
1												
2								813		586	1399	1399
3												
4												
5									764	140	905	905
6								1676			1676	1676
7									5395	3436	8831	8831
8A		2672	2672	1102	2507	19277	22886					25557
8B												
8C	401	2433	2834			754	754		401		401	3989
8D	1566	3791	5356			3791	3791					9147
8E		18566	18566			12409	12409					30975
8F	6182	24729	30911						4150	6234	10385	41295
Eindtotaal	8148	52190	60338	1102	2507	36231	39839	2488	10710	10398	23596	123774

Uit oppervlakkige slenken

lengte (m)	1383
diepte (m)	0,1
breedte (m)	5
Volume (m³)	692

Tabel 27

Benodigd volume grond (m3) voor opvullen waterlopen per grondsoort.

Nodig voor waterlopen				
Deelgebied	Zand	Klei	Veen	Leem
1	111			
2	380			441
3				802
4				
5	1383			
6	1613			
7	4096			
8A	9149	1335	4243	
8B	1031		42	
8C	1116	1069	197	
8D	924	798	160	
8E	2978	2576	33	
8F				
Buiten inrichtingsgebied	277			
Eindtotaal	23059	5780	4675	1243

In Tabel 27 is daarnaast de hoeveelheid schone grond bepaald die nodig is voor het opvullen van waterlopen. In Tabel 28 is dat vergeleken met de beschikbare hoeveelheid schone grond. Hierbij is aangehouden dat zand van nature voedselarm is. Daarom wordt alleen voedselarme zandgrond als geschikt beoordeeld. Het in het gebied voorkomende veen en klei zijn van nature matig voedselrijk. Om die reden is van deze grondsoorten ook het matig voedselrijk deel als geschikt beschouwd. Behalve voor klei is er voor alle grondsoorten een tekort en zal dus van elders aangevoerd moeten worden. Er moeten maximaal 45,36 ha opgehoogd worden als mitigerende maatregel (§ 7.7.4). Bij 20 cm ophogen is daar ca. 91.000 m^3 grond voor nodig. Als daar zand, klei en moerig materiaal uit de zeer voedselrijke percelen voor gebruikt wordt is er voor dat doel ruim voldoende beschikbaar (ca. 112.000 m^3). Het areaal te mitigeren gronden betreft het zoekgebied waarbinnen dit toegepast kan worden. Dit zal waarschijnlijk uiteindelijk een veel kleiner areaal zijn.

Tabel 28

Balans voor benodigde schone grond voor verondiepen en dempen (boven) en bemeste grond voor ophogen als mitigerende maatregel.

Schoon	Zand (VA)	Klei (MV)	Veen (VA+MV)	Leem
Beschikbaar	2488	8148	3609	0
Nodig	23059	5780	4675	1243
Over/tekort	-20571	2369	-1067	-1243

Bemest	Zand (MV+ZV)	Klei (ZV)	Veen (ZV)	Totaal
Beschikbaar	21108	52190	38737	112035
Nodig (maximaal)				91000
Over/tekort				21035

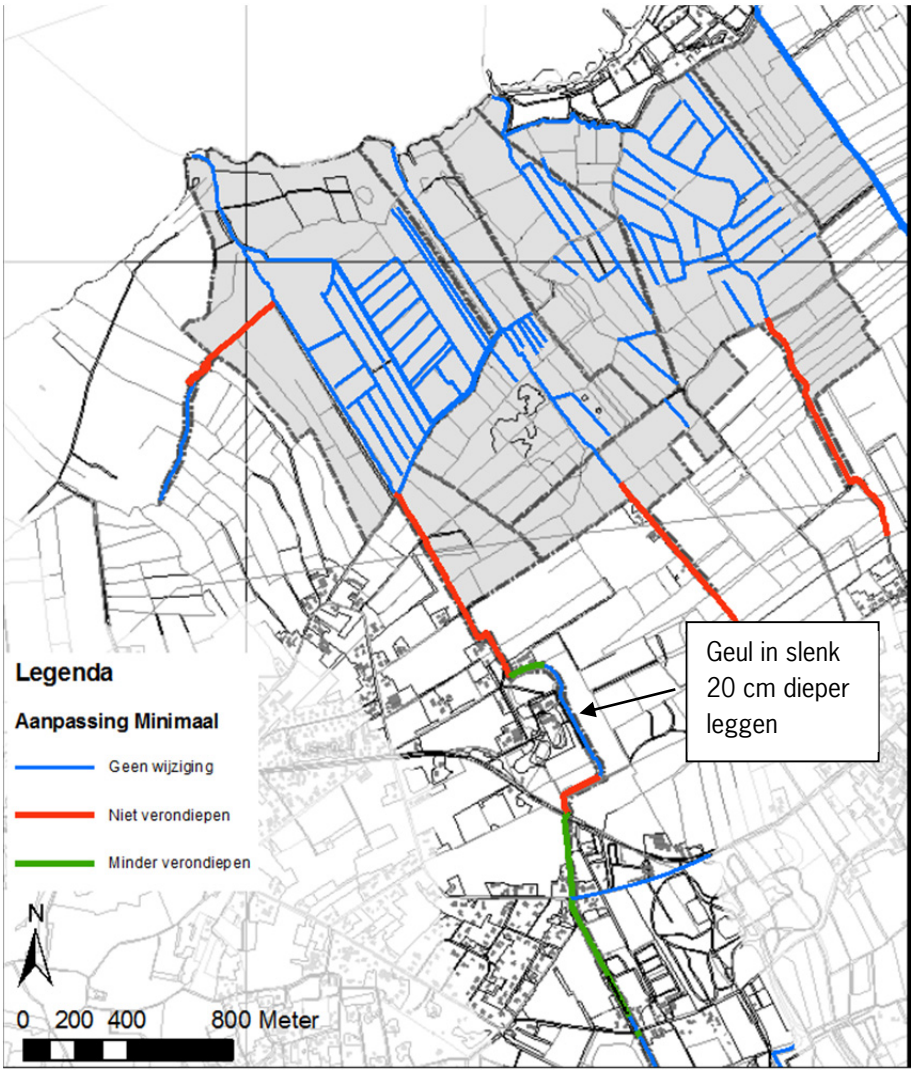
6.4 Aanpassing maatregelen in het minimale scenario

In de voorgaande paragrafen is het optimale scenario besproken waarbij volgens het huidige beleid en de randvoorwaarden een optimale verdrogingsbestrijding en verbetering van KRW- en HEN-doelen bereikt kan worden zonder natschade buiten de EHS. Wanneer ook natschade buiten de TOP-lijstgebieden of eigendom van Natuurmonumenten vermeden moet worden zal een aantal maatregelen afgezwakt moeten worden. Dat noemen wij het minimale scenario. Hieronder is aangegeven op welke punten het minimale scenario afwijkt van het optimale scenario. Het betreft het niet of minder verondiepen van enkele beken in de omgeving van Bloemkampen (Figuur 56).

Het minimale scenario wijkt op de volgende punten af van het optimale scenario:

- Hierdense Beek wordt 20 cm minder verondiept in deelgebied 6, 7 en 8, waar de verondieping in het optimale scenario 25 cm was wordt verondieping achterwege gelaten omdat 5 cm verondiepen weinig zinvol lijkt.
- In de slenkvormige laagte in deelgebied 7 komt de geul 20 cm dieper te liggen dan in het optimale scenario.
- Oostermheenbeek wordt niet verondiept.
- Bovenloop Tochtsloot en Killenbeek (buiten TOP) wordt niet verondiept.

In totaal komt hiermee 2600 meter verondieping met zand te vervallen. In § 7.2 en 7.3 wordt ingegaan op de consequenties voor de doelrealisaties voor natuur en in § 7.7 op het effect op de natschade.



Figuur 56

Aanpassing van de mate van verondieping in het minimale scenario ten opzichte van het optimale scenario.

6.5 Aanpassen ambitiekaart

De huidige ambitiekaart uit het Natuurbeheerplan van de provincie Gelderland sluit niet overal goed aan op de bodemkundig/hydrologische situatie in relatie tot de abiotische randvoorwaarden van de betreffende beheertypen. Zo zijn delen van de Bloemkampen in de huidige situatie te droog voor een aantal vochtminnende beheertypen of ontbreekt kwel in percelen waar kwelgevoede beheertypen worden nagestreefd. Daarnaast is op een deel van de percelen de fosfaattoestand te hoog voor beheertypen van voedselarme of matig voedselrijke groeiplaatsen. De in dit inrichtingsplan voorgestelde maatregelen beogen het verbeteren van de uitgangsituatie, maar dat zal niet in alle gevallen tot een optimale situatie leiden omdat bijvoorbeeld de kwel onvoldoende hersteld kan worden of het niet mogelijk blijkt de fosfaattoestand ver genoeg te verlagen. Het is dan beter de beheertypen op die percelen aan te passen aan meer realistische ambities. Anderzijds kan het ook voorkomen dat, als gevolg van de inrichtingsmaatregelen juist meer waardevolle beheertypen mogelijk blijken te zijn. In het laatste geval ligt het voor de hand de ambitie op te hogen. Daarom is de ambitiekaart zodanig aangepast dat deze beter aansluit bij de (te verwachten) abiotische condities. Hierbij zijn toekomstige hydrologie en bodem bepalend voor de na te streven beheertypen.

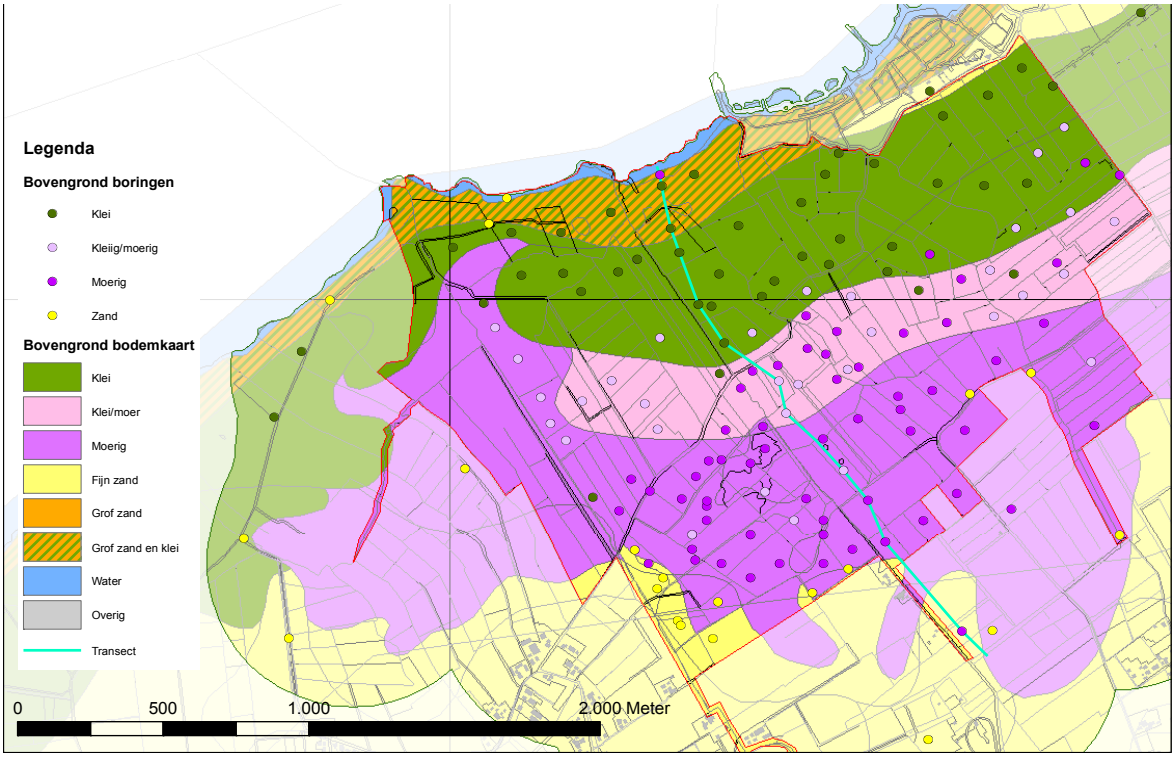
Bloemkampen

Voor de graslandtypen in Bloemkampen is de aard van de bovengrond, het grondwaterstandsverloop en het voorkomen van kwel in eerste instantie bepalend voor de gekozen beheertypen. Op percelen waar de fosfaattoestand (blijvend) te hoog is, zijn vervangende beheertypen van een hogere voedselrijkdom aangegeven. De bovengronden bestaan uit zand, moerig materiaal, kleiig/moerig materiaal of klei (Figuur 57). In Tabel 29 is aangegeven welke graslandtypen daarbij zouden kunnen passen. De positie van deze graslandtypen is in Figuur 58 schematisch weergeven langs een transect van noord naar zuid door het gebied.

Tabel 29

Relatie beheertypen in graslanden met bodemkundige en hydrologische randvoorwaarden zoals deze in Waternood worden toegepast. VA = Voedselarm, MV = Matig voedselrijk, ZV = Zeer voedselrijk.

Beheertype	Bovengrond	GVG (cm – mv.)	Kwel	Voedselrijkdom
N10.01 Nat schraalland	Zand-moerig	28-40	Ja	VA – MV
N10.02 Vochtig hooiland	Klei-Moerig-Kleiig/moerig	25-40	Ja	(VA) MV (ZV)
N11.01 Droog schraalgrasland	Zand	> 60	Nee	VA – ZV
N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland	Alles	NB	Nee	MV – ZV
N12.03 Glanshaverhooiland	Klei	> 50	Nee	MV (ZV)

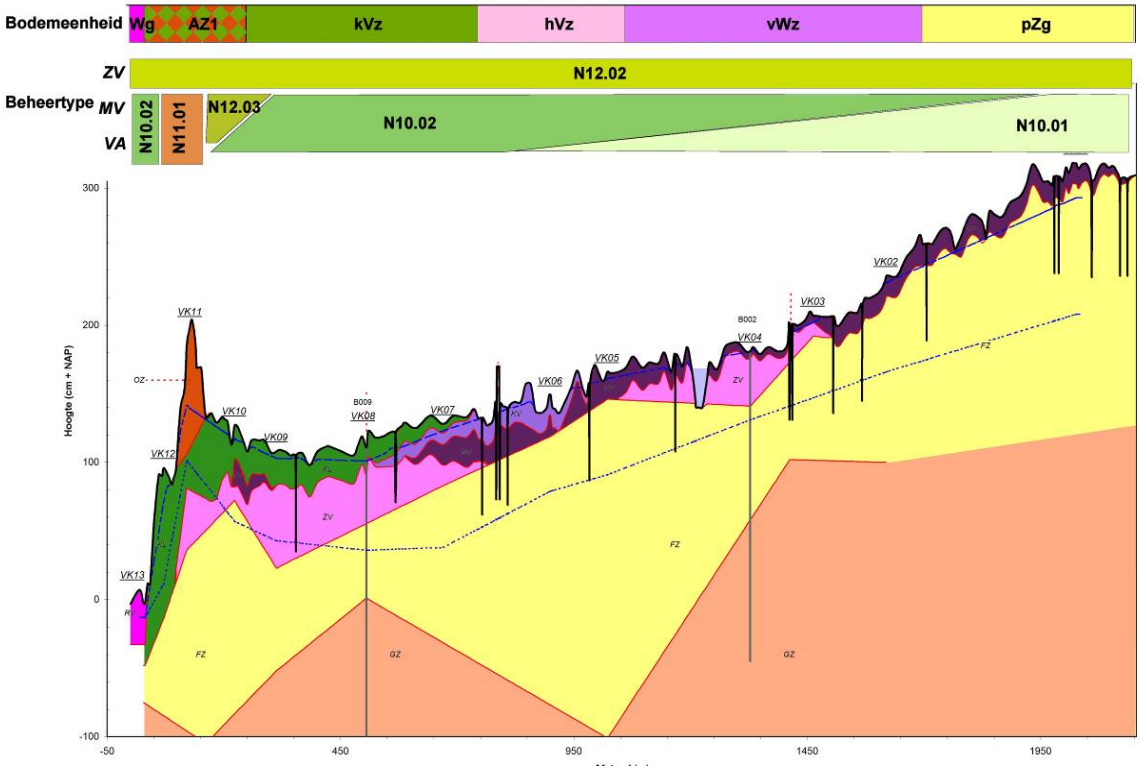


Figuur 57

Aard van de bovengrond in Bloemkampen volgens de bodemkaart en in boringen. Bronnen: Bodemkaart van Nederland (Eilander, Kloosterhuis et al., 1982), Bodemkaart Bosreservaat Grote Weiland (Mekkink, 2001), Alterra-onderzoek Veluwemeerkust (Van Delft, Brouwer et al. 2010), DINO en BIS.

Voor een groot deel van Bloemkampen is, mits de fosfaattoestand niet te hoog is, N10.02 'Vochtig hooiland' het meest voor de hand liggende beheertype. Op overgang naar de zandgronden in het zuiden is dat N10.01

'Nat schraalland' en op de zandige strandwallen langs het Veluwemeer N11.01 'Droog schraalgrasland'. Op de drogere delen binnen de kleigronden zou N12.03 'Glanshaverhooiland' mogelijk kunnen zijn, maar de kleigronden zijn hier over het algemeen te nat voor. Dit type kan hooguit lokaal langs de strandwallen verwacht worden.



Figuur 58

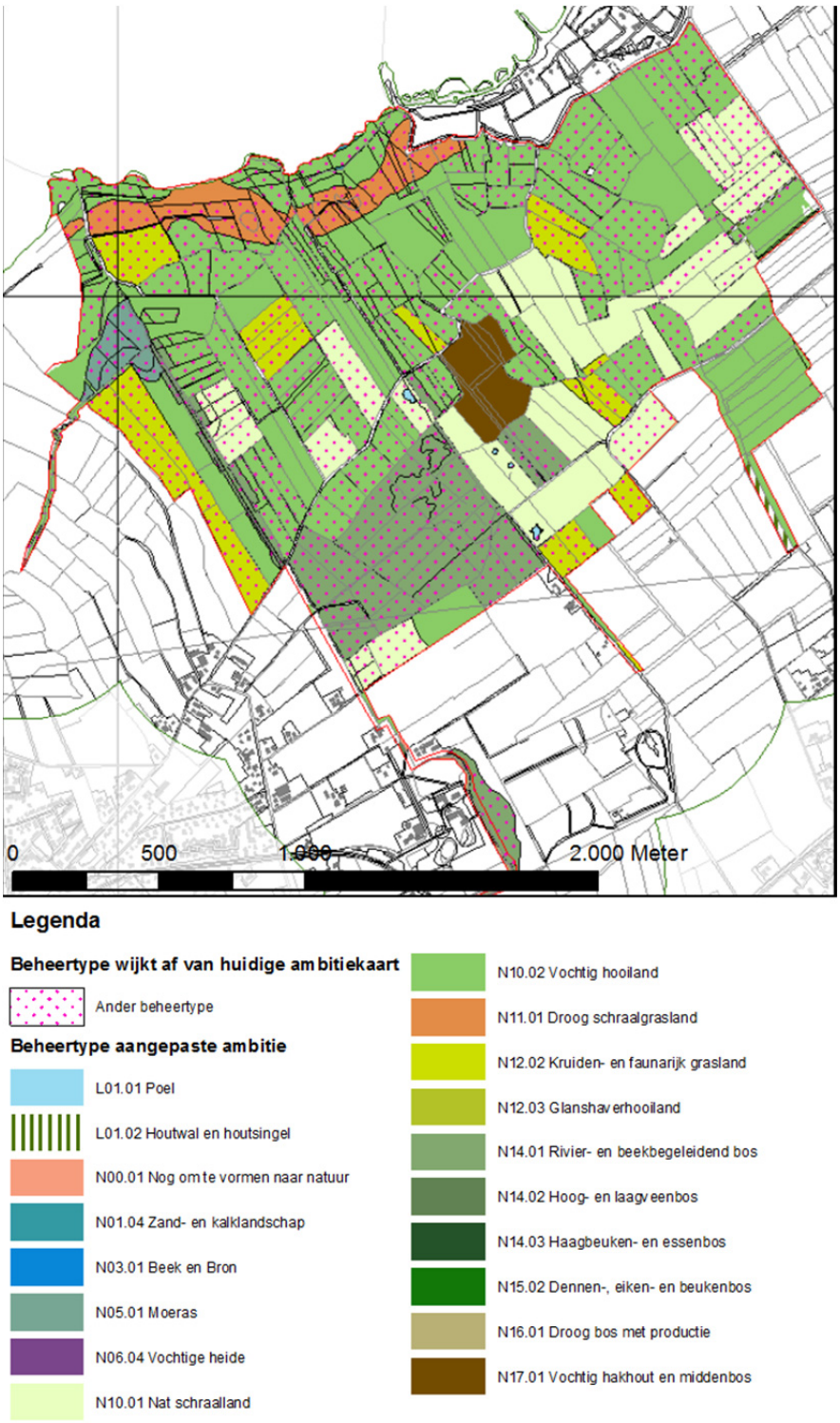
Toekenning beheertypen voor grasland langs gradiënt volgens transect in bovenstaand figuur. Beheertypen zijn afhankelijk van de aard van de bovengrond, het voorkomen van kwel en de voedselrijkdom als gevolg van bemesting. Voedselrijkdom is cursief aangegeven: VA = Voedselarm, MV = Matig voedselrijk, ZV = Zeer voedselrijk.

Voor het vaststellen van de beheertypen op de aangepaste ambitiekaart is, naast de relaties in Tabel 29 ook de fosfaattoestand beoordeeld (Figuur 35). Als de huidige fosfaattoestand te hoog is voor het betreffende beheertype en ook niet door verschralen of uitmijnen is te verlagen, is een ander beheertype gekozen dat minder hoge eisen stelt. Op percelen waar door afgraven wel een geschikte uitgangsituatie bereikt kan worden en er geen overwegende bezwaren zijn tegen afgraven is in een aantal gevallen toch voor het meer kritische type gekozen waarvoor dan wel de bovengrond afgegraven moet worden. Percelen met een zeer hoge fosfaattoestand waar uitmijnen of afgraven geen oplossing biedt hebben als beheertype N12.02 'Kruiden- en faunarijk grasland' gekregen. De aangepaste ambitiekaart voor Bloemkampen is weergegeven in Figuur 59.

Leuvenumse Bos

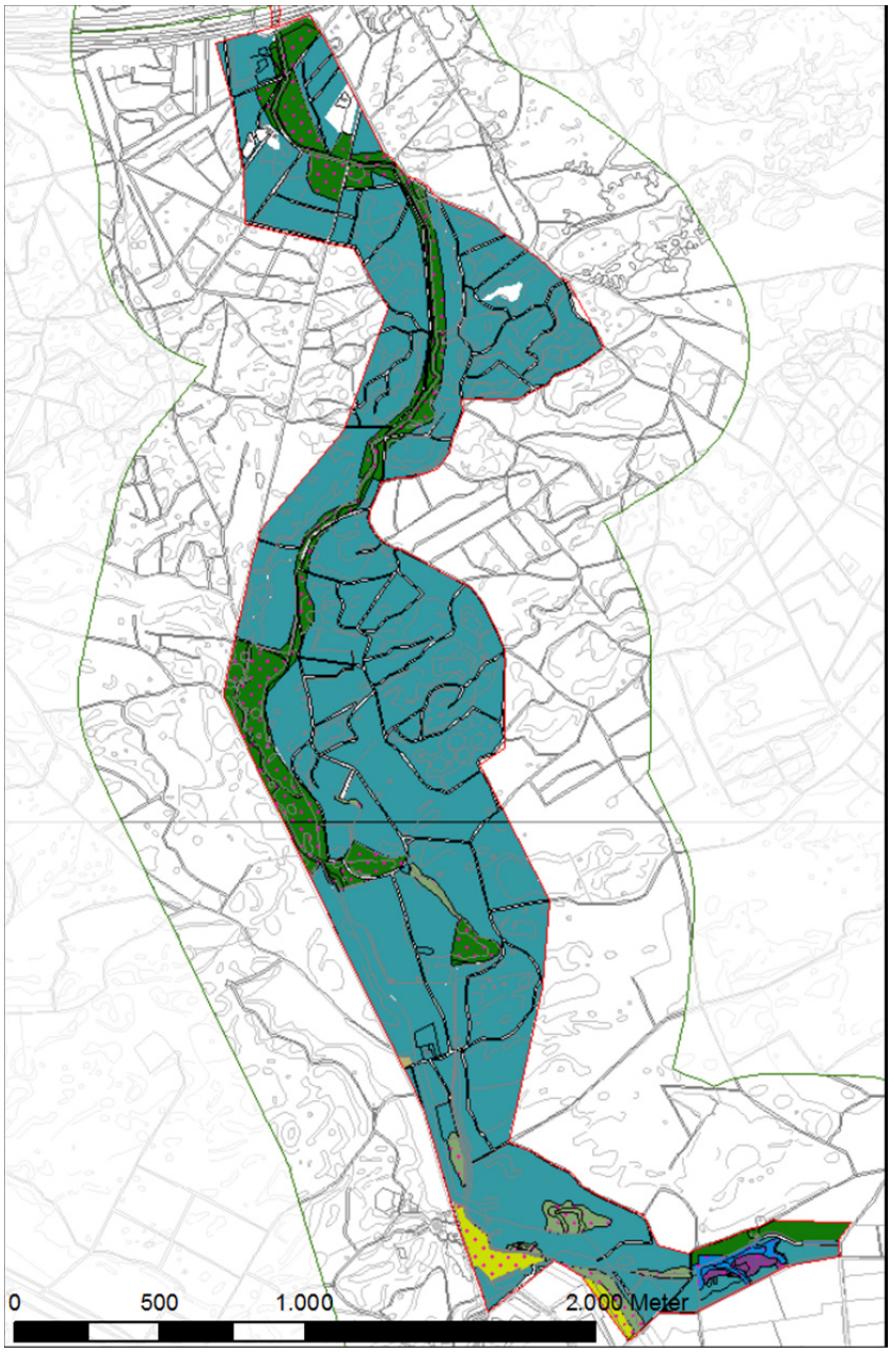
Op de huidige ambitiekaart (Figuur 6) is in het Leuvenumse Bos grotendeels N01.04 'Zand- en Kalklandschap' aangegeven. In Figuur 60 is ook voor dit deel een aangepaste ambitiekaart opgenomen. Voor de slenk in deelgebied 1, de graslanden en de nieuwe meander in deelgebied 2 zijn hier op vergelijkbare wijze als in de Bloemkampen beheertypen aangepast aan de (nieuwe) abiotische omstandigheden. Daarnaast zijn voor de

bossen die kwalificeren voor Natura 2000-habitattypen Beuken-Eikenbossen met Hulst (H9120) en Beekbegeleidende bossen (H91E0C) de beheertypen aangepast (Bijlsma 2011).



Figuur 59

Aangepaste ambitiekaart voor Bloemkampen.



Figuur 60

Aangepaste ambitiekaart voor het Leuvenumse Bos (Legenda zie Figuur 59).

6.6 Onderhoud en beheer

Uit de voorgestelde inrichtingsplannen kunnen vijf beheerselementen worden gedefinieerd, namelijk beken/ watergangen, elzenbroekbos, slenken, moerassen/plasdras en hooilanden. Eén van de uitgangspunten bij de inrichting is dat de elementen indien nodig beheerd kunnen worden. Dat geldt met name voor de A-Watergangen , Hierdense Beek, Tochtsloot, Killenbeek, Varelse beek en Oostermheenbeek waarvoor Waterschap Veluwe een onderhoudsverplichting heeft en voor de graslanden waar door middel van maaibeheer de ontwikkeling van een schrale vegetatie wordt nagestreefd. Als gevolg van de inrichting kan enerzijds de

noodzaak voor (intensief) beheer veranderen en anderzijds de mogelijkheid voor machinaal beheer verminderen, bijvoorbeeld als gevolg van verlies van draagkracht van de bodem of door de ontwikkeling van bos. Voor graslanden waar door middel van uitmijnen in een overgangsbeheer verlaging van de fosfaattoestand wordt nagestreefd zal een aantal jaren frequenter gemaaid moeten worden. In combinatie met de beoogde vernatting van het gebied vormt dat een flinke uitdaging. Om inzicht te hebben in de consequenties van de inrichting voor beheer en beheerkosten wordt in deze paragraaf ingegaan op het gewenste onderhoud en beheer van A-Watergangen en graslanden.

Hierbij is een inschatting gemaakt van het benodigde onderhoud en beheer. Omdat een belangrijk uitgangspunt van het inrichtingsplan is dat de samenhang tussen beken en de omgeving versterkt moet worden, zullen in een aantal situaties de grenzen tussen beek en omgeving vervagen. Dat heeft ook consequenties voor de afstemming van het beheer tussen Waterschap Veluwe en Natuurmonumenten. Voorgesteld wordt daarvoor een gezamenlijk onderhoudsplan op te stellen. Dat is maatwerk wat het beste beoordeeld kan worden als definitief is vastgesteld welke inrichtingsmaatregelen worden uitgevoerd. Daarna is het belangrijk de vegetatieontwikkeling goed te monitoren en het beheer jaarlijks te evalueren en zo nodig bij te stellen.

In de volgende paragrafen wordt apart ingegaan op het onderhoud en beheer van A-Watergangen en graslanden omdat hiermee verschillende doelen gediend worden, maar zoals in de vorige alinea is toegelicht zal dit deels in elkaar overlopen en is het belangrijk dit beheer goed af te stemmen. In beide gevallen is het uitgangspunt een zo extensief en doelmatig mogelijk beheer. Om een inschatting te kunnen maken van de kosten zijn door Waterschap Veluwe eenheidsprijzen aangeleverd.

6.6.1 Onderhoud en beheer A-Watergangen

Primaire doel van het verondiepen van de A-Watergangen is het herstel van de hydro-ecologische situatie van het plangebied. Nevendoel van de verondieping is het vergroten van de gradiëntzone van beek/waterloop naar het terrestrische milieu. De hierboven beschreven doelen worden door de inrichting deels ingevuld, maar het succes van de inrichting is mede afhankelijk van het gevoerde beheer.

Vanuit de verantwoordelijkheid van Waterschap Veluwe is veiligheid en het voorkómen van wateroverlast een belangrijke randvoorwaarde voor het beheer van de watergangen. Dit hoeft niet strijdig te zijn met de eisen die vanuit natuurontwikkeling gesteld worden waarbij een zo extensief mogelijk beheer gewenst is. De inrichtingsplannen zijn gericht op de ontwikkeling van zelfregulerende systemen met een minimum aan onderhoud. Het beheer in de vorm van voornamelijk maaien van de oevers en het schonen van de watergang dient gericht te zijn op het herstel van de eco-hydrologische situatie en het herstel van gradiënten. Het voorgestelde beheer dient ten alle tijden gefaseerd in tijd en ruimte te worden uitgevoerd, zodat naast de aquatische soorten ook soorten, zoals Moerassprinkhaan, Heikikker, Moeraskartelblad en Vleeskleurige orchis hun habitats niet voor de volle 100% kwijtraken (of juist door het gefaseerde beheer toenemen). Bij voorkeur dient het beheer zoveel mogelijk achterwege te worden gelaten als het de deelgebieden betreft waar elzenbroekbosontwikkeling het hoofddoel vormt.

In het huidige beheer worden door Waterschap Veluwe de volgende werkpakketten gehanteerd:

1. Korf-watergang (721A)
2. Korf-klepel watergang (722A)
3. Handmatig maaiwerk watergang (727A)
4. Handmatig bladeren verwijderen (727B)
5.

Afhankelijk van de watergang wordt één van deze pakketten één of twee keer per jaar toegepast in de periode 1 juni tot 15 juli of in de periode 15 juli - 1 nov. Voor zover het onderhoud machinaal gebeurt (eerste twee

pakketten) vindt dit plaats met regulier materieel en wordt geen maaisel afgevoerd. Er wordt gemaaid met een maaikorf en alleen in de tweede periode worden de taluds meegenomen, in de eerste periode alleen de waterloop. Bij HEN-wateren is het vanuit de gedragscode Flora- en Faunawet de afspraak om in iedere maaironde minimaal 25% van de water- en oevervegetatie te sparen, o.a. voor de fauna. Ook na de laatste maaironde zou dit eigenlijk moeten gebeuren, maar in de praktijk wordt alles in de herfst volledig gemaaid. Het sparen van delen van de vegetatie is voor de ecologie van groot belang, evenals voor het behalen van KRW- en HEN-doelen.

Na inrichting zal op een aantal trajecten aangepast materieel nodig zijn vanwege verminderde draagkracht. Er wordt nu ook al schade gereden. De maaikorf kan maximaal zes meter ver reiken.

Voor zover na de inrichting machinaal onderhoud nodig is zal hier vaak aangepast materieel voor nodig zijn met een lage bodemdruk. Naast de verminderde draagkracht na vernatting speelt ook een rol dat er meer rijbewegingen nodig zijn, omdat het maaisel afgevoerd moet worden. Door Waterschap Veluwe wordt voorgesteld dit maaisel te verzamelen in depots om het te composteren en in het voorjaar te verspreiden op nabijgelegen landbouwgrond. Behalve door aangepast materieel kan schade ook beperkt worden door alleen te maaien in droge perioden.

In het toekomstige beheer worden de volgende werkpakketten voorgesteld:

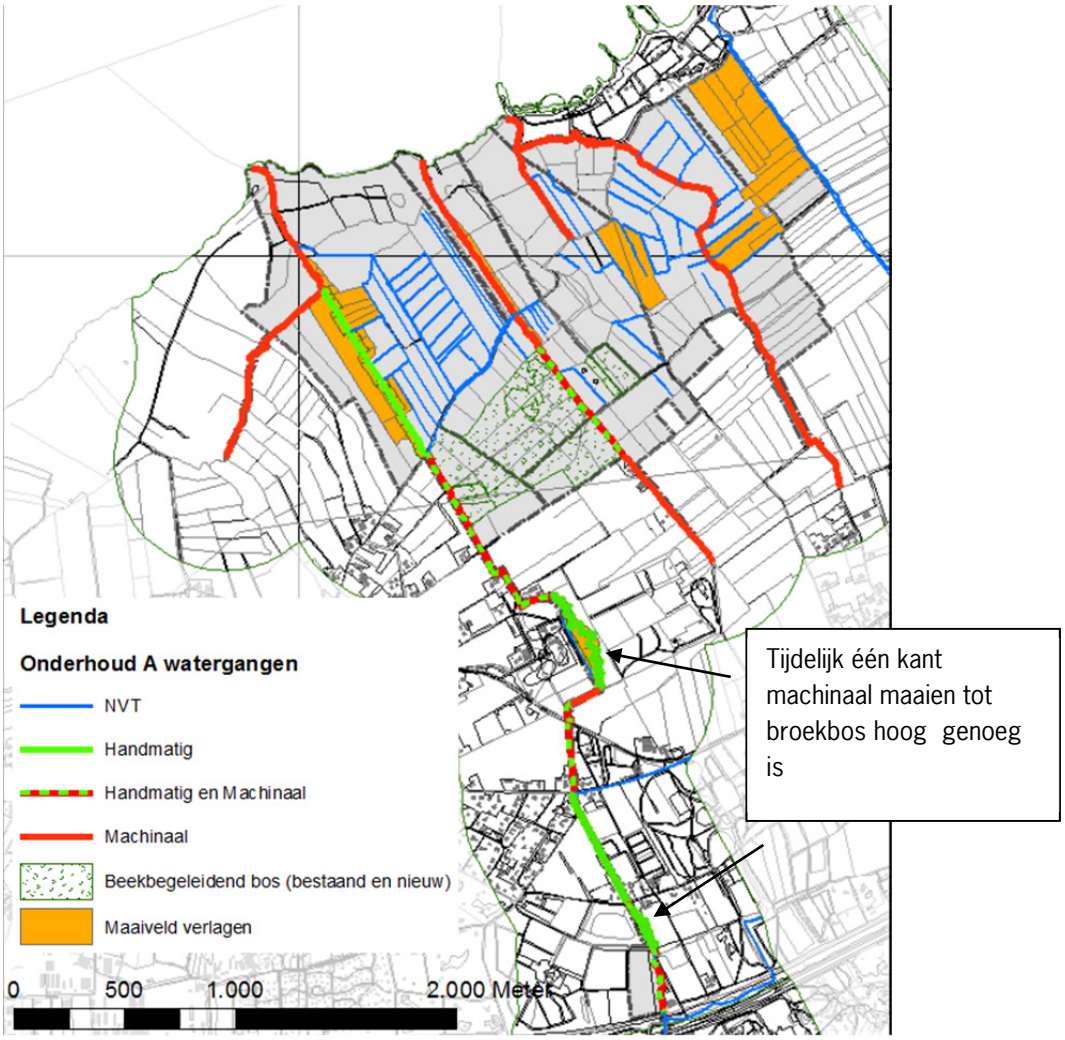
1. Korf-watergang incl. afvoer lage druk
2. Korf-klepel watergang incl. afvoer lage druk
3. Handmatig maaiwerk watergang met bosmaaier
4. Handmatig bladeren verwijderen

In Figuur 61 is aangegeven wat het toekomstige beheer van de A-Watergangen wordt. In de volgende paragrafen wordt het beheer nader toegelicht.

Deelgebied 1 t/m 3, exclusief Achterste Gat
Voor het bovenstroomse deel van de Hierdense Beek (Leuvenumse Beek) is in principe gekozen voor een zelfregulerend systeem waar geen onderhoud zal plaats vinden. Dit loopt vanaf Zwarte Boer tot en met snelweg A28. Het plan voor de Hierdense Beek voorziet in een beek met een beekbegeleidend elzenbroekbos. Voor het Achterste Gat (in deelgebied 2) en vier deelgebieden stroomafwaarts vanaf de A28 worden maatregelen voorgesteld.

Deelgebied 2 Achterste Gat
Het doel van de inundatiezone in het Achterste Gat is om dit perceel beter te betrekken bij de beek en daarmee de relatie tussen de beek en de omgeving te versterken. De beek gaat er namelijk door heen lopen en wordt een slenkvormige laagte. Deze vlakte dient open te blijven, ook om zo aan de gewenste begeleidende beekoevervegetatie te komen die tegemoet moet komen aan de KRW-doelstelling. Dit kan worden gerealiseerd door maaien met aangepast materieel (met lage bodemdruk) en/of met de bosmaaier. Het beheer dient zo extensief mogelijk te zijn. Mogelijk kan het beheer hier zelfs achterwege worden gelaten, want naast maaien speelt ook begrazing hier zeer waarschijnlijk een rol. In het perceel komen veel wroetsporen van Wilde zwijnen voor en waarschijnlijk wordt het ook door Edelherten begraasd. In welke mate beheer nodig zal zijn is dus afhankelijk van de spontane vegetatieontwikkeling. In de huidige situatie wordt hier ook al geen actief vegetatiebeheer gevoerd, maar na inrichting bestaat wel de kans op massale opslag van Zwarte els.

Beheerpakket: incidenteel maaien met bosmaaier (de slenk)



Figuur 61

Toekomstig beheer A-Watergangen In de deelgebieden 5 t/m 8.

Deelgebied 5 Hof van Hulshorst

Het eerste gebied benedenstrooms van de snelweg betreft deelgebied 5 Hof van Hulshorst waarin hermeandering in een slenkvormige laagte wordt voorgesteld. De beoogde vegetatieontwikkeling is elzenbroekbos in de slenk. De verwachting is dat in de eindsituatie er geen beheer noodzakelijk is in de beek omdat in de slenk voldoende ruimte is om de doorstroming te garanderen en inundaties erbuiten zullen uitblijven. Echter in de eerste jaren na aanleg wordt verwacht dat beheer in de beek wel nodig is door de verstoring van het bodemmateriaal en de toegenomen lichtinval wat zeer waarschijnlijk zal leiden tot overmatige waterplanten-groei. Om de watergang te kunnen beheren wordt voorgesteld om de eerste vijf jaar alleen elzenbroekbos aan de westzijde van de beek te laten ontwikkelen. De oostzijde is dan toegankelijk vanaf het grasland perceel en wordt jaarlijks gemaaid tot op de insteek van de beek. Nadat het bos voldoende ontwikkeld is op de westzijde kan worden overgegaan tot bosontwikkeling op de oostzijde door het maaibeheer achterwege te laten. Indien nodig kan de beek binnen het broekbos handmatig geschoond worden.

Beheerpakket: eerste vijf jaar maaien en afvoeren regulier materieel, daarna incidenteel handmatig bladeren verwijderen.

Deelgebied 6 Hessenweg
Hier wordt hermeandering (micromeandering) met een ontwikkeling van een inundatiezone van drie meter aan weerszijde van de beek voorgesteld. Ook in dit deelgebied is de beoogde vegetatie-ontwikkeling elzenbroekbos. Beheer dient ook hier zoveel mogelijk achterwege te worden gelaten, maar indien nodig kan vanaf de Hessenweg worden geschoond met een kraan of gemaaid met behulp van een bosmaaier.

Beheerpakket: maaien en afvoeren regulier materieel, aanvullend onderhoud met bosmaaier.

Deelgebied 7 Landgoed De Essenburgh
Hermeandering en ontwikkeling van een oever en inundatiezone aan de oostzijde van de beek wordt hier voorgesteld. Gewenste vegetatie in de inundatiezone is elzenbroekbos. De verwachting is dat in de eindsituatie er geen beheer noodzakelijk is in de beek omdat in de slenk voldoende ruimte is om de doorstroming te garanderen en inundaties erbuiten zullen uitblijven. Echter in de eerste jaren na aanleg wordt verwacht dat beheer in de beek wel nodig is door de verstoring van het bodemmateriaal en de toegenomen lichtinval wat zeer waarschijnlijk zal leiden tot overmatige waterplantengroei. Om de watergang te kunnen beheren wordt voorgesteld om de eerste vijf jaar alleen elzenbroekbos aan de westzijde van de beek te laten ontwikkelen. De oostzijde is dan toegankelijk vanaf het graslandperceel en wordt jaarlijks gemaaid tot op de insteek van de beek. Nadat het bos voldoende ontwikkeld is op de westzijde kan worden overgegaan tot bosontwikkeling op de oostzijde door het maaibeheer achterwege te laten.

Beheerpakket: eerste 5 jaar maaien en afvoeren regulier materieel, daarna incidenteel handmatig bladeren verwijderen.

Deelgebied 8A Bloemkampen Hierdense beek
Hier wordt aan weerszijden van de beek (alternerend) een inundatiezone van circa 30 meter aangelegd. Beoogde vegetatie is elzenbroekbos. De beekloop wordt vanuit de zuidwestelijke zijde door de bestaande elzenbroekbossingel beschaduwd. Hier wordt geen overmatige waterplantengroei verwacht (mits er geen overdadige uitspoeling is van meststoffen en kan aan de oostzijde elzenbroekbos ontwikkeling worden toegestaan). Onderhoud en beheer in dit deelgebied kan grotendeels achterwege worden gelaten omdat de doelstelling van dit deelgebied natuur is en er voldoende ruimte is om de doorstroming te garanderen en inundaties erbuiten zullen uitblijven.

Beheerpakket: géén beheer. Incidenteel met bosmaaier of handmatig blad verwijderen.

Deelgebied 8B t/m 8D Tochtsloot en Killenbeek zijtak
Voor beide beken geldt dat ze worden verondiept en binnen het natuurgebied Bloemkampen worden ze deels omgevormd tot een oppervlakkige slenk van circa 25 meter breed. Daar waar de beken alleen worden verondiept, gelegen buiten het TOP-lijstgebied, kunnen de beken worden gemaaid en geschoond vanaf de belendende percelen. Waar echter slenken gevormd worden geldt dat door de inrichting hier een gewenste vernatting ontstaat in het natuurgebied. De vegetatie in de slenken zal bestaan uit voornamelijk vochtig hooiland en moeraszones in het laagste deel grenzend aan de beek. Indien men dit niet zou beheren zal de vegetatie op termijn overgaan via struweel naar elzenbroekbos. Maar openheid van het landschap is hier gewenst en daarom wordt voorgesteld om de vochtige hooilanden en moeraszones jaarlijks te maaien met machines die weinig druk uitoefenen op de bodem. De beekloop kan eventueel handmatig geschoond worden of met een bigfootkraan, maar alleen indien dit nodig is om wateroverlast buiten het natuurgebied te voorkomen.

Beheerpakket: maaien en afvoeren met aangepast materieel (machines met lage bodemdruk). Daarnaast kan het ook gewenst zijn om moeilijk bereikbare gedeelten te beheren met een bosmaaier (bijvoorbeeld rondom een boomgroepje van 4 à 5 elzen).

Deelgebied 8E en 8F Killenbeek hoofdtak, Varelse beek en 8A Oostermheenbeek
Voor de Killenbeek-hoofdtak geldt dat het huidige morfologische profiel gehandhaafd blijft als voormalige kreek. De beek wordt alleen verondiept. Gewenste vegetatie ontwikkeling is ongewijzigd. In principe blijft het maai- en schoningsbeheer hetzelfde met in achtneming van fasering in tijd en ruimte, waarbij steeds een deel van de vegetatie moet blijven overstaan in verband met de fauna.

Beheerpakket: maaien en afvoeren regulier materieel, tenzij door de vernatting van het gebied de draagkracht van de bodem te laag wordt en machines met een lage bodemdruk moeten worden ingezet.

Voor de Varelse beek geldt dat de beheersomstandigheden hetzelfde blijven; er wordt in het kader van dit plan helemaal niets veranderd aan de inrichtingssituatie. In principe blijft het maai- en schoningsbeheer hetzelfde in achtneming van fasering in tijd en ruimte. Omdat de beek langs een verharde weg ligt kan dit met regulier materieel worden uitgevoerd.

Beheerpakket: maaien en afvoeren regulier materieel.

Voor de Oosterheenbeek beek geldt dat met uitzondering van de verondieping in de meander er verder niets aan de beek verandert.

Beheerpakket: maaien en afvoeren regulier materieel.

6.6.2 Graslanden

6.6.2.1 Maaien en afvoeren

Voor de graslanden met beheertype N10.01 'Nat schraalland' en N10.02 'Vochtig hooiland', maar ook voor de andere graslanden in het gebied is maaien en afvoeren het meest passende beheer. Op voedselarme percelen met een lage productiviteit kan volstaan worden met jaarlijks eenmalig maaien met afvoeren. Afhankelijk van de productiviteit kan dat eind juli of in augustus plaatsvinden. Dit is bepalend voor de soortenrijkdom van deze graslanden. Voedselrijkere en meer productieve percelen die over het algemeen ook een minder hoge soortenrijkdom hebben kunnen in een overgangsfase vaker gemaaid worden om de verschraling te bevorderen en verruiging tegen te gaan. Wanneer op deze percelen de productiviteit terugloopt kan overgegaan worden op een regulier beheer met eenmalig maaien in augustus.

Bij percelen met een zeer hoge voedselrijkdom is gekozen voor het beheertype N12.02 'Kruiden- en faunarijk grasland'. Omdat daar de perspectieven voor vergaande verschraling beperkt of afwezig zijn kan het beheer vanaf het begin gericht zijn op de ontwikkeling van zo soortenrijk mogelijk grasland door één of twee keer per jaar te maaien. De verschraling die daarbij bereikt wordt is meegenomen. Omdat de productiviteit van deze graslanden nog lang hoog zal blijven is het hooi waarschijnlijk ook nog goed te verkopen, bijvoorbeeld voor paarden.

Maaien op natte bodems met een moerige bovengrond zoals in de Bloemkampen meestal het geval is vraagt extra aandacht voor de planning en uitvoering van het maaibeheer. Bij Natuurmonumenten is daar reeds veel ervaring mee opgedaan. In verband met de natte bodem in het voorjaar wordt in de huidige situatie door Natuurmonumenten pas na mei gemaaid. Na vernatting zal dit nog meer aandacht vragen. Het zal daarbij nodig zijn om van aangepast materieel gebruik te maken met een lagere bodemdruk. Nadeel daarbij is dat door het groter contactoppervlak van de banden met de bodem meer dieren die op of in de bodem leven overreden worden.

Bij het maaibeheer voor de graslanden hoort ook het maaien van slenkvormige laagtes die aangelegd worden langs delen van de Tochtsloot en zijtak Killenbeek. Deze lopen via een moeraszone over in de geul waardoor de beek stroomt. Het beheer van deze oeverzones en de beek zal goed afgestemd moeten worden tussen de verantwoordelijke beheerders: Natuurmonumenten voor de flanken en Waterschap Veluwe voor de beek (A-water; zie § 6.6.1).

Om tijdens de ontwikkelfase van het broekbos in de inundatiezones langs de Hierdense Beek in deelgebied 5 en 7 tijdelijk machinaal onderhoud van de beek mogelijk te maken wordt voorgesteld langs één zijde gedurende vijf jaar een maaibeheer in te stellen totdat aan de andere zijde het broekbos ver genoeg is ontwikkeld om door beschaduwing de waterplantengroei te beperken en machinaal onderhoud overbodig te maken (zie § 6.6.1).

In perceel De Koekoek in deelgebied 2 is door de hoge fosfaattoestand bij het uit agrarisch beheer nemen van dit perceel een vegetatie ontstaan met een hoge dominantie van Pitrus. Om hier het gewenste beheerdoel N10.02 'Vochtig hooiland' te halen zou hier een uitmijnbeheer nodig zijn. Gezien de natte omstandigheden lijkt dat moeilijk te realiseren. Toch is een zekere mate van verschraling wel van belang om fosfaatuitspoeling terug te dringen. Daarvoor wordt geadviseerd dit perceel minimaal één keer per jaar te maaien en indien mogelijk vaker.

6.6.2.2 Uitmijnen

Voor een aantal percelen waar de huidige fosfaattoestand te hoog is voor de gekozen beheertypen, maar waar wel mogelijkheden bestaan deze te verlagen door intensief verschralen is een uitmijnbeheer voorgesteld. Onder uitmijnen wordt een overgangsbeheer verstaan waarbij gedurende een beperkt aantal jaren (ca. 5 tot 10) frequent wordt gemaaid om fosfaat versneld af te voeren (Van Eekeren et al., 2006). Omdat de stikstofvoorraad in de bodem relatief snel afneemt wordt daarvoor een gras-klavermengsel ingezaaid en om de kaliumtoestand op niveau te houden wordt kalium bijgemest. Dit is nodig om gedurende de overgangsperiode de productiviteit en daarmee de fosfaatonttrekking zo hoog mogelijk te houden.

Doorgaans wordt daarbij uitgegaan van vijf maaibeurten per jaar, waarbij gemiddeld ca. 50 kg P/ha/j wordt afgevoerd. In het begin zal dat meer zijn, na verloop van tijd minder. Omdat maaien in de vroege zomer nu al problematisch is vanwege de geringe draagkracht zal een dergelijke maaifrequentie niet reëel zijn. Zeker na de uitvoering van vernattingsmaatregelen is een dit niet haalbaar. Om de problemen met draagkracht te voorkomen wordt voorgesteld om bij deze percelen de sloten nog niet direct te dempen, maar met een tijdelijk peilbeheer te werken (zie § 6.2.1.2). Daarnaast zal de maaifrequentie minder hoog kunnen zijn. Gestreefd wordt naar drie keer maaien per jaar. Het spreekt vanzelf dat daarbij de snelheid van fosfaatonttrekking lager zal zijn en dus het aantal jaren dat nodig is om de gewenste fosfaattoestand te bereiken hoger.

Afhankelijk van de fosfaattoestand bij aanvang en de maaifrequentie zal na een aantal jaren de productiviteit teruglopen en kan geleidelijk aan overgeschakeld worden naar een regulier maaibeheer, gecombineerd met het vast opzetten van de peilen of het definitief dempen of laten verlanden van de sloten.

7 Effect inrichting op doelrealisaties

Om na te gaan of de voorgestelde maatregelen het beoogde effect op de doelrealisaties voor terrestrische natuur en de KRW- en HEN-doelen zullen hebben zonder schadelijke effecten op andere doelen, is op basis van modelsimulaties en expert-judgement een inschatting gemaakt van deze effecten. Dit is zowel voor het optimale scenario als het minimale scenario gedaan.

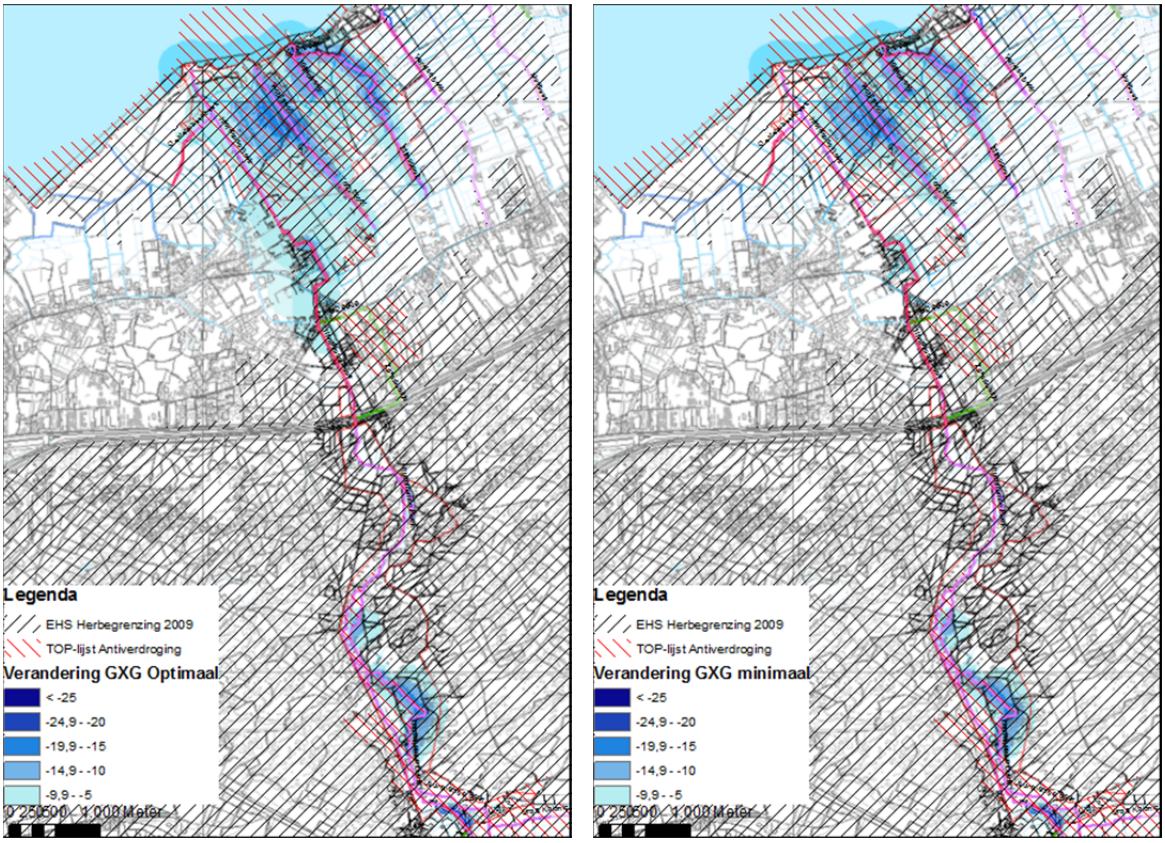
7.1 Grondwater

Met het grondwatermodel zijn door TAUW de effecten van de inrichtingsmaatregelen op het grondwaterstandsverloop en de kwel voor beide scenario's doorgerekend (Luijendijk, 2011). Omdat er een sterke interactie is tussen grond- en oppervlaktewater en een groot deel van de maatregelen betrekking hebben op het oppervlaktewatersysteem heeft een nauwe afstemming plaatsgevonden tussen TAUW en Waterschap Veluwe dat de berekeningen met het oppervlaktewatermodel heeft uitgevoerd (Hulsman, 2011).

Grondwaterstanden
Het door het grondwatermodel voorspelde effect van de maatregelen op de grondwaterstanden bij het optimale scenario is weergegeven in Figuur 62 (links). Omdat het model met gemiddelde grondwaterstanden rekent is deze voorspelling gelijk voor GLG, GVG en GHG. In werkelijkheid zal het effect op GHG (en GVG) kleiner zijn dan het effect op GLG omdat de maatregelen vooral gericht zijn op het verhogen van de drainagebasis en daarmee de GLG, terwijl door oppervlakkige afwatering en te handhaven ontwatering de GHG minder zal veranderen.

In het optimale scenario stijgen in grote delen van Bloemkampen de grondwaterstanden 5 tot 15 cm en in de centrale delen tot ca. 25 cm. In combinatie met maaiveldverlaging komen in enkele percelen (relatieve) stijgingen voor tot 30 à 40 cm. Voor de GHG (en de GVG) is dat waarschijnlijk niet reëel omdat daarmee in sommige afgegraven percelen GHG standen van 30 à 40 cm boven maaiveld voorspeld worden. Dit is niet te verwachten omdat de oppervlakkige afwatering gehandhaafd blijft en voor zover afvoerloze laagtes voor zouden komen de bergingscapaciteit van de lucht boven de bodem minstens drie keer zo groot is als die van de bodem zelf. Voor de effecten op de doelrealisaties zijn daarom de grondwaterstanden voor GHG 'afgetopt' zodat voorspelde standen boven maaiveld gelijk gesteld worden aan het maaiveldniveau en is de GVG opnieuw berekend uit de toekomstige GLG en de afgetopte GHG. Ook langs de Leuvenumse Beek in deelgebied 2 en 3 komen stijgingen van het grondwater voor, maar deze zijn minder uitgebreid en minder groot dan in Bloemkampen.

De maatregelen voor grondwaterstandstijgingen zijn vooral gericht op verdrogingsbestrijding voor natte natuur binnen de TOP-lijstgebieden (zie § 3.2.7). Buiten de TOP-lijstgebieden, maar binnen de EHS, zijn negatieve effecten van vernattingsmaatregelen acceptabel. In Figuur 62 zijn de begrenzingen van de TOP-lijstgebieden en EHS aangegeven. Voor zover vernatting buiten de TOP-lijstgebieden plaatsvindt blijft dit grotendeels binnen de EHS, met uitzondering van het gebied ten zuidwesten van Bloemkampen, in de omgeving van het dorp Hierden. Hier vindt uitstraling plaats van de maatregelen, waardoor stijgingen van 5 à 10 cm verwacht worden. Of dit ook werkelijk tot overlast zal leiden hangt sterk af van de huidige diepte van het grondwater en van de ontwatering. Omdat dit gebied relatief vrij sterk ontwaterd is zal dit vooral een stijging van de GLG betekenen en in mindere mate van de GHG. Ook door de relatief hoge ligging van het dorp Hierden zal de grondwaterstijging hier nauwelijks effect hebben.



Figuur 62

Voorspelde verandering in de gemiddelde grondwaterstanden in cm ten opzichte van mv na het nemen van de maatregelen in het optimale scenario (links) en bij het minimale scenario (rechts).

Bij het minimale scenario (Figuur 62 rechts) is de grondwaterstijging minder. Dat geldt vooral langs de Hierdense Beek in deelgebied 7 en 8A en langs de bovenloop van de Killenbeek. Ten westen van de Killenbeek is voor de gehele Bloemkampen een mindere grondwaterstijging te verwachten bij dit scenario. Ten oosten van de Killenbeek is er weinig verschil. Vernatting buiten de EHS blijft hier achterwege en deze is verder grotendeels beperkt tot het TOP-lijstgebied Bloemkampen.

Kwel

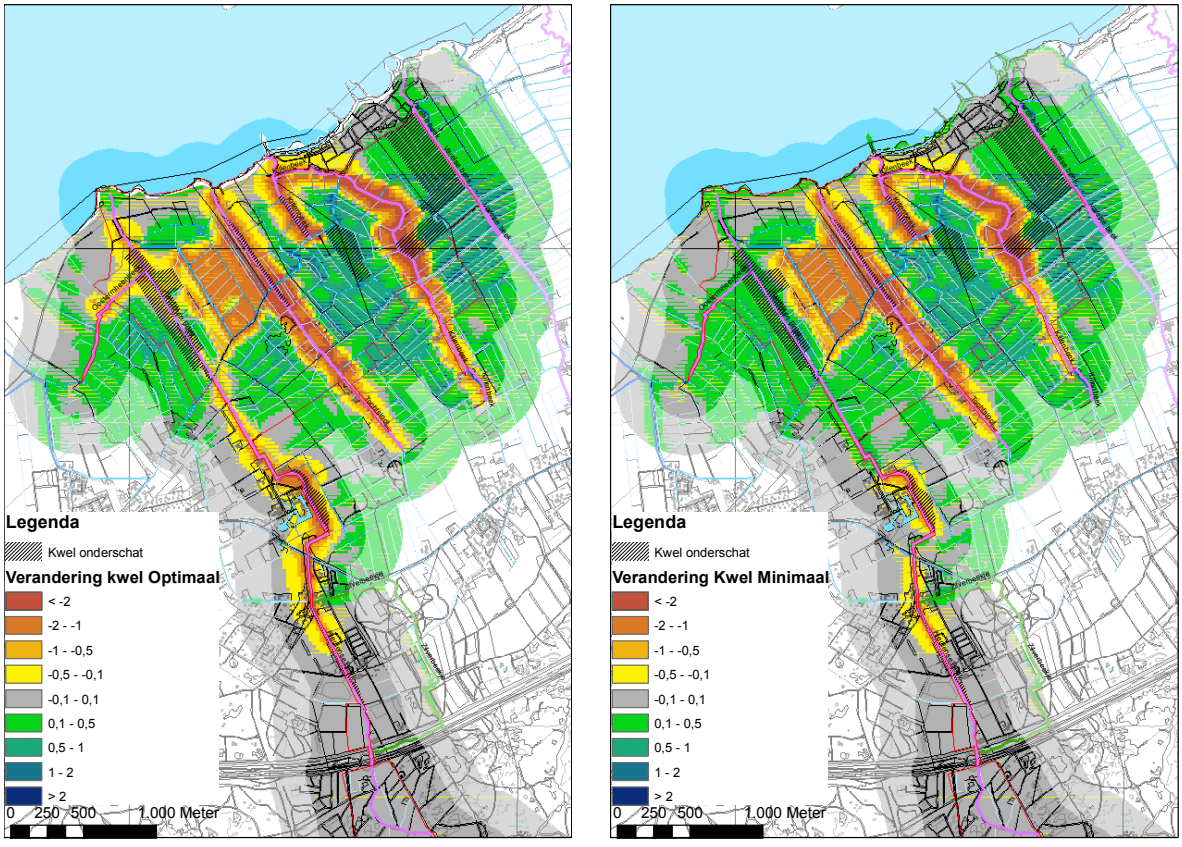
Ook kwel- en wegzijging in Bloemkampen zullen door de maatregelen veranderen. Over het geheel genomen neemt de kwelflux aan de basis van het freatisch pakket iets af (Luijendijk, 2011). Dat is een logisch gevolg van de gestegen grondwaterstanden, waardoor het potentiaalverschil tussen freatisch grondwater en het diepere grondwater afneemt. Omdat er tegelijkertijd ook minder kwelwater naar de sterk verondiepte beken en gedempte sloten afgevoerd wordt, neemt in delen van het gebied de kwelflux echter toe. In een deel van Bloemkampen tussen Hierdense Beek en Tochtsloot, ten noorden van de Munnikesteeg, neemt de kwelflux iets af maar blijft wel bestaan. Net als bij de huidige kwelflux (§ 4.4.2) is een vertaling gemaakt van de flux aan de basis van het freatisch pakket naar de flux aan maaiveld die bepalend is voor de vegetatie. Hiervoor is de verandering in de berekende flux aan de basis gecorrigeerd voor de fractie die in beide perioden in maaiveld komt en opgeteld bij de huidige maaiveldkwel. Door TAUW is met een balansstudie berekend dat in de huidige situatie 85% van de kwel in maaiveld komt en na inrichting 89%. De hoeveelheid kwel die in de huidige situatie

in maaiveld komt wordt hier waarschijnlijk overschat, gezien de neerslaglenzen die in een groot deel van het gebied voorkomen (zie Figuur 33). Uitgaande van de genoemde balansstudie is de verandering berekend volgens vergelijking 1.

$$dKwel_mv = Kwel_basis_toek \times 0{,}89 - Kwel_basis_nu \times 0{,}85 \qquad (1)$$

(dKwel_mv = verandering maaiveldkwel, Kwel_basis_toek = toekomstige kwel aan basis freatisch pakket, Kwel_basis_nu = huidige kwel aan basis freatisch pakket, 0,89 en 0,85 = fracties van kwel naar maaiveld.)

De op deze wijze berekende verandering van de kwelflux aan maaiveld is voor beide scenario's weergegeven in Figuur 63 en de resulterende maaiveldkwel in Figuur 64. In een groot deel van Bloemkampen neemt de maaiveldkwel toe, met uitzondering van de directe omgeving van de beken en in het genoemde gebied tussen Hierdense Beek en Tochtsloot niet het geval. De sterkste afname lijkt volgens deze berekening te verwachten in de directe omgeving van Tochtsloot en Killenbeek en delen van Hierdense Beek en Oostermheenbeek. Dat is deels het gevolg van de maatregelen die erop gericht zijn de drainerende werking van deze beken te verminderen. Dat resulteert in een toename van de kwelflux elders in Bloemkampen.



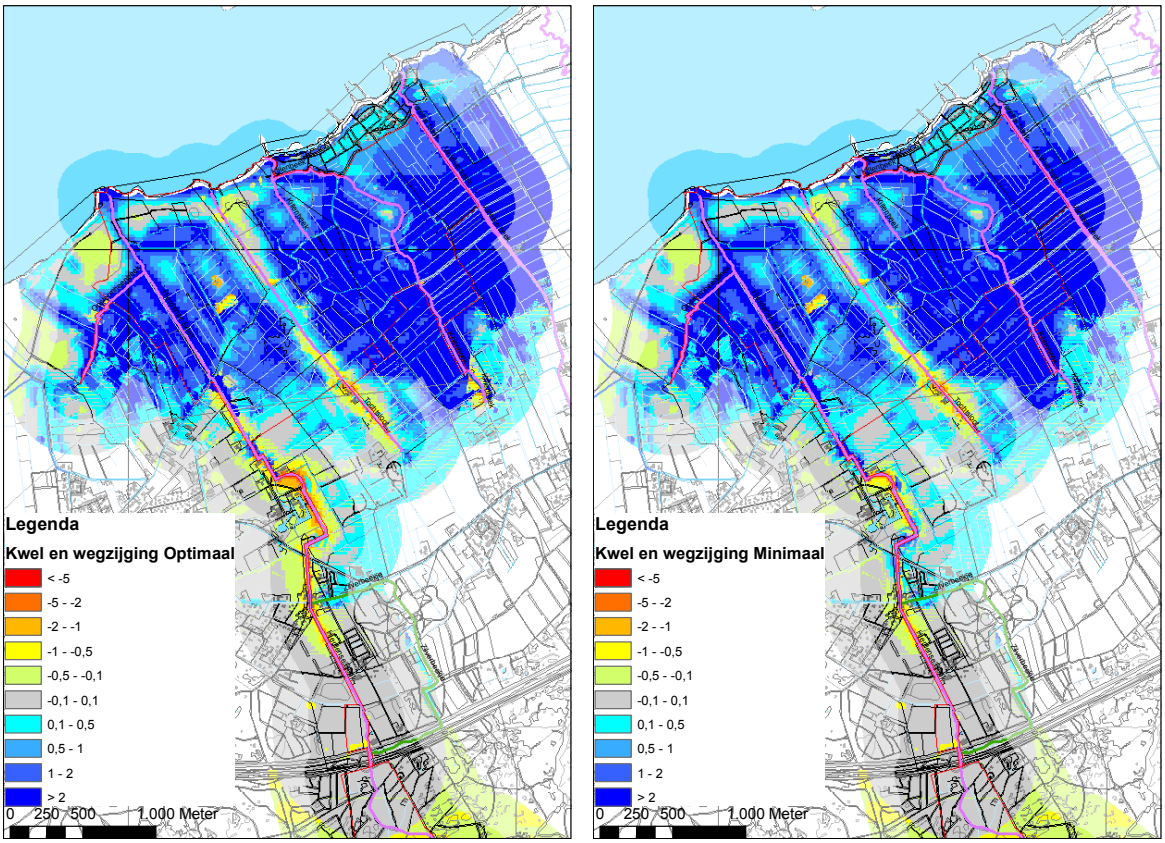
Figuur 63

Voorspelde verandering van de kwelflux naar maaiveld na inrichting, links in het optimale scenario, rechts in het minimale scenario. Bij percelen met maaiveldverlaging zal de flux naar maaiveld sterker toenemen of minder sterk afnemen. In de huidige situatie wordt de kwelflux naar maaiveld waarschijnlijk overschat.

Het door het grondwatermodel voorspelde effect van de maatregelen heeft betrekking op de verandering van de flux naar de onderkant van het freatisch pakket. Maaiveldverlaging zoals dat bij een aantal percelen wordt toegepast zal ook een toename van de kwelinvloed in maaiveld tot gevolg hebben, waardoor de toename van kwel groter zal zijn of een berekende afname minder groot. Dit is echter niet goed te kwantificeren en daarom niet in de berekeningen opgenomen. De betreffende (delen van) percelen zijn wel met een arcering aangegeven in Figuur 63.

Over het geheel genomen lijkt het er sterk op dat de kwel naar maaiveld in de huidige situatie door de modelstudie sterk overschat wordt en dat het positieve effect na inrichting sterk onderschat wordt.

Voor het minimale scenario (Figuur 63 rechts) is het beeld van de verandering van de kwelflux vrijwel gelijk aan het optimale scenario (Figuur 63 links), met uitzondering van de omgeving van Hierdense Beek, Oostermheenbeek en de bovenlopen van Killenbeek en Tochtsloot waar de minder grote of niet toegepaste verondieping een veel minder sterke afname van de kwelstroom naar de beken tot gevolg lijkt te hebben. Bij het minimale scenario zal dus een groter deel van de kwelstroom door de diep ontwaterende beken worden afgevoerd dan bij het optimale scenario. Gecombineerd met de lagere grondwaterstanden die ook het gevolg zijn van minder ver doorgevoerde maatregelen in de beken zal de toename van kwel naar maaiveld in het minimale scenario beduidend geringer zijn dan bij het optimale scenario.



Figuur 64

Toekomstige kwel en wegzijging aan maaiveld (mm/d) in Bloemkampen na inrichting volgens het hydrologisch model, links in het optimale scenario, rechts in het minimale scenario.

Door de toename van de kwel naar maaiveld in grote delen van Bloemkampen neemt het areaal waar kwel aan maaiveld komt toe, vooral in het zuiden van Bloemkampen (Figuur 64). De afname van de kwelflux in delen van het gebied resulteert over het algemeen niet in het wegvallen van kwel naar maaiveld, met uitzondering van een smalle strook langs de Tochtsloot, waar dit deels wordt gecompenseerd door maaiveldverlaging, waardoor maaiveldkwel waarschijnlijk toch aanwezig blijft.

7.2 Terrestrische natuur

7.2.1 Verandering doelrealisaties

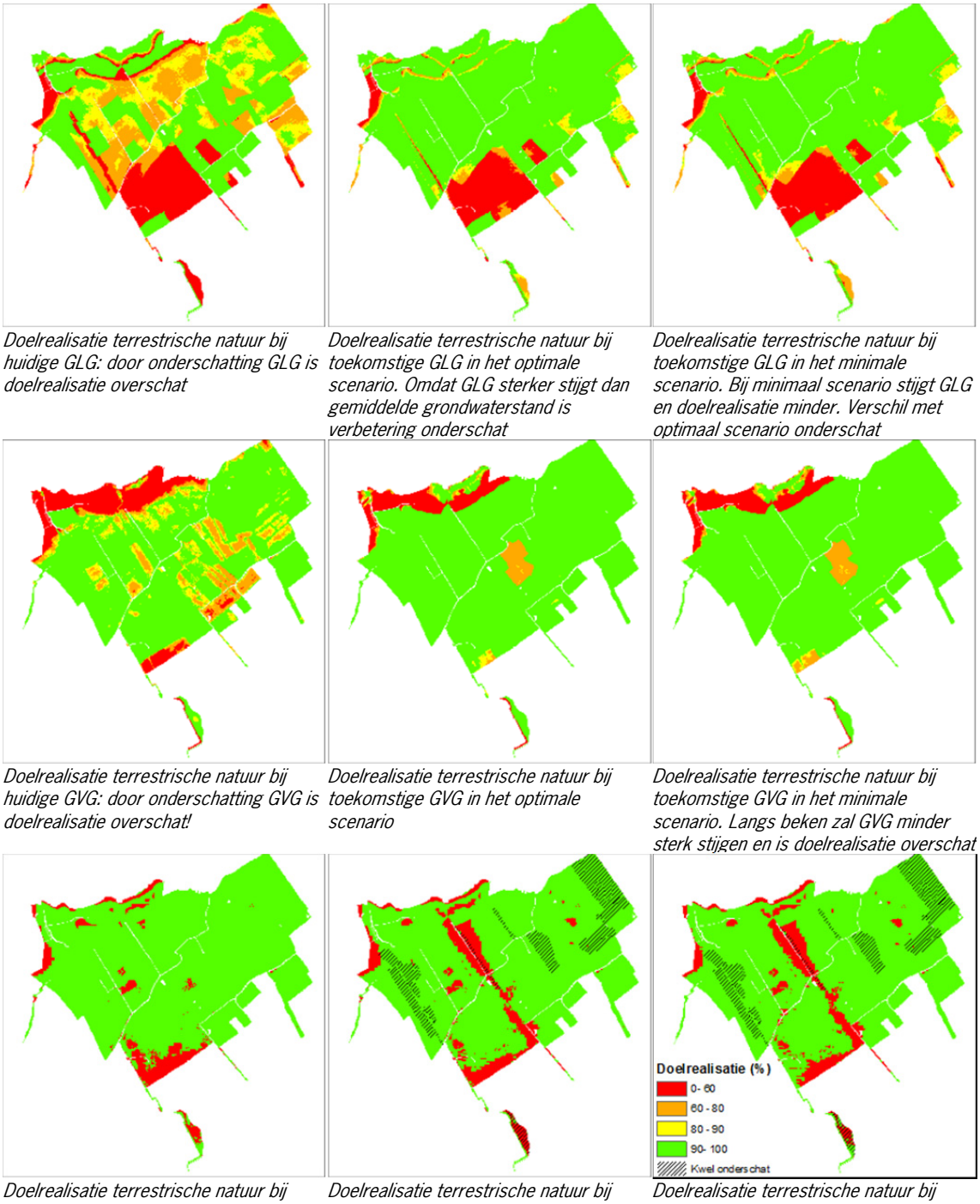
Om het effect van de maatregelen op de doelrealisaties te bepalen is met Waternood (STOWA 2007) de verandering van de doelrealisatie voor natuur bepaald. Het vernattingseffect op grondwaterstanden en kwel zoals dat door het hydrologisch model voor beide scenario's berekend is, is toegepast op de geactualiseerde kaarten van GXG en kwel. Daarbij is de toekomstige GHG 'afgetopt' op maaiveld, om te voorkomen dat onrealistische standen boven maaiveld voorspeld worden (zie vorige paragraaf).

De belangrijkste effecten worden verwacht voor Bloemkampen en omgeving (deelgebied 7 en 8). Voor deze deelgebieden is in Figuur 65 het effect van de veranderde grondwaterstanden en kwelfluxen als gevolg van de beide scenario's op de doelrealisatie voor terrestrische natuur apart weergegeven. Voor GLG geldt in beide scenario's een duidelijke verbetering in deze deelgebieden. Dit komt voornamelijk voor rekening van het beheertype N10.02 'Vochtig hooiland'. Voor N10.01 'Nat schraalland' geldt geen beperking voor de GLG (wel voor GVG en droogtestress). Daardoor is de doelrealisatie van de GLG in de huidige situatie voor dit beheertype reeds 100%. In werkelijkheid zal de verbetering van de doelrealisatie groter zijn omdat in de geactualiseerde kaarten van het grondwaterstandsverloop de GLG in een deel van het gebied onderschat wordt. Dat geld met name voor het gebied tussen Tochtsloot en Hierdense Beek, ten noorden van de Munnikesteeg. Hier is de werkelijke GLG 10 à 20 cm dieper (§ 4.4.1) waardoor de doelrealisatie voor GLG in de huidige situatie ook lager is. Daar staat tegenover dat de verwachte stijging van de GLG als gevolg van maatregelen iets grote is dan de berekende gemiddelde stijging (Luijendijk, 2011) waardoor juist de doelrealisatie na inrichting hoger zal zijn.

Bij de GVG blijkt in de huidige situatie wel sprake te zijn van een verlaagde doelrealisatie voor beheertype N10.01 'Nat Schraalland', terwijl de doelrealisatie voor N10.02 'Vochtig hooiland' wel 100% is. Omdat de GVG berekend is uit de GHG en GLG is door de onderschatting van de GLG waarschijnlijk ook de GVG wat te ondiep ingeschat en zal de huidige doelrealisatie ook hiervoor lager zijn dan door Waternood berekend wordt. De doelrealisatie voor N10.01 wordt door de inrichtingsmaatregelen duidelijk vergroot. Binnen de bossen van de Bloemkampen vindt voor de GLG een lichte verbetering plaats voor het beheertype N14.01 'Rivier- of beekbegeleidend bos' dat in de aangepaste ambitiekaart voor het bosreservaat 'Grote Weiland' en het zuidelijk bosperceel van het natuurreservaat aangegeven is. Ook na inrichting blijft de GLG aan de lage kant voor dit type. Voor het beheertype N14.03 'Haagbeuken- en essenbos' dat in de huidige ambitiekaart geldt is de GVG te ondiep. De verwachting is dat het bos zich zal ontwikkelen naar een overgangsvorm van beide beheertypen.

Voor de kwel lijkt op een aantal plaatsen een verslechtering van de doelrealisaties op te treden. Dat is met name het geval langs de Tochtsloot, waar als gevolg van de maatregelen minder kwel naar de beek stroomt (zie § 7.1). Hierbij moet aangetekend worden dat Waternood vrij ongenuanceerd omgaat met kwel. De doelrealisatie voor kwelafhankelijke vegetaties is 100% bij > 100 mm kwel/jaar en 0% bij kleinere fluxen. In werkelijkheid zal de doelrealisatie geleidelijker verschuiven met veranderende kwelflux. In een deel van het betrokken gebied wordt na de maatregelen nog steeds een positieve kwelflux verwacht. Ook is voor de huidige situatie de kwelflux naar maaiveld waarschijnlijk overschat voor de percelen waar neerslaglenzen voorkomen (Figuur 33). De pH-profielen geven daar een sterke indicatie dat kwel niet volledig in maaiveld komt, waardoor, net als bij GLG (en GVG), de doelrealisatie voor kwel in de huidige situatie overschat wordt. De toename van de kwelflux naar maaiveld die in delen van het gebied gerealiseerd wordt komt daardoor niet tot uiting. In het

bosreservaat ‘Grote Weiland’ lijkt voor kwel een lichte verbetering van de doelrealisatie te verwachten. Er lijken geen grote verschillen te ontstaan tussen de beide scenario’s.



Doelrealisatie terrestrische natuur bij huidige GLG: door onderschatting GLG is doelrealisatie overschat

Doelrealisatie terrestrische natuur bij toekomstige GLG in het optimale scenario. Omdat GLG sterker stijgt dan gemiddelde grondwaterstand is verbetering onderschat

Doelrealisatie terrestrische natuur bij toekomstige GLG in het minimale scenario. Bij minimaal scenario stijgt GLG en doelrealisatie minder. Verschil met optimaal scenario onderschat

Doelrealisatie terrestrische natuur bij huidige GVG: door onderschatting GVG is doelrealisatie overschat!

Doelrealisatie terrestrische natuur bij toekomstige GVG in het optimale scenario

Doelrealisatie terrestrische natuur bij toekomstige GVG in het minimale scenario. Langs beken zal GVG minder sterk stijgen en is doelrealisatie overschat

Doelrealisatie terrestrische natuur bij huidige Kwel: door overschatting GLG is doelrealisatie overschat

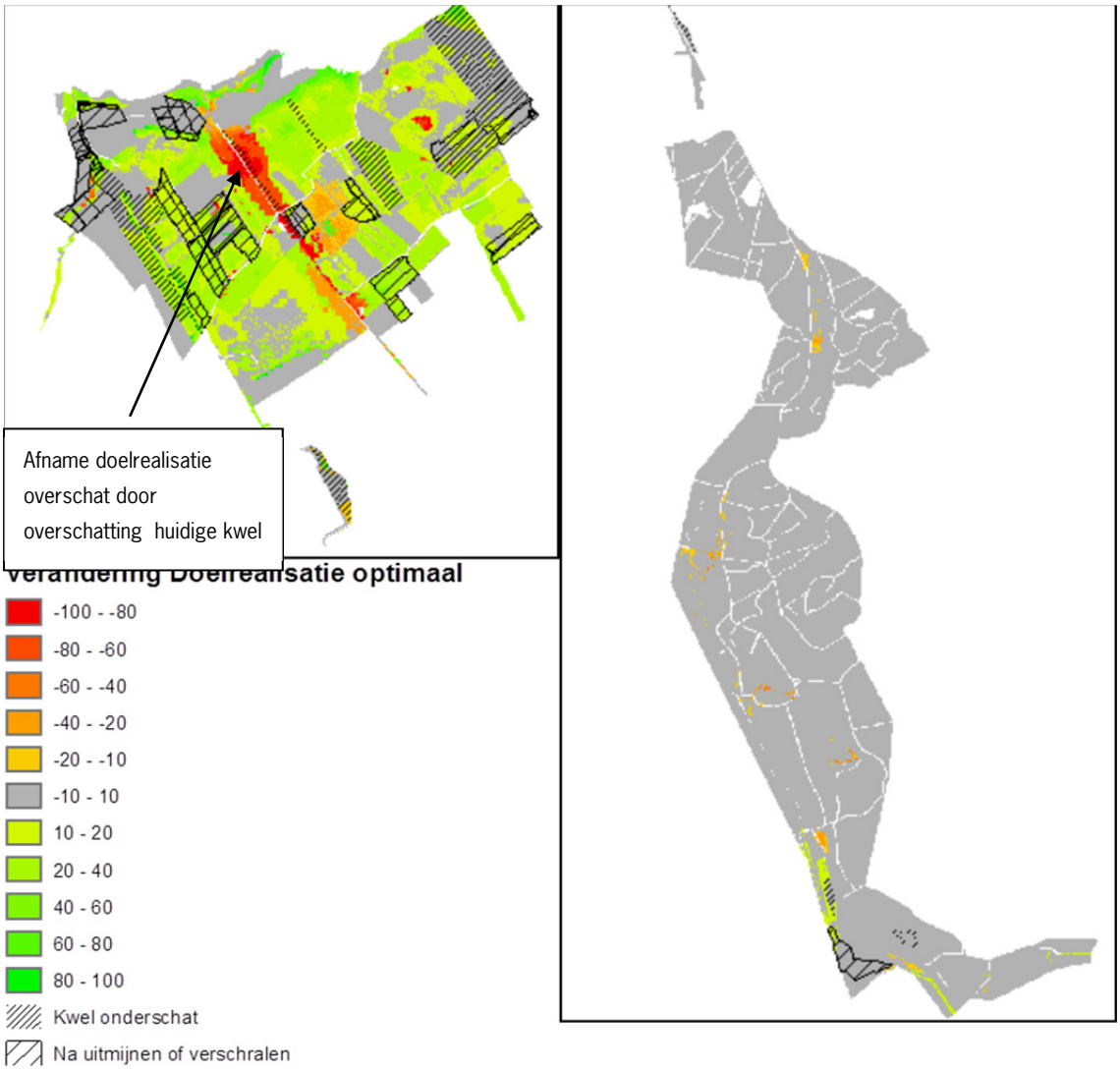
Doelrealisatie terrestrische natuur bij toekomstige Kwel in het optimale scenario. Toename kwel is onderschat, met name langs Tochtsloot. Waternood onderschat doelrealisatie

Doelrealisatie terrestrische natuur bij toekomstige Kwel in het minimale scenario. Langs beken zal kwel minder toenemen en is doelrealisatie overschat

Figuur 65

Effect van de veranderde grondwaterstanden en kwelfluxen als gevolg van de inrichtingsmaatregelen op de doelrealisatie voor terrestrische natuur (links de huidige situatie, midden en rechts na inrichting). Als gevolg van afwijkingen in de modellen en weinig gedetailleerde benadering van Waternood worden doel realisaties in de uitgangsituatie overschat en na inrichting overschat. Ook verschillen tussen scenario’s worden onderschat.

Voor het gehele inrichtingsgebied is de verandering van de totale doelrealisatie voor terrestrische natuur volgens het optimale scenario weergegeven in Figuur 66 en de uiteindelijke doelrealisatie in Figuur 67. De gemiddelde doelrealisatie per deelgebied is samengevat in Figuur 69. Het positieve effect van de vernatting in delen van Bloemkampen komt tot uiting in de gele en groene kleuren. Daar staat tegenover dat door het afnemen van kwel in een zone langs de Tochtsloot volgens Waternood een sterke afname van de doelrealisatie verwacht wordt. Vanwege de aannamen in het grondwatermodel en bij de vertaling van de berekende kwelflux naar de onderkant van het freatisch grondwater naar maaiveldkwel lijkt het er op dat de afname van doelrealisatie hier overschat wordt.



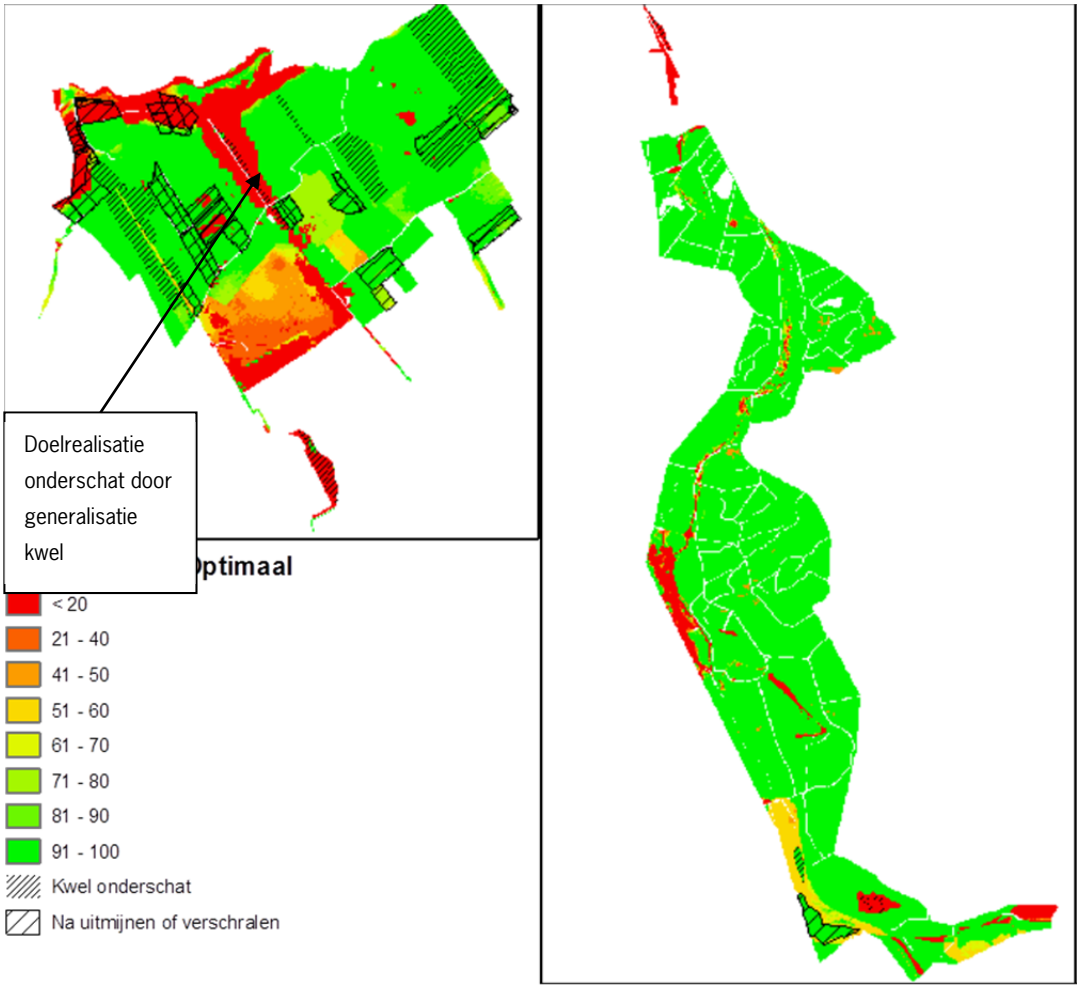
Figuur 66

Verandering van de doelrealisatie voor terrestrische natuur na inrichting volgens het optimale scenario. Voorspelde afname doelrealisatie langs Tochtsloot is gevolg van overschatting kwel in huidige situatie en generalisatie in Waternood.

Over het geheel genomen lijkt de verbetering binnen Bloemkampen onderschat te worden om de volgende redenen (zie voorgaande paragrafen):

- Doelrealisatie in de huidige situatie is in delen van Bloemkampen overschat
    - GLG (en GVG) zijn bij de actualisatie van de huidige grondwaterstanden plaatselijk te ondiep berekend
    - Kwel naar maaiveld voor de huidige situatie is mogelijk overschat in delen van Bloemkampen waar neerslaglenzen voorkomen

- Doelrealisatie in de toekomst wordt in een aantal gevallen onderschat:
    - GLG zal na inrichting in werkelijkheid sterker stijgen dan de berekende stijging van de gemiddelde grondwaterstanden. Dat werkt ook door in de berekening van de GVG
    - Na maaiveldverlaging zal de kwel dichter bij maaiveld komen. Dat is in de voorspelling van maaiveldkwel niet meegenomen
    - Waternood berekend voor kwel 100% doelrealisatie bij kwelflux > 100 mm/jaar en 0% bij lagere fluxen. Hierdoor wordt bij lagere fluxen de doelrealisatie onderschat
- De combinatie van een overschatting van de doelrealisatie voor de huidige situatie en een onderschatting voor de toekomstige situatie maakt dat de verbetering als gevolg van inrichting onderschat wordt.



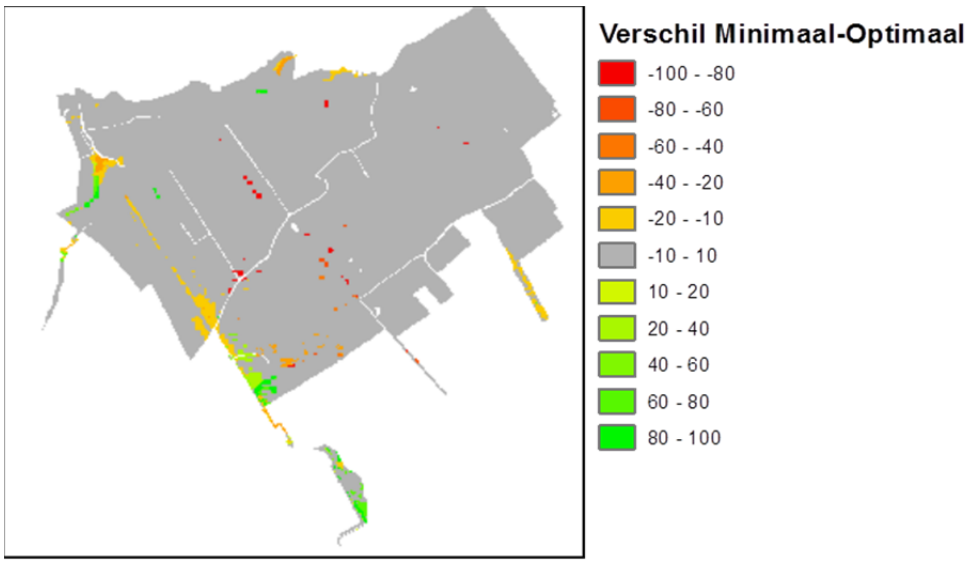
Figuur 67

Doelrealisatie terrestrische natuur na inrichting. In de gearceerde percelen is de realisatie mede afhankelijk van verlaging van de fosfaattoestand door uitmijnen of verschralen.

Overigens geldt de berekende doelrealisatie ten aanzien van kwelgevoede beheertypen (N10.01, N10.02 en N14.01). Lokaal zullen hier andere typen tot ontwikkeling komen die aan wat zuurdere omstandigheden gebonden zijn. Hiermee wordt de diversiteit van het gebied vergroot. Dat dit tot waardevolle vegetaties kan leiden is gebleken in de ingerichte percelen van de Leeuweriksweide waar overgangen voorkomen van vochtig hooiland naar moerasheide met een groot aantal soorten veenmos (zie § 4.6.1).

Om de kwelflux naar maaiveld zo goed mogelijk te stimuleren is het van groot belang de oppervlakkige afwatering via slenken of greppels te garanderen, waardoor neerslagwater voldoende wordt afgevoerd en verdringing van kwelwater wordt voorkomen. Daarnaast verdient het aanbeveling om het vernattingsproces en de effecten op de natuur nauwkeurig te monitoren en zo nodig bij te stellen.

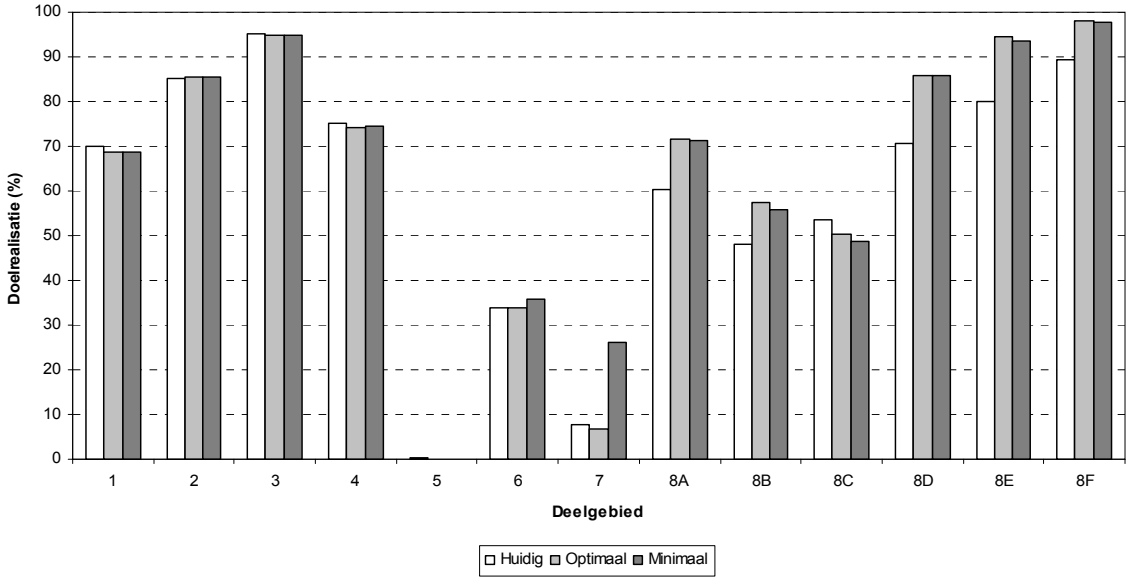
In het Leuvenumse Bos worden weinig veranderingen verwacht ten aanzien van de doelrealisatie voor terrestrische natuur. In enkele vlakken in deelgebied 2 en het zuiden van deelgebied 3 wordt een lichte verbetering verwacht.



Figuur 68

Het verschil in doelrealisatie voor terrestrische natuur tussen het optimale en minimale scenario.

Hoewel uit Figuur 65 en Figuur 68 opgemaakt zou kunnen worden dat er weinig verschillen zijn tussen de scenario's voor wat betreft het effect op grondwaterstanden, kwelfluxen en doelrealisaties zijn hierop een aantal nuanceringen aan te brengen die verwoord zijn in de voorgaande paragrafen. De afweging tussen de scenario's wordt verder onderbouwd in § 7.8.



Figuur 69

Vergelijking van de gemiddelde doelrealisatie per deelgebied in de huidige situatie en bij de beide scenario's. Waarschijnlijk wordt de doelrealisatie in de huidige situatie overschat en na inrichting onderschat. De werkelijke verschillen zullen daarom groter zijn.

7.2.2 Doelrealisatie en fosfaat

De doelrealisatie die door Waternood bepaald wordt, is gebaseerd op hydrologische randvoorwaarden. Vanwege de landbouwkundige voorgeschiedenis is op een aantal percelen de fosfaattoestand echter te hoog om deze doelen ook te realiseren. Bij een deel van deze percelen wordt dat bij de inrichting opgelost door een deel van de bovengrond af te graven. Daarnaast zijn er percelen die niet afgegraven worden, maar waar de gewenste fosfaattoestand bereikt moet worden door uitmijnen of intensief verschralen. Dit zijn vormen van overgangsbeheer die niet tot het inrichtingsplan zelf horen, maar wel nodig zijn om de gewenste doelen te halen. In Figuur 67 zijn deze percelen met een arcering aangegeven. Voor percelen die ook met uitmijnen of afgraven niet geschikt te maken zijn is een minder kritisch natuurdoel gesteld (zie § 6.5).

Vanwege het risico op interne eutrofiëring als gevolg van vernatting van fosfaathoudende bodems is nagegaan waar met fosfaat verrijkte bodemlagen na vernatting permanent verzadigd zullen worden waardoor fosfaat gemobiliseerd kan worden. Hiervoor is de verwachte toekomstige GLG vergeleken met de onderkant van fosfaathoudende lagen. In principe wordt hiervoor de onderkant van de bovengrond aangehouden. Uit het Alterra-onderzoek (Van Delft en Brouwer, 2010) is gebleken dat fosfaatuitspoeling alleen te verwachten is in een deel van de zandgronden. Voor die gronden zal een diepere ondergrens aangehouden worden. Bij de knelpuntenanalyse voor fosfaat is een kaart afgeleid die de vernattingsruimte voor fosfaatmobilisatie aangeeft (§ 5.2, Figuur 47). Voor het grootste deel van de Bloemkampen bedraagt deze ruimte > 40 cm. Voor het grootste deel van Bloemkampen is de vernatting van de GLG hooguit 30 cm (Figuur 62). Alleen in percelen waar de bovengrond afgegraven wordt is de gecombineerde vernatting (grondwaterstijging + maaiveldverlaging) plaatselijk groter dan 40 à 50 cm, maar daar wordt de fosfaathoudende bovengrond afgevoerd. Dit betekent dat er geen direct risico is op fosfaatmobilisatie. Het is hierbij wel van belang dat de percelen niet permanent verzadigd raken. Daarvoor moet de oppervlakkige afwatering via het maaiveld en droogval in de zomer gewaarborgd zijn. Het inrichtingsplan voorziet daarin.

7.2.3 Overige natuur

De voorgestelde inrichtingsmaatregelen zullen ervoor zorgen dat de overgangsgradiënt van nat naar droog vloeiender in elkaar overlopen en daarmee het gewenste habitat van soorten die zich in zulke overgangshabitat ophouden worden verstrekt. Hierbij kan worden gedacht aan amfibieën, juffers, libellen, maar ook een bijzondere soort als de Moerassprinkhaan. Dit zal in verschillende deelgebieden spelen, zoals deelgebied 1 en 8.

Zo zal in Bloemkampen na herinrichting een toename van kwel zijn, hierdoor zullen de percelen natter worden en er ook waterlaagtes ontstaan die voor verschillende amfibiesoorten interessant zijn als voortplantingswater. Daarnaast fungeren deze nattere weilanden (Dotterbloem hooilanden) als goede zomerfoerageerhabitat voor de amfibieën. Eén van de soorten die nu niet in Bloemkampen wordt aangetroffen, maar wel op enkele plekken langs de Hierdense Beek is de Heikikker. Ook in de gerichte inventarisatie van voorjaar 2011 door Natuurbalans is de heikikker niet aangetroffen. De uitgevoerde maatregel zal er toe leiden dat het habitat voor een potentiële soort als de Heikikker toeneemt en de soort mag dan ook worden verwacht als nieuwe vestigingssoort in Bloemkampen.

Voor de Groene kikkers geldt dat de inrichtingsmaatregelen, zoals inundatiezones, ervoor zorgen dat het habitat langs en nabij de beek voor deze soortgroep sterk verbeterd. Er zal meer natte gradient en stagnant water aanwezig zijn. Hierdoor neemt het verblijf habitat toe en verbeteren ook de dispersiekansen van jongen dieren die op zoek zijn naar nieuwe leefgebieden. Dit geldt ook voor algemene soorten als Gewone pad, Bruine kikker en Kleine watersalamander.

De eerder genoemde Moerassprinkhaan komt voor in de Pitrus-, gras- en zeggenvegetaties van deelgebied 2. Dit kan voor deze soort in de huidige situatie worden gezien als een geïsoleerde locatie. Uitbreiding van inundatiezones op locatie, maar ook langs de beek zelf zal bijdragen aan uitbreiding van het benodigde habitat waarlangs de Moerassprinkhaan nieuwe gebieden kan koloniseren.

7.3 Aquatische natuur

Hieronder wordt in algemene zin ingegaan op het verwachte effect van de maatregelen op de aquatische natuur. Dit is niet goed te kwantificeren in termen van KRW-scores. Wel is in 0 een inschatting gemaakt per maatregel binnen de verschillende deelgebieden van het effect op diverse KRW- en HEN-descriptoren. Een samenvatting van deze tabel is opgenomen op de inrichtingskaart.

In de ideale situatie wordt de Hierdense Beek over de hele lengte ingericht om te komen tot het referentiebeeld van de KRW voor het hele stroomgebied. Dit zou kunnen volgens het 5B-model (Verdonschot, 2009). Binnen de kaders van dit project zijn echter acht inrichtingsvoorstellen gedaan. Deze beslaan een groot deel van het stroomgebied, voor zover het gaat om het deel van de Hierdense Beek binnen de scoop van dit project.

Kortom, hoe groter het aandeel natuurlijk habitat is dan overeenkomt met KRW-type R5 des te robuuster het systeem is en het eenvoudiger is om de gewenste ecologische doelen te bereiken. M.a.w. richt je de beek aan beide zijden van de oevers in zoals KRW-type R5 beoogt inclusief de gewenste inrichting in de beek of zijn het slechts delen van de beek en de oever die worden ingericht. Naarmate het systeem minder robuust wordt en verschillende deel-habitats in beperktere mate aanwezig zijn zal het gewenste doel moeilijker zijn om na te streven. Het is echter lastiger om te kwantificeren hoever de voorgestelde maatregelen de gewenste doelen opleveren.

Binnen dit project worden een zeventiental maatregelen voorgesteld (zie legenda detailkaarten maatregelen deelgebieden, Bijlage 6). Een deel van de maatregelen hebben direct invloed op de KRW-doelen en een deel van de maatregelen kunnen indirect hierop van invloed zijn of de maatregelen hebben meer een directe relatie met het omliggende landschap zoals omschreven in de HEN-doelen §4.3. Ter illustratie: zo draagt hermeanderen direct bij aan het verbeteren van de structuur van de beek, terwijl een voorgestelde maatregel als het realiseren van maaiveldverlaging en of de aanleg van een retentiezone aan de KRW-doelen bijdraagt als het gaat om paai- en opgroeiplaatsen voor vissen langs de beek. Zo'n zelfde maatregel in de HEN-watergangen gelegen in Bloemkampen draagt bij aan de HEN-doelen door het vergroten van de natuurlijke morfologie, het herstel van de samenhang van het water met het omliggende landschap en het grondgebruik.

Deze maatregelen zoals voorgesteld in de acht deelgebieden zijn gericht op 1) verbeteren van structuren, 2) het aanbreng van variatie in stroomsnelheden en 3) het herstel van de relatie tussen beek en beekoever. In het traject van de Hierdense Beek draagt dit bij aan de realisatie van de KRW- en HEN-doelen, en in de Bloemkampen aan de realisatie van de HEN-doelen.

Het verbeteren van de structuur van de beek en de variatie in stroomsnelheden zijn sterk aan elkaar gekoppeld. Zo geeft verandering van de beekmorfologie een verandering van structuur, met als gevolg verandering van stroomsnelheden. Deze zorgen op hun beurt weer voor veranderingen in de morfologie (interactie).

Op hoofdlijnen kunnen we stellen dat de maatregelen gericht zijn op het verbeteren van de:
Structuur van de beek:

- Hermeandering (verlengen beekloop)
- Verondiepen beekloop
- Verwijdering van beschoeiing
- Dood hout in de beek
- Lokaal omtrekken van bomen (5%)
- Bladstrooisel (beuken) verwijderen uit die delen van de beek die weer worden aangetakt (slenk in deelgebied 1) en uit de bospoelen en aansluitende sloten in deelgebied 2

Variatie stroomsnelheden:

- Hermeandering
- Verondiepen beekloop waardoor beek beter kan meanderen
- Dood hout in de beek
- Lokaal omtrekken van bomen (5%)

Relatie beek en beekoever:

- Retentie/inundatiezone
- Kappen of sterk dunnen van beukenbos
- Realiseren van beekbegeleidend bos (Elzenbroekbos)
- Verondiepen poelen
- Maaiveld verlaging
- Uitmijnen of sterk verschralen

Uit de knelpuntenanalyse blijkt dat voor alle deelgebieden maatregelen nodig zijn die de structuren verbeteren. Zo is gewenst dat het lengteprofiel van de beek meer meandert en kronkelt, het dwarsprofiel asymmetrisch is, structuurrijk met zandbanken, overhangende oevers, aangeslibde, rustig stromende tot stilstaande plekken en plaatselijk stroomversnellingen met banken van fijn- en grof grind. Er is veel organisch materiaal aanwezig in de vorm van slibzones, detritus-afzettingen, bladpakketten, takken en boomstammen. Dit leidt tot een rijk mozaïek aan relatief grootschalige habitats. De beek is beschaduwd. De middenloop bevindt zich in loofbos,

de benedenloop bevindt zich in loofbos of een halfopen landschap. De benedenlopen zijn ten dele beschaduwd. De bomen hebben invloed op de ontwikkeling en vorming van de waterloop en zorgen voor structuren langs de loop (boomwortels) en in de loop (ingevallen bomen takken en blad). Het substraat (onderwaterbodem en steilrand) bestaat vooral uit zand (of grind) en daarnaast ook veen, plaatselijk waterplanten en organische structuren (Van der Molen en Pot, 2007).

De bovenstaande beschrijving geeft de variatie weer van de beek, lees de verschillende deel-habitats die noodzakelijk zijn voor verschillende vissoorten c.q. de KRW-doelen. Bijvoorbeeld, het asymmetrische profiel van de beek zorgt ervoor dat in de diepe buitenbochten (pools) voor vissoorten de gewenste overwinteringshabitat liggen, terwijl in warme zomers deze bochten fungeren als overzomeringsplekken. De ondiepe binnenbochten warmen daarentegen snel op in het voorjaar en kunnen belangrijke fourageer-, paai- en opgroeigebieden vormen. Het creëren van extra paaigelegenheden voor vissen in relatie tot herinrichting van oevers en aanleggen van inundatie zones bewerkstelligt hetzelfde effect als het gaat om het realiseren van paai- en opgroeigebieden. Een andere illustratie is de aanwezigheid van detritus voor de larven van Beekprikken die daar in opgroeien. Zij kunnen hier drie tot zeven jaar in verblijven alvorens zij metamorfoseren tot volwassen Beekprik. De volwassen Beekprik leeft maar heel kort en paait slechts eenmalig op paaibedden van stenen en grind (Van Emmerik en de Nie, 2006). Benadrukt kan worden dat diversiteit van deel-habitats die in de mozaïekstructuur tot uiting komt daadwerkelijk aanwezig is.

De voorgestelde inrichtingsmaatregelen grijpen in op de abiotische kenmerken van KRW-watertype R5. Deze worden weergegeven in Tabel 30.

Tabel 30

Karakterisering van het watertype R5 volgens het handboek Kaderrichtlijn Water, gebaseerd op Elbersen et al. (2003).

KRW descriptor	Eenheid	Range
Verhang	m/km	<1
Stroomsnelheid	cm/s	<50
Geologie >50%		Kiezel
Breedte	m	3-8
Oppervlakte stroomgebied	Km2	10-100
Permanentie	-	n.v.t.
Getijden	-	n.v.t.

7.3.1 Oppervlaktewatermodellering

Door Waterschap Veluwe is het effect van de inrichtingsmaatregelen op het functioneren van de beken doorgerekend met het oppervlaktewatermodel SOBEK (Hulsman, 2011a). Bij de modelberekeningen heeft voor wat betreft waterdieptes en interactie met het grondwater (drainage/infiltratie) afstemming plaatsgevonden met de grondwatermodellering (Luijendijk, 2011). Hierbij moet opgemerkt worden dat de inrichtingsmaatregelen primair gericht zijn op het vergroten van natuurlijke beekmorfologie en de daaraan verbonden variatie in stroomsnelheid en waterdiepte. Deze variatie is van essentieel belang voor het creëren van voldoende deel-habitats voor de verschillende doel(vis)soorten. Het oppervlaktewatermodel beschrijft per periode (zomer/winter/maximale afvoer) een gemiddelde situatie per knooppunt en de veranderingen die daarin optreden als gevolg van de inrichtingsmaatregelen. De variatie in stroomsnelheid of waterdiepte binnen het dwarsprofiel, zoals variatie binnen- en buitenbochten, diepere en ondiepere delen, rondom obstakels (o.a. boomstronken) wordt door het model niet beschreven en moet worden beoordeeld op basis van expert-judgement.

Voor de verschillende deelgebieden zijn de volgende aspecten in de modellering beschreven:

- stroomsnelheid
- waterdiepte
- veranderingen in waterpeil

Stroomsnelheid

In de modelberekening zijn de stroomsnelheden voor de gemiddelde zomersituatie (0,15 m^3/sec), de gemiddelde wintersituatie (0,20 m^3/sec) en de maximale piekafvoer (2007-2008) voor en na uitvoering van de maatregelen berekend. Voor de zomersituatie zien we nauwelijks een verandering ten opzichte van de huidige situatie. De referentiewaarden voor de stroomsnelheid voor het watertype R5 liggen tussen 0,10 (laag) en 0,50 m/sec (hoog) (Van der Molen en Pot, 2007). Ter hoogte van deelgebied 2 'Koekoek en Achterste Gat' blijkt uit de analyse in de zomer een bottleneck te ontstaan. De stroomsnelheid neemt af tot beneden de 0,1 m/sec. Wellicht dat een deel van het water in de zomerperiode nog door geul in de inundatievlakte heen stroomt. Voor vis is dit geen probleem. De inundatiezone die waterhoudend is vormt een ideaal opgroeigebied voor jonge vis. Naarmate de dynamiek in het systeem, lees waterafvoer weer toeneemt richting de herfst- en wintersituatie zal door de toename van de stroomsnelheid ook de dispersie van jonge vis worden bevorderd. Hierdoor worden nieuwe deel-habitats gekoloniseerd. De maatregelen zijn ook niet gericht op het verhogen van de gemiddelde stroomsnelheden in de zomersituatie, maar op het aanbrengen van variatie van stroomsnelheid in het dwarsprofiel. Deze komen in de modelanalyse niet naar voren.
In de wintersituatie leiden de maatregelen tot een verbetering van de huidige situatie in stroomsnelheden en in variatie van deel-habitats. Tevens zorgen de gerealiseerde inundatiezones voor afname van de stroomsnelheden tijdens piekafvoeren. Hiermee wordt voorkomen dat veel jonge vis wordt uitgespoeld en zijn heil kan zoeken in de gerealiseerde inundatiezones. Ook de andere structuurverbeterende maatregelen dragen daar aan bij (toename deel-habitats).

Een effect van de maatregelen is een geringe toename van de stroomsnelheden van het waterpeil in de monding van de Hierdense Beek in het Veluwerandmeer met als gevolg dat er een sterkere lokstroom ontstaat, waardoor de kans op intrek van vissen wordt vergroot. Het is niet ondenkbaar dat doelsoorten als Kopvoorn en Kwabaal dan op eigen kracht de bovenloop van de Hierdense Beek kunnen bereiken. Een argument om niet over te gaan tot herintroductie van de Kopvoorn, maar de natuur zijn eigen weg te laten zoeken. Een betere lokstroom voor optrekkende vissen en verbetering van paaigelegenheden voor vissen draagt niet alleen bij aan de KRW-doelen van de Hierdense beek, maar ook aan de KRW-doelen van het Veluwemeer.

Waterdiepte

Voor de rheofiele vissoorten (de KRW-doelsoorten) is een minimale waterdiepte van ca. 15-20 cm wenselijk. In de zomersituatie zakt de waterdiepte in de Hierdense Beek op de meeste plaatsen niet onder de kritische grens ondanks dat de beekbodem op veel plaatsen is verhoogd. Ook in de wintersituatie neemt de waterdiepte in de Hierdense Beek over het gehele beektraject lokaal licht toe na het uitvoeren van de maatregelen. Er is in diverse deelgebieden zelfs een lichte toename waar te nemen.

De Tochtsloot en Killenbeek voeren in de modelberekeningen voor en na de uitvoering van de maatregelen in de zomer en in de winter niet of nauwelijks af. De waterdiepte in beide watergangen is minder dan 10 cm en alleen in de Tochtsloot is in zowel de zomer- als wintersituatie een stuwend effect te zien in de benedenloop van grotendeels 20 cm.

Ook voor de waterdiepte geldt dat de structuurverbeteringen in het lengte- en dwarsprofiel leiden tot toename in de variatie van de waterdiepte en daarmee van de (deel)habitats voor vissen.

De maximale waterdiepte is vanuit ecologisch oogpunt vanuit de vissen niet relevant.

Veranderingen waterpeil
De modelberekeningen laten duidelijk zien dat na uitvoering van de inrichtingsmaatregelen het waterpeil in de watergangen in Bloemkampen zowel in de zomer als in de winter hoger komt te staan waardoor de drainerende werking van de waterlopen afneemt. Bovenstrooms treedt nauwelijks verandering op.

Als gevolg van de maatregelen ontstaan secundaire knelpunten, bijvoorbeeld duikers die door het verondiepen van de beek niet meer boven de beekbodem uitkomen met hun opening. In het model zijn ze opgehoogd, maar in de praktijk moeten aanvullend maatregelen worden genomen om deze knelpunten op te lossen. Indien dit niet gebeurt vindt er versnippering plaats en gaat de connectiviteit van het stroomgebied achteruit, de vissen kunnen bovenstroomse delen dan niet bereiken om te paaien.

7.4 Tegenstrijdige effecten terrestrisch/aquatisch

Het effect van maatregelen ten gunste van de terrestrische natuur op de aquatische natuur en andersom is kwalitatief beschreven. Hierbij kan gedacht worden aan veranderingen in waterdiepte, stroomsnelheid en waterkwaliteit.

Negatieve effecten op terrestrische natuur
Omdat veel inrichtingsmaatregelen voor de beken een verhoging van het peil en de grondwaterstanden tot gevolg hebben zal dit normaal gesproken een positief effect op de terrestrische natuur hebben. Een uitzondering vormen de vernattingsmaatregelen in Bloemkampen, waar in delen van het gebied een te sterke stijging van het grondwaterpeil te verwachten is, met als gevolg dat de kwel omslaat in wegzijging (§ 7.2.1). Dat is ongewenst en de maatregelen zullen daarop aangepast moeten worden.

Bij het uitvoeren van de inrichtingsmaatregelen in beken en sloten kan het risico ontstaan dat groeiplaatsen van bijzondere plantensoorten (tijdelijk) verstoord worden. Om te voorkomen dat deze soorten verdwijnen moeten deze groeiplaatsen bij de uitvoering zoveel mogelijk ontzien worden zodat deze als bronpopulatie voor herkolonisatie kunnen dienen. In Figuur 37 zijn de groeiplaatsen van Rode Lijst-soorten aangegeven. De florakartering van 2010 (Eichhorn, 2010) is een goede, recente bron van het voorkomen van plantensoorten binnen Bloemkampen (zie ook de opmerkingen over Rode Lijstsoorten in de volgende paragraaf).

Bij het kappen van (beuken)bos om zo meer elzenbroekbos te realiseren langs de Hierdense Beek of het omtrekken van individuele bomen kan het gevaar ontstaan dan nestbomen van bijvoorbeeld Boommarter, Spechten of Vleermuizen worden gekapt ten gunste van de KRW-doelen. Dit moet voorkomen worden door voorafgaand aan het uitvoeren van de maatregel deze bomen te inventariseren.

In zijn algemeenheid zullen de meeste overige diersoorten van de herinrichtingmaatregelen profiteren. Het zijn namelijk voor de overgrote meerderheid soorten waarvan één of meerdere levenstadia afhankelijk zijn van het aquatische milieu.

Negatieve effecten op aquatische natuur
Negatieve effecten van maatregelen voor de terrestrische natuur op de aquatische natuur kunnen zich voordoen waar in het kader van verdrogingsbestrijding waterlopen sterk worden verondiept of gedempt. Dit wordt wel ondervangen door deze inrichtingsmaatregelen te combineren met een meer natuurlijke inrichting van de waterlopen, waar (mogelijk andere) aquatische of amfibische soorten van profiteren. Er zijn wel enkele aandachtspunten.

In verschillende sloten in Bloemkampen komen Rode Lijst soorten voor als Brede waterpest, of beschermde soorten als Kleine modderkruiper. Bij het uitvoeren van de maatregelen moet daarmee rekening gehouden

worden zodat de soort niet in deze fase verloren gaat. In de uiteindelijke fase zal er voldoende habitat voor Kleine modderkruiper aanwezig zijn om zo nog een onderdeel te kunnen vormen van de grotere populatie die in de Veluwerandmeren voorkomt.

Het sterk verondiepen van deze HEN-beken kan tot gevolg hebben dat de beken, vaker dan nu het geval is zullen droogvallen. Dat is strijdig met de HEN-doelen van dit type (kwel-)beken (die normaliter permanent watervoerend zijn), maar vanwege de belangrijke verbeteringen voor de verdrogingsbestrijding is ervoor gekozen dit te accepteren.

Het verondiepen van beken voor verdrogingsbestrijding zal niet leiden tot verslechtering van KRW-doelen. In § 7.3 is aangegeven dat de toename in variatie van stroomsnelheid en waterdiepte juist zal bijdragen aan een verbetering van deze doelen. Dat geldt ook voor de macrofauna.

7.5 Toetsing aan beleid

In § 3.2 is een aantal beleidskaders behandeld waarbinnen het inrichtingsplan moet vallen. Dit betreft een aantal, deels overlappende beleidsplannen en regels.

Ecologische Hoofdstructuur (EHS)
De voorgenomen inrichtingsmaatregelen beogen de versterking van de prioritaire natuurdoeltypen 'natuurlijke bossen', 'natuurlijke beken', 'blauwgraslanden' en 'bloemrijke graslanden' en zullen dat in een groot aantal gevallen ook bereiken. De maatregelen worden uitgevoerd binnen de huidige begrenzing van de EHS.

Een deel van de maatregelen zal in de huidige vorm een stijging van grondwaterstanden buiten de EHS tot gevolg hebben. Dit doet zich in een zeer beperkt areaal voor en de nadelige gevolgen kunnen opgeheven worden door het uitvoeren van mitigerende maatregelen zoals het deels ophogen van percelen.

Een eventuele herziening van de begrenzing van de EHS is niet in de plannen opgenomen. De betreffende maatregelen zullen na het vaststellen van de herziening van de EHS-begrenzing mogelijk aangepast moeten worden.

Flora- en faunawet
Het inrichtingsplan levert als geheel geen strijdigheid op met de Flora- en faunawet. Wel worden een aantal werkzaamheden voorzien die mogelijk van invloed kunnen zijn op huidige populaties van beschermde planten- of diersoorten. Het gaat daarbij om:

- Het kappen of omtrekken van bomen
- Het verlagen van het maaiveld
- Het dempen of verondiepen van waterlopen

Hoewel de maatregelen gericht zijn op de uitbreiding van habitats van betreffende soorten moet voorkomen worden dat huidige populaties worden aangetast. Daarom moet eerst een Natuurtoets uitgevoerd worden om het voorkomen van beschermde soorten vast te stellen en een werkprotocol opgesteld worden waarin aangegeven wordt hoe hiermee om te gaan.

Natura 2000
Het inrichtingsplan zal een uitbreiding van het habitattype H91E0C 'Beekbegeleidende bossen' tot gevolg hebben en een uitbreiding en verbetering van de habitats voor habitatrichtlijnsoorten als Beekprik, Rivierdonderpad, Kamsalamander en Drijvende waterweegbree en Waterranonkel. Daarnaast zal ook de vogelrichtlijnsoort IJsvogel profiteren van de meer natuurlijke inrichting van de beken.

De plannen kunnen een negatief effect hebben op boombewonende habitatrichtlijnsoorten als Meervleermuis en spechtensoorten als nestbomen worden omgezaagd of omgetrokken. Dit moet voorkomen worden door vooraf een inventarisatie uit te voeren (zie opmerkingen bij Flora- en faunawet).

Natuurbeheerplan provincie Gelderland
Bij het opstellen van de plannen is de ambitiekaart van de provincie Gelderland (Gelderland, 2011) als uitgangspuntgenomen en zijn voorstellen gedaan voor de aanpassing hieraan aan de abiotische toestand van het gebied. Aanpassing van de ambitiekaart zal door Natuurmonumenten met de provincie overlegd worden.

Kaderrichtlijn Water
De in het Synergieproject Hierdense Beek beoogde verbetering van de KRW-score naar een Goed Ecologisch Potentieel (GEP) wordt met de inrichtingsmaatregelen waarschijnlijk wel bereikt. Een precieze voorspelling van de te behalen EKR score is niet te geven. Om dit te bereiken wordt ruim 4 km van de Hierdense Beek ten noorden van de A28 ingericht. Dat is twee keer zoveel als de aan het Synergieproject verbonden prestatiedoel van 2 km natuurvriendelijke oever. De verdubbeling van de prestatie is (financieel) mogelijk omdat herinrichting van de Hierdense Beek voor een deel ook gepaard gaat met verondieping en daardoor bijdraagt aan de verdrogingsbestrijding van Bloemkampen. Ten zuiden van de snelweg wordt in het Leuvenumse Bos ook nog eens op ca. 6,6 km een meer natuurlijke oever gecreëerd doormiddel van het omtrekken van een deel van de bomen.

In het KRW-factsheet voor de Hierdense Beek wordt aangegeven dat geforceerd hermeanderen niet als herstelmaatregel wordt overwogen omdat dit leidt tot het vergroten van de afwijking van de oorspronkelijke toestand (zie § 3.2.6). In het inrichtingsplan is hermeandering voor een aantal tracés wel opgenomen omdat dit nodig bleek te zijn voor de verbetering van de KRW-scores en HEN-doelen, waarbij de variatie in stroomsnelheid toeneemt.

Provinciaal Waterplan
Ten aanzien van de in § 3.2.7 genoemde aandachtspunten uit het Provinciaal Waterplan wordt aan de meeste voorwaarden voldaan maar zijn er ook enkele knelpunten.

- De optrekbaarheid van HEN-wateren voor vissen in Bloemkampen (Tochtsloot en Killenbeek) wordt mogelijk minder omdat deze vaker zullen droogvallen. Daar staat tegenover dat het natuurlijk karakter van deze beken versterkt wordt en er een grote variatie in habitats ontstaat (ook voor vissen).
- In principe worden geen problemen verwacht met verhoogde uitspoeling van nutriënten (met name fosfaat), mits een goede oppervlakkige afwatering gewaarborgd wordt en percelen in de zomer droogvallen.
- In het kader van het Wb21 principe 'vasthouden-bergen-afvoeren' zal in de nieuwe en uit te breiden inundatiezones meer water geborgen kunnen worden en wordt door het verondiepen van waterlopen meer water vastgehouden in de haarvaten.
- In het optimale scenario vindt enige vernatting buiten de TOP-lijstgebieden en EHS plaats welke door mitigerende maatregelen kan worden gecompenseerd

Eén van de belangrijkste doelen van het inrichtingsplan is verdrogingsbestrijding in Bloemkampen en deels ook in het Leuvenumse Bos. Voor de financiering van de verdrogingsbestrijding binnen de TOP-lijstgebieden is als prestatiedoel 260 ha verdrogingsbestrijding aangegeven waarvan 125 ha nieuw. Het deelgebied Bloemkampen (8) omvat 332 ha. Deze worden niet allemaal ingericht, maar de verdrogingsbestrijding heeft wel invloed op het hele gebied. Daarmee wordt aan het prestatiedoel voldaan.

Archeologie – Verdrag van Malta
Vanwege de omvang van een aantal inrichtingsmaatregelen en de archeologische verwachtingswaarde van de betreffende deelgebieden is voorafgaand aan de uitvoering een archeologisch (voor)onderzoek verplicht. Naast de bestaande gemeentelijke archeologische verwachtingenkaarten is er ook een kaart van de archeologische verwachtingswaarden in de TOP-lijstgebieden (Jager, 2009). Deze kaart is in deze studie niet gebruikt omdat de onderzoekers niet op tijd op de hoogte waren van het bestaan van deze bron. Aanbevolen wordt deze kaart, voorafgaande aan de inrichting van de Hierdense Beek, alsnog te raadplegen.

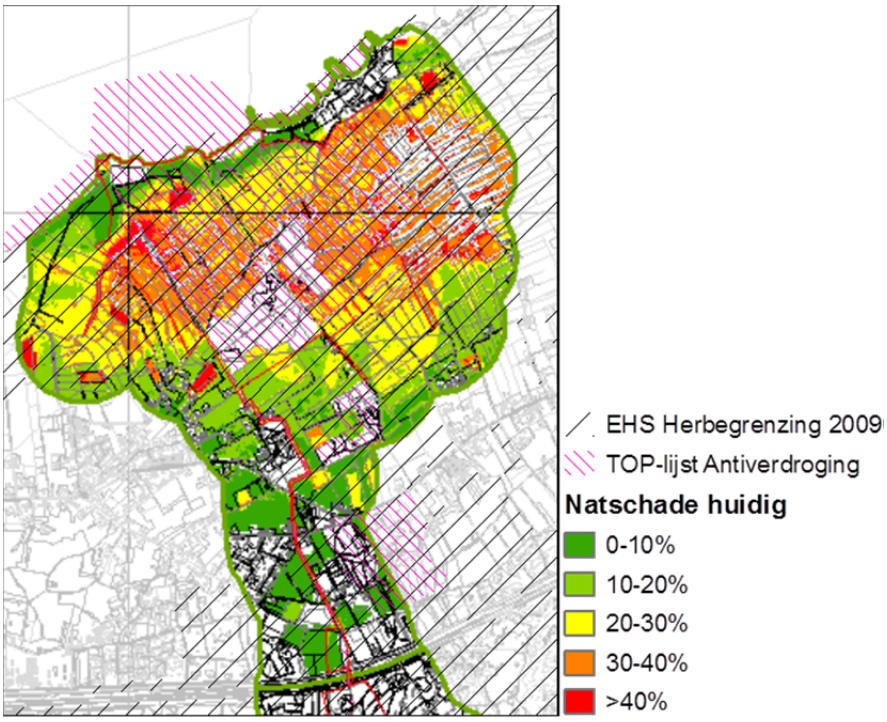
7.6 Consequenties voor beleid

Uitvoering van het inrichtingsplan kan consequenties hebben voor het beleid op de volgende punten:

- Het inrichtingsplan sluit aan bij de beheertypen op de aangepaste ambitiekaart (§ 6.5). Deze aanpassingen moeten nog doorgevoerd worden in het Natuurbeheerplan van de provincie Gelderland,
- Inrichtingsmaatregelen voor de Tochtsloot en Killenbeek kunnen consequenties hebben voor enkele aspecten van de HEN-doelen. Bekeken moet worden of dit gevolgen moet hebben voor de HEN-status van deze beken.

7.7 Overige functies

7.7.1 Landbouw



Figuur 70
Huidige natschade voor landbouw in de omgeving van Bloemkampen.

Het effect van de inrichtingsmaatregelen op de landbouwgronden in Bloemkampen en omgeving dat door Waternood is berekend is weergegeven in Figuur 71. Dit effect komt volledig voor rekening van de natschade

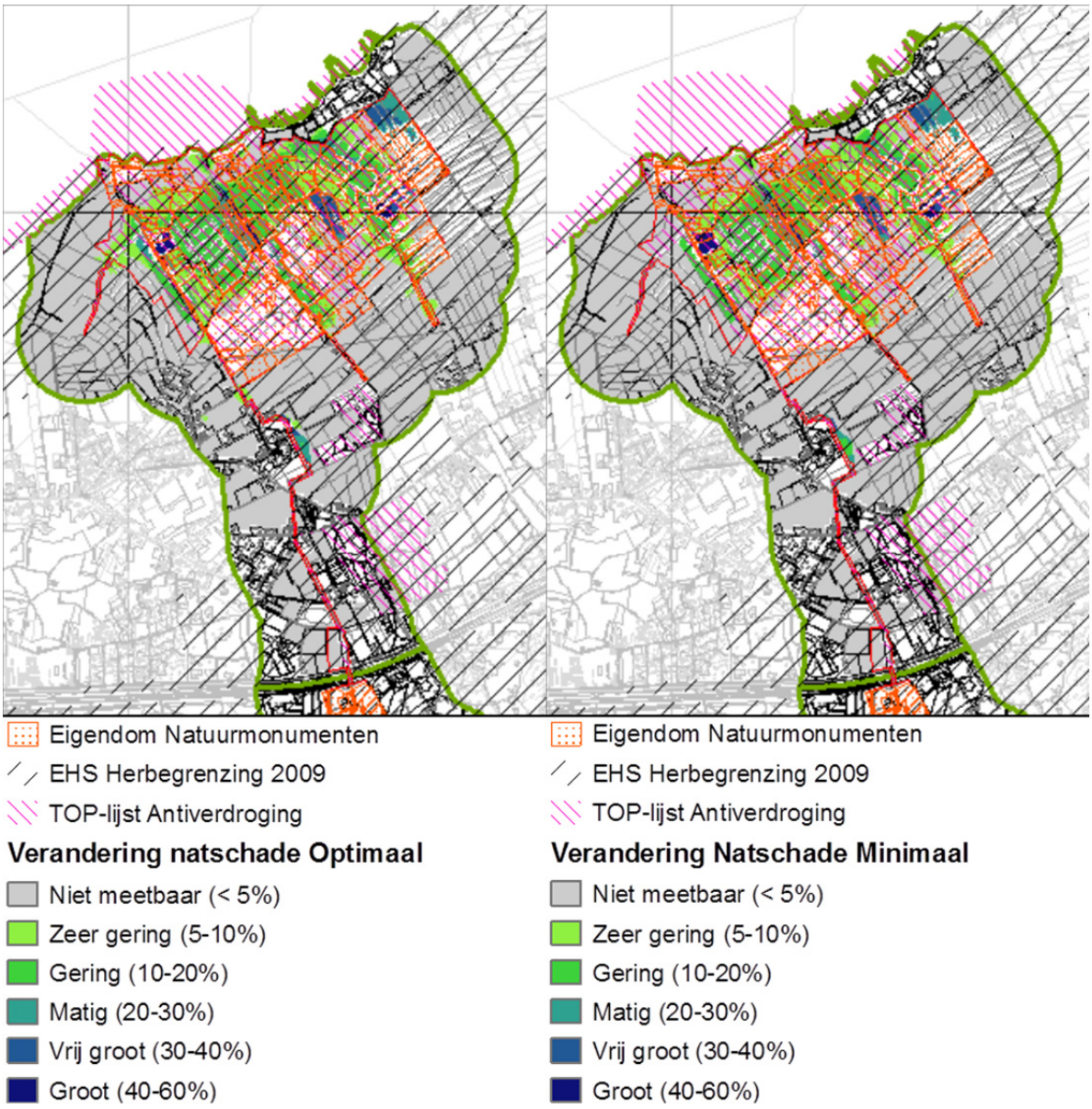
die het gevolg is van de antiverdrogingsmaatregelen. Het geeft de verandering weer ten opzichte van de natschade in de huidige situatie die is weergegeven in Figuur 70 en Tabel 31. In situaties waar nu sprake zou zijn van droogteschade in de zomer kan vernatting ook een positief effect hebben. Binnen het onderzochte gebied wordt echter voor de huidige situatie geen droogteschade berekend. Natschade doet zich in de huidige situatie ook reeds voor binnen Bloemkampen en op een aantal percelen in de omgeving. Het betreft veelal matige natschade (30 à 40%) in grasland. Omdat een groot deel van deze percelen een natuurfunctie hebben of krijgen is hier niet zozeer sprake van natschade. Daarnaast vallen enkele percelen op met >40% natschade, veelal buiten het inrichtingsgebied. Dat betreft maïspercelen. Met name in het oosten van Bloemkampen wordt door Waternood dicht langs sloten geen natschade berekend omdat daar de verschillen tussen GHG en GLG te klein zijn (STOWA, 2007).

Tabel 31

Natschade in de huidige situatie per deelgebied, voor het totale deelgebied, percelen buiten EHS en percelen buiten TOP-lijstgebied of eigendom Natuurmonumenten. 'Opp ha' = oppervlakte waarvoor natschade berekend is, 'Opp %' = percentage van het deelgebied waarvoor natschade berekend is, 'Schade' = gemiddelde natschade (%). De kleuren in de kolom schade corresponderen met de legenda van figuur 70.

		Totaal			Buiten EHS			Buiten TOP en NM		
Deelgebied	Opp.	Opp. ha	Opp. %	Schade %	Opp. ha	Opp. %	Schade %	Opp. ha	Opp. %	Schade %
1	126,8	16,7	13,2	30,6				0,7	0,5	20,8
2	151,0	14,6	9,7	5,4				12,6	8,4	1,0
3	665,5	0,008	0,001	5,5						
4	17,5							0,01	0,04	5,5
5	62,2	26,3	42,4	5,0	3,9	6,3	7,5	20,8	33,5	5,6
6	86,8	40,0	46,0	7,2	24,8	28,6	8,2	36,6	42,1	7,3
7	60,0	40,3	67,2	13,1	10,1	16,8	10,3	36,4	60,6	13,0
8A	285,0	240,9	84,5	24,2	34,8	12,2	17,9	165,8	58,2	22,0
8B	97,3	79,4	81,6	18,8	0,01	0,01	16,2	61,4	63,1	17,3
8C	54,7	24,8	45,3	27,4				0,9	1,6	27,1
8D	41,6	27,7	66,5	27,7						
8E	158,2	118,9	75,2	26,8				61,9	39,1	21,9
8F	148,3	79,4	53,6	28,3	1,6	1,0	14,9	74,8	50,4	27,9

Toename van natschade wordt in het optimale scenario vrijwel alleen berekend binnen Bloemkampen en binnen het TOP-lijstgebied. Hier is dus sprake van een gewenste vernatting, zeker voor de gronden van Natuurmonumenten. Buiten het TOP-lijst gebied wordt een toename van natschade aangegeven in een aantal in te richten percelen in deelgebied 8F. Hier is de vernatting een rechtstreeks gevolg van de maaiveldverlaging en moet dan ook als gewenste vernatting gezien worden. Dat geldt ook voor de aan te leggen slenk in deelgebied 7. Ook in enkele percelen van Natuurmonumenten langs de Tochtsloot en Killenbeek wordt toename van natschade berekend, maar hoewel deze buiten het TOP-lijstgebied liggen moet dit als een gewenste vernatting beschouwd worden. Daarnaast zijn er langs de Hierdense Beek, Oostermheenbeek en Killenbeek enkele percelen waar een ongewenste (zeer geringe of geringe) toename van de natschade verwacht wordt in delen van het perceel. Dit kan gecompenseerd worden door mitigerende maatregelen waarbij voorgesteld wordt delen van het perceel ca. 20 cm op te hogen met grond die elders in Bloemkampen is afgegraven in het kader van maaiveldverlaging.



Figuur 71

Effect van inrichtingsmaatregelen op natschade voor de landbouw in de twee scenario's.

Volgens het huidige beleid (§ 3.2.7) moet vernatting bij antiverdrogingsmaatregelen beperkt blijven tot de begrenzing van de EHS. Vernatting binnen de EHS maar buiten de TOP-lijstgebieden is toegestaan. Uit Tabel 32 kan opgemaakt worden dat buiten de EHS geen sprake is van toename van het areaal waarop natschade optreedt en dat de gemiddelde toename van natschade voor zover deze optreedt beperkt blijft tot ca. 1,5 %. Wanneer een strenger criterium gehanteerd wordt, waarbij vernatting beperkt moet blijven tot de TOP-lijstgebieden is de toename iets groter. Voor deze beoordeling is aangenomen dat ook op percelen van Natuurmonumenten buiten de TOP-lijstgebieden vernatting acceptabel is. Het areaal waar natschade optreedt blijkt bij dit scenario heel licht af te nemen in twee deelgebieden, maar dat verschil is marginaal. Er is wel sprake van enige toename van de natschade, maar deze blijft over het algemeen beperkt tot enkele procenten. Alleen voor deelgebied 8C wordt een substantiële toename van de natschade buiten TOP en eigendom van Natuurmonumenten berekend. Dit betreft een smalle strook langs de Tochtsloot die buiten de

begrenzing van het TOP-lijstgebied 'Hierdense Beek' gelaten is. Deze strook maakt deel uit van de inrichting van de Tochtsloot als ondiepe slenk en hier is dus geen sprake van natschade maar van gewenste vernatting.

Tabel 32

Verandering van natschade in het optimale en minimale scenario ten opzichte van de huidige situatie per deelgebied, voor het totale deelgebieid, percelen buiten EHS en percelen buiten TOP-lijstgebied of eigendom Natuurmonumenten. 'Opp ha' = verandering oppervlakte waarvoor natschade berekend is, 'Opp %' = verandering percentage van het deelgebied waarvoor natschade berekend is, 'Schade' = verandering gemiddelde natschade (%). Groen = verbetering, rood = verslechtering.

Optimaal scenario

		Totaal			Buiten EHS			Buiten TOP en NM		
Deelgebied	Opp.	Opp. ha	Opp. %	Schade %	Opp. ha	Opp. %	Schade %	Opp. ha	Opp. %	Schade %
1	126,8	*	*	0,002	*	*	*	*	*	0,02
2	151,0	-0,002	-0,002	1,33	*	*	*	*	*	0,09
3	665,5	-0,008	-0,001	-5,50	*	*	*	*	*	*
4	17,5	0,01	0,04	5,51	*	*	*	*	*	0,00
5	62,2	*	*	0,08	*	*	0,03	*	*	0,09
6	86,8	-0,23	-0,27	0,49	*	*	0,63	*	*	0,52
7	60,0	-0,61	-1,02	2,48	*	*	0,75	-0,08	-0,14	2,53
8A	285,0	-1,37	-0,48	4,19	*	*	1,52	*	*	1,68
8B	97,3	*	*	1,22	*	*	0,07	*	*	0,71
8C	54,7	-0,05	-0,09	13,32	*	*	*	-0,02	-0,03	18,96
8D	41,6	-0,01	-0,03	10,74	*	*	*	*	*	*
8E	158,2	*	*	6,48	*	*	*	*	*	2,02
8F	148,3	*	*	3,37	*	*	0,38	*	*	2,96

Minimaal scenario

		Totaal			Buiten EHS			Buiten TOP en NM		
Deelgebied	Opp.	Opp. ha	Opp. %	Schade %	Opp. ha	Opp. %	Schade %	Opp. ha	Opp. %	Schade %
1	126,8	*	*	0,0004	*	*	*	*	*	0,01
2	151,0	*	*	1,23	*	*	*	*	*	0,08
3	665,5	-0,008	-0,001	-5,50	*	*	*	*	*	*
4	17,5	0,01	0,04	5,51	*	*	*	*	*	0,00
5	62,2	*	*	0,06	*	*	0,02	*	*	0,06
6	86,8	-0,23	-0,27	0,23	*	*	0,30	*	*	0,24
7	60,0	-0,50	-0,83	1,70	*	*	0,35	-0,01	-0,01	1,73
8A	285,0	-0,40	-0,14	3,34	*	*	0,75	*	*	0,92
8B	97,3	*	*	0,92	*	*	0,05	*	*	0,47
8C	54,7	-0,04	-0,08	12,33	*	*	*	-0,01	-0,02	17,85
8D	41,6	-0,01	-0,02	9,92	*	*	*	*	*	*
8E	158,2	-0,002	-0,002	5,68	*	*	*	*	*	1,32
8F	148,3	*	*	3,25	*	*	0,35	*	*	2,85

Bij het minimale scenario blijft de ongewenste vernatting beperkt tot een zeer geringe toename van natschade in delen van enkele percelen langs de Killenbeek welke gemitigeerd kan worden door het ophogen van het perceel. Uit Tabel 32 volgt dat de zeer geringe toename van de natschade die voor het optimale scenario berekend wordt in het minimale scenario net iets minder is, maar de verschillen zijn erg klein.

7.7.2 Wateroverlast

Omdat veel de maatregelen gericht zijn op verdrogingsbestrijding en hierbij ook A-Watergangen verondiept worden en deels omgeleid via slenken, moet een zgn. NBW toets uitgevoerd worden. Dit is een verplichting uit het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW). Waterschap Veluwe heeft de maatregelen doorgerekend om het risico op wateroverlast te kunnen bepalen. Waterschap Veluwe hanteert de norm dat in het landelijk gebied, uitgezonderd natuurgebieden, eens per tien jaar inundatie mag plaatsvinden. Voor stedelijk gebied is dat eens per 100 jaar. Volgens deze toets komt in de huidige situatie in het gebied ten noorden van de snelweg nergens last van wateroverlast. Bij het optimale scenario kan bij een klein deel van de Killenbeek eens per tien jaar inundatie optreden maar dat is het gevolg van gewenste vernatting. In het bovenstroomse deel van de Leuvenumse Beek treedt een verbetering op als gevolg van de aanleg van inundatiezones die tevens een functie hebben voor het opvangen van piekafvoeren.

Ten aanzien van de landbouwgebieden ten zuiden van Bloemkampen en de camping ten noorden hiervan worden in beide scenario's geen problemen verwacht.

7.7.3 Gebouwen

Voor bebouwing is de ontwateringseis afhankelijk van de funderingsdiepte en de aanwezigheid van bijvoorbeeld kelders. Daarom zal voor het beoordelen van natschade aan gebouwen een gedifferentieerde benadering nodig zijn. Daarnaast is de toets aan de huidige GXG-kaart lastig. Deze kaarten zijn gebaseerd op veldwaarnemingen binnen de Bloemkampen en zijn op basis van een regressiemodel geëxtrapoleerd. Binnen de bebouwde kom hebben de kaarten een zeer beperkte geldigheid vanwege aanvullende ontwateringsmiddelen die daar vaak aanwezig zijn. Ook buiten de bebouwde kom kan het kavel waarop een gebouw staat extra ontwaterd zijn. Het is dus niet goed mogelijk aan de hand van het beschikbare kaartmateriaal een goede inschatting te maken. Ook na het uitvoeren van de maatregelen kan het effect van gebouw tot gebouw verschillen omdat de berekende grondwaterstijging is bepaald voor de gemiddelde grondwaterstand en niet apart voor de GHG. De verwachting is dat de stijging van de GHG minder groot zal zijn dan van de gemiddelde grondwaterstand of de GLG. Op hoger gelegen zandgronden, zoals in het drop Hierden, zal het effect ook minder zijn.

7.7.4 Mitigerende maatregelen en compensaties

Bij het opstellen van het inrichtingsplan is grote zorg besteed aan het voorkomen van uitstraling van vernattingseffecten buiten het plangebied. Uit de analyse in § 7.7.1 blijkt dat dit goed gelukt is, maar dat in beide scenario's toch enige toename van natschade is te verwachten. Binnen het TOP-lijstgebied is alleen sprake van natschade wanneer het percelen betreft van ander eigenaren dan Natuurmonumenten. Deze schade zal vergoed moeten worden. Daarvoor wordt voorgesteld dit af te kopen. Dat zal in overleg tussen Waterschap Veluwe, Natuurmonumenten en de betreffende eigenaren moeten gebeuren.

Voor alle percelen buiten het TOP-lijstgebied die geen eigendom zijn van Natuurmonumenten waar in een deel van het perceel een toename van natschade verwacht wordt, wordt voorgesteld dit in eerste instantie te mitigeren door delen van het perceel op te hogen (zie § 6.2.2.5). De betreffende percelen zijn aangegeven op de inrichtingskaart en in Bijlage 6. Dit betreft een zoekgebied waarbinnen deze maatregel toegepast kan worden. De omvang van het zoekgebied is 45,4 ha, maar de uiteindelijke omvang zal afhankelijk zijn van overleg tussen de betrokken partijen en de grondeigenaren en zal naar verwachting geringer zijn.

Tabel 33

Vergelijking doelrealisaties voor de huidige situatie en de beide inrichtingsscenario's, op basis van modelberekeningen en expert judgement.

			Deelgebied												
	Thema	Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8A	8B	8C	8D	8E	8F
Terrestrische natuur	Doelrealisatie GLG	Huidig	2	2	2	3	3	3	3	0	1	1	1	1	1
		Optimaal	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2
		Minimaal	2	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2	1	2
	Doelrealisatie GVG	Huidig	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
		Optimaal	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2
		Minimaal	2	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2	1	2
	Doelrealisatie Kwel	Huidig	1	1	1	3	3	3	3	0	0	0	1	1	1
		Optimaal	2	2	2	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2
		Minimaal	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	2	1	2
	Doelrealisatie terrestrisch	Huidig	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
		Optimaal	2	2	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2
		Minimaal	2	2	2	3	2	1	1	1	1	2	2	1	2
	Fosfaattoestand	Huidig	2	0	2	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
		Optimaal	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		Minimaal	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
KRW en HEN doelen	Kenmerkend Rheofiel	Huidig	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3
		Optimaal	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	1	3
	Kenmerkend Eurytoop	Huidig	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3
		Optimaal	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	1	3
	Kenmerkend migratie regionaal/zee	Huidig	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3
		Optimaal	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	1	3
	kenmerkend habitat gevoelig	Huidig	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3
		Optimaal	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2	2	1	3
	Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor waterplanten	Huidig	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
		Optimaal	2	2	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	1	0	1	1	1	1	2	2	2	1	3
	Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor oeverplanten	Huidig	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
		Optimaal	2	2	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	1	0	1	1	1	1	2	2	2	1	3
	Natuurlijke morfologie	Huidig	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
		Optimaal	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	2	0	1	1	1	1	2	2	2	1	3
	Natuurlijke variatie in stroming en peilen	Huidig	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	3
		Optimaal	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	2	0	1	1	1	1	2	2	2	1	3
	Samenhang met het omliggende landschap	Huidig	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	3
		Optimaal	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	3
		Minimaal	2	2	2	0	1	1	1	1	2	2	2	1	3
Overig	Natschade Landbouw	Huidig	1	1	2	3	2	2	1	0	1	0	0	0	0
		Optimaal	1	1	2	3	2	2	1	0	1	0	0	0	0
		Minimaal	1	1	2	3	2	2	1	0	1	0	0	0	0

0	Onvoldoende
1	Voldoende
2	Goed
3	Niet van toepassing

7.8 Vergelijking scenario's

In de voorgaande paragrafen is op verschillende manieren het effect van de inrichtingsmaatregelen op de doelrealisaties voor natuur en overige functies vergeleken. Hierbij is steeds een vergelijking gemaakt van de huidige situatie en de situatie na inrichting voor beide scenario's. Ten aanzien van de gebruikte modelberekeningen en afgeleide berekeningen met Waternood zijn daar in een aantal gevallen kanttekeningen bij gemaakt. Veel verbeteringen zijn niet goed door modelberekeningen te voorspellen maar kunnen wel ingeschat worden. In Tabel 33 wordt op basis van deze vergelijkingen en 'expert judgement' een vergelijking gemaakt van de inrichtingsscenario's. Hierbij is per deelgebied het totaal van de maatregelen per scenario geëvalueerd.

Over het geheel genomen wordt verwacht dat de maatregelen in het optimale scenario een grote verbetering opleveren van de doelrealisaties. Voor de deelgebieden waar in het minimale scenario minder vergaande maatregelen genomen worden (5, 6, 7, 8A, 8B en 8E), is de verwachte verbetering van de situatie in het minimale scenario minder groot dan in het optimale scenario. Omdat de mogelijke toename van de natschade in het optimale scenario ten opzichte van het huidige scenario vrij klein is en goed met mitigerende maatregelen is te compenseren wordt aanbevolen te kiezen voor het optimale scenario.

7.9 Aanbevelingen

Het inrichtingsplan zoals dat nu voorligt is gebaseerd op de huidige stand van kennis van het inrichtingsgebied en voorziet, binnen de randvoorwaarden van beleid en beschikbare financiële middelen, in een zo optimaal mogelijke inrichting voor verdrogingsbestrijding en verbetering van de KRW- en HEN-doelen. Een aantal op zich zinvolle maatregelen kan binnen deze randvoorwaarden niet voorgesteld worden of er is nog onvoldoende kennis beschikbaar om de maatregelen op hun effectiviteit te kunnen beoordelen. Er kunnen een aantal aanbevelingen gedaan worden om de inrichting van het gebied verder te optimaliseren. Daarnaast is naar voren gekomen dat voor een aantal maatregelen aanvullend veldonderzoek noodzakelijk is. Deze maatregelen zijn door Alterra voorgesteld met de kanttekening dat aanvullende informatie nodig is. Uitvoeren van deze maatregelen zonder vooraf nader onderzoek te doen brengt het risico met zich mee dat het effect van de maatregel onvoldoende is of zelfs een averechts effect heeft op de bedoelde verbetering van natuurwaarden.

7.9.1 Aanvullende maatregelen

In deelgebied 2 en 3 liggen een aantal natuurlijke laagten die benut kunnen worden voor inundatie/retentie. Hiermee kan het waterbergend vermogen van het systeem verder opgevoerd worden

Overwogen kan worden om de oostelijke loop uit te laten lopen in het Grote Water. Bij Natuurmonumenten bestaat hier draagvlak voor, maar het functioneren van de hydrologie in dit deel van het Leuvenumse Bos zal eerst nader onderzocht moeten worden.

In deelgebied 3 komen een aantal oude meanders voor die mogelijk weer aangesloten kunnen worden

De randvoorwaarden van het huidige project (met name de financiële) laten niet toe de bottleneck van de smalle duikers bij de A28 en spoorlijn op te lossen. Het is van groot belang naar andere mogelijkheden te zoeken om deze knelpunten alsnog op te lossen, bijvoorbeeld in combinatie met onderhoud aan de snelweg of spoorlijn.

In het huidige inrichtingsplan kon geen geschikte locatie gevonden worden voor de aanleg van een paaiplaats voor vissen zonder daarmee een deel van de antiverdrogingsmaatregelen teniet te doen (§ 6.2). Aanbevolen wordt de ontwikkeling van de beken en de visstand de komende jaren goed te volgen en te bezien of zich een geschikte locatie ontwikkelt.

Aanbevolen wordt om het huidige beekprofiel van de Oostermheenbeek om te vormen tot één van de drie beekprofielen, of een variant hiervan, conform model Kamsalamander, model Winde of een combinatie van beide modellen. Een voorstel voor het toepassen van deze beekprofielen is eerder gedaan bij de herinrichting van de Voorsterbeek (Kater et al., 2010). Hierin worden de toegepaste beekprofielen op de beek ook gevisualiseerd. In de huidige situatie is de Oostermheenbeek niet veel meer dan een 'stromende sloot'. Het toepassen van de beekprofielen zal er voor een grotere variatie van het dwarsprofiel zorgen, een geleidelijke overgang van nat naar droog en daarmee ook een verhoging van verschillende habitats die tot uiting komen in een hogere biodiversiteit. Het geheel zal positief bijdragen aan KRW- en HEN-doelen. Bij een eventuele realisatie dient men rekening te houden met aanpalende grondeigenaren. Wellicht is het mogelijk om deze vorm van natuurlijke beekprofielen aan beide zijde van de beek toe te passen. Vanuit ecologisch oogpunt heeft dit de voorkeur, maar praktisch gezien zal dit niet altijd mogelijk zijn. Als dit laatste het geval is kan gekeken worden of alternerend t.o.v. elkaar de genoemde beekprofielen langs de beek kunnen worden toegepast.

Voor de bemonstering van de percelen, de benodigde kaliumbemesting en de planning van het maaibeheer dient nog apart een plan opgesteld te worden.

7.9.2 Nader onderzoek

Dit inrichtingsplan is gebaseerd op een bureaustudie waarin zo goed mogelijk gebruik is gemaakt van alle beschikbare gegevens uit eerder onderzoek en dit gecombineerd is in diverse interpretaties en modelberekeningen. Bij het uitvoeren van deze interpretaties zijn ook een aantal hiaten naar voren gekomen waardoor voor de uitvoering van sommige maatregelen op onderdelen onzekerheid bestaat. Daarom wordt ten zeerste aanbevolen aanvullend veldwerk uit te laten voeren naar:

- Verbreiding oude beekdalbodem in deelgebied 2 en 3.
- Functioneren drempels langs de beken.
- Voorkomen oude meanders in noordelijke helft deelgebied 3. Deze kunnen wellicht aangekoppeld worden.
- Ecohydrologisch functioneren van de Rode Spreng
- Ecohydrologisch functioneren en kansen van Grote Water.
- Enige jaren na inrichting kan op basis van de ontwikkeling van het gebied gezocht worden naar een geschikte plaats voor het aanleggen van een paaiplaats voor vissen.
- Maatregelen zijn deels zeer ingrijpend voor het gebied. De gevolgen zijn zo goed mogelijk ingeschat en zullen naar verwachting overwegend positief zijn. Om het effect van de maatregelen beter te kunnen beoordelen en deze zo nodig bij te sturen om nog beter resultaten te bereiken of juist negatieve effecten voor de natuur of andere functies te voorkomen wordt ten zeerste aanbevolen een monitoring in te stellen. Hierbij kan gedacht worden aan het volgen van grondwaterstanden, waterkwaliteit, vegetatieontwikkeling en de ontwikkeling van dierpopulaties.

In verband met Flora- en faunawet is een natuurtoets nodig om het effect op populaties van beschermde soorten te kunnen beoordelen. Voor een aantal groepen zal daarvoor een systematische inventarisatie volgens de Ravon-methodiek moeten worden uitgevoerd.
In 4.10 zijn de archeologische verwachtingswaarden voor het gebied besproken. Hierbij wordt geconcludeerd dat op grond van de omvang van de in hoofdstuk 5 voorgestelde maatregelen in de deelgebieden 1, 2, 5, 6, 7 en 8a de hoge archeologische verwachting van het beekdal een archeologische (voor)onderzoek nodig is. Dit

moet in overleg met de regionaal archeoloog worden uitgevoerd. Een verkennend onderzoek is al uitgevoerd door Archeologisch Adviesbureau RAAP (Jager, 2009).

Voor de Rode Spreng is in september 2011 door Natuurmonumenten een notitie opgesteld waarin voorgesteld wordt een ecohydrologisch onderzoek uit te voeren alvorens een aantal inrichtingsmaatregelen te nemen (Ter Stege en Ketelaar, 2011).

Om de ontwikkelingen in het inrichtingsgebied en daarbuiten te kunnen volgen wordt aanbevolen een goede monitoring op te zetten. Hierbij wordt in de eerste plaats gedacht aan de monitoring van de grondwaterstanden in relatie tot de natschade aan landbouwgronden en gebouwen. Daarnaast wordt een monitoring van de vegetatieontwikkeling aanbevolen. Voor de KRW-doelen vindt reeds monitoring plaats. Nagegaan moet worden of deze monitoring ook voldoet voor de situatie na inrichting.

Literatuur

Arntz, J., 2008. Realisatie Doelen HEN- en SED-wateren; Maatregelenprogramma voor wateren met het Hoogste Ecologische Niveau en Specifiek Ecologische Doelstelling. Deventer, Tauw BV

Baake, A. en L. Verbiesen 2009. De Hierdense Beek. Effectbepaling van hydrologische herstelmaatregelen in de Grote Kolonie.; Aftudeeropdracht Hogeschool Van Hall Larenstein, in opdracht van Waterschap Veluwe. Velp, Hogeschool Larenstein

Bakker, H. D. en J. Schelling, 1989. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Wageningen, Pudoc

Batelaan, J. en T. Ekampe, 2010. Zorg voor watererfgoed, Waterschap Veluwe. Zwolle, Het Oversticht, kennis- en adviescentrum ruimtelijke kwaliteit en ruimtelijk erfgoed.

Bijlsma, R.-J., 2011. Toelichting bij de habitatkaart bossen van de Veluwe. Wageningen, Alterra

Bijlsma, R.-J., 2011. Verslagje mosvondsten NM Veluwemeerkust (Grote Weiland/De Bloemkampen). Wageningen, Alterra

Bobbink, R., M. Hart et al., 2007. Grondwaterkwaliteitsaspecten bij vernatting van verdroogde natte natuurparels in Noord-Brabant. Nijmegen, B-WARE Research Centre,Rapport,2007.15

Boshoven, E.H., J. Keunen et al., 2010. Gemeente Harderwijk, een actualisatie en herziening van de archeologische verwachtings- en beleidskaart. Weesp, RAAP Archeologisch Adviesbureau BV,RAAP-rapport 2050

Brouwer, T., B. Crombaghs, A. Dijkstra, A.J. Scheper en P.P. Schollema, 2008. Vissenatlas Groningen Drenthe. Verspreiding van zoetwatervissen in Groningen en Drenthe in de periode 1980-2007. Bedum, Uitgeverij Profiel.

Buijs, R.G., 2011. Hydrologisch onderzoek De Koekoek (2010-2011) (conceptrapportage). Heeten, Buijs Hydro-ecologisch Onderzoek & Advies

Buijs, R.G. en O.W.M. Duyts, 1993. Beheersvisie Bloemkampen / Grote Weiland. 's Graveland, Vereniging Natuurmonumenten

Cate, J.A.M.T. en G.C. Maarleveld,1977. Geomorfologische kaart van Nederland schaal 1 : 50 000; Toelichting op de legenda. Wageningen/Haarlem, Stichting voor Bodemkartering/Rijks Geologische Dienst

Cate, J.A.M.T., A.F. van Holst et al., 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel A: Bodem. Wageningen, SC-DLO,Technisch document,19A

Cate, J.A.M.T., A. F. van Holst, et al. (1995). Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel B: Grondwater. Wageninegn, SC-DLO,Technisch document,19B

Crombaghs, B.H.J.M., N. van den Berg en A.B. Goutbeek, 2002. Vissen in Overijssel. Verspreidingsatlas van zoetwatervissen in stromende en stilstaande wateren in Overijssel. Nijmegen, Bureau Natuurbalans-Limens Divergens.

Delft, B.v. en F. Brouwer, 2010. Bodemonderzoek De Koekoek; Voorlopige resultaten en conclusies. Wageningen, Alterra

Delft, B.v., F. Brouwer et al.,2010. Ecohydrologie en bodemchemie Veluwemeerkust; Resultaten van een Ecopedologisch onderzoek. Wageningen, WUR-Alterra

Delft, S.P.J. V., 2011. Inrichtingsplan Bloemkampen - Dal Leuvenumse Beek-Hierdense Beek; Projectplan versie 2 (aangepast n.a.v. wensen opdrachtgever d.d. 26-1-2011). Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR

Delft, S.P.J.V., R. H. Kemmers et al., 2005. Pyrietvorming in relatie tot interne eutrofiëring en verzuring. Wageningen, Alterra,Alterra-rapport,1161

Delft, S.P.J.V. en G.J. Maas, 1988. De bodemgeschiktheid voor bosbouw van de boswachterij "Leersum" : een bodemgeografisch en vegetatiekundig onderzoek naar de invloed van de bodemgesteldheid en bodemvruchtbaarheid op de groeiverwachting voor 14 boomsoorten. Wageningen, Stiboka Rapport / Stichting voor Bodemkarteringnr. 1973,

Eekeren, N.V., G. Iepema et al., 2006. Eindrapportage 2002-2005 Evenwichtige verschraling van natuurgronden; Voordeel voor natuur en landbouw; Pilotstudy bij het Hengstven. Driebergen, Louis Bolk Instituut / Overlegplatform de Duinboeren
Eichhorn, K., 2010. Florakartering Veluwemeerkust; In opdracht van Natuurmonumenten. Zeist, Eichhorn Ecologie
Eilander, D.A., J.L. Kloosterhuis et al. (1982). Bodemkaart van Nederland Schaal 1 : 50 000; Toelichting bij de kaartbladen 26 Oost Harderwijk en 27 West Heerde. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering
Elbersen, J.W.H., P.M.F. Verdonschot, B. Roels en J.G. Hartholt, 2003. Definitiestudie Kaderrichtlijn Water (KRW). I. Typologie Nederlandse Oppervlaktewateren. Alterra-rapport 669.
Emmerik van, W.A.M. en H.W. de Nie, 2006. De zoetwatervissen van Nederland. Ecologisch bekeken. Vereniging Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
Gelderland, P.S., 2009. Waterplan Gelderland 2010-2015. Arnhem, Provincie Gelderland
Gelderland, P.S., 2011. Natuurbeheerplan Gelderland 2011. Arnhem, Provincie Gelderland
Gelderland, P.S.., 2005. Kernkwaliteiten en omgeveingscondities van de Gelderse Ecologische hoofdstructuur; Streekplauitwerking. Arnhem, Provincie Gelderland
Gelderland, P.S., 2009. Herbegrenzing Ecologische Hoofdstructuur; Streekplanherziening. Arnhem, Provincie Gelderland
Goossens, E., 2009. Archeologische monumentenzorg in de gemeente Ermelo. Deel 2: Toelichting op de archeologische kaarten. Weesp, RAAP Archeologisch Adviesbureau BV,RAAP-rapport 1844
Goossens, E., 2010. Archeologische monumentenzorg in de gemeente Nunspeet. . Weesp, RAAP Archeologisch Adviesbureau BV,RAAP-rapport 2097
Hart, Th en Jr. De Ruyter, 1923. Over Veluwsche Visch en Natuurschoon. De Levende Natuur Jaargang 28 (4): 115-118.
Higler, L.W.G., 1964. De Hierdense Beek in gevaar. De Levende Natuur Jaargang 67 (12): 279-282.
Hobo, N., 2006. Hydraulische effecten van verschillende inrichtingsscenario's voor de Overijsselsche Vecht: een verkennende studie met behulp van het SOBEKmodel. Wageningen/Utrecht, Alterra/Universiteit Utrecht
Hop, J., 2011. KRW visstandonderzoek Veluwe 2010 Waterschap Veluwe. Geldermalsen, ATKB, ATKB-rapport 20100710/001
Hullenaar, J.W.G.M. v. t., 1993. Naar een natuurlijke Hierdense beek; Een inrichtingsplan voor de Hierdense beek in het Leuvenumse bos, Natuurmonumenten
Hulsman, R., 2011a). Resultaten oppervlaktewatermodellering; Huidig vs Maatregelen (Powerpoint). Apeldoorn, Waterschap Veluwe
Hulsman, R., 2011b. Wateroverlast Hierdense Beek - resultaten NBW-toetsing. Apeldoorn, Waterschap Veluwe
Jager, S.W., 2009. TOP-lijst- en Natura 2000-gebieden binnen het beheergebied van Waterschap Veluwe (clusters West, Noord en Zuidoost) Archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek met AMZ-adviezen ten behoeve van hydrologische herstelmaatregelen. Weesp, RAAP Archeologisch Adviesbureau B.V. RAAP-rapport 1889.
Kater, E., G.J. Maas en F.G.W.A. Ottburg, 2010. Raamplan Voorsterbeek. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2042.
Kemmers, R.H. en J.A. Nelemans, 2007. Vergroting van de fosfaatadsorptiecapaciteit en afname van de chemische beschikbaarheid van fosfaat in gronden door wisselvochtigheid; Resultaten van desorptie- en adsorptie-experimenten met zand-, klei- en veengrond. Wageningen, Alterra,Alterra-Rapport,1546
Kerkvoorde, M.V., R. Wolf et al., 2002. Leuvenumse bossen; Natuurvisie 2002. Arnhem/Goor, Natuurmonumenten/Eelerwoude Ingenieursbureau
Kessel, N. van en K. Kranenbarg (red.), 2011. Vissenatlas Gelderland. Ecologie en verspreiding van zoetwatervissen in Gelderland. Natuurbalans-Limes Divergens BV en Stichting RAVON, Nijmegen.
Klinge, M., J. Backx, M. Beers, B. Higler, N. Jaarsma, Z. Jager, J. Kranenbarg, J. de Leeuw, F. Ottburg, M. van der Ven en T. Vrieze, 2004. Achtergronddocument referenties en maatlatten voor vissen. www.stowa.nl
Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen et al., 1998. "Sulphate induced eutrophication and phytotoxicity infreshwater wetlands." Environmental Science Technology 32: 199-205.
Landbouw, N. e. V. L., Ministerie van Landbouw, 2006. Ontwerpbesluit Veluwe Den Haag
Landbouw, N. e. V. L., Ministerie van Landbouw, 2009. Natura 2000-gebied Veluwerandmeren. Den Haag, Programmadirectie Natura 2000

Lucassen, E., A. Smolders et al., 2000. De effecten van verhoogde sulfaatgehalten op grondwater gevoede ecosystemen. H2O 25/26: 28-31.
Luijendijk, J. en J. Hunink, 2009. Voorontwerp Herstelplan TOP-lijstgebieden en GGOP Cluster Noord; Voorontwerp Bloemkampen/Hierdense Beek, Dal Staverdense Beek. Deventer/Apeldoorn, Tauw bv/Waterschap Veluwe
Luijendijk, J., 2011. Hydrologische effecten inrichtingsplan Bloemkampen. Deventer, TAUW
Mekkink, P., 2001. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; Deel 3 Bosreservaat Grote Weiland. Wageningen, WUR-Alterra, Alterra-rapport, 60.3
Mekkink, P., 2002. De bodemgesteldheid van bosreservaten in Nederland; Deel 5 Bosreservaat De Stille Eenzaamheid. Wageningen, WUR-Alterra,Alterra-rapport,60.5
Molen, van der D.T., (red.), 2004. Referenties en concept maatlatten voor rivieren voor de kaderrichtlijnwater. STOWA-rapport 2004-43. STOWA, Utrecht.
Molen, van der D.T. en R. Pot (red.), 2007. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. STOWA-rapport 2007-32. STOWA, Utrecht.
Mullekom, M. v., F. Smolders et al., 2009. "Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense Beekdal." Vakblad Natuur Bos Landschap oktober 2009.
Natuurmonumenten, V. Informatiepaneel bij de Zandmolen. 's Gravenland, Vereniging Natuurmonumenten
Nie, H.W. de, 1996 (1997). Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen. Doetinchem, Media Publishing.
Otte, A., J. Arntz et al., 2008. Gebiedsnota Veluwe 2007. Deventer, TAUW bv
Renes, J., J. Meijer et al., 2002. Het Veluwse Sprengenlandschap; een cultuurmonument. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte/Stichting tot Behoud van de Veluwse Sprengen en Beken
Runhaar, H. en S. Hennekens, 2006. 'Hydrologische Randvoorwaarden
Natuur' Versie 2.2; Gebruikershandleiding. Wageningen, Alterra
Runhaar, J., M.H. Jalink et al., 2009. Ecologische vereisten habiattypen. Nieuwegein, KWR Watercycle Research Institute,KWR,09.018
Runhaar, J.R., H. Kuijpers et al., 2003. Natuurgericht Landevaluatiesysteem (NATLES) versie 2. Wageningen, Alterra Research Instituut voor de Groene Ruimte,Alterra-rapport,550
Schumm, S.A., 1977. The Fluvial System. New York, Wiley
Soes, D.M., 2008. Visstandonderzoek Hierdense Beek 2007. Culemborg, Bureau Waardenburg, Rapportnr. 08-008.
Spizten - Van der Sluijs, G.W Willink, R. Creemers, F.G.W.A. Ottburg, R.J. de Boer, P.M.L. Pfaff, W.W. de Wild, D.J. Stronks, R.J.H. Schröder, M.T. de Vos, D.M. Soes, P. Frigge en R.P.J.H. Struik, 2007. Atlas Reptielen en Amfibieën in Gelderland 1985-2005. Stichting RAVON, Nijmegen
STOWA, 2007. Gebruikershandleiding en programmatuur Waternood 2007. Utrecht, STOWA,STOWA Rapport,19
Stege, E.T., R. Ketelaar et al., 2011. Beekdal Leuvenumse beek; Visie Natuurmonumenten 15-04-2011. Ermelo, Vereniging Natuurmonumenten.
Stege, E.T. en R. Ketelaar, 2011. Notities veldbezoek Roode Spreng 2 september 2011; Visie Natuurmonumenten 16-09-2011. Ermelo, Vereniging Natuurmonumenten.
Timmermans, B., N. v. Eekeren et al., 2010. Fosfaat uitmijnen op natuurpercelen met gras/klaver en kalibemesting; Handreiking voor de praktijk. Driebergen, Louis Bolk Instituut, Brochure,
Verboom, J., P.C. Luttikhuizen en J.T. Kalkhoven, 1997. Minimumarealen voor dieren in duurzame populatienetwerken (Minimum areaes for animals in sustainable population networks). Rapport nr. 259, DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.
Verboom, J., R. Foppen, J.P. Chardon, P.F.M. Opdam en P.C. Luttikhuizen, 2001. Introducing the key patch aproach for habitat networks with persistent populations: an example for marshland birds. Biological Conservation 100 (1): 89-100.
Verdonschot, P., 2009. Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving : flexibele toepassing van het 5B-concept in Peel en Maasvallei. Wageningen, Alterra
Willemsen, G., 2010. TOP gebied Bloemkampen (cluster Noord); Beschikkingaanvraag. Apeldoorn, Waterschap Veluwe
Willemsen, G., 2010. TOP gebied Dal Staverdensebeek(cluster Noord); Beschikkingaanvraag. Apeldoorn, Waterschap Veluwe
Wolfert, H., A. Corporaal et al., 2009. Herstelproject Vecht. Wageningen, Alterra,Alterra-Werkdocuent,
WSV, 2009. Waterbeheersplan Veluwe 2010 t/m 2015. Apeldoorn, Waterschap Veluwe

WSV en NM, 2011. Vraagspecificatie Inrichtingsplan Bloemkampen - Dal Leuvenumse Beek - Hierdense Beek; Bijlage van het offerteverzoek Project P2089 (26 jan 2011). Apeldoorn, Waterschap Veluwe

Bijlage 1 Actualisatie hydrologie

Voor de actualisatie van de hydrologie is gebruik gemaakt van puntgegevens in de vorm van veldschattingen van GHG en GLG in profielbeschrijvingen en de pH-profielen in een deel van deze punten (Mekkink, 2001, 2002; Delft, Brouwer et al., 2010). Daarnaast is voor het vaststellen van diktes van veen- en kleipakketten aanvullende informatie verzameld van eenvoudige profielbeschrijvingen bij de extra fosfaatbemonstering uit 2010 (Delft, Brouwer et al., 2010), de veendiktekartering van Buijs en Duyts (Buijs en Duyts, 1993) en profielbeschrijvingen in het Bodemkundig InformatieSysteeem (BIS) van Alterra en het DINO-loket. Voor de bodemkaart is gebruik gemaakt van de Bodemkaart van Nederland (Eilander, Kloosterhuis et al., 1982) en de gedetailleerde bodemkaarten van bosreservaten 'De Stille Eenzaamheid' en 'Grote Weiland' (Mekkink, 2001, 2002). Deze kaarten zijn samengevoegd tot één bodemkaart. Van deze bodemkaart is ook een afgeleide kaart gemaakt met kwelkansen, afhankelijk van het bodemtype (Runhaar, Kuijpers et al., 2003). Daarnaast is gebruik gemaakt van de door de opdrachtgever geleverde modelresultaten voor isohypsen en kwelflux (Luijendijk en Hunink, 2009).

De gegevens uit profielbeschrijvingen konden alleen binnen Bloemkampen gebruikt worden omdat voor Leuvenumse bos onvoldoende volledige profielbeschrijvingen met schattingen van GHG en GLG beschikbaar waren. Daarom is voor het deel ten zuiden van de A28 een andere benadering gekozen, waarbij de spreiding in de relatieve maaiveldhoogte gebruikt is om meer gedetailleerde kaarten van de hydrologie te kunnen maken.

Bloemkampen
Door middel van interpolatie tussen de boorpunten zijn kaarten gemaakt van de dikte van het kleipakket, het veenpakket, de totale dikte van het holocene pakket en na aftrek van het AHN, de bovenkant van het Pleistoceen. Deze informatie is, samen met andere vlakdekkend beschikbare informatie, gebruikt als hulpinformatie om op basis van regressie met hulpinformatie kaarten te maken van GHG, GLG en kwel. In Tabel 34 is een overzicht opgenomen van de gebruikte hulpinformatie.

Leuvenumse bos
Voor het Leuvenumse bos is de spreiding van GHG en GLG binnen grondwatertrappen op basis van de relatieve maaiveldhoogte verdeeld over de vlakken van de grondwatertrappen op de bodemkaart. Hetzelfde is gedaan met de kwelkansenkaart voor enkele percelen in het zuiden van het gebied.

Regressie met hulpvariabelen
Om kaarten af te kunnen leiden van de actuele GHG, GLG en kwel is een regressie met hulpinformatie uitgevoerd. Hierbij is voor een groot aantal vlakdekkend beschikbare gegevens getoetst of de doelvariabele (GXG, of pH-waarde) voorspeld kan worden met meervoudig lineair regressiemodel. Door middel van voorwaartse selectie is bepaald welke combinatie van variabelen de variatie het beste voorspelt. In Tabel 34 is een samenvatting gegeven van de gebruikte variabelen en de rol ervan in diverse modellen.

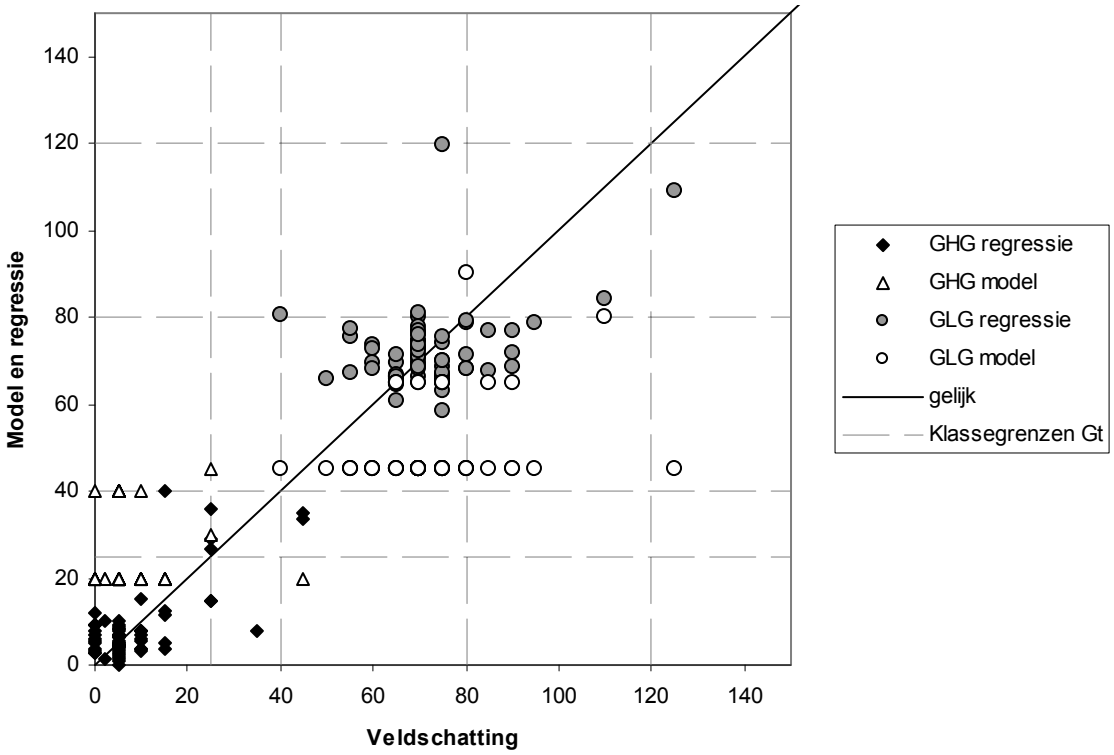
Tabel 34

Statistische parameters van de verschillende regressiemodellen en de geselecteerde hulpvariabelen.

	Model									
	GHG		GLG		pH 0-20		pH-max		pH 20-GLG	
% verklaarde variantie	64,5		32.8		62.8		24.0		14.2	
Variabele	est.	F	est.	F	est.	F	est.	t	est.	t
Constante	16.3	0.298	61.74	<.001	6.102	<.001	6.402	<.001	5.802	<.001
Afstand										
Afstand Top10 waterloop (log10)	4.62	<.001			0.357	0.082				
Afstand Veluwemeer (log 10)	-9.66	0.001								
Hoogte										
Absoluut (AHN)	0.2120	<.001	0.2539	0.004						
Top pleistoceen	-0.1408	<.001	-0.1859	0.003			-0.00908	0.008	-0.002086	0.041
Relatief 25 m	-0.152	<.001			0.0186	0.182				
Relatief 50 m	0.202	<.001							0.0522	0.027
Relatief 100 m	-0.709	0.039			-0.01718	0.038			-0.0470	0.012
Relatief 200 m	0.713	0.010								
Dikte pakketten										
Veendikte	-0.1875	0.005	-0.2602	0.005	-0.00402	0.092				
Kleidikte					0.00966	0.003				
Hydrologie										
GLG (regressie)					-0.01998	0.004				
Kwel (model)					-0.1245	0.120				
ISOhypsen (model)							0.929	0.043		
Kwelkans bodemkaart							-0.1826	0.039		

In Figuur 72 zijn de uitkomsten volgens de regressie met hulpvariabelen en het hydrologisch model uitgezet tegen de veldschattingen. In het hydrologisch model is het verschil tussen GHG en GLG klein in vergelijking met hetzelfde verschil in de veldschattingen. Ook is de spreiding binnen het model zeer gering. Bij regressie met hulpvariabelen is voor de GLG de spreiding ook beperkter dan bij de veldschattingen, maar wel groter dan

volgens het model. De overeenkomst blijkt vrij goed te zijn, vooral voor GHG. Bij GLG komen iets vaker voorspelde waarden voor in een andere klasse dan in de veldschatting. Het statistisch model voor GLG is ook minder sterk (R^2 = 32,8) dan voor GHG (R^2 = 64,5). Over het algemeen vallen de met regressie voorspelde waarden wel in dezelfde klasse voor de grondwatertrappen (Gt) als de veldschattingen.



Figuur 72

Vergelijking van GHG en GLG volgens regressie met hulpvariabelen en het hydrologisch model t.o.v. de veldschattingen.

Bijlage 2 Tabel soortensamenstelling macrofyten watertype R5

Bron: Van der Molen, 2004; Van der Molen en Pot, 2007

Nr.	Soort		Categorie	Score bij abundatieklasse		
	Wetenschappelijke naam	**Nederlandse naam**		**1**	**2**	**3**
	A: Waterplanten (n 31)					
1	*Callitriche hamulata*	Haaksterrenkroos	3	2	4	3
2	*Callitriche platycarpa*	Gewoon sterrenkroos	2	1	2	1
3	*Ceratophyllum demersum*	Grof hoornblad	4	1	1	1
4	*Elodea canadensis*	Brede waterpest	1	1	3	2
5	*Elodea nuttallii*	Smalle waterpest	4	1	1	1
6	*Hottonia palustris*	Waterviolier	3	2	4	3
7	*Hydrocharis morsus-ranae*	Kikkerbeet	4	1	1	1
8	*Ludwigia palustris*	Waterlepeltje	1	1	3	2
9	*Luronium natans*	Drijvende waterweegbree	1	1	3	2
10	*Myriophyllum alterniflorum*	Teer vederkruid	3	2	4	3
11	*Myriophyllum spicatum*	Aarvederkruid	1	1	3	2
12	*Myriophyllum verticillatum*	Kransvederkruid	4	1	1	1
13	*Nitella mucronata*	Puntdragend glanswier	3	2	4	3
14	*Nuphar lutea*	Gele plomp	3	2	4	3
15	*Potamogeton alpinus*	Rossig fonteinkruid	3	2	4	3
16	*Potamogeton compressus*	Plat fonteinkruid	4	1	1	1
17	*Potamogeton crispus*	Gekroesd fonteinkruid	1	1	3	2
18	*Potamogeton lucens*	Glanzig fonteinkruid	2	1	2	1
19	*Potamogeton mucronatus*	Puntig fonteinkruid	4	1	1	1
20	*Potamogeton natans*	Drijvend fonteinkruid	4	1	1	1
21	*Potamogeton nodosus*	Rivierfonteinkruid	3	2	4	3
22	*Potamogeton pectinatus*	Schedefonteinkruid	2	1	2	1
23	*Potamogeton perfoliatus*	Doorgroeid fonteinkruid	2	1	2	1
24	*Potamogeton pusillus*	Tenger fonteinkruid	4	1	1	1
25	*Potamogeton trichoides*	Haarfonteinkruid	1	1	3	2
26	*Ranunculus fluitans*	Vlottende waterranonkel	3	2	4	3
27	*Ranunculus peltatus*	Grote waterranonkel	3	2	4	3
28	*Ranunculus peltatus var. Heterohyllus*	Penseelbladige waterranonkel	3	2	4	3
29	*Eleogiton fluitans*	Vlottende bies	1	1	3	2
30	*Sparganium emersum*	Kleine egelskop	3	2	4	3
31	*Utricularia vulgaris*	Groot blaasjeskruid	4	1	1	1

Nr.	Soort		Categorie	Score bij abundatieklasse		
	Wetenschappelijke naam	**Nederlandse naam**		**1**	**2**	**3**
	B: Oeverplanten (n 30)					
32	*Acorus calamus*	Kalmoes	4	1	1	1
33	*Alisma gramineum*	Smalle waterweegbree	4	1	1	1
34	*Alisma lanceolatum*	Slanke waterweegbree	4	1	1	1
35	*Alisma plantago-aquatica*	Grote waterweegbree	2	1	2	1
36	*Apium nodiflorum*	Groot moerasscherm	2	1	2	1
37	*Berula erecta*	Kleine watereppe	4	1	1	1
38	*Butomes umbellatus*	Zwanenbloem	2	1	2	1
39	*Equisetum fluviatile*	Holpijp	1	1	3	2
40	*Glyceria fluitans*	Mannagras	5	1	0	0
41	*Glyceria maxima*	Liesgras	4	1	1	1
42	*Iris pseudacorus*	Gele lis	4	1	1	1
43	*Lycopus europaeus*	Wolfspoot	4	1	1	1
44	*Myosotis scorpioides*	Moerasvergeet-mij-nietje	4	1	1	1
45	*Oenanthe aquatica*	Watertorkruid	2	1	2	1
46	*Oenanthe fistulosa*	Pijptorkruid	4	1	1	1

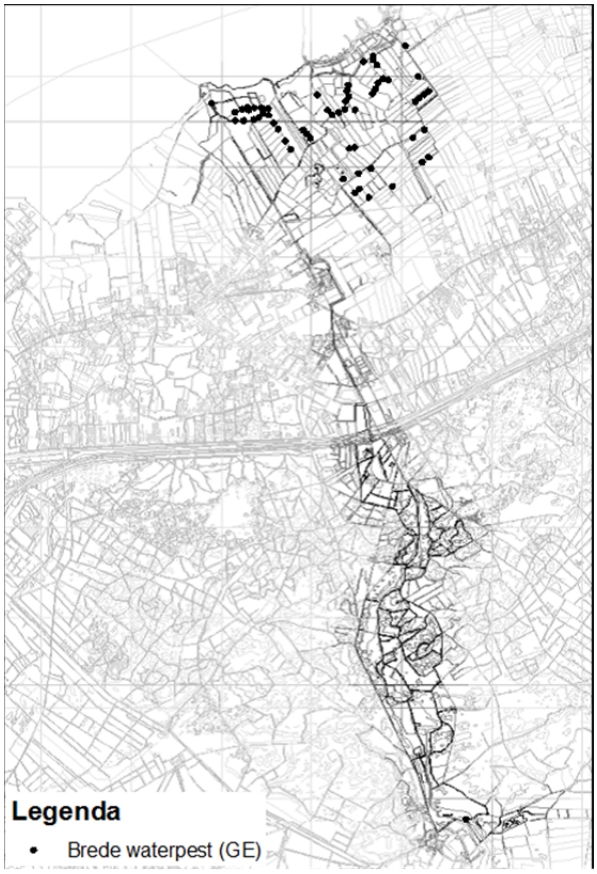
Nr.	Soort		Categorie	Score bij abundatieklasse		
	Wetenschappelijke naam	**Nederlandse naam**		**1**	**2**	**3**
	B: Oeverplanten (n 30)					
47	*Phalaris arundinacea*	Rietgras	4	1	1	1
48	*Phragmites australis*	Riet	4	1	1	1
49	*Persicaria hydropiper*	Waterpeper	2	1	2	1
50	*Ranunculus circinatus*	Stijve waterranonkel	4	1	1	1
51	*Rorippa amphibia*	Gele waterkers	4	1	1	1
52	*Rorippa microphylla*	Slanke waterkers	4	1	1	1
53	*Rorippa nasturtium-aquaticum*	Witte waterkers	2	1	2	1
54	*Rumex hydrolapathum*	Waterzuring	4	1	1	1
55	*Sagittaria sagittifolia*	Pijlkruid	2	1	2	1
56	*Sium latifolium*	Grote watereppe	4	1	1	1
57	*Sparganium erectum*	Grote egelskop	2	1	2	1
58	*Typha latifolia*	Grote lisdodde	4	1	1	1
59	*Veronica anagalis-aquatica*	Blauwe waterereprijs	2	1	2	1
60	*Veronica beccabunga*	Beekpunge	2	1	2	1
61	*Veronica catenata*	Rode waterereprijs	2	1	2	1

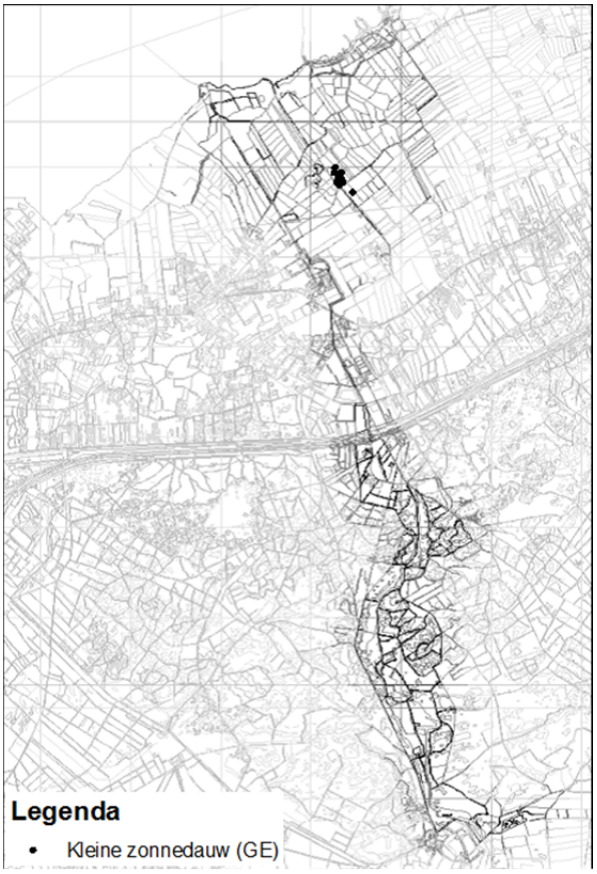
Maximale score waterplanten = 82; maximale score oeverplanten = 43. De score wordt berekend als (gerealiseerde score) / (maximale score).

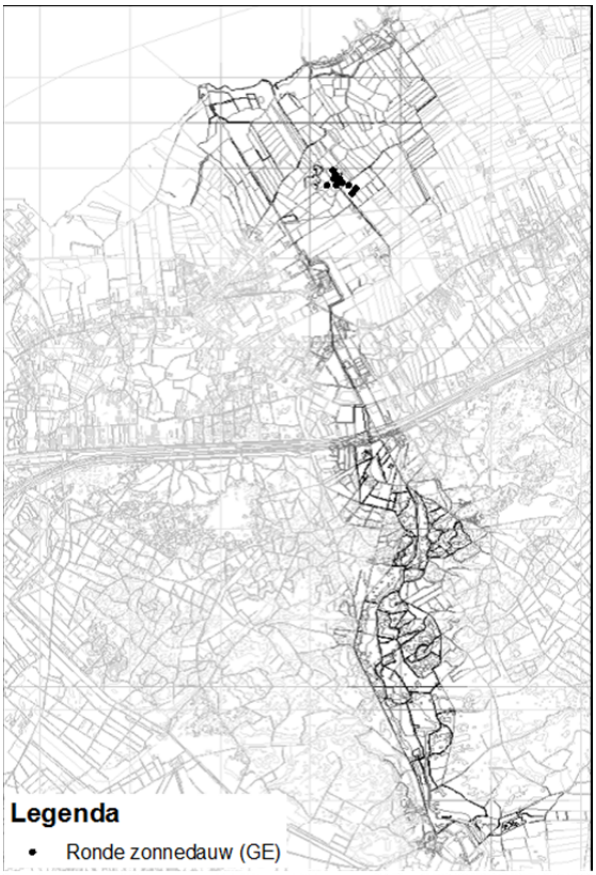
Bijlage 3 Verspreidingskaarten soorten

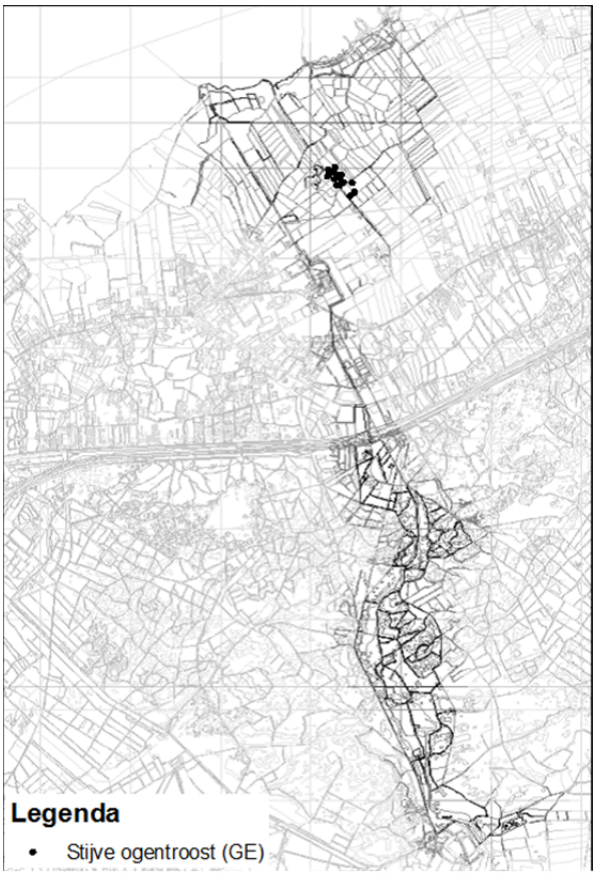
Planten Rode Lijst

(GE = gevoelig, KW = kwetsbaar, BE = bedreigd, EB = ernstig bedreigd)



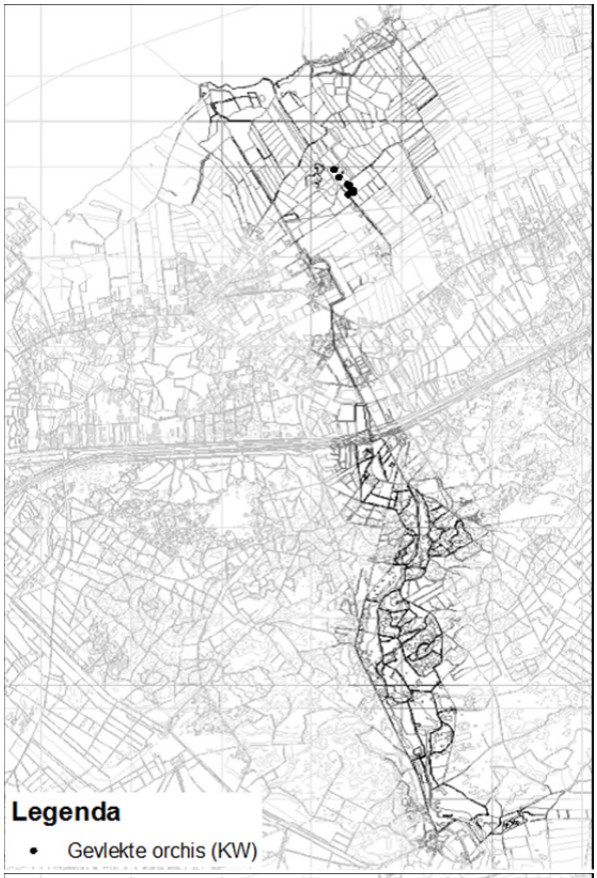


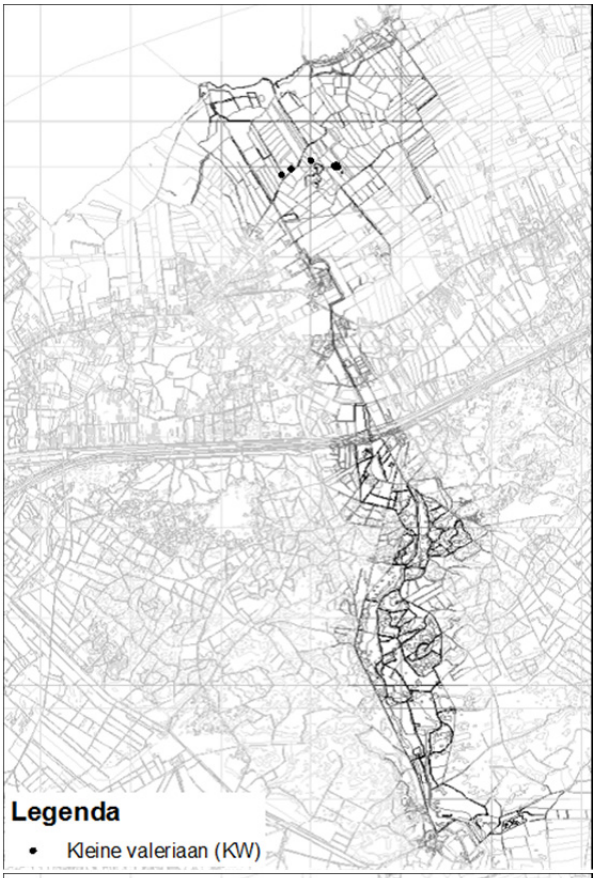

Legenda
Ronde zonnedauw (GE)


Legenda
Stijve ogentroost (GE)

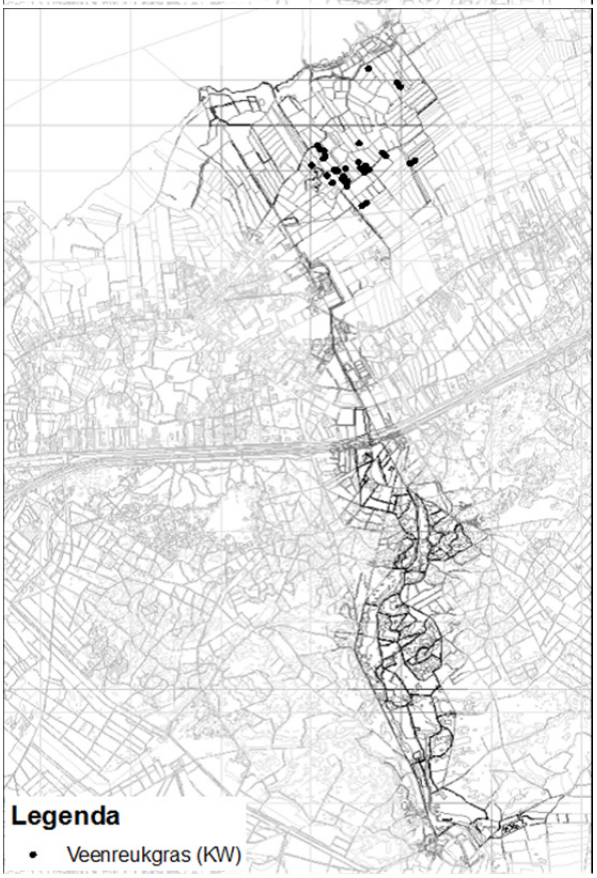
Legenda
Veldgerst (GE)

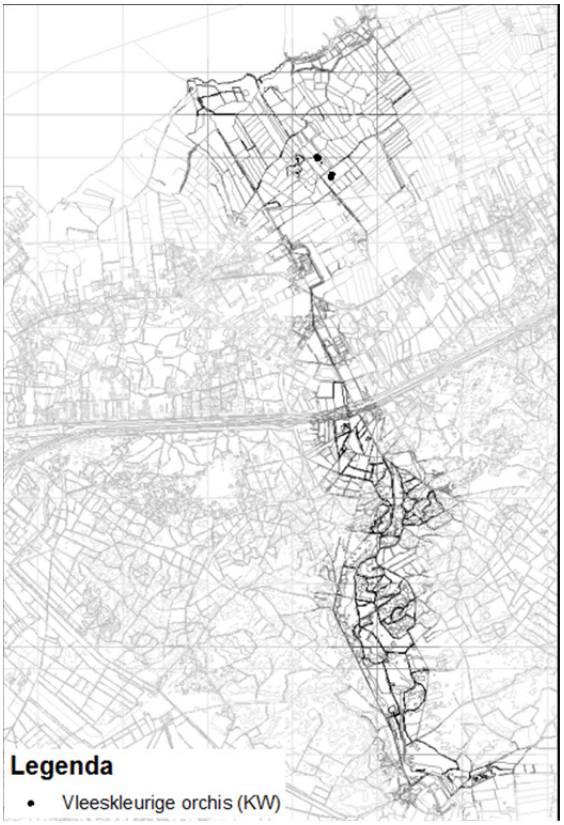
Legenda
Engels gras (KW)

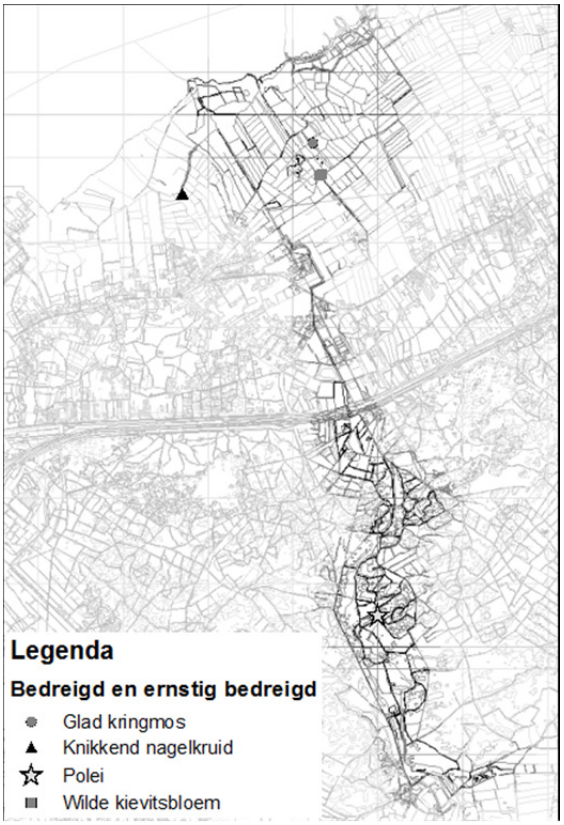

Legenda
Gevlekte orchis (KW)


Legenda
Kleine valeriaan (KW)

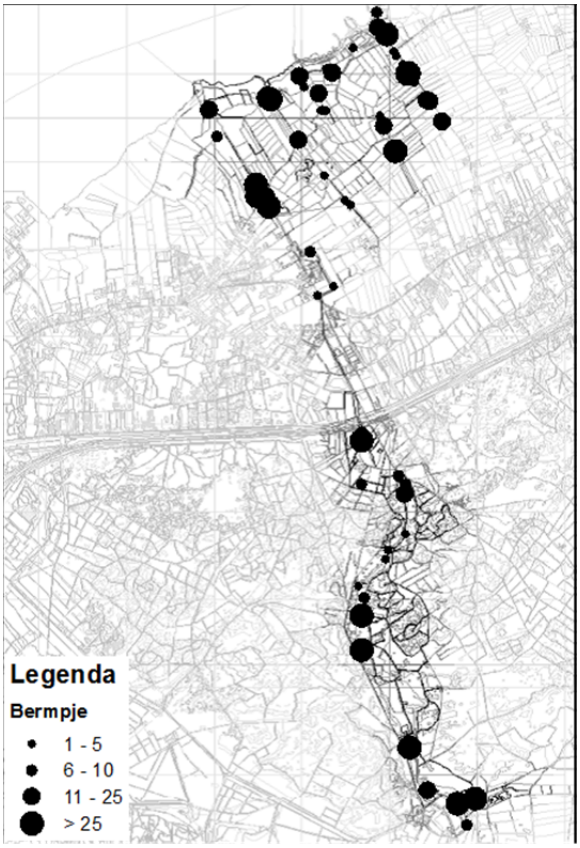
Legenda
Moeraskartelblad (KW)


Legenda
Veenreukgras (KW)

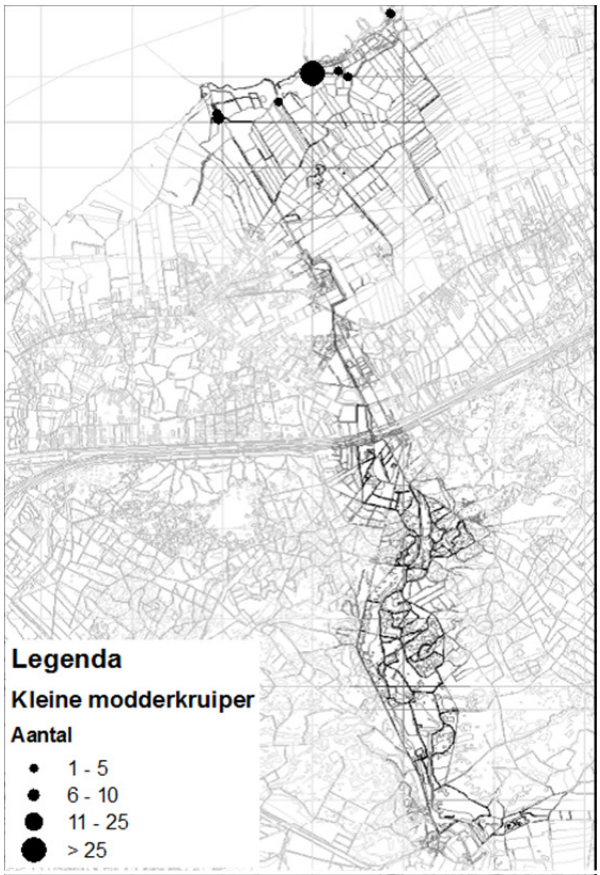

Legenda
Vleeskleurige orchis (KW)

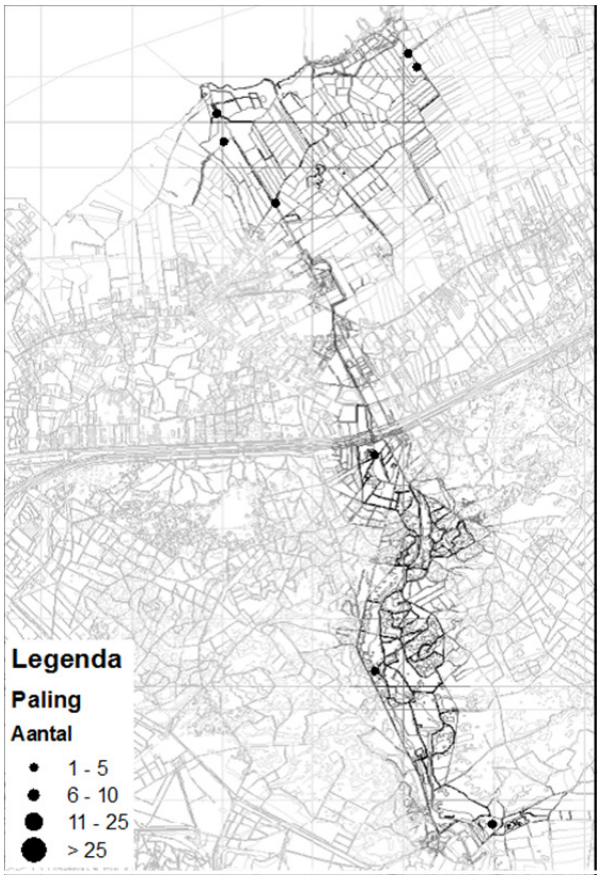

Legenda
Bedreigd en ernstig bedreigd
Glad kringmos
Knikkend nagelkruid
Polei
Wilde kievitsbloem

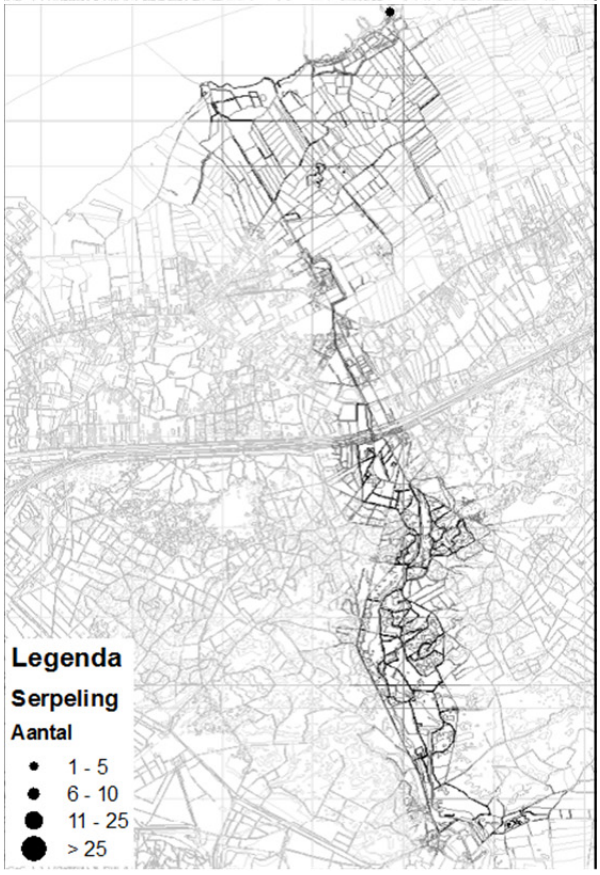
Vissen

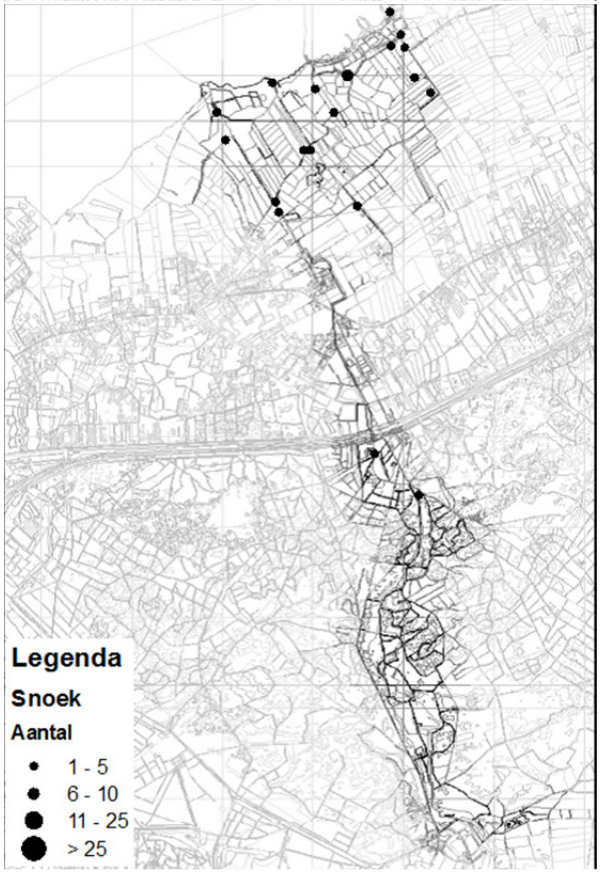

Legenda
Bermpje
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25

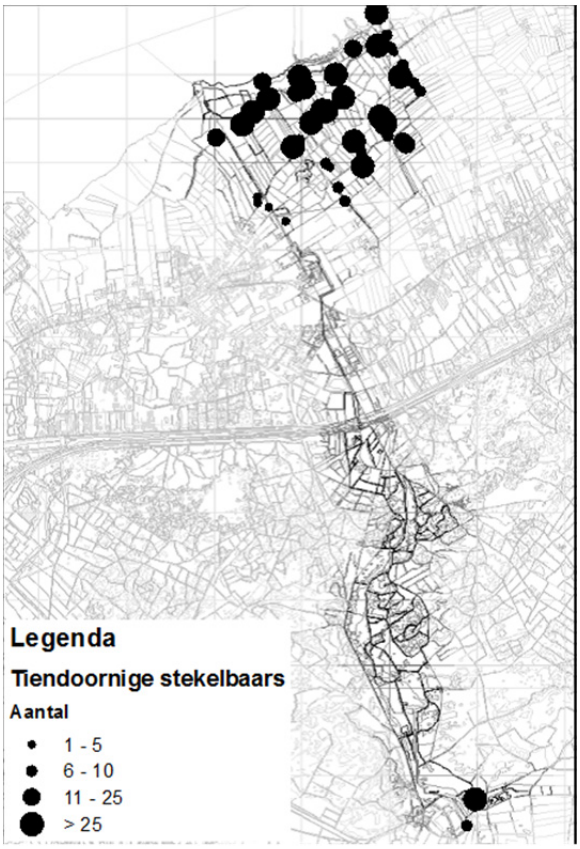
Legenda
Driedoornige stekelbaars
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25

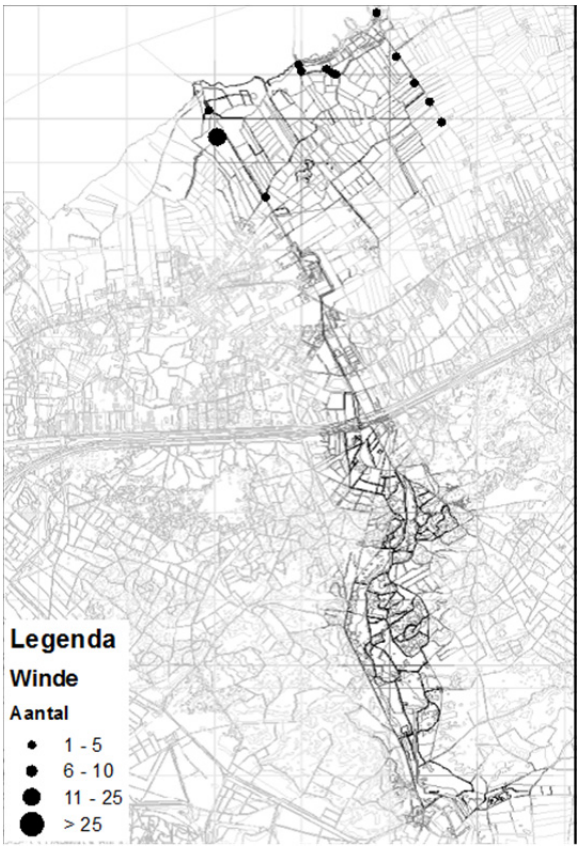

Legenda
Kleine modderkruiper
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25


Legenda
Paling
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25

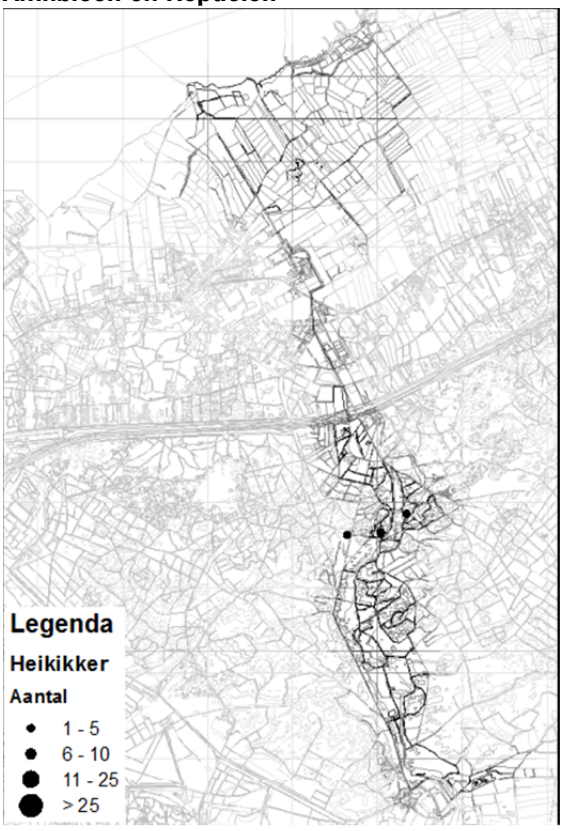

Legenda
Serpeling
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25

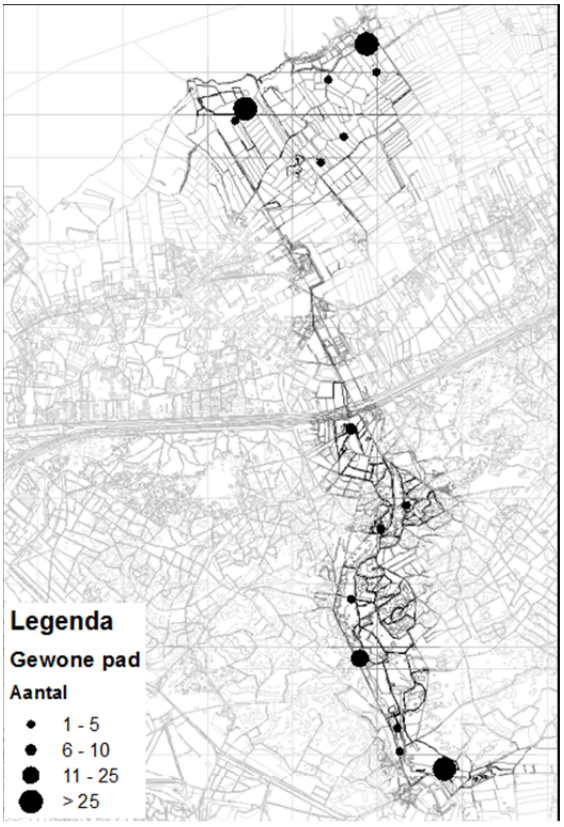

Legenda
Snoek
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25

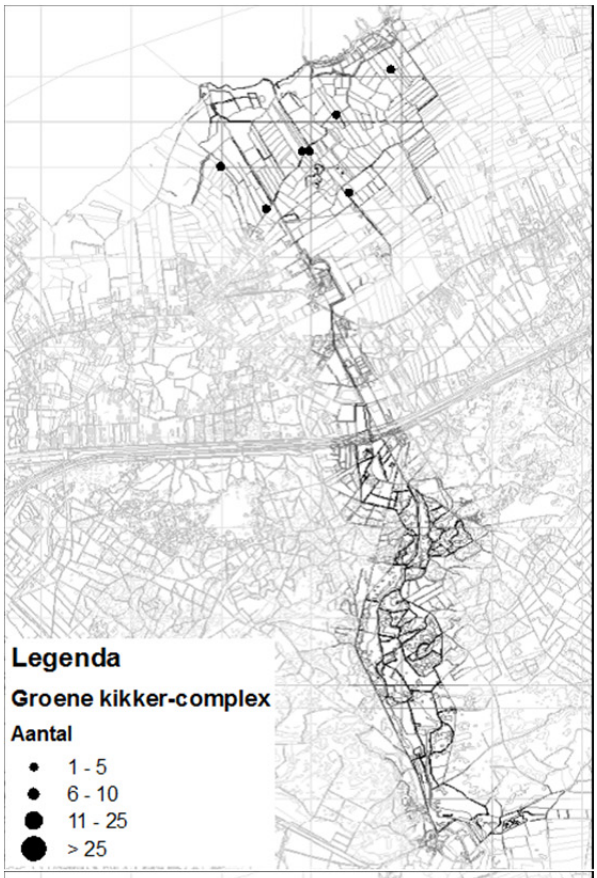


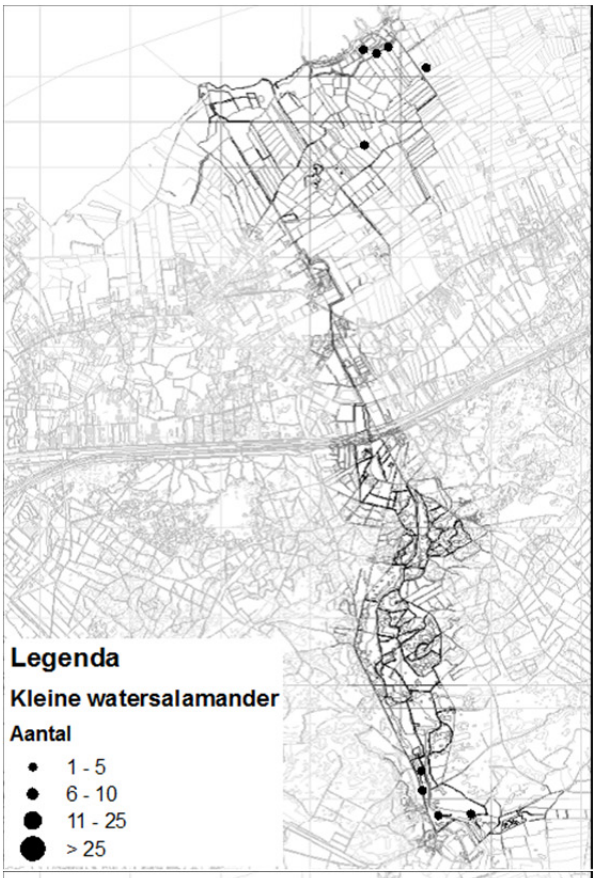


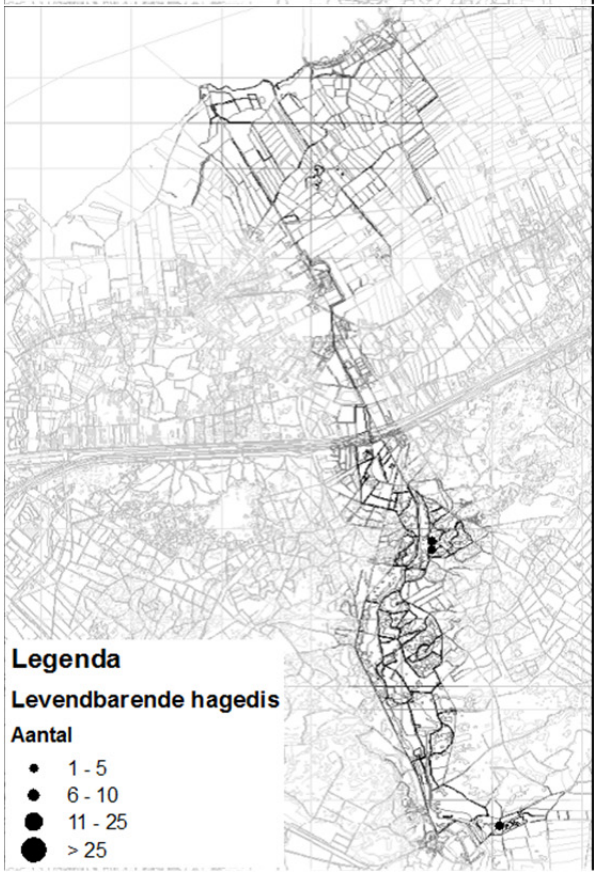
Amfibieën en Reptielen

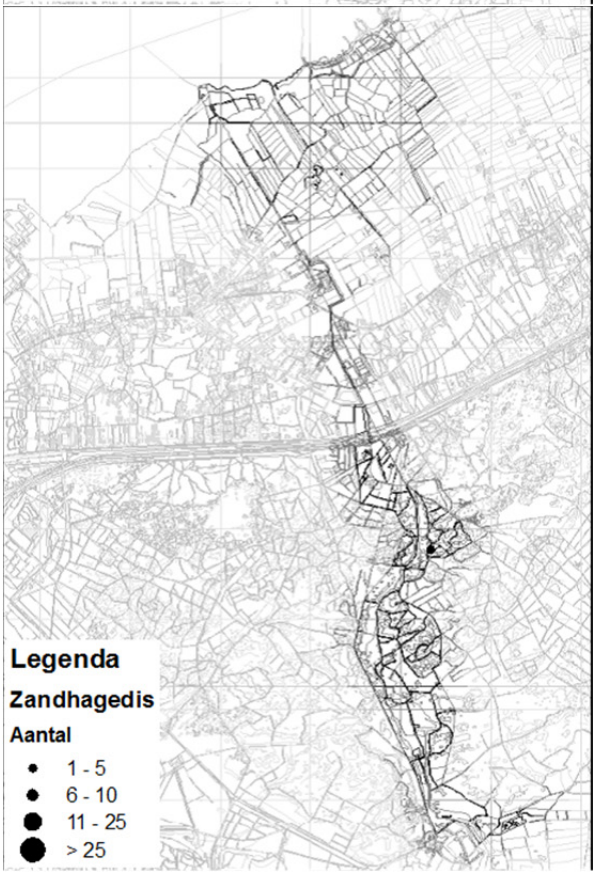





Legenda
Groene kikker-complex
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25


Legenda
Kleine watersalamander
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25


Legenda
Levendbarende hagedis
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25


Legenda
Zandhagedis
Aantal
1 - 5
6 - 10
11 - 25
> 25

Bijlage 4 Uitgangspunten archeologiebeleid

Uitgangspunten archeologiebeleid gemeente Ermelo

Uitgangspunten archeologiebeleid (incl. onderzoeksverplichting) per categorie

AWG categorie 1: wettelijk beschermd archeologisch rijksmonument. Behouden en beschermen in huidige staat; bij planvorming is besluitname door het bevoegd gezag wettelijk verplicht (bevoegd gezag is de RACM voor de archeologische monumenten).
AWG categorie 2: terreinen van hoge of zeer hoge archeologische waarde. Streven naar behoud in huidige staat; bij bodemingrepen dieper dan 30 cm -Mv is inventariserend archeologisch onderzoek verplicht.
AWG categorie 3: bekende archeologische vindplaatsen (met rondom een attentiezone van 50 of 100 m). Streven naar behoud in huidige staat; inventariserend archeologisch onderzoek is verplicht als oppervlakte van de ingreep groter is dan 100 m² én de diepte van de ingreep dieper reikt dan 30 cm -Mv.
AWG categorie 4: middeleeuwse dorpskernen. Streven naar behoud in huidige staat; inventariserend archeologisch onderzoek is verplicht als oppervlakte van de ingreep groter is dan 50 m² én de diepte van de ingreep dieper reikt dan 30 cm -Mv;
AV categorie 5: hoge archeologische verwachting. Streven naar behoud in huidige staat; inventariserend archeologisch onderzoek is verplicht als de oppervlakte van de ingreep groter is dan 100 m² én de diepte van de ingreep dieper reikt dan 30 cm -Mv;
AV categorie 6: middelmatige archeologische verwachting. streven naar behoud in huidige staat; inventariserend archeologisch onderzoek is verplicht als de oppervlakte van de ingreep groter is dan 100 m² én de diepte van de ingreep dieper reikt dan 30 cm -Mv;
AV categorie 7: lage archeologische verwachting. Geen noodzaak tot streven naar behoud in huidige staat; inventariserend archeologisch onderzoek is verplicht als de oppervlakte van de ingreep groter is dan 2.500 m² én de diepte van de ingreep dieper reikt dan 30 cm -Mv;
AV categorie 8: lage archeologische verwachting, verhoogde kans op archeologische off-site resten, mogelijk goed geconserveerd. Geen noodzaak tot streven naar behoud in huidige staat; inventariserend archeologisch onderzoek is verplicht als de oppervlakte van de ingreep groter is dan 2.500 m² én de diepte van de ingreep dieper reikt dan 30 cm -Mv;
AV categorie 9: diep vergraven gebieden en waterpartijen. Geen noodzaak tot streven naar behoud in huidige staat; geen archeologische onderzoeksverplichting.

Uitgangspunten Archeologiebeleid gemeente Harderwijk

Beleidskaart Archeologie			
Archeologische waardevolle gebieden			
		Beleid bij planontwikkeling	Beleid bij aanvragen om omgevingsvergunning
	Beschermd archeologisch rijksmonument met attentiezone van 100 meter.	Behoud in situ. Geen bodemverstorende ontwikkelingen toestaan.	Archeologisch monument: behoud en bescherming verplicht. Bij verstoring vergunning ex artikel 11 Monumentenwet vereist. Attentiezone: bij bodemingrepen dieper dan 30 cm. archeologisch vooronderzoek
	Binnenstad (binnen het beschermde stadsgezicht)	Streven naar behoud in situ. Indien behoud niet mogelijk dan een aanlegvergunning en bouwregels in bestemmingsplan opnemen.	Bij bodemingrepen dieper dan 30 cm. en groter dan 30 m² voorschriften in de vergunning opnemen.
	AMK- terreinen met attentiezones van 100 meter en attentiezone rond de Binnenstad.	Streven naar behoud in situ. Archeologisch vooronderzoek bij plangebieden groter dan 50 m²	Bij bodemingrepen dieper dan 30 cm en groter dan 50 m² archeologisch vooronderzoek.
	De stadstuinen	Streven naar behoud in situ. Archeologisch vooronderzoek bij plangebieden groter dan 50 m²	Bij bodemingrepen dieper dan 30 cm en groter dan 50 m² archeologisch vooronderzoek
Archeologische verwachtingsgebieden			
	Gebied met een hoge archeologische verwachting	Archeologisch vooronderzoek bij plangebieden groter dan 100 m²	Bij bodemingrepen dieper dan 30 cm en groter dan 100 m² archeologisch vooronderzoek
	Gebied met een middelhoge archeologische verwachting	Archeologisch vooronderzoek bij plangebieden groter dan 1000 m²	Bij bodemingrepen dieper dan 30 cm en groter dan 1000 m² archeologisch vooronderzoek
	Gebied met een lage archeologische verwachting	Archeologisch vooronderzoek bij plangebieden groter dan 5000 m²	Bij bodemingrepen dieper dan 30 cm en groter dan 5000 m² archeologisch vooronderzoek
Gebieden zonder archeologische verwachting			
	Archeologisch onderzocht en vrijgegeven	Geen archeologisch onderzoek	Geen archeologisch onderzoek
	Diep vergraven onder archeologisch niveau	Geen archeologisch onderzoek	Geen archeologisch onderzoek
	verstoord	Geen archeologisch onderzoek	Geen archeologisch onderzoek

Bijlage 5 Dimensies meanders en dwarsprofielen

De bedoeling is dat de beek uiteindelijk een morfologie aanneemt die past bij het debiet, verhang etc. De Elzenbegroeiing langs de beek en het relatief lage debiet zal de snelheid waarmee de morfologische processen plaatsvinden echter beperken. Daarom wordt voorgesteld op een aantal plaatsen de meandering in het ontwerp mee te nemen waarbij de dwarsprofielen afgestemd zijn op het debiet.

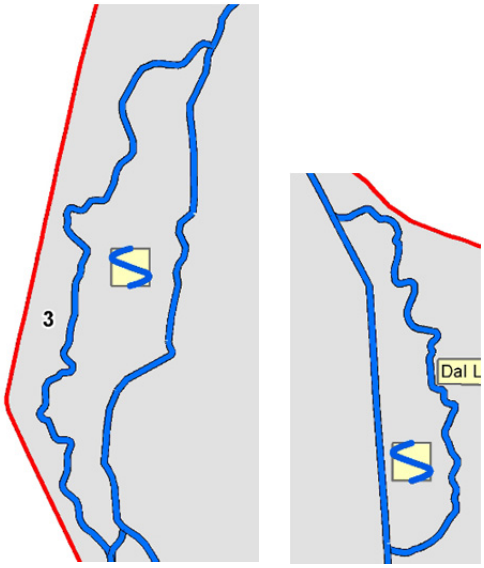
Voor delen van de Hierdense Beek waar een slenkvormige laagte wordt aangelegd of hermeandering met een inundatiezone wordt voorgesteld is een inschatting gemaakt van de dimensies van de dwarsprofielen en het meanderpatroon. Op basis van de theorie over natuurlijke beekmorfologie is een eerste inschatting gemaakt. Het meanderpatroon is vervolgens vergeleken met bestaande patronen in vrij meanderende delen in het Leuvenumse Bos en aangepast aan de beschikbare ruimte binnen de randvoorwaarden in de verschillende deelgebieden.

Meanderpatronen
Voor de meandering van natuurlijke beken en rivieren bestaat er een relatie tussen meandergolflengte (L_m) en –amplitude (A_m) en het debiet (Hobo 2006; Wolfert, Corporaal et al., 2009).
$L_m = 106\ Q_{gem}^{0,46}$
$A_m = 55\ Q_d^{0,5}$

In deze relaties geldt: L_m = meandergolflengte (m); A_m = meanderamplitude (m);
Q_{gem} = gemiddelde jaarlijkse afvoer; Q_d = dominante (d.w.z. geulvormende) afvoer.
Als dominante afvoer is in ons geval Q_{gem} aangenomen (Wolfert et al., 2009).

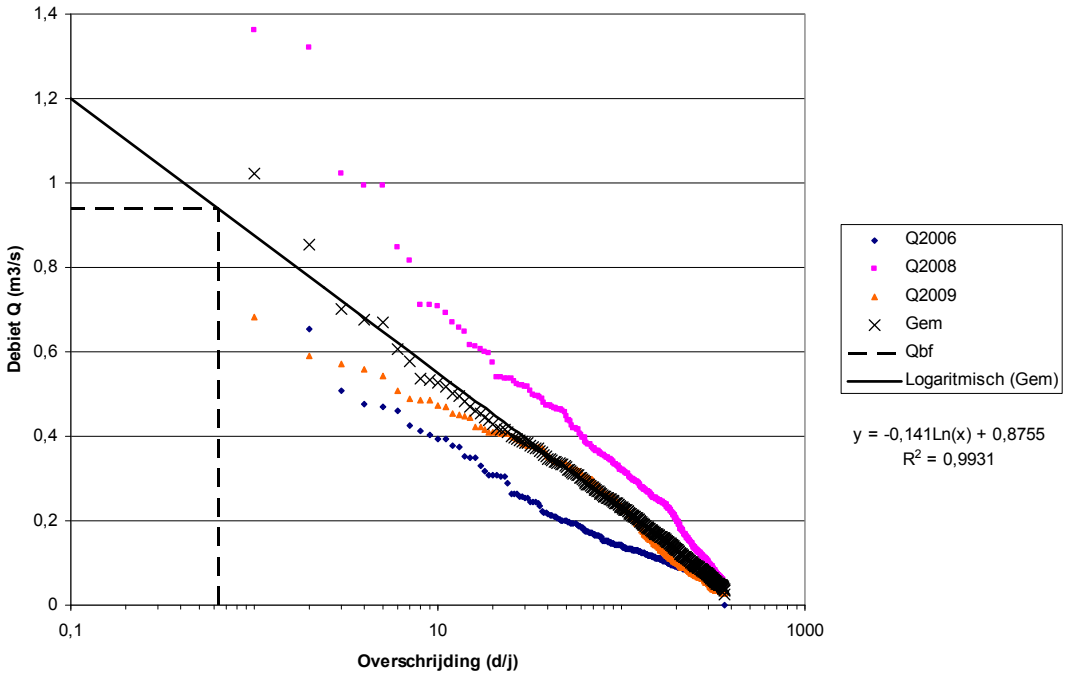
Op basis van de afvoercijfers van de Hierdense Beek ter hoogte van de A28 (bron: Waterschap Veluwe) blijkt het gemiddelde debiet 0,18 m^3/s te zijn. Daarbij hoort dan L_m = 48 m en A_m = 23 m. Wanneer voor de berekening van A_m het winterdebiet (0,2 m^3/s) genomen wordt, is de Amplitude 25 m, dat maakt dus weinig verschil. Als referentiewaarden voor deze beek kan uitgegaan worden van L_m = ca 50 m en A_m = ca 25.

In de vrij meanderende delen van de Leuvenumse Beek is het bepalen van golflengte en amplitude niet eenvoudig omdat delen ook weer rechtgetrokken zijn. Ook is er vrij veel variatie, waarschijnlijk als gevolg van natuurlijke obstakels als stuifduinen. Toch lijken de dimensies qua orde van grootte vrij goed overeen te komen met de theoretische dimensies (Figuur 73). Voor het ontwerp van meanders kan van deze dimensies uitgegaan worden, mits de ruimte beschikbaar is. Waar minder breedte beschikbaar is zal dan een kleinere amplitude en eventueel ook een kortere golflengte gehanteerd moeten worden. Ook dat komt voor binnen de natuurlijke meanders.



Figuur 73

Vergelijking meanderpatroon Leuvenumse Beek in twee meanderende tracés in het Leuvenumse Bos, met theoretische meandergolflengte en –amplitude gegeven het gemiddeld debiet (lichtgeel kader).



Figuur 74

Bepaling van Q_{bf} in de Hierdense beek uit afvoercijfers bij A28 (bron: cijfers Waterschap Veluwe).

Dimensies dwarsprofielen

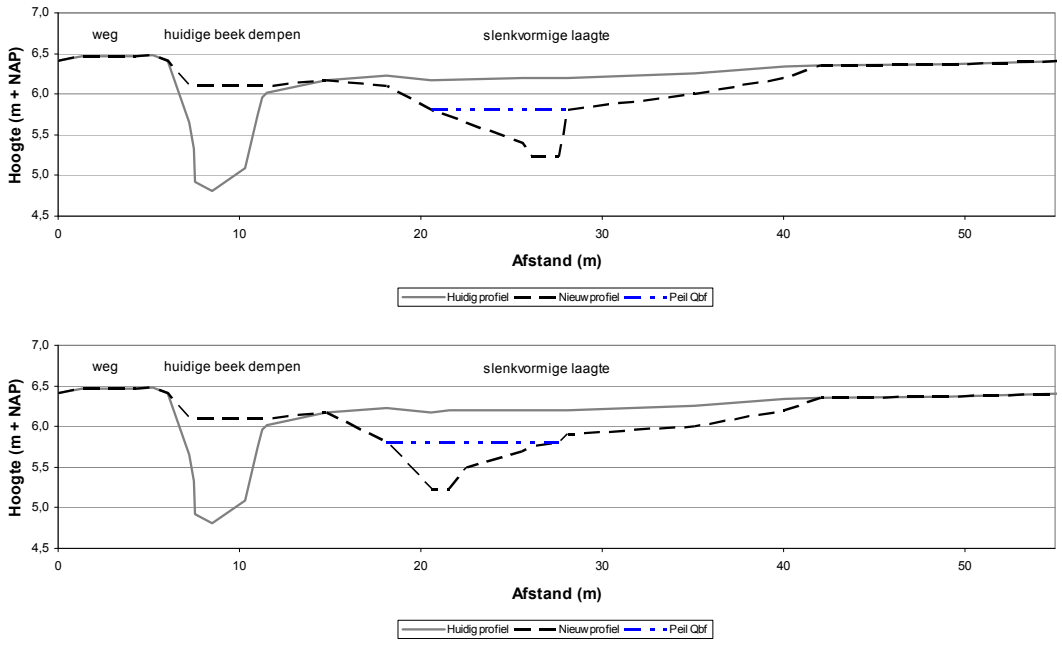
Voor het bepalen van de dimensies van nieuwe dwarsprofielen binnen slenken is uitgegaan van het natte oppervlak A dat past bij een zgn 'bankfull' of 'geulvullende' afvoer Q_{bf}. Voor natuurlijke rivieren en beken is een relatie afgeleid tussen Q_{bf} , de breedte (w) en de diepte (d) van de geul (Hobo, 2006; Knighton, 1987; Wolfert et al. 2009). Voor beken met een cohesieve oever geldt:

$w = 4\ Q_{bf}^{\ 0,5}$

$d = 0,58\ Q_{bf}^{\ 0,4}$

Q_{bf} is gedefinieerd als de afvoer die één keer per 1,58 jaar voorkomt (Dury, 1973). In figuur 1 is deze door extrapolatie bepaald uit de overschrijdingsduur van de afvoer van de Hierdense beek. Hieruit volgt dat Q_{bf} = 0,94 m^3/s. Als de nieuwe loop binnen een slenkvormige laagte voldoet aan de breedte en diepte die passen bij deze Q_{bf} zal deze onder normale omstandigheden voldoende capaciteit hebben en bij hogere afvoer dan Q_{bf} overlopen in de bredere slenkvormige laagte.

Bij Q_{bf} = 0,94 zijn de natuurlijke dimensies w = 3,88 m en d = 0,57 m (A = 2,19 m^2). Om variatie in diepte en stroomsnelheid te bevorderen moet de geul binnen de slenkvormige laagte slingerend aangelegd worden, waarbij een profiel gekozen wordt dat steil is in de buitenbochten en flauw in de binnenbochten. In figuur 2 zijn twee voorbeelden opgenomen van bruikbare profielen die afwisselend en met overgangen tussen beide moeten worden toegepast. De natte doorsnede van deze profielen bij Q_{bf} is resp. 2,24 en 2,23 m^2 en komt daarmee overeen met de oppervlakte bij een rechthoekig profiel zoals hiervoor is berekend (A = 2,19 m^2).



Figuur 75

Voorbeelden van dwarsprofielen in de slenk van deelgebied 5 waarbij binnen de slenk een meanderende geul wordt aangelegd.

Bijlage 6 Maatregelen deelgebieden

Legenda detailkaarten maatregelen deelgebieden

Deelgebied 1Rode Spreng

Slenk in Deelgebied 1

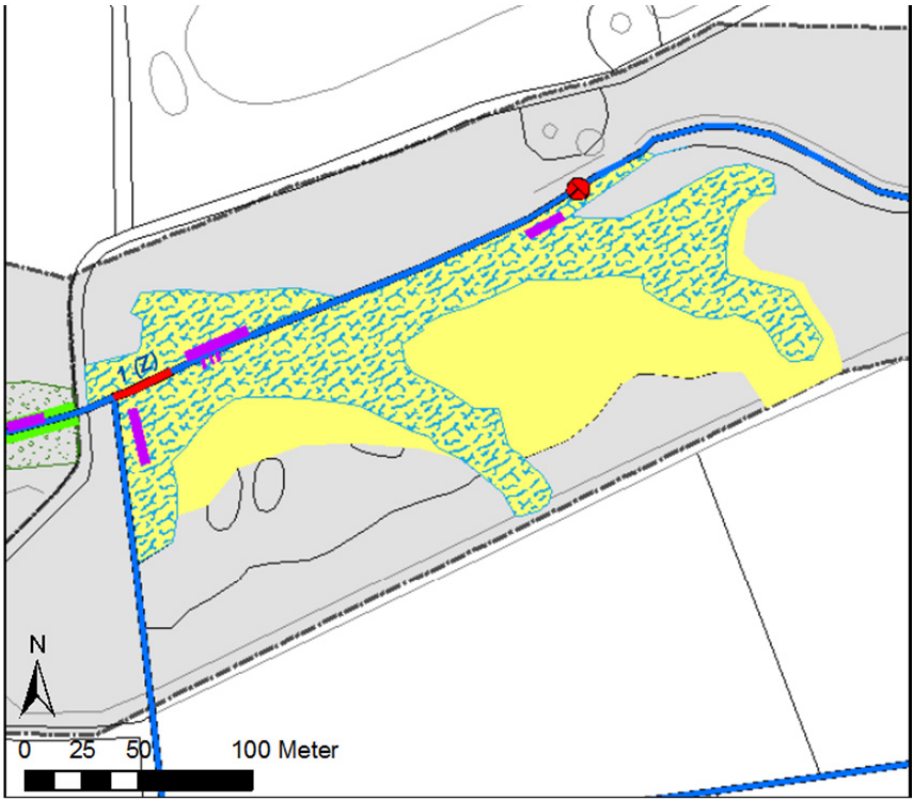
Drempel langs Grote Koloniebeek

Grote Koloniebeek (Voorgrond) en Rode Spreng (achtergrond)

Bestaande verbinding tussen Slenk en Rode Spreng

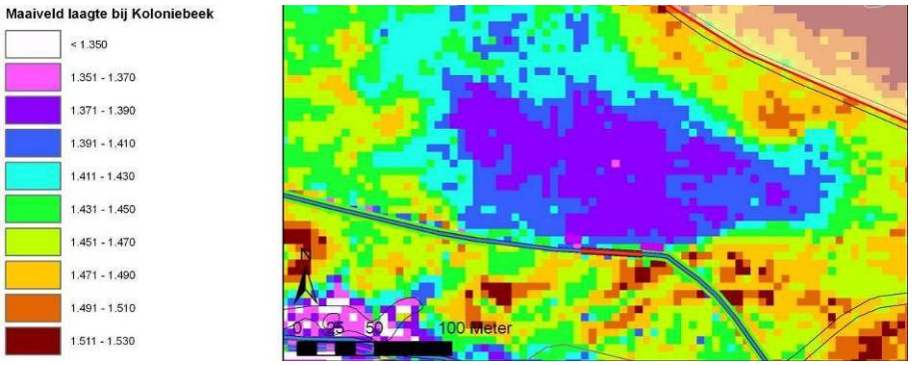
Knelpunten Verdroging terrestrische natuur	***Inrichtingsmaatregelen***
• *Niet zeker of kwel ook in maaiveld komt door stagnatie. In Rode Spreng en Slenk wel kwelsoorten aangetroffen*	• *Rode spreng aankoppelen aan de laagte door dam in Rode spreng te verwijderen en kade deels af te graven vóór slenk (18 m).*
Knelpunten Beken (KRW en HEN)	• *Ook aan noordzijde stuk kade verlagen om laagte aan te sluiten (29 m)*
• *Rode Spreng en Grote Koloniebeek zijn recht aangelegd, natuurlijke morfologie ontbreekt*	• *Rode spreng afdammen vóór de Grote Koloniebeek*
• *Drempel langs Grote Koloniebeek en dam in Rode Spreng beperken regelmatige waterafvoer en natuurlijke variatie in stroming en peilen (vrijwel stilstaand water, geen inundatiezone)*	• *Dam slenk Grote Koloniebeek verwijderen (25 m)*
• *Drempel langs Grote Koloniebeek en dam in Rode Spreng beperken migratie van vissen*	• *Deels boomopslag verwijderen, tevens in laagte noord van Rode Spreng (2,70 ha)*
Knelpunten overig	• *Door gecombineerde maatregelen uitbreiding inundatiezone/retentiezone tot 1,6 ha*
• *Ophoping blad in stilstaand water nadelig voor amfibieën*	

Door Natuurmonumenten is in september 2011 een notitie opgesteld naar aanleiding van een veldbezoek aan de Rode Spreng (Ter Stege en Ketelaar, 2011). Daarin wordt voorgesteld een ecohydrologisch onderzoek uit te voeren voordat maatregelen in dit deelgebied genomen kunnen worden.



Inrichtingsmaatregelen Deelgebied 1

Deelgebied 2 Koekoek en Achterste Gat; 2.1 Inundatiezones langs Grote koloniebeek



Laagte langs Grote Koloniebeek kan benut worden als inundatiezone waarin de beek zelf een nieuwe loop zoekt

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Door isolatie van beek te weinig ruimte voor Rivier en beekbegeleidend bos (N14.01)*
- *Te snelle afvoer water uit het gebied*
- *Bij in 90er jaren aangelegde nieuwe meander bij Ezelsbrug zijn laagtes ten noorden van Grote Koloniebeek geïsoleerd door dubbele wal*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

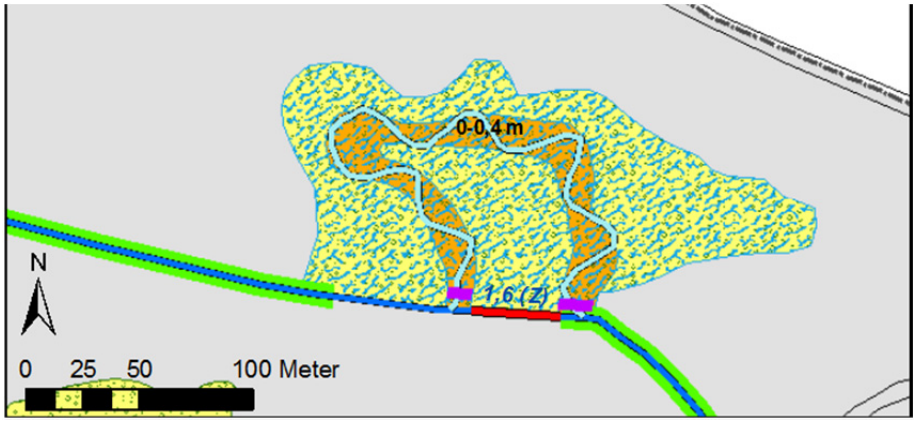
- *Beek recht gegraven, deels door oude beekdalbodem*
- *Meandering beperkt door zijdelingse weerstand oude beekdalbodem*
- *Onvoldoende variatie in stroming en peilen*
- *Beek ligt geïsoleerd van omgeving*

Knelpunten overig

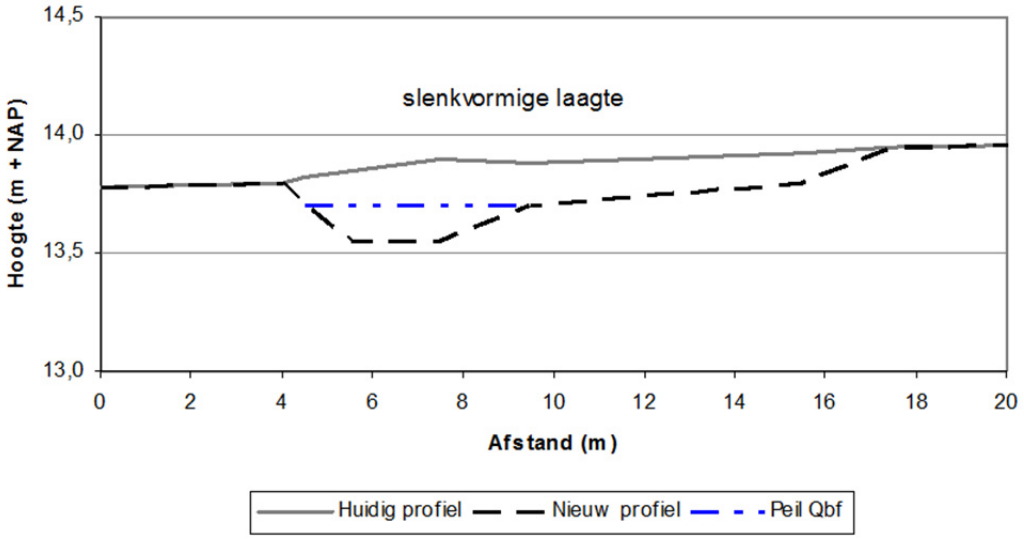
-

Inrichtingsmaatregelen

- *Op twee locaties aan noordkant van Grote Koloniebeek de kade verlagen (10 – 15m), instroom 1365 cm + NAP, uitstroom 1350 cm + NAP*
- *Tussen-openingen Grote Koloniebeek afdammen (39 m)*
- *Deel bomen verwijderen(1,77 ha)*
- *Graven slenk van 0 – 40 cm diep en 10 - 20 m breed als aanzet voor nieuwe loop (zie Figuur 76; nieuwe lengte ca 370 m). Eerst begindiepte oude beekdalbodem onderzoeken. Deze mag niet doorgraven worden!*
- *Door gecombineerde maatregelen versterken natuurlijke morfologie en variatie in stroming en peilen*
- *Creëren inundatiezone/retentiezone tot 1,77 ha*
- *Doorbreken van dubbele wal bij Ezelsbrug*



Inrichtingsmaatregelen Deelgebied 2.1



Figuur 76

Voorbeeld dwarsprofiel slenkvormige laagte. Stroomgeul wordt volgens meanderend patroon slingerend door de laagte aangelegd

Deelgebied 2 Koekoek en Achterste Gat; 2.2a Bospoel zuidkant Koekoek

Bospoel ten zuiden van De Koekoek. In het Leuvenumse bos komen meer van dergelijke poelen voor, waarvoor dezelfde inrichtingsmaatregelen worden voorgesteld

Met bladeren verstopte sloot tussen Bospoel en Koekoek

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

-

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

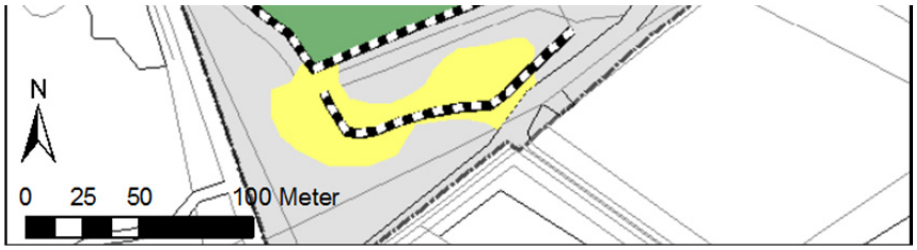
-

Knelpunten overig

- *Onvoldoende lichtinval voor amfibieën*
- *Ophoping zuur strooisel van beuken*

Inrichtingsmaatregelen

- *Bomen rondom en in poel verwijderen, behalve de berken, ook langs aangetakte sloot (0,34 ha)*
- *Poel en sloot opschonen*



Inrichtingsmaatregelen Deelgebied 2.2

Deelgebied 2 Koekoek en Achterste Gat; 2.2b Bospoel noordkant Koekoek

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

-

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

-

Knelpunten overig

- *Beekbegeleidend bos verstoord door Rododendrons en andere boomsoorten*

Inrichtingsmaatregelen

- *Rododendrons en andere boomsoorten behalve Els verwijderen*

Voor inrichting zie kaartje deelgebied 2.3

Deelgebied 2 Koekoek en Achterste Gat; 2.3 De Koekoek

Graslandperceel De Koekoek aan de zuidzijde met sloot met stagnerend neerslagwater. Vegetatie wordt gedomineerd door Pitrus

Kwelfilm in sloot aan de noordzijde van De Koekoek

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Kwel is lokaal aanwezig, maar wordt ook verdrongen door neerslaglenzen*
- *Fosfaattoestand is te hoog voor Vochtig hooiland (N10.02)*
- *Bij vernatting risico op interne eutrofiëring*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

- *Beken hebben langs grasland kunstmatig rechte loop (handhaven in verband met cultuurhistorie)*
- *Stilstaand neerslagwater door verstopte duikers in sloten langs zuidkant*
- *Bij interne eutrofiëring in grasland risico op uitspoelen fosfaat naar beken*

Knelpunten overig

- *Ophoping zuur strooisel van beuken in sloten*

Inrichtingsmaatregelen

- *Opschonen sloten en verstopte duikers aan zuidzijde (327 m)*

Inrichtingsmaatregelen Deelgebied 2.3

Deelgebied 2 Koekoek en Achterste Gat; 2.4 Achterste Gat

Achterste Gat met mogelijk oude loop door centrale deel

Stagnatie in laagte langs Achterste Gat, op te heffen door doorgangen te maken in wal op de achtergrond

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Kwel is lokaal aanwezig, maar wordt ook verdrongen door neerslaglenzen*
- *Fosfaattoestand is te hoog voor Vochtig hooiland (N10.02)*
- *Grondwaterstanden te laag voor Beekbegeleidend bos (N14.01)*
- *Bij vernatting risico op interne eutrofiëring*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

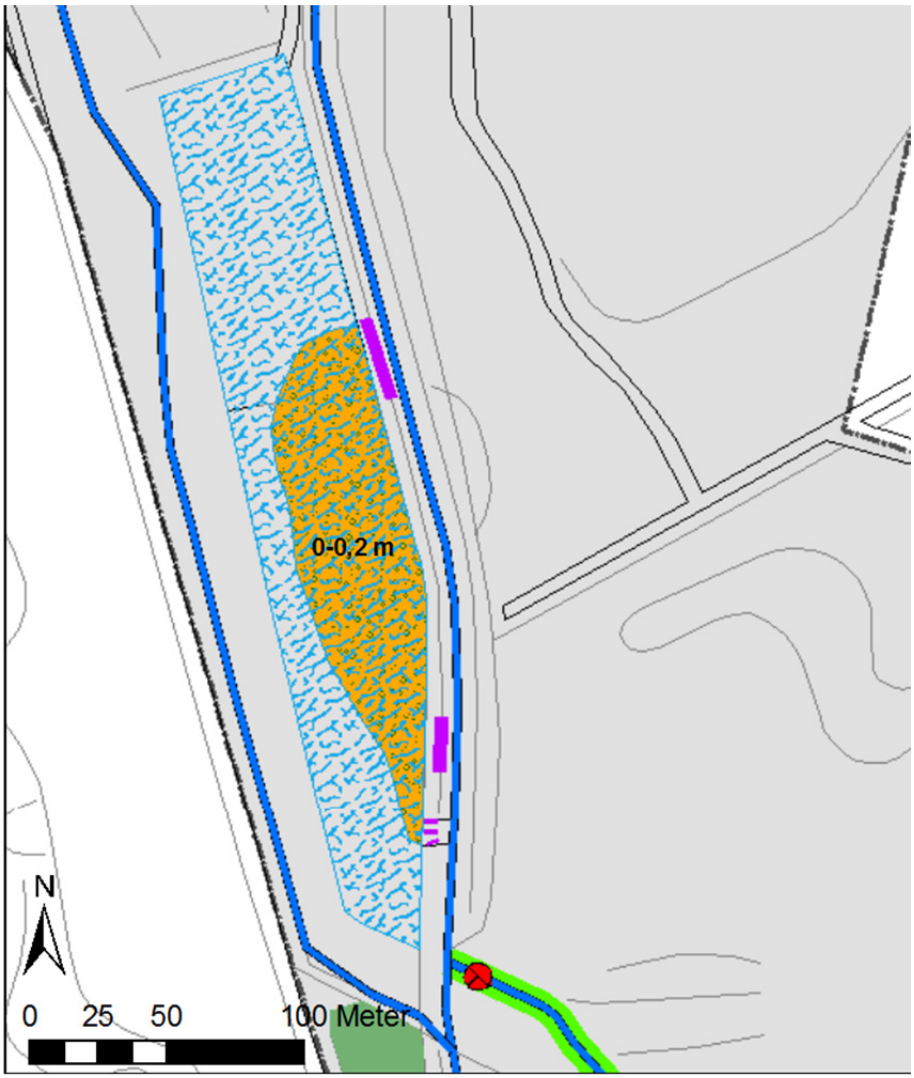
- *Beken hebben langs grasland kunstmatig rechte loop (structuur handhaven in verband met cultuurhistorie)*
- *Beken zijn door oude beekdalbodem gegraven*
- *Geen variatie in stroming en diepte*
- *Stagnerend water in laagte langs oostkant*
- *Bij interne eutrofiëring in grasland risico op uitspoelen fosfaat naar beken*
- *Geen relatie tussen beek en omgeving*

Knelpunten overig

-

Inrichtingsmaatregelen

- *Op twee locaties aan oostkant van Achterste Gat de kade verlagen (20 – 30 m), instroom 1300 cm + NAP, uitstroom 1270 cm + NAP*
- *Verlagen bestaande instroomopening in kade tot 1300 cm +NAP*
- *Slenkvormige laagte graven (0 – 20 cm, 0,59 ha) ten behoeve van inundatie zones (natuurlijke terreinlaagte volgen) Hierbij enkele afvoerloze laagtes tot 40 cm maken om voldoende langdurig open water te handhaven. In de rest van de laagte doorstroming garanderen vanwege interne eutrofiëring. Eerst begindiepte oude beekdalbodem onderzoeken. Deze mag niet doorgraven worden!*
- *Afgegraven deel laten ontwikkelen tot Elzenbroek*
- *Niet afgegraven deel spontaan laten ontwikkelen tot voedselrijk bos binnen N01.04. Vanwege fosfaat in de bodem zal dit waarschijnlijk gaan via Pitrus- en Braam fase. Aanplanten bos kan overwogen worden maar zal veel begeleiding vragen. Overigens nu al elzenopslag aanwezig. Perceel wordt al lang niet meer beheerd*
- *Door gecombineerde maatregelen versterken natuurlijke morfologie en variatie in stroming en peilen en paaigebied*
- *Uitbreiding inundatiezone/retentiezone tot 1,54 ha*



Inrichtingsmaatregelen Deelgebied 2.4

Deelgebied 2 Koekoek en Achterste Gat; 2.5 Beken

Stuwtje bij uitstroom Grote Koloniebeek in Leuvenumse Beek

Oude venige beekdalbodem

Omdat beek is ingegraven of ingesneden in oude beekdalbodem wordt meandering beperkt ('natuurlijk recht')

Af te dammen tracé richting Zandmolen

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Beken diep ingegraven of in gesneden waardoor verdroging door te sterke drainage. Beukenbos op plaatsen waar vochtiger bostypen zouden kunnen groeien*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

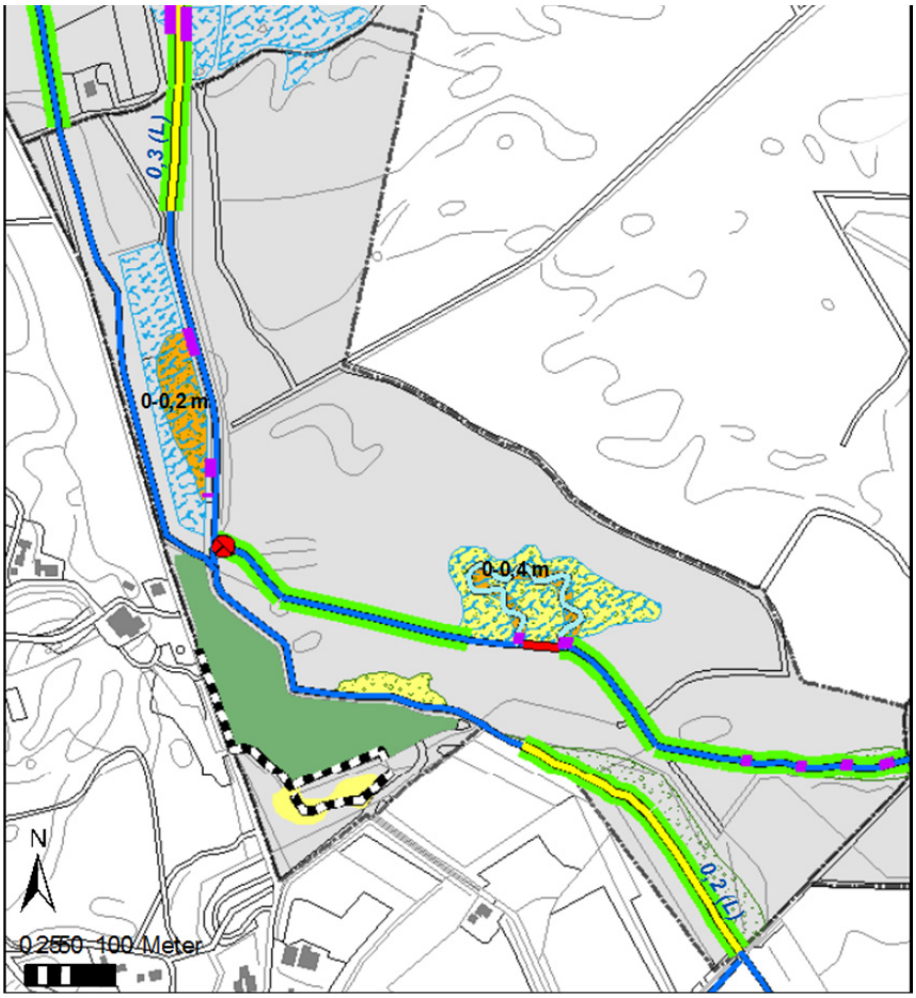
- *Beken zijn gegraven en hebben kunstmatig rechte loop (langs Koekoek en Achterste gat structuur handhaven in verband met cultuurhistorie)*
- *Beken zijn door oude beekdalbodem gegraven en worden daardoor beperkt in vrije meandering*
- *Geen variatie in stroming en diepte*
- *Stuw bij uitstroom Grote Koloniebeek vormt barrière*
- *Geen relatie tussen beek en omgeving door steile oevers en diepe ligging*
- *Door dicht beukenbos te weinig licht en zuur strooisel in de beek*

Knelpunten overig

-

Inrichtingsmaatregelen

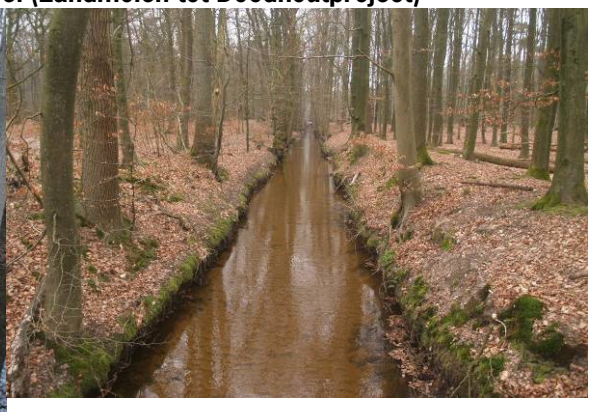
- *Maatregelen bij 2.1 en 2.4*
- *Leuvenumse Beek bovenstrooms van De Koekoek (247 m) en Benedenstrooms van Achterste Gat oostelijke tak (136 m) verondiepen met leem (20 à 30 cm) om waterpeil omhoog te brengen en zijwaartse erosie boven de oude beekdalbodem mogelijk te maken (zie Figuur 53). Deze maatregel geldt alleen voor delen van de tracés waar de oude beekdalbodem doorsneden is. De diepte en verbreiding ervan moet eerst onderzocht worden*
- *Verwijderen stuw bij uitstroom Grote Koloniebeek*
- *Omtrekken 5% van de bomen (bij voorkeur Beuk) langs te verondiepen tracés en langs Grote Koloniebeek. Kluiten in de beek laten vallen, boom op de kant. Hierdoor stimulering meandering en variatie in stroming en diepte. Door opstuwing lokaal inundatie. Maatregel gedifferentieerd uitvoeren i.v.m. mogelijke verstoring beeld, bijvoorbeeld minder op zicht locaties. Deel kan ook door ringen uitgevoerd worden*



Inrichtingsmaatregelen voor beken in Deelgebied 2 (2.5)

Deelgebied 3 Zandmolen tot A28; 3.1 Zuidelijk deel (Zandmolen tot Doodhoutproject)

Inundatie bij Zandmolen



De beek wordt in sommige trajecten gehinderd in natuurlijke meandering door bomen dicht langs de oever, een opgeworpen wal en omdat de beek door de oude beekdalbodem gegraven is. Het substraat bestaat vrijwel geheel uit zand

De 'Heinekendam' stuurt het water door de westelijke tak. Bij piekafvoer kan een deel naar Grote Water afstromen. In de praktijk gebeurt dit ook reeds door inundaties op een aantal plaatsen vanuit de oostelijke tak tussen Zandmolen en Grote Water

Meander in Leuvenumse beek ter hoogte van bosreservaat De Stille Eenzaamheid met zandafzetting in de buitenbocht. Daar is ook het beukenblad weggespoeld. In de beek is de variatie van substraat zichtbaar in donkere en lichte kleuren

Grindbodem in omgeving van bosreservaat en Grote Water waar grofzandige smeltwaterafzettingen ondiep voorkomen

Dood hout in de beek bevordert (micro)meandering en bevordert verschillen in stroomsnelheid en substraat. Dit wordt onderzocht in het STOWA dood hout project

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Beken diep ingegraven of ingesneden waardoor verdroging door te sterke drainage. Beukenbos op plaatsen waar vochtiger bostypen zouden kunnen groeien*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

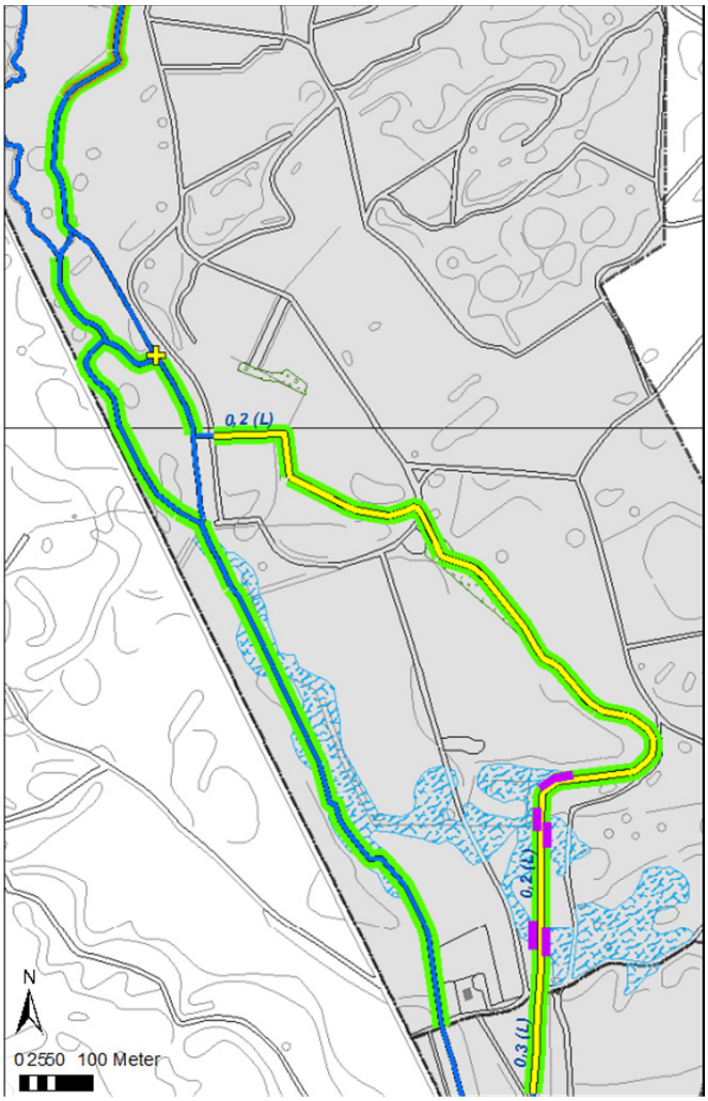
- *Beken zijn deels gegraven en hebben kunstmatig rechte loop*
- *Beken zijn in zuidelijke helft, ongeveer tot Grote Water, door oude beekdalbodem gegraven en worden daardoor beperkt in vrije meandering*
- *Op rechte stukken geen variatie in stroming en diepte*
- *Meestal geen relatie tussen beek en omgeving door steile oevers en diepe ligging*
- *Door dicht beukenbos te weinig licht en zuur strooisel in de beek*

Knelpunten overig

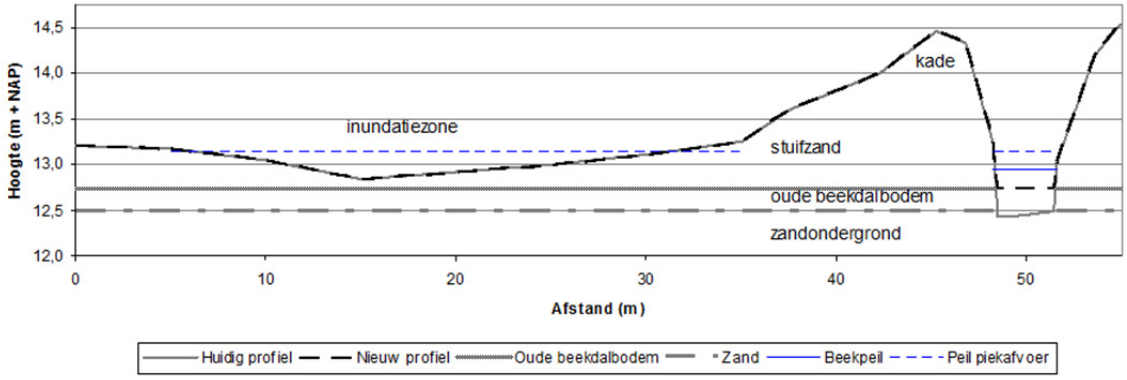
-

Inrichtingsmaatregelen

- *Oostelijke tak Leuvenumse Beek bovenstrooms van Grote Water (1282 m) verondiepen met leem (20 à 30 cm) om waterpeil omhoog te brengen en zijwaartse erosie boven de oude beekdalbodem mogelijk te maken. Deze maatregel geldt alleen voor delen van de tracés waar de oude beekdalbodem doorsneden is. De diepte en verbreiding ervan moet eerst onderzocht worden*
- *Op ca. vijf locaties in oostelijke tak kade verlagen (tot ca. 1300 cm + NAP over 30 à 40 m) zodat natuurlijke laagten in het bos geïnundeerd kunnen worden. Tussen oostelijke en westelijke tak zou zo een natuurlijke verbinding kunnen ontstaan. NB: Op enkele locaties is de drempel al verlaagd door afgraven of weggespoeld bij piekafvoeren. Kansrijke locaties voor aanvullende verlagingen moeten door aanvullend veldwerk vastgesteld worden. De locaties op de kaart zijn indicatief. Ter hoogte van Bosreservaat Stille eenzaamheid is al een spontane doorbraak ontstaan vanuit de westelijke naar de oostelijke tak, waarbij de oostelijke tak is drooggevallen. Vanuit de oostelijke tak functioneert al een verlaagde drempel waarbij piekafvoeren in het Grote Water uitstromen (retentie). Onderzocht kan worden of dit geoptimaliseerd kan worden.*
- *Door vorige maatregel creëren inundatiezone/retentiezones van in totaal ca. 6 ha*
- *Omtrekken 5% van de bomen (bij voorkeur Beuk) langs te handhaven tracés, inclusief westelijk tracé vanaf Zandmolen (ca 3000 m). Kluiten in de beek laten vallen, boom op de kant. Hierdoor stimulering meandering en variatie in stroming en diepte. Door opstuwing lokaal inundatie. Maatregel gedifferentieerd uitvoeren i.v.m. mogelijke verstoring beeld, bijvoorbeeld minder op zicht locaties. Deel kan ook door ringen uitgevoerd worden*
- *Regelbare duiker ter hoogte van Grote Water afsluiten*



Inrichtingsmaatregelen voor het zuidelijk deel van Deelgebied 3 (3.1)



Figuur 77

Aanpassing dwarsprofiel en inundatiezone oostelijke zijtak ter hoogte van Zandmolen (dwp 18_00680-00700_A3; locatie: zie kaart deelgebied 3.1; hoogtes 0 tot 35 m van AHN, 35 – 60 m waterpassing Waterschap Veluwe; diepte geologische pakketten geschat op basis waarnemingen in beek). Door beekbodem met leem op niveau van oude beekdalbodem (kleiig veen) te brengen wordt meandering in stuifzand mogelijk gemaakt natuurlijke beekmorfologie met bijbehorende variatie in stroomsnelheid en waterdiepte verkregen. Door stroomopwaarts de kade te verlagen tot 13 m + NAP kan laagte aan westkant benut worden als inundatiezone.

Deelgebied 3 Zandmolen tot A28; 3.2 Noordelijk deel (Doodhoutproject tot A28)

Erosie bij Stenen duiker

Huidige loop kruist oude meander bij Stenen duiker. In deze omgeving komen meerdere oude meanders voor die mogelijk aangekoppeld kunnen worden. Haalbaarheid zou in een veldstudie kunnen worden beoordeeld

Opstuwing vóór dam Hierderweg. Langs hele beek veel schaduw van bomen en zuur (beuken) strooisel in het water

Regelbare duiker onder dam Hierderweg

Af te koppelen recht tracé voorbij dam (Westelijk tracé)

Meandering in oostelijk tracé voorbij dam

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Beken diep ingegraven of ingesneden waardoor verdroging door te sterke drainage. Beukenbos op plaatsen waar vochtiger bostypen zouden kunnen groeien*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

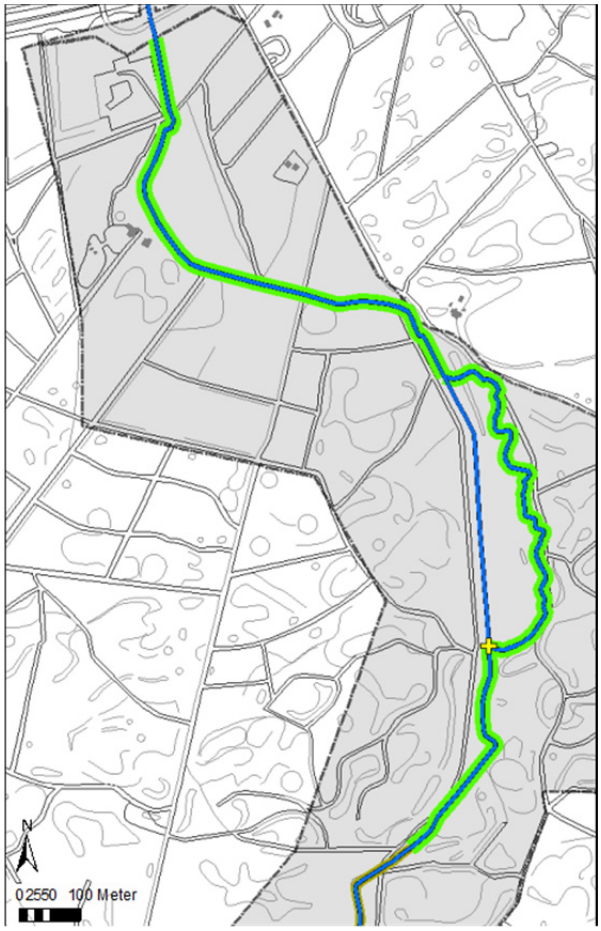
- *Beken zijn deels gegraven en hebben kunstmatig rechte loop. Oude meanders zijn deels herkenbaar in het veld en op AHN*
- *Op rechte stukken geen variatie in stroming en diepte*
- *Meestal geen relatie tussen beek en omgeving door steile oevers en diepe ligging*
- *Door dicht beukenbos te weinig licht en zuur strooisel in de beek*

Knelpunten overig

- *Bij piekafvoeren zijn in het verleden problemen ontstaan door inundatie Hierdense weg. Hiervoor zijn noodvoorzieningen getroffen in de vorm van een omleiding en dammetjes*

Inrichtingsmaatregelen

- *Regelbare duiker in dam bij Hierdense Weg afsluiten*
- *Omtrekken 5% van de bomen (bij voorkeur Beuk) langs te handhaven tracés, inclusief westelijk tracé vanaf Zandmolen (ca 1960 m). Kluiten in de beek laten vallen, boom op de kant. Hierdoor stimulering meandering en variatie in stroming en diepte. Door opstuwing lokaal inundatie. Maatregel gedifferentieerd uitvoeren ivm mogelijke verstoring beeld, bijvoorbeeld minder op zicht locaties. Deel kan ook door ringen uitgevoerd worden*
- *Onderzoeken of oude meanders ten zuiden van Stenen duiker hersteld kunnen worden*



Inrichtingsmaatregelen voor het noordelijk deel van Deelgebied 3 (3.2).

Deelgebied 4 A28

De voor dit deelgebied voorgestelde maatregelen zijn te duur voor uitvoering binnen dit project maar worden wel sterk aanbevolen om in een latere fase alsnog uit te voeren. Het deelgebied vormt vooral een barrière voor oever-gebonden fauna.

Smalle duiker bij snelweg A28

Rechte betonconstructie tussen oprit viaduct en snelweg

Tussen oprit viaduct en spoorlijn takt rechts de Zilverbeek af. Op de linkeroever bevindt zich een duiker onder spoorweg als faunapassage (niet zichtbaar op foto). Deze functioneert niet en is overgroeid met bramen

Vistrap onder spoorlijn

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur	***Inrichtingsmaatregelen (niet binnen dit project maar aanbevolen voor latere fase)***
•	• *Betonnen oeverconstructie tussen opritten en snelweg verwijderen en aanleg natuurlijke oever door afgraven strook van 10 tot 15 m breed aan weerszijden (0,137 ha). Maaiveldverlaging 0 – 1,5 m. Huidige bodem bevindt zich 1,8 m onder maaiveld*
Knelpunten Beken (KRW en HEN)	• *Duikers onder snelweg en spoor overdimensioneren zodat aan weerszijden van de beek een oever van vier meter aanwezig is voor verhoging connectiviteit oevergebonden fauna. (Huidige buis onder spoor functioneert niet). Eventueel in latere fase uitvoeren in combinatie met onderhoud of aanpassing snelweg en spoorlijn. Nader onderzocht moet worden hoe voorkomen wordt dat zwijnen de passage gebruiken om naar het landbouwgebied en de dorpen ten noorden van de snelweg trekken*
• *Door betonconstructies geen natuurlijke morfologie*	
• *Stroomsnelheid voor vistrap te laag, daarna te hoog volgens KRW/HEN doelen, wel passeerbaar voor vis*	
• *Geen relatie met omliggend landschap*	
Knelpunten overig	
• *Barrière voor amfibieën en kleine tot middelgrote zoogdieren zoals Egel, Ree, Otter en Bever*	
• *Faunapassage onder spoorlijn functioneert niet*	

Deelgebied 5 Hof van Hulshorst

Rechte beek tussen Hierdense weg en weiland, vastgelegd met beschoeiing en stortsteen

Stortsteen langs oever

Beschoeiing langs beekoever

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Grasland te droog voor Elzenbroekbos*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

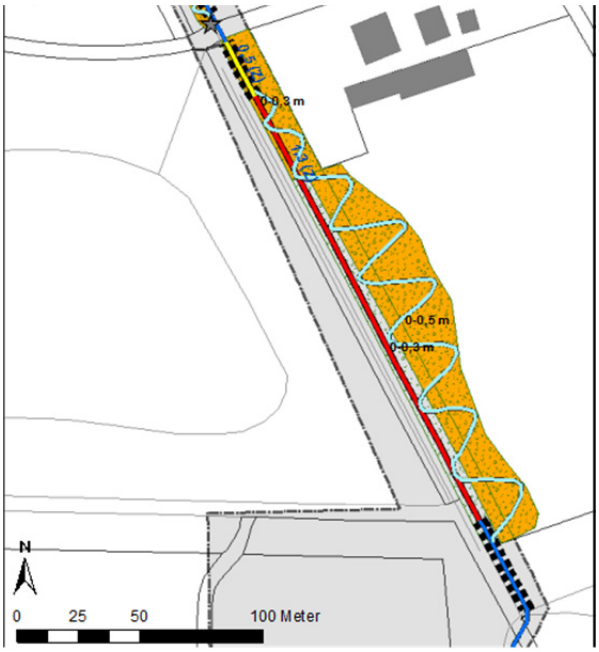
- *Ten noorden van Hof van Hulshorst rechte sloot langs Hierdense weg, vastgelegd met beschoeiing en stortsteen*
- *Door opstuwing bij Hessenweg te lage stroomsnelheid, na stuw te hoog volgens KRW/HEN doelen, wel passeerbaar voor vis. idem voor cascade bij Watervalweg*
- *Door rechte loop langs weg en beschoeiing beperkte relatie met omliggend landschap*

Knelpunten overig

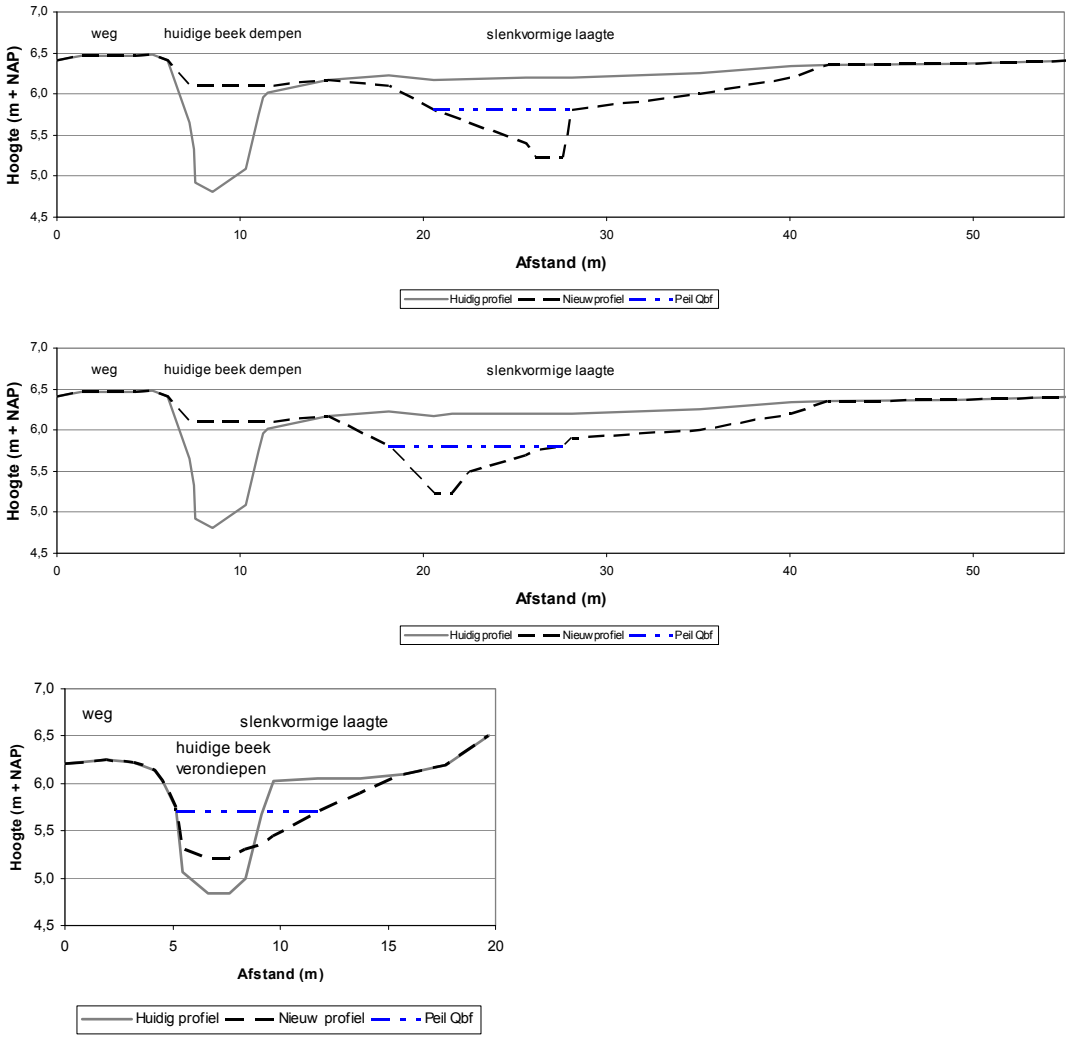
- *Passage onder Watervalweg is barrière voor oevergebonden fauna waarbij route over de weg gekozen wordt met groot risico op aanrijdingen*

Inrichtingsmaatregelen

- *Hermeandering beek in weiland oostzijde beek ca. 25 m (valt wel buiten huidige gebiedsbegrenzing project). Hiervoor deel graslandperceel 0 tot 50 cm afgraven waarbij een slenkvormige laagte ontstaat waardoor de beek kan stromen (0,43 ha). Bestaande beekloop dempen (zie Figuur 78)*
- *Ontwikkelingen van beekbegeleidend(elzen)bos met gefaseerd hakhout beheer in deze slenkvormige laagte (tevens aanpassing ambitiekaart)*
- *Verwijdering stortsteen in de oever*
- *Laatste deel voor Watervalweg verondiepen*
- *Weg ontsnipperen voor oevergebondenfauna door aanpassen passage onder weg en het plaatsen van schermen (moet nog uitgewerkt worden)*



Inrichtingsmaatregelen voor Deelgebied 5.



Figuur 78

Aanpassing dwarsprofielen in deelgebied 5 (dwp 18-0_000795-000796_DP3 boven en midden, 18-0_000795-000796_DP4 onder. Locatie: zie kaart deelgebied 5; hoogtes waterpassing Waterschap Veluwe, aangevuld met AHN). Langs weiland wordt beek gedempt. In weiland vervangen door slenkvormige laagte met smalle geul. Geul wordt als nieuwe meander aangelegd, waarbij het laagste punt in de buitenbochten ligt (profiel, boven en midden als voorbeeld). Geleidelijke afname van de bodemdiepte en verlengde loop dor smal profiel tot Watervalweg om opstuwing en te lage stroomsnelheden te voorkomen.

Deelgebied 6 Hessenweg

Fietspad over de Hessenweg

Afgezette Elzen langs de camping

Hoge stroomsnelheid bij cascade op oude molenplaats. Op de achtergrond de passage onder de Watervalweg (zie deelgebied 5)

Beschoeiing langs rechte beek

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

-

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

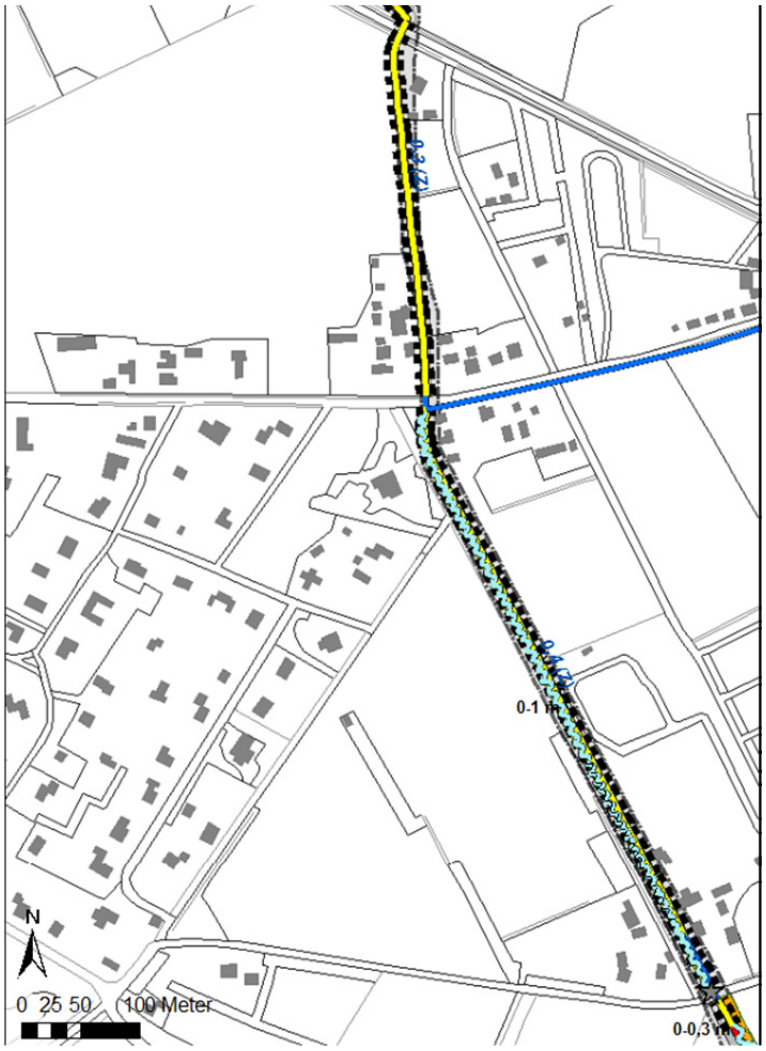
- *Rechte sloot langs Hessenweg, vastgelegd met beschoeiing en stortsteen. Langs camping diverse trapjes en andere bouwsels*
- *Door opstuwing voor instroom Zilverbeekje te lage stroomsnelheid, na cascade te hoog volgens KRW/HEN doelen, wel passeerbaar voor vis*
- *Door rechte en diepe loop langs Hessenweg en beschoeiing beperkte relatie met omliggend landschap*
- *Elzen langs beek zijn gekapt, waardoor teveel licht in de beek komt*

Knelpunten overig

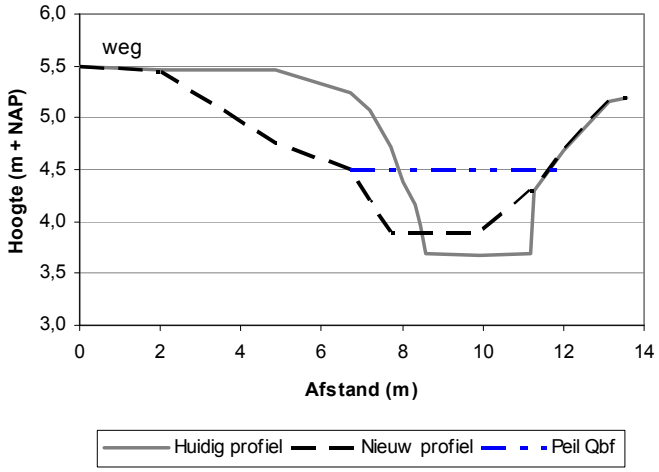
- *Hoge steile oevers vormen barrière voor oevergebonden fauna*

Inrichtingsmaatregelen

- *Hermeandering (micro-meandering) beek en ontwikkeling van een oever- en inundatie zone van twee maal drie meter aan weerszijden van de beek. Hiervoor een strook van ca. 6 m tussen Watervalweg en uitstroom Zilverbeekje (Broeksteeg) 0 – 1 m afgraven (ca. 550 m, 0,33 ha). Fietspad van 2 m handhaven (Figuur 79). Op locaties van waardevolle eiken tussen beek en Hessenweg smaller profiel maken. Indien mogelijk compenseren aan de kant van de camping*
- *Verondieping van de beek benedenstrooms van de cascade 40 cm, over ca. 450 m. Geleidelijk toenemend vanaf cascade. Hierdoor afname stroomsnelheid bij cascade*
- *Alle varianten van oeverbeschoeiing verwijderen en ook bouwwerken zoals trapjes naar de beek maar vanuit de camping meer naar de beek toeleven met ecoparkachtige' inrichting*
- *Ontwikkeling van beekbegeleidend elzenbroekbos aan weerszijden van de beek met gefaseerd hakhout beheer. Door bloksgewijze aanplant meandering stimuleren*



Inrichtingsmaatregelen voor Deelgebied 6. Hermeandering (micromeandering) is indicatief aangegeven. Verloop wordt bij uitvoering bepaald



Figuur 79

Aanpassing dwarsprofielen in deelgebied 6 (dwp 18-0_000796-000820_DP2 locatie: zie kaart deelgebied 6; hoogtes waterpassing Waterschap Veluwe).

Deelgebied 7 Landgoed De Essenburgh

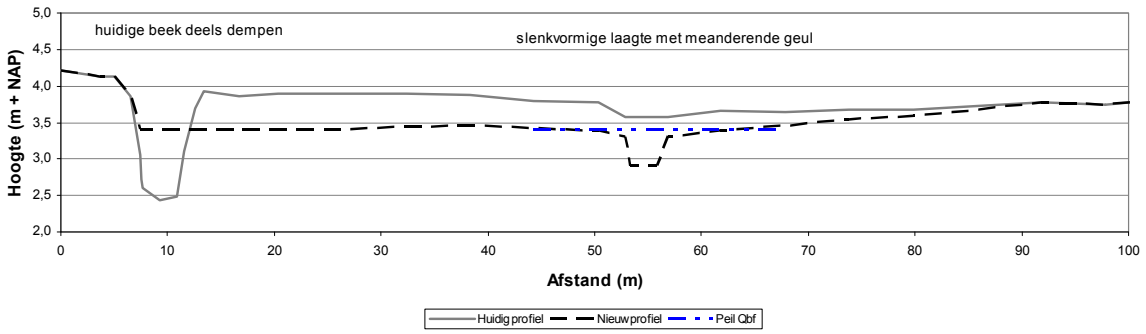
Omleiding Hierdense Beek in zuidelijk deel Landgoed De Essenburgh

Kwelverschijnselen in zijsloot

Langs zuidrand ligt de beek kaarsrecht tussen weg en landgoed, vastgelegd met beschoeiing

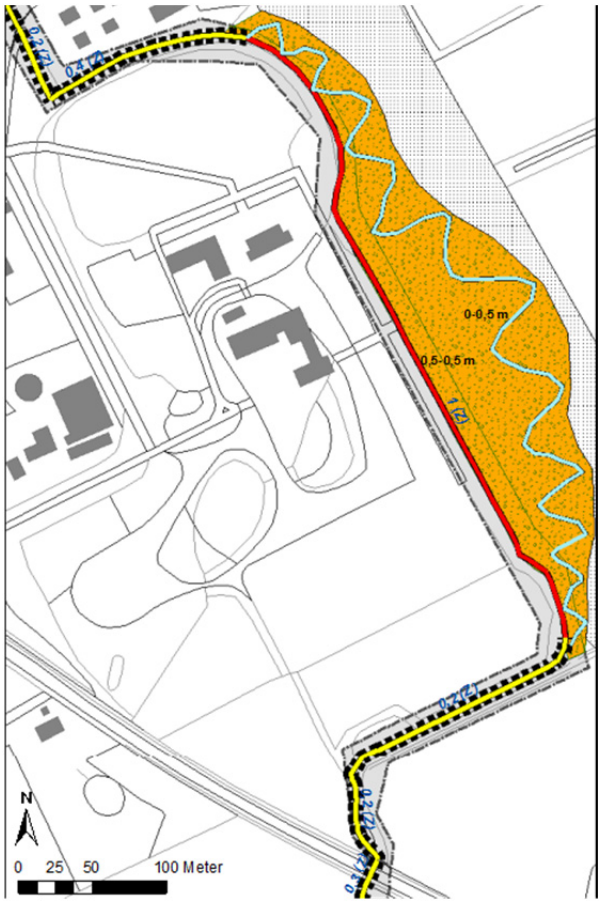
Beek langs de oostkant van het Landgoed. Het grasland aan de oostkant biedt mogelijkheden voor hermeandering

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur	Inrichtingsmaatregelen
• *Kwel aanwezig, uitbreidingsmogelijkheden voor beekbegeleidend bos (N14.01) aan oostzijde van de beek. Nu is het te droog, maar door graven slenkvormige laagte is dat op te lossen* • *Fosfaattoestand onbekend, na graven slenk waarschijnlijk geen probleem*	• *Hermeandering beek en ontwikkeling van een oever- en inundatiezone in perceel oostzijde beek (stepping stone). Strook ca 15 m langs beek aan oostzijde 0,5 m afgraven (0,69 ha), aansluitend slenkvormige laagte aanleggen van 0 tot 0,5 m diep(2,16 ha) waarin de beek kan hermeanderen, nieuwe loop (verlenging) uitgraven als iets diepere geul, ca 4 m breed (Figuur 80)* • *Verondieping van de bestaande beek met 20 à 40 cm over het overige traject (438) en dempen langs in te richten weiland (478 m)* • *Alle varianten van oeverbeschoeiing verwijderen (438 m)* • *Ontwikkeling van beekbegeleidend elzenbroekbos aan weerszijden van de beek en in de laagte met gefaseerd hakhout beheer*
Knelpunten Beken (KRW en HEN)	
• *Rechte sloot rondom landgoed en langs boerderij, vastgelegd met beschoeiing* • *Te hoog verhang door rechte loop* • *Door rechte loop langs weg aan zuidkant en beschoeiing beperkte relatie met omliggend landschap*	
Knelpunten overig	
•	



Figuur 80

Aanpassing dwarsprofielen in deelgebied 7 (dwp 18-0_000850-000860_DP2locatie: zie kaart deelgebied 7; hoogtes waterpassing Waterschap Veluwe, aangevuld met AHN)



Inrichtingsmaatregelen voor Deelgebied 7.

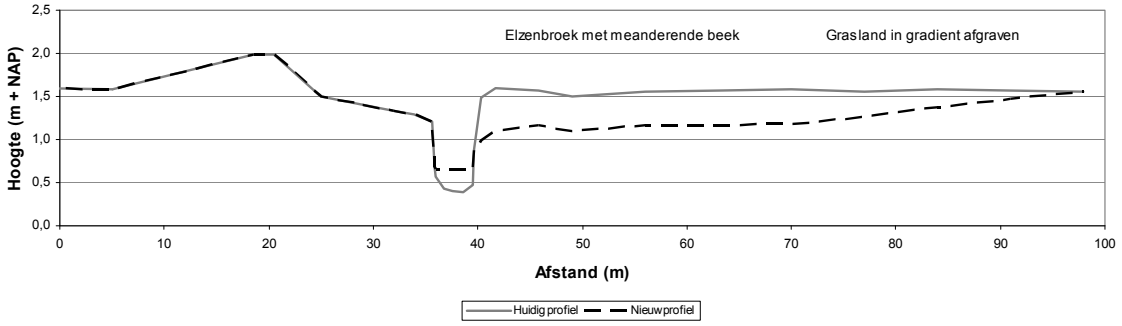
Deelgebied 8A Bloemkampen Hierdense Beek

Hierdense Beek met Elzensingel langs weiland in deelgebied 8A, ten noorden van Munnikesteeg

Hierdense Beek ten zuiden van Munnikesteeg

Bosreservaat Grote Weiland

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur	Inrichtingsmaatregelen
• *Diepe ontwatering Hierdense Beek* • *Vooral in zuidelijke helft veel (ondiepe) neerslaglenzen* • *Fosfaattoestand op een aantal percelen te hoog voor beoogde voedselarme en matig voedselrijke beheertypen*	• *Verbreden lage inundatiezone alternerend (ca. 200 m) aan de west en oostzijde van de van de huidige beekloop tot een breedte van ca. 30 m (ca. 2,55 ha zie Figuur 81). Verlaging maximaal ca. 20 - 40 cm om afsluitende veenlaag niet te doorgraven* • *Gradiënten aanleggen op de overgang van de inundatie zone naar de graslanden door glooiend afgraven (0 – 40 cm, 10,3 ha)* • *Lokaal afvoerloze laagten verbinden via slenken. Om de juiste ligging te bepalen is aanvullend veldonderzoek nodig* • *Deel graslanden uitmijnen of sterk verschralen (29,4 ha). Zeer voedselrijk grasland deels afgraven, in combinatie met aanleggen gradiënt (20 – 40 cm)* • *Verlengenen verondiepen van de Hierdense Beek (ca. 25 cm, 2100 m)* • *Verondiepen Oostermheenbeek (ca. 35 cm, ca. 1000 m)* • *Perceelsloten dempen binnen Toplijst gebied, ondiepe slenk handhaven i.v.m. afwatering*
Knelpunten Beken (KRW en HEN)	
• *Hierdense Beek recht aangelegd voor landbouw, geen natuurlijke morfologie* • *Diep ingesneden. In noordelijk deel door veen- en kleilagen tot in zandondergrond waardoor meandering niet mogelijk is* • *In zuidelijk deel te groot verhang door rechte loop* • *Door diepe ligging weinig samenhang met landschap, is in elzensingel langs beek ten Noorden van Munnikesteeg wel verbeterd*	
Knelpunten overig	
•	



Figuur 81

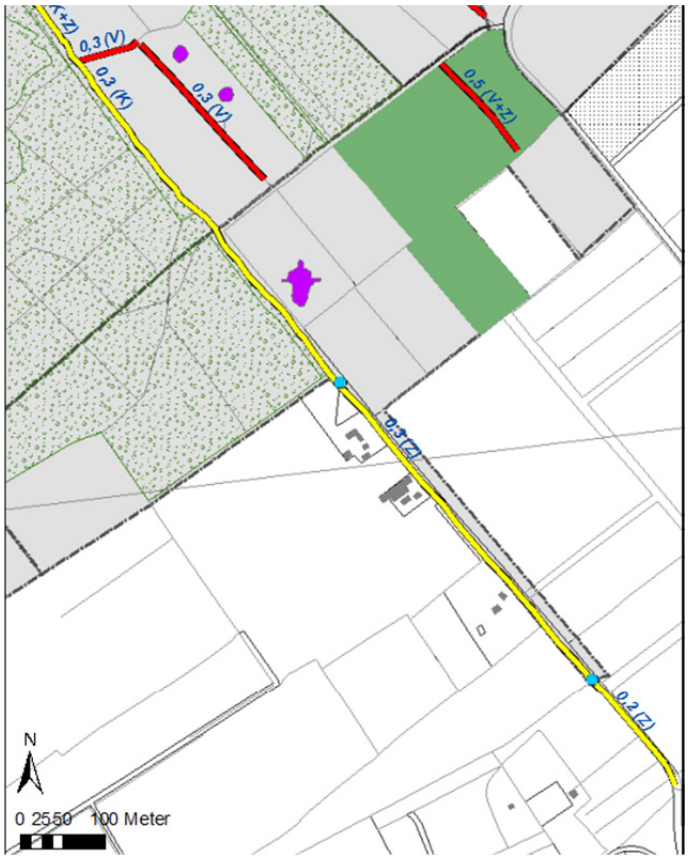
Aanpassing dwarsprofielen en inrichting inundatiezone met Elzenbroek in deelgebied 8A (dwp 18-0_000860-000870_DP5 locatie: zie kaart deelgebied 8A; hoogtes waterpassing Waterschap Veluwe, aangevuld met AHN)

Inrichtingsmaatregelen voor Deelgebied 8A (Maaiveld verlaging per deelperceel)

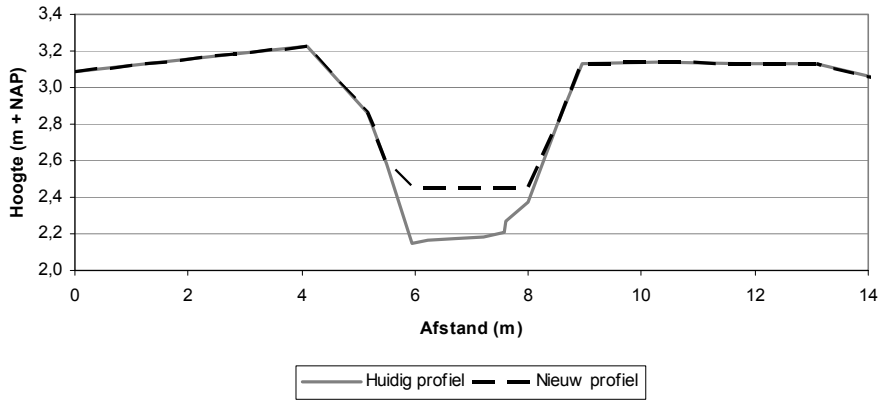
Deelgebied 8B Bloemkampen Tochtsloot boven

Graslandperceel langs Tochtsloot aan zuidkant van deelgebied 8BIngericht perceel met poel. De poel is te diep waardoor er veel vis in zit en weinig amfibieën

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur	***Inrichtingsmaatregelen***
• *Diepe ontwatering Tochtsloot* • *GLG te diep voor Vochtig hooiland (N10.02 en deels ook voor Nat schraalland (N10.01)* • *In bovenstrooms deel van de Tochtsloot weinig kwel in maaiveld* • *Fosfaattoestand op enkel percelen te hoog voor beoogde voedselarme beheertypen, deels door uitmijnen te verlagen*	• *Verondiepen van de tochtsloot, ook buiten TOP-lijstgebied (20 à 30 cm, 855 m zie Figuur 82)* • *Herleggen twee duikers* • *Perceelsloten dempen binnen Toplijst gebied, ondiepe slenk handhaven i.v.m. afwatering (137 m)* • *Lokaal afvoerloze laagten verbinden via slenken. Om de juiste ligging te bepalen is aanvullend veldonderzoek nodig* • *Eén perceel uitmijnen of sterk verschralen (3,26 ha)* • *Verondiepen cq dempen van aangelegde poelen (0,1 ha)*
Knelpunten Beken (KRW en HEN)	
• *Tochtsloot recht aangelegd langs Beekweg voor landbouw, geen natuurlijke morfologie* • *Diep ingesneden* • *Te groot verhang door rechte loop* • *Door geringe stijghoogte en klein stroomgebied kan beek na verondiepen droogvallen* • *Door ligging langs weg weinig samenhang met landschap*	
Knelpunten overig	
• *Aangelegde poel is te diep, waardoor veel vis en weinig amfibieën voorkomen*	



Inrichtingsmaatregelen voor Deelgebied 8B



Figuur 82

Aanpassing dwarsprofielen en Tochtsloot in deelgebied 8B (dwp DP6522 locatie: zie kaart deelgebied 8B; hoogtes waterpassing Waterschap Veluwe).

Deelgebied 8C Bloemkampen Tochtsloot beneden

Diepe ontwatering Tochtsloot, hier versterkt door plasberm. Linksonder is uittredend kwelwater te zien dat dus niet in maaiveld komt

Zuur Nat schraalland op ingericht terrein in deelgebied 8COp hogere delen veel neerslaglenzen

Diepe ontwateringsgreppels in percelen trekken kwel aan

Kwel-indicerende planten groeien vooral in de greppels en slootkanten

Tochtsloot tussen Leeuwerikweide en Bosreservaat Grote Weiland Door geringe stijghoogte kan de beek na verondiepen droogvallen

Poel ten noorden van Bosreservaat Grote Weiland. Door te grote diepte komt vooral veel vis voor

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Diepe ontwatering Tochtsloot*
- *GLG te diep voor Vochtig hooiland (N10.02 en deels ook voor Nat schraalland (N10.01)*
- *Vooral in zuidelijke helft veel (ondiepe) neerslaglenzen*
- *Fosfaattoestand op een aantal percelen te hoog voor beoogde voedselarme en matig voedselrijke beheertypen*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

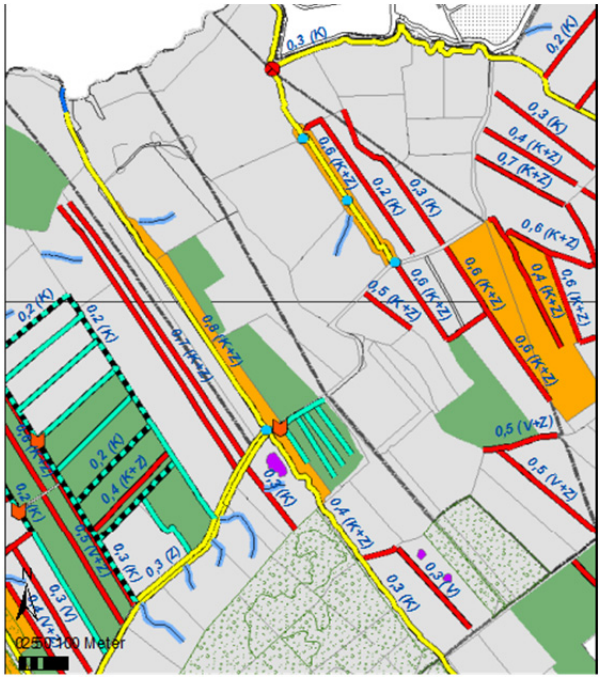
- *Tochtsloot recht aangelegd voor landbouw, geen natuurlijke morfologie*
- *Diep ingesneden in zandondergrond waardoor meandering niet mogelijk is.*
- *Deel ten noorden Munnikesteeg opgesloten tussen weg en weiland*
- *Aangelegde plasberm functioneert niet*
- *Te groot verhang door rechte loop*
- *Door geringe stijghoogte en klein stroomgebied kan beek na verondiepen droogvallen*
- *Door ligging langs weg weinig samenhang met landschap*

Knelpunten overig

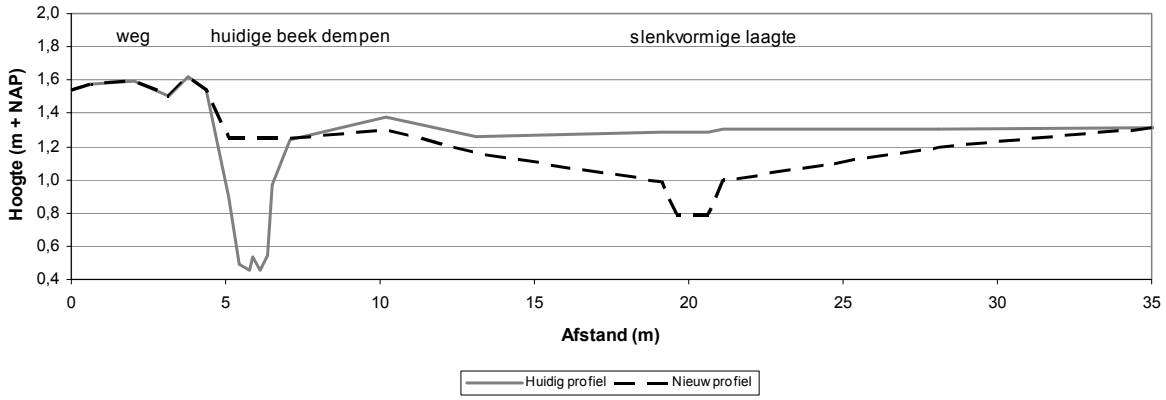
- *Aangelegde poelen zijn te diep, waardoor veel vis en weinig amfibieën voorkomen*

Inrichtingsmaatregelen

- *Verondiepen van de tochtsloot (30 à 80 cm. 1365 m)*
- *Herleggen één duiker*
- *Omvormen Tochtsloot tot een oppervlakkige slenk, vanaf bosreservaat tot begin strandwal, hiervoor, naast sterk verondiepen (vorige punt) slenkvormige laagte afgraven ten oosten van weg, ca 700 m lang, 25 m breed en 0 tot 30 diep (1,89 ha). Ten zuiden van Munnikesteeg tot elzenbroek (N14.01) laten ontwikkelen, ten noorden hiervan als vochtig hooiland (N10.02) beheren ivm. openheid van het landschap (zie Figuur 83)*
- *Perceelsloten dempen binnen Toplijst gebied, ondiepe slenk handhaven ivm afwatering (2518 m)*
- *Lokaal afvoerloze laagten verbinden via slenken. Om de juiste ligging te bepalen is aanvullend veldonderzoek nodig*
- *Verondiepencq dempen van aangelegde poelen (3 stuks 0,166 ha)*
- *Eén perceel uitmijnen of sterk verschralen (1,61 ha)*



Inrichtingsmaatregelen voor Deelgebied 8C en 8D



Figuur 83

Aanpassing dwarsprofielen Tochtsloot in deelgebied 8C (dwp DP_6534 locatie: zie kaart deelgebied 8C en 8D; hoogtes waterpassing Waterschap Veluwe, aangevuld met AHN)

Deelgebied 8D Bloemkampen Killenbeek zijtak

Zijtak Killenbeek is recht aangelegd voor de landbouw en diep ingesneden in de zandondergrond

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Diepe ontwatering zijtak Killenbeek*
- *GLG te diep voor Vochtig hooiland (N10.02 en deels ook voor Nat schraalland (N10.01)*
- *Vooral in zuidelijke helft veel (ondiepe) neerslaglenzen*
- *Fosfaattoestand op enkele percelen te hoog voor beoogde voedselarme beheertypen, deels door uitmijnen te verlagen, ook maaiveldverlaging als optie*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

- *Geen gegevens over waterafvoer en diepte. Waarschijnlijk vergelijkbaar met Tochtsloot*
- *Zijtak Killenbeek is recht aangelegd voor landbouw, geen natuurlijke morfologie*
- *Diep ingesneden*
- *Door klein stroomgebied kan beek na verondiepen droogvallen*
- *Door rechte ligging en diepe insnijding weinig samenhang met landschap*
- *Stuw voor uitstroom in Killenbeek is obstakel voor vismigratie*

Knelpunten overig

-

Inrichtingsmaatregelen

- *Verondiepen van de zijtak Killenbeek (ca. 60 cm, 480 m)*
- *Herleggen drie duikers*
- *Omvormen zijtak Killenbeek tot een oppervlakkige slenk, vanaf Munnikesteeg tot begin strandwal, hiervoor, naast sterk verondiepen (vorige punt) slenkvormige laagte afgraven aan weerszijde van de beek, ca. 340 m lang, 30 m breed en 0 tot 30 diep, vergelijkbaar met Tochtsloot (zie Figuur 83) (1,04 ha). Als vochtig hooiland (N10.02) beheren in verband met openheid van het landschap.*
- *Perceelsloten dempen binnen Toplijst gebied, ondiepe slenk handhaven ivm afwatering (1515 m)*
- *Lokaal afvoerloze laagten verbinden via slenken. Om de juiste ligging te bepalen is aanvullend veldonderzoek nodig*
- *Één perceel uitmijnen of sterk verschralen (1,41 ha)*
- *Deel zeer voedselrijk perceel afgraven (20 cm, 1,89 ha). Rest perceel ligt in deelgebied 8E*
- *Stuw verwijderen*

Voor kaart zie 8C

Deelgebied 8E Bloemkampen Killenbeek

Diepe ontwatering Killenbeek

Killenbeek is diep ingesneden tot in de zandondergrond

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Diepe ontwatering Killenbeek*
- *GLG te diep voor Vochtig hooiland (N10.02 en deels ook voor Nat schraalland (N10.01)*
- *Behalve in noorden veel (ondiepe) neerslaglenzen*
- *Fosfaattoestand op enkele percelen te hoog voor beoogde voedselarme beheertypen, deels door uitmijnen te verlagen, ook maaiveldverlaging als optie*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

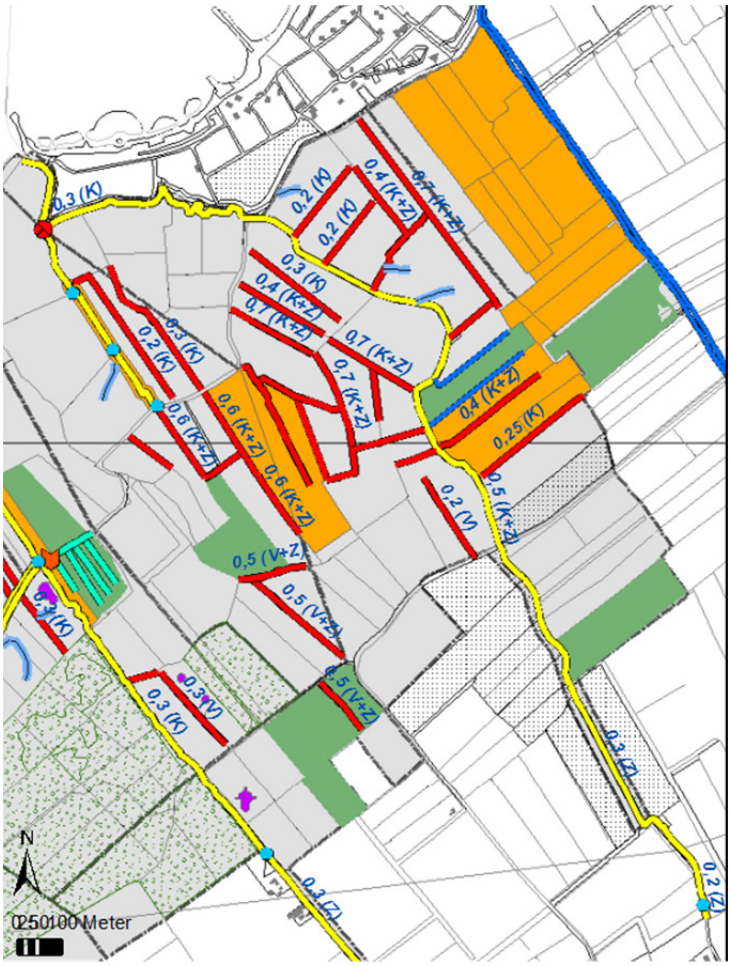
- *Killenbeek is waarschijnlijk oude kreek, bovenstrooms recht aangelegd voor landbouw*
- *Diep ingesneden tot in zandondergrond, daardoor sterke drainage en weinig meandering*
- *Door klein stroomgebied kan beek na verondiepen droogvallen, kans is echter kleiner dan bij Tochtsloot wegens sterkere kweldruk*
- *Door diepe insnijding weinig samenhang met landschap*

Knelpunten overig

-

Inrichtingsmaatregelen

- *Verondiepen van de Killenbeek en handhaven huidig morfologisch profiel ivm aardkundige waarde als voormalige kreek, ook buiten TOP-lijstgebied verondiepen (20 tot 60 cm over 2864 m)*
- *Herleggen één duiker*
- *Perceelsloten dempen binnen Toplijst gebied, ondiepe slenk handhaven ivm afwatering (4510 m)*
- *Lokaal afvoerloze laagten verbinden via slenken. Om de juiste ligging te bepalen is aanvullend veldonderzoek nodig*
- *Enkele percelen uitmijnen of sterk verschralen (4,86 ha)*
- *Zeer voedselrijk grasland deels afgraven (20 cm, 9,28 ha)*



Inrichtingsmaatregelen voor Deelgebied 8E en 8F

Deelgebied 8F Bloemkampen Varelse Beek

Diepe ontwatering Varelse Beek

Uitgevoerde (her)meandering langs Varelse Beek ten oosten van deelgebied 8F. Matig succes door diepe ligging en steile oevers

Knelpunten Verdroging terrestrische natuur

- *Diepe ontwatering Varelse Beek*
- *GLG te diep voor Vochtig hooiland (N10.02 en deels ook voor Nat schraalland (N10.01)*
- *Behalve in noorden veel (ondiepe) neerslaglenzen*
- *Fosfaattoestand op enkele percelen te hoog voor beoogde voedselarme beheertypen, deels door uitmijnen te verlagen, ook maaiveldverlaging als optie*

Knelpunten Beken (KRW en HEN)

- *Kaarsrechte sloot langs Varelse weg. Geen natuurlijke beekmorfologie*
- *Diep ingesneden tot in zandondergrond, daardoor sterke drainage en weinig meandering.*
- *Door rechte ligging groot verhang in zuidelijk deel*
- *Door diepe insnijding en ligging langs weg weinig samenhang met landschap*

Knelpunten overig

-

Inrichtingsmaatregelen

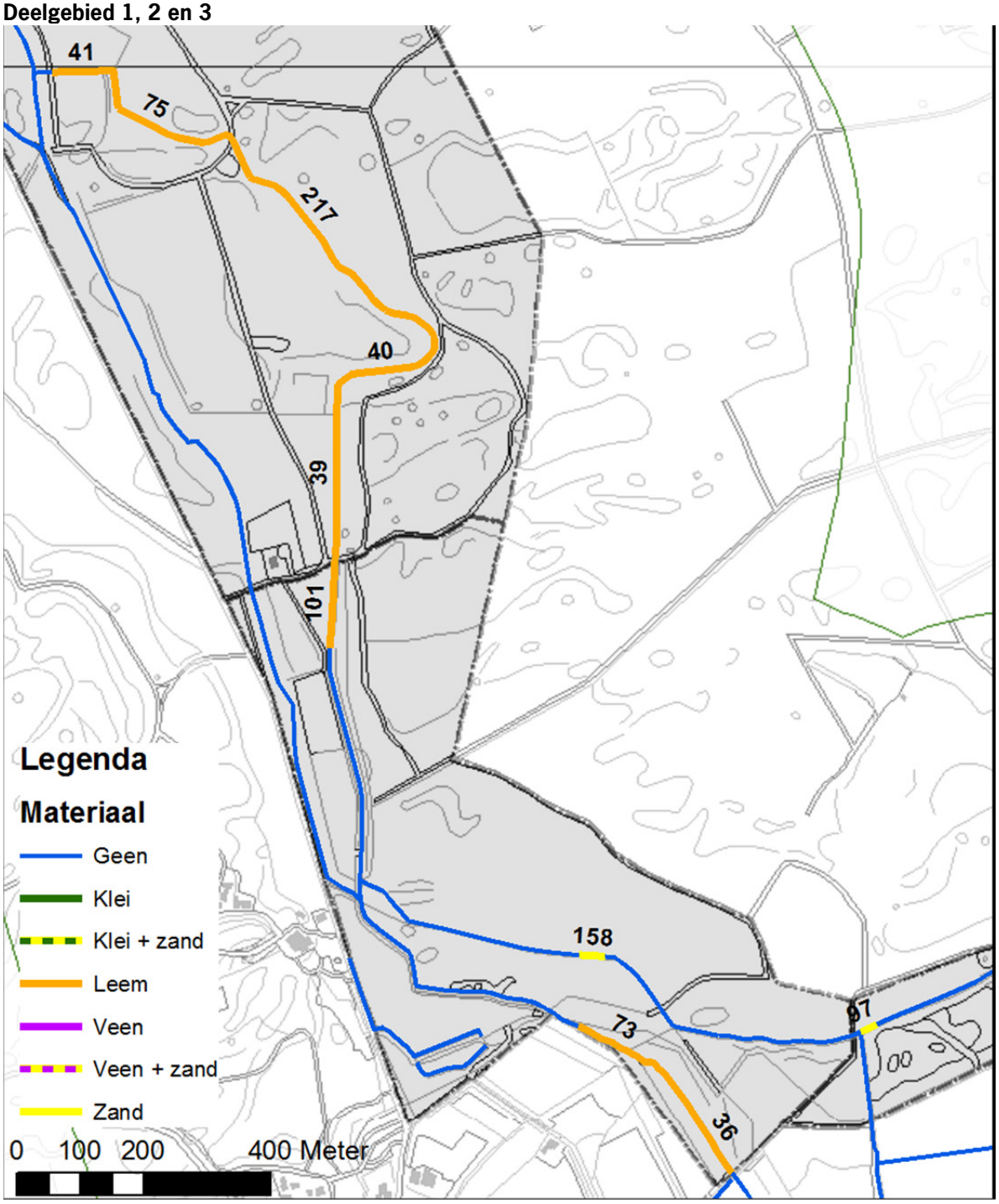
- *Deelgebied ligt buiten TOP-lijstgebied, daarom geen vernattingsmaatregelen*
- *Enkele percelen uitmijnen of sterk verschralen (3,36 ha)*
- *Matig en zeer voedselrijk grasland deels afgraven (20 cm), tevens als vernattingsmaatregel (15,5 ha)*

Voor kaart zie 8E

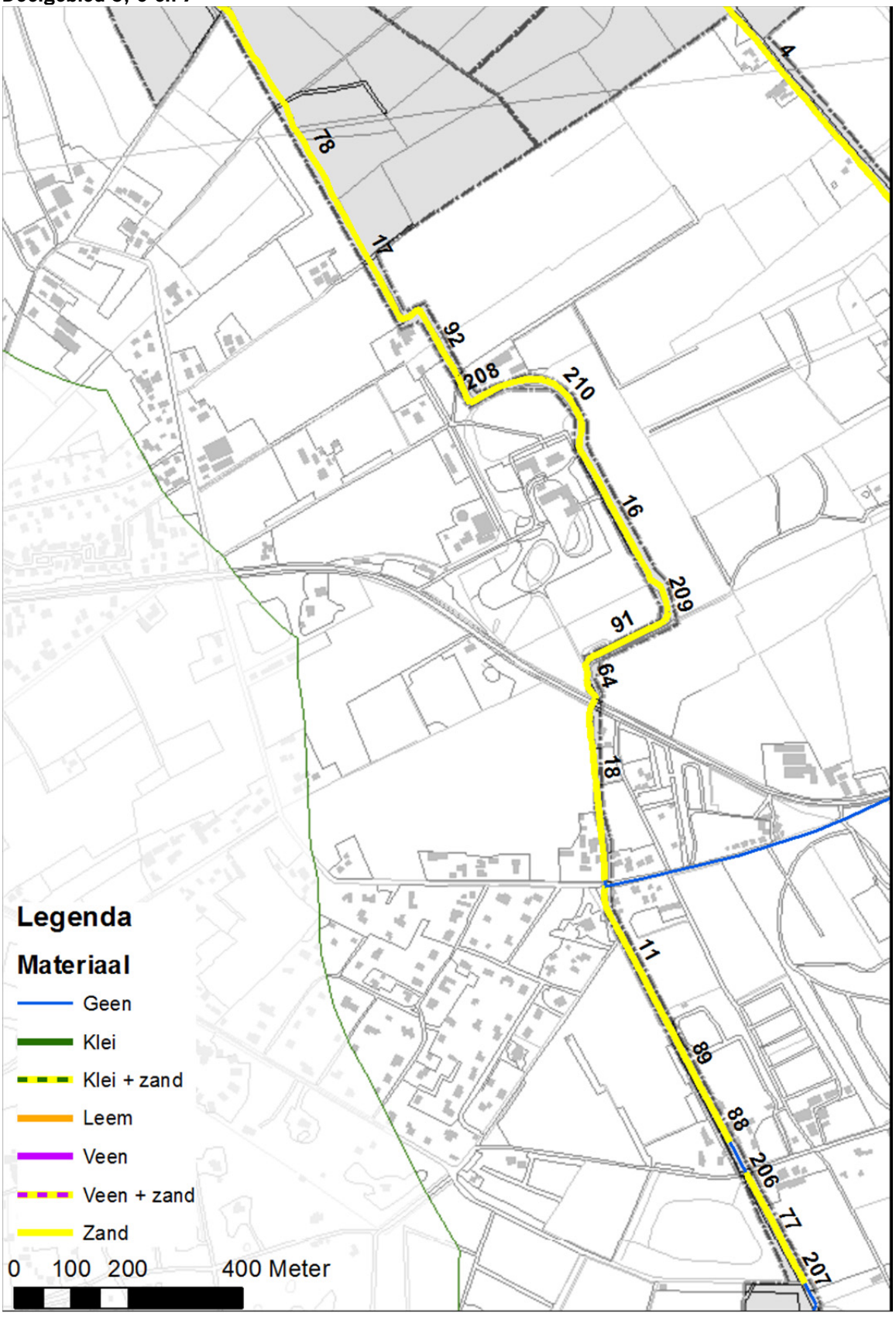
Bijlage 7 Bepaling vulmateriaal waterlopen

Op onderstaande kaarten is aangegeven welke waterlopen verondiept of gedempt worden en met welk materiaal dat dient te gebeuren. De nummers verwijzen naar de tabel achter in deze bijlage waarin de dimensies zijn opgenomen en de berekening van het benodigde materiaal is uitgevoerd.

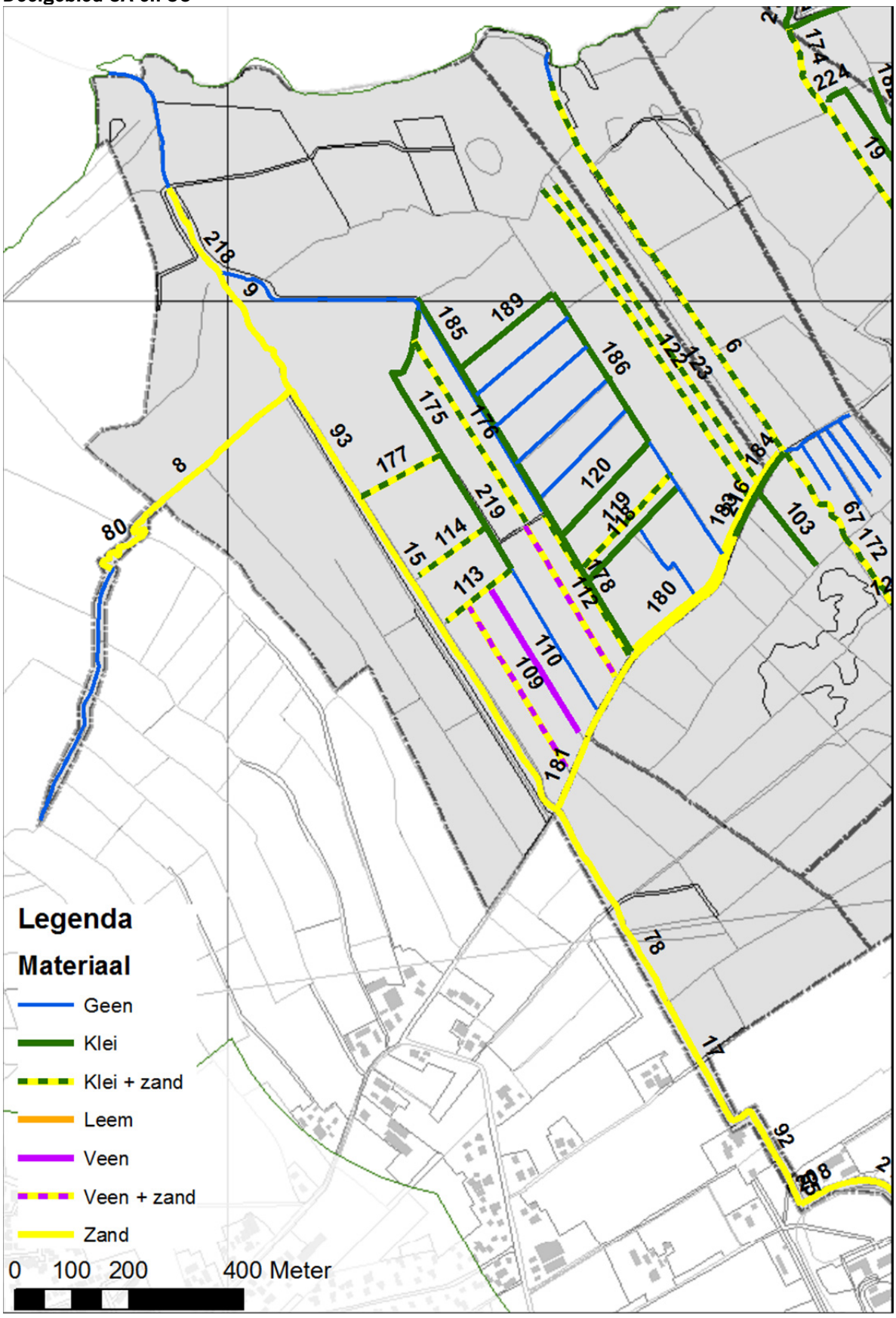
Deelgebied 1, 2 en 3



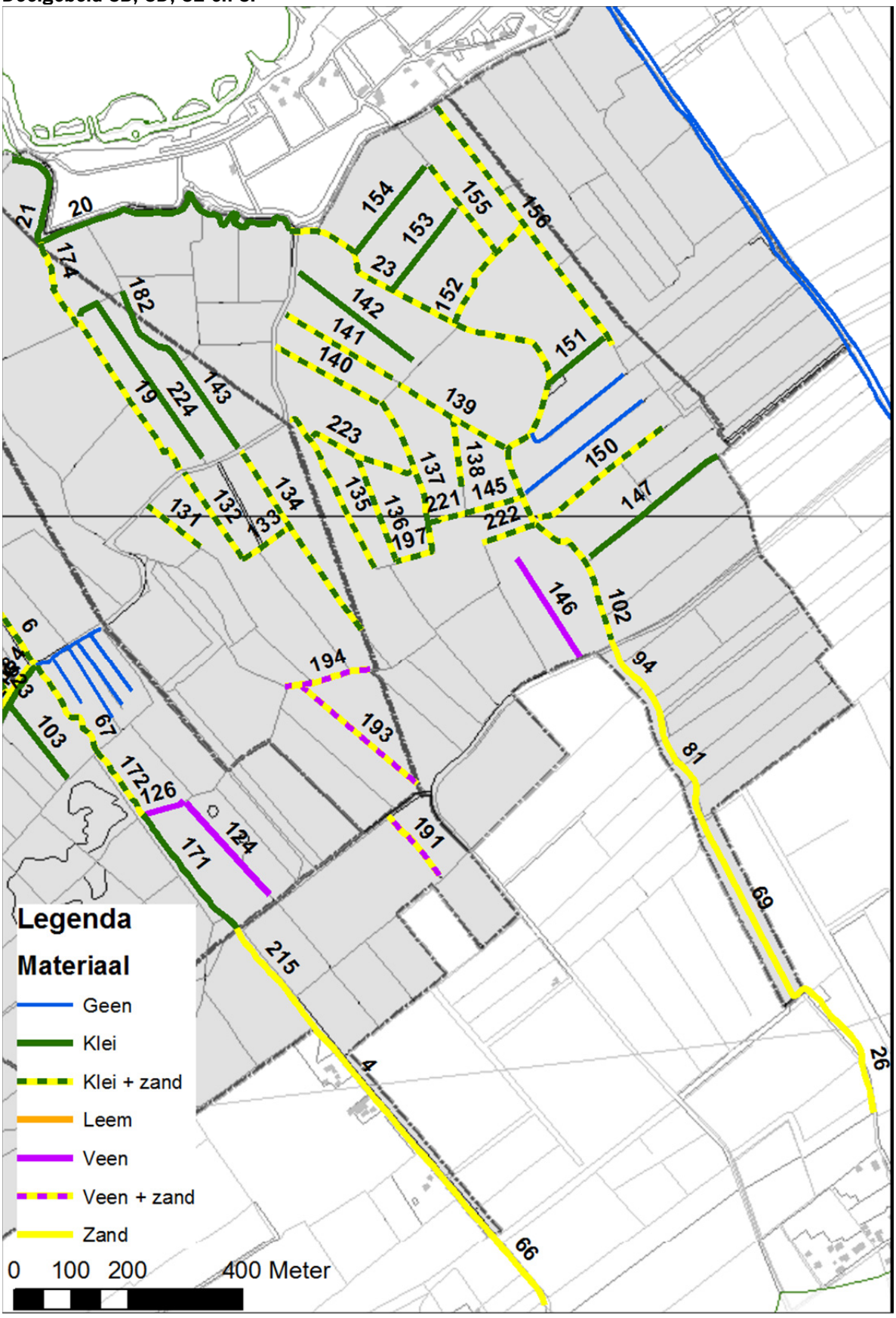
Deelgebied 5, 6 en 7



Deelgebied 8A en 8C



Deelgebeid 8B, 8D, 8E en 8F



Berekening volume vulmateriaal per tracé:
ID = nummer op kaarten hierboven, DG = Deelgebeid, BrOnd = breedte bodem, BrBov = breedte insteek, Diepte = diepte van het profiel, Lengte = lengte van het te verondiepen tracé

		Dimensies (m)					Volume vulmateriaal (m3)			
ID	DG	Verondiepen (m)	BrOnd	BrBov	Diep	Lengte	Zand	Klei	Veen	Leem
4	8B	0,30	1,70	4,90	1,00	539	793			
6	8C	0,80	1,00	2,50	0,80	772	965	579		
8	8A	0,20	1,40	5,00	1,10	331	331			
9	8A	0,25	2,80	4,80	0,75	245	294			
11	6	0,40	2,70	5,40	1,60	241	521			
15	8A	0,25	3,50	4,20	0,80	539	566			
16	7	1,00	2,40	7,00	1,50	336	2349			
17	8A	0,25	2,20	5,00	1,10	219	274			
18	6	0,30	2,70	5,40	1,60	323	523			
19	8D	0,60	1,30	2,60	0,80	339	265	198		
20	8E	0,30	1,00	2,60	0,80	551		264		
21	8E	0,30	1,00	2,60	0,80	194		93		
23	8E	0,50	1,00	2,60	0,80	713	371	342		
26	B	0,20	0,90	2,30	0,80	263	121			
36	2	0,20	3,50	5,00	0,90	184				141
39	3	0,20	3,80	6,80	2,30	232				189
40	3	0,20	3,30	10,00	1,70	325				265
41	3	0,20	2,00	3,40	0,70	156				75
64	7	0,20	2,70	5,40	1,60	90	97			
65	7	0,20	2,40	7,00	1,50	54	75			
66	B	0,20	1,70	4,90	1,00	160	157			
67	8C	0,50	2,00	2,50	0,40	193	97	157		
69	8E	0,30	0,90	2,30	0,80	372	257			
73	2	0,20	3,50	5,00	0,90	163				125
75	3	0,20	2,00	3,40	0,70	261				125
77	5	1,30	2,70	5,20	1,30	172	1165			
78	8A	0,25	2,40	8,00	1,10	402	803			
80	8A	0,20	1,00	2,30	0,90	202	93			
81	8E	0,30	0,90	2,30	0,80	263	182			
88	6	0,40	2,70	5,40	1,60	56	122			
89	6	0,40	2,70	5,40	1,60	207	447			
91	7	0,20	2,70	5,40	1,60	136	147			
92	8A	0,25	2,40	7,00	1,50	188	330			
93	8A	0,25	3,80	5,30	0,80	324	430			
94	8E	0,30	0,90	2,30	0,80	101	70			
97	1	1,00	3,00	4,00	1,00	28	111			
101	2	0,30	3,50	10,00	2,50	136				175
102	8E	0,50	1,00	2,60	0,80	398	207	191		
103	8C	0,30	0,30	1,20	0,50	165		42		
109	8A	0,40	60,00	120,00	60,00	334	4013		4067	
110	8A	0,30	0,60	0,90	0,50	294			69	
112	8A	0,50	0,90	1,40	0,70	309	86		108	
113	8A	0,60	0,70	1,80	0,80	145	78	54		
114	8A	0,70	0,90	1,90	0,90	145	110	60		
118	8A	0,20	0,60	1,50	0,80	229		38		
119	8A	0,40	0,50	2,00	0,60	222	44	89		
120	8A	0,20	0,60	1,40	0,80	226		36		

			Dimensies (m)				Volume vulmateriaal (m3)			
ID	DG	Verondiepen (m)	BrOnd	BrBov	Diep	Lengte	Zand	Klei	Veen	Leem
122	8A	0,60	0,60	1,20	0,80	649	234	175		
123	8A	0,70	0,60	1,80	0,90	630	454	223		
124	8C	0,30	2,00	3,00	0,50	217			170	
126	8C	0,30	0,60	1,60	0,50	77			28	
131	8D	0,50	0,70	2,00	0,70	118	47	49		
132	8D	0,60	0,70	2,00	0,80	182	109	74		
133	8D	0,60	1,00	2,00	0,80	100	60	45		
134	8D	0,60	1,00	1,70	0,80	376	192	152		
135	8E	0,40	0,80	2,20	0,80	307	68	117		
136	8E	0,60	0,80	1,60	0,80	197	95	71		
137	8E	0,70	1,00	2,20	0,90	231	203	109		
138	8E	0,40	0,50	1,60	0,60	121	19	40		
139	8E	0,70	0,90	2,30	0,90	216	199	102		
140	8E	0,70	0,80	1,70	0,90	206	140	76		
141	8E	0,40	0,60	1,44	0,60	218	31	70		
142	8E	0,30	0,60	1,40	0,50	252		82		
143	8D	0,30	0,60	2,00	0,50	315		136		
145	8E	0,40	0,50	2,00	0,60	100	20	40		
146	8E	0,20	0,50	1,10	0,40	205			33	
147	8E	0,25	1,00	1,60	0,65	285		88		
150	8E	0,40	0,70	1,70	0,80	272	46	84		
151	8E	0,10	0,50	1,00	0,30	123		8		
152	8e	0,90	1,20	2,60	0,90	218	339	170		
153	8E	0,20	0,90	2,80	0,40	179		66		
154	8E	0,20	1,00	2,40	0,40	197		67		
155	8E	0,40	0,70	1,70	0,60	192	33	72		
156	8E	0,70	0,90	1,80	0,90	520	375	208		
158	2	1,60	2,00	6,00	1,60	40	380			
171	8C	0,30	2,00	2,50	0,40	260		185		
172	8C	0,40	2,00	2,50	0,40	141	35	106		
174	8D	0,60	1,30	2,60	0,80	148	115	87		
175	8A	0,20	0,70	1,90	0,80	305		61		
176	8A	0,60	0,40	1,40	0,80	374	157	101		
177	8A	0,50	0,40	1,50	0,70	158	47	46		
178	8A	0,60	0,60	1,70	0,80	288	147	99		
180	8C	0,30	0,90	1,70	0,70	449	229			
181	8A	0,30	0,90	1,70	0,70	134	68			
182	8E	0,30	0,60	2,00	0,50	36		16		
183	8A	0,30	0,50	1,70	0,80	402	205			
184	8C	0,30	0,50	1,70	0,80	37	19			
185	8A	0,30	0,60	1,60	0,90	724		203		
186	8A	0,20	0,90	2,10	0,80	317		76		
189	8A	0,20	0,90	1,60	0,80	207		45		
191	8B	0,50	0,50	1,50	0,70	137	41		42	
193	8D	0,50	0,70	1,60	0,70	269	86		95	
194	8D	0,50	1,00	1,80	0,70	154	56		66	
197	8E	0,70	1,00	2,20	0,90	114	101	54		
206	5	0,50	2,70	5,10	2,20	25	64			
207	5	1,30	2,70	5,20	1,30	23	154			
208	7	0,40	2,40	7,00	1,50	142	397			
209	7	1,00	2,40	7,00	1,50	46	324			

		Dimensies (m)					Volume vulmateriaal (m3)			
ID	DG	Verondiepen (m)	BrOnd	BrBov	Diep	Lengte	Zand	Klei	Veen	Leem
210	7	1,00	2,40	7,00	1,50	96	671			
211	7	0,40	2,70	5,40	1,60	16	36			
215	8B	0,30	2,50	4,20	0,80	156	197			
216	8C	0,30	0,00	0,00	0,00	169		63		
217	3	0,20	2,00	3,40	0,70	308				148
218	8A	0,25	4,20	10,00	1,50	181	453			
219	8A	0,20	0,40	1,30	0,80	236		29		
221	8E	0,40	0,80	2,00	0,60	66	13	29		
222	8E	0,80	0,80	2,30	1,00	98	113	44		
223	8E	0,60	0,80	1,70	0,80	192	98	72		
224	8D	0,20	0,30	1,40	0,40	367		62		

Bijlage 8 Effect maatregelen op KRW- en HEN-doelen

	Scenarios:	H	Huidige situatie
		O	Optimaal
		M	Minimaal
	Beoordeling	0	Onvoldoende
		1	Voldoende
		2	Goed
		3	Niet van toepassing

DG	Maatregel	Kenmerkend rheofiel			Kenmerkend eurytoop			Kenmerkend migratie regionaal/zee			kenmerkend habitat gevoelig			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor waterplanten			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor oeverplanten			Natuurlijke morfologie			Natuurlijke variatie in stroming en peilen			Samenhang met het omliggende landschap			Toelichting
		H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	
Deelgebied 1 Rode Spreng																													
1	Verwijderen dam Rode Spreng	0	2	2	1	0	0	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
1	Verlagen kades langs Rode spreng (noord en zuid) en drempel bij uitmonding Slenk in Grote Koloniebeek	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	
1	Dempen Rode spreng vóór de Grote Koloniebeek	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
1	Kappen of sterk dunnen: alle bomen verwijderen, behalve Berk	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	1	0	2	2	3	3	3	3	3	3	0	2	2	
1	Retentie/inundatiezone	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
Deelgebied 2 Koekoek en Achterste Gat																													
2.1 Inundatie zones langs de Grote Koloniebeek																													
2.1	Verlagen kade Grote Koloniebeek op vier plaatsen bij Ezelsbrug en op twee plaatsen bij nieuwe inundatiezone	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	
2.1	Dempen Grote Koloniebeek tussen openingen bij nieuwe inundatiezone	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	2	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
2.1	Kappen of sterk dunnen: alle bomen verwijderen, behalve Berk	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	1	1	0	2	2	3	3	3	3	3	3	0	2	2	
2.1	Graven slenk 0-40 cm diep, 10-20 m breed als aanzet voor nieuwe loop	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
2.1	Retentie/inundatiezone	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
Bospoel zuidkant Koekkoek																													
2.2a	Bomen rondom en in bospoel verwijderen, ook langs aangetakte sloot	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	2	0	2	2	0	2	2	Vooral voor amfibieën
2.2a	Poel en sloot opschonen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	2	0	2	2	0	2	2	Vooral voor amfibieën
Bospoel noordkant Koekkoek																													
2.2b	Rododendrons en andere boomsoorten behalve Els verwijderen	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	2	Exotenbeleid
Koekkoek																													

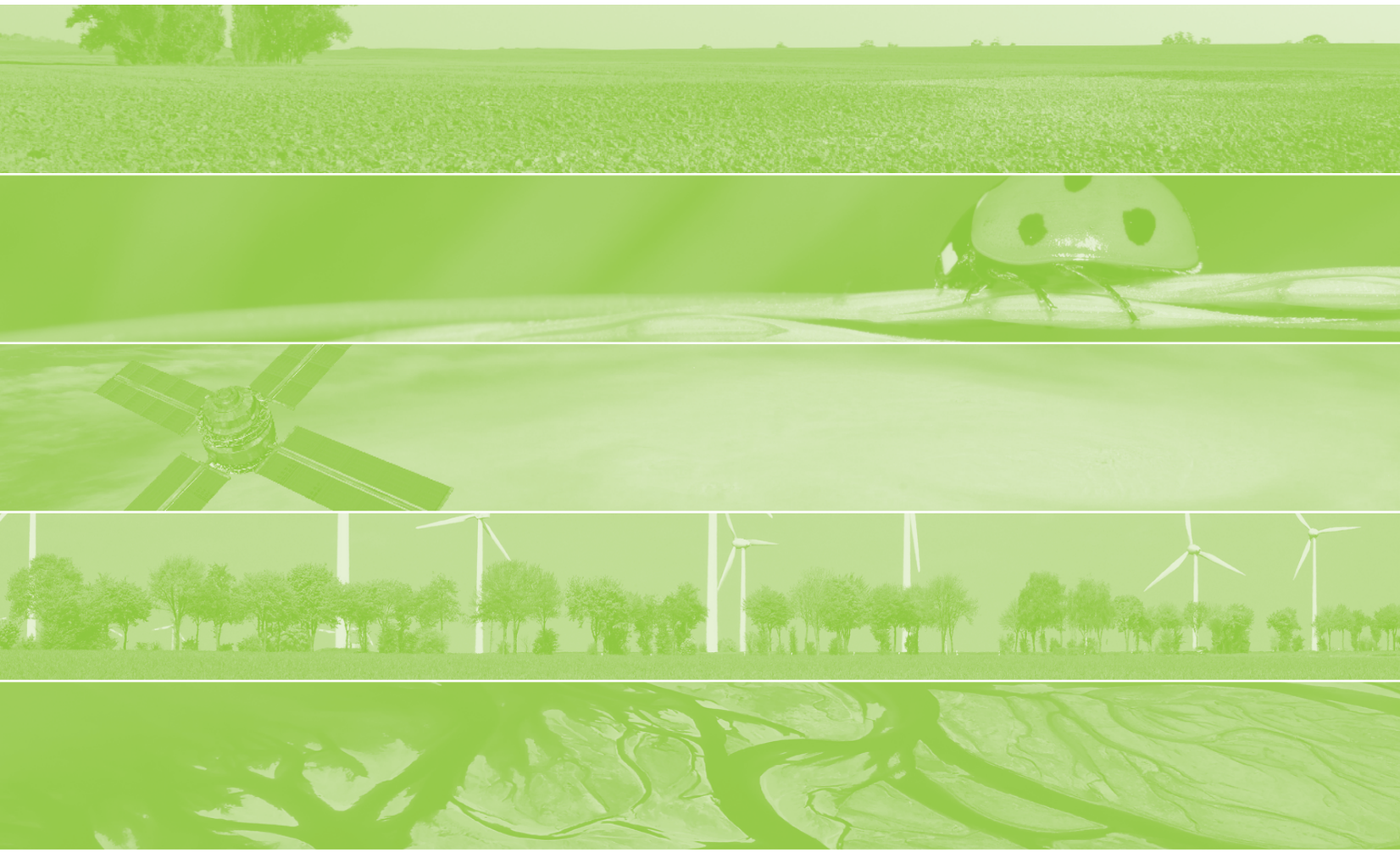
	Scenarios:	H	Huidige situatie	Kenmerkend rheofiel			Kenmerkend eurytoop			Kenmerkend migratie regionaal/zee			kenmerkend habitat gevoelig			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor waterplanten			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor oeverplanten			Natuurlijke morfologie			Natuurlijke variatie in stroming en peilen			Samenhang met het omliggende landschap			Toelichting
		O	Optimaal																												
		M	Minimaal																												
	Beoordeling	0	Onvoldoende																												
		1	Voldoende																												
		2	Goed																												
		3	Niet van toepassing																												
DG	**Maatregel**			**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	
2.3	Sterk verschralen Perceel De Koekoek			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
2.3	Opschonen sloten en verstopte duikers zuidzijde			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	2	0	2	2	0	2	2	Vooral voor amfibieën en doorstroomend water
Achterste Gat																															
2.4	Verlagen kade oostzijde Achterste Gat op twee plaatsen incl. verlagen bestaande instroomopening			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	
2.4	Slenkvormig laagte ten behoeve van inundatiezone			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
2.4	Retentie/inundatiezone			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
Beken																															
2.5	Verondiepen Leuvenumse Beek bovenstrooms van De Koekoek met leem: Leemlaag aanbrengen tot bovenkant oude beekdalbodem (ca. 30 cm).			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
2.5	Verondiepen Oostelijke tak Leuvenumse Beek vanaf Achterste Gat tot deelgebied 3 met leem: Leemlaag aanbrengen tot bovenkant oude beekdalbodem (ca. 30 cm)			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
2.5	Verwijderen stuwtje Grote Koloniebeek			0	2	2	1	0	0	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
2.5	Lokaal bomen omtrekken (5%)			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
Deelgebied 3 Zandmoelen tot A28																															
Zuidelijk deel (zandmolen tot doodhoutproject)																															
3.1	Verondiepen Oostelijke tak Leuvenumse Beek bovenstrooms van Grote Water met leem: Leemlaag aanbrengen tot bovenkant oude beekdalbodem (ca. 30 cm).			1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	0	1	1	0	1	1	1	2	2	0	2	2	0	2	2	
3.1	Lokaal bomen omtrekken			1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	0	1	1	0	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
3.1	Verlagen kade Langs Leuvenumse Beek op ca. vijf plaatsen			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	
3.1	Retentie/inundatiezone			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
3.1	Regelbare duiker ter hoogte van Grote Water afsluiten			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
Noordelijk deel (doodhoutproject tot A28)																															
3.2	Lokaal bomen omtrekken			1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	0	1	1	0	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
3.2	Regelbare duiker in dam bij Hierdense weg afsluiten			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
Deelgebied 5 Hof van Hulshorst																															

	Scenarios:	H	Huidige situatie
		O	Optimaal
		M	Minimaal
	Beoordeling	0	Onvoldoende
		1	Voldoende
		2	Goed
		3	Niet van toepassing

DG	Maatregel	Kenmerkend rheofiel			Kenmerkend eurytoop			Kenmerkend migratie regionaal/zee			Kenmerkend habitat gevoelig			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor waterplanten			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor oeverplanten			Natuurlijke morfologie			Natuurlijke variatie in stroming en peilen			Samenhang met het omliggende landschap			Toelichting
		H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	H	O	M	
5	Slenkvormig laagte ten behoeve van inundatiezone en hermeandering	1	2	1	0	1	2	0	2	0	0	2	0	0	2	1	0	2	1	0	2	1	1	2	0	0	2	1	Minimale variant: stromende sloot i.p.v. meanderende beek
5	Ontwikkelen beekbegeleidend Elzenbos (met gefaseerd hakhoutbeheer)	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	0	2	1	0	2	2	0	2	1	1	2	1	0	2	1	
5	Dempen bestaande beek langs slenkvormige laagte	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2	0	2	2	Niet van toepassing op vissen en planten, maar wel tijdens de realisatiefase
5	Verwijderen beschoeiing en stortsteen aan beide zijden van de beek	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	In principe is de score niet van toepassing als de beek naar de slenkvormige laagte wordt verplaatst
5	Verondiepen laatste deel Hierdense Beek voor Watervalweg (ca. 50 cm)	1	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	1	2	1	0	2	1	
5	Ontsnipperen Watervalweg	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	2	Voor de migratie van beekgebonden fauna die zich langs oeverzones verplaatsen
Deelgebied 6 Hessenweg																													
6	Strook langs Hessenweg afgraven voor oever- en inundatiezone	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	0	0	2	1	0	2	1	0	2	1	Ook in minimaal scenario
6	Ontwikkelen beekbegeleidend Elzenbos met gefaseerd hakhoutbeheer	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	0	0	2	1	0	2	1	0	2	1	
6	Verwijderen beschoeiing en stortsteen aan beide zijden van de beek	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
6	Verondiepen Hierdense Beek benedenstrooms Watervalweg (ca. 0-40 cm)	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	
Deelgebied 7 Landgoed De Essenburgh																													
7	Strook ca 15 m langs beek 0,5 m afgraven, aansluitend aan slenkvormige laagte	1	2	1	0	1	2	0	2	0	0	2	0	0	2	1	0	2	1	0	2	1	1	2	0	0	2	1	
7	Slenkvormig laagte ten behoeve van inundatiezone en hermeandering	1	2	1	0	1	2	0	2	0	0	2	0	0	2	1	0	2	1	0	2	1	1	2	0	0	2	1	
7	Ontwikkelen beekbegeleidend Elzenbos met gefaseerd hakhoutbeheer	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	2	0	0	2	1	0	2	1	0	2	1	
7	Dempen bestaande beek langs slenkvormige laagte	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	2	0	2	2	Niet van toepassing op vissen en planten, maar wel tijdens de realisatiefase
7	Verwijderen beschoeiing en stortsteen aan beide zijden van de beek	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	In principe is de score niet van toepassing als de beek naar de slenkvormige laagte wordt verplaatst
7	Verondiepen Hierdense Beek benedenstrooms in het niet te dempen traject (ca. 20-40 cm)	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	
Deelgebied 8A Bloemkampen Hierdense Beek																													
8A	Verbreden lage inundatie-zone aan de west- en oostzijde van de Beek	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	

	Scenarios:	H	Huidige situatie	Kenmerkend rheofiel			Kenmerkend eurytoop			Kenmerkend migratie regionaal/zee			kenmerkend habitat gevoelig			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor waterplanten			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor oeverplanten			Natuurlijke morfologie			Natuurlijke variatie in stroming en peilen			Samenhang met het omliggende landschap			Toelichting
		O	Optimaal																												
		M	Minimaal																												
	Beoordeling	0	Onvoldoende																												
		1	Voldoende																												
		2	Goed																												
		3	Niet van toepassing																												
DG	**Maatregel**			**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	
8A	Gradiënt aanleggen op overgang inundatiezone naar graslanden			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	2	1	0	0	3	3	3	0	2	2	
8A	Verondiepen en verlengen Hierdense Beek met zand (ca. 25 cm)			0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	
8A	Verondiepen en verlengen Hierdense Beek met klei (ca. 25 cm)			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
8A	Verondiepen en Oostermheenbeek met klei (ca 55 cm)			0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	
8A	Dempen sloten en greppels binnen TOP-lijstgebied met klei, ondiepe slenk handhaven voor afwatering			1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	3	3	1	2	2	1	2	2	Leefgebied aquatische flora en fauna neemt af ten behoeve van terrestrische waarden en systeemherstel.
Deelgebied 8B Bloemkampen Tochtsloot boven																															
8B	Verondiepen Tochtsloot met zand, ook buiten TOP-lijstgebied (20 à 30 cm)			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
8B	Dempen sloten en greppels binnen TOP-lijstgebied met zand, ondiepe slenk handhaven voor afwatering			1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	3	3	1	2	2	1	2	2	Leefgebied aquatische flora en fauna neemt af ten behoeve van terrestrische waarden en systeemherstel.
8B	Verondiepen Poelen			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
Deelgebied 8C Bloemkampen Tochtsloot beneden																															
8C	Verondiepen Tochtsloot met zand (30 à 40 cm)			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
8C	Verondiepen Tochtsloot met klei (40 à 80 cm)			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
8C	Tochtsloot omvormen tot slenkvormige laagte			1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
8C	Dempen sloten en greppels binnen TOP-lijstgebied met klei, ondiepe slenk handhaven voor afwatering			1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	3	3	1	2	2	1	2	2	Leefgebied aquatische flora en fauna neemt af ten behoeve van terrestrische waarden en systeemherstel
8C	Verondiepen Poelen			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
Deelgebied 8D Bloemkampen Killenbeek zijtak																															
8D	Verondiepen Zijtak Killenbeek met klei (ca. 60 cm)			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
8D	Zijtak Killenbeek omvormen tot slenkvormige laagte			1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	
	Verwijderen stuw zijtak Killenbeek			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	3	3	3	3	3	3	0	2	2	3	3	3				
8D	Dempen sloten en greppels binnen TOP-lijstgebied met klei, ondiepe slenk handhaven voor afwatering			1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	3	3	1	2	2	1	2	2	Leefgebied aquatische flora en fauna neemt af ten behoeve van terrestrische waarden en systeemherstel
Deelgebied 8E Bloemkampen Killenbeek																															
8E	Verondiepen Killenbeek met zand (30 à 40 cm)			0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	

	Scenarios:	H	Huidige situatie	Kenmerkend rheofiel			Kenmerkend eurytoop			Kenmerkend migratie regionaal/zee			kenmerkend habitat gevoelig			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor waterplanten			Kenmerkende associaties KRW-beektype R5 voor oeverplanten			Natuurlijke morfologie			Natuurlijke variatie in stroming en peilen			Samenhang met het omliggende landschap			Toelichting
		O	Optimaal																													
		M	Minimaal																													
	Beoordeling	0	Onvoldoende																													
		1	Voldoende																													
		2	Goed																													
		3	Niet van toepassing																													
DG	**Maatregel**			**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	**H**	**O**	**M**	
8E	Verondiepen Killenbeek met klei (50 à 60 cm)			0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	
8E	Dempen sloten en greppels binnen TOP-lijstgebied met klei, ondiepe slenk handhaven vor afwatering			1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3	3	3	1	2	2	1	2	2	Leefgebied aquatische flora en fauna neemt af ten behoeve van terrestrische waarden en systeemherstel
Deelgebied 8F Bleomkampen Varelse Beek																																		
8F	Geen maatregelen in Beken			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is ‘To explore the potential of nature to improve the quality of life’. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is hèt kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl