Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

kiwa
Partner for progress

KWR 07.086
12 februari 2008

Verdrogingsbestrijding door infiltratie bij de winning Schalterberg

Effecten op de natuur

Partner for progress

KWR 07.086
12 februari 2008

Verdrogingsbestrijding door infiltratie bij de winning Schalterberg

Effecten op de natuur

© 2008 Kiwa Water Research
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij electronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Kiwa Water Research
Groningenhaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Telefoon 030 60 69 511
Fax 030 60 61 165
Internet
www.kiwawaterresearch.eu

16 APR. 2008

Provincie Gelderland
t.a.v. dhr. H.J. Reit
Postbus 9090
6800 GX Arnhem

Watertechnologie
Snekertrekweg 61
8912 AA Leeuwarden
Postbus 400
8901 BE Leeuwarden
Telefoon 058 2945594
Fax 058 2945300
www.vitens.nl

Behandeld door	Liesbeth van der Vegt	Datum	7 april 2008
Doorkiesnummer	5295	E-mail	liesbeth.vandervegt@vitens.nl
Ons kenmerk		Uw kenmerk	
Onderwerp			

Geachte heer/mevrouw,

Bijgaand ontvangt u het eindrapport Verdrogingsbestrijding door infiltratie bij de winning Schalterberg, effecten op de natuur. Het rapport is opgesteld door Kiwa in samenwerking met Bureau Waardenburg.

Dit deelrapport ecologie wordt ter onderbouwing bijgevoegd aan de milieueffectrapportage die wordt ingediend voor de drinkwaterwinning Schalterberg. Het rapport beschrijft de effecten van veranderingen in de waterhuishouding op de grondwaterafhankelijke natuur. De beschrijving is uitgevoerd voor de autonome ontwikkeling en infiltratiescenario's van 2 Mm3 infiltratie en 4 Mm3 infiltratie.

Met vriendelijke groet,

Liesbeth van der Vegt
adviseur inrichting & beheer wingebieden

Bijlage Rapport ecologie Schalterberg

één in water

Colofon

Titel
Verdrogingsbestrijding door infiltratie bij de winning Schalterberg

Effecten op de natuur

Projectnummer
30.6192.050

Projectmanager
H. van Oene

Kwaliteitsborger
H. van Oene

Auteurs
M.W.A. de Haan, A. Doomen, R.J.W. van de Haterd & D.M. Soes.

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het adviesproject. Eventuele verspreiding daarbuiten vindt alleen plaats door de opdrachtgever zelf.

Inhoud

	Inhoud	**5**
	Samenvatting	**7**
1	**Inleiding**	**13**
1.1	Achtergronden	13
1.2	Voorgenomen activiteit	13
1.3	Doel rapportage	13
1.4	Ligging studiegebied	14
1.5	Leeswijzer	14
2	**Gebiedsbeschrijving**	**17**
2.1	Algemene gebiedsbeschrijving	17
2.1.1	Landschappelijke gradiënt	17
2.1.2	Hydrologie in de ecologische deelgebieden	20
2.2	Abiotiek en natuurwaarden per deelgebied	21
2.2.1	Koppelsprengen - Ugchelse Beek - Winkewijert	25
2.2.2	Zwaanspreng/Kayersbeek	27
2.2.3	Beekberger Beek	27
2.2.4	Oosterhuizer Spreng	29
2.2.5	Vrijenberger- en Veldhuizer Spreng	30
2.2.6	Loenense Beek	31
2.2.7	Eerbeekse Beek	32
2.2.8	Soerense Beek	33
2.2.9	Soerense Broek	34
2.2.10	Elzendijk	35
2.3	Amfibieën, reptielen, vlinders, libellen, zoogdieren en vogels	35
2.3.1	Amfibieën	35
2.3.2	Reptielen	36
2.3.3	Vlinders en libellen	36
2.3.4	Zoogdieren	37
2.3.5	Vogels	37
2.4	Synopsis	39
3	**Randvoorwaarden vanuit de natuurwetgeving en streefbeelden**	**41**
3.1	Relevant natuurbeleid	41
3.2	Streefbeelden voor de deelgebieden	46
4	**Toetsing huidige situatie: grondwaterstandsgegevens en beleidsdoelen**	**49**
4.1	Toetsing aan de provinciale grondwaterstandskaart	49
4.2	Toetsing aan beleidsdoelen	51
4.2.1	Aquatische natuur	51

© Kiwa Water Research & Bureau Waardenburg

4.2.2	Terrestrische natuur	54
5	**Verwachte effecten van 3 scenario's**	**59**
5.1	Hydrologische veranderingen	59
5.1.1	Kanttekeningen bij de modelberekeningen	59
5.1.2	Grondwaterstand en kweldruk	60
5.1.3	Watervoerendheid en stroomsnelheid	62
5.2	Verandering van de (semi-)terrestrische vegetatie	63
5.2.1	Verandering areaal	64
5.2.2	Ruimtelijke spreiding van de vegetatietypen	65
5.2.3	Toetsing aan natuurdoelen	68
5.3	Aquatische vegetatie	72
5.4	Macrofauna en vissen	74
5.4.1	Koppelsprengen/Ugchelse beek	75
5.4.2	Kayersbeek/Zwaanspreng	77
5.4.3	Beekberger Beek	77
5.4.4	Oosterhuizerspreng	78
5.4.5	Vrijenberger- en Veldhuizerspreng	79
5.4.6	Loenense Beek	79
5.4.7	Eerbeekse Beek	80
5.4.8	Soerense Beek	82
5.4.9	Synopsis macrofauna en vissen	82
5.5	Overige fauna	83
5.5.1	Amfibieën	83
5.5.2	Reptielen	84
5.5.3	Vlinders en libellen	84
5.5.4	Zoogdieren	84
5.5.5	Broedvogels	85
5.5.6	Wintervogels	85
5.6	Soorten en habitats volgens de Vogel- en Habitatrichtlijn	86
6	**Conclusie**	**87**
6.1	De natuurwaarden in de huidige situatie	87
6.2	Effecten van de ingrepen	88
7	**Literatuur**	**93**
I	**Bijlage Vegetatie-opnamen**	**95**
II	**Bijlage Vegetatietypen behorend bij doeltypen provincie Gelderland**	**101**
III	**Bijlage Beschrijving doeltypen Natuurmonumenten**	**105**
IV	**Berekende potentiële verspreiding van de verschillende vegetatietypen**	**109**
V	**Bijlage Methodiek Ecologische effectvoorspelling**	**131**

Samenvatting

Aanleiding en doel
De waterwinning Schalterberg is gelegen op de Veluwe. De onttrekking van het grondwater voor drinkwater, maar ook de ontwatering van omliggende landbouwgebieden en industriële onttrekkingen, beïnvloeden gebieden met belangrijke grondwaterafhankelijke natuurwaarden. Binnen het beïnvloedingsgebied van de waterwinning is in verschillende gebieden verdroging opgetreden. Vitens wil bij Schalterberg oppervlaktewater infiltreren om de opgetreden verdroging te bestrijden.

Voorliggend document is het deelrapport ecologie, behorend bij de milieu-effectrapportage die ter onderbouwing van de vergunningaanvraag is opgesteld. In dit deelrapport worden de effecten van veranderingen in de waterhuishouding op de *grondwaterafhankelijke* natuur beschreven. Deze beschrijving is uitgevoerd voor de autonome ontwikkeling en twee infiltratie-scenario's: 2 Mm^3 infiltratie en 4 Mm^3 infiltratie.

Methode
De effecten van de aanpassing van de waterwinning op de natuurwaarden zijn ingeschat voor elf deelgebieden: sprengenbeken, één natuurlijke beek en twee gebieden met alleen grondwaterafhankelijke terrestrische vegetatie. In deze elf gebieden heeft grondwater invloed op de aanwezige terrestrische en aquatische natuur. De sprengkoppen en beken hebben bijzondere natuurwaarden, samenhangend met een permanente kwel in combinatie met een constante chemische samenstelling van het water en de gelijkmatige temperatuur gedurende het gehele jaar. In de brongebieden komen soorten voor die kenmerkend zijn voor kwel van zacht tot matig hard water, of die gebonden zijn aan vochtige, soms beschaduwde milieus op oevers. Daarnaast komen er enkele percelen in het studiegebied voor in (voormalige) kwelzones aan de voet van de stuwwal.

De veranderingen van de ecologische omstandigheden door de in grepen zijn gerelateerd aan de hydrologische veranderingen bij de drie scenario's. De huidige situatie van de grondwaterstand is afgeleid uit de grondwaterstandskaart van de Provincie. De veranderingen bij autonome ontwikkeling en bij de twee infiltratiescenario's zijn bepaald met behulp van een hydrologisch model. De variabelen 'verandering van de kweldruk', 'verandering van de grondwaterstand', 'verandering van de basisafvoer' en 'veranderingen van de stroomsnelheid' zijn gebruikt voor de ecologische effectvoorspelling.

De gevolgen voor de ecologie zijn vervolgens afgezet tegen de ecologische beleidskaders die in het gebied gelden, voor zover de parameters in de beleidsdoelen een directe relatie hebben met de hydrologische omstandigheden.

Een belangrijk aandachtspunt bij de interpretatie van de hydrologische modelresultaten is dat gebruik is gemaakt van een stationair grondwatermodel, terwijl bij de ecologische effectvoorspelling veelal gebruik wordt gemaakt van indicaties van seizoensfluctuaties in de grondwaterstand (uitgedrukt in GHG en GLG). Daarnaast is in de schematisatie van het hydrologisch model de invloed van detailontwatering (greppels, kleine afwateringssloten) meegenomen als *vlakdekkende* drainage. Daardoor worden lokale opbollingen als gevolg van sloten en greppels niet gemodelleerd.

Een ander aandachtspunt is het feit dat bij de effectvoorspelling alleen hydrologische veranderingen zijn meegenomen en is uitgegaan van natuurbeheer. Het huidige beheer en de huidige bemestingsdruk zijn op de meeste locaties momenteel nog niet afgestemd op natuur, waardoor de berekende vegetatie in veel gevallen niet haalbaar is.

Huidige ecologische omstandigheden

De huidige conditie van de sprengkoppen en beken varieert. Hoge natuurwaarden bevinden zich in de Koppelsprengen en Ugchelse Beek, de Beekberger Beek en de Soerense Sprengen. Ook in de overige sprengen (Kayersbeek-Zwaanspreng, Oosterhuizer Spreng, Loenense Beek, Eerbeekse Beek) komen plaatselijk belangrijke natuurwaarden voor. Belangrijke natuurwaarden in percelen komen met name voor in het brongebied van de Beekberger Beek, in het Soerense Broek en bij de Elzendijk. Plaatselijk worden deze ook aangetroffen in de omgeving van Loenen en ten zuiden van Laag Soeren.

De huidige aquatische natuur wordt getoetst (1) aan de soorten die in de omschrijving van de provinciale HEN-wateren (oppervlaktewateren van het hoogste ecologische niveau) worden genoemd, (2) aan de macrofyten- en macrofauna-maatlat van watertype R4 van de KRW (voor een beoordeling met de maatlat fytobenthos en de maatlat vis waren onvoldoende gegevens beschikbaar) en (3) de provinciale natuurdoeltypen. De beoordeling van de huidige is samengevat in onderstaande tabel.

De huidige situatie uitgedrukt in doelstellingen en maatlatten van verschillende beleidskaders.

		Koppelsprengen/ Ugchelse Beek	Zwanenspreng/ Kayersbeek	Beekberger Beek	Oosterhuizer spreng	Vrijenberger Spreng/ Veldhuizer Spreng	Ter Horst/ Loenense Beek/ Zilven/ Oude Beek	Eerbeekse Beek	Soerense Beek	Soerense Broek	Elzendijk
soorten van HEN-wateren	**aantal aanwezige doelsoorten (van 6)**	3	1	3	1	1	1	1	3	nvt	nvt
macrofyten-maatlat KRW	**score: slecht tot zeer goed**	goed	ontoe-reikend	ontoe-reikend-goed	matig	ontoe-reikend	ontoe-reikend	ontoe-reikend - matig	ontoe-reikend-goed	nvt	nvt
macrofauna-maatlat KRW	**score: slecht tot zeer goed**	goed	matig-goed	goed	goed	goed	ontoe-reikend-matig	goed	goed	nvt	nvt
provinciaal natuurdoeltype Beek	**aquatische vegetatie voldoet wel/niet aan natuurdoeltype**	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel
provinciaal natuurdoeltype terrestrisch	**komt wel/niet voor op puntlocatie**	3x wel, 1x niet	nvt	wel	nvt	nvt	wel	nvt	nvt	wel	wel

De huidige terrestrische natuur is naast de natuurdoeltypen van de provincie gelegd. Dit is gedaan voor puntlocaties (vegetatie-opnamen) en vlakdekkend.

Een aantal beken blijkt niet (geheel) te voldoen aan de criteria voor HEN-wateren, onder meer door het ontbreken van kwelindicerende soorten in de bronnen. Voor de beken die wel voldoen, dient bedacht te worden dat de meetlocaties betrekking hebben op het deel van de oppervlaktewateren waar de meest kritische soorten voorkomen. De toetsing kan derhalve lokaal positiever uitvallen dan in werkelijkheid het geval is.

Uit toetsing van de aquatische vegetatie-opnamen aan de KRW-macrofyten-maatlat voor watertype R4 (permanent langzaam stromende bovenloop op zand) en voor de Soerense Beek type R5 (langzaam stromende middenloop op zand) blijkt dat de licht eutrafente begroeiingen laag scoren op de maatlat. Alleen de brongebieden van de Koppelsprengen, Beekberger Beek en Soerense Sprengen worden als goed gekwalificeerd. Op de macrofauna-maatlat scoren de beken over het algemeen matig tot goed.

Op alle locaties met een aquatische vegetatie voldoet de huidige vegetatie aan het provinciale natuurdoeltype Beek. Dit hangt mede samen met het bereik van het natuurdoeltype Beek, waarin zowel karakteristieke brongemeenschappen als licht eutrafente vegetaties van sprengenbeken zijn opgenomen. Ook de oevervegetatie met Paarbladig goudveil behoort tot dit doeltype. Daarentegen voldoen de vegetaties van laaggelegen oevers, die minder kenmerkend zijn voor bronmilieus, niet aan het doeltype Beek. Het gaat hierbij in alle meetpunten om een verlandende beekoever.

Voor de deelgebieden met natte terrestrische provinciale natuurdoelen binnen de EHS is vlakdekkend vastgesteld in welke mate de huidige hydrologische situatie voldoet aan de provinciale natuurdoelstelling. Alleen in een deel van het stroomgebied van de Beekberger Beek voldoet de grondwaterstand in potentie om de provinciale natuurdoelstellingen te realiseren. In het brongebied van de Beekberger Beek bij Engeland, in de omgeving van Loenen, langs de Soerense Beek en in de Elzendijk is de grondwaterstand te laag voor realisatie van deze doelstellingen.

Slechts een klein deel van ecologische deelgebieden valt binnen het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Veluwe. In dit deel komt alleen habitattype 3260 voor (Submontane en laaglandrivieren met vegetaties behorend tot het Ranunculion fluitantis en het Callitrichio-Batrachion) in de (snel) stromende beken en sprengen. Het gaat hier om subtype A, met Waterranonkels. Van de habitatrichtlijnsoorten komen alleen de Beekprik en de Rivierdonderpad als grond- en/of oppervlaktewaterafhankelijke soorten in het studiegebied en binnen de begrenzing van het habitatrichtlijngebied voor. De Kamsalamander is niet aangetroffen, maar wordt wel verwacht.

Effecten van de ingrepen
Uit de hydrologische modelberekeningen blijkt dat in een deel van de ecologische aandachtsgebieden de grondwaterstand en de kweldruk

toenemen. Deze toename treedt zowel op bij autonome ontwikkeling als bij de infiltratiescenario's. De grootste veranderingen treden op bij de Beekberger Beek, Eerbeekse Beek, Vrijenberger Spreng en de zuidelijke tak van de Loenense Beek. De stijging van de grondwaterstand is het hoogst in het brongebied van de Vrijenberger spreng. Dit wordt mede veroorzaakt door maatregelen ten behoeve van opstuwing van de spreng.

De stijging van de grondwaterstand is bevorderlijk voor de (semi-) terrestrische vegetatie, maar ook voor de watervoerendheid van de beken. Tijdelijke droogval, zoals in de huidige situatie voorkomt in een tak van de Koppelsprengen, enkele takken van de sprengen van de Soerense Beek, de sprengen bij Loenen en de Eerbeekse Beek, zal hierdoor afnemen.

Terrestrische vegetatie
Bij autonome ontwikkeling neemt het areaal aan het natuurdoeltype Bloemrijk zuur grasland toe, met name door ontwikkeling van vegetatietypen die ook bij relatief diepe grondwaterstanden kunnen voorkomen (niet-kritische vegetatietypen). Bij verdere grondwaterstijging door infiltratie is de toename van het areaal aan niet-kritische vegetatietypen beperkt, maar treedt juist een grote toename op van kritische vegetatietypen die gebonden zijn aan langdurig hoge grondwaterstanden. Het totale areaal waar de grondwaterstand voldoet aan de eisen het natuurdoeltype, stijgt bij autonome ontwikkeling met 31 ha van 231 naar 262 ha, bij 2 Mm^3 infiltratie komt daar 23 ha bij en bij 4 Mm^3 nog eens 13 ha. De sterkste veranderingen treden op rond de Beekberger Beek en rond Loenen.

In de meeste deelgebieden stijgt het areaal aan Bloemrijk zuur grasland min of meer lineair bij opeenvolgende scenario's en neemt dus de doelrealisatie van de Provinciale natuurdoeltypen toe. In het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek vlakt de toename van Bloemrijk zuur grasland echter af bij de opeenvolgende scenario's. Dit wordt veroorzaakt doordat het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek in de huidige situatie reeds vrij nat is, waardoor de grondwatersituatie voor niet-kritische vegetatietypen na een beperkte stijging van de grondwaterstand veelal voldoende is. Daarentegen leidt een verdere vernatting een tot sterke kwaliteitsverandering door vervanging van niet-kritische vegetatietypen door kritische, grondwaterafhankelijke vegetatietypen.

Binnen de begrenzing van het habitatrichtlijngebied Veluwe is een toename te verwachten van het habitattype 3260A. Dit habitattype is aangetroffen in sprengenbeken en de verandering hangt samen met de realisatie van geschikte omstandigheden voor associaties van het Verbond van Grote waterranonkel. Naar verwachting zullen deze omstandigheden in de Koppelsprengen reeds in de autonome situatie voldoende zijn. In de Beekberger Beek, het brongebied van de Vrijenberger Spreng en de Eerbeekse Beek, en plaatselijk in de Loenense Beek zal een toename van de hoeveelheid infiltratiewater bij de winning Schalterberg leiden tot een uitbreiding van geschikte omstandigheden voor dit habitattype.

Macrofyten
De toename van kwel naar beken biedt in principe mogelijkheden voor vestiging van bronvegetaties en vegetaties die kenmerkend zijn voor permanent stromend, voedselarm, zwak gebufferd water. De berekende hydrologische veranderingen zullen met name in een deel van de Loenense Beek en in het brongebied van de Vrijenberger Spreng leiden tot een herstel van kwelgebonden vegetatie in de beek en op de oever.

De Koppelsprengen scoren reeds in de autonome situatie optimaal volgens de KRW-maatlat voor macrofyten. In de Beekberger Beek is verdere verbetering mogelijk, en zal in het infiltratiescenario 2Mm3 een optimale score kunnen worden bereikt. Dit geldt ook voor het brongebied van de Vrijenberger Spreng en plaatselijk voor de Loenense Beek. In de bovenloop van de Eerbeekse Beek wordt echter pas in het scenario 4 Mm^3 een goede situatie conform de KRW-maatlat verwacht. De beoordeling van de overige beken zal naar verwachting niet wijzigen.

In hoeverre de beken voldoen aan de HEN-criteria voor Sprengen, hangt geheel af van de vestiging van Teer Vederkruid (water) en Goudveil (oever). Vestiging van deze specifieke soorten is echter van verschillende factoren afhankelijk, waardoor een toetsing aan deze criteria niet goed mogelijk is. Niettemin wordt verwacht dat in de infiltratiescenario's de abiotische omstandigheden in de volgende beken voldoen voor vestiging van genoemde soorten: Koppelsprengen, Beekberger Beek, brongebied Vrijenberger Spreng, bovenloop Eerbeekse Beek, zuidelijke sprengtakken Loenense Beek en brongebied Soerense Sprengen.

Macrofauna en vissen
In zijn totaliteit wordt verwacht dat de autonome ontwikkeling en de infiltratie van 2 Mm^3 een matig tot groot positief effect hebben op macrofauna. Het effect van infiltratie van 4 Mm^3 wordt ingeschat als sterk positief. Dit geldt zowel voor de macrofaunagemeenschap in het algemeen als voor de aanwezige Rode Lijstsoorten.

Door de positieve effecten op deze soortengroepen worden er ook positieve effecten verwacht op de doelrealisatie van de KRW en de HEN-wateren. Bij de Koppelsprengen en Oude Beek zal een deel van de beek naar verwachting aan het streefbeeld gaan voldoen. Bij de Veldhuizer- en Vrijenbergerspreng en de Eerbeekse Beek gaat het streefbeeld qua watervoering wel aan het streefbeeld voldoen, maar andere knelpunten voorkomen dat het streefbeeld hier wordt gehaald. Bij de Oosthuizerspreng en de Loenense Beek komt het streefbeeld wel dichterbij, maar wordt waarschijnlijk niet geheel bereikt. Bij de Kayersbeek en Zwaanspreng tenslotte treden geen significante effecten op.

Het voorkomen van amfibieën en reptielen zal niet beïnvloed worden door de ingrepen. Vanwege het beperkte areaal aan loofbos dat vernat wordt, zullen de gevolgen voor de Kleine ijsvogelvlinder zeer gering zijn. De omstandigheden voor de IJsvogel zullen licht verbeteren door de verbeterde watervoerendheid van de beken.

1 Inleiding

1.1 Achtergronden

De water(leiding)bedrijven in Nederland hebben als wettelijke taak om voldoende drinkwater te leveren van goede kwaliteit. Vitens is verantwoordelijk voor de drinkwatervoorziening in de provincies Fryslân, Gelderland, Overijssel, Flevoland, Utrecht en een aantal gemeenten in Drenthe en Noord-Holland. Vrijwel al het drinkwater dat door Vitens wordt geleverd, is bereid uit grond- en oevergrondwater. Oevergrondwater is oorspronkelijk oppervlaktewater dat in bodem en oevers is geïnfiltreerd en daarna ondergronds naar de pompputten toestroomt.

Vanuit een maatschappelijke doelstelling streeft Vitens naar veiliggestelde waterwinningen. Enerzijds betekent dit dat er zo weinig mogelijk bedreigingen voor de waterkwaliteit moeten zijn. Anderzijds behelst veiligstelling een gezond evenwicht tussen klanttevredenheid, effecten op de omgeving en bedrijfsvoering.

1.2 Voorgenomen activiteit

Vitens heeft het voornemen om de waterwinning Schalterberg bij Apeldoorn te optimaliseren. Deze waterwinning heeft een vergunning voor het onttrekken van 4,5 miljoen m^3/jaar aan grondwater. In 2006 werd op Schalterberg ruim 4 miljoen m^3 onttrokken.

De waterwinning Schalterberg is gelegen op de Veluwe. De onttrekking van het grondwater voor drinkwater, maar ook de ontwatering van omliggende landbouwgebieden en industriële onttrekkingen, beïnvloedt gebieden met belangrijke grondwaterafhankelijke natuurwaarden. Binnen het beïnvloedingsgebied van de waterwinning is in verschillende gebieden verdroging opgetreden. Vitens wil bij Schalterberg oppervlaktewater infiltreren om de opgetreden verdroging te bestrijden.

1.3 Doel rapportage

Voor de aanpassing van de huidige winning is een vergunning nodig in het kader van de Grondwaterwet. Ter onderbouwing van de vergunning-aanvraag wordt een milieu-effectrapport (MER) opgesteld, waarin de milieu-effecten van de verandering van de waterwinning worden beschreven.

Een onderdeel in de bijbehorende procedure van de milieu-effectrapportage (m.e.r.) is het vaststellen van mogelijke effecten van de geplande ingreep op de natuur in het studiegebied. Voorliggend document is het basisrapport ecologie, waarin de effecten van veranderingen in de waterhuishouding op de natuur worden beschreven. Deze beschrijving is uitgevoerd voor de autonome ontwikkeling en 2 infiltratie-alternatieven.

1.4 Ligging studiegebied

Het studiegebied is het gebied waar effecten van (minstens) één van de te beschouwen alternatieven kunnen optreden. Dit betreft de oostflank van de stuwwal van de Veluwe en het aangrenzende gebied van Apeldoorn tot Dieren. Het kaartbeeld van figuur 1 geeft het totale studiegebied weer met daarin de relevante ecologische gebieden. De relevante ecologische gebieden zijn gebieden waar aanvoer van grondwater invloed heeft op de aanwezige terrestrische en aquatische natuur.

De volgende gebiedsaanduidingen worden gebruikt voor deze elf deelgebieden (zie ook figuur 1):

1. Koppelsprengen/Ugchelse Beek
2. Kayersbeek/Zwaanspreng
3. Beekberger Beek
4. Oosterhuizer Spreng
5. Vrijenberger Spreng/Veldhuizer Spreng
6. Molenbeek/Gravinnebeek
7. Ter Horst/Loenense Beek/Zilven/Oude Beek
8. Eerbeekse Beek
9. Sprengen Soerense Beek
10. Soerense Broek
11. Elzendijk

Het Soerense Broek valt buiten het beïnvloedingsgebied zoals is aangegeven in figuur 1. Omdat het gebied direct grenst aan het beïnvloedingsgebied en het hydrologisch systeem van het Soerense Broek deels samenhangt met de Soerense Beek, is het Soerense Broek toch in de analyses meegenomen.

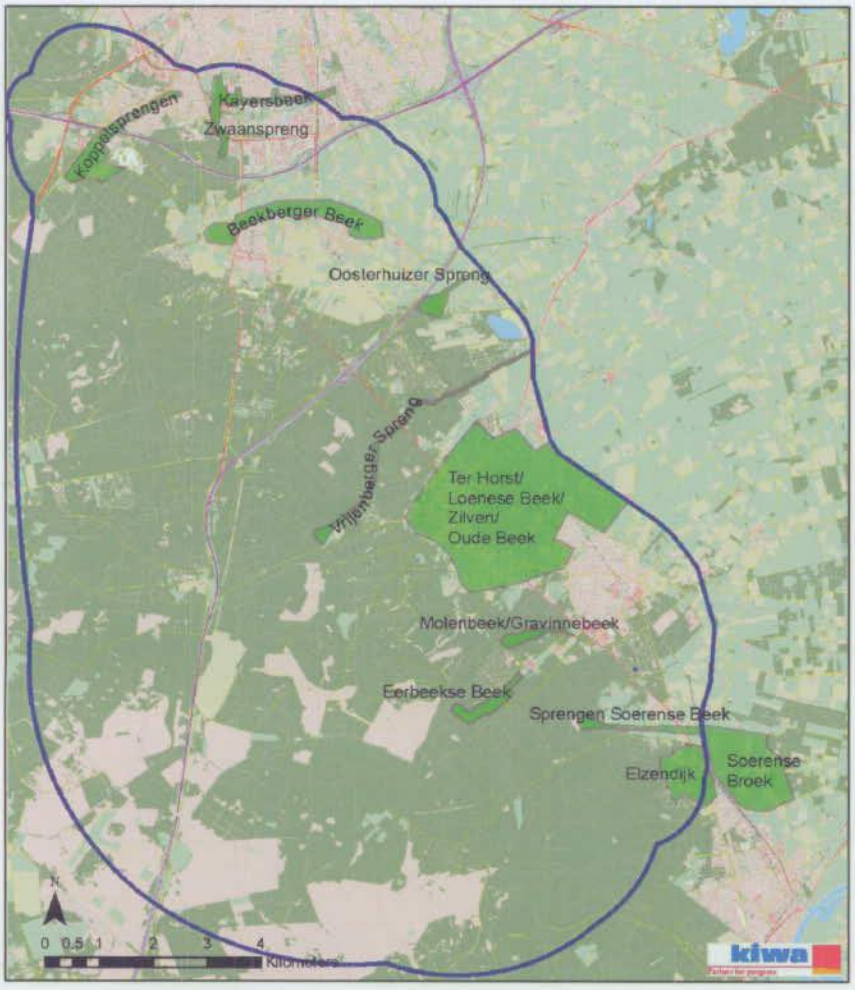
De bovenloop van de Beekberger Beek wordt ook wel Oude Beek genoemd. Indien in dit rapport verwezen wordt naar de Oude Beek, wordt dus de bovenloop van de Beekberger Beek bedoeld.

Het natura2000-gebied Landgoederen Brummen ligt ruim buiten het beïnvloedingsgebied en wordt daarom niet in de analyses meegenomen.

1.5 Leeswijzer

Na deze inleiding wordt in hoofdstuk 2 de huidige situatie voor de natuur beschreven. Paragraaf 2.1 gaat in op de algemene ecologisch relevante kenmerken van het gebied. In paragraaf 2.2 worden de huidige natuurwaarden en abiotische omstandigheden in ieder ecologisch deelgebied in detail beschreven. In hoofdstuk 3 worden relevante natuurwetgeving en relevant natuurbeleid uiteengezet en worden de concrete beleidsdoelen die in de verschillende deelgebieden gelden toegelicht. In hoofdstuk 4 worden de beschikbare grondwaterstandsgegevens van de huidige situatie getoetst en wordt getoetst in hoeverre de huidige natuurwaarden overeenkomen met de beleidsdoelen. Hoofdstuk 4 beschrijft de methoden waarmee ecologische effecten van alternatieven zijn vastgesteld. In hoofdstuk 5 worden de effecten van de drie onderzochte scenario's beschreven; eerst de hydrologische

veranderingen, daarna de gevolgen voor de vegetatie en de verschillende groepen diersoorten. De conclusies van deze studie staan in hoofdstuk 6.



Figuur 1: *Overzichtskaart van het studiegebied (blauwe lijn) en in groen aangegeven de ligging van ecologisch relevante gebieden.*

© Kiwa Water Research & Bureau Waardenburg

2 Gebiedsbeschrijving

Dit hoofdstuk bestaat uit twee onderdelen: een algemene gebiedbeschrijving waarin de belangrijkste kenmerken van het gebied beschreven worden en een meer gedetailleerde beschrijving van ieder ecologisch relevant deelgebied. De gedetailleerde beschrijving gaat in op de abiotische omstandigheden in ieder deelgebied en de aanwezige natuurwaarden worden beschreven in termen van aanwezige vegetatietypen en beschermde soorten.

2.1 Algemene gebiedsbeschrijving

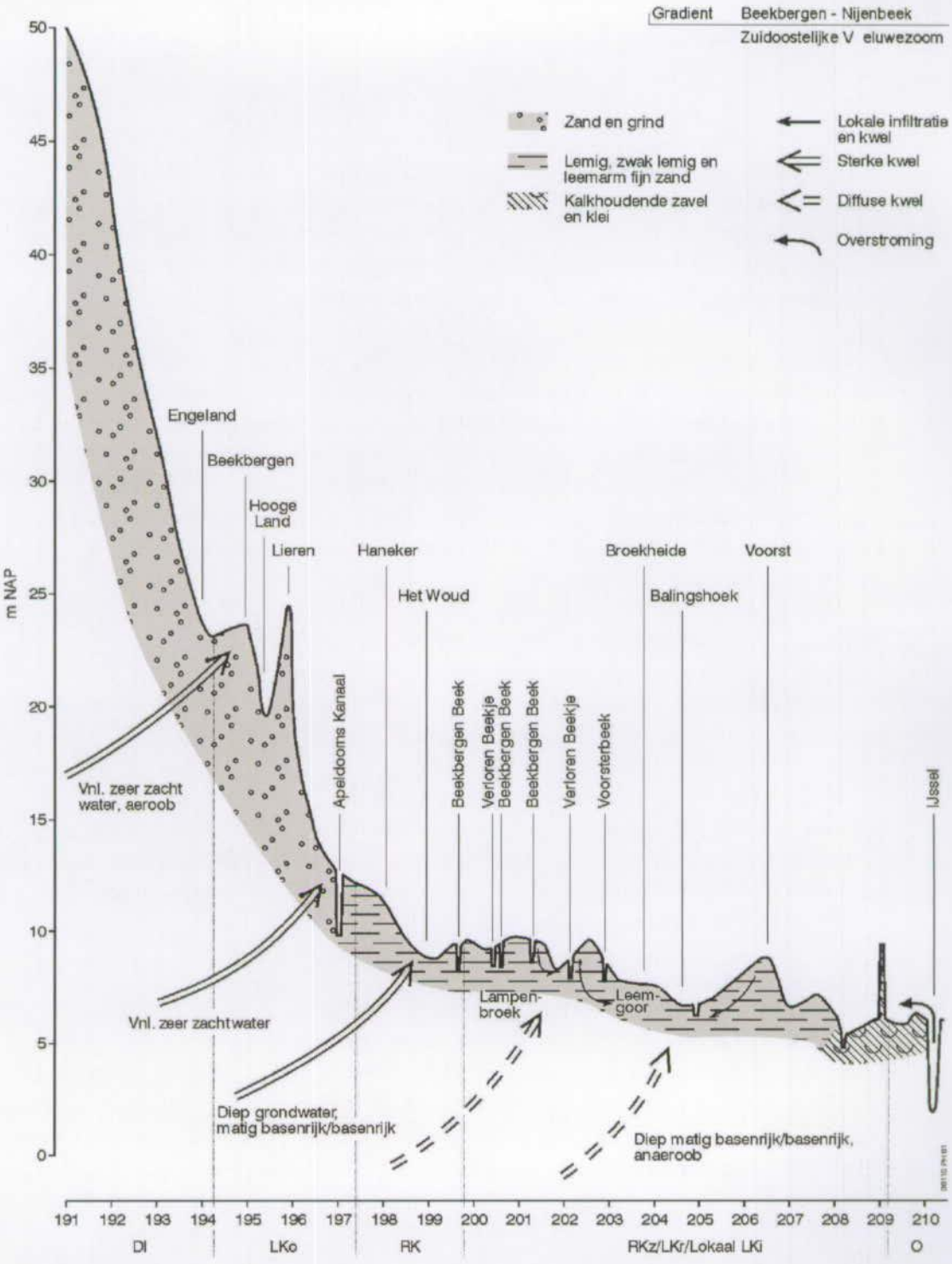
Om inzicht te geven in de relevante sturende processen op landschapsschaal, wordt hier beschreven welke gradiënten en hydro-ecologische systemen er in het studiegebied aanwezig zijn. Inzicht in de sturende processen is van belang om de effecten van infiltratie bij Schalterberg op de aanwezige natuurwaarden op een juiste wijze te kunnen berekenen en beschrijven. De beschrijving van sturende processen is grotendeels gebaseerd op een rapportage van Kiwa (2000).

Relevante natuurwaarden in het studiegebied die afhankelijk zijn van ondiepe grondwaterstanden en/of oppervlaktewater, zijn gerelateerd aan sprengen en beken, en enkele percelen aan (voormalige) kwelzones aan de voet van de stuwwal van de Oost-Veluwe.

De hydrologische situatie is zeer variabel doordat de Veluwe als stuwwallen gevormd is, in de voorlaatste ijstijd (Saalien) ongeveer 150.000 jaar geleden. Op verschillende plaatsen zijn meegestuwde klei- en leemlagen aanwezig die waterstagnerend werken. Door de opstuwing is een deel van de fluviatiele afzettingen (tot aan de Formatie van Tegelen) scheefgesteld.

2.1.1 Landschappelijke gradiënt

De Oost-Veluwe kan landschappelijk opgedeeld in drie delen: Het eerste, hoge deel (zand en grind in figuur 2), het tweede, relatief vlakke deel (lemig, zwak lemig en leemarm fijn zand in figuur 2) en het derde deel langs de IJssel (kalkhoudende zavel en klei in figuur 2). In grote lijnen is langs deze gradiënt van hoog naar laag sprake van de volgende opbouw: stuwwal (met löss), voet (inclusief puinwaaiers), dekzand en holocene rivierafzettingen. In het eerste deel van de gradiënt wordt over een korte afstand een groot hoogteverschil overbrugd. Het tweede deel van de gradiënt is een relatief vlak deel, waarin plaatselijk hogere en lagere ruggen liggen. Het derde deel wordt gevormd door hoge ruggen langs de IJssel en de daarachter liggende lage gronden. De ecologische deelgebieden van deze MER liggen grotendeels in het eerste, hoge deel van de gradiënt. Alleen het Soerense Broek ligt in het tweede deel.



Figuur 2: *Macro-gradiënt van de oostelijke Veluwezoom ten zuiden van Apeldoorn (uit Kiwa, 2000).*

Op de hoogste delen van de gradiënt (zie figuur 2) treedt infiltratie op bij een lage grondwaterstand. In deze hooggelegen gebieden kunnen ook hoge grondwaterstanden optreden wanneer leemlagen aan maaiveld liggen of wanneer door verkitting van organisch materiaal slechtdoorlatende lagen zijn ontstaan. Hier is dan sprake van stagnatie van regenwater. Vaak zijn op deze locaties vennen, veenmosrijke natte heiden of minihoogveentjes ontstaan, die gerekend kunnen worden tot schijnspiegelsystemen. Dit deel van de gradiënt wordt niet beïnvloed door grondwaterwinning of extra infiltratie.

Daar waar de eerste scherpe knik in de helling ligt (zie figuur 2; ter hoogte van Beekbergen), treedt grondwater uit. In het studiegebied treedt in de eerste scherpe knik steeds zacht tot zeer zacht, aeroob grondwater uit. Samen met de hoge ligging in de gradiënt kan dit een uiting zijn van relatief korte verblijftijden, zodat deze kwelgebieden gerekend kunnen worden tot lokale grondwatersystemen van oorsprongen en bovenlopen. Niettemin kan door de uitloging van de Veluwe tot op grote diepte ook grondwater met een langere verblijftijd basenarm zijn. Op plaatsen waar het grondwater diffuus uittreedt, kan in het droge seizoen kwel naar maaiveld stoppen. De bronnen die in dit deel van de gradiënt liggen zijn echter vrijwel permanent watervoerend. Vermoedelijk wordt deze continue aanvoer veroorzaakt door de aanwezigheid van een groot grondwatersysteem, dat een bufferende werking heeft op de natuurlijke fluctuaties in de netto regenwateraanvoer gedurende het jaar.

In dit gebied ontspringen een aantal natuurlijke beken en een aantal sprengenbeken. Het water van deze beken is vaak nog van goede kwaliteit, alhoewel plaatselijk invloed van uitspoeling van nutriënten uit landbouwpercelen merkbaar is. Natuurlijke beken bevinden zich in benedenstroomse delen van erosiegeulen. De sprengenbeken zijn vaak ook in erosiegeulen aangelegd. Deze sprengenbeken ontspringen in gegraven sprengenkoppen die het freatisch grondwater aansnijden. Deels zijn de beken "opgeleid" waardoor (een deel van) hun loop ruim boven de plaatselijke grondwaterspiegel ligt. Een aantal opgeleide beken is nu niet meer of slechts gedeeltelijk watervoerend.

De sprengenbeken zijn veelal in de 16e en 17e eeuw aangelegd voor de papierindustrie en in de 19e eeuw voor de wateraanvoer naar het Apeldoorns Kanaal. De aanleg van sprengenbeken zorgde voor een constante aanvoer van water.

De hydrologie in dit gebied wordt beïnvloed door deze sprengen doordat ze een verlaging van de kwel benedenstrooms veroorzaken. De sprengkoppen zijn deels drooggevallen door onttrekkingen boven- en benedenstrooms van de sprengen, door beekkanalisatie, het graven van beken en weteringen en het opleiden van beken. Grootschalige overstromingen en lange periodes met hoge grondwaterstanden komen daardoor niet meer voor. De sprengkoppen hebben bijzondere natuurwaarden, samenhangend met een permanente kwel in combinatie met een constante chemische samenstelling van het water en de gelijkmatige temperatuur gedurende het gehele jaar.

Op de plaats waar de steile helling van de oostelijke Veluwe overgaat in de relatief vlakke dekzanden en fluviatiele gebieden, is een nieuwe knik in het regionale reliëf aanwezig (ter hoogte van het Beekberger Woud in figuur 3). Op deze relatief laaggelegen plekken treedt ouder grondwater uit, dat afkomstig is uit het regionale Veluwe-systeem en dat (matig) basenrijk en anaeroob is. Als gevolg van de relatief lage ligging is de kwelintensiteit van dit grondwater hoog. Wanneer deze knikken zich in laagtes met een slechte afvoer bevinden, is er veen gevormd. Hier komen van nature plantengemeenschappen van basenrijke, meso- tot zwak eutrofe omstandigheden voor, zoals Dotterbloemhooilanden, Gewoon Elzenbroek (vaak rijk aan Waterviolier) en Elzen-Vogelkersbossen. Het Soerense Broek en Elzendijk liggen in dit deel van de gradiënt.

2.1.2 *Hydrologie in de ecologische deelgebieden*

In het studiegebied bevindt zich één bronsysteem grotendeels in het oorspronkelijke kwelgebied: de Beekberger Beek. Langs deze beek treedt over een lang traject grondwater uit. Met name in het bovenstroomse gebied in Engeland is ook kwelafhankelijke vegetatie in percelen aanwezig. In andere deelgebieden zijn kwelgebieden nog herkenbaar door het voorkomen van goor- en beekeerdgronden, maar is door veranderingen in landgebruik (ontwatering, aanleg sprengenbeken) de aanvoer van grondwater naar maaiveld sterk afgenomen.

Naast de Beekberger Beek bevinden zich in het studiegebied acht deelgebieden met sprengenbeken. De delen van de sprengenbeken die ingegraven zijn in het Veluwemassief zijn, voor zover ze niet zijn drooggevallen, drainerend. Daarnaast hebben de sprengenbeken opgeleide delen die infiltrerend of waterdoorvoerend zijn. Door het geringe oppervlak van de stroomgebieden van de sprengensystemen, is de invloed van neerslag gering en is de afvoer met name afhankelijk van aanvoer van water vanuit de sprengkoppen. Het grondgebruik rond de sprengensystemen is voornamelijk bos, in een aantal gevallen ook landbouw en in het geval van de Zwaanspreng en Ugchelse beek stedelijk gebied.

De mate waarin de sprengensystemen nog goed functioneren, varieert. Het sprengensysteem van de Koppelsprengen/Ugchelse beek functioneert goed. Er komt hier over een breed traject kwel in de sprengkoppen voor. Ook de sprengensystemen Zwaanspreng/Kayersbeek en de Oosterhuizer Spreng zijn volledig watervoerend. Buiten deze sprengensystemen is geen aanwezigheid van kwel in de percelen zichtbaar.

In het breed vertakte sprengensysteem in het gebied Ter Horst/Loenense Beek/Zilven/Oude Beek is in enkele bronnen droogval waargenomen. In de percelen in het oorspronkelijke kwelgebied is, als gevolg van ontwatering en landgebruik, nog slechts lokaal aanwijzing voor aanvoer van grondwater. Waarschijnlijk gaat het om kwel van jong grondwater, maar gezien de relatief lage ligging op de flank van het Veluwemassief kan plaatselijk ook diepe, basenrijkere kwel uittreden.

De overige sprengensystemen functioneren niet meer volledig. Naast grondwaterstandsdaling kan ook het beheer en onderhoud een oorzaak zijn, door dichtslibbing en ophoping van organisch materiaal in de brongebieden. In de Veldhuizerspreng zijn van de zes sprengkoppen er nog drie watervoerend. Ook in de Soerense Beek is waargenomen dat een aantal sprengkoppen droogstaat, en de Eerbeekse Beek heeft nog één volledig watervoerende sprengtak. Niettemin zijn in deze sprengensystemen nog altijd watervoerende bronnen en beeklopen aanwezig. De Molenbeek-Gravinnebeek is daarentegen nagenoeg geheel drooggevallen.

Naast de brongebieden van de beken zijn er nog twee gebieden waar aanvoer van grondwater duidelijk aanwezig is in de percelen. Dit zijn het Soerense Broek en Elzendijk. Deze gebieden liggen beide laag op de flank van het Veluwemassief, in het middendeel van de hydrologische gradiënt. Hier treedt naast kwel van jong grondwater ook diepe kwel van basenrijker grondwater op. De bodem bestaat voornamelijk uit beekeerdgronden.

In de sprengkoppen wordt de hydrochemische situatie bepaald door kwelwater. De samenstelling van het water dat door de beken wordt afgevoerd is overwegend licht zuur, nutriëntenarm, zwak gebufferd en soms ijzerrijk. In de sprengen die hoger op de gradiënt liggen (dichter bij de waterscheiding), is het water vaak zuurder en armer aan ionen. Enkele sprengen worden beïnvloed door landbouwwater, waardoor er sprake is van eutrofiëring.

2.2 Abiotiek en natuurwaarden per deelgebied

In deze paragraaf worden de aanwezige natuurwaarden per deelgebied beschreven. De nadruk ligt daarbij op grondwaterafhankelijke vegetatie- en habitattypen, natuurdoeltypen en relevante planten- en diersoorten voortvloeiend uit beleidsdoelstellingen (habitatrichtlijn, Flora- en Faunawet, rode lijsten, doelsoorten).

De huidige situatie is beschreven gebruik makend van de volgende gegevens:

- Veldwerk Kiwa en Bureau Waardenburg 2005 (vegetatie, macrofauna en vissen; Soes, 2006).
- Gegevens Provincie Gelderland: vegetatie-opnamen.
- rapport vegetatieonderzoek Buro Bakker (Buro Bakker, 2005).
- Rapportage van Tweel: Soerense sprengen (Van Tweel *et al.*, 2002).
- Gegevens Waterschap: macrofaunagegevens, EKOV cenotypering, KRW-beoordeling, visgegevens.
- Gegevens Natuurmonumenten: floragegevens.

De beschrijving van de fauna valt uiteen in de aquatische fauna (vis en macrofauna) in de beken en de overige faunagroepen. Onderdeel van de beschrijving is de typering van de in het gebied liggende (sprengen)beken volgens de typologie van het waterschap Veluwe (de EKOV-cenotypering; Jaarsma et al., 2001). Tevens is door het Waterschap Veluwe een beoordeling uitgevoerd op de maatlat van de Kaderrichtlijn.

In de EKOV-cenotypering worden voor de bronnen en de bovenlopen de volgende typen onderscheiden (de midden- en benedenlopen zijn voor dit onderzoek niet relevant) op grond van de macrofauna:

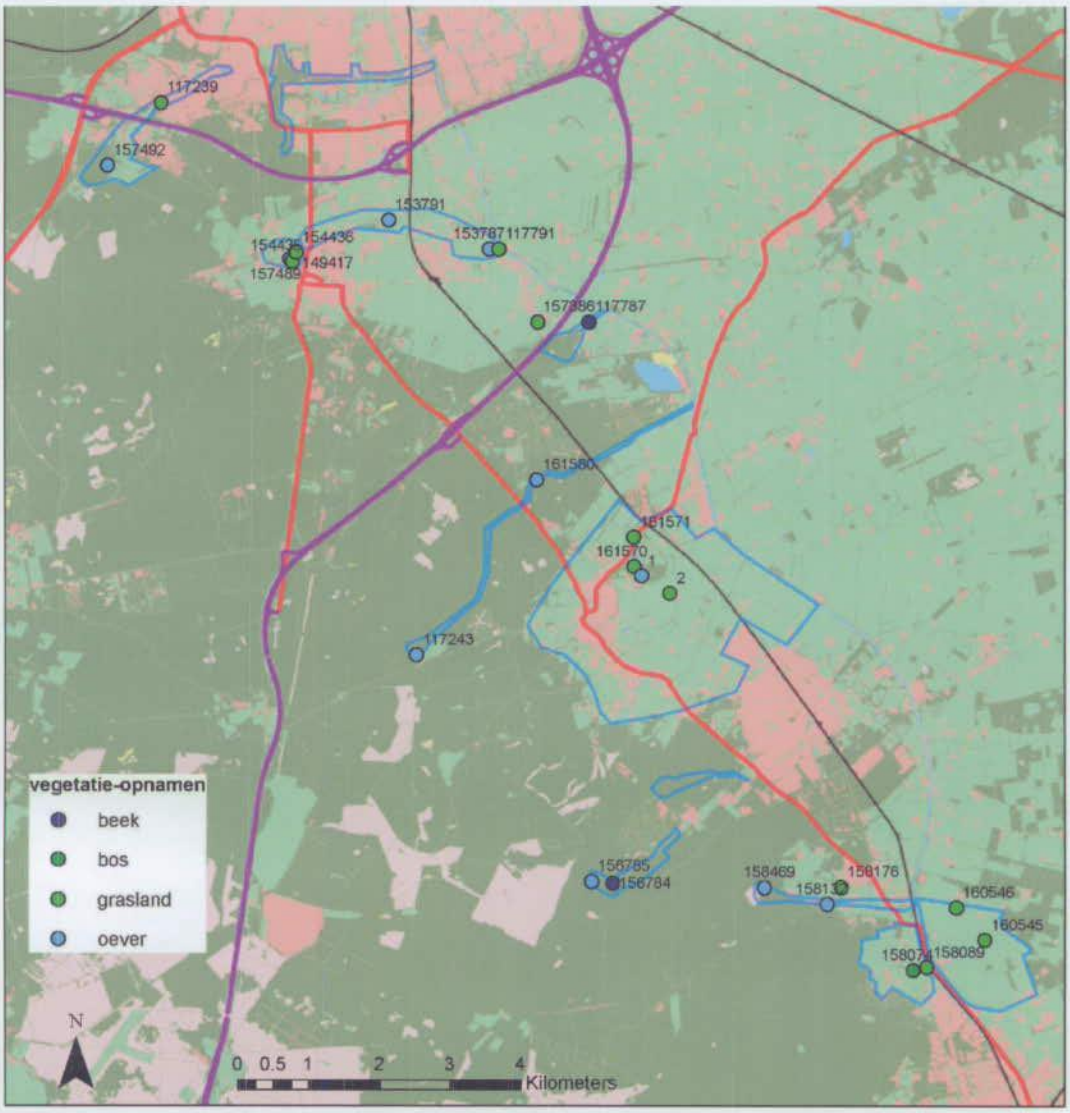
O Sprengenkoppen
S Bronbeken
A Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet
P Snelstromende bovenlopen van sprengenbeken
I Matig stromende bovenlopen van sprengenbeken

Daarnaast worden een drietal afgeleide typen onderscheiden:

L Belaste genormaliseerde beken
G Matig belaste genormaliseerde bovenlopen en bovenloopjes
M Half natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes

Daarnaast is voor elk deelgebied beschreven welke vegetatie als meest kritisch voor veranderingen in de waterhuishouding kan worden beschouwd. Aan de hand van veldwaarnemingen is de algemene conditie van de sprengen en beken beschreven en aan de hand van vegetatie-opnamen van de Provincie Gelderland en van Buro Bakker (2005) is de meest kritische vegetatie beschreven, zie bijlage 1. Een aantal vegetatie-opnamen dateert uit de jaren '80 en '90. In het veld is nagegaan of de opnamen nog actueel zijn en of de opnamen representatief zijn voor de meest kritische grondwaterafhankelijke vegetatie in het betreffende beeksysteem. Alleen actuele en representatieve opnamen zijn in de analyse meegenomen. Een overzicht van de locaties is weergegeven in figuur 3. De vegetatie-opnamen van de aquatische vegetaties zijn ook gebruikt voor de toetsing aan de KRW-maatlat macrofyten.

Omdat veel inventarisatiegegevens beschikbaar zijn van vegetatie, macrofauna en vissen worden in paragraaf 2.2.1 t/m 2.2.10 per deelgebied de aanwezige vegetatie, macrofauna en vissen beschreven. Van de soortengroepen amfibieën, reptielen, vlinders, libellen, zoogdieren en vogels zijn minder gegevens beschikbaar. Deze soortengroepen worden ieder apart beschreven in paragraaf 2.3. Tabel 1 geeft een overzicht van vegetatietypen en aanwezige soorten in de verschillende deelgebieden. Tabel 2 geeft nadere informatie over de soortennamen en de bescherming volgens de Rode Lijst en de Flora & Faunawet.



Figuur 3: Vegetatieopnamen met kritische grondwaterafhankelijke vegetaties. De vegetatieopnamen zijn beschreven in bijlage 1.

Tabel 1.Overzicht van cenotypering, waargenomen vegetatietypen en soorten in de verschillende ecologisch relevante gebieden.
+ = waargenomen, x = verwacht, w = uitsluitend als wintergast.

				vissen				macrofauna-doelsoorten					amfibiën							reptielen	vlinders en libellen			zoogdieren		vogels									
	EKOV cenotype	oever- en aquatische vegetatie	terrestrische vegetatie	Beekprik	Vetje	Bermpje	Rivierdonderpad	Platworm	Steenvlieg	Erwtenmosseltje	Haft	Kokerjuffer	Bastaardkikker	Bruine kikker	Gewone pad	Kleine watersalamander	Heikikker	Kamsalamander	Poelkikker	Ringslang	Kleine ijsvogelvlinder	Bruine korenbout	Glassnijder	Das	Waterspitsmuis	IJsvogel	Grote gele kwikstaart	Waterspreeuw	Grutto	Tureluur	Kievit	Scholekster	Bergeend	Kleine plevier	Roodborsttapuit
Koppelsprengen - Ugchelse Beek - Winkewijert	A, Winkewijert O	Verbond van Bittere veldkers en Bronkruid, Associatie van Paarbladig goudveil	Kamgrasweide, Kamgrasweide subass. met Moerasrolklaver	+		+		+	+				+	+	+	+	+			x	+			+		+		w							
Zwaanspreng - Kayersbeek	A	geen kenmerkende bronvegetaties	geen kenmerkende bronvegetaties					+					+	+	+	+	+			x	+			+		+		w							
Beekberger Beek	bovenloop P, I en A, benedenloop A	ass. Paarbladig goudveil, RG van het Vlotgras-verbond, ass. van Borstelbies en Moerasmuur	ass.van Borstelbies en Moerasmuur, RG Dwergbiezen-verbond, Kamgraseide, subass. met Moerasrolklaver	+	+	+	+	+	+	+			+	+	+	+				+				x	+	+										
Oosterhuizer Spreng	bovenloop O, benedenloop G	RG Duizendknoopfonteinkruid - Verbond van Grote waterranonkel	droog					+	+			+	x	+	x	x				x	x			x											
Vrijenberger- en Veldhuizer Spreng	bovenloop O, benedenloop A	RG Mannagras, associatie van Borstelbies en Moerasmuur	droog						+		+			+	+					+				x			+	w							
Loenense Beek	bovenloop M, middenloop I en A, benedenloop L en G	RG Mannagras	RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem, ass. van Geknikte vossestaart; typische subass., RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem					+				+	+	+	x	x				x	x			x	x	x										
Eerbeekse Beek	A en O	Ass. Watervlolier en Sterrekroos, RG Dwergbiezen-verbond	droog	+										+	x	+				+	+			x		x										
Soerense Beek	A en M	Ass. Paarbladig goudveil, RG Mannagras, Ass. Watervlolier en Sterrekroos	RG Dwergbiezenverbond			+							+	+	x	x				+	x			x		x	x									
Soerense Broek	nvt	nvt	Witbolgraslanden, RG Dwergebiezenverbond, ass. Borstelbies en Moerasmuur	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	+	+	+	x	x	x	x	+		+	+	x	x		W		+	+	+	+	+	+	+
Elzendijk	nvt	nvt	Elzenbroekbos, Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Framboos, RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem																	x																

Tabel 2. Namen en beschermingsstatus volgens de Rode Lijst en de Flora & Faunawet van de verschillende geïnventariseerde soorten. Alle vogelsoorten zijn beschermd middels de Flora & Faunawet. Zie voor een toelichting op de wetten hoofdstuk 3.

	Soort	Wetenschappelijke naam	Rode Lijst	Flora & Faunawet
vissen	Beekprik	*Lampetra planeri*	bedreigd	3
	Vetje	*Leucaspius delineatus*	kwetsbaar	-
	Bermpje	*Barbatula barbatula*		2
	Rivierdonderpad	*Cottus gobio s.l.*		2
macrofauna	Platworm	*Polycelis feline*	kwetsbaar	-
	Steenvlieg	*Nemurella pictetii*	kwetsbaar	-
	Erwtenmosseltje	*Pisidium personatum*	kwetsbaar	-
	Haft	*Leptophlebia marginata*	kwetsbaar	-
	Kokerjuffer	*Notidobia cilaris*	kwetsbaar	-
amfibiën	Bastaardkikker	*Pelophylax klepton esculentus*	TNB	1
	Bruine kikker	*Rana temporaria*	TNB	1
	Gewone pad	*Bufo bufo*	TNB	1
	Kleine watersalamander	*Lissotriton vulgaris*	TNB	1
	Heikikker	*Rana arvalis*	kwetsbaar	3
	Kamsalamander	*Triturus cristatus*	kwetsbaar	3
	Poelkikker	*Pelophylax lessonae*	kwetsbaar	3
reptielen	Ringslang	*Natrix natrix*	kwetsbaar	3
vlinders en libellen	Kleine ijsvogelvlinder	*Limenitis camilla*	kwetsbaar	-
	Bruine korenbout	*Libellula fulva*	kwetsbaar	-
	Glassnijder	*brachytron pratense*	kwetsbaar	-
zoogdieren	Das	*Meles meles*		3
	Waterspitsmuis	*Neomys fodiens*	kwetsbaar	3
vogels	IJsvogel	*Alcedo atthis*		F&F wet
	Grote gele kwikstaart	*Motacilla cinerea*		F&F wet
	Waterspreeuw	*Cinclus cinclus*	uitgestorven	F&F wet
	Grutto	*Limosa limosa*	gevoelig	F&F wet
	Tureluur	*Tringa totanus*	gevoelig	F&F wet
	Kievit	*Vanellus vanellus*		F&F wet
	Scholekster	*Haematopus bimantapus*		F&F wet
	Bergeend	*Tadorna tadorna*		F&F wet
	Kleine plevier	*Charadrius dubius*		F&F wet
	Roodborsttapuit	*Saxicola torquata*		F&F wet

2.2.1 *Koppelsprengen – Ugchelse Beek – Winkewijert*

Algemene conditie

Het brongebied van de Koppelsprengen is diep ingegraven in de stuwwal en ligt beschaduwd in droog loof- en naaldbos. Enkele sprengkoppen hebben momenteel in beperkte mate te leiden van een gebrekkige watervoerendheid. Andere sprengkoppen voeren het gehele jaar water, wat indiceert dat de grondwaterstand niet ver wegzakt. De bovenloop heeft plaatselijk een dik pakket detritus, die door een continue doorstroom van zuurstofrijk water aëroob blijft; een belangrijke voorwaarde voor stroomminnende macrofauna en vissen. Naast dichte detrituspakketen is plaatselijk meer een afwisseling

tussen fijn zand en detritus aanwezig. Het deel van de beek in de stad Apeldoorn is vrij krap gedimensioneerd en beschoeid. De beek is hier recht, vrij snelstromend en heeft overwegend een substraat van grof zand. De variatie in stroomsnelheid en substraat is hier beperkt.

Oever- en aquatische vegetatie:
In het brongebied van de Koppelsprengen komt veel Paarbladig goudveil voor, evenals Duizendknoopfonteinkruid en op de oever Dubbelloof. Met name langs de sprengtak met een zandige bodem (geheel blad- en littervrij) komen uitgebreide bronvegetaties voor. Overige sprengtakken zijn eveneens watervoerend, maar bevatten veel organisch materiaal (bladval) en minder goed ontwikkelde bronvegetaties. Langs alle sprengtakken zijn echter verschillende licht glooiende kweloevers aanwezig. Tevens is in de beek Teer vederkruid, Vlottende bies, Naaldwaterbies en Bronkruid aangetroffen (Gem. Apeldoorn). Teer vederkruid is eveneens aanwezig in stroomafwaarts gelegen gebieden, waar de beek is opgeleid en derhalve geen kweloevers meer voorkomen.

De vegetatie langs de Winkewijert indiceert een hoge voedselrijkdom. Kenmerkende bronvegetaties zijn niet aanwezig, alhoewel het voorkomen van Moerasrolklaver en Moerasmuur in de bron duidt op aanvoer van grondwater. De aanwezigheid van Dubbelloof en Bosveldkers duidt op langdurig natte, beschaduwde omstandigheden.

Vegetatie-opname 157492 (rompgemeenschap van het Verbond van Bittere veldkers en Bronkruid) is representatief voor de meest kwetsbare bronmilieus. De opname is heterogeen, en beslaat de gehele oeverzone, inclusief het hogere deel van de oever. Daardoor is de opname geclassificeerd als Verbond van Bittere veldkers en Bronkruid. Het lage deel van de oeverzone is echter waardevoller dan dit verbond en behoort tot de Associatie van Paarbladig goudveil.

Terrestrische vegetatie:
Benedenstrooms, ten noorden van de autoweg A1, komen enkele vochtige, beweide percelen langs de Ugchelse Beek voor. De vegetatie betreft een Kamgrasweide. Er is geen sprake van natuurbeheer. Uitgezonderd van deze extensief beheerde percelen, komen in de laaggelegen delen van het gebied uitsluitend intensief agrarisch gebruikte en gedraineerde graslanden en akkers voor.

Vegetatie-opname 117239 is representatief voor het meest kwetsbare grondwaterafhankelijke milieu in de percelen. De betreffende vegetatie kan worden beschouwd als een Kamgrasweide, subassociatie met Moeras-rolklaver.

Vissen:
De Koppelsprengen zijn van oudsher bekend om hun beekprikken, ook in 2005 zijn deze hier weer tientallen larven aangetroffen. De beekprik was, zij het in lagere aantallen, ook aanwezig in de Ugchelse Beek. In de Winkewijert

zijn zowel bermpje als beekprik aanwezig (Redactieteam Rijn-Midden, 2004; gegevens Waterschap Veluwe).

Macrofaunadoelsoorten:
De als kwetsbaar op de Rode Lijst staande platworm *Polycelis felina* is bekend van de Koppelsprengen en de Ugchelse Beek. De steenvlieg *Nemurella pictetii* komt voor in de Koppelsprengen, de Ugchelse Beek en de Winkewijert.

De ecotypering is op grond van de aangetroffen macrofauna als volgt: De Koppelsprengen en de Ugchelse Beek hebben het type A (Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet) toegekend gekregen. De EKOV-cenotyperingen van de Winkewijert variëren tussen O (Sprengkoppen) en M (Half natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes). Op basis van zijn morfologie lijkt het type O het meest van toepassing en wordt hier overgenomen.

2.2.2 *Zwaanspreng/Kayersbeek*

Algemene conditie
De Zwaanspreng en Kayersbeek zijn grotendeels diep ingegraven en van beschoeiing voorzien. Er is veel beschaduwing door bos. De beken zijn permanent watervoerend.

Vegetatie
Kenmerkende bronvegetaties zijn afwezig, alhoewel de aanwezigheid van met name Bosveldkers duidt op aanvoer van kwelwater. In dit gebied is geen meetlocatie voor de vegetatie vastgesteld.

Macrofauna en vissen
In de Zwaanspreng en de Kayersbeek zijn alleen driedoornige stekelbaarzen vastgesteld. De kwetsbare platworm *Polycelis felina* is bekend van de Kayersbeek en de Zwaanspreng.

De ecotypering is als volgt: De Zwaanspreng en de Kayersbeek hebben het type A (Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet) toegekend gekregen.

2.2.3 *Beekberger Beek*

Algemene conditie
Het brongebied van de Beekberger Beek is een van de weinige natuurlijke brongebieden op de Oost-Veluwe. In het brongebied treedt op meerdere plaatsen grondwater uit. Er treedt alleen droogval op in enkele zijtakken, die meer het karakter van sloten dan van een beek hebben (Royal Haskoning, 2006). De hoofdbeek vertoont grote verschillen in morfologie: op sommige locaties vertoont de beek (micro)meandering met een grote variatie in stroomsnelheid, morfologie en substraat, hoewel delen met grof zand en grind relatief zeldzaam zijn. Andere delen zijn beschoeid en hebben een uniform substraat, vaak met veel slib en detritus.

De ecotypering is als volgt: In de bovenloop varieert de beoordeling van P (Snelstromende bovenlopen van sprengenbeken), I (Matig stromende bovenlopen van sprengenbeken) tot A (Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet). Deze variatie lijkt te worden bepaald door de mate van watervoerendheid, waarmee deze variatie als realistisch wordt beoordeeld. In de benedenloop is de typering A (Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet).

Oever- en aquatische vegetatie:
Er komt veel Paarbladig goudveil voor in de veelal brede kwelzones langs de beek. Op de lage oeverdelen staan verder kwel-indicerende soorten als Bosbies, Gewone dotterbloem, Beekpunge en Kleine watereppe. In de beek komt Drijvend fonteinkruid voor.

De beekoever is plaatselijk sterk verruigd met onder meer Grote brandnetel en Riet en de abundantie van kwelindicerende soorten is beperkt. Ook komen in de beek plantensoorten van voedselrijke milieus voor. Dit hangt waarschijnlijk samen met enige beïnvloeding van het oppervlaktewater door uitspoeling uit de direct bovenstrooms gelegen landbouwpercelen.

In de middenloop van de beek, tussen Beekbergen en het Apeldoorns Kanaal, komen in de oeverzone op verschillende plaatsen kwelindicerende plantensoorten voor, waaronder Bosbies, Bittere Veldkers, Beekpunge en Slanke waterkers. Plaatselijk komen (soms brede) oevers met Paarbladig goudveil voor.

Vegetatie-opnamen 157489 (associatie van Paarbladig goudveil) en 149417 (associatie van Vlottende bies) zijn representatief voor de meest kwetsbare oever- en beekvegetaties in het brongebied. Opname 153791 (rompgemeenschap van het Vlotgras-verbond) in de middenloop bij de Ruitersmolen en opname 153787 (associatie van Borstelbies en Moerasmuur) bij het Apeldoorns Kanaal zijn representatief voor de kwelafhankelijke kwetsbare oevervegetaties in de middenloop.

Terrestrische vegetatie:
In het brongebied van de Beekberger Beek komen enkele matig voedselrijke graslanden met een grondwaterafhankelijke vegetatie voor. Enkele kenmerkende soorten zijn Biezenknoppen, Veldrus, Moerasrolklaver, Blauwe zegge, Bosbies en Knolrus. De opnamen 154435 (associatie van Borstelbies en Moerasmuur) en 154436 (Rompgemeenschap Dwergbiezen-verbond) zijn representatief voor deze graslanden.

In het gebied tussen Beekbergen en het Apeldoorns Kanaal komen over het algemeen intensief agrarisch gebruikte en gedraineerde graslanden en akkers voor. Op twee locaties is een plantengroei waargenomen die gebonden is aan (relatief) ondiepe grondwaterstanden. Dit betreft 1) een matig voedselrijk perceel ter hoogte van het Apeldoorns Kanaal, waarschijnlijk ontstaan door verschraling van een voormalig bemest weiland, en 2) een locatie waarlangs de beek ten behoeve van natuurontwikkeling een nat, matig voedselarm

milieu is ontstaan, ter hoogte van Oosterhuizen. Van beide locaties is een opname beschikbaar, nummer 117791 (Kamgrasweide; subass. met Moeras-rolklaver) en 157386 (Rompgemeenschap Dwergbiezen-verbond).

Vissen:
In de Beekberger Beek zijn in 2005 drie beschermde vissoorten aangetroffen: beekprik, bermpje en rivierdonderpad. De beekprik is zowel in het sprengengebied te Engeland als in de meer stroomafwaarts gelegen delen aangetroffen, met als oostelijke grens de toeristische spoorlijn. Het bermpje en de rivierdonderpad zijn alleen aangetroffen in het meest stroomafwaarts gelegen deel van de Oude beek, net voordat de beek onder het Apeldoorns kanaal doorloopt. Verder zijn drie algemene soorten aangetroffen: blankvoorn, driedoornige stekelbaars en tiendoornige stekelbaars, en ook de Rode Lijstsoort vetje. De Beekberger Beek is binnen het onderzoeksgebied relatief rijk aan vissoorten, wat mede wordt bepaald door de relatief grote breedte en diepte in het benedenstroomse gedeelte.

Macrofaunadoelsoorten:
In de Beekberger Beek zijn een drietal kwetsbare Rode lijst-soorten vastgesteld: *Polycelis felina* (platworm), *Pisidium personatum* (erwtenmosseltje) en *Nemurella pictetii* (steenvlieg).

2.2.4 *Oosterhuizer Spreng*

Algemene conditie
De Oosterhuizer Spreng is een kort sprengsysteem, aangelegd ten behoeve van de aanvoer van water naar het Apeldoorns Kanaal. De diep ingegraven sprengkoppen hebben steile oevers en beschoeiing. Droogval is in de sprengkoppen niet bekend. De totale basisafvoer van de Oosterhuizer Spreng is zeer gering (op basis van meetgegevens Waterschap Veluwe). De spreng is een meter breed en enkele decimeters diep, wat betekent dat de gemiddelde stroomsnelheid in droge perioden daalt tot enkele centimeters per seconde. De benedenloop van de spreng ligt in vrij open gebied, is waarschijnlijk wat voedselrijker en dicht begroeid. Het geheel heeft hier meer het karakter van een sloot dan van een stromende sprengenbeek.

De ecotypering is als volgt: Op basis van de beschikbare gegevens was het niet mogelijk een EKOV-cenotype toe te wijzen. Op basis van een expert oordeel is aan de bovenloop het type O (Sprengkoppen) en aan de benedenloop het type G (Matig belaste genormaliseerde bovenlopen en bovenloopjes) toegekend.

Oever- en aquatische vegetatie:
Door beschaduwing is de begroeiing spaarzaam. Kenmerkende bronvegetaties ontbreken. Vanaf de rand van het bosgebied komt daarentegen in de beek uitgebreid Duizendknoopfonteinkruid voor, wat duidt op stroming van voedselarm, zacht kwelwater. De oeverbegroeiing is tamelijk ruig.

De meest kritische vegetatie wordt beschreven in vegetatie-opname 117787 (rompgemeenschap Duizenknoopfonteinkruid - Verbond van Grote waterranonkel).

Terrestrische vegetatie:
De sprengkoppen liggen in een droog loof- en naaldbos. Stroomafwaarts liggen in de laagst gelegen delen (matig) droge en intensief agrarisch gebruikte percelen.

Vissen:
Er zijn in 2005 geen vissen aangetroffen.

Macrofaunadoelsoorten:
Bij de bemonstering in 2005 zijn twee doelsoorten vastgesteld: de platworm *Polycelis felina* en de steenvlieg *Nemurella pictetii*. In 1999 is hier tevens de kokerjuffer *Notidobia ciliaris* gevangen. Alle drie de soorten hebben de Rode lijst-status kwetsbaar.

2.2.5 *Vrijenberger- en Veldhuizer Spreng*

Algemene conditie:
De Vrijenberger en Veldhuizer Spreng zijn eveneens aangelegd ten behoeve van de aanvoer van water naar het Apeldoorns Kanaal. Het milieu met steile oevers, beschoeiing en beschaduwing door bos is vergelijkbaar met dat van de Oosterhuizer Spreng. De Vrijenberger/Veldhuizerspreng valt nooit droog en heeft altijd een goede watervoerendheid. Grote delen van deze spreng hebben een fijnzandige bodem met weinig slib en detritus.

Het was niet mogelijk om op basis van de beschikbare gegevens een EKOV-cenotype toe te wijzen. Op basis van een expert oordeel is aan de bovenloop het type O (Sprengkoppen) en aan de benedenloop het type A (Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet) toegekend.

Oever- en aquatische vegetatie:
Plaatselijk komt een spaarzame begroeiing langs de beek voor, veelal gedomineerd door Gestreepte witbol en/of Mannagras. Tevens komen plaatselijk de kwelindicerende soorten Duizendknoopfonteinkruid en Bronmos voor. De vegetatie in een bron van de Vrijenberger Spreng bestaat uit verlandingsvegetatie, met o.a. Waterpeper en Moerasmuur. De verlanding is waarschijnlijk het gevolg van wisselende of afnemende aanvoer van grondwater.

In dit sprengenstelsel liggen twee opnamelocaties. Opname 161580 betreft een oevervegetatie langs de Veldhuizer Spreng. Op grond van het voorkomen van Mannagras en Gestreepte witbol wordt deze vegetatie beschouwd als een rompgemeenschap van Mannagras. Opname 117243 in de bron van de Vrijenberger Spreng kan worden beschouwd als een associatie van Borstelbies en Moerasmuur.

Terrestrische vegetatie:
De sprengen liggen geheel in een droog loof- en naaldbos.

Vissen:
Er zijn in 2005 geen vissen aangetroffen.

Macrofaunadoelsoorten:
De kwetsbare steenvlieg *Nemurella pictetii* is in 2005 aangetroffen. In 1998 is hier tevens de haft *Leptophlebia marginata* vastgesteld, ook deze soort heeft de Rode lijst-status kwetsbaar.

2.2.6 Loenense Beek

Algemene conditie
De Loenense Beek bestaat uit een wijdvertakt netwerk van sprengen. Plaatselijk is een sterke invloed van de landbouw zichtbaar. Het Loenense Beeksysteem, waaronder de tak bij Zilven, heeft momenteel sterk te lijden van droogval en slibophoping.

De ecotypering is als volgt: In de bovenloop is de Loenense beek getypeerd als M (Half natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes). Meer stroomafwaarts varieert ze tussen I (Matig stromende bovenlopen) en A (Bovenlopen met een constant debiet). Deze variatie wordt bepaald door de watervoerendheid en de hoeveelheid slib. Verder stroomafwaarts heeft ze via een gedeelte met het type L (Belaste genormaliseerde beken) bij het Apeldoorns Kanaal over in het type G (Matig belaste genormaliseerde bovenlopen en bovenloopjes).

Oever- en aquatische vegetatie:
De waterplantenvegetatie is matig ontwikkeld. Het meest karakteristieke bronmilieu is aangetroffen ten zuiden van kasteel Ter Horst, met onder meer Bittere veldkers en Bosbies, en plaatselijk enige exemplaren van Paarbladig goudveil. De vegetatie is echter voedselrijk, en wordt gedomineerd door Mannagras.

Er is één meetlocatie vastgesteld (nr 1). Dit betreft een rompgemeenschap van Mannagras.

Terrestrische vegetatie:
Alhoewel het gebied ten noorden en oosten van Loenen oorspronkelijk een uitgestrekt kwelgebied was, is dit door ontwatering en bemesting slechts sporadisch in de vegetatie terug te vinden. Westelijk van kasteel Ter Horst komt in een perceel van Natuurmonumenten een vegetatie voor, die kan worden gekarakteriseerd rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem (opname 161571). Het betreft een soortenrijke vegetatie met onder meer Geknikte vossestaart, Gestreepte witbol, Gewoon reukgras, Moeraswalstro, Moerasrolklaver, Lidrus en Gewone engelwortel. Ook op de ijsbaan komt een tamelijk soortenrijke vegetatie voor, met onder andere Geknikte vossestaart, Gewone waterbies, Moeraswalstro, Schildereprijs en

Zomprus. Deze vegetatie wordt beschouwd als een associatie van Geknikte vossestaart; typische subassociatie (opname 161570).

Het overige landbouwgebied bestaat grotendeels uit intensief bemeste graslanden en soortenarme, matig droge Witbolgraslanden. Op één landbouwperceel met een matige bemestingsdruk is een meetlocatie vastgesteld (nr 2). Dit betreft een rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem, met onder andere Gestreepte witbol, Veldrus, Egelboterbloem, Zompvergeet-mij-nietje en Moeraswalstro. Deze vegetatie kan worden beschouwd als de meest kritische vegetatie in het landbouwgebied.

Vissen:
In de Loenense beek konden in 2005 geen beschermde vissoorten worden vastgesteld. Hier waren alleen tiendoornige stekelbaars en driedoornige stekelbaars aanwezig.

Macrofaunadoelsoorten:
In de Loenense beek zijn de platworm *Polycelis felina* en de kokerjuffer *Notidobia ciliaris* aangetroffen. Beide hebben de Rode lijst-status kwetsbaar.

2.2.7 *Eerbeekse Beek*

Algemene conditie
De afvoer van de Eerbeekse Beek wordt sterk bepaald door neerslag. Het debiet is meestal gering en de sprengkoppen staan vaak droog. In één van de bronnen treedt verlanding op. De Eerbeekse beek wordt door enkele grote migratieknelpunten in vier stukken geknipt, die ook een verschillend karakter hebben. De sprengkoppen en bovenloop zijn breed en ondiep, hebben een zandige bodem en een natuurlijke oever en liggen in het bos. Stroomafwaarts hiervan ligt een 250 meter lange duiker onder een fabriek door. De twee trajecten hierna zijn smaller, dieper en hebben plaatselijk grind op de bodem; de stroomsnelheid is hier duidelijk hoger. De beek loopt bijzonder recht en is deels beschoeid. De twee trajecten worden gesplitst door een honderden meters lange duiker onder huizen en bedrijven door, maar verschillen vrij weinig van elkaar. Stroomafwaarts hiervan ligt opnieuw een 250 meter lange duiker onder een fabriek door. Het traject hierna ligt in een park binnen de bebouwde kom, met beperkt bomen langs het water. De beek is hier breder, slingerend en lijkt permanent water te voeren. Er is meer afwisseling in substraat, zowel zand als detritus en slib zijn aanwezig.

De Gravinnebeek, die onderdeel is van de Eerbeekse Beek is alleen in het brongebied gedurende een deel van het jaar watervoerend. De middenloop van de beek staat permanent droog.

De ecotypering is als volgt: Net ten westen van de bebouwde kom heeft de Eerbeekse Beek de typering type A (Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet). Van het meest bovenstroomse gedeelte is geen EKOV-cenotype

beschikbaar, op basis van een expert oordeel wordt hier het type O (Sprengkoppen) als passend beschouwd.

Oever- en aquatische vegetatie:
De Eerbeekse Beek heeft in de bovenloop over een uitgebreid traject een begroeiing, gedomineerd door Grote waterranonkel. In de verlandende bronnen hebben soorten als Gladde witbol en Moerasmuur zich gevestigd.

Er zijn twee opnamen beschikbaar, waarmee zowel de beekvegetatie als de verlandende oevervegetatie wordt beschreven. Opname 156784 betreft een soortenarme vorm van de Associatie van Waterviolier en Sterrekroos, en opname 156785 betreft een rompgemeenschap van het Dwergbiezen-verbond.

Terrestrische vegetatie:
De sprengen liggen geheel in een droog loof- en naaldbos.

Vissen:
Net ten westen van de bebouwde kom van Eerbeek was de beekprik in het verleden vrij algemeen, maar in 1994 kon de soort hier niet meer worden gevonden (Cuppen *et al*, 1995). In 2005 is hier één beekprik aangetroffen. Deze is mogelijk afkomstig van een uitzetting (I. Bogerd, pers. med.). In 20007 zijn op dezelfde locatie enkele tientallen beekprikken gevonden (mondelinge mededeling P. van Beers, Waterschap Veluwe). Verder zijn in deze beek alleen driedoornige stekelbaars en zonnebaars vastgesteld.

Macrofaunadoelsoorten:
Er zijn geen macrofaunadoelsoorten vastgesteld.

2.2.8 *Soerense Beek*

Algemene conditie
Het brongebied is diep ingegraven in de stuwwal en ligt beschaduwd in droog loof- en naaldbos. De sprengkoppen voeren het gehele jaar water, wat indiceert dat de grondwaterstand niet ver wegzakt. Plaatselijk is een afwisseling tussen fijn zand en detritus aanwezig.

Van de Soerense Beek zijn alleen van een tweetal locaties ecotyperingen beschikbaar. Deze zijn net ten westen van Laag-Soeren gelegen. De typeringen van deze punten zijn respectievelijk A (Bovenlopen/bovenloopjes met constant debiet) en M (Half natuurlijke bovenlopen/bovenloopjes).

Oever- en aquatische vegetatie:
In het brongebied komt veel Paarbadig goudveil voor, evenals Klimop-waterranonkel. In het westelijk deel, tot aan het Soerense broek komen als gevolg van sterke beschaduwing in het bos vrijwel geen andere waterplanten in de sprengtakken voor. Wel zijn langs de oevers soorten van vochtige beken aangetroffen, waaronder Dubbelloof, Wijfjesvaren en Moerasmuur. Tevens komt hier Mannagras en Grote brandnetel voor. Stroomafwaarts komen incidenteel Holpijp, Kleine egelskop en Brede waterpest in de beek voor. De

meest kritische vegetatie voor het brongebied wordt beschreven in opname 158469. Dit betreft de associatie van Paarbladig goudveil. Tevens is een opname beschikbaar van de voedselrijke beekoever. Deze opname (158132) betreft een rompgemeenschap van Mannagras.

Het beekdeel dat door het Soerense broek loopt, bevat een vegetatie kenmerkend voor kwelwateren, waaronder plaatselijk Holpijp, Kleine egelskop en Brede waterpest. Er is één meetlocatie vastgesteld (nr 3), met het vegetatietype Associatie van Waterviolier en Sterrekroos.

Terrestrische vegetatie:
Het landbouwgebied bestaat grotendeels uit intensief bemeste graslanden en soortenarme, matig droge Witbolgraslanden. Op één locatie, de door paarden begraasde ijsbaan ten zuiden van Laag-Soeren, is een grondwaterafhankelijke vegetatie aangetroffen, met onder meer Geknikte vossestaart, Egelboterbloem, Gewone waterbies, Greppelrus, Mannagras, Moerasrolklaver, Veldrus, Waterpostelein en Zwarte zegge. De vegetatie van opname 158176 in dit gebied kan worden beschouwd als een rompgemeenschap van het Dwergbiezen-verbond.

Vissen:
In de Soerense beek is het bermpje plaatselijk in lage aantallen aangetroffen. Naast deze beschermde soort zijn alleen algemenere soorten vastgesteld: driedoornige stekelbaars, tiendoornige stekelbaars en snoek.

Macrofaunadoelsoorten:
In de Soerense beek zijn geen doelsoorten aangetroffen.

2.2.9 *Soerense Broek*

Algemene conditie:
Het Soerense Broek is een kwelgebied onderaan de flank van het Veluwemassief. Het Soerense Broek is ten bate van de landbouw lange tijd ontwaterd geweest. Na de ruilverkaveling Brummen-Voorst is een aaneengesloten gebied in beheer gekomen bij Natuurmonumenten. Recentelijk is het gebied vernat en in een deel van het gebied is de bodem geplagd en zijn poelen aangelegd. De geplagde delen zijn deels nog onbegroeid. De naastliggende graslanden worden beweid en/of gemaaid.

Terrestrische vegetatie:
Naast verschillende pioniersoorten, zoals Borstelbies, Greppelrus, Moerasdroogbloem en Pilvaren, treedt ook verruiging op met onder meer Pitrus. Ook is plaatselijk veel opslag met Grauwe wilg of Els aanwezig.
De vegetatie in de naastliggende graslanden kan worden gekarakteriseerd als soortenarme Witbolgraslanden.

De meest kritische vegetatie in het gebied ligt in de directe omgeving van de Soerense Beek, in het natuurontwikkelingsgebied. Opname 160546 betreft een

rompgemeenschap van het Dwergbiezen-verbond, en opname 160545 behoort tot de associatie van Borstelbies en Moerasmuur.

2.2.10 *Elzendijk*

Algemene conditie:

De Elzendijk is een kwelgebied onderaan een relatief steil deel van de stuwwal. Het bestaat uit enkele smalle bospercelen en een nat grasland. Het bos is verdroogd door ontwatering. Het grasperceel is in 2006 grotendeels geplagd.

Terrestrische vegetatie:

Het bos bestaat deels uit verruigd, licht verdroogd Elzenbroekbos. Het grasland is enkele jaren geleden geplagd, en bestaat uit onder meer Gestreepte witbol, Biezenknoppen, Echte koekoeksbloem, Gewoon reukgras, Lidrus, Moerasrolklaver, Moeraswalstro en Veldrus.

Zowel het bos als het graslandperceel worden beschouwd als kritische vegetaties ten aanzien van grondwaterstanden. Opnamen van deze vegetatie betreffen nr. 158074 - Elzenzegge-Elzenbroek, subass. met Framboos, en 158089 – rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem.

2.3 Amfibieën, reptielen, vlinders, libellen, zoogdieren en vogels

2.3.1 *Amfibieën*

De als voortplantingswater geschikte wateren kunnen binnen het onderzoeksgebied grofweg worden ingedeeld in de sprengenbeken en de poelen van het Soerense broek. In de directe omgeving van de verschillende sprengenbeken zijn een viertal algemene soorten amfibieën waargenomen: Bruine kikker, Bastaardkikker, Gewone pad en Kleine watersalamander (Cuppen et al., 1995; Cuppen, 2004; Soes, 2005). Van de minder algemene soorten is er een waarneming van de Heikikker gedaan in het gebied van de Koppelsprengen (Cuppen, 2004). Dit gebied is naar verwachting niet van groot belang voor deze soort aangezien geschikt biotoop zeer spaarzaam aanwezig is.

Het Soerense broek is potentieel zeer geschikt voor een groot aantal amfibieënsoorten. Uit de directe omgeving van dit gebied zijn, naast de hierboven al genoemde algemene soorten, een drietal minder algemene soorten bekend: Kamsalamander, Poelkikker en Heikikker (Creemers & Crombaghs, 1999). Alle drie deze soorten zijn opgenomen op Bijlagen IV van de Habitatrichtlijn, de Kamsalamander tevens op Bijlage II. De poelen die recentelijk zijn aangelegd in het Soerense broek lijken in potentie zeer geschikt voor deze soorten. Voortplanting van deze soorten in deze poelen wordt dan ook op korte termijn verwacht. De Knoflookpad kwam in het verleden ook in de omgeving van het Soerense broek voor; maar onderzoek in 1995 toonde aan dat deze populatie verdwenen was (Creemers & Crombaghs, 1999). Ondanks dat het habitat voor de rugstreeppad, zeker in de

eerste jaren na de aanleg van de poelen, zeer geschikt is, wordt de soort niet verwacht aangezien er geen recente waarnemingen uit deze omgeving bekend zijn.

2.3.2 *Reptielen*

De oostelijke flank van de Veluwe vormt een van de kerngebieden van de Ringslang (Creemers, 1998). Uit het onderzoeksgebied zijn dan ook diverse meldingen van de Ringslang bekend. Deze meldingen zijn met name afkomstig uit de directe omgeving van de sprengenbeken. Onder andere is de soort gemeld van de Oude beek, de Veldhuizerspreng, de Eerbeekse beek en de Laag-Soerense spreng (Cuppen et al., 1995; Soes, 2005; Van Tweel, 2002). Op basis van de verspreiding van de Ringslang volgens Creemers (1998) en de gepleegde veldbezoeken kan de Ringslang in grote delen van het gebied, al dan niet, incidenteel, worden verwacht. Naast de directe omgeving van de sprengenbeken bieden bijvoorbeeld ook de diverse poelen van het Soerense broek geschikte jachtgronden. De overige reptielen zijn voornamelijk bekend van de hoger gelegen, drogere gronden. Uit het onderzoeksgebied zelf zijn dan ook geen waarnemingen bekend.

2.3.3 *Vlinders en libellen*

De Veluwe is het belangrijkste gebied voor vlinders in Gelderland (Van Swaay, 1998). Het merendeel van de soorten is echter gebonden aan droge tot vochtige hei en bosranden en worden soms (als zwerver) waargenomen in het studiegebied. Zo zijn rondom de Koppelsprengen en Ugchelse beek de Bosparelmoervlinder, Heivlinder en het Heideblauwtje waargenomen (mond med. H. Cuppen). Deze soorten zijn echter niet afhankelijk van de grondwaterpeilen aan de oostelijke rand van de Veluwe en worden daarom verder niet behandeld.

De enige grondwaterafhankelijke vlindersoort die voorkomt in het studiegebied is de Kleine ijsvogelvlinder. Deze soort is gebonden aan vochtige, open bossen, met een gemiddeld hoogste grondwaterstand binnen 40 centimeter onder maaiveld (De Vries *et al.*, 2003). De soort heeft een vrij grote populatie in de landgoedbossen bij Brummen, ten oosten van het studiegebied (Kalkman *et al.*, 1998). De soort is waargenomen bij de Koppelsprengen, Kayersbeek en de Eerbeekse beek (Kalkman et al., 1998; mond med. H. Cuppen). Ogenschijnlijk geschikt voortplantingshabitat is aanwezig langs of nabij de Koppelsprengen, Oosterhuizer spreng, Loenense beken, Eerbeekse beek en Laag-Soerense spreng/Elzendijk, maar niet nabij de Kayersbeek (waar de soort wel is waargenomen).

De Veluwe is het belangrijkste kerngebied voor libellen van voedselarme vennen (Kalkman *et al.*, 1998). Deze vennen zijn echter afhankelijk van lokale grondwatersystemen en dus niet van het grondwaterpeil; daarom worden deze soorten niet behandeld. Ter hoogte van het Soerense broek zit een grote populatie bruine korenbout in het Apeldoorns kanaal. Ook de Glassnijder

komt hier voor, maar in veel lagere aantallen dan de Bruine korenbout (Kalkman *et al.*, 1998).

2.3.4 *Zoogdieren*

Van de binnen het gebied voorkomende zoogdieren die een extra bescherming genieten van de Flora- en Faunawet worden alleen de das en de waterspitsmuis gerekend tot de grond- en oppervlaktewater afhankelijke zoogdieren. De das is grondwaterafhankelijk omdat regenwormen een belangrijke voedselbron vormen en omdat burchten vaak langs beken liggen. Een aantal soorten zoogdieren (zoals boommarter en diverse vleermuissoorten) is gebonden aan (oude) bomen die niet tegen grote grondwaterstandsveranderingen kunnen. Omdat grote veranderingen niet worden verwacht, zijn deze soorten niet meegenomen in de inventarisatie.

Van de Waterspitsmuis is alleen een braakbalvondst bekend waarvan het mogelijk is dat ze afkomstig is uit het bovenstroomse deel van de Beekberger Beek (Oude Beek; H. Cuppen, mond. med.). Tijdens een veldbezoek in 2005 is vastgesteld er optimaal habitat voor deze soort in de benedenloop van de Oude beek aanwezig is. Waarnemingen of vangsten van Waterspitsmuizen uit het studiegebied ontbreken echter volledig, vermoedelijk doordat er nooit gericht onderzoek heeft plaatsgevonden. Uitspraken over het voorkomen van de Waterspitsmuis kunnen dan ook alleen worden gebaseerd op een inschatting van het aanwezige habitat. Beschoeiing, sterke beschaduwing en voedselarm water maken grote delen van de sprengenbeken ongeschikt voor de Waterspitsmuis. Het zijn de Loenense beek en met name de Soerense beek die plaatselijk geschikt lijken voor de Waterspitsmuis en waarvan het voorkomen dan ook mag worden verwacht. Van de overige beken wordt verwacht dat zij binnen het studiegebied hooguit van marginaal belang zijn voor de Waterspitsmuis.

De Das is op de Veluwe relatief algemeen en kan in de omgeving van elke spreng worden verwacht (gegevens Provincie Gelderland). De burchten kunnen zowel in de bosgebieden als in houtwallen, heggen, en dergelijke zijn gevestigd. Hellingen zoals die bijvoorbeeld voorkomen in de omgeving van de sprengkoppen van de Veldhuizerspreng en de Oosterhuizer spreng zijn populair. Burchten zijn alleen bruikbaar wanneer ze droog zijn en zullen veelal ruim boven het grondwater zijn gevestigd (Neal & Cheeseman, 1996).

2.3.5 *Vogels*

Sprengenbeken vormen op de Veluwe het habitat voor twee broedvogelsoorten: IJsvogel en Grote gele kwikstaart. Binnen het studiegebied zijn waarnemingen gedaan van Waterspreeuwen. Het gaat hierbij echter om incidentele winterwaarnemingen (Bijlsma *et al.*, 2001). Binnen het studiegebied zijn geen broedgevallen bekend (Lensink, 1993; SOVON, 2002)
Tijdens veldbezoeken in 2005 is zowel langs de Oude beek als de Koppelsprengen één IJsvogel waargenomen. In het verleden zijn

broedterritoria vastgesteld bij Loenen en Eerbeek (Lensink, 1993). Langs de Soerense beek is ter hoogte van het Soerense broek een ijsvogelwand aangelegd. Langs en in de directe omgeving van bovengenoemde beken kunnen broedgevallen van de IJsvogel verwacht worden. Zowel de Vrijenbergerspreng als de Oosterhuizer spreng zijn ongeschikt als foerageergebied door de afwezigheid van prooidieren. In sprengenbeken zal de hoofdmoot van het voedsel bestaan uit vis en in deze beken is vis hooguit in kleine hoeveelheden aanwezig. Broedgevallen in de omgeving van deze beken worden dan ook niet verwacht. Doordat de sprengenbeken in de winter niet dichtvriezen zijn ze met name in strenge winters zeer aantrekkelijk voor IJsvogels en kunnen ze langs al de genoemde sprengenbeken worden verwacht, met uitzondering van de Vrijenbergerspreng en Oosterhuizer spreng.
In 2005 is er van de Grote gele kwikstaart een broedgeval vastgesteld in het sprengengebied van de Vrijenbergerspreng. In het verleden is er een broedgeval geweest bij Laag-Soeren (Lensink, 1993). Met de recente toename van de Grote gele kwikstaart op onder andere de Veluwe (SOVON, 2002), is het niet onwaarschijnlijk dat de soort zich langs de Soerense beek en/of andere sprengenbeken heeft gevestigd. In de herfst/winter is de presentie hoger (Bijlsma *et al.*, 2001), ze is dan met name ook te verwachten in het Soerense broek.

Tijdens het veldbezoek in 2005 (na het broedseizoen) zijn in het Soerense broek Scholekster en Kievit waargenomen. Volgens de heer Vermeulen van Natuurmonumenten broeden in het gebied Tureluur, Grutto, Kievit, Bergeend, Kleine plevier en Roodborsttapuit. De eerste twee zijn gebonden aan de vochtige tot natte graslanden in het beekdal, de Kievit komt vooral veel voor op wat drogere cultuurgronden. Het voorkomen van de Kleine plevier is vermoedelijk van tijdelijke aard. Recentelijk uitgevoerde inrichtingsmaatregelen hebben geschikt habitat voor de soort gecreëerd. Met de snel voortschrijdende vegetatieontwikkeling zal dit habitat snel verdwijnen (Dhr. Vermeulen, mond. med.). De Roodborsttapuit broedt vooral op gevarieerde heidevelden op de Veluwe, en is een zeldzame verschijning geworden in het Gelderse agrarisch gebied (Lensink, 1993). Hoewel de soort in het laatste decennium weer toeneemt in Brabant en Limburg, is dat in de rest van het land niet het geval (Sovon, 2002). In agrarisch gebied broedt de soort in ruige hoekjes en verruigde slootkanten tussen extensieve gras- en bouwlanden (Lensink, 1993). Dergelijk habitat is in het Soerense broek aanwezig.

Buiten de hier boven behandelde soorten is het gebied rijk aan een groot aantal soorten broedvogels die voorkomen in diverse habitats zoals bos, heide en houtwallen. Zo is de Veluwe aangewezen als vogelrichtlijngebied voor onder andere Zwarte specht, Wespendief en Grauwe klauwier. Binnen de marge van de verwachte grondwaterveranderingen wordt echter niet verwacht dat deze soorten op enige wijze zullen worden beïnvloed en worden hier verder niet besproken.

2.4 Synopsis

Relevante natuurwaarden in het studiegebied die afhankelijk zijn van ondiepe grondwaterstanden en/of oppervlaktewater, zijn gerelateerd aan sprengen en beken, en enkele percelen in (voormalige) kwelzones aan de voet van de stuwwal van de Oost-Veluwe.

Voor sprengen en beken zijn met name de brongebieden van belang. Hier komen soorten voor, die kenmerkend zijn voor kwel van zacht tot matig hard water, of gebonden zijn aan vochtige, soms beschaduwde milieus op oevers. Dit betreffen onder meer de plantensoorten Paarbladig goudveil, Duizendknoopfonteinkruid, Bronkruid, Bittere veldkers, Bosbies en Kleine watereppe, de vissoorten Beekprik, Bermpje en Rivierdonderpad, de macrofaunasoorten *Polycelis felina* (platworm) en *Nemurella pictetii* (steenvlieg), de Ringslang, de Kleine ijsvogelvlinder, en de vogelsoorten Grote gele kwikstaart en IJsvogel.
Hoge natuurwaarden bevinden zich in de Koppelsprengen en Ugchelse Beek, de Beekberger Beek en de Soerense Sprengen. Ook in de overige sprengen (Kayersbeek-Zwaanspreng, Oosterhuizer Spreng, Loenense Beek, Eerbeekse Beek) komen plaatselijk belangrijke natuurwaarden voor.

Belangrijke natuurwaarden in percelen worden vertegenwoordigd door de vegetatietypen Associatie van Borstelbies en Moerasmuur en RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem, met onder andere de plantensoorten Veldrus, Biezenknoppen, Moerasrolklaver, Bosbies, Schildereprijs, Gewone waterbies, Moeraswalstro, Borstelbies en Greppelrus. Dergelijke vegetaties komen met name voor in het brongebied van de Beekberger Beek, in het Soerense Broek en bij de Elzendijk. Plaatselijk worden deze ook aangetroffen in de omgeving van Loenen en ten zuiden van Laag Soeren. Naast deze kruidachtige vegetaties komt in de Elzendijk een verruigd, licht verdroogd Elzenbroekbos voor.

Overige relevante soorten in het studiegebied zijn de libellensoorten Bruine korenbout en Glassnijder, en de vogelsoorten Grutto, Tureluur en Roodborsttapuit. Deze zijn aangetroffen langs het Apeldoorns Kanaal (libellen) en in het Soerense Broek (vogels).

3 Randvoorwaarden vanuit de natuurwetgeving en streefbeelden

3.1 Relevant natuurbeleid

De randvoorwaarden voor aanpassing van de winning Schalterberg vloeien voort uit internationale, nationale, provinciale en lokale wettelijke bepalingen en beleid. In deze paragraaf worden de bepalingen toegelicht die relevant zijn voor de ecologische ontwikkeling van het studiegebied.

Vogelrichtlijn

De Europese Vogelrichtlijn (uit 1979) beoogt de bescherming van alle 'in het wild levende vogels' en in het bijzonder van de leefgebieden van bedreigde en kwetsbare vogelsoorten (zie onderstaand kader). De Vogelrichtlijn beschermt zowel gebieden (Natura2000-gebieden) als populaties van soorten. Alleen indien de natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast, kunnen nieuwe activiteiten in de omgeving plaatsvinden.

Vogelrichtlijngebied Veluwe

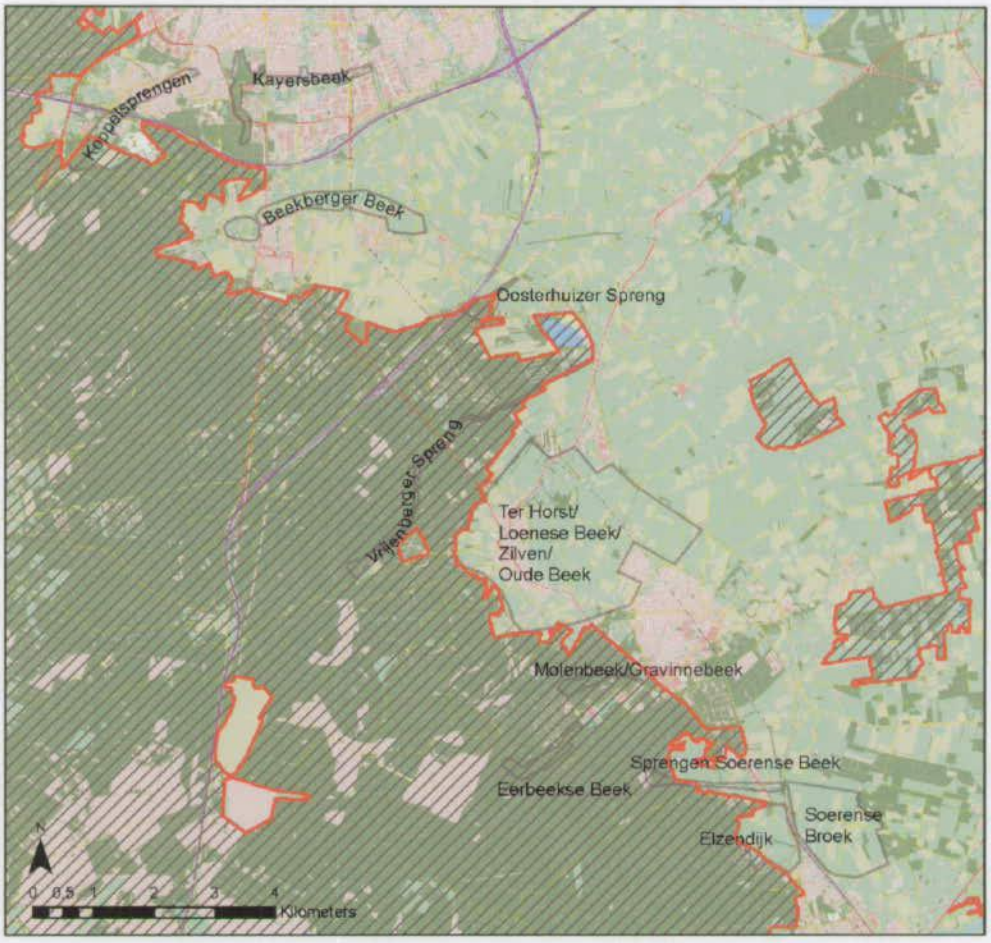
Vogelrichtlijngebied Veluwe (code Vogelrichtlijn: NL3009017) bestaat uit bossen, beken, heidevelden en stuifzanden van de Gelderse gemeenten Hattem, Oldebroek, Elburg, Apeldoorn, Epe, Heerde, Ermelo, Harderwijk, Putten, Nunspeet, Brummen. Het gebied is 93052 ha groot. Zie figuur 4.

De Veluwe kwalificeert zich als speciale beschermingszone in de Vogelrichtlijn omdat het gebied behoort tot één van de vijf belangrijkste broedgebieden van Wespendief, Nachtzwaluw, IJsvogel, Zwarte specht, Boomleeuwerik, Duinpieper en Grauwe klauwier in Nederland. Daarnaast is het aangewezen gebied ook van betekenis voor een aantal andere vogelsoorten die er in behoorlijke aantallen voorkomen.

De aanwijzing als Vogelrichtlijngebied heeft betrekking op de volgende vogelsoorten (soorten gemarkeerd met een sterretje (*) zijn zogenaamde 'kwalificerende soorten' waarvoor het gebied is geselecteerd als Vogelrichtlijngebied):

- Wespendief (broedvogel)*
- Kwartelkoning (broedvogel)
- Nachtzwaluw (broedvogel)*
- IJsvogel (broedvogel)*
- Draaihals (broedvogel)
- Zwarte Specht (broedvogel)*
- Boomleeuwerik (broedvogel)*
- Duinpieper (broedvogel)*
- Roodborsttapuit (broedvogel)
- Tapuit (broedvogel)
- Grauwe Klauwier (broedvogel)*

Info afkomstig van www.minlnv/natura2000



Figuur 4: Omgrenzing van het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Veluwe (rode begrenzing) bij het studiegebied. De gebieden aan de oostkant van de kaart vallen onder het Habitatrichtlijngebied Landgoederen Brummen. Het gebied Landgoederen Brummen valt geheel buiten het invloedsgebied van deze studie.

Habitatrichtlijn

De Europese Habitatrichtlijn (sinds 1992) heeft tot doel het waarborgen van de biologische diversiteit door de instandhouding van de natuurlijke habitats en de wilde flora en fauna. De Habitatrichtlijn beschermt zowel gebieden (Natura2000-gebieden) als populaties van dier- en plantensoorten (zie onderstaand kader).

De Veluwe is aangewezen als Natura2000-gebied en een deel van het studiegebied valt hier dus onder (zie kader). Voor een project met mogelijk effecten op Natura 2000-gebied geldt het 'nee, tenzij' principe: een project is niet toegestaan tenzij er met zekerheid gezegd kan worden dat:

- De natuurlijke kenmerken van het gebied niet worden aangetast.

- Er geen verslechtering van de kwaliteit van natuurlijke habitats en habitats van soorten optreedt.
- Er geen storende factoren zijn voor de soorten waarvoor de zones zijn aangewezen.

Behalve de soorten waarvoor een gebied is aangewezen als Natura2000-gebied moeten ook alle soorten van Annex IV van de Habitatrichtlijn beschermd worden. Het leefgebied van dergelijke soorten mag niet verstoord of vernietigd worden. De Habitatrichtlijn kent ook nog een Annex V met beschermde soorten. Voor Annex V-soorten moet het verzamelen en verhandelen worden voorkomen. Deze Annex V-soorten zijn voor deze studie niet relevant.

Habitatrichtlijngebied Veluwe

Habitatrichtlijngebied Veluwe (code Habitatrichtlijn: NL9801023) bestaat uit bossen, beken, heidevelden en stuifzanden van de Gelderse gemeenten Apeldoorn, Arnhem, Barneveld, Brummen, Ede, Epe, Elburg, Ermelo, Harderwijk, Hattem, Heerde, Nunspeet, Oldebroek, Putten, Renkum, Rheden, Rozendaal en Wageningen. Het hele gebied is 93.079 ha groot (zie figuur 2).

De beschermde habitattypen (Annex I habitatrichtlijn) die in het gebied voorkomen zijn:

- Psammofiele heide met *Calluna* en *Genista* [2310]
- Psammofiele heide met *Calluna* en *Empetrum nigrum* [2320]
- Open grasland met *Corynephorus*- en *Agrostis*-soorten op landduinen [2330]
- Beken en rivieren met waterplanten [3260]
- Oligotrofe tot mesotrofe stilstaande wateren met vegetatie behorend tot de *Littorelletalia uniflorae* en/of *Isoeto-Nanojuncetea* [3130]
- Dystrofe natuurlijke poelen en meren [3160]
- Noord-Atlantische vochtige heide met *Erica tetralix* [4010]
- Droge Europese heide [4030]
- *Juniperus communis*-formaties in heide of kalkgrasland [5130]
- *Soortenrijke heischrale graslanden, op arme bodems van berggebieden (en van submontane gebieden in het binnenland van Europa) [6230]
- Slenken in veengronden met vegetatie behorend tot het *Rhynchosporion* [7150]
- Zuurminnende Atlantische beukenbossen met ondergroei van *Ilex* of soms *Taxus* (*Quercion robori-petraea* of *Ilici-Fagion*) [9120]
- Oude zuurminnende eikenbossen op zandvlakten met *Quercus robur* [9190]
- *Alluviale bossen met *Alnus glutinosa* en *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*) [91E0]

Verder komen de volgende soorten van Annex IV van de habitatrichtlijn voor op de Veluwe:

- Gevlekte witsnuitlibel
- Vliegend hert
- Beekprik
- Rivierdonderpad
- Kamsalamander
- Meervleermuis
- Drijvende waterweegbree

Ad. *) Prioritaire soorten en/of habitattypen volgens de Habitatrichtlijn; voor deze soorten en/of habitattypen gelden iets andere criteria bij de selectie van Natura 2000-gebieden en een zwaarder beschermingsregime onder de Natuurbeschermingswet en/of de Flora- en faunawet.

Info afkomstig van www.minlnv.nl/natura2000

Kaderrichtlijn Water
De Europese Kaderrichtlijn Water is in 2000 in werking getreden. Deze richtlijn richt zich op de bescherming van alle oppervlaktewateren, kustwateren en grondwatersystemen. Het grondwatersysteem bij Schalterberg is aangewezen als een te beschermen grondwaterlichaam voor het gebruik van water voor menselijke consumptie. De inspanningen die hieruit voortkomen, moeten gericht zijn op een duurzaam gebruik van het water en het voorkómen van uitputting van het beschikbare water.

Natuurbeschermingswet
Recent is de natuurbeschermingswet gewijzigd waardoor Habitat- en Vogelrichtlijngebieden onderdeel zijn gaan uitmaken van deze wet.

Flora- en faunawet
Door een Algemene Maatregel van Bestuur zijn de soorten die volgens de Flora en Faunawet beschermd zijn, onderverdeeld in drie categorieën, die een verschillende mate van bescherming hebben:
1 algemene soorten;
2 overige soorten;
3 strikt beschermde soorten.
Voor deze soorten geldt dat indien ingrepen in het gebied gedaan worden die schade kunnen toebrengen aan deze overige soorten, het stappenplan volgens de Flora- en Faunawet moet worden doorlopen. In veel gevallen moet dan een ontheffing worden aangevraagd.

Ecologische Hoofdstructuur
De duurzame ontwikkeling van natuur is op rijksniveau vormgegeven via de instelling van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) in het Structuurschema

Groene Ruimte (SGR, 1995). De EHS is een samenhangend stelsel van natuurgebieden, onderverdeeld in kern- en ontwikkelingsgebieden en verbindingszones. De kerngebieden omvatten vooral bestaande waardevolle natuurgebieden. Ontwikkelingsgebieden zijn tot natuurgebied om te vormen terreinen; verbindingszones zijn gebieden tussen de kernen, met natuur als nevenfunctie.

In kerngebieden en ontwikkelingsgebieden waar natuurontwikkeling reeds is gerealiseerd, zijn effecten van ingrepen zoals waterwinning alleen toegestaan als ze een zwaarwegend maatschappelijk belang dienen. De Veluwe is één van de kerngebieden van de EHS.

Gebiedsplan natuur en landschap Gelderland 2006
Met betrekking tot de natuurontwikkeling in het studiegebied worden in het gebiedsplan van de provincie Gelderland de volgende ontwikkelingsopgaven voor grondwaterafhankelijke natuur genoemd:

- Het ontwikkelen van ecologische verbindingszones (ecologische poorten) heeft als doel om samenhangende gebieden te creëren, waarbinnen uitwisseling van soorten mogelijk is en waarbinnen een natuurlijke ontwikkeling in de gehele gradiënt van hoog/droog naar laag/nat plaatsvindt. Deze ontwikkeling vindt plaats door omvorming van landbouwgronden in natuurterrein, aangepast agrarisch beheer, aanpassing van de waterhuishouding, het versterken van het kleinschalig cultuurlandschap en het opheffen van barrières.
- Het herstel van verdroogde natuur.
- Het terugdringen van de ammoniakbelasting op kwetsbare natuurdoeltypen.
- Het herstellen van de beken tot oppervlaktewateren van het hoogste ecologische niveau (HEN-wateren).

Waterhuishoudingsplan provincie Gelderland (WHP-3)
In de doelformulering van het derde Waterhuishoudingsplan van de provincie Gelderland is onder andere het volgende opgenomen: "In 2030 is het waterbeheer volledig op orde ten behoeve van de maatschappelijke functies." en "Dit waterhuishoudingsplan dient tenminste de algemeen voorkomende planten en dieren voldoende levenskansen te bieden en te voorzien in water dat geschikt is voor de verschillende functies."

Voor 2015 is onder andere het resultaat geformuleerd dat achteruitgang van de waterkwaliteit voorkomen moet worden en dat waterhuishoudkundige functies beschermd moeten worden. Daarnaast is aanvullend beleid geformuleerd voor specifieke actiegebieden, waaronder de Oost-Veluwezoom die om specifieke waterhuishoudkundige condities vragen. (Provinciale Staten van Gelderland, 2004)

Stroomgebiedsuitwerkingplan waterschap Zuidelijke IJsselvallei
In het stroomgebieduitwerkingsplan (SUP) zijn de waterafhankelijke natuurdoelen gerelateerd aan HEN- en SED-wateren (wateren met een specifieke ecologische doelstelling) en aan KRW-waterlichamen. Er mag geen

achteruitgang optreden ten opzichte van de huidige situatie en met het Sprengen- en Bekenprogramma worden de waternatuurwaarden van HEN- en SED-wateren behouden en ontwikkeld. De afstemming tussen ecologie en cultuurhistorie krijgt extra aandacht evenals de afstemming van grond- en oppervlaktewaterpeilen op natte landnatuur.
(Waterschap Veluwe, 2007)

3.2 Streefbeelden voor de deelgebieden

In het provinciaal en regionaal beleid zijn voor het studiegebied ecologische doelstellingen vastgesteld. Door de provincie zijn deze doelstellingen vastgelegd in het Gebiedsplan Natuur en Landschap (2006), onder andere in de vorm van SN-doelen en SAN-doelen (SN staat voor Subsidieregeling Natuurbeheer en SAN staat voor Subsidieregeling Agrarisch Natuurbeheer).

Tevens zijn door de provincie doelen voor oppervlaktewateren vastgelegd aan de hand van de indeling in HEN-wateren (WHP-3) en uitgewerkt in de Waterwijzers (Provincie Gelderland, 2001 en 2002).Op termijn zullen deze doelstellingen voor oppervlaktewateren door het Waterschap Veluwe verfijnd worden, aan de hand van streefbeelden volgens Jaarsma *et al.* (2001). Momenteel is dit echter nog niet uitgewerkt en beleidsmatig vastgelegd.

Ook vallen de (sprengen)beken in het studiegebied door hun geringe afmetingen formeel niet onder de Kader Richtlijn Water (KRW). Omdat de KRW echter wel het meest geschikte beoordelingkader voor de ecologische kwaliteit van de beek is, en gedetailleerder uitgewerkt is dan de HEN-systematiek, wordt in deze studie tevens gebruik gemaakt van KRW-maatlatten. De sprengenbeken vallen onder type R4, permanent langzaam stromende bovenloop op zand (Van der Molen, 2004). De huidige soortensamenstelling van macrofyten en macrofauna is naast de maatlatten van dit KRW-type gelegd.

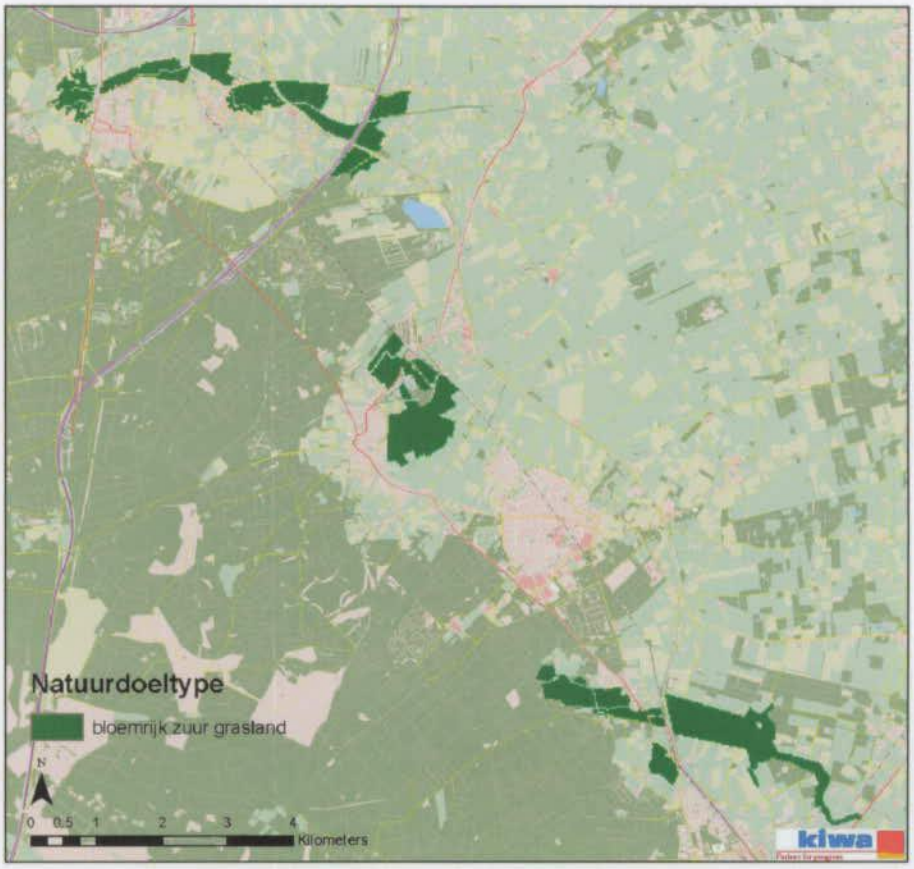
De doelstellingen van Natuurmonumenten zijn uitgewerkt en vastgesteld voor het Soerense Broek. In bijlage 3 staat een nadere toelichting op deze doeltypen. De doelstellingen ten aanzien van grondwaterafhankelijke natuur komen sterk overeen met die van de provincie Gelderland in WHP-3.

De provinciale grond- en oppervlaktewaterafhankelijke doelen die aan de deelgebieden zijn toegewezen, zijn samengevat in tabel 3. Tevens is in figuur 5 de ligging van de deelgebieden met het dominante doeltype voor natte landnatuur weergegeven. De doelen van de provincie hebben met name betrekking op de vegetatie. In bijlage 2 is een vertaalsleutel van doeltypen naar plantengemeenschappen gegeven. Daarnaast zijn enkele provinciale doelen gericht op de migratiemogelijkheden van fauna. Binnen het studiegebied ligt het doel 'stapsteen amfibie' in Soerense Broek.

Tabel 3. *Doelstellingen voor grondwater- en oppervlaktewaterafhankelijke natuur in de deelgebieden.*

Gebied	Doelen provincie	Ecologisch streefbeeld beken	Doelen Natuur-monumenten
Koppelsprengen Ugchelse Beek	Beek, Bloemrijk zuur grasland	HEN: stuwwalbeek KRW: type R4 EKOV: bb, bo_{na} *	
Kayersbeek Zwaanspreng	Beek	HEN: stuwwalbeek KRW: type R4 EKOV: Sb	
Beekberger Beek	Beek, Beekbos, Bloemrijk zuur grasland, Moeras	HEN: stuwwalbeek KRW: type R4 EKOV: Bb, bo_{na}	
Oosterhuizer Spreng	Beek, Plas, Bloemrijk zuur grasland	HEN: stuwwalbeek KRW: type R4 EKOV: Sb	
Vrijenberger Spreng Veldhuizer Spreng	-	HEN: stuwwalbeek KRW: type R4 EKOV: Sb, bo_{na}	
Molenbeek Gravinnebeek	Beek		
Ter Horst Loenense Beek Zilven Oude Beek	Beekbos, Moeras, Bloemrijk zuur grasland	HEN: stuwwalbeek KRW: type R4 EKOV: Sb, bo_{hn}	
Eerbeekse Beek	Beek	HEN: stuwwalbeek KRW: type R4	
Sprengen Soerense Beek	Beek, Beekbos, Bloemrijk zuur grasland, Moeras	HEN: stuwwalbeek KRW: type R4 EKOV: Sb, bo_{na}	
Soerense Broek	Beek, Beekbos, Bloemrijk zuur grasland, Moeras, Stapsteen amfibie	HEN: laaglandbeek KRW: type R5 EKOV: bo_{na}	Natuur-monumenten: Gn1, Gr2, Bo1, Bo2, Mo1, Wa7 **
Elzendijk	Beekbos, Bloemrijk zuur grasland		

* Sb = sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken; Bb = bronnen en bovenloopjes van bronbeken; Bo_{na} = natuurlijke bovenlopen, Bo_{hn} = half-natuurlijke bovenlopen.
** Doelstellingen van Natuurmonumenten zijn Gn1 Grootschalige natuur, Gr2 Structuurrijk grasland, Bo1 Bos (algemeen)/Bo2 struweel , Mo1 Moeras (algemeen) en Wa7 Poel. Van de huidige aanwezige plantensoorten moeten Beekpunge, Echte koekoeksbloem, Egelboterbloem, Heelblaadjes, Kruipend zenegroen, Liggend hertshooi, Holpijp, Poelruit, Stekelbrem, Struikhei behouden blijven. Van de fauna is een deel sterk watergebonden. De meest kwetsbare soorten zijn Roodborsttapuit, Grutto, Tureluur en Ringslang. Er is tot doel gesteld dat op termijn Edelhert, Kwartelkoning en/of Grauwe klauwier, Poelkikker en Kamsalamander zullen vestigen.



Figuur 5: *Ligging van de gebieden met provinciale doelen voor natte, grondwaterafhankelijke landnatuur binnen de EHS. De aanduiding bloemrijk zuur grasland heeft betrekking op het dominante natte natuurdoeltype. Naast dit type komen in de betreffende eenheden ook de doeltypen Beekbos, Beek, Moeras en Plas voor.*

4 Toetsing huidige situatie: grondwaterstandsgegevens en beleidsdoelen

4.1 Toetsing aan de provinciale grondwaterstandskaart

De verandering van de waterafhankelijke natuurwaarden als gevolg van de ingrepen in het gebied worden afgeleid uit de berekende hydrologische veranderingen. In deze paragraaf wordt de vraag beantwoord of de grondwaterstanden volgens de provinciale grondwaterstandskaart overeenkomen met de grondwaterstandseisen van de vegetatietypen zoals die zijn waargenomen in de huidige situatie. Dit geeft inzicht in de bruikbaarheid van de provinciale grondwaterstandskaart voor weergave van de huidige situatie. Deze grondwaterstandskaart wordt ook in de scenarioberekeningen gebruikt: er worden veranderingen van de grondwaterstand berekend als gevolg van de ingrepen en deze veranderingen worden bij de grondwaterstand van de huidige situatie (dus de provinciale grondwaterstandskaart) opgeteld.

Voor iedere terrestrische vegetatie-opname is bepaald welke eisen het betreffende vegetatietype stelt aan de GLG en GHG. Deze GLG- en GHG-waarden komen overeen met de waarden die gebruikt worden in het ecologisch model NICHE (zie bijlage 5 voor een beschrijving van NICHE).

In tabel 4 is voor iedere opname vermeld of en in welke mate de grondwaterstand volgens de provinciale grondwaterstandskaart afwijkt van de eisen van het waargenomen vegetatietype. In de kolom grondwaterkaart vs. vegetatie-eisen staat hoe groot de mogelijke afwijking van de grondwaterstand is.

Tabel 4: *IJking grondwaterkaart: overeenkomst tussen GLG en GHG volgens grondwaterkaart en standplaatseisen vegetatie. Groen = grondwaterstand binnen bereik vegetatie; rood = grondwaterstand lager dan ondergrens bereik vegetatie.*

			gewenste grondwaterstand (cm -mv)		berekende grondwaterstand (cm -mv)			
locatie	opname	vegetatie	GLG	GHG	GLG	GHG	grondwaterkaart vs vegetatie-eisen	
perceel Ugchelse Beek	117239	Kamgrasweide; subass. met Moerasrolklaver	38 228	-22 71			geen waterstandgegevens bekend	
perceel Beekbergse Beek	117791	Kamgrasweide; subass. met Moerasrolklaver	38 228	-22 71	103	16	grondwaterstanden binnen bereik vegetatie	
perceel Beekbergse Beek	154435	Ass. van Borstelbies en Moerasmuur	50 120	0 50	130	33	GLG 10 cm lager dan ondergrens vegetatie	
perceel Beekbergse Beek	154436	RG Dwergbiezen-verbond	50 120	0 50	124	26	GLG op ondergrens bereik vegetatie	
natuurontw Beekbergse Beek	157386	RG Dwergbiezen-verbond	50 120	0 50	117	58	GHG op ondergrens bereik vegetatie	
ijsbaan Loenen	161570	Ass. van Geknikte vossestaart; typische subass.	58 136	10 44	109	42	grondwaterstanden binnen bereik vegetatie	
perceel Loenen	161571	RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem	58 115	10 66	137	51	GLG 30 cm lager dan ondergrens vegetatie	
perceel landbouwgebied Loenen	2	RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem	58 115	10 66	101	28	grondwaterstanden binnen bereik vegetatie	
ijsbaan Laag Soeren	158176	RG Dwergbiezen-verbond	50 120	0 50	106	10	grondwaterstanden binnen bereik vegetatie	
perceel Soerense Broek	160545	RG Dwergbiezen-verbond	50 120	0 50	135	51	GLG 15 cm lager dan ondergrens vegetatie	
perceel Soerense Broek	160546	Ass. van Borstelbies en Moerasmuur	50 120	0 50	121	53	GHG en GLG op ondergrens bereik vegetatie	
bos Elzendijk	158074	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Framboos	32 142	-45 18	77	19	GHG op ondergrens bereik vegetatie	
perceel Elzendijk	158089	RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem	58 115	10 66	76	17	grondwaterstanden binnen bereik vegetatie	

Uit de toetsing blijkt dat de vastgestelde GLG en GHG volgens de provinciale kaart op de meeste locaties overeenkomen met de eisen vanuit de vegetatie. Op drie locaties is de GLG lager dan mag worden verwacht op basis van de betreffende plantengroei; de GHG voldoet wel overal.

Een verklaring voor de lage berekende grondwaterstanden bij opname 154435 (brongebied Beekberger Beek) is gelegen in het kleinschalige reliëf dat in het betreffende perceel voorkomt. De coördinaten van het meetpunt vallen in een grondwatercel met relatief lage waterstanden, terwijl de naburige cellen die ook vallen binnen het vegetatie-opnamevlak hogere waterstanden hebben.

In het Soerense Broek is na recente herinrichting eveneens een kleinschalig reliëf aanwezig, waarbij tevens de maaiveldhoogtes plaatselijk lager zijn dan de gehanteerde waarden in de grondwaterkaart. Hierdoor is het aannemelijk dat in het vegetatie-opnamevlak van opname 160545 ook minder diepe grondwaterstanden voor zullen komen.

Tenslotte is de grootste afwijking geconstateerd in opname 161571 (ten noorden van Loenen). Het blijkt dat voor deze locatie de waterstand niet correct kan worden afgeleid uit de grondwaterkaart.

Mede gezien de resolutie van de grondwaterkaart van 25x25 meter, constateren wij dat de afwijking zeer beperkt is en de ijking over het algemeen een goed resultaat geeft. Dit houdt in dat de grondwaterkaart een goede basis vormt voor de verdere effectvoorspelling.

4.2 Toetsing aan beleidsdoelen

In deze paragraaf wordt beschreven in welke mate het huidige voorkomen van vegetatietypen, planten- en diersoorten overeenkomt met de aan het gebied opgelegde beleidsdoelen. De huidige aquatische natuur wordt getoetst (1) aan de soorten die in de omschrijving van de provinciale HEN-typen worden genoemd, (2) aan de macrofyten- en macrofauna-maatlat van watertype R4 van de KRW (voor een beoordeling met de maatlat macrofyten en fytobenthos en de maatlat vis waren onvoldoende gegevens beschikbaar) en (3) de provinciale natuurdoeltypen. De huidige terrestrische natuur wordt naast de natuurdoeltypen van de provincie gelegd. Dit is gedaan voor puntlocaties (vegetatie-opnamen) en vlakdekkend.

Voor toetsing aan deze beleidskaders is gekozen omdat deze beleidsdoelen een relatie hebben met hydrologische omstandigheden. Daarmee kunnen de effecten van de verschillende ingrepen – die doorwerken in de hydrologie - ook uitgedrukt worden in termen van realisatie van deze beleidsdoelen.

4.2.1 Aquatische natuur

Toetsing aan HEN-typen

Aan alle relevante oppervlaktewateren zijn HEN-typen toegekend. In het studiegebied komen de typen 'stuwwalbeek' en 'laaglandbeek' voor (zie hoofdstuk 3). De mate van doelrealisatie van deze wateren is vastgesteld i.k.v. de 'Rapportage GGOR Veluwe' (Royal Haskoning, 2006). De doelrealisatie is als matig voldoende tot voldoende gekwalificeerd, en nergens als optimaal.

Toetsing van de huidige situatie van de geselecteerde meetlocaties aan het HEN-type is uitgevoerd aan de hand van de vastgestelde doelsoorten (Waterwijzer Provincie Gelderland, 2001). Hieruit blijkt dat een aantal beken niet (geheel) voldoen aan de gestelde criteria (zie tabel 5), onder meer door het ontbreken van kwelindicerende soorten in de bronnen.
Voor de beken die wel voldoen, dient bedacht te worden dat de meetlocaties betrekking hebben op het deel van de oppervlaktewateren waar de meest kritische soorten voorkomen. De toetsing kan derhalve lokaal positiever uitvallen dan in werkelijkheid het geval is.

Toetsing aan provinciale natuurdoeltypen

Voor de beoordeling van aquatische- en oevervegetatie geldt in alle beken het provinciale natuurdoeltype Beek. Voor de aquatische- en oevervegetatie is het resultaat hiervan weergegeven in tabel 7. Op alle locaties met een aquatische vegetatie voldoet de huidige vegetatie aan het provinciale natuurdoeltype Beek. Dit hangt mede samen met het bereik van het natuurdoeltype Beek, waarin zowel karakteristieke brongemeenschappen als licht eutrafente vegetaties van sprengenbeken zijn opgenomen. Ook de oevervegetatie met Paarbladig goudveil behoort tot dit doeltype. Daarentegen voldoen overige vegetaties van laaggelegen oevers, die minder kenmerkend zijn voor bronmilieus, niet aan het doeltype Beek. Het gaat hierbij in alle meetpunten om een verlandende beekoever.

Tabel 5: Toetsing van de natuur in oppervlaktewateren aan de HEN- en SED-doelen. Met een 'x' is aangegeven of de doelsoort is waargenomen in de betreffende beek.

watertype Stuwwalbeek, bron en spreng

locatie	doelsoorten water				doelsoorten oever	
	Vederkruid	Sterrenkroos	Bermpje	Alpenwater-salamander	Goudveil	Grote weerschijn-vlinder
Koppelsprengen - Winkewijert	x		x		x	
Zwaanspreng/Kayers beek		x				
Beekbergse beek - bron		x			x	
Beekbergse beek - middenloop		x	x		x	
Oosterhuizer spreng		x				
Vrijenberger- en Veldhuizer spreng		x				
Loenense beek		x			x	
Eerbeekse beek		x				
Gravinnebeek		x				
Soerense sprengen		x	x		x	

watertype laaglandbeek

locatie	doelsoorten water				doelsoorten oever			
	Fontein-kruiden	Water-ranonkels	Kopvoorn	Bermpje	Egelskop	Beekoever-libel	IJsvogel	Beek-juffers
Soerense broek				x	x		x	

Toetsing aan maatlatten van de KRW

Voor de macrofauna-maatlat is uitgegaan van type R4, permanent langzaam stromende bovenloop op zand. De maatlat wordt omschreven in Van der Molen (2004). De score van de maatlat is omgezet in de kwaliteitsklassen slecht - ontoereikend - matig - goed - zeer goed (zie tabel 6). De resultaten van deze toetsing zijn:

- De Koppelsprengen zijn als goed beoordeeld, de Ugchelse Beek en de Kayersbeek als goed en de Zwaanspreng als matig. De beoordeling van de Winkewijert varieert van 'matig' tot 'goed'.
- De Beekberger Beek wordt op de meetpunten van het Waterschap consequent als 'goed' beoordeeld.
- Voor de Vrijenberger- en Veldhuizerspreng zijn alleen van de jaren 1998/1999 gegevens aanwezig op basis waarvan een beoordeling kon worden uitgevoerd. De beoordeling varieerde van 'goed' tot 'zeer goed'. In 2005 is echter in de bovenloop de negatieve indicatorsoort *Radix ovata*, een zoetwaterslak aangetroffen. Meer benedenstrooms was de uit Nieuw-Zeeland afkomstige zoetwaterslak *Potamopyrgus antipodarum* aanwezig, een soort die absoluut niet thuishoort in sprengenbeken. De beoordeling 'zeer goed' lijkt daarom zeker niet gerechtvaardigd. Niettemin zijn in 2005 ook de kokerjuffer *Beraeodes minutus*, de waterkever *Agabus guttatus* en de slijkvlieg *Sialis fuliginosa* aangetroffen, typische soorten van betere sprengenbeken die in Nederland weinig talrijk voorkomen. Hieruit wordt geconcludeerd dat de beoordeling 'goed ' wel gerechtvaardigd is.
- Voor de Oosterhuizer Spreng zijn alleen van het jaar 1999 gegevens aanwezig op basis waarvan een beoordeling kon worden uitgevoerd.

De spreng is als 'goed' beoordeeld. Op basis van een inschatting tijdens het veldbezoek in 2005 lijkt deze beoordeling nog steeds geldig. Ook de aanwezigheid in 2005 van de minder talrijke soorten *Gerris gibbifer*, een schaatsenrijder, en *Stictotarsus duodecimpustulatus*, een typische rheofiele waterkever, wijst in deze richting.

- De Loenense Beek is in de bovenloop als 'ontoereikend' beoordeeld. In de middenloop varieert de beoordeling van 'ontoereikend' tot 'goed'. In het meest stroomafwaarts gelegen deel varieert ze van 'matig' tot 'goed'. Deze beoordelingen zijn gebaseerd op gegevens uit 2000. Bij de veldbezoeken in 2005 lijkt de beek met name in de meest stroomafwaarts gelegen punten te zijn verslechterd.
- De Eerbeekse Beek is op het meetpunt als 'goed' beoordeeld. Dit lijkt in contrast met de volledige afwezigheid van doelsoorten. In deze beek zijn echter minder algemene, stroomminnende soorten vastgesteld: *Sialis fuliginosa* (slijkvlieg), *Beraeodes minutus* en *Silo nigricornis* (beide kokerjuffers). De laatste soort is zeer zeldzaam. De beoordeling 'goed' is dan ook zeker van toepassing op een deel van de beek.
- In de Soerense Beek zijn de twee meetpunten als 'goed' beoordeeld. Voor delen van de beek lijkt dit terecht, er zijn ook stukken waarvoor 'matig' beter lijkt.

Tabel 6: Overzicht de score van de beken op de macrofauna-maatlat van KRW-type R4.

Beek	KRW-beoordeling
Koppelsprengen	Goed
Ugchelse Beek	Goed
Zwaanspreng	Matig
Kayersbeek	Goed
Winkewijert	Matig/goed
Beekbergse beek	Goed
Veldhuizer&Vrijenbergerspreng	Goed
Oosterhuizer spreng	Goed
Loenense Beek	Ontoereikend -> matig/goed -> matig
Eerbeekse Beek	Goed
Soerense Beek	Goed/matig

Uit toetsing van de aquatische vegetatie-opnamen aan de KRW-macrofyten-maatlat voor watertype R4 (permanent langzaam stromende bovenloop op zand) en voor de Soerense Beek type R5 (langzaam stromende middenloop op zand) blijkt dat de licht eutrafente begroeiingen laag scoren op de maatlat. (zie tabel 7). Alleen de brongebieden van de Koppelsprengen, Beekberger Beek en Soerense Sprengen worden als goed gekwalificeerd. De maatlatten worden beschreven in Van der Molen (2004).

Tabel 7. Toetsing van de water- en oevervegetatie aan de provinciale natuurdoelen en aan de KRW-maatlat voor macrofyten.

Locatie	Opname-nummer	vegetatie	Conform natuurdoel-type Beek?	Conform KRW?
Koppelsprengen	157492	Ass.van Paarbladig goudveil	Ja	Goed
Beekberger Beek	157489	Ass.van Paarbladig goudveil	Ja	Goed
Beekberger Beek	149417	Ass. van Vlottende bies	Ja	Matig
Beekberger Beek	153791	RG Vlotgras-verbond	Ja	Matig
Beekberger Beek	153787	Ass van Borstelbies en Moerasmuur	Nee	Ontoereikend
Oosterhuizer Spreng	117787	RG Duizendknoopfonteinkruid	Ja	Matig
Vrijenberger Spreng	161580	RG Mannagras	Ja	Ontoereikend
Vrijenberger Spreng	117243	Ass van Borstelbies en Moerasmuur	Nee	Ontoereikend
Loenense Beek	1	RG Mannagras	Ja	Ontoereikend
Eerbeekse Beek	156784	Ass. van Waterviolier en Sterrekroos	Ja	Matig
Eerbeekse Beek	156785	RG Dwergbiezen-verbond	Nee	Ontoereikend
Laag-Soerense Spreng	158469	Ass. van Paarbladig goudveil	Ja	Goed
Laag-Soerense Spreng	158132	RG Mannagras	Ja	Ontoereikend
Soerense Beek	3	Ass. van Waterviolier en Sterrekroos	Ja	Goed

4.2.2 *Terrestrische natuur*

Toetsing aan doelen van de Vogel- en Habitatrichtlijn

Slechts een klein deel van ecologische deelgebieden valt binnen het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Veluwe. In dit deel komt alleen habitattype 3260 voor (Submontane en laaglandrivieren met vegetaties behorend tot het Ranunculion fluitantis en het Callitrichio-Batrachion) in de (snel) stromende beken en sprengen. Het gaat hier om subtype A, met Waterranonkels. Een paar vegetatietypen die onder dit habitattype vallen, blijken in een aantal beken op de Veluwe goed ontwikkeld voor te komen. Het gaat onder meer om de associaties van Klimopwaterranonkel (5Ca2) en Teer vederkruid (5Ca3). Deze vegetatietypen zijn gevonden in enkele beken.

Van de habitatrichtlijnsoorten komen alleen de Beekprik en de Rivierdonderpad als grond- en/of oppervlaktewaterafhankelijke soorten in het studiegebied en binnen de begrenzing van het habitatrichtlijngebied voor. De Kamsalamander is niet aangetroffen, maar wordt wel verwacht.

Toetsing aan provinciale natuurdoeltypen

Voor de terrestrische vegetatie gelden de natuurdoeltypen Bloemrijk zuur grasland en Beekbos. In bijlage 2 zijn de tot dit type behorende plantengemeenschappen weergegeven.

Voor de beoordeling van de terrestrische vegetatie is de huidige vegetatie vergeleken met de plantengemeenschappen die kenmerkend zijn voor de natuurdoeltypen Bloemrijk zuur grasland en Beekbos. Het gaat om acht plantengemeenschappen:

- Veldrus-associatie: plantengemeenschap van vochtige en matig voedselrijke standplaatsen. De associatie komt over het algemeen voor op flanken van beekdalen en langs de rand van slenken en moerassen in heidegebieden. De associatie staat meestal op plaatsen waar ondiep, min of meer zuur grondwater afstroomt.
- Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid: typische subassociatie: de meest voorkomende associatie van het Dotterbloem-verbond. De associatie komt voor in de midden- en benedenloop van beken, langs kleine rivieren, in polderboezems en ook in vochtig weiland waar geen intensieve beweiding plaatsvindt, op verschillende bodemtypen, maar niet in zeekleigebieden. De associatie is niet gebonden aan afstromend of opkwellend grondwater, maar heeft alleen periodieke overstroming met matig voedsel- en basenrijk water nodig.
- Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subassociatie met Blauwe zegge: de aanwezigheid van Blauwe zegge in deze associatie duidt op zwak zure en relatief schrale omstandigheden.
- Associatie van Borstelbies en Moerasmuur; subassociatie met Pinksterbloem: vegetatie van open, vochtige standplaatsen in weilanden, greppelkanten en zandige beekoevers.
- Associatie van Geknikte vossestaart; typische subassociatie: de vegetatie komt voor in weilanden die 's winters overstroomd worden door voedselrijk water en tot in het voorjaar onder water staan. 's Zomers kan de grondwaterstand diep wegzakken.
- Rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem: tamelijk soortenrijke rompgemeenschap die voorkomt op (matig) voedselrijke vochtige graslanden die licht gedraineerd zijn.
- Elzenzegge-Elzenbroek: bosvegetatie die is gebonden aan venige standplaatsen, waar de vegetatie langdurig contact heeft met grond en/of oppervlaktewater, zoals in laagten in beekdalen.
- Rompgemeenschap van Grote brandnetel, van het Elzenbroek: met name door verminderde aanvoer van grondwater ontstaan in Elzenbroekbossen voedselrijke rompgemeenschappen met o.a. Grote brandnetel, die duiden op zowel licht geëutrofieerde als verdroogde omstandigheden.

Toetsing van de vegetatietypen in de meetlocaties aan de natuurdoeltypen laat zien, dat in enkele situaties de huidige vegetatie niet overeenkomt met vegetatietypen van het betreffende natuurdoeltype (zie tabel 8). Dit hangt echter vooral samen met de ontwikkeling van de vegetatie (pioniermilieu in Soerense Broek) of met een vegetatiekundig heterogene opname (Beekberger Beek en Laag Soeren).

Tabel 8: Toetsing van de terrestrische natuur aan de provinciale natuurdoelen.

locatie	opnamenr	vegetatietype	conform natuurdoeltype
Ugchelse Beek	117239	Kamgrasweide; subass. met Moerasrolklaver	ja
Beekbergse Beek	154435	Ass. van Borstelbies en Moerasmuur	ja
Beekbergse Beek	154436	RG Dwergbiezen-verbond	ja
Beekbergse Beek	117791	Kamgrasweide; subass. met Moerasrolklaver	ja
Beekbergse Beek	157386	RG Dwergbiezen-verbond	nee
Loenen	161570	Ass. van Geknikte vossestaart; typische subass.	ja
Loenen	161571	RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem	ja
Loenen	2	RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem	ja
Laag Soeren	158176	RG Dwergbiezen-verbond	nee
Soerense Broek	160545	RG Dwergbiezen-verbond	nee
Soerense Broek	160546	Ass. van Borstelbies en Moerasmuur	ja
Elzendijk	158074	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Framboos	ja
Elzendijk	158089	RG Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem	ja

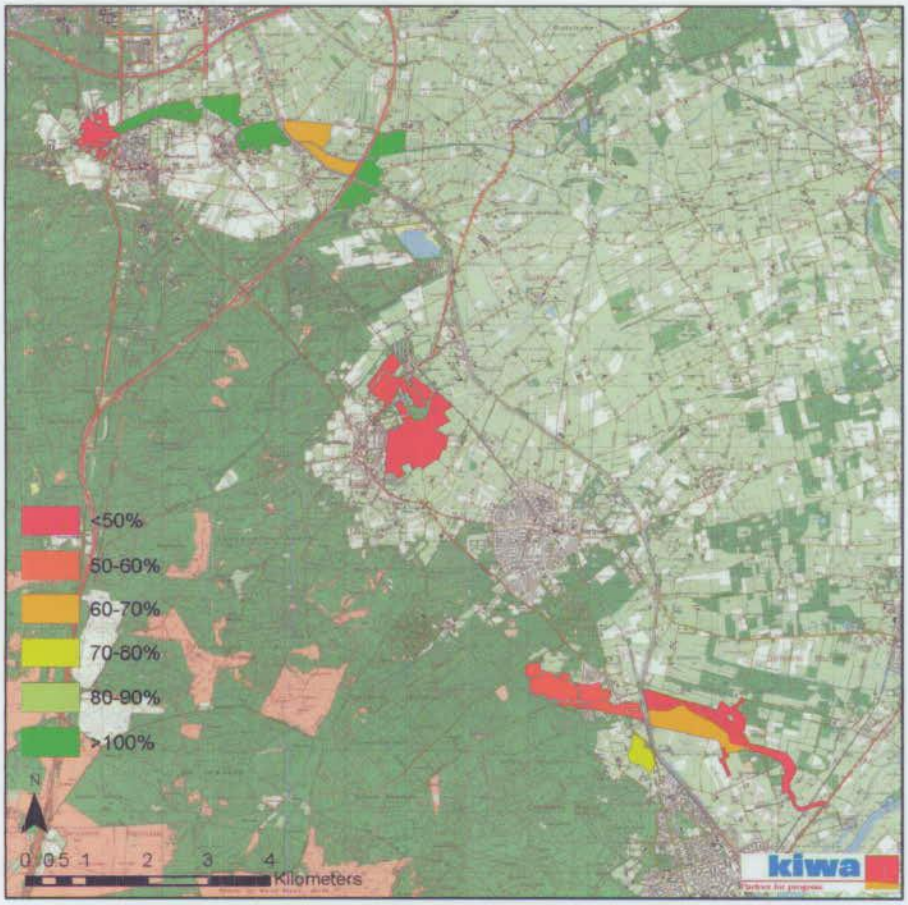
Naast de toetsing aan puntlocaties is ook informatie gewenst over de toestand van natte natuurdoelen elders in het studiegebied. In elke gebiedseenheid kunnen echter meerdere natuurdoeltypen opgelegd zijn, waarbij niet is vastgelegd waar de natte natuurdoelen voorkomen. Om toch een uitspraak te kunnen doen over de mate van verdroging, is per gebiedseenheid door de provincie Gelderland bepaald welk percentage aan natte natuurdoelen er voor moet komen. Vervolgens is een aggregatie gemaakt naar één natuurdoeltype (het meest voorkomend natte natuurdoeltype) voor elke gebiedseenheid. Bijvoorbeeld in het gebied Elzendijk, met bloemrijk hooiland en Elzenbroekbos, is het te toetsen natuurdoeltype vastgesteld op 95% bloemrijk zuur grasland. Deze gegevens zijn wel bruikbaar voor vlakdekkende vergelijking van de huidige situatie met de gewenste natuurdoeltypen.

Voor alle deelgebieden is voor alle gebiedseenheden met natte terrestrische natuurdoelen binnen de EHS vastgesteld in welke mate de huidige hydrologische situatie voldoet aan de natuurdoelstelling. Hiervoor is bepaald welke GLG en GHG de vegetatietypen die onder de natuurdoeltypen vallen, nodig hebben. Daarna is de mogelijke verspreiding van ieder vegetatietype, zoals afgeleid uit de GLG en GHG vlakdekkend bepaald. Op deze manier wordt aangesloten bij de systematiek die toegepast is op de puntlocaties. De resultaten zijn vervolgens geaggregeerd naar natuurdoeltypen.

In bijlage 4a is de berekende verspreiding van de acht geselecteerde plantengemeenschappen weergegeven, die behoren tot de natuurdoeltypen Bloemrijk zuur grasland en Beekbos. Tevens is de verspreiding van alle typen bij elkaar bepaald. Opvallend is dat in de huidige situatie volgens de berekende verspreiding met name plantengemeenschappen van tamelijk voedselrijke en matig vochtige milieus domineren. Dit komt overeen met de plantengroei die is vastgesteld in de meetlocaties. Bij een stijging van de grondwaterstand kunnen juist de potenties voor meer kritische plantengemeenschappen binnen dit natuurdoeltype toenemen. In totaal is op 231 ha de huidige GHG en GLG in potentie geschikt voor één of meerdere van de acht vegetatietypen van bloemrijk zuur grasland.

De berekende verspreiding van plantengemeenschappen is als basis genomen om voor de huidige situatie vast te stellen voor welk percentage in elk deelgebied aan hydrologische voorwaarden voor natte natuurdoelen wordt voldaan. Vervolgens is dit vergeleken met de percentages volgens de provinciale doelstellingen, waaruit de mate van verdroging kan worden afgeleid (zie figuur 6). In de effectvoorspelling wordt deze parameter 'mate van verdroging' gebruikt om ecologische effecten van de ingrepen aan te geven.

Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat alleen in een deel van het stroomgebied van de Beekberger Beek de grondwaterstand in potentie voldoet om de provinciale natuurdoelstellingen te realiseren. In het brongebied van de Beekberger Beek bij Engeland, in de omgeving van Loenen, langs de Soerense Beek en in de Elzendijk is de grondwaterstand te laag voor realisatie van deze doelstellingen.



Figuur 6: *Percentage realisatie hydrologische randvoorwaarden voor natte landnatuur in de huidige situatie. Een percentage lager dan 100% betekent dat de provinciale doelstelling voor wat betreft hydrologie niet gehaald wordt, en een percentage hoger dan 100% houdt in dat in een groter areaal dan de provinciale doelstelling de grondwaterstand voldoet.*

5 Verwachte effecten van 3 scenario's

Ten behoeve van de beoordeling van ecologische effecten van een verandering van de waterwinning Schalterberg, zijn voor 3 verschillende scenario's de ecologische effecten bepaald. Dit betreffen het scenario voor de autonome ontwikkeling, scenario 6 (2 Mm^3 infiltratie) en scenario 7 (4 Mm^3 infiltratie). De scenario's zijn beschreven in het hydrologisch deelrapport van deze MER. Bij de beoordeling van de effecten is de autonome situatie als uitgangspunt genomen. De methode van ecologische effectvoorspelling is beschreven in bijlage 5.

Tabel 9.Belangrijkste hydrologische kenmerken van de studie-alternatieven voor analyse van de ecologische effecten.

	Hydrologische verandering 1	**Hydrologische verandering 2**	**Hydrologische verandering 3**
Autonome ontwikkeling	Klimaatverandering: toename verdamping en neerslag met 3%, toename grondwateraanvulling 2%.	Opstuwing van de kop van de Vrijenbergerspreng.	
Scenario 6	idem	idem	Infiltratie 2 Mm^3 op het winningsterrein
Scenario 7	idem	idem	Infiltratie 4 Mm^3 op het winningsterrein

5.1 Hydrologische veranderingen

De veranderingen in de hydrologie zijn met een hydrologisch model berekend. De variabelen 'verandering van de kweldruk', 'verandering van de grondwaterstand' en 'verandering van de basisafvoer' zijn gebruikt voor de ecologisch effectvoorspelling. De veranderingen bij het scenario autonome ontwikkeling zijn opgeteld bij huidige situatie en de veranderingen bij 2 en 4 Mm^3 zijn opgeteld bij de situatie bij autonome ontwikkeling. Voor een beschrijving van het hydrologische model en de resultaten van de berekeningen verwijzen wij naar het hydrologisch deelrapport. In deze paragraaf wordt de ecologische interpretatie van de modelresultaten gegeven.

5.1.1 Kanttekeningen bij de modelberekeningen

Een belangrijk aandachtspunt is dat in de schematisatie van het hydrologisch model de invloed van detailontwatering (greppels, kleine afwateringssloten) is meegenomen als *vlakdekkende* drainage. Daardoor worden lokale opbollingen als gevolg van sloten en greppels niet gemodelleerd.

Tevens zijn door middel van lineaire extrapolatie de berekende veranderingen in de gemiddelde grondwaterstand vertaald naar een verandering in GHG en GLG. Dit leidt in situaties waar het berekende grondwaterpeil hoger is dan het niveau van de drainagemiddelen tot een hogere waarde voor de grondwaterstand dan in werkelijkheid zal optreden. Naar verwachting zal met name de GHG in gedraineerd agrarisch gebied plaatselijk hoger berekend worden dan in werkelijkheid.

Tevens is het beheer en de bemestingsdruk op de meeste locaties momenteel nog niet afgestemd op natuur. De berekeningen zijn derhalve representatief voor de situatie waarin het gebied optimaal is ingericht voor natuurbeheer.

Tot slot wijken de hydrologische modelberekeningen op enkele locaties af van de te verwachten situatie. Deze afwijkingen worden beschreven in paragraaf 5.1.2.

5.1.2 *Grondwaterstand en kweldruk*

Uit de hydrologische modelberekeningen blijkt dat in een deel van de ecologische aandachtsgebieden de grondwaterstand en de kweldruk toenemen. Deze toename treedt zowel op bij autonome ontwikkeling als bij de infiltratiescenario's. De grootste veranderingen treden op bij de Beekberger Beek, Eerbeekse Beek, Vrijenberger Spreng en de zuidelijke tak van de Loenense Beek. De veranderingen van de grondwaterstand en de kweldruk in ieder ecologisch deelgebied zijn weergegeven in tabel 10. Voor meer informatie over de hydrologische veranderingen wordt verwezen naar het hydrologisch deelrapport van deze MER.

Tabel 10. globale veranderingen van de kweldruk en de grondwaterstand bij de scenario's autonome ontwikkeling, 2 Mm³ infiltratie en 4 Mm³ infiltratie.

	verandering kweldruk (mm/dag) *			verandering grondwaterstand (m)		
	autonoom **	2 Mm3 ***	4 Mm3 ***	autonoom **	2 Mm3 ***	4 Mm3 ***
Koppelsprengen/ Ugchelse Beek	0 - 1 ****	0,1 - 0,2	0,05 - 0,5	0,1 - 0,25	0 - 0,05	0 - 0,1
Kayersbeek Zwanenspreng	0,05 - 0,5	0 - 0,2	0,05 - 0,5	0 - 0,05	0	0 - 0,1
Beekberger Beek	0,5 - >1	0,1 - >1	0,05 - >1	0 - 0,1	0 - 0,25	0 - 0,5
Oosterhuizer Spreng	0,05 - 0,5	0 - 0,05	0,05 - 0,2	0	0 - 0,05	0 - 0,1
Vrijenberger Spreng Veldhuizer Spreng	1	0,05 - >1	0,05 - >1	0 - 0,5	0 - 1	0 - 2
Molenbeek Gravinnebeek	0,05 - 0,5	0	0	0,1	0,05 - 0,1	0,1 - 0,25
Ter Horst, Loenense Beek, Zilven, Oude Beek	0 - 0,5	0 - 1	0 - 1	0 - 0,1	0 - 0,25	0 - 0,5
Eerbeekse Beek	1	0 - 1	0,05 - >1	0,25	0,1	0,1 - 0,25
Soerense Beek	0,05 - 0,5	0 - 0,25	0 - 0,25	0 - 0,1	0 - 0,05	0 - 0,1
Soerense Broek	0 - 0,05	0	0	0	0	0
Elzendijk	0	0	0	0,05 - 0,1	0	0 - 0,05

* in de brongebieden
** veranderingen t.o.v. huidige situatie
*** veranderingen t.o.v. autonome ontwikkeling
**** stroomafwaarts van het brongebied

Autonome ontwikkeling
Uitgaande van de autonome ontwikkelingen neemt de kweldruk in een aantal brongebieden en bovenlopen van beken sterk toe ten opzichte van de huidige situatie. De stijging van de grondwaterstand is met 0,5 m het hoogst in het brongebied van de Vrijenberger spreng. Dit wordt mede veroorzaakt door maatregelen ten behoeve van opstuwing van de spreng.

De stijging van het grondwater is bevorderlijk voor de watervoerendheid van de beken. Tijdelijke droogval, zoals in de huidige situatie voorkomt in een tak van de Koppelsprengen, enkele takken van de sprengen van de Soerense Beek, de sprengen bij Loenen en de Eerbeekse Beek, zal hierdoor afnemen.

In drie gebieden wijkt de berekening van het hydrologisch model af van de te verwachten situatie:

(1) In het brongebied van de Koppelsprengen wordt geen kwel berekend, maar ligt de berekende kwelzone meer stroomafwaarts. Peilbuismetingen geven aan dat het model ter hoogte van de bron te lage grondwaterstanden genereert, waardoor het grondwaterpeil volgens het model ter plaatse beneden maaiveld ligt. De berekende kwelzone zal in werkelijkheid dus meer stroomopwaarts, in het brongebied, liggen. Bij de interpretatie van de kwelgegevens zal hier van worden uitgegaan. Overigens is aangenomen dat de berekende veranderingen van de grondwaterstand door het model wel goed zijn berekend.

(2) Ook in het vrij natte gebied ten noordoosten van Loenen (omgeving Kasteel Ter Horst en noordelijke tak Loenense Beek) is de berekende grondwaterstand lager dan in werkelijkheid, waardoor geen kwel naar maaiveld wordt berekend. Mogelijk treedt in werkelijkheid wel een toename van kwel op, maar gezien de geringe stijging van de berekende grondwaterstanden wordt aangenomen dat de veranderingen in kweldruk ook beperkt zullen zijn.

(3)Tenslotte treedt in het brongebied van de Soerense Sprengen volgens de hydrologische modellering wel een stijging van de grondwaterstand op, maar verandert de kweldruk daarentegen nauwelijks. Dit wordt net als in het brongebied van de Koppelsprengen veroorzaakt doordat in de uitgangssituatie van het model de berekende grondwaterstand in het brongebied beneden maaiveld ligt. Naar verwachting is de meer stroomafwaarts gelegen kwelzone indicatief voor de situatie in het brongebied, en kan bij de interpretatie van de gegevens de toename van kwel in deze zone worden beschouwd als een toename van kwel in het brongebied.

Infiltratie met 2 Mm^3 en 4 Mm^3
In een groot deel van het studiegebied stijgt bij infiltratie de grondwaterstand ten opzichte van autonome ontwikkeling nog verder. Bij 2 Mm^3 treedt de grondwaterstandsstijging op in oostelijke en noordelijke richting tot ongeveer het gebied sprengkopen van de Soerense Beek, West-Eerbeek, Midden-Loenen, Lieren en Ugchelen. Bij 4 Mm^3 is reikt de invloed iets verder oostelijk

en noordelijk, tot aan Midden-Eerbeek, Oost-Loenen, het Apeldoorns Kanaal bij Lieren en Zuid-Apeldoorn.

In aansluiting op de interpretatie van de autonome situatie, is voor de Koppelsprengen en de Soerense sprengen aangenomen dat de berekende toename van kwel in het beeksysteem met name zal plaatsvinden in het brongebied. De kweltoename beperkt zich dus niet tot de door het hydrologisch model berekende stroomafwaarts gelegen kwelzone.

5.1.3 *Watervoerendheid en stroomsnelheid*

Voor de aquatische macrofauna zijn watervoerendheid en stroomsnelheid de belangrijkste factoren die beïnvloed worden door een verandering van de waterwinning. De kenmerkende soorten van dit type beken (de soorten in de streefbeelden) zijn gebonden aan hoge zuurstofgehaltes van het water en kunnen slecht tegen droogval. Het zuurstofgehalte is sterk gerelateerd aan de stroomsnelheid van de beek. Ook als een beek niet geheel droogvalt maar de watervoerendheid wel gering wordt, daalt de stroomsnelheid sterk en daarmee het zuurstofgehalte. Door een stijging van de grondwaterstand en een toename van de kwel verbetert de watervoerendheid. Daarnaast heeft de stroomsnelheid effecten op het substraat. Bij hoge stroomsnelheden bestaat het substraat uit zand en grind, terwijl bij lagere stroomsnelheden slib en detritus achter blijft. De plaatsen met slib en detritus kenmerken zich door een lager zuurstofgehalte, maar een hogere voedselbeschikbaarheid. Daardoor is dit voor veel soorten wel een belangrijk (foerageer)habitat. Het best ontwikkelde beekmilieu bestaat uit een afwisseling van snelstromende delen met grof zand of grind en luwe delen met fijn zand en detritus.

Watervoerendheid en stroomsnelheden behoren echter niet tot de uitvoer van het hydrologisch model. Het model levert inzicht over de ruimtelijke stijging van de grondwaterstand, de ruimtelijke verdeling van kwel(toename) en over veranderingen in totale basisafvoer op één punt in de beek (tabel 11). Basisafvoer is daarbij de bijdrage van het grondwater aan de afvoer van de beek. Er is dus een vertaalslag nodig voor de omzetting van basisafvoer naar watervoerendheid en stroomsnelheid.

Met behulp van huidige gegevens over droogval en basisafvoer wordt een expert-inschatting gemaakt over de vermindering van droogval t.g.v. de autonome ontwikkeling en de scenario's. Factoren die bij deze inschatting een rol spelen zijn de huidige mate van droogval (incidenteel dan wel jaarlijks) en de mate waarin de grondwaterstand stijgt en de kweldruk toeneemt.

Tabel 11. De actuele en berekende toename in totale basisafvoer per beeksysteem.

Beeksysteem	Geschatte basisafvoer (m3/dag)	Autonoom	Infiltratie 2M m3	Infiltratie 4M m3
Koppelsprengen/ Ugchelse Beek	-(1)	31%	7%	13%
Kayersbeek/ Zwaanspreng	4320-8640	3%	2%	4%
Oude Beek	4320-8640	4%	8%	14%
V&V spreng	4320-8640	-1%	24%	55%
Oosthuizerspreng	260-410	5%	5%	9%
Loenensche Beek	860-2590	8%	8%	15%
Eerbeekse beek	0-1225 (2)	24%	10%	20%
Soerense beek	-(1)	4%	1%	2%

(1) = Geen betrouwbare meetgegevens voorhanden
(2) = Volgens toelichting waterschap staan sprengkoppen vaak droog en is debiet gering. Afvoer voornamelijk bepaald door neerslag.

Het afleiden van veranderingen in stroomsnelheid uit de modelresultaten is lastiger. Aan de hand van de kwelkaart kan worden ingeschat of de grootste kweltoename bij de bron plaatsvindt of dat de kwel geleidelijk over de beek verdeeld is. Als de kwel grotendeels in het brongebied plaatsvindt (wat vaak het geval bleek te zijn), dan is de toename van basisafvoer in de bovenloop van de beek groter dan de berekende toename in het stroomafwaarts gelegen modelpunt; de absolute afvoer in de bovenloop is immers geringer. Hoeveel minder is niet bekend, zelfs niet in orde van grootte.

Daarnaast is basisafvoer niet lineair gerelateerd aan stroomsnelheid. De gemiddelde stroomsnelheid in een water is gelijk aan het debiet gedeeld door de natte doorsnede (het oppervlak van een dwarsdoorsnede) van de watergang ($v=Q/A$). Bij een toename van basisafvoer zal echter niet alleen de stroomsnelheid, maar ook de natte doorsnede toenemen; het water stijgt en de beek verbreedt zichzelf (indien mogelijk). Om de verhouding tussen beide te kwantificeren zijn onvoldoende gegevens voorhanden.

Omdat veranderingen in stroomsnelheden om bovengenoemde redenen niet te berekenen zijn, wordt volstaan met een expert-inschatting van de gevolgen van de hydrologische veranderingen voor aquatische flora en fauna. Deze is gebaseerd op de veldindruk van de beek (huidige stroomsnelheid, morfologie en substraat) en de berekende toename van basisafvoer. Zoveel mogelijk wordt ook ingeschat in hoeverre de beek in de scenario's niet, geheel of gedeeltelijk voldoet aan de in de streefbeelden genoemde stroomsnelheden.

5.2 Verandering van de (semi-)terrestrische vegetatie

In alle gebieden met natuurdoelstellingen voor natte landnatuur (zie figuur 5) is onderzocht wat de effecten van de verschillende scenario's zijn voor de ontwikkeling van de vegetatie. Hiertoe is voor de vegetatietypen die onderdeel uitmaken van de provinciale natuurdoeltypen Bloemrijk zuur

grasland en Beekbos bepaald waar de grondwaterstand voldoet aan de eisen van het vegetatietype.

5.2.1 *Verandering areaal*

De gevoeligheid voor de grondwaterstand varieert per vegetatietype. Globaal kan echter de vegetatie in twee groepen worden onderverdeeld. De Veldrus-associatie, de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid (zowel de subassociatie met Blauwe zegge als de typische subassociatie) en het Elzenzegge-Elzenbroek zijn van de acht beschouwde vegetatietypen het meest gevoelig voor de grondwaterstand: de grondwaterstand mag niet te diep wegzakken, maar in sommige gevallen ook niet te hoog zijn. Deze vegetatietypen worden hierna de kritische vegetatietypen genoemd.
De Associatie van Geknikte vossestaart, typische subassociatie, de Rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem, de Associatie van Borstelbies en Moerasmuur; Subassociatie met Pinksterbloem en de Rompgemeenschap van Grote brandnetel, van het Elzenbroek kunnen bij een grotere variatie aan grondwaterstanden voorkomen. Deze associaties en rompgemeenschappen zijn binnen de natuurdoelen Bloemrijk zuur grasland en Beekbos minder sterk gebonden aan ondiepe waterstanden, en worden in deze effectrapportage aangeduid als niet-kritisch.

De potentiële ruimtelijke spreiding van de vegetatietypen bij de verschillende scenario's is weergegeven in bijlage 4. De oppervlaktes zijn gegeven in tabel 12.

Autonome ontwikkeling
De niet-kritische vegetatietypen (associatie van Borstelbies en Moerasmuur; subass. met Pinksterbloem, de associatie van Geknikte vossestaart; typische subass. en de rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem) kunnen bij autonome ontwikkeling in een groot gebied voorkomen. De Rompgemeenschap van Grote brandnetel, van het Elzenbroek komt bij autonome ontwikkeling minder algemeen voor. De meer kritische vegetatietypen (associaties van Boterbloemen en Waterkruiskruid, subass. met Blauwe zegge en de typische subass., het Elzenzegge-Elzenbroek en de Veldrus-associatie) worden bij autonome ontwikkeling in een beperkt areaal voorspeld.

Infiltratie met 2 Mm^3 en 4 Mm^3
Bij infiltratie is de berekende toename van de associatie van Borstelbies en Moerasmuur, subass. met Pinksterbloem, de associatie van Geknikte vossestaart, typische subass. en de rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem beperkt. De associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; subass. met Blauwe zegge kan zich nauwelijks ontwikkelen ten opzichte van autonome ontwikkeling en komt dus ook bij de infiltratie-scenario's in een zeer beperkt areaal voor. De associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid; typische subass. kan zich daarentegen bij infiltratie uitgebreider ontwikkelen, maar blijft wel beperkt tot het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek. Het areaal van de rompgemeenschap van Grote brandnetel, van het Elzenbroek neemt met name in de middenloop

van de Beekberger Beek toe. Het areaal aan de Veldrus-associatie kan het meest toenemen bij infiltratie, met name in het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek, maar ook ten zuidoosten van Loenen en in mindere mate in de omgeving van de Soerense Beek. Het Elzenzegge-Elzenbroek kan zich bij infiltratie ontwikkelen in en nabij het brongebied van de Beekberger Beek.

Tabel 12 geeft voor alle acht vegetatietypen samen, voor de vier vegetatietypen waarvoor de grondwaterstand kritisch is en voor de vier vegetatietypen waarvoor de grondwaterstand minder kritisch is, de ontwikkeling van het areaal binnen de doelgebieden van de provincie die binnen het studiegebied liggen. De grootste toename, 71 ha, treedt op bij de vier kritische vegetatietypen. Voor een deel vervangen deze kritische typen de niet-kritische vegetatietypen die ook tot het natuurdoel behoren. De toename van niet-kritische vegetatietypen bedraagt 49 ha. Het totale areaal waar de grondwaterstand voldoet aan de eisen van vegetatietypen neemt ten opzichte van de huidige situatie met 67 ha toe tot 298 ha.

Tabel 12. Totaal oppervlak (ha) waar de grondwaterstand voldoet aan de eisen van de acht vegetatietypen en oppervlak aan de vier meest grondwaterafhankelijke (kritische) en de vier minder grondwaterafhankelijke (niet kritische) vegetatietypen.

	totaal (ha)	kritisch (ha)	niet kritisch (ha)
huidig	231	106	222
autonoom	262	122	252
2 Mm3	285	156	271
4 Mm3	298	177	271

5.2.2 *Ruimtelijke spreiding van de vegetatietypen*

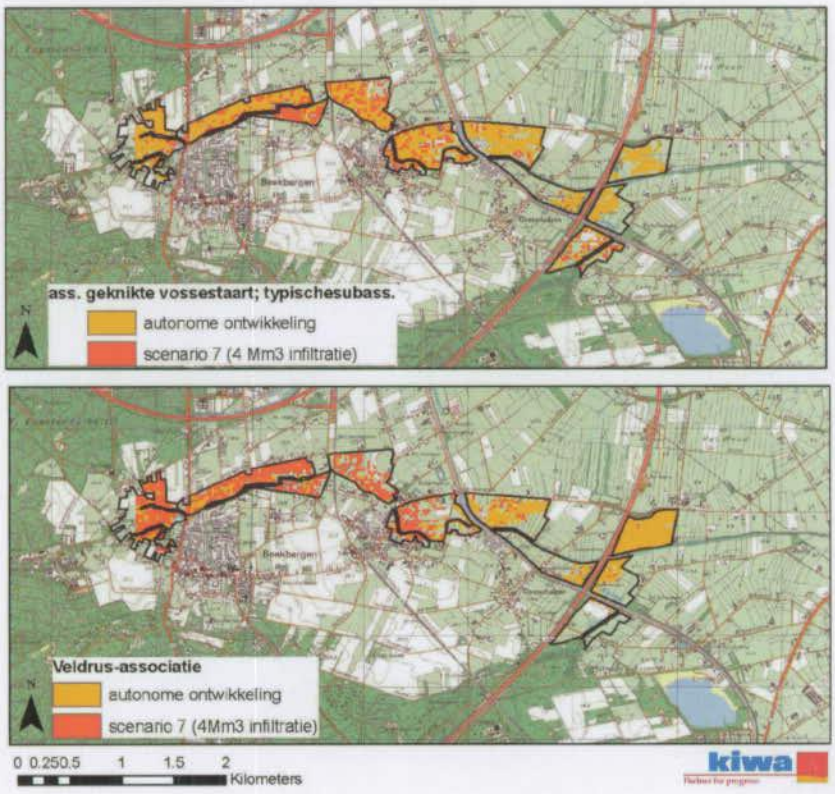
Als we in detail kijken naar de berekende ruimtelijke spreiding van de verschillende vegetatietypen (zie bijlage 4b t/m 4d), dan blijkt dat de situatie sterk varieert per deelgebied. De sterkste veranderingen treden op rond de Beekberger Beek en rond Loenen.

Bij de Beekberger Beek kunnen bij autonome ontwikkeling met name de niet-kritische vegetatietypen voorkomen. Bij infiltratie neemt vooral het potentieel areaal van de Veldrus-associatie en de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid-typische subassociatie toe in het hele deelgebied. Het Elzenzegge-Elzenbroek kan met name in de bovenloop van de Beekberger Beek tot ontwikkeling komen. Het areaal aan de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid-subassociatie met Blauwe zegge ontwikkelt zich echter nauwelijks bij infiltratie.

Rond Loenen kunnen bij autonome ontwikkeling met name de niet-kritische vegetatietypen voorkomen. Het voorkomen van de kritische vegetatietypen is beperkt en bij infiltratie is de mogelijke toename van kritische vegetatietypen ook beperkt. Van deze kritische vegetatietypen ontwikkelt het areaal aan de Veldrus-associatie zich het sterkst. Het Elzenzegge-Elzenbroek kan zich er

nauwelijks ontwikkelen. De toename van de twee associaties van Boterbloemen en Waterkruiskruid is iets groter.

Bovengenoemde verschillen tussen kritische en niet-kritische vegetatietypen worden geïllustreerd in figuur 7. Hierin wordt uitgaande van de situatie met autonome ontwikkeling de toename weergegeven van twee vegetatietypen die onderdeel uitmaken van het natuurdoeltype bloemrijk zuur grasland. De Associatie van Geknikte vossestaart; typische subassociatie behoort tot de niet-kritische vegetatie, die relatief diepe zomergrondwaterstanden verdraagt. Daarom is het areaal aan de Associatie van Geknikte vossestaart in de situatie met autonome ontwikkeling al uitgebreid, terwijl de toename in het scenario met 4 Mm^3 infiltratie gering is. De meer kritische Veldrus-associatie komt daarentegen in de situatie met autonome ontwikkeling in een beperkt areaal voor, terwijl de toename in het scenario met 4 Mm^3 infiltratie aanzienlijk is.



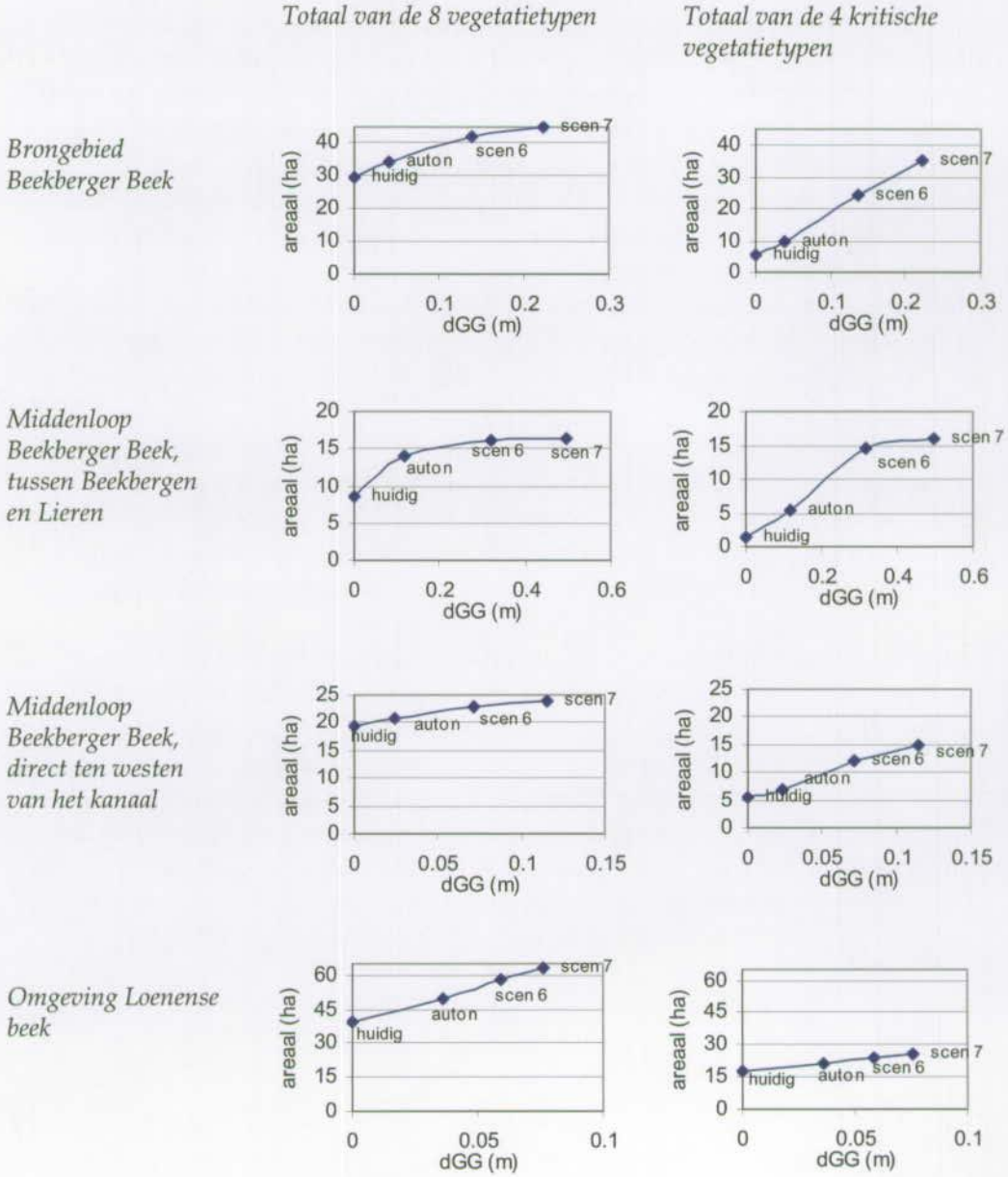
Figuur 7. Realisatie van hydrologische randvoorwaarden voor de associatie van Geknikte vossestaart, typische subassociatie en voor de Veldrus-associatie rond de Beekberger Beek, bij autonome ontwikkeling en bij infiltratie van 4 Mm^3(scenario 7). De rode kleur geeft aan waar het areaal zich uitbreidt bij scenario 7 ten opzichte van autonome ontwikkeling.

De veranderingen in berekend areaal van de vegetatietypen in de verschillende scenario's zijn nader uitgewerkt voor de gebieden waarin een

merkbare verandering van het oppervlak aan grondwaterafhankelijke vegetatie optreedt. Dit betreffen drie delen van het gebied rond de Beekberger Beek en het gebied ten noordwesten en zuiden van Loenen, zie figuur 8. Hieruit blijkt dat in het gebied rond Loenen het totaal areaal min of meer lineair stijgt bij toenemende vernatting (bij opeenvolgende scenario's). Echter in het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek vlakt deze toename van het areaal van de acht vegetatietypen af. Dit wordt veroorzaakt doordat het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek in de huidige situatie reeds vrij nat is, waardoor de grondwatersituatie voor de niet-kritische vegetatietypen na een beperkte stijging van de grondwaterstand veelal voldoende is. Verdere vernatting kan zelfs leiden tot een afname van het areaal niet-kritische vegetatietypen. Daarentegen blijft het areaal van kritische vegetatietypen in de meeste gebieden lineair stijgen.

Dit houdt in dat door verdere vernatting een sterke kwaliteitsverandering kan worden verwacht door vervanging van niet-kritische vegetatietypen door kritische vegetatietypen. Dit geldt niet in de middenloop van de Beekberger Beek, waar de situatie na de stijging bij infiltratie met 2 Mm^3 nagenoeg optimaal is voor alle vegetatietypen van de betreffende natuurdoeltypen.

Opvallend is dat in het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek en ten noordwesten en zuiden van Loenen het areaal van de acht vegetatietypen al sterk toeneemt bij een beperkte stijging van de grondwaterstand. In het brongebied van de Beekberger Beek neemt het areaal van de acht vegetatietypen met circa 10 ha toe bij een gemiddelde grondwaterstandsstijging van 10 cm ten opzichte van de huidige situatie en bij Loenen is de toename maar liefst ongeveer 25 ha. Ook hier geldt dat het potentieel areaal van met name de kritische vegetatietypen toeneemt.



Figuur 8. Ontwikkeling van het totale areaal van de acht vegetatietypen en van de vier kritische vegetatietypen bij de vier scenario's en voor vier deelgebieden, uitgezet tegen de gemiddelde verandering van de GG binnen het deelgebied.

5.2.3 *Toetsing aan natuurdoelen*

Voor ieder scenario en voor alle gebieden waar de provincie natte natuurdoeltypen heeft neergelegd, is berekend in hoeverre aan de hydrologische vereisten van de betreffende natuurdoeltypen wordt voldaan. De resultaten van deze berekeningen zijn gegeven in figuur 9 t/m 11. De berekende oppervlaktes van ieder deelgebied zijn gegeven in tabel 13. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat juist in gebieden met ondiepe grondwaterstanden de berekende grondwaterstandstijging in de praktijk geringer kan zijn,

doordat het water via bestaande lokale ontwateringsmiddelen wordt afgevoerd alvorens het de wortelzone van de vegetatie in de percelen heeft bereikt. Tevens is het beheer en de bemestingsdruk op de meeste locaties momenteel nog niet afgestemd op natuur.

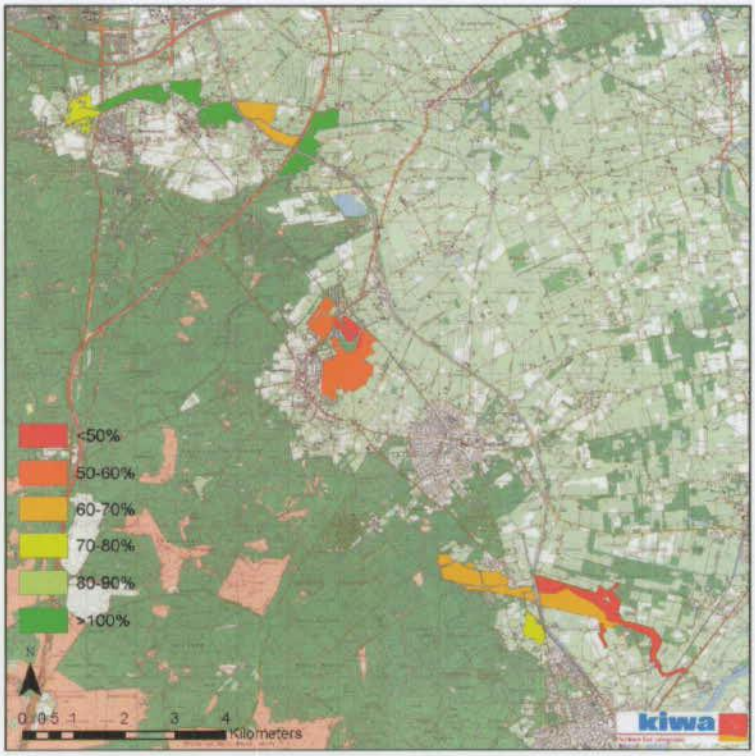
Tabel 13. Oppervlaktes in hectares aan bloemrijk zuur grasland in de huidige situatie en bij de verschillende scenario's, in de gebieden die als natuurdoeltype bloemrijk zuur grasland hebben. De gebiedsnamen verwijzen naar de verschillende polygonen in figuur 9 t/m 11 en het oppervlaktedoel is het doel zoals in het gebied is neergelegd door de provincie.

		realisatie bloemrijk zuur grasland (ha)						
	doel (ha)	huidig	autonoom	verschil tov huidig	scen 6 (2 Mm3)	verschil tov autonoom	scen 7 (4Mm3)	verschil tov autonoom
Elzendijk	15.4	11.4	11.9	0.5	12.1	0.1	12.1	0.2
Sprengen Soerense Beek	39.2	19.8	24.1	4.4	25.9	1.8	27.3	3.2
Soerense Broek (excl.sprengen)	102.7	43.0	44.5	1.5	44.9	0.4	45.3	0.8
Brongebied Beekbergse Beek	19.7	8.6	14.1	5.5	16.2	2.1	16.4	2.3
Beekbergse Beek (excl. Sprengen)	95.7	105.6	113.7	8.1	124.1	10.4	129.7	16.0
Percelen zuid en noordwest van Loenen	85.7	39.4	49.9	10.5	58.3	8.4	63.1	13.2
Rond kasteel Ter Horst	7.9	3.3	3.7	0.4	3.8	0.1	3.8	0.1
totaal	366	231	262	31	285	23	298	36

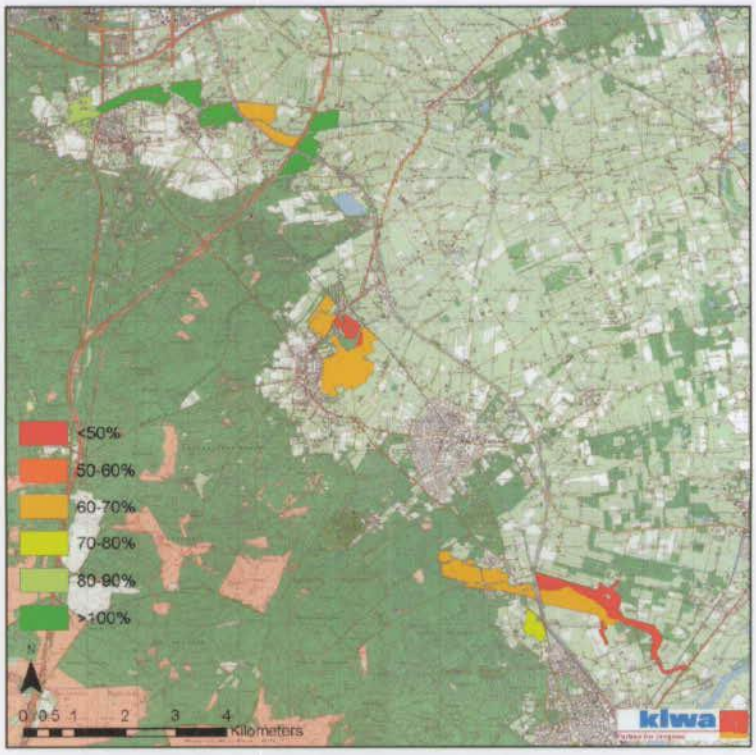
Autonome ontwikkeling

In de huidige situatie voldoet de grondwaterstand in potentie alleen in een deel van het stroomgebied van de Beekberger Beek aan de provinciale natuurdoelstelling (zie figuur 6). Als gevolg van autonome ontwikkelingen verbetert de hydrologische situatie in vrijwel alle deelgebieden. Hierdoor neemt het potentieel areaal aan realiseerbare natte natuurdoelen met 31 ha toe. De grootste toename van bloemrijk zuur grasland wordt gerealiseerd in het brongebied van de Beekberger Beek bij Engeland (5 ha), in de bovenloop van de Beekberger Beek (5 ha), zuid en noordwest van Loenen (10 ha toename) en bij de sprengen van de Soerense Beek (4 ha).

Waar het potentieel areaal bloemrijk zuur grasland toeneemt, betekent dit een verbetering van de realisatie van de provinciale natuurdoelstelling. De toename van het areaal in een deel van de bovenloop van de Beekberger Beek leidt echter niet tot een hogere doelrealisatie, omdat in dit deelgebied de provinciale doelstelling al in de huidige situatie kan worden gerealiseerd (zie ook figuur 9).



Figuur 9. Percentage realisatie van de provinciale natuurdoeltypen bij autonome ontwikkeling.



Figuur 10. Percentage realisatie van de provinciale natuurdoeltypen bij scenario 6 (2 Mm³ infiltratie).

Scenario 6, 2 Mm3 infiltratie
Bij het scenario met 2 Mm^3 infiltratie is de toename van het oppervlak aan bloemrijk zuur grasland en de doelrealisatie het grootst in het brongebied van de Beekberger Beek (2 ha toename), de bovenloop van de Beekberger Beek (7 ha toename) en ten oosten van Loenen (8 ha toename). In totaal neemt bij dit scenario het oppervlak van het gebied met de juiste hydrologische randvoorwaarden voor bloemrijk zuur grasland toe met 24 ha ten opzichte van de autonome ontwikkeling.

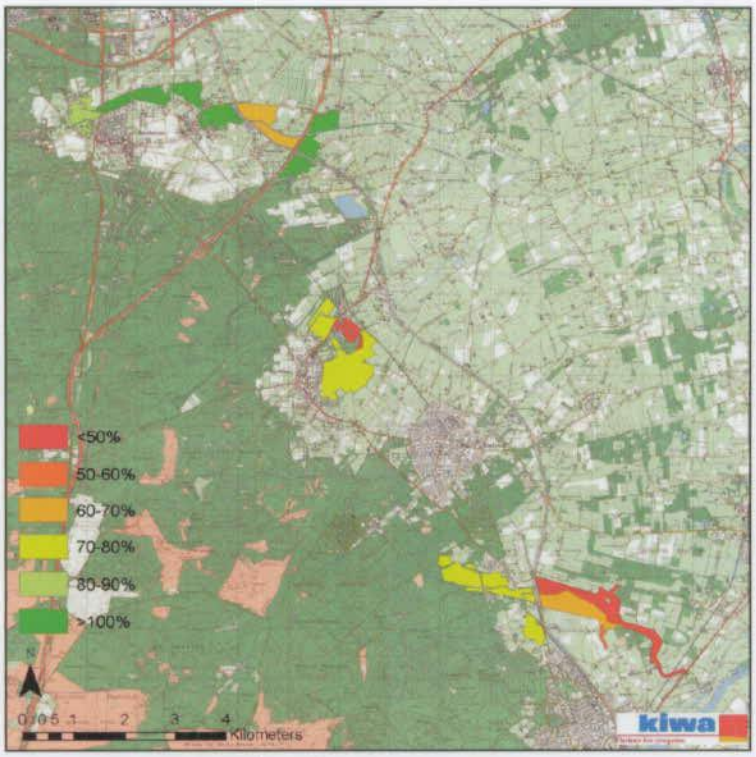
In alle gebieden waar het areaal aan bloemrijk zuur grasland kan toenemen, zal de potentie voor de realisatie van de provinciale natuurdoelstelling voor natte landnatuur toenemen. Waar het potentieel areaal bloemrijk zuur grasland toeneemt, betekent dit een verbetering van de realisatie van de provinciale natuurdoelstelling.

Scenario 7, 4 Mm3 infiltratie
Met 4 Mm^3 infiltratie neemt het oppervlak aan bloemrijk zuur grasland met 37 ha toe ten opzichte van de autonome ontwikkeling. Ook bij dit scenario is de toename het oppervlak en doelrealisatie het grootst in het brongebied van de Beekberger Beek (2 ha toename), de bovenloop van de Beekberger Beek (10 ha toename), ten oosten van Loenen (13 ha toename). Daarnaast wordt ook in de middenloop van de Beekberger Beek een grote toename berekend (3 ha).

Bij de Soerense Beek, het Soerense Broek en de Elzendijk is de potentiële toename van het oppervlak aan bloemrijk zuur grasland gering (4 ha toename t.o.v. autonoom bij 4 Mm^3 infiltratie).

In alle deelgebieden waar het oppervlak aan bloemrijk zuur grasland toeneemt, zal de potentie voor de realisatie van de provinciale natuurdoelstelling toenemen ten opzichte van de situatie met autonome ontwikkelingen. De toename van het areaal in de bovenloop van de Beekberger Beek leidt echter niet tot een hogere doelrealisatie, omdat in dit deelgebied de provinciale doelstelling ten aanzien van natte landnatuur reeds in de huidige situatie kan worden gerealiseerd.

In het brongebied van de Beekberger Beek is de toename het oppervlak aan bloemrijk zuur grasland vrij gering bij 4 Mm^3 infiltratie. Een grotere toename van het oppervlak aan bloemrijk zuur grasland niet mogelijk vanwege het steile verhang en de daarmee samenhangende diepe grondwaterstand.



Figuur 11. Percentage realisatie van de provinciale natuurdoeltypen bij scenario 7 (4 Mm³ infiltratie).

Zoals is gebleken in paragraaf 5.2.2, kunnen ten gevolge van vernatting binnen het natuurdoeltype bloemrijk zuur grasland belangrijke verschuivingen optreden van vegetatietypen die weinig kritisch zijn ten aanzien van het vereiste hydrologische regime naar kritische vegetatietypen die alleen bij zeer ondiepe grondwaterstanden voorkomen. Deze verschuivingen komen echter niet tot uiting in de berekende toename van doelrealisatie van het natuurdoeltype, maar betreffen vooral een kwaliteitsverbetering binnen het areaal van dit natuurdoeltype.

5.3 Aquatische vegetatie

De toename van kwel naar beken biedt in principe mogelijkheden voor vestiging van bronvegetaties en vegetaties kenmerkend voor permanent stromend, voedselarm, zwak gebufferd water.

Voor de Koppelsprengen en het brongebied van de Beekberger Beek, waar in de huidige situatie reeds goed ontwikkelde beek (oever-)flora voorkomt, betekent de sterke kweltoename kansen voor uitbreiding van de reeds aanwezige flora, met name op locaties waar momenteel geen sprake is van permanent uittreden van grondwater. Dit betreft onder meer een zijtak van de Koppelsprengen en verschillende oevers langs de Beekberger Beek tussen Beekbergen en het Apeldoorns Kanaal.

Ook in de Soerense Beek kan uitbreiding plaatsvinden, maar gezien de beperkte verandering van de hydrologie in de infiltratiescenario's zal het effect gering zijn.

De berekende hydrologische veranderingen zullen met name in een deel van de Loenense Beek en in het brongebied van de Vrijenberger Spreng kunnen bijdragen aan herstel van kwelgebonden vegetatie in de beek en op de oever. In beide gebieden komt in de huidige situatie geen goed ontwikkelde beekvegetatie voor, maar wordt de plantengroei veelal gedomineerd door Mannagras en Gladde witbol.

De effecten hebben geen betrekking op het volledige traject van de waterlopen. In het noordelijke deel van het sprengensysteem van de Loenense Beek treden geen hydrologische veranderingen op, waardoor de huidige knelpunten ten aanzien van aquatische vegetatie gehandhaafd blijven. In de Vrijenberger Spreng is over een groot traject de huidige inrichting met sterk beschoeide oevers en het beheer een belemmering voor de verdere ontwikkeling van de beek(-oever)vegetaties. Hierdoor zal de toename van kwel naar verwachting slechts in een beperkt deel van de spreng tot verbetering van de huidige situatie leiden.

De beperkingen ten aanzien van ontwikkelingsmogelijkheden voor beek(-oever)vegetaties door inrichting en beheer gelden ook voor de Zwaanspreng/Kayersbeek en de Oosterhuizer Spreng. Daarnaast is de toename van aanvoer van grondwater in deze beken beperkt. De verwachte effecten zijn om deze redenen nihil.

Op grond van de berekende kwelveranderingen is voor de geselecteerde meetlocaties een expert-schatting gemaakt van de mogelijkheden voor toename van kenmerkende vegetaties van sprengenbeken en beekoevers in de verschillende scenario's, zie tabel 14.

Op grond van tabel 14 kan worden verwacht dat de Koppelsprengen reeds in de autonome situatie optimaal scoren volgens de KRW-maatlat. In de Beekberger Beek is verdere verbetering mogelijk, en zal in het infiltratie-scenario 2Mm3 een optimale score kunnen worden bereikt. Dit geldt ook voor het brongebied van de Vrijenberger Spreng en plaatselijk voor de Loenense Beek. In de bovenloop van de Eerbeekse Beek wordt echter pas in het scenario 4Mm3 een goede situatie conform de KRW-maatlat verwacht. De beoordeling van de overige beken zal naar verwachting niet wijzigen.

Tabel 14: geschatte verandering van de natuurkwaliteit voor de vegetatie in beek(-oevers) bij de drie scenario's en de score op de macrofyten-maatlat van de KRW. '0' = geen verandering, + = lichte stijging kwaliteit, ++ = sterke stijging kwaliteit.

Locatie	Opnamenr	Huidig KRW	Autonoom	2 Mm^3	4 Mm^3
Koppelsprengen	157492	Goed	+	+	+
Beekberger Beek	157489	goed	0	+	+
Beekberger Beek	149417	goed	0	+	+
Beekberger Beek	153791	Matig	+	++	++
Beekberger Beek	153787	Ontoereikend	+	++	++
Oosterhuizer Spreng	117787	matig	0	0	0
Vrijenberger Spreng	161580	ontoereikend	0	0	0
Vrijenberger Spreng	117243	ontoereikend	+	++	++
Loenense Beek	1	ontoereikend	+	++	++
Eerbeekse Beek	156784	Matig	+	+	++
Eerbeekse Beek	156785	ontoereikend	+	+	++
Laag-Soerense Spreng	158469	Goed	0	0	0
Laag-Soerense Spreng	158132	ontoereikend	0	0	0
Soerense Beek	3	goed	0	0	0

In hoeverre de beken voldoen aan de HEN-criteria voor Sprengen, hangt geheel af van de vestiging van Teer vederkruid (water) en Goudveil (oever). Vestiging van deze specifieke soorten is echter van verschillende factoren afhankelijk, waardoor een toetsing aan deze criteria niet goed mogelijk is. Niettemin wordt verwacht dat in de infiltratiescenario's de abiotische omstandigheden in volgende beken voldoen voor vestiging van genoemde soorten: Koppelsprengen, Beekberger Beek, brongebied Vrijenberger Spreng, bovenloop Eerbeekse Beek, zuidelijke sprengtakken Loenense Beek en brongebied Soerense Sprengen.

Het provinciaal natuurdoeltype Beek wordt reeds in de huidige situatie in alle sprengen gerealiseerd, en zal niet wijzigen door een verandering in de waterhuishouding.

5.4 Macrofauna en vissen

In deze paragraaf worden de effecten van de autonome ontwikkeling en van de infiltratiescenario's op de aquatische fauna per beeksysteem beschreven. De effecten zijn samengevat in tabel 15 en 16. Allereerst worden de voor fauna relevante hydrologische veranderingen beschreven en tevens de manier waarop deze doorwerken op de voor fauna relevante parameters. Vervolgens worden deze effecten vergeleken met de huidige situatie voor wat betreft droogval en stroomsnelheid. Zonodig wordt het beeksysteem daarbij gesplitst in homogene beektrajecten. Met deze gegevens wordt een inschatting gemaakt van de effecten op het beeksysteem en hoe deze doorwerken voor de macrofauna en vissen. Tevens wordt zo goed mogelijk ingeschat in hoeverre de autonome ontwikkeling en de infiltratiescenario's bijdragen aan de score op de KRW-maatlat, het bereiken van het streefbeeld

van het Waterschap en de realisatie van de functie HEN-water. Omdat het streefbeeld van het Waterschap en de HEN-waterfunctie vrijwel dezelfde randvoorwaarden stellen, wordt uitsluitend gesproken over "het streefbeeld"; hiermee worden beide doelen bedoeld. De effecten van de verschillende scenario's zijn samengevat in tabel 15 en 16.

Tabel 15. Effecten van de scenario's autonoom, infiltratie 2M m3 en infiltratie 4M m3 op de macrofaunagemeenschappen van de beken en sprengen.

Beeksysteem	Autonoom	Infiltratie 2M	Infiltratie 4M
Koppelsprengen enz.	++	+	++
Kayersbeek/Zwaansp.	0	0	0
Oude Beek	0	+	++
Oosterhuizer Spreng	+	+	++
V&V Spreng	0	++	++
Loenense Beek	+	++	++
Eerbeekse Beek	+	++	++
Soerense Beek	0	0	0
Totaal	+	+/++	++

Tabel 16. Effecten van de scenario's autonoom, infiltratie 2M m3 en infiltratie 4M m3 op de vissen van de beken en sprengen.

Beeksysteem	Autonoom	Infiltratie 2M	Infiltratie 4M
Koppelsprengen enz.	+	+	+
Kayersbeek/Zwaansp.	0	0	0
Oude Beek	0	+	++
Oosterhuizer Spreng	0*	0*	0*
V&V Spreng	0*	0*	0*
Loenense Beek	+	++	++
Eerbeekse Beek	+	+	+
Soerense Beek	0	0	0
Totaal	0/+	+	+/++

0* = Geen vis aanwezig, dus ook geen effecten

5.4.1 *Koppelsprengen/Ugchelse beek*

De Koppelsprengen vertonen in de autonome ontwikkeling reeds een forse toename van kwel in de sprengkoppen. De modelberekende basisafvoer neemt stroomafwaarts met 31% toe (zie tabel 11). Omdat het merendeel van de kwel in de sprengkoppen plaatsvindt, zal de toename van basisafvoer daar nog aanzienlijk meer zijn. Door de autonome ontwikkeling stijgt de grondwaterstand rond de sprengkoppen ongeveer 2 dm. Enkele sprengkoppen hebben momenteel in beperkte mate te leiden van een gebrekkige watervoerendheid. Andere sprengkoppen voeren het gehele jaar water, wat indiceert dat de grondwaterstand niet extreem ver wegzakt. Daarom wordt verwacht dat de problemen met watervoerendheid zullen verdwijnen door de autonome ontwikkeling. De scenario's dragen hier dus niet extra meer aan bij. De bovenloop heeft plaatselijk een dik pakket detritus, die door een continue doorstroom van zuurstofrijk water aëroob blijft; een

belangrijke voorwaarde voor stroomminnende macrofauna en vissen, zoals de momenteel reeds aanwezige beekprik en de platworm *Polycelis felina*.

Naast dichte detrituspakketen is plaatselijk meer een afwisseling tussen fijn zand en detritus aanwezig. Dit substraat indiceert dat de maximale stroomsnelheid ter plaatse in de orde grootte van 10-20 cm/s ligt, terwijl het streefbeeld een range van stroomsnelheden tussen de 20 en 50 cm/s vereist (Jaarsma *et al.*, 2001). De toename van stroomsnelheid door de autonome ontwikkeling zal naar verwachting maximaal in de orde van enkele tientallen procenten liggen. Verwacht wordt dat door de autonome ontwikkeling de stroomsnelheid hierdoor dichter in de buurt van het streefbeeld komt, maar dit nog niet geheel bereikt. De infiltratiescenario's kunnen hier dus nog een verdere bijdrage aan leveren. Daarbij is de bijdrage van de infiltratiescenario 2 Mm^3 vrij beperkt (slecht 7%), waardoor dit naar verwachting slechts een matig positief effect heeft. De bijdrage van het infiltratiescenario 4 Mm^3 is dubbel zo groot en levert zeker een bijdrage aan het bereiken van het streefbeeld. Het valt echter niet te zeggen of het streefbeeld ook helemaal bereikt wordt en hoe groot de effecten zullen zijn op de fauna. Cruciaal hierin zal zijn of de diversiteit aan microhabitats al dan niet gaat toenemen. De beek huisvest al allerlei positieve indicatorsoorten die waarschijnlijk zullen profiteren, zoals de beekprik en de steenvlieg *Nemurella pictetii*.

Het deel van de Ugchelse beek in de stad Apeldoorn is vrij krap gedimensioneerd en beschoeid. De beek is hier recht, vrij snelstromend en heeft overwegend een substraat van grof zand. De variatie in stroomsnelheid en substraat is hier beperkt. Een toename van de basisafvoer en stroomsnelheid leidt hier zonder aanpassingen van de loop niet tot een toename van geschikte locaties voor stroomminnende macrofauna en zelfs tot een afname van de geschiktheid voor vis, met name beekprik. Dit komt omdat de schaars aanwezige luwe plekken (het habitat van de beekpriklarven) nog schaarser worden, terwijl snelstromende delen hier al voldoende voorhanden zijn. Op deze plaatsen zijn ingrepen (verbreding profiel) echter toch noodzakelijk vanwege de te kleine duikers en de potentiële wateroverlast. De noodzaak van de ingrepen staat overigens los van de infiltratie: de toename basisafvoer van basisafvoer is grotendeels autonoom. Mits bij deze ingrepen rekening wordt gehouden met de beekprik (hetgeen wettelijk verplicht is) treden ook hier geen negatieve (en mogelijk zelfs positieve) effecten voor de beekprik op. Hoewel in de bebouwde kom wel winst te boeken is, kan de beek hier vrijwel onmogelijk voldoen aan het streefbeeld, door de beperkte ruimte en het ontbreken van bos op de oevers.

De score van de Koppelsprengen/Ugchelse Beek op de KRW-maatlat zal hoger worden, maar een verandering van de klasse 'goed' naar 'zeer goed' lijkt alleen mogelijk wanneer met name de Ugchelse Beek een meer natuurlijk karakter krijgt.

Voor de Winckewijert zijn geen afvoergegevens beschikbaar. Op grond van de kwelkaarten lijkt de Winckewijert slechts een beperkte hoeveelheid extra kwel te ontvangen. Omdat de Winckewijert in stedelijk gebied ligt wordt het

grootste deel van de kwel afgevangen door drainage (mondelinge mededeling J. Kabout). Er zullen daarom naar verwachting geen merkbare effecten in de Winckewijert zijn.

5.4.2 *Kayersbeek/Zwaanspreng*

In alle scenario's blijft de toename van basisafvoer van de Kayersbeek/Zwaanspreng onder de 5% (tabel 11). Er wordt wel een beperkte toename van kwel verwacht, maar binnen de bebouwde kom wordt deze kwel voor een groot deel afgevangen door lokale drainagemiddelen (mond. meded. J. Kabout, Waterschap Veluwe). Verwacht wordt dat de veranderingen dusdanig klein zijn dat het niet leidt tot effecten op de aquatische fauna.

5.4.3 *Beekberger Beek*

In de Beekberger Beek treedt autonoom een zeer beperkte toename van de basisafvoer op (4%; tabel 11). Bij infiltratie van 2 Mm^3 wordt een toename van de basisafvoer van 8% verwacht, bij 4 Mm^3 een toename van 14%. Opvallend is dat bij deze beek niet alleen een toename van kweldruk in het brongebied wordt voorspeld, maar langs het hele beektraject tot aan het kanaal. De kweltoename in de bovenstroomse helft is wel groter dan in de benedenstroomse helft.

In de Beekberger Beek treedt droogval alleen op in enkele zijtakken, die meer het karakter van sloten dan van een beek hebben (Royal Haskoning, 2006). Hier treden grondwaterstandsstijgingen op tussen 5 en 30 cm (autonoom + scenario 4 Mm^3). Hierdoor krijgen deze sloten een meer permanent karakter, maar het is waarschijnlijk onvoldoende om ze het karakter van een beek te geven (met permanente stroming). De drainerende werking van de hoofdstroom en van andere sloten in het gebied wordt hiervoor te groot geacht. Hierdoor treden geen positieve effecten op voor de stroomminnende macrofauna en vis. De totale diversiteit aan macrofauna zal hierdoor echter zeker toenemen.

De hoofdbeek vertoont grote verschillen in morfologie: op sommige locaties vertoont de beek (micro)meandering met een grote variatie in stroomsnelheid, morfologie en substraat, hoewel delen met grof zand en grind relatief zeldzaam zijn. Andere delen zijn beschoeid en hebben een uniform substraat, vaak met veel slib en detritus. Op beide typen locaties heeft een toename van de basisafvoer en stroomsnelheid een positief effect. Op de plaatsen met veel variatie neemt de variatie alleen maar verder toe; luwe delen met detritus veranderen nauwelijks, terwijl er meer sneller stromende delen met grof zand en grind bij komen. Op plaatsen met veel slib zorgt een hogere stroomsnelheid voor een afname van slibafzetting en een betere zuurstofhuishouding. Stroomminnende macrofauna zal hiervan profiteren alsmede de volop aanwezige beekprik. Omdat snelstromende beschoeide stukken (zoals bij de Ugchelse Beek) hier niet voorkomen zijn hier uitsluitend positieve effecten te verwachten. De toename van basisafvoer in de autonome ontwikkeling wordt te beperkt geacht om een significante

invloed te hebben op het beekmilieu. Hoewel de toename van basisafvoer in de infiltratiescenario's relatief beperkt lijkt (8/14%), worden (zeker als we deze optellen bij de autonome ontwikkeling) toch positieve effecten verwacht.

Het brongebied van de Beekberger Beek ('Engeland') is momenteel al goed ontwikkeld en ook de rest van de bovenloop komt op veel punten al dicht bij het streefbeeld. Daarom is slechts een geringe toename van basisafvoer noodzakelijk om aan het streefbeeld te voldoen. Mogelijk is de infiltratie van 2 Mm^3 al voldoende om een klein deel van de bovenloop aan de abiotische randvoorwaarden van het streefbeeld te laten voldoen. Bij infiltratie van 4 Mm^3 wordt de kans dat dit gebeurt groot geacht. Uit de gegevens van Nijboer et al. (2005) valt af te leiden dat dan bijvoorbeeld verschillende soorten kokerjuffers, zoals *Chaetopteryx villosa* en *Limnephilus lunatus*, zullen gaan toenemen. Ook is het te verwachten dat de rivierdonderpad zal profiteren en een uitbreiding van het aantal rivierdonderpadden is waarschijnlijk. Het deel zal zich naar verwachting echter maximaal uitstrekken tot aan de toeristische spoorlijn. Benedenstrooms hiervan is de belasting vanuit de landbouw vrij hoog, en is een sanering waarschijnlijk een randvoorwaarde voor een significante verbetering.

5.4.4 *Oosterhuizer spreng*

De autonome ontwikkeling levert in de Oosterhuizer spreng een geringe extra basisafvoer van 5% op, met de infiltratiescenario's komt hier nog eens 5%, respectievelijk 10% bovenop (tabel 11). Extra kwel lijkt vooral rond de sprengkop plaats te vinden, hoewel dit vanwege de korte loop van deze spreng moeilijk te zeggen is. De stijging van de grondwaterstand is ook beperkt. Zelfs in de sprengkoppen (waar de stijging het grootst is) komt deze alleen in het scenario 4 Mm^3 (net) boven de 5cm uit.

Droogval is in de sprengkoppen niet bekend. De totale basisafvoer van de Oosterhuizer spreng is met 260-420 m^3/dag zeer gering (op basis van meetgegevens Waterschap Veluwe). De spreng is een meter breed en enkele decimeters diep, wat betekent dat de gemiddelde stroomsnelheid in droge perioden daalt tot enkele centimeters per seconde, een factor 10 te laag voor stroomminnende soorten. Hieruit wordt geconcludeerd dat de watervoerendheid wel degelijk een knelpunt is. De toename van basisafvoer (en stroomsnelheid) is daarmee zeer gewenst.

De bovenloop van de spreng ligt geheel in bos en is beschoeid. Ondanks de beschoeiing en de beperkte afvoer zijn hier toch stroomminnende macrofaunasoorten aangetroffen. Blijkbaar is de stroming hier toch net iets hoger dan in de benedenloop. Soorten van de streefbeelden als bijvoorbeeld *Stictotarsus duodecimpustulatus* en *Sialis fuliginosa* waren in 2005 in de bovenloop sterk gelokaliseerd. De scenario's hebben een positief effect op deze macrofauna doordat een geschikte habitat met een goede doorstroming zich mogelijk uitbreidt. Aangezien er geen vis in de Oosterhuizer spreng zit zijn hierop geen effecten te verwachten. De scenario's brengen het streefbeeld wel dichterbij, maar aan de abiotische randvoorwaarden wordt qua stroming zeker nog niet voldaan. Daarvoor zijn de hydrologische effecten van beide

scenario's te beperkt. Infiltratie van 4 Mm^3 levert een 50% grotere bijdrage dan infiltratie van 2 Mm^3. Omdat de afvoertoename gezien de huidige toestand voor de aanwezige stroomminnende fauna zeer gewenst is, worden de effecten van het scenario 4 Mm^3 toch als groot beoordeeld.

De benedenloop van de spreng ligt in vrij open gebied, is waarschijnlijk wat voedselrijker en dicht begroeid. Het geheel heeft meer het karakter van een sloot dan van een stromende sprengbeek. Er is hier een rijke macrofaunagemeenschap aangetroffen met onder andere een zeldzame schaatsenrijder (*Gerris gibbifer*), echter zonder dat sprake is van een typische stroomminnende fauna. De effecten van een toename van basisafvoer zijn positief (door een toename van het zuurstofgehalte), maar stroomminnende fauna is op dit traject niet te verwachten. Of het streefbeeld in de benedenloop überhaupt haalbaar is, wordt betwijfeld.

5.4.5 *Vrijenberger- en Veldhuizerspreng*

Door opzetten van een stuw treedt in de Vrijenberger- en Veldhuizerspreng geen significante toe- of afname van basisafvoer op in de autonome ontwikkeling (-1%; tabel 11). De infiltratiescenario's leiden echter tot een grote toename van de basisafvoer (24 en 55%). Het grootste deel van de kwel treedt bij de Vrijenbergerspreng op in de bovenloop, maar beperkt zich hier zeker niet toe.

De Vrijenberger/Veldhuizerspreng valt nooit droog en heeft altijd een goede watervoerendheid. Grote delen van deze spreng hebben een fijnzandige bodem met weinig slib en detritus. Dergelijke fijnzandige sedimenten zijn veelal weinig divers aan macrofaunasoorten. Bij een verschuiving naar grovere sedimenten mag worden verwacht dat de diversiteit aan rheofiele soorten toeneemt. Onder andere groepen als kriebelmuggen (*Simuliidae*) en kokerjuffers zullen toenemen. De variatie in stroomsnelheden binnen de spreng zal echter beperkt blijven omdat de spreng vrijwel geheel beschoeid is; luwe delen bestaan vooral tussen de zeer schaarse vegetatie en door inval van takken en dergelijke.

Qua stroomsnelheid en afvoer zit de spreng al vrij dicht bij het streefbeeld. Verwacht wordt dat bij infiltratie van 2 Mm^3 een deel en bij infiltratie van 4 Mm^3 een groot deel van de beek qua stroming en debiet aan het streefbeeld zullen voldoen. De beek heeft echter een aantal andere knelpunten (beschoeiing) waardoor de daadwerkelijke realisatie van het streefbeeld uiterst moeizaam zal worden. Ook bevat de spreng geen vis door migratieknelpunten. Maatregelen om deze knelpunten op te heffen liggen niet voor de hand gezien de cultuurhistorische waarde van de betreffende kunstwerken.

5.4.6 *Loenense Beek*

Het Loenense beeksysteem ontvangt in de autonome ontwikkeling reeds 8% meer basisafvoer. Infiltratie van 2 Mm^3 levert ook 8% meer basisafvoer op, infiltratie van 4 Mm^3 zelfs 15% (tabel 11). Volgens de modellering treedt de kwel vooral ten zuidoosten van Loenen op. Bij toetsing bleek het model

echter te lage grondwaterstanden te voorspellen ten noorden van Loenen (landgoed ter Horst e.o.; zie paragraaf 5.1.2). Daarom wordt aangenomen dat een deel van de kwel ook daar optreedt.

Het Loenense Beeksysteem heeft momenteel sterk te lijden van droogval en slibophoping. De autonome ontwikkeling veroorzaakt in het brongebied een stijging van 5 tot 15 cm, wat waarschijnlijk onvoldoende is voor permanente watervoerendheid. Als de infiltratie van 2 Mm^3 daarbij wordt opgeteld is de totale stijging 10 tot 45 cm. Gezien de mate van huidige droogval zal dat in een aantal gevallen voldoende zijn voor permanente watervoering, in een aantal gevallen echter zeker niet. Bij infiltratie van 4 Mm^3 komt de totale stijging op 15-55 cm. Verwacht wordt dat een groot deel van het brongebied hierdoor permanent water gaat voeren en daarmee ook permanent blijft stromen.

Bij een betere watervoerendheid zullen soorten van langzaam stromend water kunnen toenemen. Wanneer rekolonisatie mogelijk wordt gemaakt door het oplossen van bestaande migratieknelpunten lijkt de vestiging van het bermpje in beide scenario's reëel. Uitgaande van de streefbeelden voor macrofauna zullen positieve veranderingen merkbaar worden in een toename van bijvoorbeeld kokerjuffers (bijv. *Lype phaeopa* en *Plectrocnemia conspersa*) en vlokreeften (*Gammarus pulex*), waardoor de Loenense Beek meer aan de streefbeelden gaat voldoen.

De huidige problemen van de Loenense Beek worden veroorzaakt door de slechte watervoerendheid, het vaak ontbreken van een natuurlijke inrichting en de belasting met meststoffen. Toename van kwel, debiet en stroomsnelheid zal het eerste probleem geheel oplossen en het laatste wellicht verminderen (verdunning). Op verschillende meetpunten wordt de beek met de KRW-maatlat momenteel als ontoereikend beoordeeld. Dit zal door de autonome ontwikkeling en één van beide scenario's zeker verbeteren tot 'matig'. Bij 4 Mm^3 infiltratie zal de beoordeling plaatselijk misschien wel 'goed' worden.

Verwacht wordt dat de infiltratiescenario's ook een sterke mate zullen bijdragen tot het bereiken van het streefbeeld. Momenteel wordt de Loenense Beek gedeeltelijk geclassificeerd als een type 'M', 'G' en 'L' (zie voor een toelichting op de typen paragraaf 2.2). Door minder droogval en een meer constante stroming ontwikkelt dit zich richting type 'A' en mogelijk ook 'I'. Vanwege de huidige, relatief droge situatie wordt verwacht dat zelfs bij infiltratie van 4 Mm^3 hooguit plaatselijk zal worden voldaan aan de randvoorwaarden hiervan. Als op deze plaatsen de inrichting tevens voldoet en de belasting niet te hoog is, kan het streefbeeld gehaald worden, maar dit zal zeker niet over een groot deel van het beeksysteem gebeuren.

5.4.7 Eerbeekse Beek

De voorspelde toename van basisafvoer in de Eerbeekse Beek is groot, zowel in het autonome scenario (24%; tabel 11) als in de infiltratiescenario's (10% en 20%). Kweltoename vindt uitsluitend in de sprengkoppen en een deel van de

bovenloop plaats. Omdat het debiet hier geringer is, is het relatieve effect hier veel groter.

De afvoer van de Eerbeekse Beek wordt sterk bepaald door neerslag. Het debiet is meestal gering en de sprengkoppen staan vaak droog. Het deel binnen de bebouwde kom lijkt echter veel minder vaak droog te vallen en na perioden met veel neerslag kan de beek behoorlijk veel water voeren (eigen waarneming). Een grotere basisafvoer betekent voor deze beek dat droogval zal verminderen en dat de fluctuatie van de waterstanden en stroomsnelheid ook minder wordt. Dit is uitermate positief voor de aanwezige fauna. Of de autonome ontwikkeling alleen voldoende is voor het opheffen van de droogval lijkt twijfelachtig, maar de infiltratie van 2 Mm^3 wordt hiervoor voldoende geacht. De infiltratie van 4 Mm^3 heeft tot gevolg dat het verschil tussen maximale en minimale afvoer nog kleiner wordt.

De Eerbeekse beek wordt door enkele grote migratieknelpunten in vier stukken geknipt, die ook een verschillend karakter hebben. De sprengkoppen en bovenloop zijn breed en ondiep, hebben een zandige bodem en een natuurlijke oever en liggen in het bos. Stroomafwaarts hiervan ligt een 250 meter lange duiker onder een fabriek door. De twee trajecten hierna zijn smaller, dieper en hebben plaatselijk grind op de bodem; de stroomsnelheid is hier duidelijk hoger. De beek loopt bijzonder recht en is deels beschoeid. De twee trajecten worden gesplitst door een honderden meters lange duiker onder huizen en bedrijven door, maar verschillen vrij weinig van elkaar. Stroomafwaarts hiervan ligt opnieuw een 250 meter lange duiker onder een fabriek door. Het traject hierna ligt in een park binnen de bebouwde kom, met beperkt bomen langs het water. De beek is hier breder, slingerend en lijkt permanent water te voeren. Er is meer afwisseling in substraat, zowel zand als detritus en slib zijn aanwezig.

De effecten op de bovenloop en het deel in Eerbeek zijn positief, het tussenliggende deel is al redelijk snelstromend (met deels grind op de bodem), waardoor hier de effecten van een hogere stroomsnelheid minimaal zijn. In de bovenloop zullen wellicht soorten als *Pisidium personatum*, *Nemurella pictetii* en *Polycelis felina* zich kunnen vestigen. Door de migratieknelpunten is de beek voor vis te versnipperd. Daarom wordt de waarde van de beek voor vis in potentie wel hoger, maar in werkelijkheid zullen de effecten gering zijn.

De droogval die momenteel optreedt, is een belangrijk knelpunt wat betreft het streefbeeld. Dit wordt naar verwachting opgelost door de infiltratie van 2 Mm^3. De maximale stroomsnelheid lijkt in grote lijnen al te voldoen (zeker in het middendeel), maar de stroomsnelheid in perioden met lage afvoer zeker niet. Verwacht wordt dat de infiltratie van 4 Mm^3 zeker voldoende is om op dit punt te voldoen aan het streefbeeld, mogelijk is dit ook al het geval bij infiltratie van 2 Mm^3. Voordat de andere knelpunten (met name migratie) worden opgelost zal de beek echter niet volledig aan het streefbeeld kunnen voldoen.

Opmerkelijk is dat er geen kwel wordt voorspeld op de zijtak Gravinnebeek (die momenteel vrijwel altijd droog staat), terwijl de grondwaterstand in de sprengkoppen hiervan met 45 cm stijgt. Omdat de Gravinnebeek geen migratieknelpunten kent (en er slechts één gemeen heeft met de Eerbeekse Beek), zou het een groot winstpunt zijn als deze beek weer water gaat voeren.

5.4.8 *Soerense Beek*

De autonome ontwikkeling levert bij de Soerense Beek slechts 4% extra basisafvoer, bij de beide scenario's blijft de toename van basisafvoer van de Soerense Sprengen en de Soerense Beek onder de 2%. Aangenomen wordt dat dit binnen de onzekerheidsmarge van de voorspellingen valt en dat er dus geen effecten optreden.

5.4.9 *Synopsis macrofauna en vissen*

In zijn totaliteit wordt verwacht dat de autonome ontwikkeling en de infiltratie van 2 Mm^3 een matig tot groot positief effect hebben op macrofauna. Het effect van infiltratie van 4 Mm^3 wordt ingeschat als sterk positief. Dit geldt zowel voor de macrofaunagemeenschap in het algemeen als voor de aanwezige Rode Lijstsoorten.

Ook op vissen wordt een positief effect verwacht. Het bermpje en de rivierdonderpad zijn typische beekvissen die profiteren van een grotere variatie aan stroomsnelheid en een betere zuurstofvoorziening. De rivierdonderpad zal naar verwachting toenemen in de Oude Beek, maar kolonisatie van andere beken door de rivierdonderpad is onwaarschijnlijk. Het bermpje komt in de omgeving meer voor en beschikt over een goed kolonisatievermogen (Soes, 2007). Deze soort wordt in principe in staat geacht beeksystemen met een goede watervoerendheid te koloniseren, zoals de Loenense Beek.

Voor de beekprik is de situatie complexer. De beekprik is een beeksoort die in principe kan profiteren van een betere watervoerendheid en een hogere stroomsnelheid; de soort paait in vrij snelstromende delen. De larven van de beekprik daarentegen hebben juist luwe plekken nodig met fijn zand en detritus. Deze plekken kunnen in gevaar komen door een hogere afvoer (schoonspoelen). Op de meeste plaatsen waar de beekprik momenteel voorkomt, hebben de beken voldoende ruimte. Bij een toename van het debiet zullen de beken op deze plaatsen zelf hun loop enigszins aanpassen (verbreding, plaatselijk verdieping van de stroomdraad). Hierdoor blijven luwe plaatsen bestaan terwijl ook plaatsen met een wat hogere stroomsnelheid ontstaan. In zijn totaliteit is dit positief voor de beekprik. Op een aantal plaatsen zoals in de bebouwde kom van Apeldoorn, hebben de beken echter die ruimte niet (ligt bijvoorbeeld tussen beschoeiing) en kan het habitat van de beekprik mogelijk negatief worden beïnvloed. Op deze plaatsen zijn ingrepen (verbreding profiel) echter toch noodzakelijk vanwege de te kleine duikers en de potentiële wateroverlast. Mits bij deze ingrepen rekening wordt gehouden met de beekprik (hetgeen wettelijk verplicht is) treden ook hier geen negatieve effecten op de beekprik op.

Door de positieve effecten op deze soortgroepen worden er ook positieve effecten verwacht op de doelbereiking van de KRW en de HEN-wateren. Bij de Koppelsprengen en Oude Beek zal een deel van de beek naar verwachting aan het streefbeeld gaan voldoen. Bij de Veldhuizer- en Vrijenbergerspreng en de Eerbeekse Beek gaat het streefbeeld qua watervoering wel aan het streefbeeld voldoen, maar andere knelpunten voorkomen dat het streefbeeld hier wordt gehaald. Bij de Oosterhuizer spreng en de Loenense Beek komt het streefbeeld wel dichterbij, maar wordt waarschijnlijk niet geheel bereikt. Bij de Kayersbeek en Zwaanspreng tenslotte treden geen significante effecten op.

5.5 Overige fauna

Tabel 17. Effecten van de scenario's autonoom, infiltratie 2M m3 en infiltratie 4M m3 op de overige fauna.

Faunagroep	Soort(en)	Autonome ontwikkeling	Infiltratie 2M	Infiltratie 4M
Amfibieën	4 soorten	0	0	0
Reptielen	ringslang	0	0	0
Zoogdieren	das	0	0	0
	waterspitsmuis	0	0	0
Vlinders	kl. ijsvogelvlinder	0	+	+
Libellen	2 soorten	0	0	0
Weidevogels	6 soorten	0	0	0
Broedvogels	ijsvogel	0	+	+
	grote gele kwikstaart	0	0	0
Wintervogels	3 soorten	+	+	+
Totaal		0	0/+	0/+

5.5.1 *Amfibieën*

In de directe omgeving van de verschillende sprengenbeken zijn een viertal algemene soorten amfibieën waargenomen (zie tabel 1): bruine kikker, bastaardkikker, gewone pad en kleine watersalamander (Cuppen et al., 1995; Cuppen, 2004; Soes, 2005). Deze soorten stellen weinig specifieke eisen aan hun leefgebied. Aangezien de infiltratie geen effect heeft op het aantal oppervlaktewateren of de omvang ervan zijn geen nieuwe populaties te verwachten. Sommige soorten zijn sterk gebonden aan extensief gebruikte, vochtige graslanden. Het beheer speelt hierin echter een grotere rol dan de grondwaterstand. Daarom wordt verwacht dat in geen van de scenario's significante effecten optreden op de verspreiding of populatiegrootte van amfibieën. In het Soerense Broek worden kritische soorten amfibieën verwacht, hier treden echter geen veranderingen op in het hydrologisch systeem. De conclusie luidt derhalve dat er geen effect is van de verschillende scenario's op amfibieën (zie tabel 17).

5.5.2 *Reptielen*

De ringslang is het enige reptiel dat in grote delen van het gebied voorkomt (zie tabel 1). De ringslang is echter niet direct afhankelijk van de watervoerendheid of stroomsnelheid van de beken. Daarnaast worden er geen veranderingen verwacht voor de amfibieën, het belangrijkste voedsel van de ringslang. Daarom zal de voorgenomen infiltratie geen effect hebben op de ringslang (zie tabel 17).

5.5.3 *Vlinders en libellen*

De enige grondwaterafhankelijke vlindersoort die voorkomt in het studiegebied is de Kleine ijsvogelvlinder (zie tabel 1). Deze vlindersoort is afhankelijk van vochtige tot natte loofbossen (GHG < 40cm-mv). Zowel in de autonome ontwikkeling als in de infiltratiescenario's stijgt de grondwaterstand. Binnen het bestaande loofbos neemt het areaal met een geschikte grondwaterstand volgens de modellering met enkele hectares toe. Deze toename ligt vooral rond Landgoed ter Horst en in veel mindere mate langs de Eerbeekse Beek en de Soerense spreng/Elzendijk. Dit is een relatief geringe toename, gezien het vrij grote ruimtebeslag dat een populatie van deze soort heeft (orde 10-25 ha). De toename zal dus hooguit lokaal leiden tot verbetering van bestaande (deel)populaties. In tabel 17 is het effect daarom als een matig positief effect opgenomen.

Het Apeldoorns Kanaal herbergt populaties van twee soorten libellen van de Rode Lijst. Beide soorten zijn afhankelijk van het peil en de waterkwaliteit van het kanaal. Deze factoren zullen naar verwachting niet wijzigen. Daarom wordt verwacht dat er geen significante effecten optreden op de libellenfauna van het kanaal (zie tabel 17).

5.5.4 *Zoogdieren*

In het invloedsgebied komen twee zoogdiersoorten voor die in belangrijke mate afhankelijk zijn van de grondwaterstand (zie tabel 1): waterspitsmuis en das.

Er zijn uitsluitend indirecte effecten op de waterspitsmuis te verwachten, namelijk via de voedselbeschikbaarheid. De waterspitsmuis foerageert in en langs de beken op ongewervelden en (kleine) vis. Negatieve effecten zijn zeker niet te verwachten. Omdat echter ook niet bekend is waar de waterspitsmuis exact voorkomt en het benodigde habitat en voedselbeschikbaarheid moeilijk zijn in te schatten, is niet vast te stellen of er mogelijk positieve effecten optreden. Daarom is aangenomen dat de situatie voor de waterspitsmuis niet zal veranderen.

De das kan op twee manieren een effect ondervinden van de infiltratie. Een stijging van de grondwaterstand in het foerageergebied is meestal positief omdat de hoeveelheid en bereikbaarheid van voedsel (met name regenwormen) toeneemt. Er is echter onvoldoende auto-ecologische informatie om dit te kwantificeren. Daarnaast is niet bekend of in de huidige situatie voedselbeschikbaarheid een knelpunt is voor de das.

Daarnaast kan een negatief effect ontstaan doordat de grondwaterspiegel stijgt bij bewoonde burchten van de das. Van de das zijn burchten aanwezig binnen de gebieden waar een significante grondwaterspiegelverhoging kan optreden. De burchten zijn zowel in de bosgebieden als in houtwallen en heggen aanwezig. Hellingen zoals die bijvoorbeeld voorkomen in de omgeving van de sprengkoppen van de Veldhuizerspreng en de Oosterhuizer Spreng zijn populair bij de das. Burchten zijn alleen bruikbaar wanneer ze droog zijn en zullen veelal ruim boven het grondwater zijn gevestigd (Neal & Cheeseman, 1996). Het is desondanks niet uitgesloten dat binnen de gebieden met een significante grondwaterspiegelverhoging enige verstoring zal optreden doordat delen van burchten te vochtig worden. Dassen zullen in dat geval reageren met het graven van nieuwe gangen/burchten. Verwacht mag worden dat hiertoe voldoende ruimte aanwezig is. Blijvende, negatieve effecten worden dan ook niet verwacht (zie tabel 17).

5.5.5 *Broedvogels*

Sprengenbeken vormen op de Veluwe het habitat voor twee beekgebonden broedvogelsoorten (zie tabel 1): ijsvogel en grote gele kwikstaart. De grote gele kwikstaart foerageert vooral op insecten langs de oever. Op de verspreiding van deze soort worden geen effecten verwacht.
De verwachte hogere afvoer in enkele sprengen heeft op twee manieren een (geringe) positieve invloed op de ijsvogel:

- Niet-beschoeide beken die een grotere hoeveelheid water te verwerken krijgen, gaan hun stroombed vergroten. Dit leidt tot meer oeverafkalving, waardoor meer broedgelegenheid voor deze soort ontstaat.
- Door een betere watervoerendheid van enkele beken zal de visfauna naar verwachting toenemen en daarmee de voedselbeschikbaarheid voor de ijsvogel.

Het effect 4 Mm^3 infiltratie is daarbij ongeveer twee keer zo groot als het effect van 2 Mm^3 infiltratie, maar verwacht wordt dat het effect in beide gevallen relatief beperkt zal zijn (zie tabel 17).

Gezien de onveranderde hydrologische situatie in het Soerense Broek zijn geen effecten te verwachten op de daar aanwezige (weide)vogels. Elders in het gebied komen deze soorten niet voor.

5.5.6 *Wintervogels*

Naast de ijsvogel en de grote gele kwikstaart is ook de waterspreeuw een wintergast langs de sprengen. Wintergasten zijn afhankelijk van het feit dat de sprengen niet dichtvriezen. Door een toename van kwel, debiet en stroomsnelheid zal het water minder vaak dichtvriezen. In combinatie met een mogelijk betere voedselbeschikbaarheid is er dus ook een matig positief effect te verwachten op de wintervogels (zie tabel 17).

5.6 Soorten en habitats volgens de Vogel- en Habitatrichtlijn

In het studiegebied dat binnen het VHR-gebied ligt komt alleen habitattype 3260 voor (Submontane en laaglandrivieren met vegetaties behorend tot het Ranunculion fluitantis en het Callitrichio-Batrachion) in de (snel) stromende beken en sprengen. Het gaat hier om subtype A, met Waterranonkels. Van de habitatrichtlijnsoorten komen de Beekprik en de Rivierdonderpad als grond- en/of oppervlaktewaterafhankelijke soorten voor in het studiegebied en binnen de begrenzing van het habitatrichtlijngebied. De Kamsalamander is niet aangetroffen, maar wordt wel verwacht.

Binnen de begrenzing van het habitatrichtlijngebied Veluwe is op grond van de verandering in grondwateraanvoer een toename te verwachten van het habitattype 3260A. Dit habitattype is aangetroffen in sprengenbeken en de verandering hangt samen met de realisatie van geschikte omstandigheden voor associaties van het Verbond van Grote waterranonkel. Naar verwachting zullen de hydrologische omstandigheden in de Koppelsprengen reeds in de autonome situatie voldoende zijn. In de Beekberger Beek, het brongebied van de Vrijenberger Spreng en de Eerbeekse Beek, en plaatselijk in de Loenense Beek zal een toename van de hoeveelheid infiltratiewater bij de winning Schalterberg in principe leiden tot een uitbreiding van geschikte omstandigheden voor dit habitattype. Een belangrijke beperkende factor voor daadwerkelijke uitbreiding van dit habitattype is evenwel de beschaduwing van veel beken.

Ontwikkeling van het areaal habitattype 91E0 (Alluviale bossen met Alnus glutinosa en Fraxinus excelsior), subtype C, beekbegeleidende bossen binnen het Natura 2000-gebied is beperkt. Dit wordt echter veroorzaakt door de begrenzing van het habitatrichtlijngebied, waarbij de natuurlijke kwelgebieden van de Veluwe buiten de begrenzing liggen. Juist in deze kwelgebieden, zoals het brongebied van de Beekberger Beek, wordt door de maatregelen wel een substantiële toename van dit habitattype verwacht.

Voor wat betreft habitatrichtlijnsooorten waarvoor de Veluwe is aangewezen, zal infiltratie bij de waterwinning Schalterberg positief zijn voor de IJsvogel, de Beekprik en de Rivierdonderpad.

6 Conclusies en discussie

6.1 De natuurwaarden in de huidige situatie

De huidige conditie van de sprengkoppen en beken varieert. Hoge natuurwaarden bevinden zich in de Koppelsprengen en Ugchelse Beek, de Beekberger Beek en de Soerense Sprengen. Ook in de overige sprengen (Kayersbeek-Zwaanspreng, Oosterhuizer Spreng, Loenense Beek, Eerbeekse Beek) komen plaatselijk belangrijke natuurwaarden voor. Belangrijke natuurwaarden in percelen komen met name voor in het brongebied van de Beekberger Beek, in het Soerense Broek en bij de Elzendijk. Plaatselijk worden deze ook aangetroffen in de omgeving van Loenen en ten zuiden van Laag Soeren.

Tabel 18: Doelrealisatie in de verschillende deelgebieden in de huidige situatie.

		Koppelsprengen/ Ugchelse Beek	Zwanenspreng/ Kayersbeek	Beekberger Beek	Oosterhuizer spreng	Vrijenberger Spreng/ Veldhuizer Spreng	Ter Horst/ Loenense Beek/ Zliven/ Oude Beek	Eerbeekse Beek	Soerense Beek	Soerense Broek	Elzendijk
soorten van HEN-wateren	aantal aanwezige doelsoorten (van 6)	3	1	3	1	1	1	1	3	nvt	nvt
macrofyten-maatlat KRW	score: slecht tot zeer goed	goed	ontoe-reikend	ontoe-reikend-goed	matig	ontoe-reikend	ontoe-reikend	ontoe-reikend - matig	ontoe-reikend-goed	nvt	nvt
macrofauna-maatlat KRW	score: slecht tot zeer goed	goed	matig-goed	goed	goed	goed	ontoe-reikend-matig	goed	goed	nvt	nvt
provinciaal natuurdoeltype Beek	aquatische vegetatie voldoet wel/niet aan natuurdoeltype	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel	wel
provinciaal natuurdoeltype terrestrisch	komt wel/niet voor op puntlocatie	3x wel, 1x niet	nvt	wel	nvt	nvt	wel	nvt	nvt	wel	wel

Een aantal beken blijkt niet (geheel) te voldoen aan de criteria voor HEN-wateren (zie tabel 18), onder meer door het ontbreken van kwelindicerende soorten in de bronnen. Voor de beken die wel voldoen, dient bedacht te worden dat de meetlocaties betrekking hebben op het deel van de oppervlaktewateren waar de meest kritische soorten voorkomen. De toetsing kan derhalve lokaal positiever uitvallen dan in werkelijkheid het geval is.

Uit toetsing van de aquatische vegetatie-opnamen aan de KRW-macrofyten-maatlat voor watertype R4 (permanent langzaam stromende bovenloop op zand) en voor de Soerense Beek type R5 (langzaam stromende middenloop op zand) blijkt dat de licht eutrafente begroeiingen laag scoren op de maatlat. Alleen de brongebieden van de Koppelsprengen, Beekberger Beek en Soerense Sprengen worden als goed gekwalificeerd. Op de macrofauna-maatlat scoren de beken over het algemeen matig tot goed.

Op alle locaties met een aquatische vegetatie voldoet de huidige vegetatie aan het provinciale natuurdoeltype Beek. Dit hangt mede samen met het bereik van het natuurdoeltype Beek, waarin zowel karakteristieke brongemeenschappen als licht eutrafente vegetaties van sprengenbeken zijn opgenomen. Ook de oevervegetatie met Paarbladig goudveil behoort tot dit doeltype. Daarentegen voldoen de vegetaties van laaggelegen oevers, die minder kenmerkend zijn voor bronmilieus, niet aan het doeltype Beek. Het gaat hierbij in alle meetpunten om een verlandende beekoever.

Voor de deelgebieden met natte terrestrische provinciale natuurdoelen binnen de EHS is vlakdekkend vastgesteld in welke mate de huidige hydrologische situatie voldoet aan de provinciale natuurdoelstelling. Alleen in een deel van het stroomgebied van de Beekberger Beek voldoet de grondwaterstand in potentie om de provinciale natuurdoelstellingen te realiseren. In het brongebied van de Beekberger Beek bij Engeland, in de omgeving van Loenen, langs de Soerense Beek en in de Elzendijk is de grondwaterstand te laag voor realisatie van deze doelstellingen.

Slechts een klein deel van ecologische deelgebieden valt binnen het Vogel- en Habitatrichtlijngebied Veluwe. In dit deel komt alleen habitattype 3260 voor (Submontane en laaglandrivieren met vegetaties behorend tot het Ranunculion fluitantis en het Callitrichio-Batrachion) in de (snel) stromende beken en sprengen. Het gaat hier om subtype A, met Waterranonkels. Van de habitatrichtlijnsoorten komen alleen de Beekprik en de Rivierdonderpad als grond- en/of oppervlaktewaterafhankelijke soorten in het studiegebied en binnen de begrenzing van het habitatrichtlijngebied voor. De Kamsalamander is niet aangetroffen, maar wordt wel verwacht.

6.2 Effecten van de ingrepen

De invloed van de ingrepen op de ecologie en de realisatie van beleidsdoelen varieert sterk per deelgebied (zie hoofdstuk 5). Onderstaande tabel geeft een indruk van het effect na middeling over de 11 ecologische deelgebieden.

Tabel 23: Beoordeling ecologische effecten studie-alternatieven: verandering van de hydrologische omstandigheden, en verandering van de realisatie van doelen van de verschillende beleidskaders . Veranderingen bij autonome ontwikkeling zijn ten opzichte van de huidige situatie en veranderingen bij infiltratie zijn ten opzichte van autonome ontwikkeling.

Parameter	Autonoom	Infiltatie 2 Mm^3	Infiltratie 4 Mm^3
Verandering kweldruk	+/++	0/++	0/++
Verandering grondwaterstand	0/+	0/++	0/++
Basisafvoer	0/++	+/++	+/++
Oppervlak Bloemrijk zuur grasland	+	+	+
Macrofyten (KRW-maatlat)	0/+	0/++	0/++
Macrofauna	0/+	0/++	0/++
Vis	0/+	0/+	0/++
Overige fauna	0	0/+	0/+

Uit de hydrologische modelberekeningen blijkt dat in een deel van de ecologische aandachtsgebieden de grondwaterstand en de kweldruk toenemen. Deze toename treedt zowel op bij autonome ontwikkeling als bij de infiltratiescenario's. De grootste veranderingen treden op bij de Beekberger Beek, Eerbeekse Beek, Vrijenberger Spreng en de zuidelijke tak van de Loenense Beek. De stijging van de grondwaterstand is het hoogst in het brongebied van de Vrijenberger spreng. Dit wordt mede veroorzaakt door maatregelen ten behoeve van opstuwing van de spreng.

De stijging van de grondwaterstand is bevorderlijk voor de (semi-) terrestrische vegetatie, maar ook voor de watervoerendheid van de beken. Tijdelijke droogval, zoals in de huidige situatie voorkomt in een tak van de Koppelsprengen, enkele takken van de sprengen van de Soerense Beek, de sprengen bij Loenen en de Eerbeekse Beek, zal hierdoor afnemen.

Terrestrische vegetatie
Bij autonome ontwikkeling neemt het areaal aan het natuurdoeltype Bloemrijk zuur grasland toe, met name door ontwikkeling van vegetatietypen die ook bij relatief diepe grondwaterstanden kunnen voorkomen (niet-kritische vegetatietypen). Bij verdere grondwaterstijging door infiltratie is de toename van het areaal aan niet-kritische vegetatietypen beperkt, maar treedt juist een grote toename op van kritische vegetatietypen die gebonden zijn aan langdurig hoge grondwaterstanden. Het totale areaal waar de grondwaterstand voldoet aan de eisen het natuurdoeltype, stijgt bij autonome ontwikkeling met 31 ha van 231 naar 262 ha, bij 2 Mm^3 infiltratie komt daar 23 ha bij en bij 4 Mm^3 nog eens 13 ha. De sterkste veranderingen treden op rond de Beekberger Beek en rond Loenen.

In de meeste deelgebieden stijgt het areaal aan Bloemrijk zuur grasland min of meer lineair bij opeenvolgende scenario's en neemt dus de doelrealisatie van de Provinciale natuurdoeltypen toe. In het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek vlakt de toename van Bloemrijk zuur grasland echter af bij de opeenvolgende scenario's. Dit wordt veroorzaakt doordat het brongebied en de middenloop van de Beekberger Beek in de huidige situatie reeds vrij nat is, waardoor de grondwatersituatie voor niet-kritische vegetatietypen na een beperkte stijging van de grondwaterstand veelal voldoende is. Daarentegen leidt een verdere vernatting tot een sterke kwaliteitsverandering door vervanging van niet-kritische vegetatietypen door kritische, grondwaterafhankelijke vegetatietypen.
Binnen de begrenzing van het habitatrichtlijngebied Veluwe is een toename te verwachten van het habitattype 3260A. Dit habitattype is aangetroffen in sprengenbeken en de verandering hangt samen met de realisatie van geschikte omstandigheden voor associaties van het Verbond van Grote waterranonkel. Naar verwachting zullen deze omstandigheden in de Koppelsprengen reeds in de autonome situatie voldoende zijn. In de Beekberger Beek, het brongebied van de Vrijenberger Spreng en de Eerbeekse Beek, en plaatselijk in de Loenense Beek zal een toename van de hoeveelheid

infiltratiewater bij de winning Schalterberg leiden tot een uitbreiding van geschikte omstandigheden voor dit habitattype.

Macrofyten
De toename van kwel naar beken biedt in principe mogelijkheden voor vestiging van bronvegetaties en vegetaties die kenmerkend zijn voor permanent stromend, voedselarm, zwak gebufferd water. De berekende hydrologische veranderingen zullen met name in een deel van de Loenense Beek en in het brongebied van de Vrijenberger Spreng leiden tot een herstel van kwelgebonden vegetatie in de beek en op de oever.

De Koppelsprengen scoren reeds in de autonome situatie optimaal volgens de KRW-maatlat voor macrofyten. In de Beekberger Beek is verdere verbetering mogelijk, en zal in het infiltratiescenario 2Mm3 een optimale score kunnen worden bereikt. Dit geldt ook voor het brongebied van de Vrijenberger Spreng en plaatselijk voor de Loenense Beek. In de bovenloop van de Eerbeekse Beek wordt echter pas in het scenario 4 Mm^3 een goede situatie conform de KRW-maatlat verwacht. De beoordeling van de overige beken zal naar verwachting niet wijzigen.

In hoeverre de beken voldoen aan de HEN-criteria voor Sprengen, hangt geheel af van de vestiging van Teer Vederkruid (water) en Goudveil (oever). Vestiging van deze specifieke soorten is echter van verschillende factoren afhankelijk, waardoor een toetsing aan deze criteria niet goed mogelijk is. Niettemin wordt verwacht dat in de infiltratiescenario's de abiotische omstandigheden in de volgende beken voldoen voor vestiging van genoemde soorten: Koppelsprengen, Beekberger Beek, brongebied Vrijenberger Spreng, bovenloop Eerbeekse Beek, zuidelijke sprengtakken Loenense Beek en brongebied Soerense Sprengen.

Macrofauna en vissen
In zijn totaliteit wordt verwacht dat de autonome ontwikkeling en de infiltratie van 2 Mm^3 een matig tot groot positief effect hebben op macrofauna. Het effect van infiltratie van 4 Mm^3 wordt ingeschat als sterk positief. Dit geldt zowel voor de macrofaunagemeenschap in het algemeen als voor de aanwezige Rode Lijstsoorten.

Door de positieve effecten op deze soortengroepen worden er ook positieve effecten verwacht op het doelbereik van de KRW en de HEN-wateren. Bij de Koppelsprengen en Oude Beek zal een deel van de beek naar verwachting aan het streefbeeld gaan voldoen. Bij de Veldhuizer- en Vrijenbergerspreng en de Eerbeekse Beek gaat het streefbeeld qua watervoering wel aan het streefbeeld voldoen, maar andere knelpunten voorkomen dat het streefbeeld hier wordt gehaald. Bij de Oosterhuizer Spreng en de Loenense Beek komt het streefbeeld wel dichterbij, maar wordt waarschijnlijk niet geheel bereikt. Bij de Kayersbeek en Zwaanspreng tenslotte treden geen significante effecten op.

Het voorkomen van amfibieën en reptielen zal niet beïnvloed worden door de ingrepen. Vanwege het beperkte areaal aan loofbos dat vernat wordt, zullen de gevolgen voor de Kleine ijsvogelvlinder zeer gering zijn. De omstandigheden voor de IJsvogel zullen licht verbeteren door de verbeterde watervoerendheid van de beken.

6.3 Discussie

Zoals in voorgaande hoofdstukken reeds is aangeduid, dienen de resultaten en conclusies te worden beschouwd binnen de context van de toegepaste methodiek en de beschikbaarheid van voldoende nauwkeurige gegevens voor de ecologische analyse. Voor een goed begrip van de reikwijdte van de conclusies dient met het volgende rekening te worden gehouden:

- De vertaling van stationaire hydrologische modelresultaten naar veranderingen in GxG-waarden kan met name in gedraineerde gebieden leiden tot een overschatting van de stijging van de hoogste grondwaterstand. Vegetatietypen die afhankelijk zijn van hoogste waterstanden dichtbij of boven maaiveld, zijn hierdoor mogelijk in een groter areaal berekend dan in werkelijkheid kan worden verwacht.
- Voor aquatische natuur is op basis van expert-inschatting een doorvertaling gemaakt van hydrologische modeluitvoer (kwelveranderingen en basisafvoer) naar verandering van de watervoerendheid en stroomsnelheid. Door grote onzekerheden in onder meer het doorstroomprofiel en de extrapolatie van basisafvoer naar afvoer van verschillende deelstromen, geeft deze inschatting slechts een orde-grootte aan.
- De meetlocaties voor oppervlaktewater gebonden plantensoorten hebben betrekking op het deel van de oppervlaktewateren waar de meest kritische soorten voorkomen. De beoordeling van de huidige situatie is derhalve veelal positiever dan in werkelijkheid voor het gehele beektraject het geval is. De berekende effecten hebben met name betrekking op de situatie ter hoogte van de meetlocaties, en kunnen afwijken in andere delen van de beek.
- De ontwikkeling van de natuurwaarden in percelen is afgeleid uit de berekende verandering van de grondwaterstand, terwijl ook andere factoren van belang zijn bij de vegetatieontwikkeling. Belangrijke factoren zijn bemestingsdruk dan wel aanwezige nutriënten door bemesting in het verleden, de hoeveelheid kwel die daadwerkelijk de wortelzone bereikt en darmee bijdraagt aan zuurbuffering, en de mogelijkheid voor dispersie van plantenzaden. Gezien de ecologische bandbreedte van de relevante natuurdoeltypen, kan worden aangenomen dat bij instelling van natuurbeheer de berekende typen worden gerealiseerd. Voor vegetatietypen die specifiek afhankelijk zijn van (matig) voedselarme, basenrijke standplaatsen kan niettemin een overschatting van het areaal zijn gemaakt.

7 Literatuur

Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink, A.J.M. Jansen & W. van Boschinga, 1998. De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatietypen van pleistoceen Nederland. SWE 98.011. Kiwa N.V., Nieuwegein.

Buro Bakker, 2005. Monitoring vegetatie langs Veluwse beken in 2004: Molecatense beek, Horsthoeker beken, Geelmolense- en Dorpse beek, Verloren beek, Oude- en Beekbergse beek, Loenense beek. Buro Bakker, adviesburo voor ecologie te Assen, in opdracht van Waterschap Veluwe.

Grootjans, A.P., 1985. Changes of groundwater regime in wet meadows. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

Jaarsma, N.G., P.F.M. Verdonschot, R.C. Nijboer en M.W. van den Hoorn, 2001. Ecologische streefbeelden voor stromende wateren Veluwe & Vallei. Alterra-rapport 377.

Kiwa, 2000. Ecologische potenties Oost-Veluwe, Methoden voor aanwijzingen van kansrijke gebieden bij verdrogingsbestrijding. Kiwa, Nieuwegein.

Meuleman, A.F.M., Kloosterman, R.A., Koerselman, W., Den Besten, M. & Jansen, A.J.M. (1996a) NICHE: een nieuw instrument voor ecohydrologische effectvoorspelling. H2O 5/96:137-139.

Molen, D.T. van der, & R. Pot (red.), 2006. Referenties en concept-maatlatten voor rivieren ten behoeve van de kaderrichtlijn water, update april 2006. STOWA rapportnr. 2004-43.

Nieman, E., 1963. Beziehungen zwischen vegetation und grundwasser. Ein betrag zur praziserung des okologisches zeigeswertes von pflanzen und pflanzengesellschaften. Archiv fur Naturschutz und Landschaftsforschung, 3 (1):3-37.

Provinciale Staten van Gelderland, 2004. Derde Waterhuishoudingplan Gelderland (2005-2009).

Provincie Gelderland, 2001. Waterwijzer, ecologische profielen van waternatuur in Gelderland. Deel A. Stromende wateren.

Provincie Gelderland, 2002. Waterwijzer, ecologische profielen van waternatuur in Gelderland. Deel B. Stilstaande wateren.

Redactieteam Rijn-Midden, 2004. Karakterisering deelstroomgebied Rijn-Midden. Uitgave Regionaal Bestuurlijk overleg Rijn-Midden.

Soes, D.M., 2006. Vissenonderzoek Schalterberg, bemonstering in het kader van KRW en Flora- en faunawet. I.o.v. Waterschap Veluwe. BW-rapportnummer 06-035.

Tüxen, R., 1954. Pflanzengesellschaften und grundwasser-ganglinien. Angewandte Pflanzensociologie 8:64-98, Stolzenau/Weser, Duitsland.

Van Tweel, M., P. van Beers, A. Blankena & I. Delleman, 2002. De ecologische waarde van de Soerense sprengen. Van Tweel Bureau voor ecologisch advies en botanisch onderzoek, Zwolle.

Waterschap Veluwe, 2007. Stroomgebieduitwerkingsplan Zuidelijke IJsselvallei, een partiële herziening van het Waterbeheerplan Veluwe (2007-2010).

© Kiwa Water Research & Bureau Waardenburg

I Bijlage Vegetatie-opnamen

Vegetatie-opnamen van locaties die in beschouwing zijn genomen in het kader van de ecologische effectvoorspelling.

© Kiwa Water Research & Bureau Waardenburg

Locatie		bron Koppel sprengen	perceel Ugchelse Beek	bron Beekbergse Beek	beek Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	oever Beekbergse Beek	oever Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	natuuronfw Beekbergse Beek	Ooster-huizer sprenq	oever Veldhuizer sprenq	bron Vrijen-berger sprenq	IJsbaan Loenen	perceel Loenen	beek Eerbeekse Beek	oever Eerbeekse Beek	bron Soerense sprenq	oever Soerense sprenq	IJsbaan Laag Soeren	perceel Soerense Broek	perceel Soerense Broek	bos Elzendijk	perceel Elzendijk
Opnamenummer		157492	117239	157489	149417	154435	154436	153791	153787	117791	157386	117787	161580	117243	161570	161571	156764	156765	158469	158132	158176	160545	160546	158074	158089
Bedekkingsschaal		ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	tansley	ordinaal	tansley	ordinaal	tansley	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal	ordinaal
Jaar		2001	1986	2001	1996	1999	1999	1999	1999	1986	2001	1986	2003	1986	2003	2003	2000	2000	2001	2001	2001	2003	2003	2001	2001
X-coordinaat (x 1000)		191444	192200	194020	194100	194060	194110	195420	196840	196980	197535	198250	197517	195810	198891	198888	198595	198295	200747	201640	201833	203870	203464	202860	203046
Y-coordinaat (x 1000)		465305	466190	463982	464080	463950	464070	464530	464120	464120	463091	463090	460863	458370	459636	460053	455113	455142	455056	454820	455063	454313	454776	453880	453924
Lengte proefvlak (m)		10	20	10	7	6	5	20	20	30	4	30	10	30	10	8	10	6	10	20	6	3	3	18	10
Breedte proefvlak (m)		3	20	5	3	6	5	3	1.6	30	4	0.1	3	1.5	10	8	1.5	2	2	2	6	1	3	18	10
Bedekking totaal (%)		99	81	99	61	99	80	99	82	80	99	12	30	41	91	96	99	95	99	25	70	25	60	99	99
Bedekking boomlaag (%)		80	0	10	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	50	0	0	0	0	50	0
Bedekking struiklaag (%)		2	0	20	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0
Bedekking kruidlaag (%)		40	80	95	60	70	70	95	80	80	20	10	30	40	90	95	25	85	95	25	60	25	30	40	99
Bedekking moslaag (%)		45	1	25	1	60	10	1	0	0	90	2	0	1	1	1	0	10	0	0	10	1	30	15	10
Hoogte boomlaag (m)		0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
Hoogte struiklaag (m)		3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Gem. hoogte kruidlaag (cm)		80	25	140	20	80	60	40	80	10	30	1	30	50	10	20	10	20	20	30	30	10	30	50	70
Vegcode		07AA	16BC01B	07AA02	06AC02	28AA02	28AA	08AA	28AA02	16BC01B	28AA	05CA	36AA	28AA02	12BA01B	16RC02	05CA01	28AA	07AA02	08RC05	28AA	28AA	28AA02	39AA02D	16RC02
Vegetatie		RG Verbond van Bittere veldkers en Bronkruid	Kamgraswiese subass. met Moerasrukkever	Ass. van Paarbladig goudveld	Ass. van Vertande bies	Ass. van Borstelbies en Moerasmuur	RG Dwergbiezen-verbond	RG Vlotgras-verbond	Ass. van Borstelbies en Moerasmuur	Kamgraswiese subass. met Moerasrukkever	RG Dwergbiezen-verbond	RG Verbond van Grote watermunt-okkel	RG Verbond der wilgenbroek-struwelen	Ass. van Borstelbies en Moerasmuur	Ass. van Gekrikte vossestaart; typische subass.	RG Gestreepte wilbol en Echte koekoeksbloem	Ass. van Waterviolier en Sterrekroos	RG Dwergbiezen-verbond	Ass. van Paarbladig goudveld	RG van Mannagras	RG Dwergbiezen-verbond	RG Dwergbiezen-verbond	Ass. van Borstelbies en Moerasmuur	Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Framboos	RG Gestreepte wilbol en Echte koekoeksbloem
Aalbes	kl																							2	
Addertongvarel	kl															3									
Akkerdistel	kl							2			3														
Akkermunt	kl										1														
Amerikaanse vogelkers	kl		r																					3	
Amerikaanse vogelkers	s1																							2	
Basterdwederik (G)	kl													f											
Beekpunge	kl							4	3																
Beekschoffelmos	ml												3												
Beemdlangbloem	kl									f															
Beklierde basterdwederik	kl								2																
Beklierde duizendknoop	kl																					2			
Biezenknoppen	kl					2								o									3		2
Bittere veldkers	kl							5	1																
Blaartrekkende boterbloem	kl																					2			
Blauw glidkruid	kl												1												
Blauwe boobes	kl												2												
Blauwe zegge	kl					3																			
Bleek dikkopmos	ml										4														
Borstelbies	kl																					3	1		
Bosbies	kl			5			3		3															6	
Bospaardenstaart	kl																						3		
Boswilg	kl																						2		
Brede stekelvaren	kl	3																						2	
Canadese fijnstraal	kl										4														
Donkergroene basterdwederik	kl	2																							
Drijvend fonteinkruid	kl				8																				
Dubbelloof	kl	2																							
Duizendknoopfonteinkruid	kl											f													
Dwergmispel (G)	kl			2																					
Echte koekoeksbloem	kl										3														2
Echte valeriaan	kl							3	2															4	
Egelboterbloem	kl									r	3			f	4						4				
Elzenzegge	kl		f																						
Engels raaigras	kl									fd															
Fijn laddermos	ml	3		6		4										4								5	
Fioringras	kl		a					4	4	o				o	7	3					3		5		
Fluitenkruid	kl			2																					
Framboos	kl																							4	
Geel nagelkruid	kl																							3	
Geelkorrelknikmos	ml																					4			
Gekrikte vossenstaart	kl		a							f				f	4	4					5	2	3		
Gelderse roos	kl																							2	
Gele lis	kl							1																1	
Geoord veenmos	ml						5																		
Gespleten hennepnetel	kl								3																
Gestreepte wilbol	kl		f	3		5	7	5	3		3		6			5								1	6
Geland vlotgras	kl															3						5			
Gelande weegbree	kl														3							4			
Gevleugeld helmkruid	kl								3																
Gewone braam	kl	5				2							2	o										5	
Gewone engelwortel	kl															1								3	
Gewone ereprijs	kl															4									
Gewone es	kl			3		3																			
Gewone es	b1			5																					
Gewone es	s1			5																					

Locatie		bron Koppel sprengen	perceel Ugchelse Beek	bron Beekbergse Beek	beek Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	oever Beekbergse Beek	oever Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	natuurontw Beekbergse Beek	Oester-huizer sprenq	oever Veldhuizer sprenq	bron Vrijen-berger sprenq	ijsbaan Loenen	perceel Loenen	beek Eerbeekse Beek	oever Eerbeekse Beek	bron Soerense sprenq	oever Soerense sprenq	ijsbaan Laag Soeren	perceel Soerense Broek	perceel Soerense Broek	bos Elzendijk	perceel Elzendijk
Opnamenummer		157492	117239	157489	149417	154435	154436	153791	153787	117791	157386	117787	161580	117243	161570	161571	156784	156785	158469	158132	158176	160545	160546	158074	158089
Gewone hennepnetel	kl	3																							
Gewone hoornbloem	kl		o							o	1											1			2
Gewone paardebloemen	kl		o			3					3					3							3		2
Gewone salomonszegel	kl	2																							
Gewone smeerwortel	kl													f											
Gewone viler	s1	2																							
Gewone viler	kl	2																							
Gewone waterbies	kl				1										4						6				
Gewone waternavel	kl										3			f											
Gewoon biggenkruid	kl					2					1														
Gewoon dikkopmos	ml	2		5		5	4	1								4								4	5
Gewoon duizendblad	kl		o																						
Gewoon haakmos	ml					7	4																		
Gewoon haarmos	ml					5	3						4					5							
Gewoon kantmos	ml						3																		
Gewoon maanmos	ml						2																		
Gewoon plakkaatmos	ml	4					3						4												
Gewoon pluisjesmos	ml						4						1											2	
Gewoon puntmos	ml			4			4								4						5				
Gewoon purpersteeltje	ml										6												7		
Gewoon reukgras	kl					4	2				1					6									6
Gewoon speenkruid	kl																							6	
Gewoon sterrenkroos	kl																3	3	2	3					
Gewoon sterrenmos	ml	3																						4	
Gewoon struisgras	kl					4	4				5							1							4
Gewoon varkensgras	kl																					3	1		
Gewoon watervorkje	ml				1																				
Gladde witbol	kl	3									3							8							4
Grauwe en Rossige wilg	kl					2					1												5		
Greppelrus	kl		f																		3	5	3		
Groot rimpelmos	ml						4				8		2											1	
Grote brandnetel	kl	5		6				3	3										2					4	1
Grote kattenstaart	kl														1										
Grote lisdodde	kl				3				3																
Grote waterranonkel	kl																6								
Grote waterweegbree	kl				3				3																
Grote wederik	kl														4	3					4				
Grote weegbree s.s.	kl		f												3										
Grove den	kl										1										1		1		
Haagwinde	s1			5																					
Haagwinde	kl																							3	
Haaksterrenkroos	kl																				4				
Hartig wilgenroosje	kl			5				5																	
Hartbladig puntmos	ml															2									
Hazelaar	s1																							5	
Hazenzegge	kl					3					2			o	2										
Heermoes	kl					2										4							2		4
Hoge cyperzegge	kl													o											
Hondsdraf	kl								1																
Hop	s1																							3	
Hop	kl																							4	
Hop	b1																							3	
Ulle zegge	kl																							3	
Kale jonker	kl		o	3		4		3	1	r	2					3									2
Kantige basterdwederik s.l.	kl			1				2	4		1				3	3						1			
Katwilg	kl																					2	2		
Kleefkruid	kl								1															4	
Klein kroos	kl				3																				
Klein streepzaad	kl		o																						
Kleine egelskop	kl								2																
Kleine waterpeper	kl							5	3																
Kluwenhoornbloem	kl																					2			
Knolrus	kl				2		5														1				
Knopig helmkruid	kl					1																			
Kruipend zenegroen	kl										3					2							2		
Kruipende boterbloem	kl	5	a	3		3			2	a	5	o		a	7	6			3		2	3	5	3	6
Kruizuring	kl									r					2	2									
Kweek	kl						3																		
Late guldenroede	kl					1																			
Lisrus	kl															3									4
Liesgras	kl								7				3				1								
Liggende vetmuur	kl					3																			
Madeliefje	kl		f																						
Mannagras	kl		o	4	1			4		f			3	f	5	5	3			6	4				
Mannetjesvaren	kl																							1	
Moerasdroogbloem	kl														3							3	3		
Moeraskers	kl														1							1			

Locatie		bron Koppel sprengen	perceel Ugchelse Beek	bron Beekbergse Beek	beek Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	oever Beekbergse Beek	oever Beekbergse Beek	perceel Beekbergse Beek	natuurontw Beekbergse Beek	Oester-hulzer spreng	oever Veldhulzer spreng	bron Vrijen-berger spreng	ijsbaan Loenen	perceel Loenen	beek Eerbeekse Beek	oever Eerbeekse Beek	bron Soerense spreng	oever Soerense spreng	ijsbaan Laag Soeren	perceel Soerense Broek	perceel Soerense Broek	bos Elzendijk	perceel Elzendijk
Opnamenummer		157492	117239	157489	149417	154435	154436	153791	153787	117791	157386	117787	161580	117243	161570	161571	156784	156785	158409	158132	158176	160545	160546	158074	158085
Moerasmuur	kl	3		4										a				6	3						
Moerasrolklaver	kl			3		5			2		3					4					4		2		2
Moerasspirea	kl			7												2									
Moerasstruisgras	kl												3		3						2				
Moerasvergeet-mij-nietje	kl							6	2					r											
Moeraswalstro	kl	2	o										1		4	4	3	3	2		4			3	4
Paarbladig goudveil	kl	7		3				4											9						
Parzikkruid	kl																					2			
Pijpenstrootje	kl													r											
Pitvaren	kl																					5			
Pluisterbloem	kl		a	2						f	1			r	3	4						1			3
Pitrus	kl	2		7		3	5	3	3		3		3	o	3	3			1			1	6	4	5
Rankende helmbloem	kl																							4	
Ridderzuring	kl		o					1		r	2														
Riet	kl						4	2																	
Rietgras	kl							4	6						3					3					
Rietzwenkgras	kl					2	3																		
Rode klaver	kl					1																			
Rood zwenkgras s.s.	kl															4									
Ruig haarmos	ml										4														
Ruige zegge	kl		1												4	4									
Ruw beemdgras	kl	3	a	5		4	4	3	3	ld					4	6			2				3	4	4
Ruwe berk	kl					4																			
Ruwe berk	p1																							2	
Ruwe ornele	kl																							5	
Scherpe boterbloem	kl					4				f					3	3									3
Scherpe zegge	kl							2						o											3
Schietwilg	kl														4						4	2			
Schildereprijs	kl																								
Slanke waterkers	kl							7																	
Smalle en Brede stekelvaren	kl	3																						3	
Smalle stekelvaren	kl												2												5
Smalle weegbree	kl		o			3																		1	
Sporkehout	kl					1						f		o								4			
Sterrekroos (G)	kl												1												
Stijve zegge	kl							4	4																
Stumphoekig sterrenkroos	kl										1											3	3		
Straatgras	kl		o																						
Struikhei	kl					2																2	2		
Tijnereprijs	kl					2					1				1								2		
Timoteegras s.s.	kl																								
Trektrus	kl					4															1				
Vaal kortsteelje	ml																								
Vaalbeemdgras	kl		o																						
Valdereprijs	kl		r																		3		3		4
Valdrus	kl		o	3	1	6	4		4							4						3			6
Valdzuring	kl		r			4				o															
Vaststikelmos	ml												2		4										
Variakte leeuwenbtand	kl		o			4									4							3			
Vilige basterdwederik	kl																								
Vogelkers	kl												2												
Vogelmuur	kl		o																						
Waterpeper	kl								4	o				a	1				2		1	5			
Waterpostelein	kl																				5				
Waterzuring	kl							1																	
Wijtesvaren	kl													r					2					3	
Wäde kamperfoelie	s1																							2	
Wäde kamperfoelie	kl																							1	
Wäde kamperfoelie	p1																							3	
Wäde lijsterbes	s1	1																						2	
Wäde lijsterbes	kl	1																						3	
Wäde klaver	kl		r			3				a	3				3								5		
Wäde klaverzuring	kl	3																							
Wolfspoot	kl		o						1					r											
Zachte berk	kl					2	3																		
Zachte duizendknoop	kl		o																						
Zachhaarmos	ml					3																			
Zaagrawe muur	kl													r											
Zilvermos	ml																					4			
Zilverschoon	kl																				2				
Zomereik	kl																							1	
Zomprus	kl						3	2							3						3	3	3		
Zompvergeet-mij-nietje	kl								2																
Zwart landzaad	kl								3												4		3		
Zwarte els	kl					6	3	3	3															7	
Zwarte els	p1													o							3				
Zwarte zegge	kl																								

II Bijlage Vegetatietypen behorend bij doeltypen provincie Gelderland

Doeltype Beek
Associatie van Blauwe watereprijs en Waterpeper
Associatie van Egelskop en Pijlkruid
Associatie van Klimopwaterranonkel
Associatie van Paarbladig goudveil
Associatie van Teer vederkruid
Associatie van Waterviolier en Kransvederkruid
Associatie van Waterviolier en Sterrekroos
Associatie van Witte waterlelie en Gele plomp
Bronkruid-associatie
Rompgemeenschap van Blaartrekkende boterbloem
Rompgemeenschap van Brede waterpest
Rompgemeenschap van Duizendknoopfonteinkruid
Rompgemeenschap van Gewoon sterrekroos
Rompgemeenschap van Liesgras
Rompgemeenschap van Mannagras
Rompgemeenschap van Slanke waterkers

Doeltype Beekbos
Ass. van Grauwe wilg; subass. met Hennegras
Ass. van Grauwe wilg; typische subass.
Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Bittere veldkers
Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Framboos
Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zompzegge
Elzenzegge-Elzenbroek; subass. met Zwarte bes
Elzenzegge-Elzenbroek; typische subass.
Goudveil-Essenbos
Rompgemeenschap van Grote brandnetel
Rompgemeenschap van Moeraszegge
Vogelkers-Essenbos

Doeltype Bloemrijk zuur grasland
Ass. van Geknikte vossestaart; subass. met Lidrus
Associatie van Borstelbies en Moerasmuur
Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid
Associatie van Gewone engelwortel en Moeraszegge
Bosbies-associatie
Kamgrasweide; subass. met Moerasrolklaver
Rompgemeenschap van Gestreepte witbol en Echte koekoeksbloem
Rompgemeenschap van Moerasstruisgras en Kruipende boterbloem
Veldrus-associatie

Doeltype Moeras
Ass. van Grauwe wilg; subass. met Hennegras
Ass. van Grauwe wilg; typische subass.
Ass. van Heen en Grote waterweegbree; arme subass.
Ass. van Moeraszoutgras en Fioringras; subass. met Pinksterbloem
Ass. van Moeraszoutgras en Fioringras; subass. met Slanke waterkers
Associatie van Borstelbies en Moerasmuur
Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid
Associatie van Goudzuring en Moerasandijvie
Associatie van Moerasspirea en Echte Valeriaan
Associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge
Associatie van Scherpe zegge
Associatie van Slangewortel en Waterscheerling
Associatie van Stijve zegge
Associatie van Vlottende bies
Associatie van Waterpeper en Tandzaad
Associatie van Waterscheerling en Hoge cyperzegge
Blaaszegge-associatie
Galigaan-associatie
Lidsteng-associatie
Mattenbies-ass.; subass. met Waterzuring
Moerasmelkdistel-ass.; typische subass.
Naaldwaterbies-associatie
Oeverzegge-associatie
Pluimzegge-associatie
Riet-ass.; subass. met Dotterbloem
Riet-ass.; subass. met Kleine lisdodde
Riet-ass.; typische subass.
Rompgemeenschap van Bitterzoet en Riet
Rompgemeenschap van Blaartrekkende boterbloem
Rompgemeenschap van Harig wilgeroosje
Rompgemeenschap van Heelblaadjes
Rompgemeenschap van Hennegras
Rompgemeenschap van Koninginnekruid
Rompgemeenschap van Liesgras
Rompgemeenschap van Moerasdroogbloem
Rompgemeenschap van Moeraszegge
Rompgemeenschap van Padderus
Rompgemeenschap van Rietgras
Rompgemeenschap van Rietgras
Rompgemeenschap van Tweerijige zegge
Slijkgroen-associatie

Doeltype Plas
Ass. van Heen en Grote waterweegbree; arme subass.
Associatie van Bultkroos en Wortelloos kroos
Associatie van Doorgroeid fonteinkruid
Associatie van Egelskop en Pijlkruid
Associatie van Gewoon kransblad
Associatie van Glanzig fonteinkruid
Associatie van Groot blaasjeskruid
Associatie van Stijve waterranonkel
Associatie van Vlottende bies
Associatie van Waterscheerling en Hoge cyperzegge
Associatie van Witte waterlelie en Gele plomp
Krabbescheer-associatie
Lidsteng-associatie
Mattenbies-ass.; subass. met Waterzuring
Mattenbies-ass.; typische subass.
Naaldwaterbies-associatie
Riet-ass.; subass. met Dotterbloem
Riet-ass.; subass. met Kleine lisdodde
Riet-ass.; typische subass.
Rompgemeenschap van Aarvederkruid
Rompgemeenschap van Brede waterpest
Rompgemeenschap van Gekroesd fonteinkruid
Rompgemeenschap van Grof hoornblad
Rompgemeenschap van Grote lisdodde
Rompgemeenschap van Kalmoes
Rompgemeenschap van Puntkroos
Rompgemeenschap van Schedefonteinkruid en Gesteelde zannichellia
Rompgemeenschap van Slanke waterkers
Watergentiaan-associatie
Watertorkruid-associatie
Watervorkjes-associatie

III Bijlage Beschrijving doeltypen Natuurmonumenten

Gn1 Grootschalige natuur

Onder het natuurtype Grootschalige natuur valt die natuur waar de verschillende aanwezige natuurtypen niet op kaart vast te leggen zijn. Meestal heeft deze natuur de beheerstrategie nagenoeg natuurlijk landschap, maar het kan ook voorkomen binnen sommige halfnatuurlijke landschappen. In dit natuurtype wordt gestreefd naar behoud en ontwikkeling van natuurlijke processen en naar een systeem met natuurlijke dynamiek. In dit type natuur is het daarom niet mogelijk om meer gedetailleerde natuurtypen zoals dotterbloemgrasland of beekdalbroekbos op kaart te zetten, omdat ze mogen ontstaan maar ook weer verdwijnen op een plek. Een aanduiding als natuurtype Grootschalige natuur is hier voldoende. Wel kan in de toelichting bij het natuurtype aangegeven worden welke hoofdtypen globaal verwacht worden. Het beheer van het natuurtype is gericht op de ontwikkeling van natuurlijke processen en kan bestaan uit integrale begrazing door grote zoogdieren en/of integraal waterbeheer.

In dit natuurtype worden complexen van bos, gras, riet, heide e.d. beschreven waarvan de grenzen van deze hoofdtypen niet vastliggen. Indien er sprake is van b.v. heide of van open duinvegetatie waarvan de grenzen wel vastliggen worden deze als natuurtype Heide (algemeen) respectievelijk natuurtype Open duin aangegeven.

Wa7 Poel

Het natuurtype Poel bestaat uit kleine geïsoleerde wateren, die door regenwater en/of grondwater gevoed worden. Het waterpeil kan sterk fluctueren, maar in een goede poel staat het hele jaar water.
Poelen hebben met name een belangrijke functie voor verschillende soortgroepen. Voor amfibieën en reptielen kunnen poelen belangrijk zijn als stapstenen in ecologische verbindingszones Daarnaast zijn poelen ook voor de flora en voor libellen van belang. De kwaliteit van poelen kan onder andere worden afgelezen aan de hoeveelheid soorten libellen per poel. Poelen komen in vrijwel alle landschapstypen voor.

Tot het natuurtype poel worden wateren gerekend die ten hoogste 50 are groot zijn. Grotere wateren worden tot andere waternatuurtypen gerekend al naar gelang hun buffering en soortensamenstelling.
De waterdiepte is tenminste 0,5 m. in het winterhalfjaar, anders wordt het niet apart onderscheiden van het natuurtype waarin het ligt.

Mo1 Moeras (algemeen)

Onder het natuurtype Moeras (algemeen) vallen verschillende vegetaties van de Riet-klasse (Phragmitetia) en de Klasse der natte strooiselruigten (Convolvulo-Filipenduletea). De Riet-klasse wordt gedomineerd door hoge grassen en grote zeggen. De Klasse der natte strooiselruigten bestaat uit plantensoorten, zoals haagwinde, harig wilgenroosje, echte valeriaan, moerasspirea en koninginnekruid. Het natuurtype komt voor op natte, voedselrijke standplaatsen, vaak in of langs het water of op plaatsen die regelmatig onder water staan. In Nederland heeft het natuurtype een ruime verspreiding, met name in het rivierengebied, in beekdalen in het zandgebied, in het zeekleigebied en in het laagveengebied.

Onder het natuurtype Moeras (algemeen) vallen alle moerasgedeelten die niet tot een bosnatuurtype of de natuurtypen Trilveen, Veenmosrietland, Moerasheide, Rietcultuur of Overjarig rietland vallen.

Gr2 Kruidenrijk en/of structuurrijk grasland

Dit natuurtype omvat graslanden die kruidenrijk en of structuurrijk zijn, maar waarin bijzondere soorten grotendeels ontbreken. Structuurrijke graslanden worden gekenmerkt door een gevarieerde vegetatiestructuur (afwisseling tussen ruigte, overjarig en kort gras). Kruidenrijke graslanden kennen veel kruidensoorten naast gras. Ze kunnen behoren tot allerlei verbonden van graslandvegetaties. Deze graslanden zijn met name van belang voor bijvoorbeeld vlinders en andere insecten, vogels en kleine zoogdieren. Het grasland wordt niet bemest en meestal extensief beweid of gehooid. Het natuurtype komt in diverse landschapstypen voor.

Onder dit graslandtype vallen graslanden die niet aan de minimumeisen van natte en droge soortenrijke graslanden vallen en niet onder weidevogelgrasland of ganzengrasland vallen, omdat er te weinig bijzondere soorten voorkomen. Deze structuurrijke en kruidenrijke graslanden hebben echter wel een belangrijke betekenis voor veel minder zeldzame soorten. Indien het grasland niet op structuurrijkdom en kruidenrijkdom wordt beheerd, is er sprake van het natuurtype Grasland (algemeen).

Bo1 Bos (algemeen)

Het natuurtype Bos (algemeen) omvat jonge meest nog soortenarme bossen. Het omvat verschillende bostypen op zowel zand, veen als kleigronden. Het natuurtype kan soms wel al van belang zijn voor fauna, zoals broedvogels, zoogdieren en dagvlinders. Het natuurtype kan voorkomen in vrijwel alle landschapstypen.

Onder dit natuurtype vallen alle bossen die niet onder één van de andere bosnatuurtypen vallen.

Bo2 Struweel (algemeen)
Het natuurtype Struweel (algemeen) omvat door struiken gedomineerde gemeenschappen, die over grote oppervlakte voorkomen. Aan de rand van struweel kunnen zoomvegetaties met bijzondere soorten voorkomen. De vegetatie van struwelen behoort tot de Klasse der doornstruwelen (Rhamnoprunetea) met veel verschillende soorten zoals bijvoorbeeld duindoorn, sleedoorn en braam. Het natuurtype kan in verschillende landschapstypen voorkomen. Het meest komt zij voor in het duingebied (duinstruwelen).

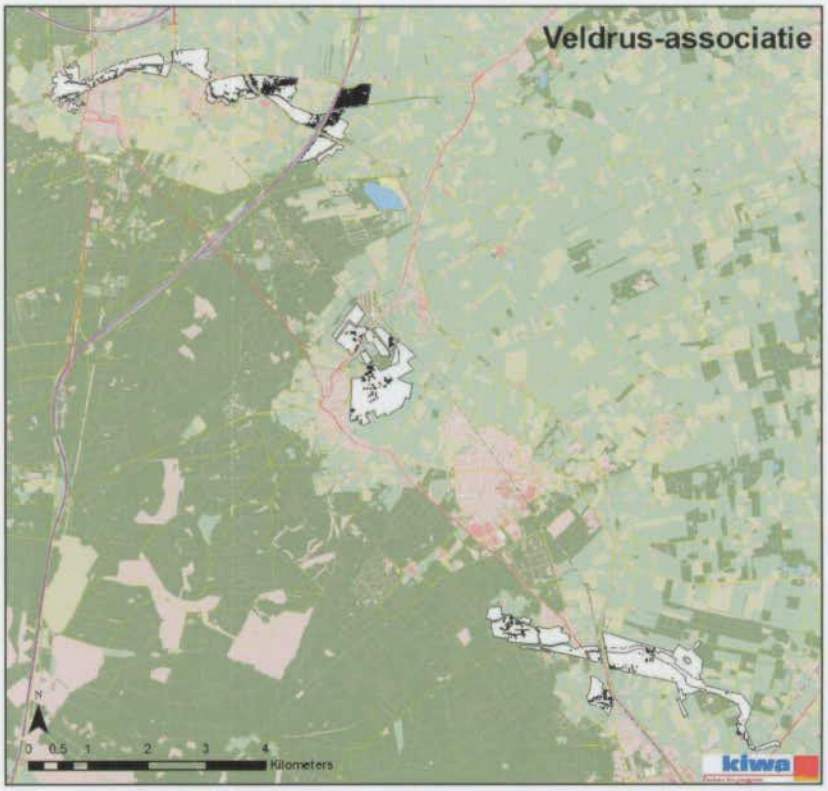
Het natuurtype omvat vegetaties waarbij struwelen duidelijk aspectbepalend zijn, zowel in bedekking als in oppervlakte. Daar waar sprake is van kleine oppervlakte of mantels worden ze als struweel opgenomen in het structuurdoel van een ander natuurtype (bijvoorbeeld een grasland met een klein deel struiken of een bos een struikrand aan de bosrand). Jeneverbesstruweel wordt opgenomen als structuurdoel bij heide. Struweelhagen zijn apart opgenomen als natuurtype struweelhaag. Struweel van Grauwe wilg wordt bij voorkeur samengenomen met het aanliggende bos. Regelmatig overstroomde wilgenstruwelen worden tot het natuurtype Wilgenvloedbos gerekend.

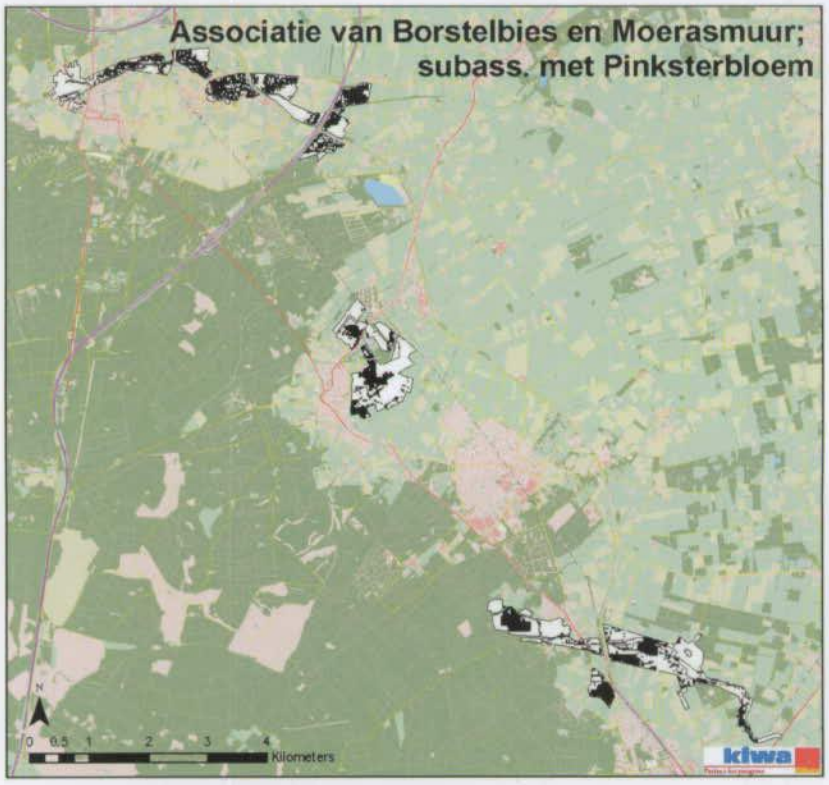
IV Berekende potentiële verspreiding van de verschillende vegetatietypen

4A. potentiële verspreiding van de vegetatietypen in de huidige situatie
4B, potentiële verspreiding van de vegetatietypen bij autonome ontwikkeling
bijlage 4c, potentiële verspreiding van de vegetatietypen bij 2Mm^3 infiltratie
bijlage 4d, potentiële verspreiding van de vegetatietypen bij 6Mm^3 infiltratie

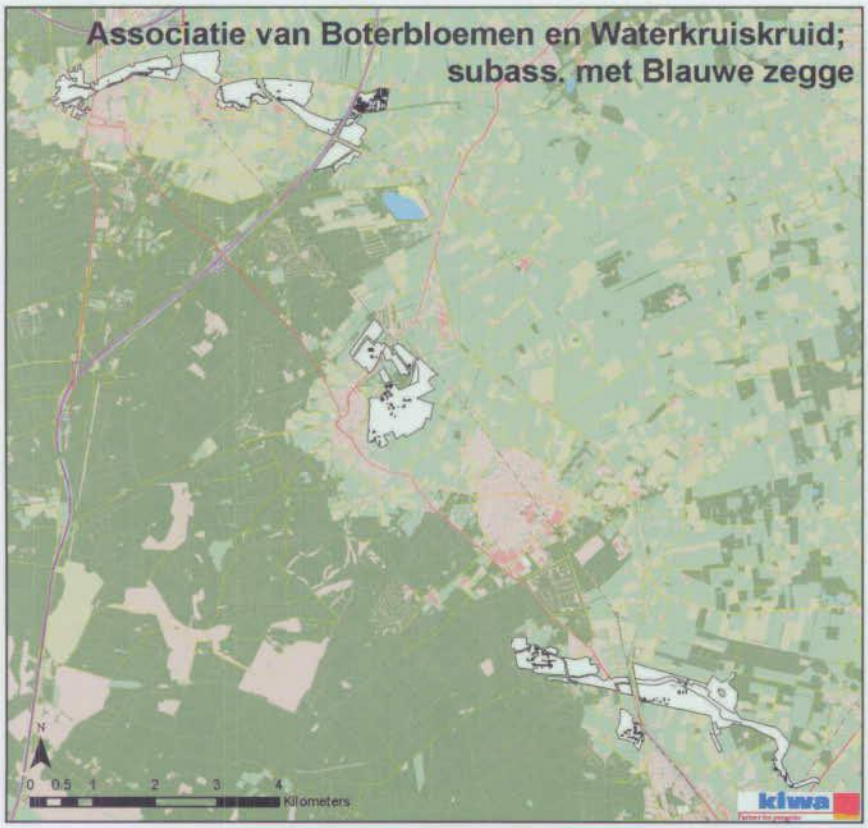
© Kiwa Water Research & Bureau Waardenburg

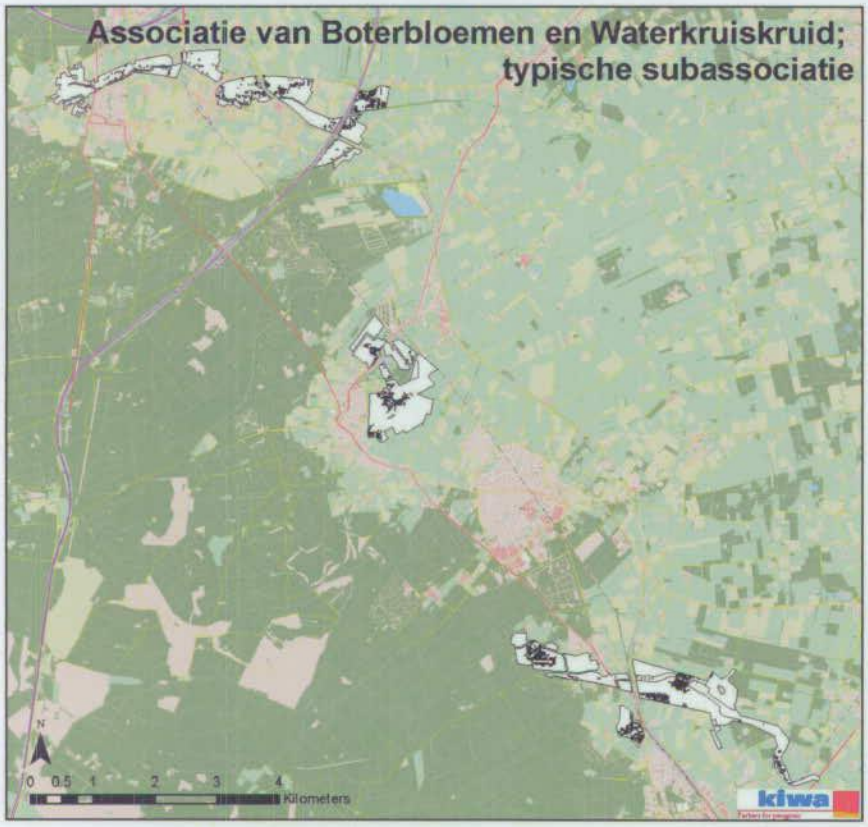
4A. potentiële verspreiding van de vegetatietypen in de huidige situatie



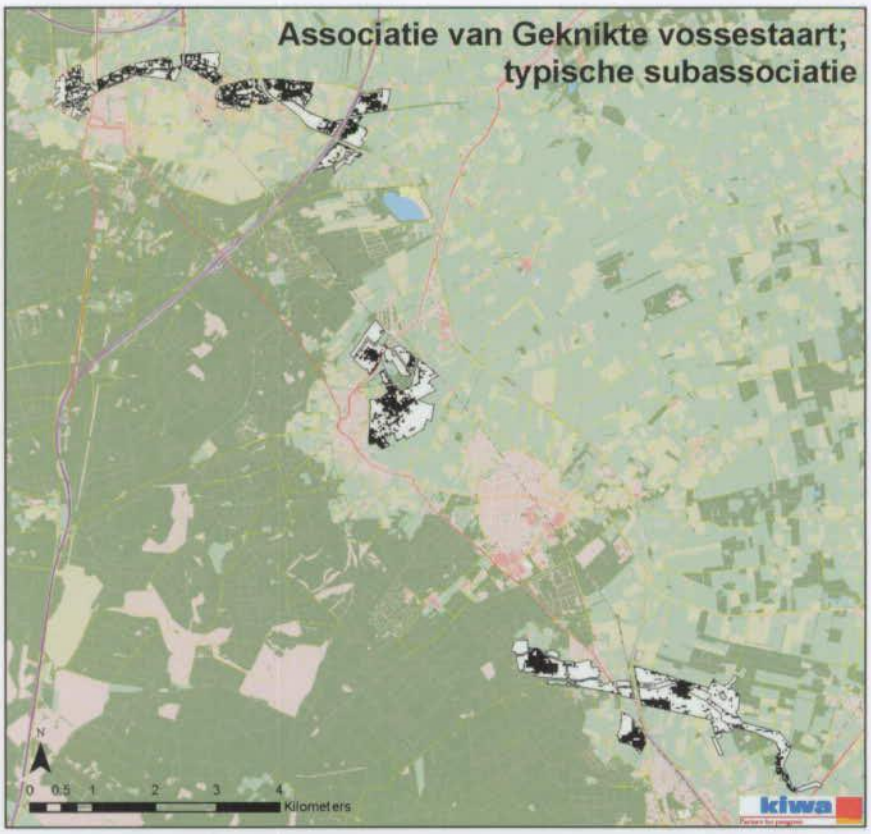


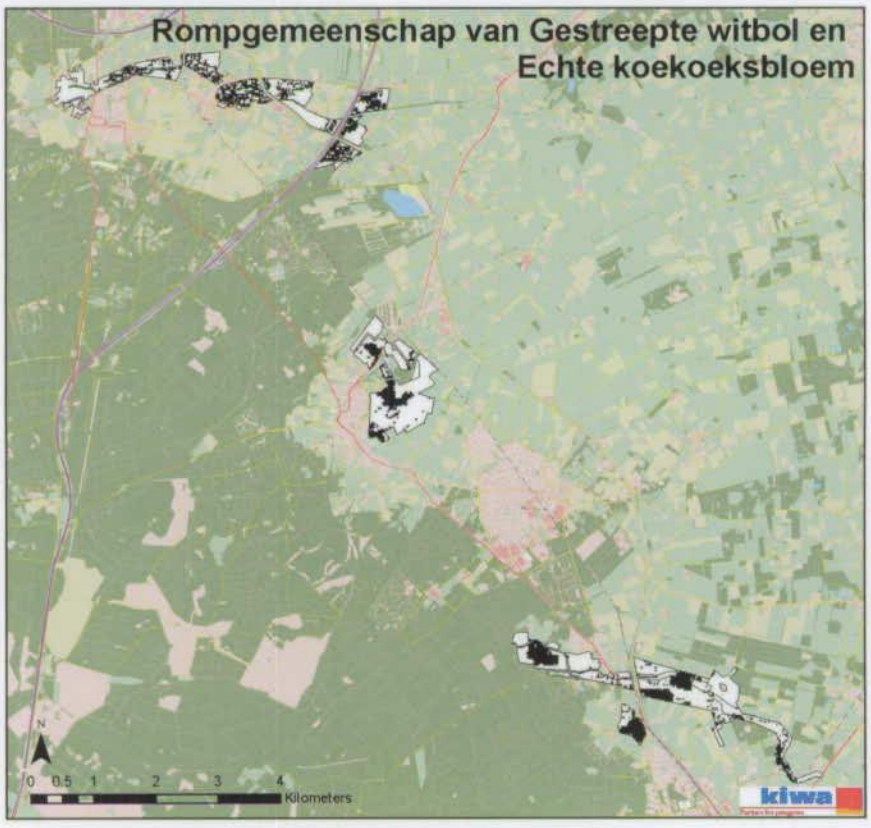
bijlage 4a, vervolg



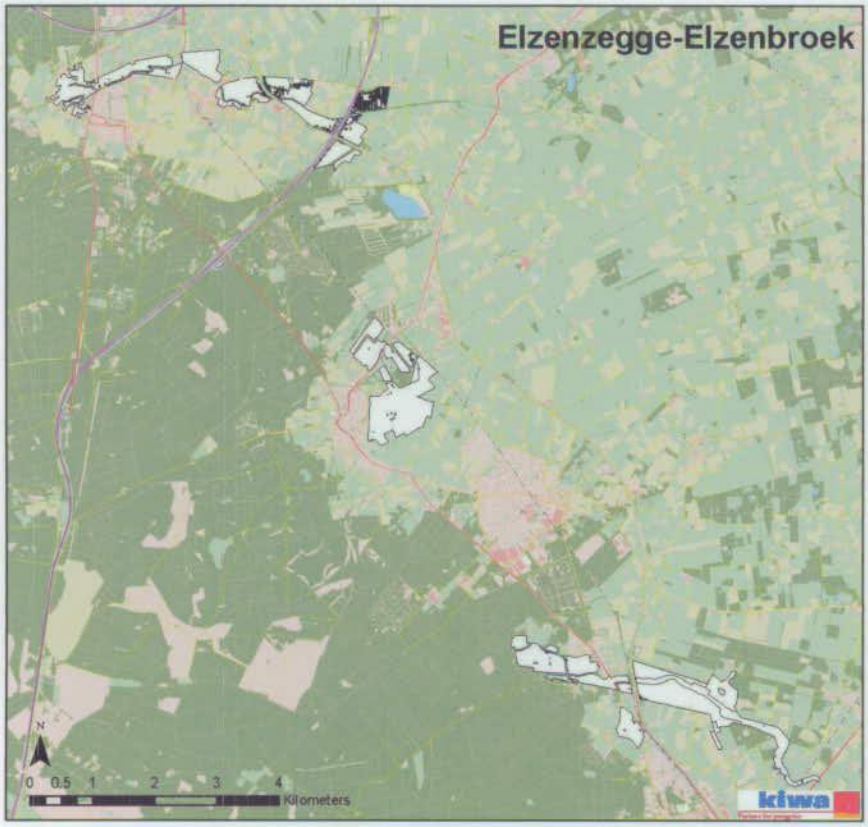


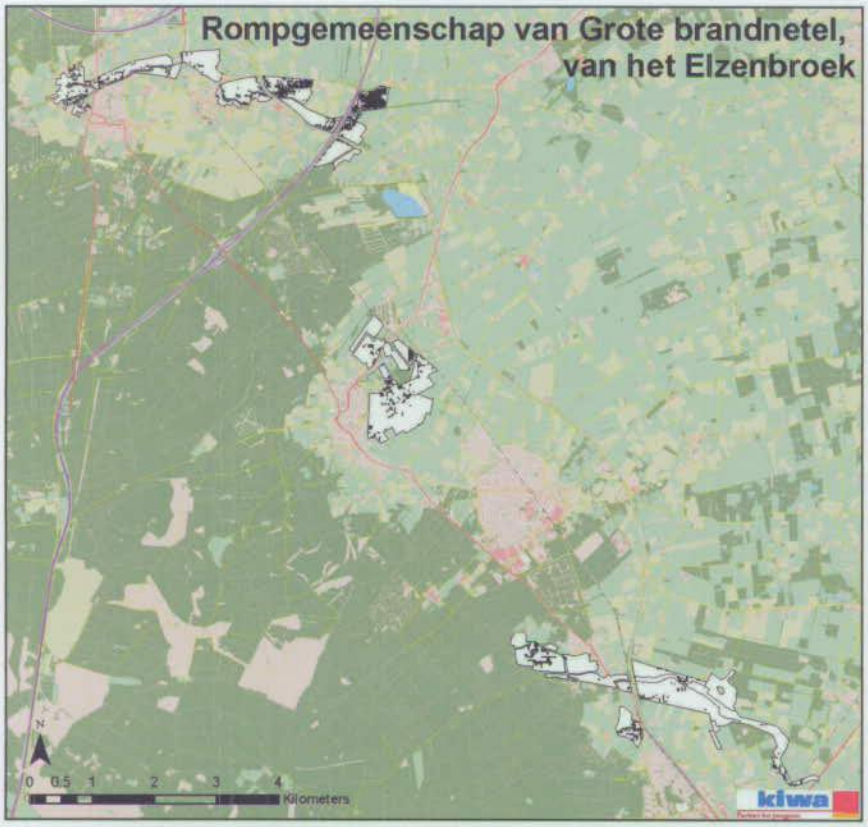
bijlage 4a, vervolg



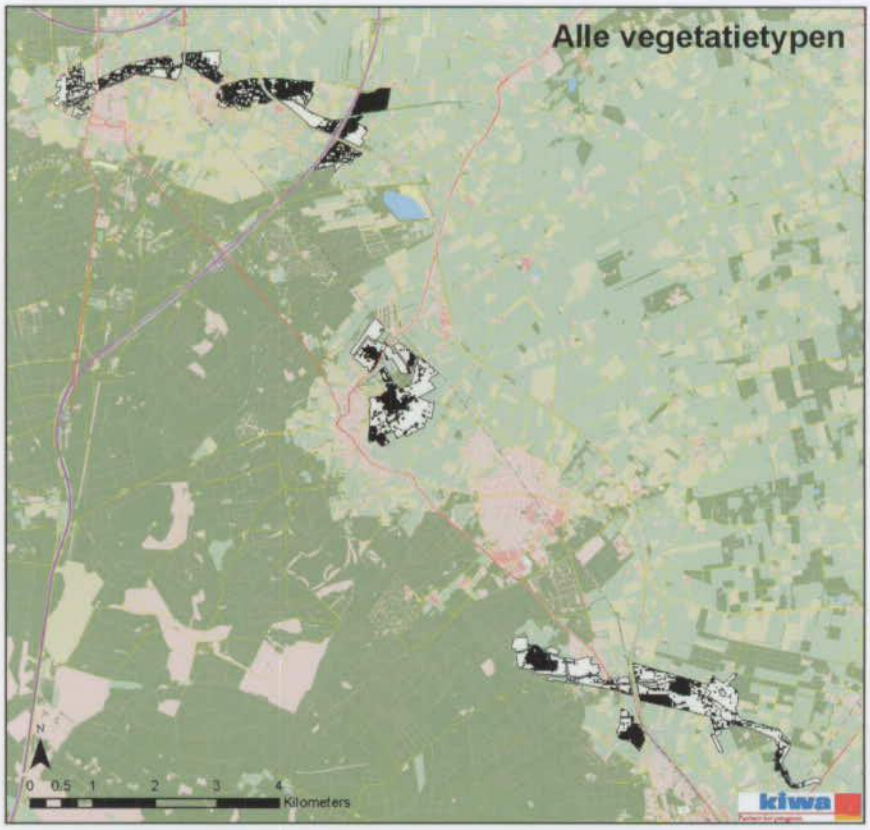


bijlage 4a, vervolg

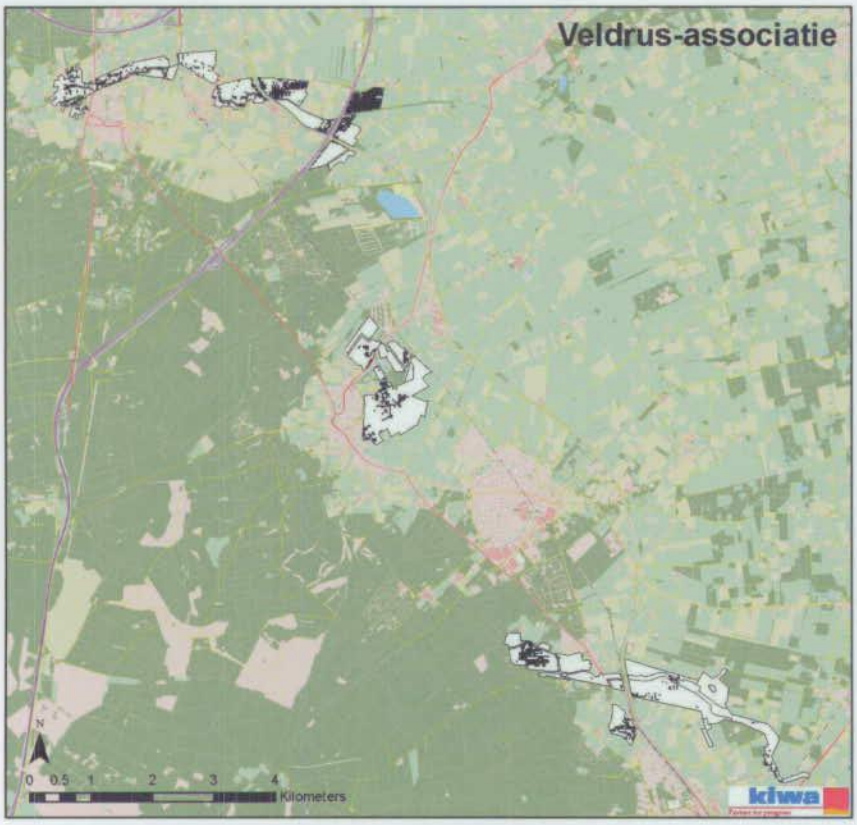


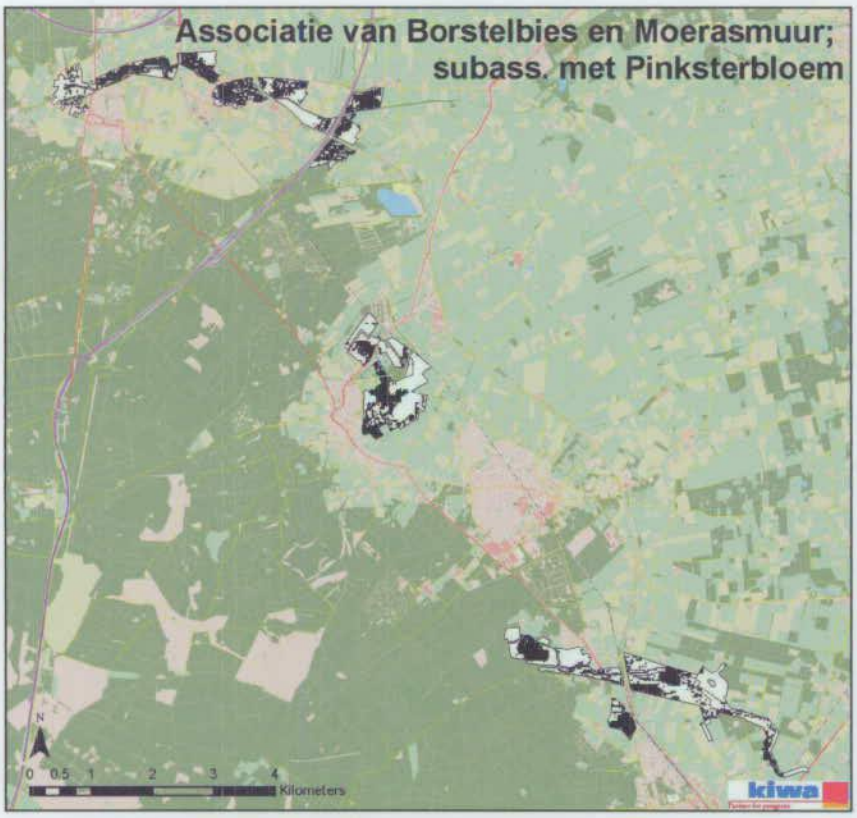


bijlage 4a, vervolg

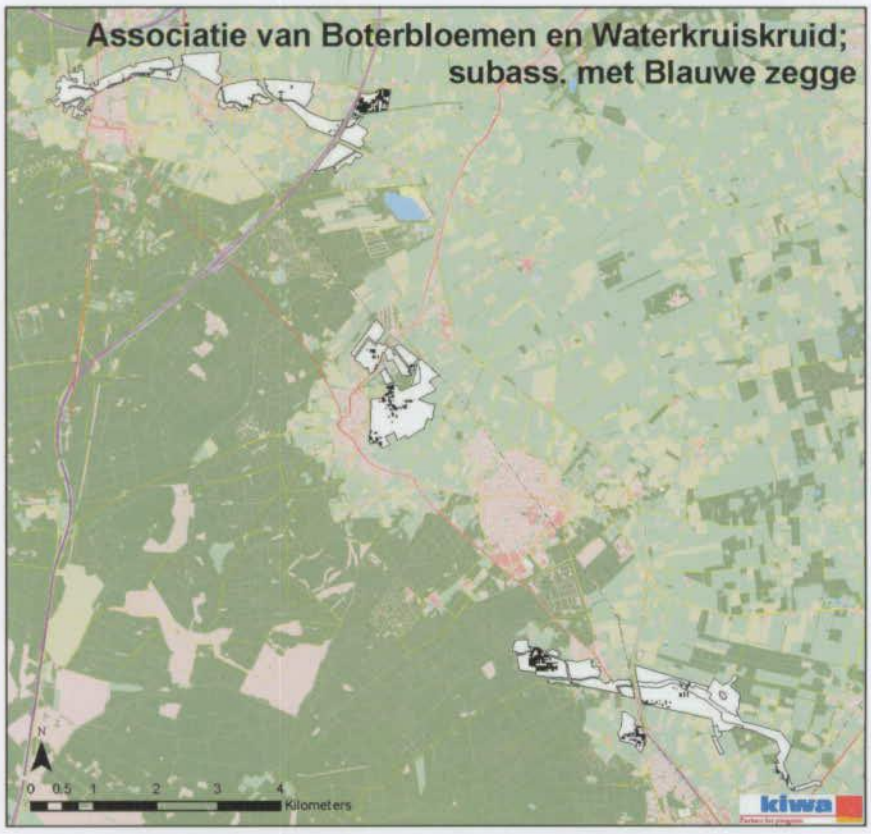


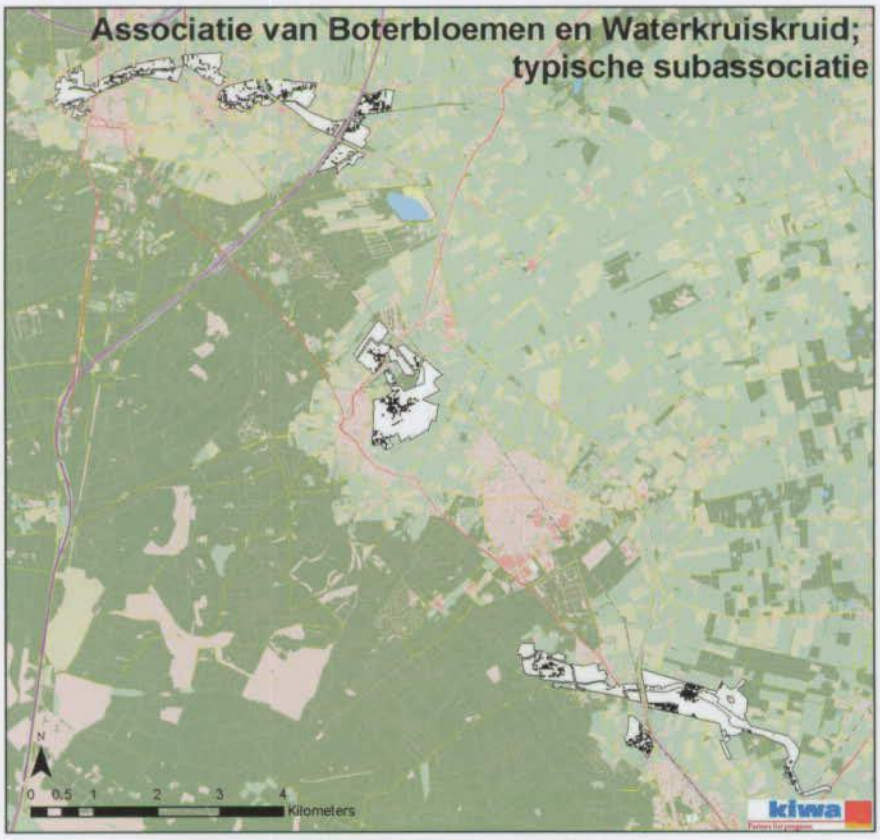
4B, potentiële verspreiding van de vegetatietypen bij autonome ontwikkeling

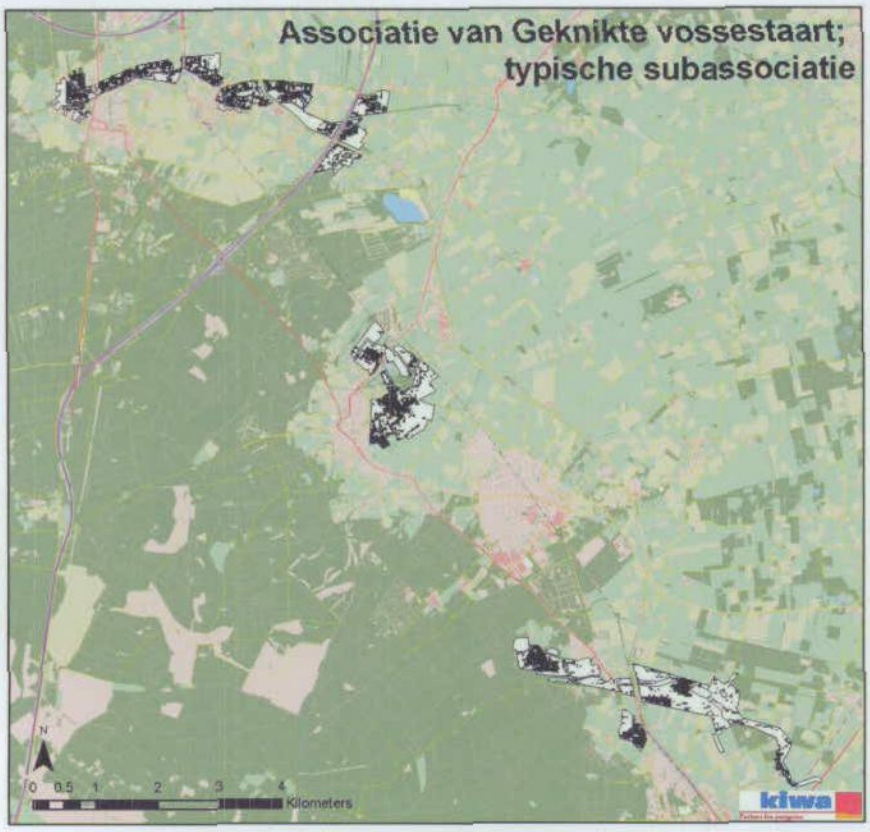


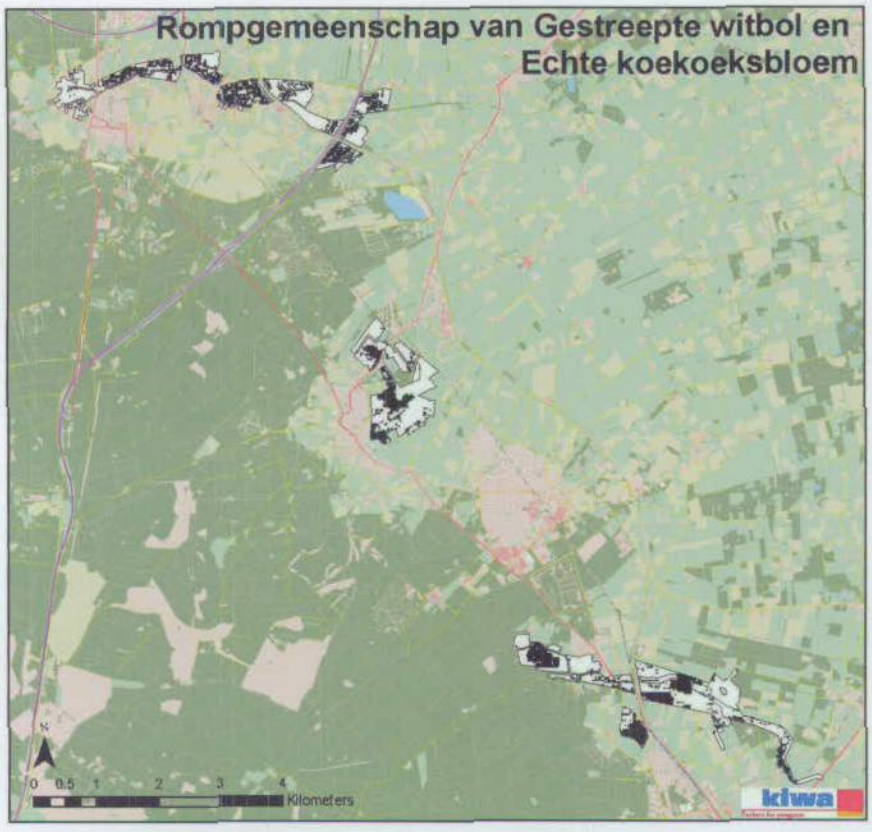


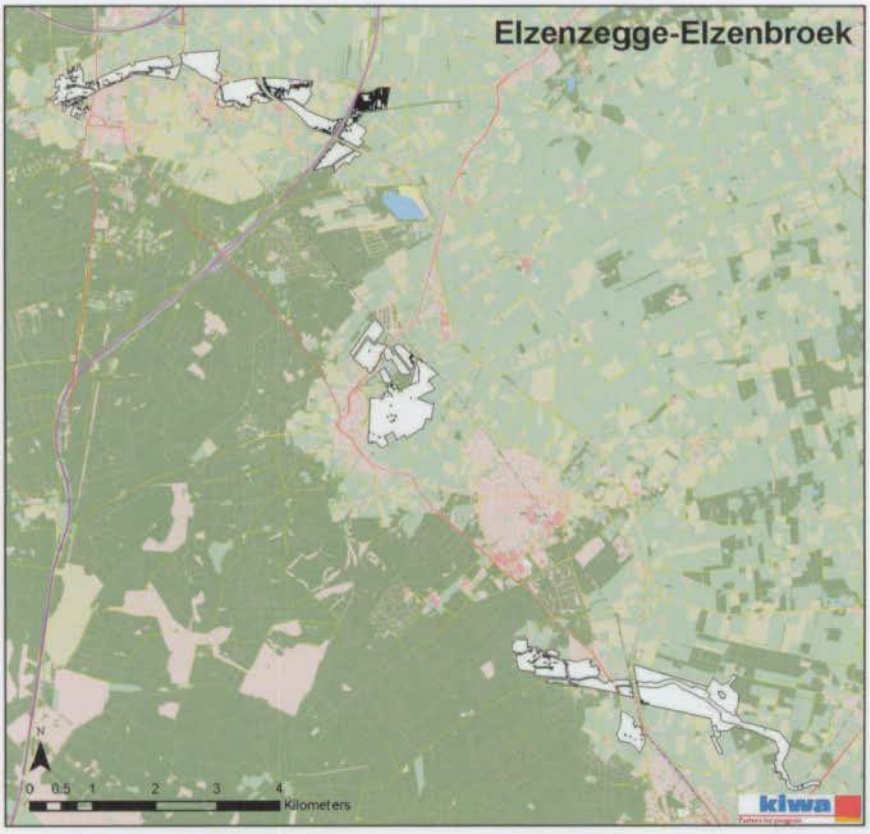
bijlage 4b, vervolg





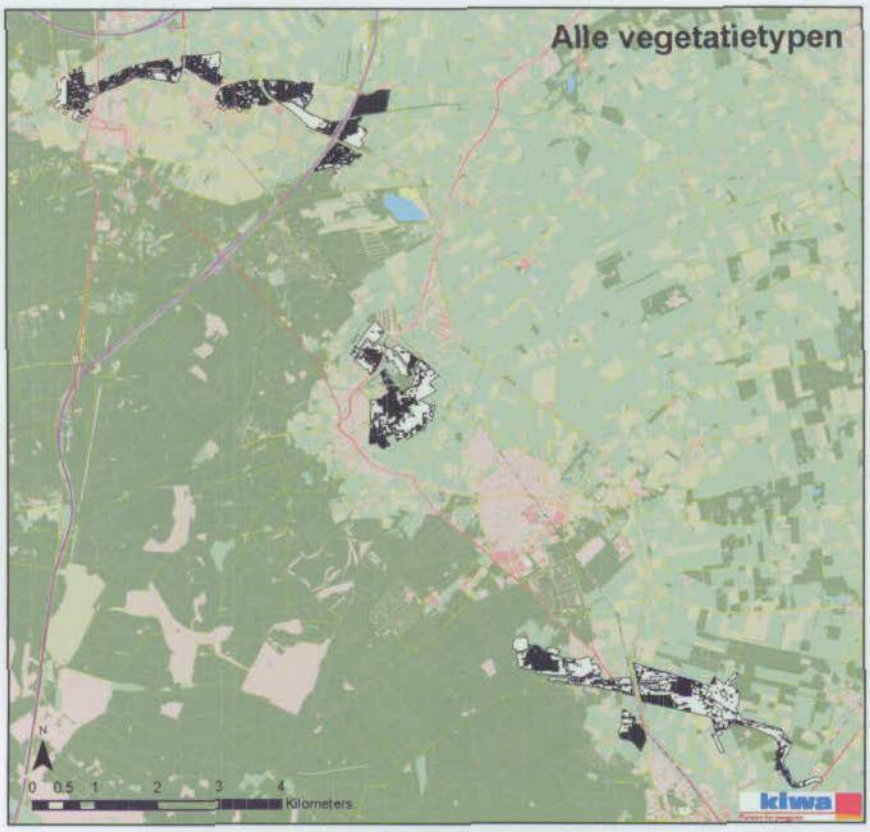

Associatie van Geknikte vossestaart;
typische subassociatie
N
0 0.5 1 2 3 4
Kilometers
kiwa


Rompgemeenschap van Gestreepte witbol en
Echte koekoeksbloem
N
0 0.5 1 2 3 4
Kilometers
kiwa

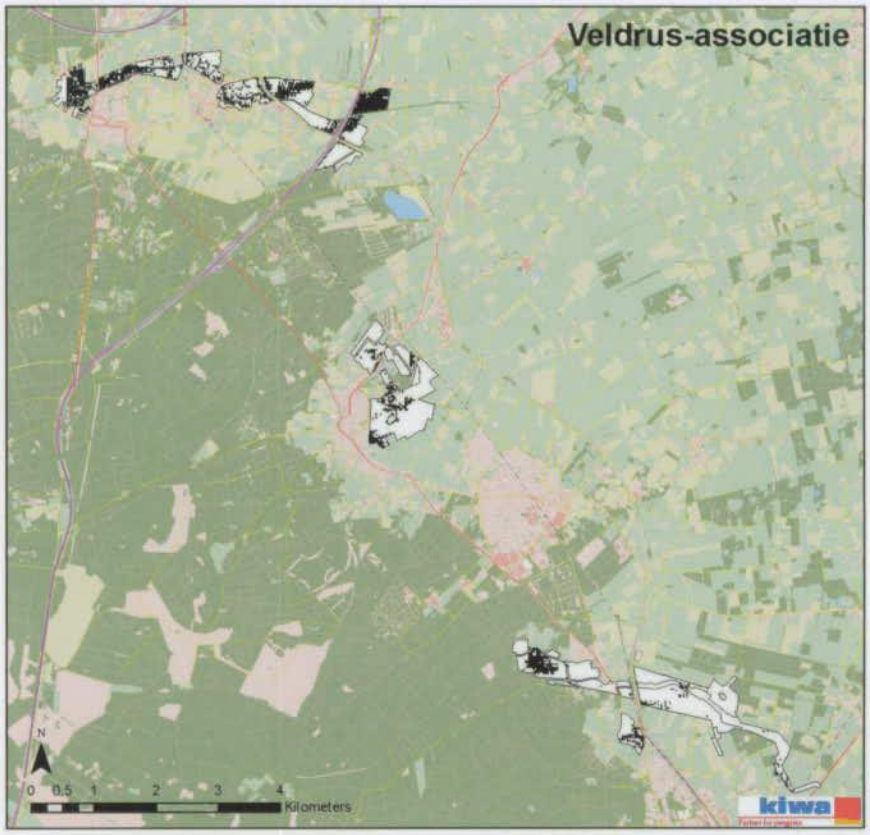

Elzenzegge-Elzenbroek
N
0 0.5 1 2 3 4
Kilometers
kiwa

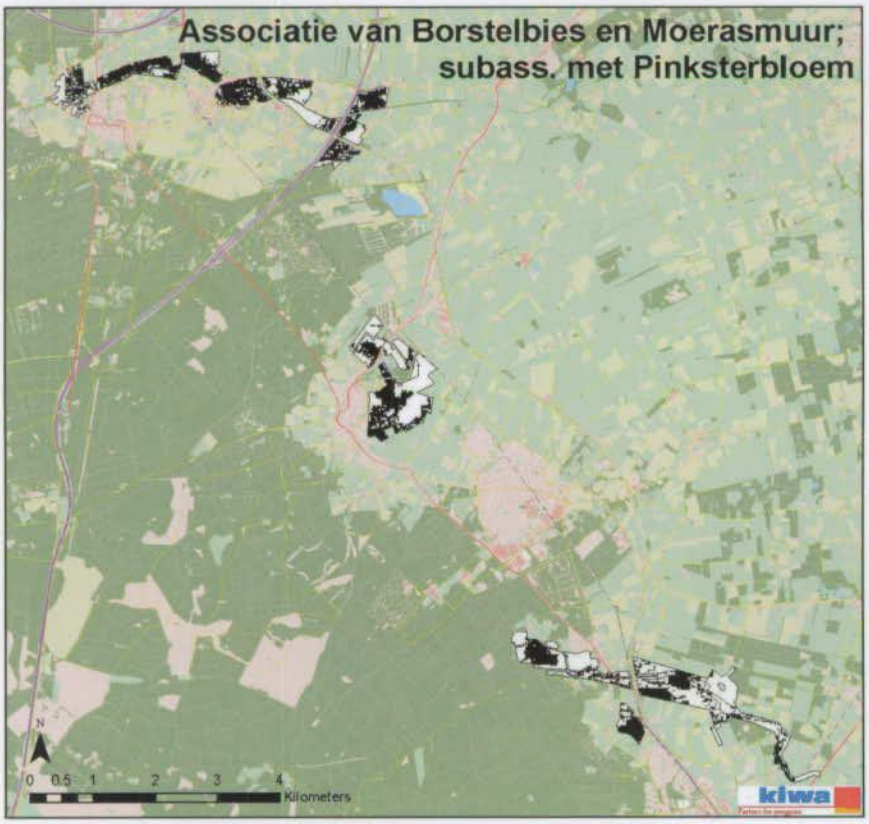
Rompgemeenschap van Grote brandnetel,
van het Elzenbroek
N
0 0.5 1 2 3 4
Kilometers
kiwa

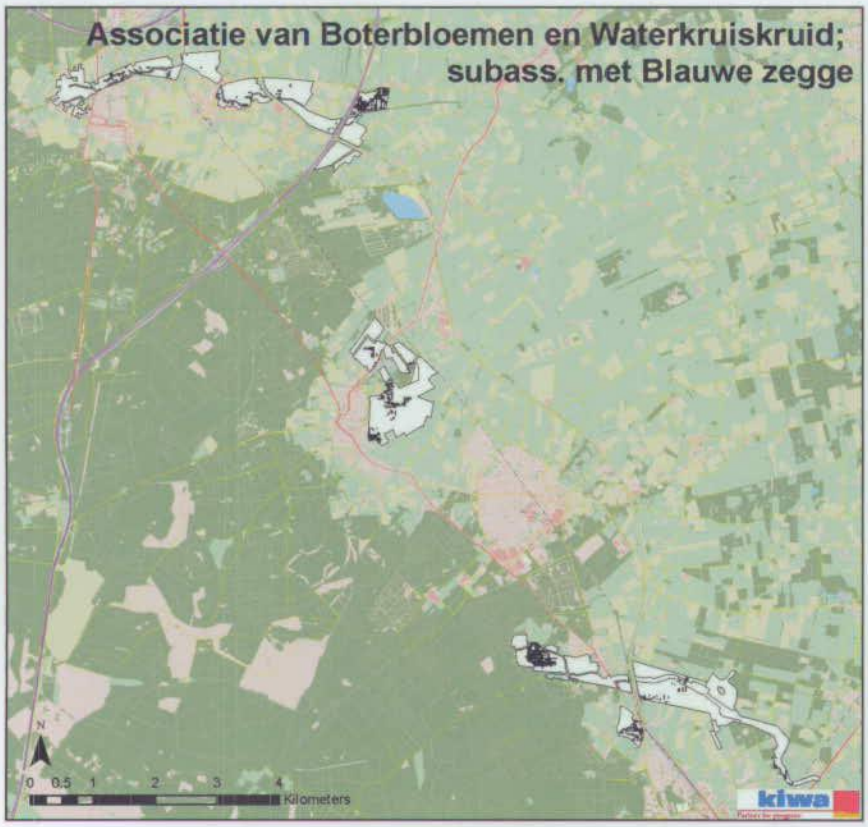
bijlage 4b, vervolg

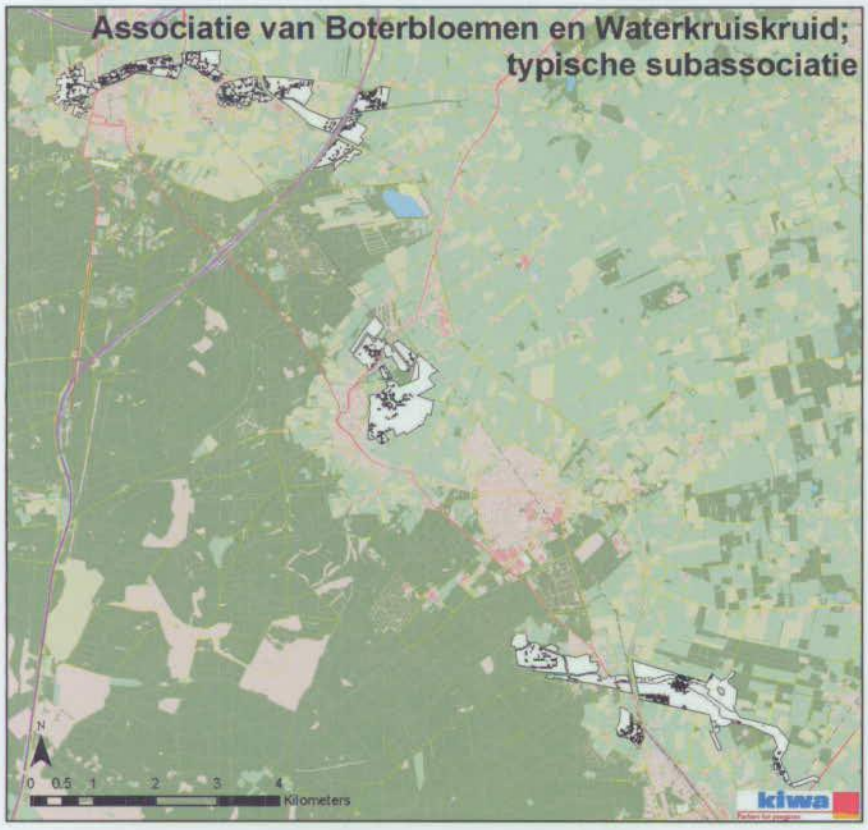


bijlage 4c, potentiële verspreiding van de vegetatietypen bij 2Mm³ infiltratie

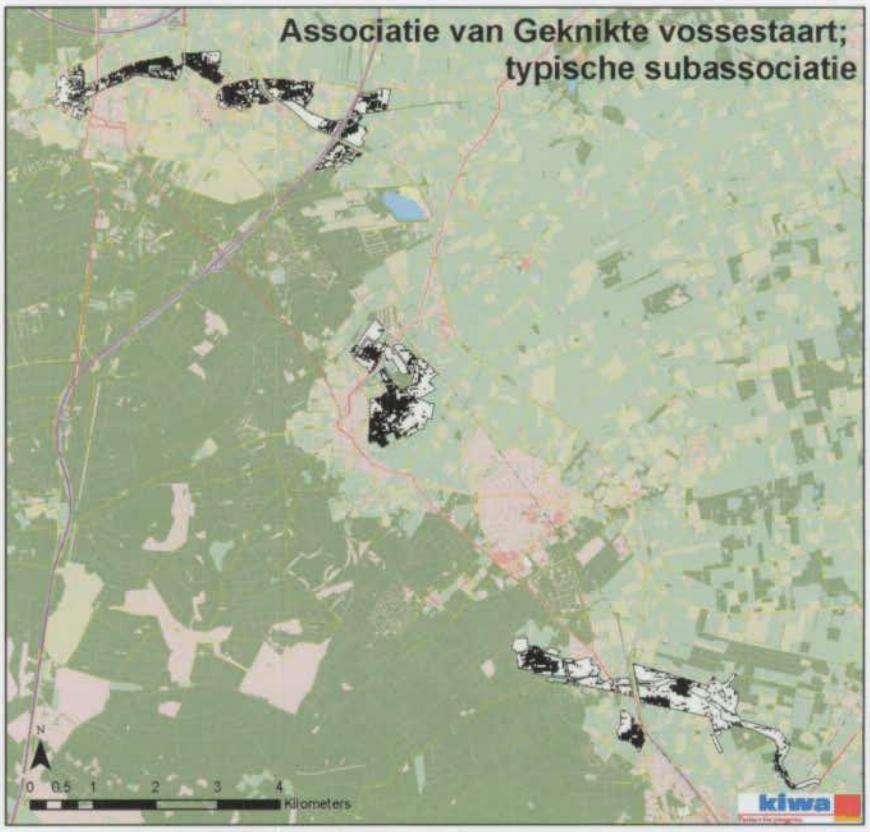


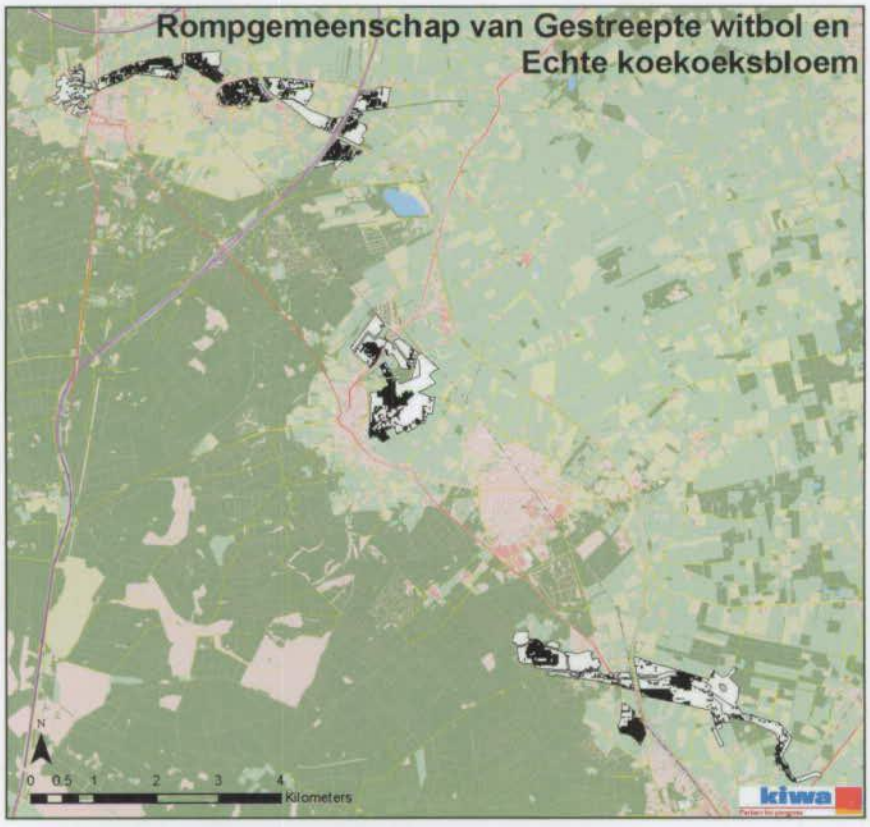



Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid;
subass. met Blauwe zegge
N
0 0.5 1 2 3 4
Kilometers
kiwa

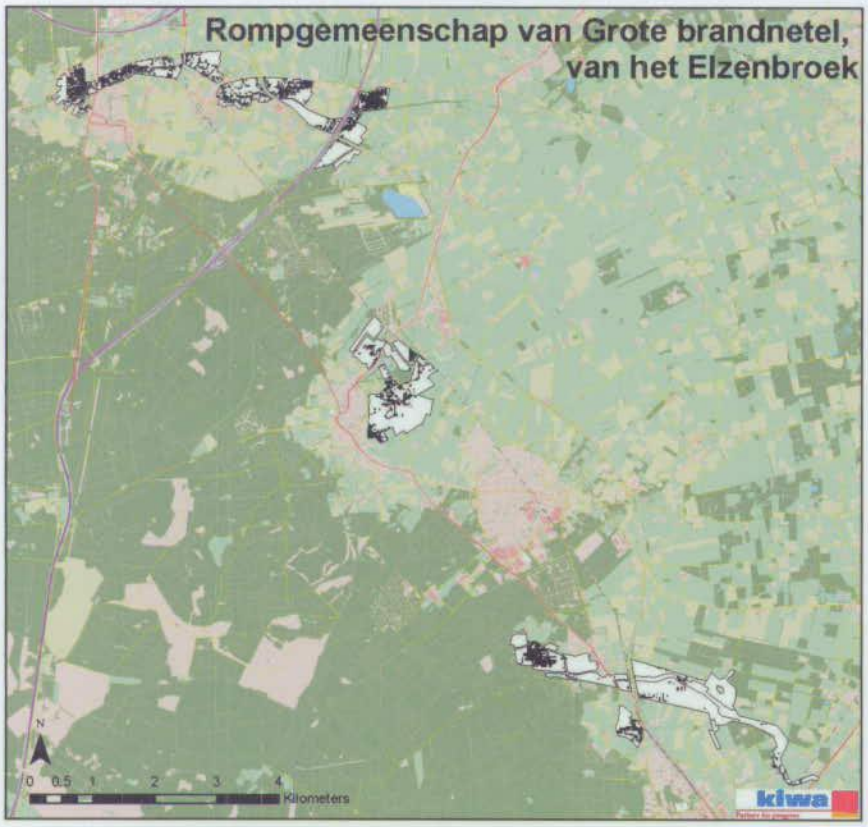

Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid;
typische subassociatie
N
0 0.5 1 2 3 4
Kilometers
kiwa

bijlage 4c, vervolg



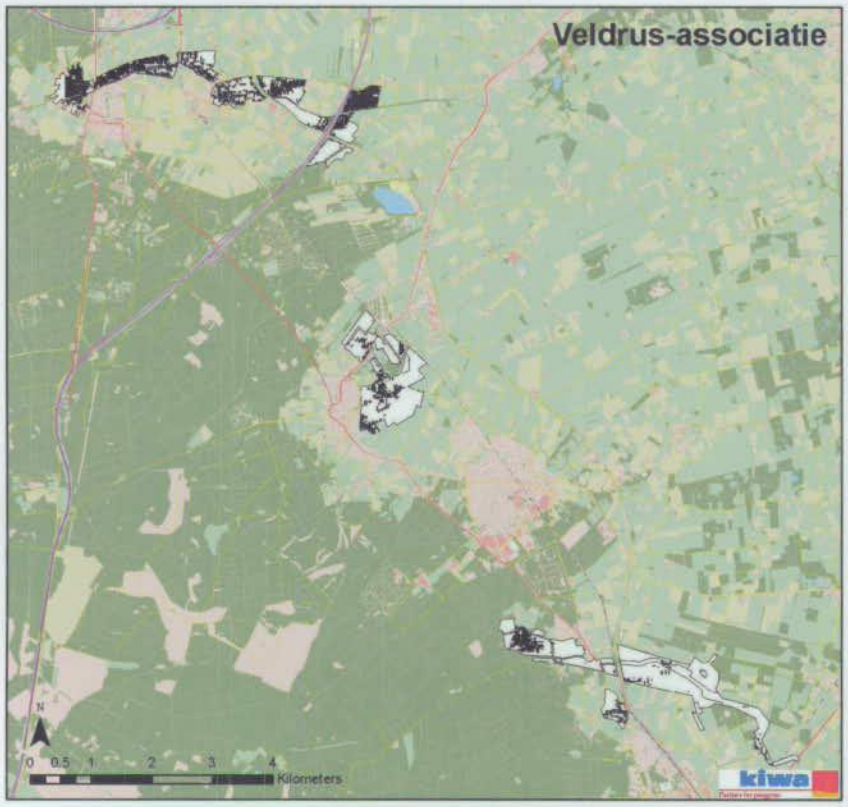


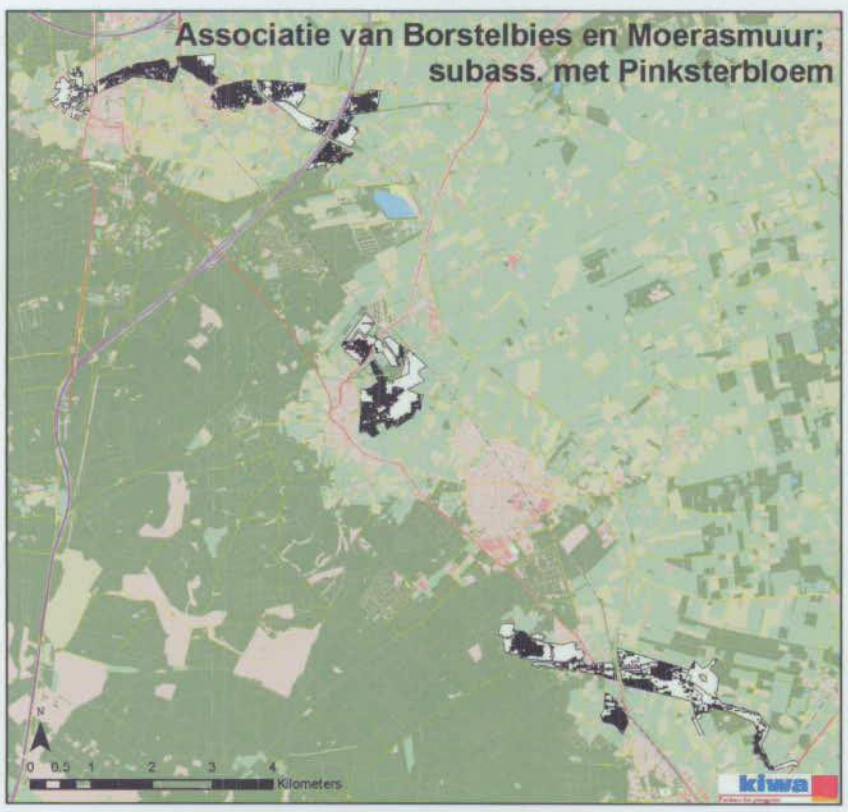
bijlage 4c, vervolg



bijlage 4c, vervolg

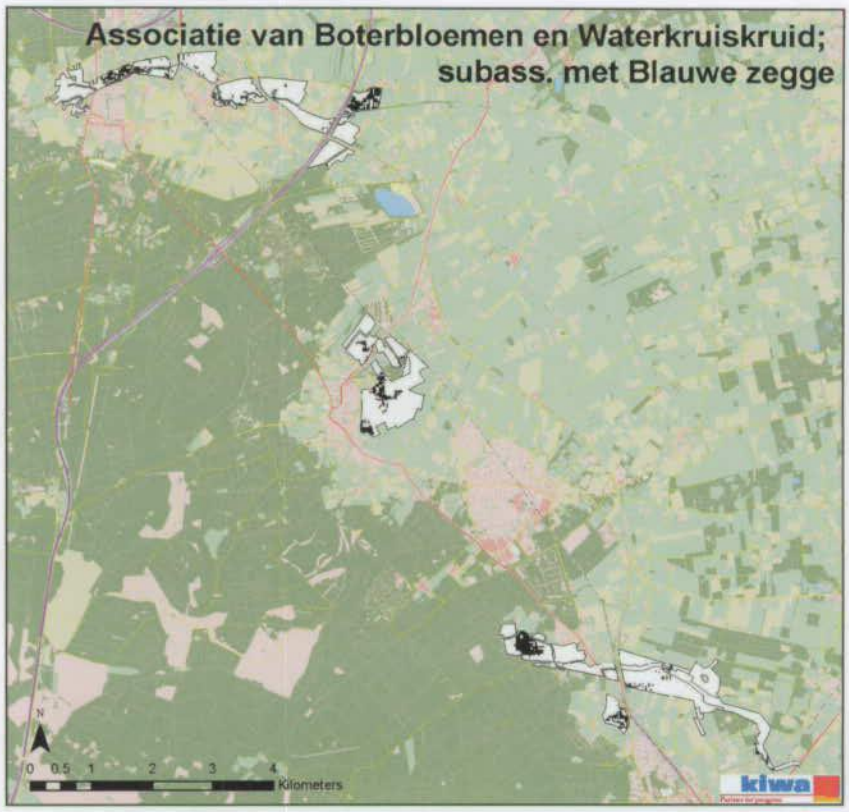
bijlage 4d, potentiële ontwikkeling van de vegetatietypen bij 4 Mm³ infiltratie

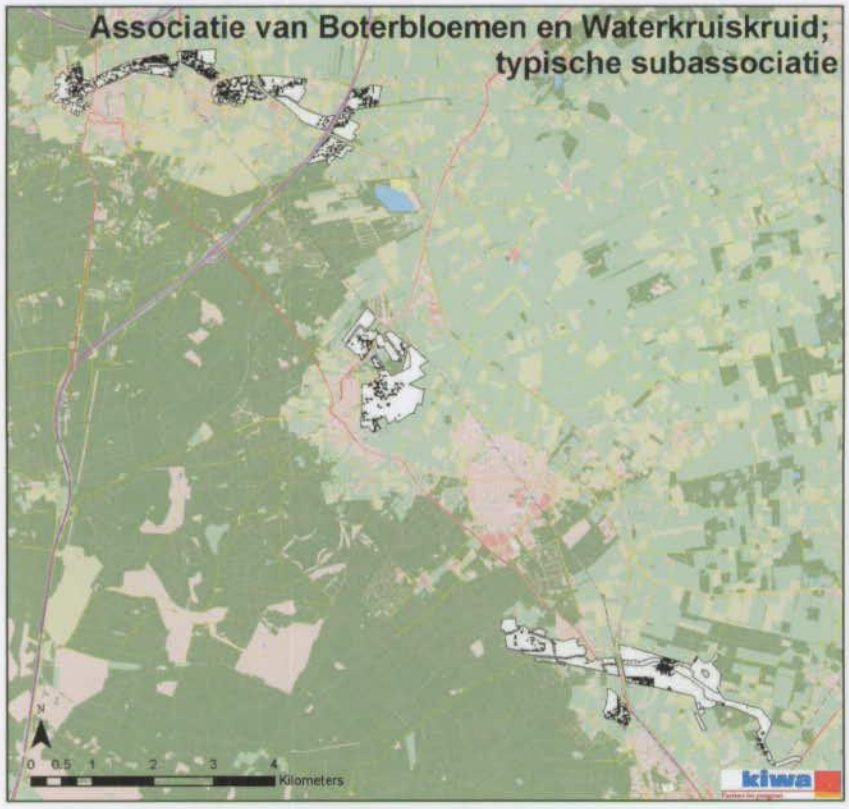


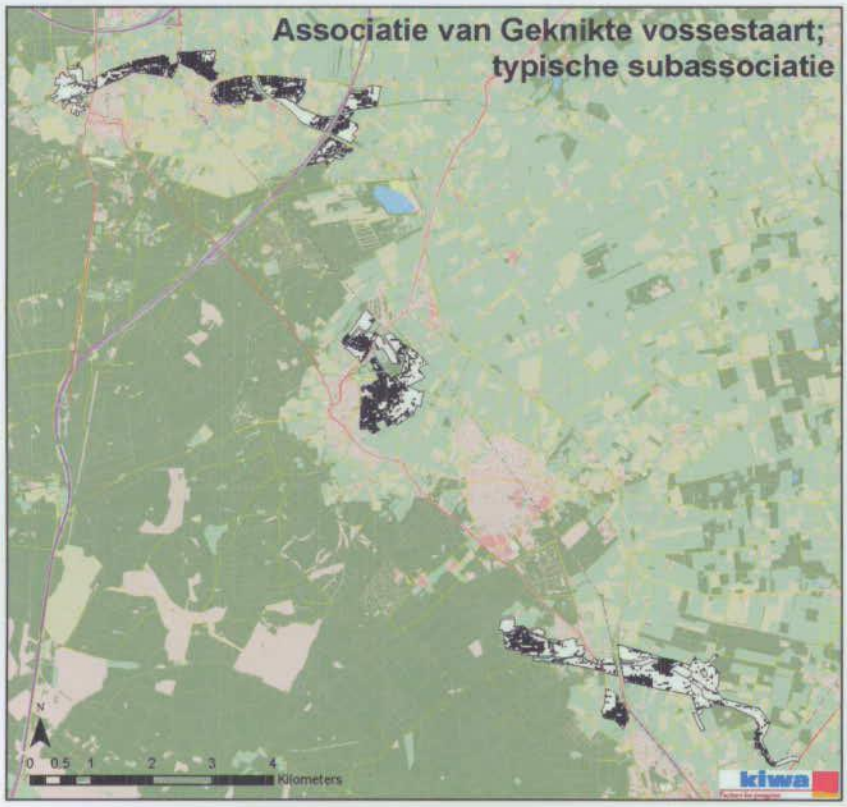


© Kiwa Water Research & Bureau Waardenburg

bijlage 4d, vervolg







© Kiwa Water Research & Bureau Waardenburg

bijlage 4d, vervolg

V Bijlage Methodiek Ecologische effectvoorspelling

In deze studie is zowel een voorspelling van natuurwaarden op perceelsniveau (vlakken), als een voorspelling van natuurwaarden van beken (lijnelementen) uitgevoerd.

Voor de voorspelling op perceelsniveau wordt gebruik gemaakt van de hydrologische vereisten van plantengemeenschappen volgens het model NICHE. (Nature Impact assessment of Changes in Hydro Ecological systems; Meuleman e.a., 1996).

Voor de effectvoorspelling in beken en bronnen (plant- en diersoorten) is een meer kwalitatieve methodiek gebruikt die aansluit bij de veranderingen die in het oppervlaktewatermilieu optreden.

1) Methodiek voor percelen

De potentiële ontwikkeling van de vegetatie is vastgesteld op grond van de berekende hydrologische situatie. De grondwaterstand en de fluctuatie hiervan gedurende het jaar fungeren namelijk als belangrijke sturende factoren voor het voorkomen van vochtafhankelijke vegetaties (Nieman, 1963; Tuxen, 1954; Grootjans, 1985). Hierbij zijn met name de parameters GHG en GLG van belang. Elk vegetatietype heeft in principe een optimum bij een bepaalde combinatie van GHG én GLG en zal niet meer voor kunnen komen indien de GHG of GLG veel lager of hoger zijn dan dit optimum.

De hydrologische uitgangssituatie is gebaseerd op een provinciale grondwaterstandskaart, waarbij de GLG en GHG op grond van peilbuisgegevens en interpolaties vlakdekkend zijn vastgesteld. Het hydrologisch model dat gebruikt is voor de berekening van hydrologische effecten berekent echter alleen de Gemiddelde Grondwaterstand (GG). In deze studie wordt aangenomen dat de berekende verandering in de GG gelijk is aan de verandering in de GLG en GHG.

De berekende hydrologie wordt vergeleken met zogenaamde tolerantieranges van plantengemeenschappen, die de range weergeven van veldwaarnemingen waarbij deze gemeenschappen zijn aangetroffen. Deze range voor de GHG en GLG is per gemeenschap berekend uit tijdstijghoogtelijnen of uit de hiervan afgeleide duurlijnen, indien daarvoor voldoende gegevens beschikbaar zijn. Door gebruik van meerjarige meetreeksen voor de vaststelling van de GLG- en GHG-ranges van vegetatietypen, zijn deze ranges voldoende breed om rekening te kunnen houden met langjarige fluctuaties in het grondwaterregime. De ranges zijn beschreven in een database, zie Aggenbach e.a. (1998) voor een overzicht.

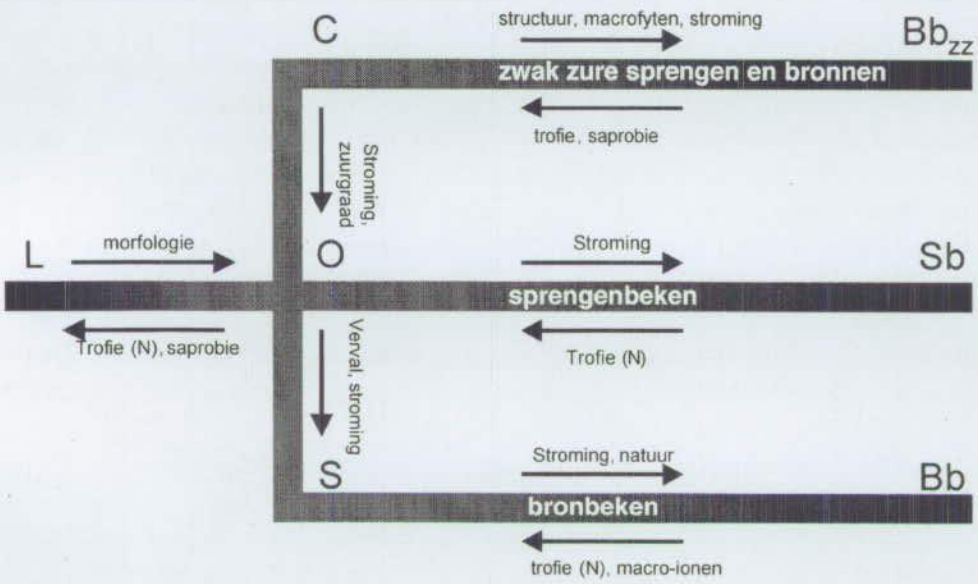
In hoeverre de voorspelde vegetatie-ontwikkeling daadwerkelijk plaatsvindt, is in werkelijkheid niet alleen afhankelijk van het abiotisch milieu maar ook van factoren zoals zuurgraad, voedselrijkdom, beschikbare zaadvoorraad in de bodem van waardevolle plantensoorten en de nabijheid van natuurgebieden van waaruit kolonisatie kan plaatsvinden.

In deze studie ligt de focus op een spectrum van plantengemeenschappen van zwak zure tot basenrijke, voedselarme tot (matig) voedselrijke standplaatsen die onder invloed staan van grondwater. Dit betreffen plantengemeenschappen die momenteel in het gebied voorkomen, of zich na verandering in de waterhuishouding mogelijk ontwikkelen.

2) Methodiek voor beken

Beekfauna
Er heeft een kwalitatieve doorvertaling plaatsgevonden van de hydrologische veranderingen in het oppervlaktewatermilieu (bronzones en beeklopen) naar effecten op vegetatie, vissen en macrofauna. In overleg met Waterschap Veluwe is gebruik gemaakt van de ecologische typering volgens Jaarsma *et al.* (2001) en de maatlat macrofauna van de Kaderrichtlijn Water (Van der Molen *et al.*, 2006). De ecologische typering bestaat uit een aantal streefbeelden en bijbehorende ontwikkelingsreeksen (zie figuur 9). Jaarsma *et al.* (2001) hebben van deze ecologische typen de eisen in beeld gebracht wat betreft systeemeigenschappen (ligging en landschap), hydrologie (stroomsnelheid, watervoerendheid, voeding), structuren (dimensie, substraat, beschaduwing) en waterkwaliteit (o.a. temperatuur, pH, zuurstofgehalte, trofie en saprobie).

Bij de effectvoorspelling wordt gebruik gemaakt van de hydrologische parameters uit de ontwikkelingsreeksen. De veranderende parameters (stroomsnelheid beek, peil van de beek, watervoerendheid van de beek) worden langs deze ontwikkelingsreeks gelegd, waardoor ingeschat kan worden of het streefbeeld dichterbij komt of niet. De mate van verandering wordt vervolgens uitgedrukt in de volgende termen: geen effect, matig positief effect, matig negatief effect, groot positief effect en groot negatief effect.



Figuur 8.1 Ontwikkelingsreeks sprengkoppen en bronnen

Ontwikkelingsreeks

De ontwikkelingsreeks van sprengkoppen en bronnen loopt van organisch belaste systemen (L) naar C, O, of S. Dit wordt bereikt door de organische belasting te verminderen en de stroming te verhogen. Eventueel is een meer natuurlijke morfologie sturend. Vanuit C kan ontwikkeling plaatsvinden naar O of S, bij een toename van de kwelvoeding. Deze richting hoeft niet per definitie een verbetering te betekenen C is namelijk een apart type dat onder natuurlijke omstandigheden ook voor kan komen. De streefbeelden voor de drie typen zijn respectievelijk zwak zure bronnen en bovenloopjes (Bb_{zz}), sprengen en bovenloopjes van sprengenbeken (Sb), en bronnen en bovenloopjes van bronbeken (Bb).

Figuur 9: Relevante ontwikkelingsreeksen (uit: Jaarsma et al., 2001): van boven naar onder: sprengkoppen en bronnen, natuurlijke bovenlopen en half-natuurlijke bovenlopen.

Na de inschatting voor het beekmilieu als geheel wordt een inschatting gemaakt van de effecten op de aanwezige soorten vissen (beschermd en/of Rode lijst) en macrofaunadoelsoorten. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de beschrijvingen van de ecologische streefbeelden in combinatie met overige literatuur. Ook hiervoor wordt een inschatting van de effecten gegeven (in de volgende termen: geen effect, matig positief effect, matig negatief effect, groot positief effect en groot negatief effect).

Vegetatie van oppervlaktewateren
De ecologische vereisten van relevante plantengemeenschappen in bronmilieu's, beken en kwelsloten die momenteel in het gebied voorkomen of zich kunnen ontwikkelen, zijn vastgesteld op grond van de maatlat macrofyten van de Kaderrichtlijn Water (Van der Molen et al., 2006). De vertaling van hydrologische modelparameters op het beekmilieu wordt uitgevoerd op basis van expert-oordeel. Vervolgens wordt aan de hand van de ecologische vereisten bepaald in hoeverre een verandering optreedt in de aanwezige vegetatie.

Naar analogie van de methodiek voor macrofauna wordt de maatlat macrofauna eveneens gebruikt als toetscriterium voor de toestand van de beekflora.

3) Methodiek voor effectvoorspelling overige fauna

Voor de effectvoorspelling voor de overige fauna (terrestrische en stilstaande wateren) zal worden aangesloten bij de effecten op beken en vegetatie. Veranderingen in vegetatie zullen worden doorvertaald naar veranderingen in habitat (oppervlakte, kwaliteit) voor de aanwezige faunadoelsoorten. Ook hier worden effecten kwalitatief beschreven (in de volgende termen: geen effect, matig positief effect, matig negatief effect, groot positief effect en groot negatief effect).