

## OBN advies Wijffelterbroek



ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn



Natuurmonumenten

© 2018 VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

Advies OBN-17-BE  
Driebergen, 2018

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van  
Natuurmonumenten, het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Bij12

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

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

Samenstelling          Han Runhaar (KWR/Ecogroen)  
Piet Verdonschot (Wageningen Environmental Research)  
Rikje van de Weerd (Rechobot – Water & Kennis)

Opdrachtgever        Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren

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

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Ligging en ontstaansgeschiedenis</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Ecohydrologie</b>	<b>8</b>
	3.1 Inrichting en ontwatering	8
	10	
	3.2 Geohydrologie & grondwaterkwaliteit	11
	3.3 Ecologie	13
	3.4 Knelpunten	13
<b>4</b>	<b>Plannen voor Wijfelterbroek als onderdeel klimaatbuffer</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Ontwikkelingsmogelijkheden doorstroommoeras/beekmoeras in Wijfelterbroek</b>	<b>17</b>
	5.1 Eigenschappen doorstroommoerassen en beekmoerassen	17
	5.2 Inrichting en mogelijke knelpunten bij inrichting	18
	5.3 Grondwatervoeding	23
	5.4 Oppervlaktewatervoeding en waterkwaliteit	24
	5.5 Conclusies	26
<b>6</b>	<b>Effecten op bestaande broekbos</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Effecten bij inzet als waterbergingsgebied</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Discussie</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>Verwijzingen</b>	<b>36</b>
	Bijlage 1 Adviesaanvraag Natuurmonumenten	37
	Bijlage 2 Waterkwaliteit Belgische beken en Raam	38
	Bijlage 3 Het doorstroom- en beekmoeras als klimaatbuffer zonder gescheiden waterstromen. Pleidooi voor integraal systeemherstel	41
	Bijlage 4 Schetsontwerp Bell Hullenaar	46

# 1 Inleiding

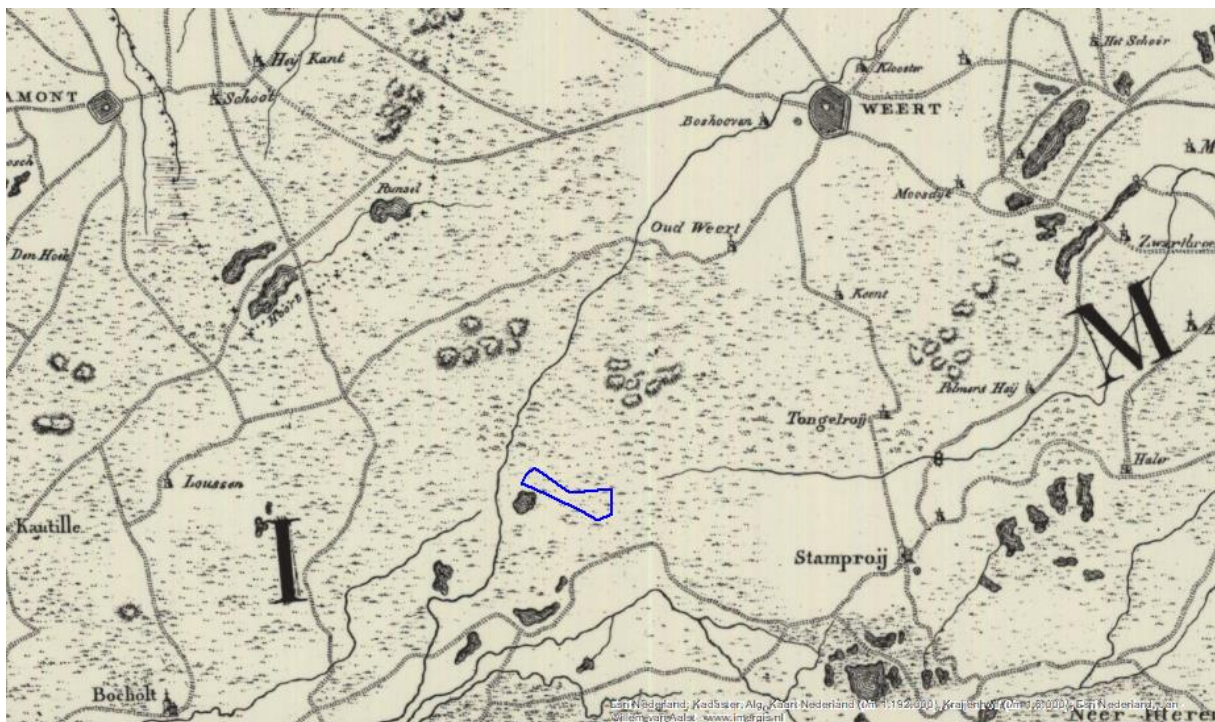
In opdracht van de Stichting Ark en Natuurmonumenten is een project in voorbereiding gericht op de aanpassing van de waterhuishouding in het Wijffelterbroek en omgeving. Eén van de wensen is om in het Wijffelterbroek een doorstroommoeras/ beekmoeras te ontwikkelen, gebruik makend van schoon water uit het oostelijker gelegen Kettingdijkgebied. Door Natuurmonumenten is aan het OBN deskundigenteam Beekdallandschap gevraagd duidelijk te maken wat haalbare ecologische doelen zijn bij de geplande inrichting en welke eisen dit stelt aan de inrichting en de waterkwaliteit (Geujen en Bollen, 2017, zie bijlage 1). Op basis van deze adviesaanvraag zijn in overleg met Natuurmonumenten de volgende hoofdvragen geformuleerd waarop het advies antwoord moet geven:

1. Wat zijn in het Wijffelterbroek en omgeving de mogelijkheden voor ontwikkeling van een meer natuurlijk systeem in de vorm van een doorstroommoeras/beekmoeras? Welke voorwaarden stelt dit aan inrichting en hydrologie? In welke mate wordt hieraan met de geplande inrichting voldaan?
2. Wat zijn de consequenties voor de bestaande natuur, en dan met name voor het elzenbroekbos. In hoeverre leidt vernatting tot boomsterfte en eutrofiering? Valt behoud en/of ontwikkeling van een soortenrijk broekbos te combineren met ontwikkeling van een doorstroommoeras, en stelt dit nog aanvullende eisen aan de inrichting van het gebied?
3. Kan in zeer laagfrequente (vanaf 1 keer per 10 jaar) natte periodes er extra water worden geborgen in het gebied zonder afbreuk te doen aan de ecologische doelen? Daarbij wordt volledigheidshalve niet alleen gekeken naar de optie om 'gebiedseigen water' uit Kettingdijk en Wijffelterbroek in natte perioden langer vast te houden in het gebied, maar ook aangegeven wat de te verwachten effecten zijn als het gebied wordt ingezet als berging van water afkomstig uit België.

In de hiernavolgende paragrafen worden deze vragen verder uitgewerkt. We beginnen echter met een korte beschrijving van het gebied en van de plannen die zijn gemaakt voor de inrichting van het Wijffelterbroek en omgeving.

## 2 Ligging en ontstaansgeschiedenis

Het Wijffelterbroek ligt ten zuidwesten van Weert in het grensgebied met België. Het gebied maakte tot in de 19<sup>e</sup> eeuw deel uit van een groot niet ontgonnen heide- en veengebied tussen Weert en Bocholt (Figuur 1). Ten westen van het huidige Wijffelterbroek lag de Bocholterbeek (ook aangeduid als Weerdbeek, Weerderbeek en Boshoverbeek) die einde 13<sup>e</sup> eeuw werd aangelegd om de grachten rond de stad Weert en rond het Kasteel De Aldenborgh van water te voorzien. Het water werd aangevoerd vanuit de Aabeek in Bocholt (Henkens, 1956). Op de kaart wordt geen onderscheid gemaakt tussen natte heide en moeras. Gezien de lage ligging en de aanwezige veengrond lag op de plek van het huidige Wijffelterbroek waarschijnlijk een doorstroommoeras gevoed door grondwater vanuit het aangrenzende natte heidegebied.



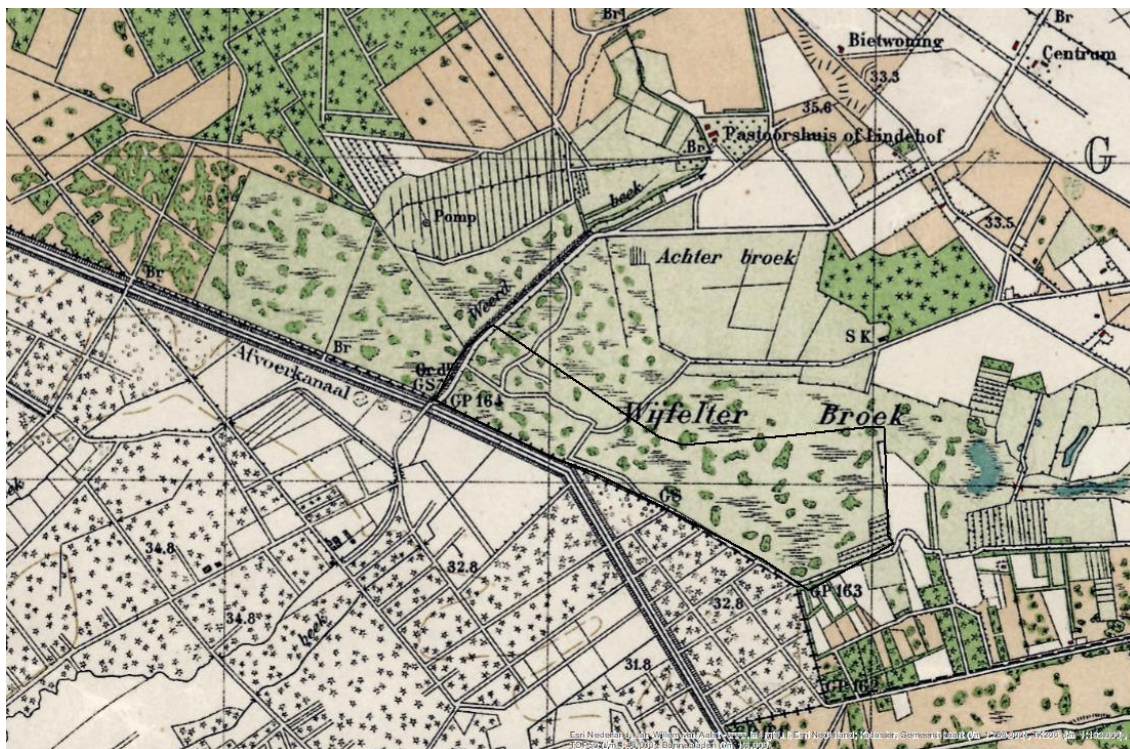
*Figuur 1 Situatie begin 19<sup>e</sup> eeuw (< 1815) Bron: ESRI Historische geografische data 1820. Met blauwe lijn is de ligging van het huidige Wijffelterbroek aangegeven.*

In 1870 wilde België de afwatering vanuit de Bocholterbroek ten zuiden van het Wijffelterbroek verbeteren om zo het gebied te kunnen ontginnen. Omdat Nederland niet wilde meewerken aan een verbeterde afwatering via het Wijffelterbroek werd in plaats daarvan langs de Belgische grens een afwateringskanaal gegraven, ook wel aangeduid als Émissaire of Lossing. Figuur 2 geeft een beeld van de situatie rond 1883. De Émissaire begint westelijk van de Wijffelterbroek en volgt daar de grens, om halverwege het Wijffelterbroek af te buigen richting het zuiden en daar aan te sluiten op de Molenbeek, de benedenloop van de Aabeek. Op de kaart is te zien dat de Bocholterbroek al voor een groot deel ontgonnen is, maar dat de inmiddels gegraven watergangen (Loozenbeek, Veldhoverbeek, Lechter Rietbeek) nog niet zijn aangesloten op de Émissaire. De benedenlopen van de Veldhoverbeek en Lechter Rietbeek zijn op de kaart door een dwarsloot met elkaar verbonden, de functie hiervan is niet duidelijk. Mogelijk is dit het resultaat van een eerder poging om een betere afvoer richting het zuidoosten te realiseren.

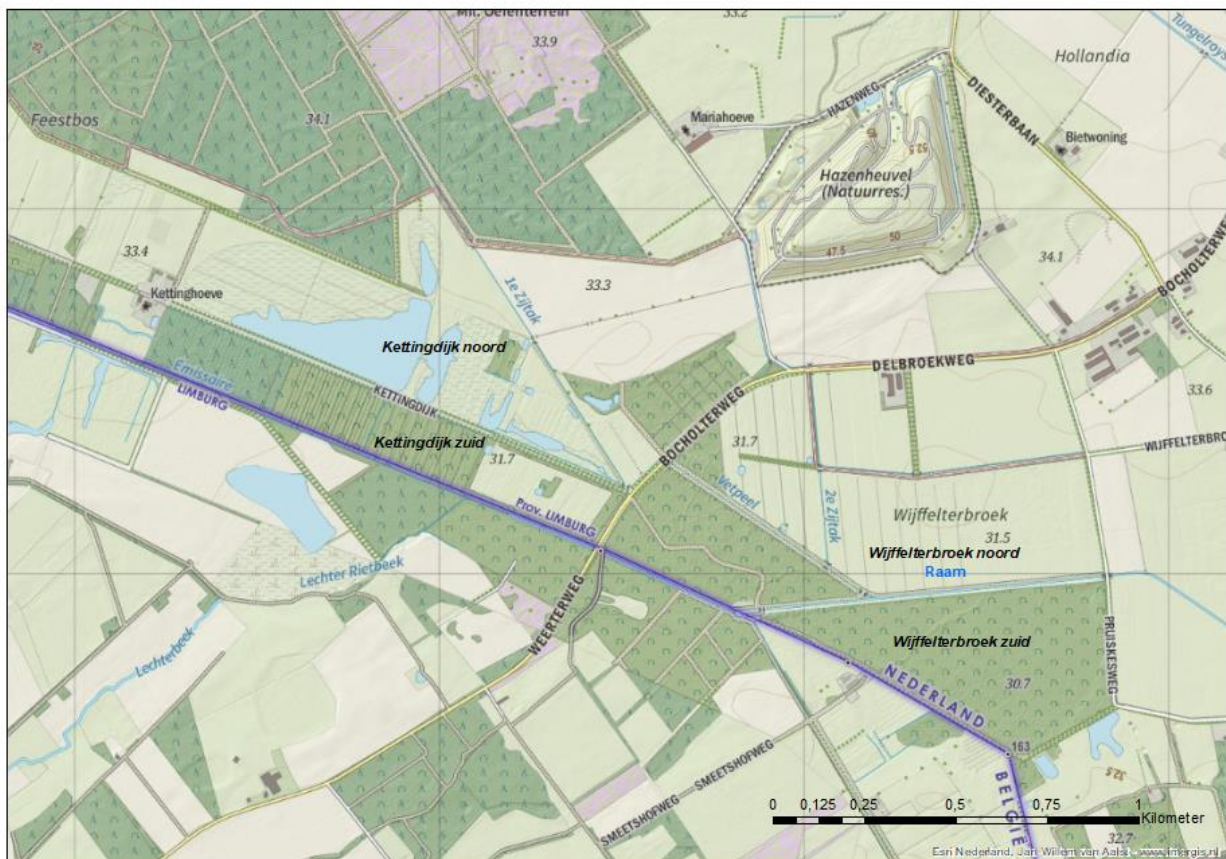
Figuur 3 geeft een beeld van de Wijffelterbroek in de periode vóór de Tweede Wereldoorlog. Te zien is de beginnende opslag van struiken en bomen in de Wijffelterbroek en het westelijker gelegen Kettingdijkgebied door het wegvallen van het voormalige landgebruik.



Figuur 2 Wijffelterbroek eind 19<sup>e</sup> eeuw (ESRI Historische geografische data 1900, basiskaart onbekend, op basis topotijdsituatie ca. 1883). Aangegeven is het huidige Wijffelterbroek (alleen zuidelijke deel Wijffelterbroek zuid, elzenbroekbosgedeelte in bezit Natuurmonumenten)



Figuur 6 Wijffelterbroek begin 20<sup>e</sup> eeuw (ESRI Historische geografische data 1930, basiskaart onbekend).



Figuur 4 geeft een beeld van de huidige inrichting van het gebied. Daarop is ook de Raam aangegeven, een in 1939 gegraven waterloop die het water uit de Émissaire en Wijnfelterbroek afvoert richting de oostelijker gelegen Tungelrooijse Beek, en daarmee de functie van het Afwateringskanaal richting Molen Beersel heeft overgenomen. In een tractaat uit 1939 heeft Nederland zich verplicht om de Raam zodanig te onderhouden dat een maatgevende afvoer van 2,1 m<sup>3</sup>/s kan worden afgevoerd vanuit het Belgische grondgebied (Kurstjens 2017).

Het noordelijke deel van het Wijnfelterbroek is in de eerste helft van de vorige eeuw ontgonnen. Op de website [weertnatuur.blogspot.nl](http://weertnatuur.blogspot.nl) wordt een uitvoerige beschrijving gegeven hoe deze ontginning in het werk ging. Het zuidelijke deel van het oorspronkelijke Wijnfelterbroek is nooit ontgonnen en vormt nu een elzenbroekbos dat eigendom is van Natuurmonumenten. Het broekbosgebied wordt aan de west- en oostzijde begrensd door de Bocholterweg en de Pruiskesweg. Aan de noordzijde wordt het gebied begrensd door de Vetpeel en de Raam.

Het westelijke deel van het broekbos is sterk verdroogd door de aanleg van de Émissaire en later de Raam en de Vetpeel. In het lager gelegen oostelijke deel komen nog wel goed ontwikkelde stukken voor met Elzenzegge, Stijve zegge, Pluimzegge, Grote boterbloem, Hoge cyperzegge, Moerasvaren, Holpijp, Dotterbloem en Waterviolier (De Mars, 1998). Of Slangenwortel en Waterscheerling nog voorkomen is niet duidelijk, door De Mars wordt aangegeven dat deze 'tot de echte zeldzaamheden behoren'. De overige soorten komen nog steeds in het gebied voor. De Mars geeft aan dat na eerder uitgevoerde vernattingsmaatregelen in de jaren 90 de lagere delen van het Wijnfelterbroek langdurig blank staan met licht aangerijkt en hooguit zwak gebufferd water.

Volgens De Mars bestond het zuidelijk deel van het Kettingdijkgebied in het verleden uit een vloeiwedensysteem waarvan de westelijke populierenplantages deel uitmaakten. Om de percelen vruchtbaarder te maken werden deze volgens opgave van De Mars bevoeid met 'kanaalwater'. Vermoedelijk wordt bedoeld water uit de Lozerbroeksbeek. De benedenloop van deze beek werd begin 19<sup>e</sup> eeuw afgesneden van de bovenloop door de aanleg van het Grand Canal du Nord (voorloper van de huidige Zuid-Willemsvaart). Om de benedenloop van de beek van meer water te voorzien werd in 1845 een waterinlaat op de Zuid-Willemsvaart geplaatst waarmee kalkrijk Maaswater werd aangevoerd ([nl.wikipedia.org/wiki/Lozerbroeksbeek](http://nl.wikipedia.org/wiki/Lozerbroeksbeek)). In hoeverre deze inlaat nog steeds functioneert is niet bekend.

# 3 Ecohydrologie

Door Bell en van 't Hullenaar (2011) is een ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd voor het gebied. Uit deze analyse zijn de hoogteligging, het overzicht van de waterlopen en de ligging van meetpunten (Figuur 5) en een dwarsprofiel (Figuur 6) overgenomen. In het onderstaande worden de belangrijkste conclusies uit dit onderzoek samengevat.

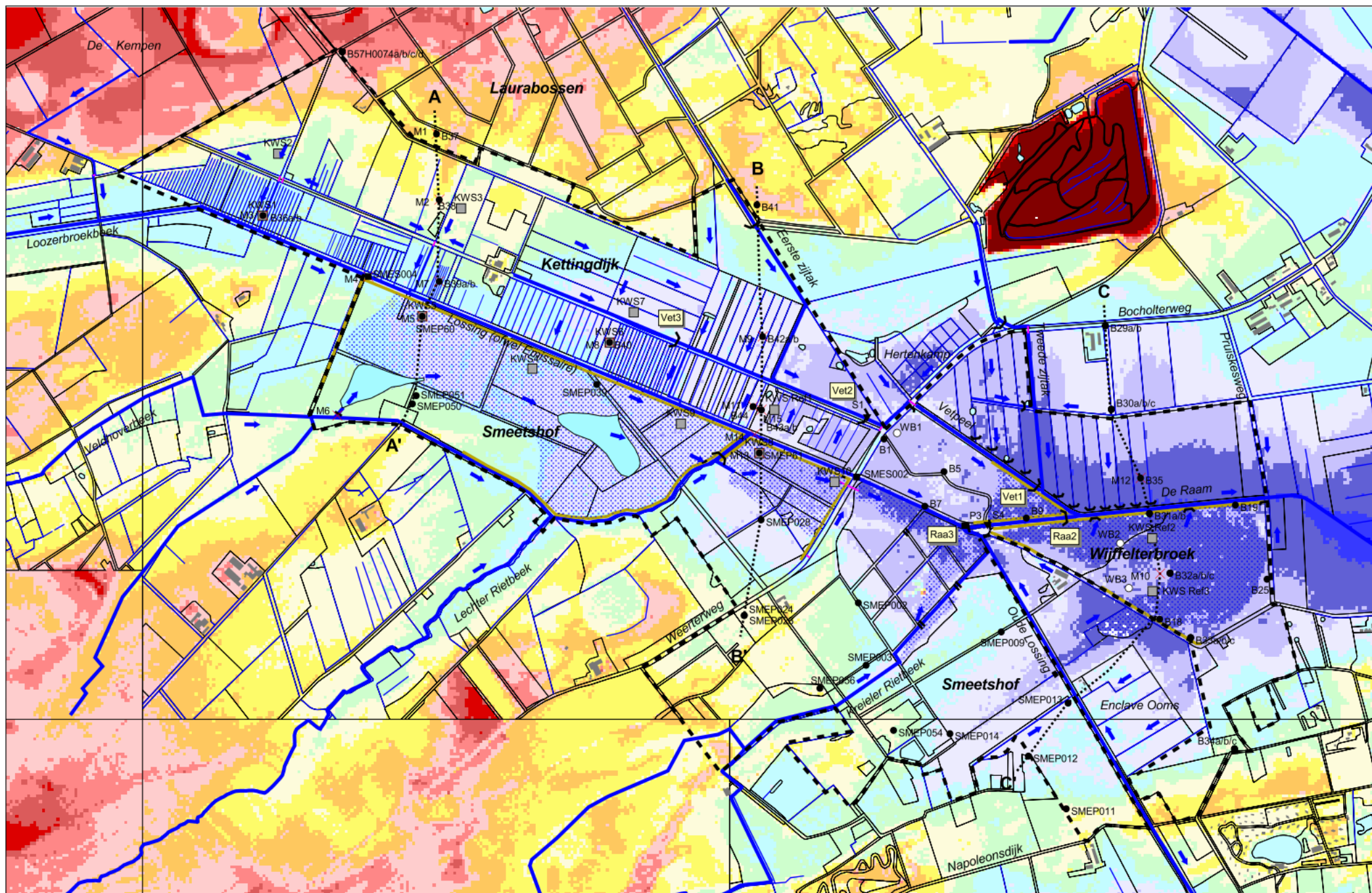
## 3.1 Inrichting en ontwatering

In Figuur 5 is te zien dat het Wijffelterbroek in een breed (van west naar oost lopend) dal ligt. Meer naar het oosten gaat deze dalvormige laagte over in de bovenloop van de Tungelrooijse beek. Vanuit het voormalige Bocholterbroek stromen vanuit België een aantal beken toe (Lozerbroeksbeek, Veldhoverbeek, Lechter Rietbeek en Kreieler Rietbeek). Deze wateren af in de Emissaire die weer uitkomt op de Raam. De Oude Lossing, die in het verleden het water uit België afvoerde naar het zuidwesten, heeft na het graven van de Raam haar functie als hoofdafvoer verloren en wordt nu gebruikt als lokale afwatering richting de Raam. De Vetpeel voert water af uit het Kettingdijkgebied noord en uit de noordelijk gelegen Laurabossen en Hertenkamp. De Vetpeel komt aan de noordzijde van het Wijffelterbroek samen met de Raam.

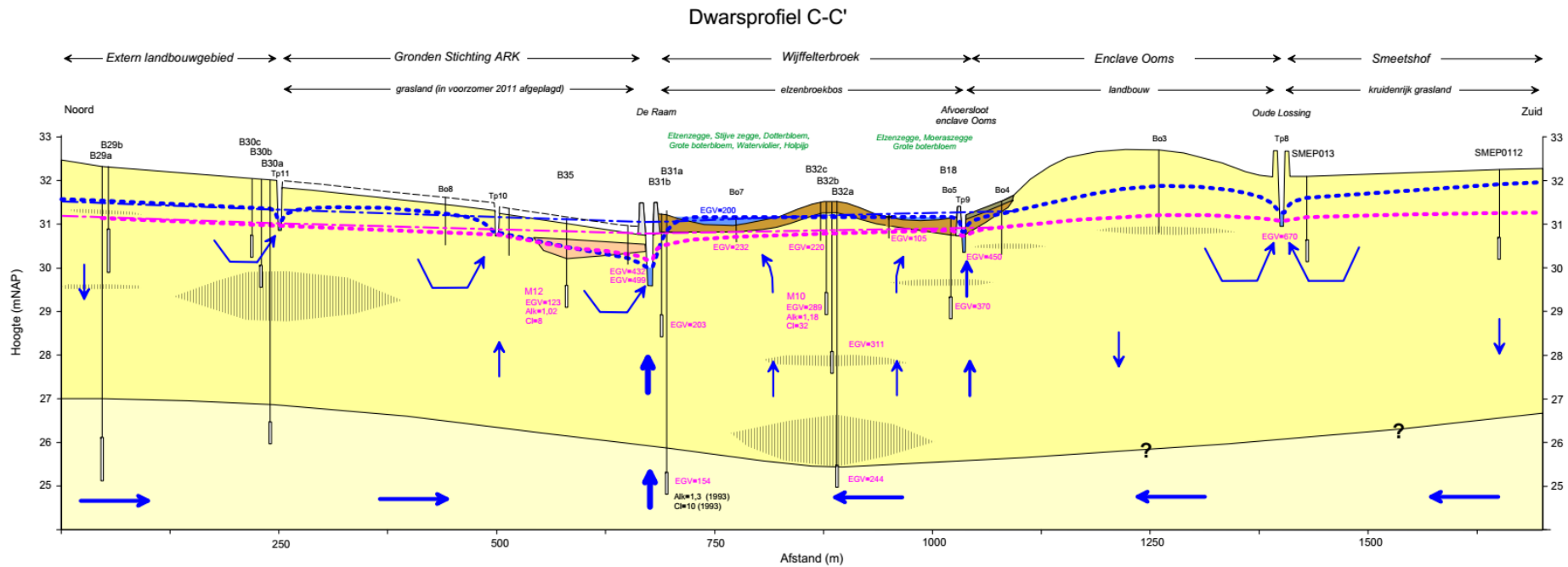
De ecohydrologie van het Wijffelterbroek kan niet los gezien worden van die in de omliggende gebieden. In de Smeethof, een 180 ha groot gebied in het beheer van Natuurpunt ten zuiden van het Kettingdijkgebied, is in 2003 natuurontwikkeling in gang gezet. In het kader hiervan is in het laagste deel van het gebied (tegen de grens met Nederland aan) getracht weer een moeras tot ontwikkeling te brengen. Het gebied Kettingdijk (125 ha) met landbouw en productiebos is aangekocht door Natuurmonumenten. In dit gebied is plaatselijk de fosfaatrijke bouwvoor verwijderd en in een deel van dit gebied vindt afvoer van regen- en kwelwater plaats over maaiveld. Ook de ten noorden hieraan grenzende Laurabossen (300 ha, buiten het projectgebied) is in beheer van Natuurmonumenten.

De voormalig landbouwgronden noordelijk van het broekbos (Wijffelterbroek-noord) zijn ten behoeve van natuurontwikkeling verworven door Natuurmonumenten (hooilanden ten westen van 2<sup>e</sup> Zijtak) en Stichting Ark (ten oosten van 2<sup>e</sup> Zijtak, respectievelijk Wisseblök, direct ten oosten van 2<sup>e</sup> Zijtak, en Kwoj Gaat, oostelijke deel tot aan Pruiskesweg, zie Figuur 14). Dit oostelijk deel van het Kwoj Gaat is in 2011 ondiep (15-20 cm) afgegraven. De hooilanden van Natuurmonumenten zijn al wat langer in natuurbeheer. Hier zijn stuwtjes geplaatst op de slotjes die de hooilanden afwateren. In de periode dat gemaaid moet worden wordt het stuwpeil een paar weken lager gehouden (informatie Gaby Bollen).

Ten Oosten van Wijffelterbroek en de Pruiskesweg liggen de Raamweiden. De Raamweiden ten zuiden van de Raam zijn als klimaatbuffer ingericht en hier is een ven gegraven. Volgens het hydrologisch modelonderzoek (LWRO 2017) zijn de landbouwgronden ten noorden van de Raam opgehoogd om eventuele natschade als gevolg van vernatting in het Wijffelterbroek te voorkomen. Tussen het Wijffelterbroek en de Smeethof ligt de Enclave Ooms. Deze is in landbouwkundig gebruik. Het gebied wordt via perceelsloten ontwaterd naar het zuidwesten via de Oude Lossing (heel diep profiel, zie ook C-C'). Dit was tot 1939 de hoofdafwatering van het Bocholterbroek en voerde het water naar het zuidoosten af richting de Molenbeek (zie par. 2). Sinds 1939 wordt het water naar het noordwesten richting de Raam geleid. Ingeklemd tussen de Kettingdijk (de eerste zijtak van de Vetpeel) en de Bocholterweg ligt de zeer laaggelegen particuliere bosencave het Hertenkamp. Dit gebied wordt ontwaterd met een slotenstelsel.



Figuur 8 Hoogteligging en oppervlaktewaterhuishouding. Uit: Bell en van 't Hullenaar (2011)



#### Legenda

<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = zand, (matig) fijn tot (matig) grof, leemarm tot zwak lemig (Nuenen)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = sterk lemig zand / leem (Nuenen)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #fff9c4; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = zand, matig grof tot grof, leemarm (Veghel)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #d2b48c; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = veen</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f4a460; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = veen (diepgeploegd)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = sterk humeus zand / zandig veen</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #add8e6; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = water (situatie 16-3-2011)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = bodemopbouw onbekend</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px dashed black; margin-right: 5px;"></span> = oude maaiveld (voor afplaggen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Grondwaterspiegel in veenpakket (Singraven)</b></li> <li>- - - = grondwaterspiegel op 16/17 maart 2011 (bij benadering GVG)</li> <li>- · - · = grondwaterspiegel op 18/19 mei 2011 (bij benadering GLG)</li> <li><b>Grondwaterspiegel / stijghoogte in oppervlakkig zandpakket (Nuenen)</b></li> <li>···· = grondwaterspiegel / stijghoogte op 16/17 maart 2011 (bij benadering GVG)</li> <li>···· = grondwaterspiegel / stijghoogte op 18/19 mei 2011 (bij benadering GLG)</li> <li><b>Stijghoogte in grofzandige ondergrond (Veghel)</b></li> <li>- - - = stijghoogte op 16/17 maart 2011</li> <li>- · - · = stijghoogte op 18/19 mei 2011</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bo10    B38</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 100px; border-left: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = boorpunt / peilbuis</li> <li>M2      = code watermonster (monstername op 18/19 mei 2011)</li> <li>EGV=139 = Elektrisch Geleidings-Vermogen (= maat voor ionenrijkdom)</li> <li>Alk=1,18 = Alkaliniteit (meq/l)</li> <li>Cl=32    = Chlorideconcentratie (mg/l)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> = stromingsrichting van grondwater in het vroege voorjaar (dikte van pijl is indicatie voor stromingssterkte)</li> </ul>
---	---	--

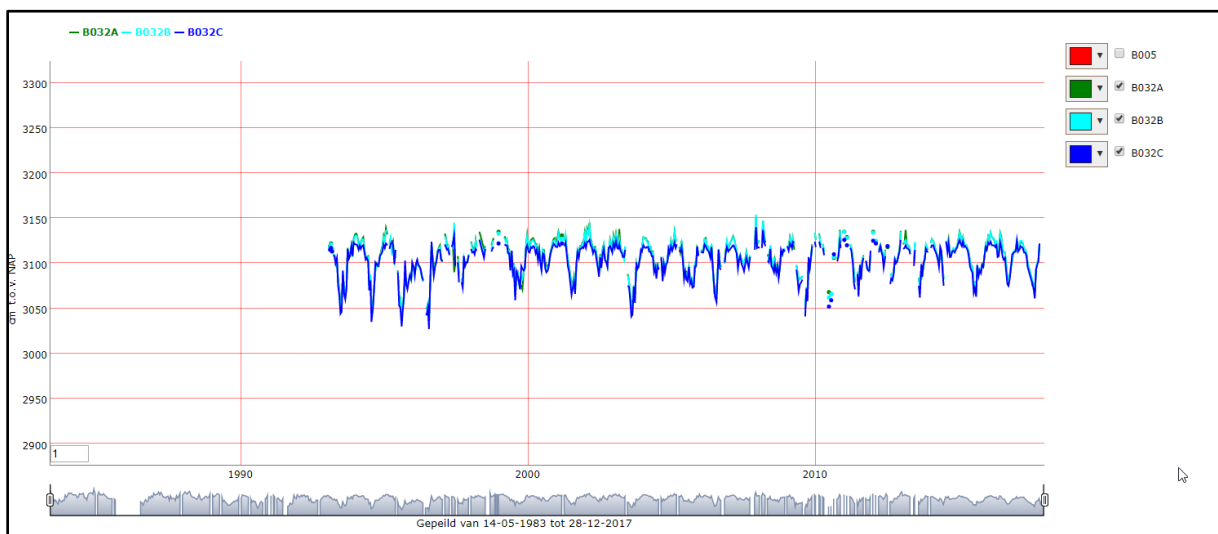
Figuur 9 Ecohydrologisch dwarsprofiel Wijffelterbroek  
 Hoogteliggng en oppervlaktewaterhuishouding. Uit: Bell en van 't Hullenaar (2011)

## 3.2 Geohydrologie & grondwaterkwaliteit

De ondergrond bestaat uit een goed doorlatend topsysteem van circa 5 à 6 meter dik, bestaande uit fijne tot matig grove zanden, met lagen fijn (sterk) lemig zand en leemlagen, en in de laaggelegen delen een oppervlakkig aanwezige veenlaag (Nuenen Groep, Formatie van Singraven). De lemige lagen kunnen lokaal voor wat weerstand zorgen maar hebben beperkte invloed op het gehele hydrologisch systeem. Er is dus sprake van een vrij goed doorlatende deklaag die in directe verbinding staat met een omvangrijke watervoerend pakket (grof zand met grind) van ca 165 m dik.

De regionale grondwaterstroming in het watervoerend pakket is oostelijk tot noord-oostelijk gericht. Op lokaal niveau is er grondwaterstroming vanuit het noord-westen (schoon grondwater uit zuidelijk deel van de Laurabossen) en vanuit het zuid-westen (antropogene beïnvloed grondwater uit zandruigen tussen de zijdalen in België). In het dal treedt sterke kwel op. Waarschijnlijk is het een mengsel van lokale (verblijftijd 10-15 jaar) en regionale kwel (verblijftijd 25-100 jaar). In het hoofddal neemt de bijdrage van regionale kwel toe van west naar oost en vanuit de noord en zuid-flank naar het midden. Hiermee samenhangend neemt ook de buffering van het water toe van zwak gebufferd naar matig gebufferd (alkaliniteit 1,3 meq/l). Op dit moment wordt het kwelwater vooral opgevangen door de sterk drainerende waterlopen, op de meeste plekken bereikt het de wortelzone niet.

In figuur 6 is dwarsprofiel C-C' over het Wijffelterbroek weergegeven. We zien dat alleen onder het Wijffelterbroek nog veen is overgebleven. Ten noorden van het Wijffelterbroek onder de gronden in het bezit van Ark zijn nog gediëppte veenresten aanwezig. In het dwarsprofiel worden de gemeten grondwaterstanden (voorjaars- en zomer) weergegeven. In het profiel is duidelijk het effect van de sterk drainerende waterlopen te zien op de opbolling en de kwelstromen. In het dwarsprofiel wordt via de pijlen de grondwaterstroming aangegeven.



Figuur 10 Grondwaterregime in meetpunt B32C in oostelijk deel Wijffelterbroek. Bron: Verbelco, Waterweb.

Figuur 10 geeft het grondwaterregime in het oostelijk deel van het Wijffelterbroek bij meetpunt B32. Te zien is dat de stijghoogte in de ondiepe peilbuis B32C permanent lager is dan de stijghoogte in de diepere buizen B32A en B32B. De grondwaterstand zakt hier dan ook slechts ondiep weg: in de periode na 2010 zakt de grondwaterstand niet verder weg dan tot 30,70 m +NAP, maar een paar decimeter lager dan de maaiveldshoogte van ca. 30.90 m +NAP in laagste delen van het Wijffelterbroek in de omgeving van de peilbuis.

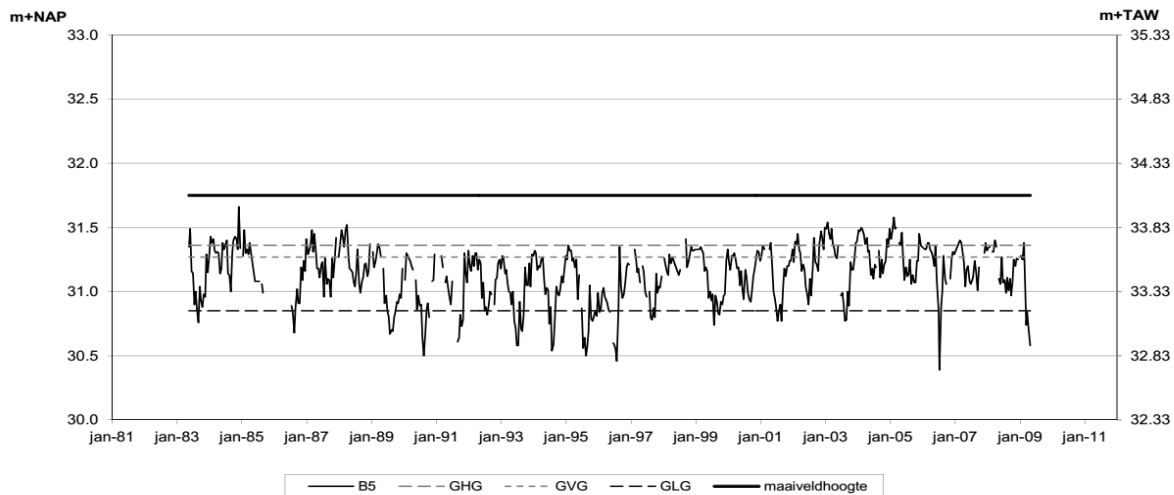
In de peilbuis ter hoogte van de Raam (B31) wordt niet alleen de hoogste kweldruk gevonden, maar ook het schoonste en meest gebufferde grondwater aangetroffen (alkaliniteit van 1,3 meq/l en chloride gehalten van 10 mg/l). Verder naar het zuiden neemt de antropogene beïnvloeding toe maar is het grondwater nog altijd gebufferd (alkaliniteit 1,2 meq/l). Ook onder de gronden van

stichting Ark ten noorden van de Raam (peilbuis B35) wordt gebufferd schoon grondwater gevonden (alkaliniteit 1,0 meq/l en lage chloridegehaltenes), ondanks de intensieve landbouw die hier heeft plaatsgevonden. Dit is waarschijnlijk te danken aan de voeding met schoon kwelwater. Zolang De Raam een laag peil heeft zal dit kwelwater de toplaag van de bodem waarschijnlijk niet bereiken.



*Kwelgevoede laagte tussen buis B31 en B32 in oostelijke deel broekbos met onder meer Elzenzegge, Pluimzegge en Grote boterbloem (ondergedoken bladen).*

Tussen peilbuis B31 en peilbuis B32 in dwarsprofiel C-C' bevindt zich een goed ontwikkeld deel van het broekbos (zie foto). Nabij peilbuis B18, dichtbij de rand van enclave Ooms ligt het OGOR meetpunt WB3. Deze laat een sterk antropogene invloed zien, met hoge gehalten aan chloride, sulfaat en calcium. De antropogene invloed lijkt in de tijd af te nemen. Nabij peilbuis B31 ligt OGOR meetpunt WB2. De kwaliteit van het water is hier goed (volgens de OGOR interpretatie) maar minder goed dan gemeten in peilbuis B35. Hier worden sinds eind 2008 hoge ortho-fosfaatgehaltenes gemeten (0,2 - 0,26 mg P/l), mogelijk als gevolg van uitspoeling van meststoffen vanuit de aangrenzende landbouwgronden.



Figuur 11 Grondwaterstandregime in meetpunt B5 in westelijk deel Wijffelterbroek. Bron: Bell en van 't Hullenaar (2011).

Figuur 11 toont het grondwaterregime bij meetpunt B5 in het westelijke deel van het Wijffelterbroek. Te zien is dat na herstelingsrepen eind jaren 90 van de vorige eeuw de grondwaterstandsfluctuatie is afgenomen, maar dat de GLG ook in de periode 1997-2009 nog regelmatig wegzakt tot meer dan een halve meter onder het maaiveld in de laagste delen in dit deel van het Wijffelterbroek (ca. 31.40 m +NAP op basis van AHN2). In meer recente peilbuisgegevens (niet afgebeeld) is er vanaf februari 2014 sprake van een daling van de grondwaterstand. De daling is zo abrupt dat het waarschijnlijk gaat om een meetfout. Omdat geen diepe peilbuis beschikbaar is, valt niet aan te geven of hier sprake is van kwel of infiltratie.

### 3.3 Ecologie

Het laaggelegen (oostelijke) deel van het Wijffelterbroek is nog altijd redelijk goed ontwikkeld: er is hier een Elzenzegge-Elzenbroekbos aanwezig met soorten als Elzenzegge, Grote boterbloem en Dotterbloem. Deze gunstige situatie is te danken aan de diepe kwel: ondanks de sterk drainerende werking van de waterlopen op de grenzen van het natuurgebied (met name De Raam) is het kwelwater in staat de wortelzone van de vegetatie in de laagst gelegen delen van het broekbos te bereiken, waardoor niet alleen gebufferde omstandigheden aanwezig zijn, maar voorkomen wordt dat de grondwaterstand in de zomer te ver beneden maaiveld wegzakt. De minder laag gelegen delen en de randen van het Wijffelterbroek zijn echter minder goed ontwikkeld. Vanwege het te snel en ver wegzakken van de grondwaterstand treedt hier in de zomer veraarding van de toplaag van de veenbodem op. Als gevolg van de daarbij vrijkomende voedingsstoffen komen in de kruidlaag veel droogteresistente en relatief voedselminnende soorten voor, zoals Moeraszegge, Hennegrass, Riet en Rietgras.

De gronden ten noorden van de Raam en Vetpeel (Wijffelterbroek noord) zijn als gevolg van voormalige landbouwgebruik nog zeer voedselrijk en op veel plekken komt Pitrus voor. In de hooilanden van Natuurmonumenten die al wat langer in natuurbeheer zijn worden door Jansen (2013) ook soorten als gewone dotterbloem, zompzegge, snavelzegge en heidekartelblad genoemd, maar hoe algemeen deze voorkomen is niet duidelijk.

### 3.4 Knelpunten

Wat we zien zijn uitgestrekte gebieden waarin vernatting plaats kan vinden of plaatsvindt, waarin op sommige plekken functies, waterlopen of kunstwerken zijn die een aanzienlijke drooglegging (ver)eisen of veroorzaken. De verschillende deelgebieden zijn niet of slecht met elkaar verbonden. Een groot deel van het (schone) oppervlaktewater wordt niet vastgehouden in het gebied. Het

stroomt versneld door diep ingesneden beeklopen het gebied uit. Ook een groot deel van de kwel wordt afgevangen door de beeklopen.

De belangrijkste ecologische knelpunten in het gebied zijn dat het kwelwater de wortelzone niet bereikt, en dat grondwaterstanden in de zomer te ver wegzakken als gevolg van te diepe drainage. Door het wegzakken van grondwaterstanden vindt er in gebieden waar veen aanwezig is veraarding plaats en komen voedingstoffen versneld vrij. Daarnaast vormt een te voedselrijke bodem (fosfaat), toevoer van vervuild beekwater (fosfaat) en mogelijk ook toevoer van antropogeen beïnvloed grondwater (sulfaat, chloride) op veel plekken een knelpunt om een situatie van matig voedselrijke omstandigheden te bereiken.



*Ondergroei van Rietgras in relatief sterk verdroogde westelijke deel van het Wijffelterbroek*

## 4 Plannen voor Wijffelterbroek als onderdeel klimaatbuffer

Het Wijffelterbroek maakt deel uit van de Klimaatbuffer Wijffelterbroek en Vetpeel waarvoor door Bureau Kurstjens (Bureau Kurstjens, 2017) een (ontwerp) herinrichtingsplan is geschreven. De hoofdoelstelling is "de ontwikkeling van een klimaatbuffer in de vorm van een hoogwaardig natuur- en moerasgebied onder invloed van kwel- en regenwater met ruimte voor spontane vegetatieontwikkeling richting natte broekbossen (elzen- en berkenbroek, groot zeggenmoeras, rietmoeras, zwakgebufferde vennen en andere kwelgebonden begroeiing). De klimaatbuffer zorgt voor het afkoppelen en bufferen van schoon kwel- en regenwater en zal bijdragen aan het verminderen van afvoerpieken op (het stroomgebied van) de Tungelroyse Beek bij een normale neerslagcyclus".



Adviesbureau, Z.U.V.

In het inrichtingsplan (Kurstjens 2017) worden (onder meer) de volgende ingrepen genoemd:

- Graven nieuwe primaire waterloop aan noordzijde van het Wijffelterbroek (donkerpaars aangegeven in Figuur 12);
- Dempen Raam, benedenloop Vetpeel, bovenloop Eerste Zijtak), benedenloop Tweede Zijtak, Vetpeelossing (paarse lijnen in Figuur 12);
- Dempen alle kleine slootjes en greppels in het plangebied Wijffelterbroek-Vetpeel;
- Aanleg van ondiepe, nieuwe loop tot aan laagte in Wijffelterbroek (ca. 200m) (zie oranje pijl aan NW-zijde Wijffelterbroek);
- Aanbrengen van onderbemaling t.b.v. Hertenkamp;

- Aanbrengen van sifon (met twee buizen) onder de Nieuwe Raam in aansluiting op de bestaande duiker onder de Bocholterweg

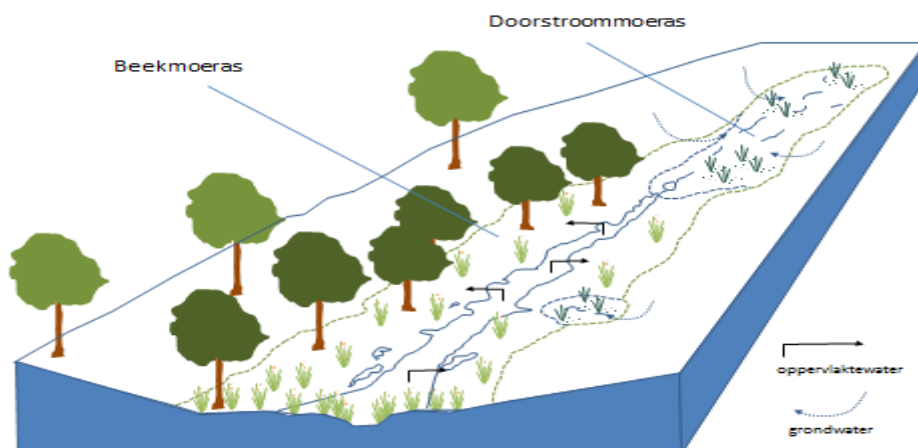
Aan de westzijde van de Bocholterweg wordt een bestaande sloot verbreed om soms vervuild water uit het gebied Kettingdijk-zuid af te voeren (oranje streepje ten westen van Bocholterweg, zie ook Figuur **15** en bijbehorende toelichting in tekst). Aan de oostzijde van het gebied is bij de brug Pruiskes weg een kade met klepduiker gepland. Via de klepduiker (oranje pijltje aan oostzijde plangebied in Figuur 9) kan het water uit de Wijffelterbroek worden afgelaten op de Raam.

De ingrepen zijn er op gericht om het minder schone water uit België te scheiden van het schone water dat afkomstig is uit het Kettingdijkgebied. Het minder schone water wordt via de Nieuwe Raam omgeleid naar de Tungelrooijse Beek. Het schone water uit het Kettingdijkgebied, bestaande uit een mengsel van grond- en regenwater, wordt samen met onderbemalingswater van de hertenkamp via de sifon onder de Nieuwe Raam doorgeleid en ingelaten in het Wijffelterbroek (oranje pijl in Figuur **12**). Daar moet het dienen als basis voor de ontwikkeling van een doorstroommoeras/beekmoeras in het bestaande broekbos. In de volgende paragraaf wordt aangegeven aan welke voorwaarden moet worden voldaan om een dergelijk systeemtype in optimale vorm te ontwikkelen, en wordt ingegaan op de vraag in hoeverre met de nu geplande inrichtingsmaatregelen aan deze voorwaarden wordt voldaan.

# 5 Ontwikkelingsmogelijkheden doorstroommoeras/beekmoeras in Wijffelterbroek

## 5.1 Eigenschappen doorstroommoerassen en beekmoerassen

Doelstelling is om in het Wijffelterbroek een doorstroommoeras en/of beekmoeras te ontwikkelen. Belangrijkste kenmerk van beide moerastypen is dat het gaat om diffuse afvoersystemen waarin het water een aanzienlijk deel van het jaar over maaiveld stroomt. Een duidelijke onderscheid tussen land en water ontbreekt en vaak ontbreekt ook een duidelijke stroomgeul. Diffuse afvoersystemen komen van nature voor op plekken met een gering verhang en een constante en gelijkmatige aanvoer van water. Hoe de vegetatie er uitziet en welke soorten voorkomen hangt erg af van de herkomst van het water. In de OBN studie 'Integraal natuurherstel in beekdalen' (Verdonschot et al 2017) worden verschillende typen diffuse afvoersystemen onderscheiden, afhankelijk van de ligging in het landschap en de herkomst van het water. Op plekken die vooral worden gevoed door grondwater ontstaan tamelijk voedselarme en goed gebufferde doorstroommoerassen en -venen. Deze worden gekenmerkt door de aanwezigheid van kleine zeggen en veel mossen, waaronder 'bruinmossen', slaapmossen met een vaak bruine of gele kleuring die kenmerkend zijn voor door grondwateraanvoer permanent natte voedselarme en gebufferde plekken. Hiertoe horen veel soorten die in Nederland zeer zeldzaam zijn geworden of zijn uitgestorven. Dergelijke grondwatergevoede systemen komen van nature vooral voor in de oorspronggebieden van beken en aan de flanken van beek- en rivierdalen. Ze komen overeen met *Durchströmingsmoore* uit de indeling van venen en veenvormende systemen in Europa door Sucov en Joosten (2001) en worden in navolging daarvan in de OBN-studie aangeduid als *doorstroommoerassen* (Figuur 13).



Figuur 13 Indeling diffuse afvoersystemen naar herkomst water. Uit: Verdonschot et al. 2017.

Op plekken met permanente of regelmatige overstroming of doorstroming van oppervlaktewater ontstaan voedselminnende en relatief productieve vegetaties, zoals elzen- en wilgenbroekbossen, grote-zeggenvegetaties en moerasruigtes met riet en biezen. Kort na de ijstijd kwamen in de meeste van de huidige beekdalen dergelijke moerassen voor waarin op grote schaal veenvorming

plaats vond. Een echte beekloop ontbrak vaak, en waar deze wel aanwezig was ging het om ondiepe stroomgeulen. Als gevolg van ontbossing en ontginning en een toegenomen oppervlaktewaterafvoer werden deze moerassystemen in zuid-Nederland al snel vervangen door beekdalen met meanderende beken en oeverwallen zoals we die nu kennen. In noord-Nederland (Drentse Aa en Reest) ging de veenvorming nog door tot in de Middeleeuwen. Qua vegetatie en grondwaterregime leken de oorspronkelijke beekdalmoerassen veel op de door Sucof en Joosten (2001) beschreven Überflutungsmoore, met als belangrijkste afwijking dat onder deze noemer door de auteurs alleen 'moderne' beekdal- en riviersystemen worden beschreven waarin al wel een duidelijke beekloop aanwezig is. In de OBN-studie worden door oppervlaktewater gevoede diffuse afvoersystemen zonder duidelijk beekloop aangeduid als *beekmoerassen* (Figuur 13).

In Nederland wordt de term doorstroommoerassen meestal gebruikt als verzamelterm voor alle diffuse afvoersystemen, ongeacht of het gaat om door grondwater gevoede systemen of door oppervlaktewater (en meestal ook grondwater) gevoede systemen. Zoals hiervoor aangegeven is dit onderscheid wel zeer bepalend voor de hydrologie, nutriëntencyclus en soortensamenstelling en wordt daarom in dit advies wel onderscheid gemaakt tussen beide typen systemen. Vraag is welk type diffuus afvoer systeem het meest natuurlijk en/of het meest gewenst is in het Wijffelterbroek en omgeving.

In het Kettingdijkgebied vormt een door grondwater gevoed doorstroommoeras de meest logische referentie én het streefbeeld. Het gaat om een laaggelegen gebied gevoed door grondwater vanuit aangrenzende hoger gelegen gebieden, en qua landsschappelijke ligging en hydrologie hoort een grondwater gevoed doorstroommoeras hier van nature het meeste thuis (zie Figuur 13). Zoals aangegeven door Jansen (2013) zal waarschijnlijk niet het hele Kettingdijkgebied in het verleden hebben bestaan uit een grondwater gevoed doorstroommoeras, maar is waarschijnlijk sprake geweest van een gradiënt van regenwater gevoede zure systemen aan de westzijde van het gebied naar meer grondwater gebufferde systemen aan de oostzijde van het gebied.

Voor het Wijffelterbroek is het minder eenduidig wat hier het meest passende referentie- en streefbeeld is. Waarschijnlijk is hier vóór de ontginning van de Bocholterbroek sprake geweest van een grondwater gevoed doorstroomsysteem waarin hooguit periodiek oppervlakkige afvoer van water plaatsvond, en waarbij water op de ene plek uittrad om na oppervlakkige doorstroming op een ander plek weer te infiltreren. Wel zal door de meer benedenstroomse ligging ten opzichte van het Kettingdijkgebied sprake zijn geweest van iets voedselrijkere (mesotrofe) en meer permanente natte omstandigheden. Door water in te laten uit het Kettingdijkgebied bestaat de mogelijkheid om hier een diffuus afvoersysteem te laten ontstaan dat qua functioneren meer lijkt op een beekmoeras. Of de ontwikkeling daadwerkelijk in die richting zal gaan, hangt mede af van de inrichting van het gebied. Op basis van de OBN studie door Verdonchot et al. (2017) kunnen de volgende voorwaarden worden gesteld aan een meer natuurlijk beekmoeras:

- beperkt verhang en ontbreken drainagemiddelen
- geringe dynamiek, gelijkmatige aanvoer van oppervlaktewater
- voeding door schoon oppervlaktewater en grondwater

In de volgende paragraaf wordt ingegaan op de vraag in hoeverre aan deze voorwaarden wordt voldaan bij de geplande herinrichting, en zo nee, op welke punten aanpassingen nodig zijn.

## 5.2 Inrichting en mogelijke knelpunten bij inrichting

Natuurlijke hoogtes en verhoogd aangelegde smokkelpaden vormen met name in het westelijke deel van de Wijffelterbroek een belemmering voor de vrije afvoer van water door het broekbos. Figuur 14 geeft een beeld op welke punten hoogtes en dijkjes doorgraven zouden dienen te worden om een vrije doorstroming door het gebied mogelijk te maken. Daarbij is er vanuit gegaan dat idealiter de waterafvoer zo veel mogelijk de laagste delen van het broekbos volgt. Om stagnatie van regenwater te voorkomen dient het regenwater en uittredend grondwater in staat te zijn vanuit de hogere gelegen zuidelijke delen af te stromen richting de waterafvoer. De dunne gestippelde lijntjes in de figuur geven een beeld in welke richting het water moet kunnen afstromen. Of er voldoende afstroming optreedt kan na inrichting worden bekeken en waar nodig met beperkte maatregelen (graven ondiepe sleufjes met de schop) worden verholpen.

Onduidelijk is nog hoe waterafvoer het beste kan plaatsvinden in het oostelijke deel van het Wijffelterbroek.

1. Bij de nu geplande herinrichting gaat afvoer plaatsvinden via een klepduiker bij de brug Pruiskesweg, en ligt een afvoer via het laagst gelegen deel van het Kwaoj Gaat voor de

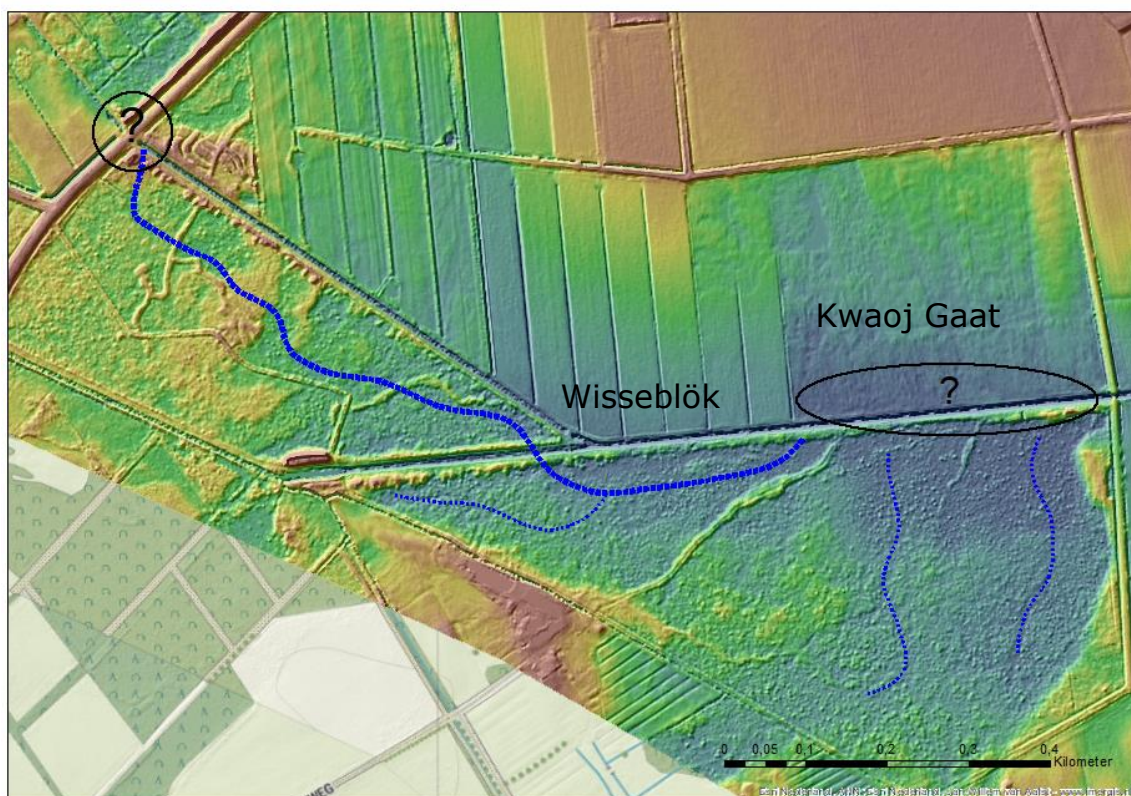
hand (optie 1 in Figuur 14 onder). Aandachtspunt in deze optie is dan wel dat het fosfaatrijke water dat de komende decennia naar verwachting nog zal blijven afstromen vanaf de voormalige landbouwgronden niet doordringt in het aangrenzende deel van het Wijffelterbroek. Met name moet voorkomen dat fosfaatrijk water langdurig stagneert in dit deel van het broekbos. Zo lang er voldoende oppervlakkige afstroming is van schoon grondwater vanuit het Wijffelterbroek naar het Kwaoj Gaat, en het water vanuit het Kwaoj Gaat weer oppervlakkig kan doorstromen richting de Raam, is het risico op eutrofiering in het Wijffelterbroek (en op hypertrofiering het aangrenzende deel van Kwaoj Gaat) gering.

2. Voor de toekomst wordt in het herinrichtingsplan de wens uitgesproken om het schone water uit de Wijffelterbroek via de Raamweiden oostwaarts te voeren. In dat geval zou het logisch zijn om het water door het Wijffelterbroek te leiden en via een duiker onder de Pruiskesweg in te laten in de Raamweide zuid (optie 2 in Figuur 14 onder). Vraag is of op dat moment het water dat wordt afgevoerd uit de voormalige landbouwgronden al schoon genoeg is om door de Wijffelterbroek te leiden. Dat hangt er van af hoe ver in de tijd die die 'toekomst' ligt en hoe groot de nalevering van fosfaat uit de bodem dan is. Mocht het water nog te voedselrijk zijn om door het Wijffelterbroek te leiden dan moet het alsnog via een andere route worden afgevoerd naar de Raam of naar de Raamweide.
3. Een derde optie (niet aangegeven in Figuur 14 onder) is om het schone water dat via de Kettingdijk en Wijffelterbroek-zuid afstroomt al direct door de Raamweide te leiden, en het water dat afstroomt vanaf de voormalige landbouwgronden voorlopig (tot het water schoon genoeg is) een gescheiden afvoer te geven richting de Raam.

Welke oplossing wordt gekozen hangt mede af van de verdere inrichting van de gebieden die nu in eigendom zijn van ARK. Gezien de vele onzekerheden over de toekomstige inrichting en beheer van de Kempen Broek lijkt de derde optie het meest veilige, omdat deze de ruimte biedt om de inrichting en het waterbeheer aan te passen aan veranderende omstandigheden en inzichten.

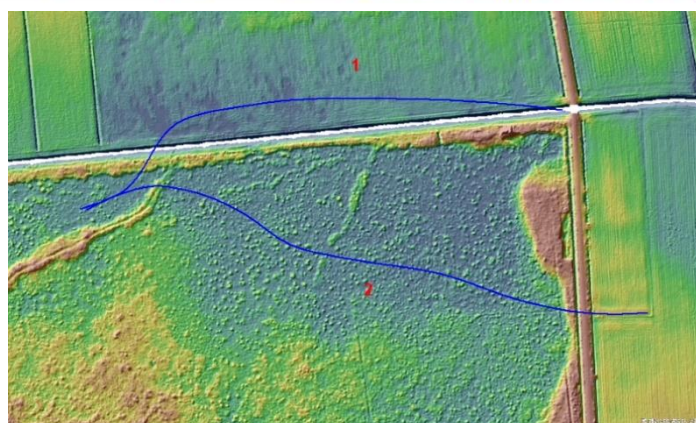
Een complicerende factor is dat in het Wijffelterbroek-noord nog plannen zijn voor verder afgraving, waarbij van het oostelijk deel van het Kwaoj Gaat de restant bouwvoor wordt verwijderd en van het westelijk deel de bouwvoor (circa 30-40 cm) wordt afgegraven. Het gevolg van beide afgravingen is dat het maaiveld onder de laagste delen van het ten zuiden van de Raam gelegen Wijffelterbroek, komen te liggen. Hierdoor zullen deze ingrepen effect hebben op het bestaande broekbos en op de mogelijkheden voor verdere inrichting van het gebied beperken.

Een deel van het afgegraven gebied zal circa 15-20 cm onder het maaiveld komen te liggen ten opzichte van het laagste deel van de Wijffelterbroek. Hierdoor zal het afgegraven gebied een drainerende werking gaan hebben. Door opzetten van de peilen zou wel het drainerende effect kunnen worden verminderd maar treedt stagnatie van water. Het lage gebiedsdeel zal zich vullen met water waardoor een eutrofe plas ontstaat omdat de voedingsstoffen uit de Raam deze laagte bij inundaties zal verrijken. Dit leidt tot eutrofiëringsproblemen als gevolg van stilstaand water en het oefent een aantrekking uit op ganzen die de plas verder verrijken. Daarnaast zijn dergelijke plassen oneigenlijk in een van nature doorstroommoerasgebied.



**Figuur 14 Boven:** Mogelijke loop (oppervlakkige) waterafvoer door Wijffelterbroek vanaf het beoogde inlaatpunt langs de Bocholterweg. Dikke blauwe lijn: mogelijke tracé hoofdafvoer, dunne lijnen routes waarlangs afstroming van uittredend grondwater te verwachten is en mogelijk moet blijven na herinrichting. Vraagtekens geven plekken aan waar nog vragen zijn over de gewenste herinrichting.

**Links:** opties afvoer water uit de Wijffelterbroek naar de Raam. Uitleg: zie tekst.



Een ander mogelijk knelpunt vormt de passage bij de Bocholterweg. De opzet is dat schoon water uit de slenk in Kettingdijk noord wordt ingelaten in het Wijffelterbroek. De opzet is dat het water eerst langs de Bocholterweg wordt geleid en vervolgens door de bestaande duiker van de Vetpeel onder de Bocholterweg door wordt geleiden. Via een nog aan te leggen sifon wordt het water vervolgens onder de Nieuwe Raam doorgeleid (Figuur 15). Omdat het noordelijker gelegen Hertenkamp wel goed ontwaterd dient te blijven worden, wordt een onderbemaling aangebracht waarbij het water uit de hertenkamp wordt uitgeslagen op de waterafvoer vanuit de Kettingdijk noord.



Figuur 15 Voorziene waterafvoer uit Kettingdijkgebied afgeleid uit ontwerp Herinrichtingsplan.



Waterafvoer vanuit Kettingdijk noord



Wat uit deze beschrijving niet duidelijk wordt is of het waterpeil bij de inlaat van de sifon -en daarmee de waterdruk in de sifon voldoende hoog is om water in te kunnen laten in het Wijffelterbroek. Uitgaand van een beekmoeras waarin water oppervlakkig wordt afgevoerd door laagtes in het terrein zou het waterpeil bij de uitlaat van de sifon ongeveer gelijk moeten zijn aan het maaiveld in de laagste delen van het Wijffelterbroek nabij het inlaatpunt. Dat is in principe goed mogelijk: het peil van de schoonwaterafvoer vanuit de slenk in Kettingdijk-zuid bij peilschaal S52 ligt gemiddeld op 31.46 m + NAP (Tabel 1) , wat goed aansluit op het maaiveld in de laagste delen van het aangrenzende Wijffelterbroek (volgens AHN2 op ca 31.40 m +NAP, met als kanttekening dat AHN in broekbossen niet altijd even betrouwbaar is).

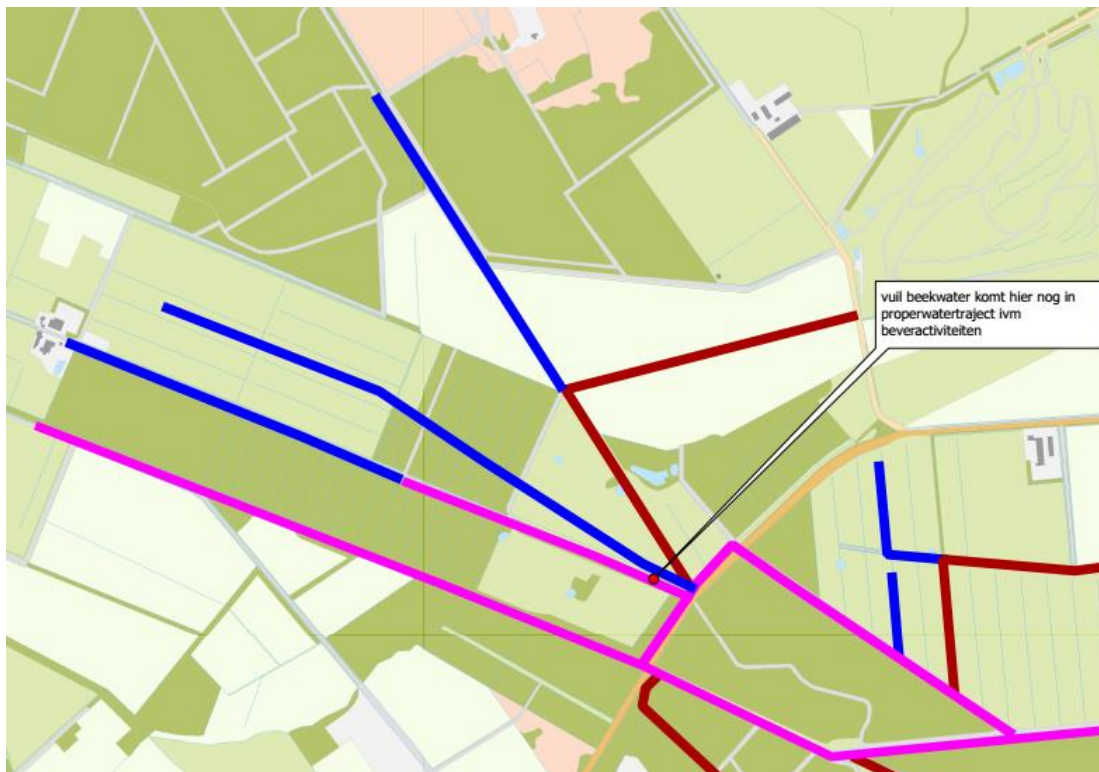
*Peilschaal S52 bij afvoerpunt water uit Kettingdijk noord.*

*Tabel 1 Gegevens peilschalen Kettingdijk en Vetpeel. Voor ligging meetpunten zie figuur 8*

Meetpunt	Ligging	Hoogte + NAP	
		Waterbodem	Peil gem.
SO52	schoonwaterafvoer Kettingdijk noord	31.15	31.46
SO51	bermsloot Kettingdijk zuid	30.95	31.10
S008	Vetpeel kort voor samenkomst Raam	30.04	30.59

Of bij de beoogde inrichting kan worden voldaan aan vereiste inlaathoogte in het Wijffelterbroek van 31.40 m +NAP is onduidelijk. De volgende alinea uit het hydrologische modelonderzoek (LWRO 2017) doet wel twijfels rijzen of bij de ontwerp-inrichting wel voldoende rekening is gehouden met de specifieke vereisten voor waterinlaat in de Wijffelterbroek. Hierin wordt namelijk nog uitgegaan van een waterafvoer via de grotendeels gedempte Vetpeel:

“Het schetsontwerp waarbij de syphon uitmondt in een korte waterloop en het water van daaruit zelf naar de Pruiskesweg moet gaan stromen, leidt slechts in beperkte mate tot het vullen van de laagte in het westelijk deel van het Wijffelterbroek. De oorzaak hiervoor is dat het huidige maaiveld van het Wijffelterbroek in het westen te hoog (> ca 31.50 m+NAP) is gelegen. Hierdoor is er een preferente stroming in de laagten waar de (dan) gedempte Vetpeel en de Raam hebben gelegen. Dit staat los van de dimensies die worden gekozen voor de laagten. Door de continue hoge waterstanden zal infiltratie vanuit het oppervlaktewater optreden en zal de grondwaterstand in de omgeving ook permanent hoog zijn hetgeen gunstig is voor het natuurgebied. Daar is de herinrichting tenslotte voor bedoeld! Hoe hoog de grondwaterstanden precies zullen worden is alleen met een grondwatermodel te berekenen.”



*Figuur 16 Kwaliteit waterstromen in huidige situatie. Blauw: schoon regenwater en kwel  
Bruin: door uitspoeling uit (voormalig) landbouwgronden aangerijkt regenwater en kwel  
Roze: beekwater en door beekwater beïnvloed regenwater en kwel. Als gevolg van  
beveractiviteiten stroomt nu een deel van het beekwater uit de Émissaire af via bermsloot  
zuidelijk van de Kettingdijk.*

### 5.3 Grondwatervoeding

Voorwaarde voor een goed ontwikkeld doorstroomsysteem is dat kweldruk voldoende is om er voor te zorgen dat het doorstroomsysteem gedurende een groot deel van het jaar wordt gevoed door uittredend grondwater zodat wordt voorkomen dat het doorstromende oppervlaktewater infiltreert. In het oostelijk deel van het Wijffelterbroek wordt hier na demping van de Raam vrijwel zeker aan voldaan: In delen van het broekbos is nu al sprake van langdurige grondwateraanvoer naar de laagste delen (zie par. 3). Wanneer ook aan de zuidzijde van het gebied in de enclave Ooms en Smeetshof maatregelen worden genomen zal de oppervlakte waarover kwel optreedt naar verwachting sterk toenemen. Uit de studie door Bell Hullenaar blijkt dat met name de Oude Lossing een sterk drainerende werking heeft, en verondieping of dempen van deze lossing zal de grondwatervoeding vanuit dit gebied sterk doen toenemen.

In het westelijke deel van het Wijffelterbroek is in de huidige situatie tenminste in een deel van het broekbos sprake van overheersende infiltrerende omstandigheden. Het is echter waarschijnlijk dat ook hier na demping van de Vetpeel sprake zal zijn van permanent of langdurige grondwateraanvoer naar de laagste delen. Op basis van berekeningen met het model Ibrahim door Waterschap Peel en Maasvallei zou in het betreffende deel van het Wijffelterbroek een stijging van de GLG met 3 à 4 dm te verwachten zijn (Kurstjens Adviesbureau, 2017). Bij een dergelijke stijging van de GLG is het uiterst onwaarschijnlijk dat nog langdurig infiltratie van aangevoerd oppervlaktewater kan plaatsvinden. Daarbij moet de kanttekening worden gemaakt dat het gebruikte model met name in natuurgebieden niet voldoende gedetailleerd is om op lokaal niveau uitspraken te doen over te verwachten effecten. Met name in het meest westelijke deel grenzend aan de Bocholterweg zijn lokaal infiltrerende omstandigheden te verwachten als gevolg van drainage door de Nieuwe Raam. Hoe ver de drainerende werking van de Nieuwe Raam reikt valt niet aan te geven. Dat is mede afhankelijk van de wijze van inrichting (diepte en wel of niet aanbrengen bentoniet).

## 5.4 Oppervlaktewatervoeding en waterkwaliteit

Een van de voorwaarden voor de ontwikkeling van een beekmoeras is dat er een permanente dan wel vrijwel permanente afvoer van schoon oppervlaktewater plaats vindt. In de huidige plannen is het de bedoeling voor de doorstroming van het Wijffelterbroek gebruik te maken van water uit de Kettingdijk noord. Het water dat in de Kettingdijk noord in de moeraszone over het maaiveld afstroomt heeft een lage alkaliniteit en lijkt een goede kwaliteit te hebben (op basis mond. mededeling G. Bollen en het voorkomen van soorten als Duizendknoopfonteinkruid en Veldrus in en langs de afvoerloop). Uit bodemonderzoek (van Mullekom & Smolders, 2011; Bell & van 't Hullenaar, 2013) blijkt dat de bodem op veel plaatsen in het gebied hoge gehalten aan ijzer en calcium bevat en daarmee fosfaat sterk kan vastleggen. Op plekken waar de fosfaatbeschikbaarheid in de bodem hoog is kan deze verklaard worden door (voormalig) landbouwkundig gebruik en veraarding van veen. Op plekken in Kettingdijk waar de fosfaatbeschikbaarheid in de zode hoog was (hoge Olson-P gehalten), is de zode voor een groot deel verwijderd. Gezien de beperkte fosfaatbeschikbaarheid in de bovengrond, de goede bindingscapaciteit van de bodem in combinatie met hoge retentiepotentie (zie tekstbox 'Retentie van stoffen') zijn er geen redenen voor zorgen over de kwaliteit van het water uit de Kettingdijk noord.

Vraag is wel of de aanvoer vanuit de Kettingdijk-noord voldoende is voor de beoogde permanente of vrijwel permanente doorstroming van het Wijffelterbroek. Tijdens een veldbezoek aan het gebied tijdens een zeer natte periode (30 januari 2018) kon worden waargenomen dat de meeste afvoer uit het gebied plaats vond via de bermsloot aan de zuidkant van de Kettingdijk, en slechts een beperkt deel via de slenk in Kettingdijk-noord. Hoewel de Kettingdijk noord het merendeel van het jaar water afvoert (mond. med. Gaby Bollen) is het de vraag of dit voldoende is om het Wijffelterbroek gedurende het hele jaar te voorzien van doorstromend oppervlaktewater. Wat betreft de waterkwantiteit zou het wenselijk zijn om ook van het water uit Kettingdijk zuid gebruik te kunnen maken.

Omdat het water uit de Kettingdijk zuid als gevolg van beveractiviteiten vermengd wordt met oppervlaktewater uit de Émissaire is besloten om dit water niet in te laten in het Wijffelterbroek maar via de de (uit te diepen) bermsloot westelijk van de Bocholterweg (Figuur 15) terug te voeren naar de Émissaire. Het is niet duidelijk of de waterkwaliteit inderdaad zo slecht is dat het nodig is het af te voeren uit het gebied. Omdat het water nauwelijks zwevend materiaal heeft lijkt het risico op eutrofiëring bij doorstroming van het Wijffelterbroek beperkt. Mits er geen infiltratie optreedt en er voldoende doorstroming is zullen de meeste nutriënten het gebied weer verlaten. Vanwege de kweldruk is de verwachting dat eenmaal in het Wijffelterbroek het oppervlaktewater niet of nauwelijks zal infiltreren in de bodem en in plaats daarvan zal worden aangevuld met regen- en kwelwater uit het gebied. Wel kunnen de in de waterloop zelf opgeloste voedingsstoffen leiden tot een toename van voedselminnende en productieve moerassoorten.

## **Retentie van stoffen**

We spreken van retentie als stoffen worden omgezet of gebonden in het watersysteem. Retentie van stoffen is geen sturende factor waar in het Wijffelterbroek gebied primair op ingezet wordt. Aandacht voor retentie van stoffen bij de herinrichting kan de effectiviteit van maatregelen wel vergroten en kan ook inzicht geven in de verwachte impact van maatregelen. Door retentie zal de concentratie van stoffen in het water afnemen. Lokaal kan het ook leiden tot ophoping van stoffen en eutrofiering (Schipper et al 2006; De Klein, 2008). De retentie is een maat voor de verwijdering in % van de totale input. De retentie kan oplopen tot wel 70 of 80% in stroomgebieden in laagland. Het belangrijkste verwijderingsproces voor stikstof is denitrificatie. Voor fosfor is dit binding en bezinking, met andere woorden verwijdering uit het water maar vastlegging in de bodem of afzet op de oevers van het watersysteem. De retentie is afhankelijk van input en verblijftijd en is omgekeerd afhankelijk van de inverse maat van de verblijftijd  $Q/SW$ . Waarbij  $Q$  het debiet voorstelt en  $SW$  staat voor "surface water" en wordt uitgedrukt in het areaal aangetakt oppervlaktewater in het stroomgebied.

Bij hoge fosfaatlasten ten opzichte van bindende stoffen en/of deeltjes kan de bodem op termijn haar opslagcapaciteit verliezen. Natuurlijk zal ook rekening gehouden moeten worden met de gewenste voedselrijkdom in het doorstroomde gebied of doorstroomde deelgebieden. Om grenswaarden voor deze aanvoer te bepalen is een systeemanalyse nodig.

Er is dus sprake van meer retentie als het debiet in verhouding tot het areaal oppervlaktewater afneemt. Dit kan door het drainage en riviernetwerk te vergroten, of door aanleg of aankoppeling van meren, plassen, overstromings- of moeraszones, nevengeulen of natte bufferstroken. In het gebied Kettingdijk is als gevolg van de recente natuurontwikkeling de  $Q/SW$  verhouding sterk afgenomen en bij demping van de Raam en Vetpeel zal de  $Q/SW$  verhouding verder afnemen, en de retentiepotentie in het Wijffelterbroekgebied zal dus ook sterk toenemen. In beide gebieden zijn dus hoge potenties voor de retentie van stoffen.

De graslanden ten noorden van het Wijffelterbroek zijn voormalige landbouwgronden. In een deel van deze graslanden (Kwoaj Gaat) is de fosfaatrijke zode verwijderd. In een ander deel van de graslanden (Wisseblök) is er nog een zode aanwezig met naar verwachting een hoge fosfaatbeschikbaarheid. Deze landbouwgronden hebben op dit moment nog een te hoge voedselrijkdom. Onder natte omstandigheden kan regen en kwelwater aangereikt worden met fosfaat uit de fosfaatrijke bovengrond. Zo lang dit water kan afstromen naar de laagste delen van het terrein en vandaar wordt afgevoerd naar de Raam zijn er weinig eutrofiëringsproblemen te verwachten en zal met het water bovendien een aanzienlijk deel van het fosfaat vanzelf afgevoerd worden. Langdurige inundatie en ontstaan van permanent anaerobe condities zal in deze gronden echter moeten worden voorkomen omdat dit kan leiden tot mobilisatie van fosfaat en het ontstaan van zeer eutrofe condities. Dit zou kunnen gebeuren bij het graven van poelen en plassen in het gebied. Plassen zijn oneigenlijke elementen in een beekmoerasgebied. Daarnaast hebben ze een aantrekkingskracht op onder andere ganzen. Verlanding van dergelijke plassen verloopt zeer langzaam. Dit betekent dat ontwikkeling tot moeras lang zal duren.

## 5.5 Conclusies

Op basis van het voorgaande kan worden geconcludeerd dat het bij een juiste inrichting van het gebied goed mogelijk is om hier een diffuus afvoersysteem te ontwikkelen, met een geleidelijke gradiënt van regenwatergevoede systemen in het westelijk deel van het Kettingdijkgebied, naar grondwatergevoede systemen in het oostelijke deel van het Kettingdijkgebied, naar een door grondwater én oppervlaktewater gevoed systeem in het Wijffelterbroek. Na herinrichting is het zeer waarschijnlijk dat in het merendeel van het Wijffelterbroek sprake zal zijn van permanente of vrijwel permanente grondwateraanvoer naar de laagste delen, en ook lijkt de kwaliteit van het in te laten water uit de Kettingdijk-Noord ruim voldoende.

Tegelijkertijd moet worden geconstateerd dat er een aantal mogelijke knelpunten zijn ten aanzien van de inrichting van het gebied die moeten worden weggenomen wil de ambitie voor een meer natuurlijke doorstroomsysteem in de Wijffelterbroek gerealiseerd kunnen worden. De belangrijkste knelpunten zijn:

- een mogelijk te laag aanvoerpeil van het water bij de inlaat in het Wijffelterbroek
- een verlaging van het maaiveld in het Wijffelterbroek noord
- de hoeveelheid water die wordt ingelaten vanuit het Kettingdijkgebied

In de discussie (par. 7) zal verder worden ingegaan op deze (mogelijke) knelpunten en op mogelijke oplossingen.

## 6 Effecten op bestaande broekbos

Een vraag van Natuurmonumenten is wat de effecten van de genomen maatregelen zullen zijn op het broekbos, en of het behoud en/of ontwikkeling van een soortenrijk broekbos wel valt te combineren met ontwikkeling van een doorstroommoeras/beekmoeras. De verwachting is dat door demping van de Raam de kwel in het broekbos sterk zal toenemen, wat voor de ontwikkeling van het broekbos gunstig is. Vragen zijn er echter over de mogelijke sterfte van bomen door vernatting en mogelijke eutrofiering door vernatting en overstroming met voedselrijk oppervlaktewater.



Bij de laatste storm van begin januari 2018 zijn veel bomen omgegaan. Tijdens het veldbezoek eind januari was te zien dat de meeste van deze bomen al ernstig waren verzwakt en aangetast door schimmels (zie foto). Dit doet vermoeden dat de oorzaak ligt in eerder genomen vernattingsmaatregelen. Door De Mars (1998) wordt aangegeven dat na eerder in de jaren '90 uitgevoerde maatregelen (extra stuw in De Raam, plaatsen stuwschotjes) aan de randen van het broekbos plaatselijk bomen zijn afgestorven. Verwachting is dat de sterfte van door eerdere vernatting aangetaste bomen ook de komende jaren nog zal doorgaan. Een massale toename in de sterfte van bomen is niet te verwachten mits herinrichting op de juiste manier wordt uitgevoerd. Het doel van de inrichting is idealiter niet om het broekbos verder te vernatten, maar om te zorgen voor meer permanent natte omstandigheden met hooguit ondiep wegzakkende grondwaterstanden en buffering door aanvoer van grondwater.

*Door schimmels aangetaste eik die bij storm begin januari 2018 is omgevallen*

Op basis van berekeningen met het model Ibrahim door Waterschap Peel en Maasvallei zou in grote delen van het Wijffelterbroek de hoogste grondwaterstand (GHG) met meer dan een halve meter toenemen (Kurstjens Adviesbureau, 2017). Dat is echter waarschijnlijk gebaseerd op een te sterk vereenvoudigde modelopzet waarbij geen rekening is gehouden met oppervlakkige waterafvoer. Zo lang het water oppervlakkig kan afstromen en er binnen het bos een voldoende bulten-slenken patroon blijft bestaan (met bulten veelal bestaand uit stamvoeten en wortels van de elzen met daarop geaccumuleerd organisch materiaal) zijn in elk geval bij de elzen weinig nadelige effecten te verwachten. Elzenbomen wortelen overwegend ondiep, en zo lang in de bovenste bodemlaag en waterlaag er nog voldoende uitwisseling is met zuurstof uit de lucht is geen sterfte te verwachten. Het geldt waarschijnlijk niet voor dieper wortelende eiken en andere droogteminnende bomen die zich in de voorgaande verdroogde situatie hebben gevestigd en die de

vernatting in de jaren 90 hebben overleefd. Het geldt ook niet in situaties waarin de waterafvoer gestremd raakt en boomvoeten permanent onder water komen te staan. Om deze reden is het belangrijk om te zorgen voor voldoende mogelijkheid voor oppervlakkige afvoer van water (zie par. 5.2).

De beoogde verdere vernatting zal naar verwachting niet leiden tot een problemen met interne eutrofiering. Door vernatting zal afbraak van veen in principe worden geremd door gebrek aan zuurstof. Wel kan tijdelijk interne eutrofiering optreden doordat onder vochtiger en minder zure omstandigheden de afbraak wordt gestimuleerd van ruw organisch materiaal dat zich in de voorgaande periode heeft opgestapeld aan de oppervlakte. Mogelijk heeft dit proces een rol gespeeld bij de eerdere vernatting in de jaren 90 van de vorige eeuw, en verklaart dit de door De Mars (1998) beschreven sterke toename van Elzenzegge na vernatting. Daarnaast kan het ontstaan van permanent gereduceerde omstandigheden in de ondergrond in ijzerrijke gronden leiden tot afbraak van organisch materiaal onder invloed van ijzerreductie. Dit proces lijkt een belangrijke rol te spelen in ijzerrijke venen waar door langdurige grondwateraanvoer in het verleden in combinatie met oppervlakkige ontwatering veel ijzer is afgezet in de ondergrond (Aggenbach et al. 2013). Het leidt weliswaar niet tot directe eutrofiering met bijvoorbeeld Liesgras en Lisdodde, maar kan er wel toe leiden dat op betreffende plekken de verdere successie blijft steken in een stadium met aan natte ijzerrijke condities aangepaste soorten als Holpijp en Snavelzegge, en dat veenvorming achterwege blijft. Op de twee door B-Ware (Van Mullekom en Smolders, 2011) onderzochte referentielocatie (R2 en R3) verwachten we deze effecten niet. De ijzergehaltes zijn vrij laag (resp 39 en 44 mmol/l, tabel 4.2 in Van Mullekom en Smolders) en het veen is licht tot matig veraard en al behoorlijk nat. Bij gebrek aan gegevens over het ijzergehalte van de bodem op andere locaties in het Wijffelterbroek en de diepte van de GLG na herinrichting (wel of niet permanent nat met GLG boven maaiveld) valt niet aan te geven of en op welke schaal dit verschijnsel op andere locaties wel te verwachten is. Het risico lijkt echter niet groot, en waar het optreedt zijn de effecten beperkt omdat ijzerreductie weliswaar de veenopbouw lijkt te remmen, maar voor zover bekend niet leidt tot sterke eutrofiering.

Het risico op eutrofiering door aangevoerd oppervlaktewater vanuit de Kettingdijkgebied is bij de geplande inlaat vanuit het Kettingdijkgebied noord zeer gering omdat het water gezien de plantengroei in de aanvoerslenk (met onder meer Duizendknoopfonteinruid) relatief voedselarm is. Bovendien vormen onder kwelgevoede omstandigheden zoals in het Wijffelterbroek niet de in het water opgeloste nutriënten, maar de aan fijn sediment gebonden nutriënten het belangrijkste risico omdat deze in het gebied kunnen achterblijven. Het slibgehalte is echter zeer gering omdat het water uit de Kettingdijk noord wordt afgevoerd via een ondiepe geheel begroeide slenk met beperkte stroomsnelheid. Wordt ook water ingelaten uit de Kettingdijk-zuid dan is het risico op eutrofiering groter. Ook dan zijn de risico's waarschijnlijk beperkt omdat ook dan de hoeveel zwevende stof die wordt meegevoerd naar verwachting gering is. Bij het veldbezoek eind januari viel in elk geval op dat het water dat werd afgevoerd door de bermsloot zuidelijk van de Kettingdijk zeer helder was.

Tenslotte bestaat er een risico op eutrofiering door inundatie met water uit het natuurontwikkelingsgebied Wijffelterbroek noord. Door vernatting van de hier aanwezige landbouwgronden kan het water dat afstroomt rijk zijn aan fosfaat. De bereikte concentraties in dit water zijn afhankelijk van de hoeveelheid ijzer (fosfaatbinder) in de kwel, de verhouding kwel/neerslag en eventuele verdunning met Kettingdijkwater. Afhankelijk van deze concentratie is het mogelijk gewenst om bij de inrichting te voorkomen dat dit water het broekbos instroomt en daar kan stagneren. Dat zou kunnen gebeuren wanneer een te hoog stuwpeil wordt aangehouden bij het afvoerpunt naar de Nieuwe Raam of bij opzetten van het peil in situaties waarin het gebied wordt ingezet als waterberging (zie volgende paragraaf).

**Conclusie:** De toegenomen grondwateraanvoer naar het Wijffelterbroek en doorstroming met schoon slibarm water vanuit het Kettingdijkgebied zullen naar verwachting leiden tot een sterke verbetering van de kwaliteit van het gebied. Omdat de beoogde maatregelen bij juiste uitvoering niet leiden tot een sterke verhoging van de hoogste grondwaterstand en permanente inundatie is geen sterkte toename van de sterfte van bomen te verwachten. Wel zal sterfte blijven optreden van bomen die door eerdere vernattingsmaatregelen zijn verzwakt.

## 7 Effecten bij inzet als waterbergingsgebied

Bij de geplande herinrichting zal de Wijffelterbroek door het langer vasthouden van water en geleidelijker afvoer van water een bijdrage leveren aan het tegengaan van verdroging en een vergroting van de basisafvoer naar de Tungelrooijse Beek. Daarnaast zijn er plannen om het gebied in te zetten als waterberging in extreem natte situaties (1x per 10 jaar). Een vraag van Natuurmonumenten is hoe in deze natte periodes extra water kan worden geborgen in het gebied zonder afbreuk te doen aan de ecologische doelen en zonder grote technische constructies in het landschap. Daarbij wordt door natuurmonumenten uitgegaan van een situatie waarin alleen schoon natuurwater uit het Kettingdijkgebied het gebied in stroomt.

In hoeverre langdurige of onomkeerbare negatieve effecten te verwachten zijn hangt mede af van de duur van overstroming. Belangrijk is dat het gebied niet zo lang onder water staat dat sterfte optreedt van planten, en met name niet van de structuurbepalende boomsoort, in dit geval de Els. Door de aanwezigheid van lenticellen, luchtweefsels en adventiefwortels is deze goed aangepast aan inundatie, en uit het riviereengebied is bekend dat de els langdurige inundatie (tot 60% van het groeiseizoen) kan overleven (Späth 2002). Daarbij moet echter bedacht worden dat dit is bepaald in situaties met doorstromend zuurstofrijk water. Bij stagnerend water, zoals bij waterberging het geval is, kan zuurstofarmoede eerder leiden tot sterfte. Omdat het bij berging van gebiedseigen water gaat om schoon water arm aan slib is de kans op zuurstofarmoede gering, zeker wanneer berging plaats vindt in het winterhalfjaar wanneer de biologische activiteit laag is. De kans op sterfte van elzen is daarom klein, tenzij berging plaats vindt in de zomer en langer duurt dan enkele weken.

In het kennisoverzicht 'Waterberging en Natuur' (Runhaar et al. 2004) wordt de gevoeligheid van de fauna in elzenbroekbossen voor overstroming als gering ingeschat, omdat het gaat om soorten die zijn aangepast aan natte omstandigheden en relatief mobiel zijn. De gevoeligheid is mede afhankelijk van de mate van isolatie van het gebied. In kleine geïsoleerde broekbosgebiedjes die volledig inunderen kan inundatie ook bij lage frequentie leiden tot onomkeerbare of moeilijk omkeerbare gevolgen zoals onderzoek door Decler (2003) laat zien. In het geval van het Wijffelterbroek is de kans op het uitsterven van soorten minder omdat het gebied minder geïsoleerd is en de kans op herkolonisatie vanuit aangrenzende gebieden, zoals het Kettingdijkgebied, groter is. Bovendien zal de inundatiediepte naar verwachting beperkt zijn omdat het hoogteverschil tussen de laagste delen van het Wijffelterbroek en de hoogte van aangrenzende landbouwpercelen en kaden/wegen beperkt is (maximaal anderhalve meter). Dat betekent dat delen van het gebied slechts ondiep zullen inunderen en de hier boven het water uitstekende begroeiing extra vluchtmogelijkheden biedt naast de boven het water uitstekende stammen van bomen.

Tenslotte is er nog een risico dat bij waterberging voedingsstoffen vrijkomen uit de bodem van het voormalige landbouwgebied in de Wijffelterbroek-noord die bij inundatie leiden tot eutrofiering in het broekbos. Bij kortdurende inundaties van maximaal enkele weken is de kans op het vrijkomen van voedingsstoffen uit de bodem echter beperkt en bovendien zal het merendeel van deze voedingsstoffen weer met het water worden afgevoerd na de berging. Dat laatste geldt niet voor nutriënten die gebonden zijn aan slib dat opwervelt tijdens hoogwaterperiodes en in het broekbos bezinkt. Anders dan in landbouwgebieden, waar veel kale bodem aanwezig is in de vorm van akkers, en waar in perioden met weinig afvoer veel slib kan accumuleren op de slootbodem, is het risico op vrijkomen van significante hoeveelheden voedselrijk slib vanuit de voormalige landbouwgebieden in Wijffelterbroek gering omdat het dichte vegetatiedek afspoeling van grond voorkomt. Het risico kan verder worden verminderd door te zorgen dat er in het Wijffelterbroek geen plekken voorkomen waaruit slib kan opwervelen, zoals onbegroeide stukken met kale bodem of weinig stromende waterlopen en stagnerende poelen waarin zich slib kan ophopen.

Sedimentatie van nutriëntenrijk slib vormt wel een risico als het gebied wordt ingezet voor berging van beekwater uit bovenstrooms gelegen Belgische beken. Dat water is rijk aan nutriënten (zie bijlage 2), gehalten aan N-totaal en P-totaal liggen duidelijk boven de grenswaarden voor goed

ontwikkelde langzaam stromende middenlopen/benedenlopen op zand (R5)<sup>1</sup> die bij gebrek aan betere gegevens voorlopig zijn overgenomen als grenswaarden voor het (concept) KWR-watertype moerasbeek (Verdonschot et al. 2016). Het water is niet alleen rijk aan opgeloste nutriënten, maar bevat in hoogwaterperioden mogelijk ook veel nutriëntenrijke slib. Bij inzet van de Wijffelterbroek voor berging van dit water zal een groot deel van de fijnere slibdeeltjes met daaraan gebonden nutriënten bezinken in het Wijffelterbroek (een vorm van retentie van voedingsstoffen, zie kader) wat kan daar leiden tot een toename van de voedselrijkdom. Het is lastig om dit eutrofiërend effect van slibafzetting en retentie van voedingsstoffen te kwantificeren omdat dit mede afhankelijk is van de hoeveelheid en de samenstelling van het slib in de watergangen in het bovenstroomse gebied, en van de stroomsnelheid. Ook het moment van inlaat speelt een rol. Bij inlaat aan het begin van een hoogwaterperiode is het slibgehalte naar verwachting groter dan aan het einde van een hoogwaterperiode, wanneer de watergangen al zijn schoongespoeld.

**Conclusie:** Mits de inundatieduur beperkt kan blijven tot maximaal enkele weken zijn er bij berging van schoon 'gebiedseigen' water met een frequentie van ca. 1x per 10 jaar slechts beperkte negatieve effecten te verwachten op vegetatie en is de kans op onomkeerbare schade beperkt. Bij berging van beekwater uit het bovenstrooms gelegen landbouwgebied zijn mogelijk wel negatieve effecten te verwachten omdat de afzetting van nutriëntenrijk slib kan leiden tot eutrofiering.

---

<sup>1</sup> P-totaal < 0,11 mg/l en N-totaal < 2,3 mg/l in zomerhalfjaar

## 8 Discussie

### ***Mogelijkheden voor ontwikkeling van een meer natuurlijk systeem in de vorm van een doorstroommoeras/ beekmoeras***

Zoals in voorgaande aangegeven bestaan er binnen het projectgebied goede mogelijkheden voor de ontwikkeling voor een gradiënt- en soortenrijk diffuus afvoersysteem, dat in het 'bovenstroomse' deel (de Kettingdijk) meer het karakter zal hebben van een voedselarm grondwatergevoed doorstroommoeras en in het 'benedenstroomse' deel (Wijffelterbroek zuid en noord) van een grond- en oppervlaktewatergevoed mesotroof beekmoeras. Qua hydrologische functioneren benadert de situatie bij een goede inrichting de situatie in natuurlijke doorstroommoerassen en beekmoerassen zoals geschetst in Figuur 13. Belangrijkste verschil met het verleden is dat de dimensie van het systeem veel kleiner is geworden door onder meer het afkoppelen van het Belgische deel van het voedingsgebied. Daar staat tegenover dat de oppervlakte van het te herstellen doorstroommoeras/beekmoeras (Kettingdijkgebied en Wijffelterbroek noord en zuid) ook veel kleiner is dan het oorspronkelijke doorstroommoeras zoals dat op historische kaarten is aangegeven. In welke mate het resulterende diffuse afvoer systeem het karakter zal hebben van een doorstroommoeras dan wel van een beekmoeras is van te voren niet aan te geven, en is ook niet relevant: een kenmerk van sturen op processen is dat de uitkomst van te voren slechts bij benadering valt aan te geven en mede afhankelijk is van de grillen van de natuur. Zoals bijvoorbeeld van bevers die hun eigen ideeën hebben over de gewenste waterhuishouding.

In de kop boven deze paragraaf is nadrukkelijk de term 'meer natuurlijk' gebruikt omdat er te weinig kennis is over hoe het gebied er in het verleden heeft uitgezien en wat hier als 'natuurlijk' moet worden beschouwd. Waarschijnlijk is vóór de ontginning van de Bocholterbroek zowel in het Kettingdijkgebied als in het Wijffelterbroek sprake geweest van een voornamelijk grondwater gevoed doorstroomstelsel waarin slechts periodiek en over kleine oppervlaktes sprake zal zijn geweest van waterafvoer over maaiveld. Gedacht moet worden aan systemen waarbij in natte perioden water oppervlakkig afstroomt door moerassige laagtes zonder dat sprake is van een duidelijke stroomgeul en het water soms op de ene plek schijnbaar in de bodem en dichte vegetatie verdwijnt om elders weer uit te treden. Het zal zeker minder productief zijn geweest en minder open water hebben bevat dan de in het concept herinrichtingsplan gebruikte geografische referentie (moerasgebied Hongarije ten zuiden van Neusiedler See). In plaats van rietmoerassen en wilgenbos moet eerder worden gedacht aan een complex van natte heidevegetaties, kleine zeggenvetates, struwelen van grauwe en geoorde wilg en berkenbroekbos, en in meer benedenstroomse beekmoerassen grote-zeggen vegetaties en elzenbroekbos.

### ***Wateraanvoer vanuit Kettingdijkgebied***

In hoeverre het lukt om de ambitie voor een soortenrijk en meer natuurlijk diffuus afvoersysteem te realiseren is mede afhankelijk van de inrichting van het gebied. Ten aanzien van de nu geplande maatregelen signaleren we wel een aantal mogelijke knelpunten waar nog goed naar moet worden gekeken. Eén van de vragen die we hebben is of bij de beoogde inrichting wel een voldoende grote en constante aanvoer van water uit Kettingdijkgebied zal optreden.

Idealiter is er in een beekmoeras sprake van een redelijke constante aanvoer van oppervlaktewater uit het bovenstroomse gebied. Het is niet duidelijk of de aanvoer van water vanuit het Kettingdijkgebied voldoende zal zijn om aan deze voorwaarde te voldoen. Bij de geplande inrichting wordt namelijk slechts een klein deel van de het grondwater dat uitreedt in het Kettingdijkgebied gebruikt voor doorstroming van het Wijffelterbroek. Een groot deel van het grondwater wordt afgevoerd via de bermvloot zuidelijk van de Kettingdijk. De reden om het water uit het zuidelijk deel van het Kettingdijkgebied niet in te laten in het Wijffelterbroek is dat dit water als gevolg van beveractiviteiten mogelijk te voedselrijk is. Er zijn echter geen kwaliteitsgegevens van dit water beschikbaar zodat niet valt te bepalen of het water wel of niet geschikt voor inlaat in het Wijffelterbroek. Op basis van observaties tijdens het veldbezoek is onze verwachting dat het met

deze eutrofiëring wel mee zal vallen, maar om hierover zekerheid te krijgen zouden hier aanvullende waterkwaliteitsmetingen kunnen worden uitgevoerd.

Een tweede knelpunt bij de inlaat van water uit de Kettingdijk-zuid is dat het peil van de bermsloot langs de Kettingdijk waardoor water wordt afgevoerd te laag is. Het peil van deze bermsloot ligt gemiddeld op 13,10 m +NAP (zie Tabel 1), ca. 30 cm à 40 cm lager dan gewenst is voor inlaat in het Wijffelterbroek. Opzetten van het peil is in de huidige situatie niet mogelijk omdat de Kettingdijk dient als ontsluitingsweg voor een meer westelijk gelegen woning. Instandhouding van de weg vereist een minimale drooglegging ten opzichte van de drainerende bermsloot. Een mogelijke oplossing is de woning te ontsluiten via de noordelijker gelegen Laurabossen. Voordeel van deze oplossing is dat van wege het hogere waterpeil het risico op instroom van vuil water uit de Émissaire afneemt.

### ***Inlaathoogte bij instroom water in het Wijffelterbroek***

Een aandachtspunt is het peil waarbij water uit het Kettingdijkgebied wordt ingelaten. Uitgaand van het beoogde beekmoeras met slechts een zeer oppervlakkige afvoer is het gewenst dat het water uit de Kettingdijkgebied bij de inlaat in het Wijffelterbroek bij benadering een zelfde peil heeft als de laagste delen in het betreffende deel van het broekbos. Een te laag peil bij de inlaat van water kan er toe leiden dat de beoogde laagte waardoor water oppervlakkig afstroomt in werkelijkheid het karakter krijgt van een gegraven waterloop die dit deel van het broekbos draineert. Het is onduidelijk of aan de vereiste inlaathoogte zal worden voldaan bij de beoogde inrichting. Daarvoor is de beschrijving van deze maatregel in het herstelplan te summier. Mocht aan het vereiste inlaatpeil niet kunnen worden voldaan dan is de vraag of het wel zinnig is om het water door het westelijk deel van de Wijffelterbroek te leiden, en of het water dan niet beter conform het oorspronkelijke plan door de laagte kan worden gevoerd die ontstaat na demping van de Vetpeel.

### ***Afstemming met beheer en inrichting in omliggende gebieden***

Inrichting, beheer en beheerdoelen van Wijffelterbroek noord (beweide graslanden en poelen) staan haaks op inrichting van Wijffelterbroek-zuid (natuurlijk beekmoeras), terwijl het geomorfologisch en hydrologisch deel uitmaakt van het zelfde systeem. Vraag is hoe het integrale begrazingsbeheer dat wordt voorzien voor de hele Kempen Broek kan worden gecombineerd met de ontwikkeling van een doorstroommoeras/beekmoeras waarin bever en ree de belangrijkste herbivoren zijn. Het risico dat het Wijffelterbroek door begrazing zal worden 'opgerold' is naar verwachting beperkt: Na verdere vernatting zal het gebied dermate ontoegankelijk en onaantrekkelijk worden voor grote grazers dat niet de verwachting is dat ze hier veel zullen verkeren. Wel zullen de grazers de uitbreiding van het moerasbos naar de aangrenzende laagste delen van het Kwaoj Gat en Wisseblök sterk kunnen vertragen. En omgekeerd zal de moerasontwikkeling ook weer nadelige gevolgen hebben voor het beoogde integrale begrazing omdat de moerassen de vrije doorgang van dieren belemmert. Zo is bij de nu beoogde inrichting van de gebieden niet duidelijk hoe de grote grazers vanuit de Raamweide zuid het Kwaoj Gat en Wisseblök zouden moeten bereiken.

Een ander voorbeeld waar plannen onvoldoende op elkaar worden afgestemd de afgraving van de bovengrond in Wijffelterbroek noord. Deze heeft potentieel grote gevolgen voor de mogelijkheden om in het aangrenzende broekbos een doorstroommoeras/moerasbeek te ontwikkelen, maar uit de informatie die wij hebben gekregen komt niet naar voren dat er op dit gebied veel afstemming is geweest.

Voordat wordt verder wordt gegaan met de inrichting van het gebied moet meer aandacht worden besteed aan de afstemming van de doelstellingen en maatregelen voor de verschillende deelgebieden. Daarbij zal mogelijk alsnog discussie ontstaan over de lange termijn doelen voor het gebied en hoe deze te bereiken. Onze indruk is dat er nog grote verschillen bestaan in perceptie van doelen en benodigde maatregelen tussen de betrokken partijen, die nog onvoldoende naar voren zijn gekomen omdat de maatregelen per deelgebied zijn uitgewerkt en niet altijd even duidelijk zijn omschreven.

### ***Inzet van Wijffelterbroek voor waterberging***

De geplande herinrichting van Kettingdijkgebied en Wijffelterbroek zal door het langer vasthouden en geleidelijker afvoeren van water een belangrijke bijdrage leveren aan waterconservering en de berging van water in natte perioden. De bijdrage aan de berging van water zal echter beperkt zijn omdat het maar gaat om een beperkt gebied en het geen bijdrage levert aan het verminderen van piekafvoeren vanuit het bovenstroomse landbouwgebied. Berging van het uit het landbouwgebied afkomstige water in het Wijffelterbroek is waarschijnlijk geen serieuze optie omdat de capaciteit

van het gebied te klein is om de piekafvoeren te kunnen bergen en vanwege het risico op eutrofiering. Wat wel een mogelijke optie is om de bergingscapaciteit te vergroten is om:

- geen scheiding aan te brengen tussen beide watersystemen
- het gehele Wijffelterbroek en de aangrenzende delen van het beekdal van de Tungelrooijse beek als één diffuus afvoersysteem in te richten

Deze optie is beschreven door één van de geraadpleegde deskundigen (zie bijlage 3), maar is niet verder uitgewerkt en onderling besproken omdat deze optie buiten de vraagstelling van het onderzoek viel en voor dit onderdeel dus geen tijd was begroot. Daarom wordt over de wenselijkheid van deze optie in dit advies geen uitspraak gedaan. Wel kan beknopt worden aangegeven wat de belangrijkste voor- en nadelen van een dergelijke optie zijn:

- Bij voldoende omvang kan een dergelijk dynamisch doorstroommoeras een belangrijke functie hebben voor de fauna, zoals de eerdere ervaringen in onder meer de Onlanden bij Groningen en de Geeser Stroom laten zien (Verdonschot et al. 2017).
- Door een constantere waterafvoer en retentie van nutriënten zal het doorstroommoeras een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan verbetering van de ecologische kwaliteit van de Tungelrooijse Beek.
- Doorstroming van voedselrijk water en piekafvoeren vanuit het landbouwgebied zal resulteren in een relatief dynamisch en productief moerassysteem.
- In hoeverre dit zal leiden tot eutrofiering van het bestaande broekbos hangt mede af van de inrichting en de waterdynamiek. Het voorbeeld van de Geeser Stroom laat zien dat ook in door voedselrijk landbouwwater gevoede beekmoerassen mogelijkheden bestaan voor mesotrofe natuur in grondwatergevoede zijdalen en dalranden waar het landbouwwater niet of nauwelijks kan doordringen. Voorwaarde is dan wel dat de hoofdafvoer niet door het broekbosgedeelte loopt.

## 9 Conclusies en aanbevelingen

- Er liggen in het Kettingdijkgebied en het Wijffelterbroek goede mogelijkheden voor de ontwikkeling van meer natuurlijk diffuse afvoersystemen, met in het Kettingdijkgebied meer het karakter van een grondwatergevoed doorstroommoeras, en in het Wijffelterbroek van een door grond- en oppervlaktewater gevoed beekmoeras.
- De ontwikkeling van een beekmoeras in het Wijffelterbroek hoeft niet ten koste te gaan van bestaande natuur. Door de demping van de Raam en Vetpeel zullen de hydrologische condities in het broekbos naar verwachting sterk verbeteren wat ten goede zal komen aan de biodiversiteit van het gebied. Oppervlakkige afvoer van water uit het Kettingdijkgebied kan leiden tot een verdere toename van de diversiteit in het gebied. Voorwaarden voor een goed ontwikkeld gradiëntrijk beekmoeras en broekbos zijn wel dat:
  - Er een voldoende grote en constante aanvoer is van schoon water uit het Kettingdijkgebied.
  - Er voldoende mogelijkheden zijn voor oppervlakkige afstroming van zowel aangevoerde water uit het Kettingdijkgebied als van regenwater en lokaal uittredend grondwater. Stagnatie van water dient te worden voorkomen.
- Of met de nu geplande inrichtingsmaatregelen zal worden voldaan aan bovenstaande voorwaarden is niet duidelijk omdat het concept herinrichtingsplan onvoldoende gedetailleerde informatie geeft over de uitvoering van de maatregelen. Wel signaleren we een aantal mogelijke knelpunten als gevolg onvoldoende onderlinge afstemming van de inrichtingsmaatregelen in Kettingdijk, Wijffelterbroek zuid en Wijffelterbroek noord:
  - De voorgenomen afgraving van de bovengrond in het voormalige landbouwgebied Wijffelterbroek noord zal mogelijk leiden tot ongewenste drainage van het aangrenzende broekbos dan wel tot het ontstaan van een eutrofe plas die ganzen aantrekt.
  - Het afvoeren van water uit de Kettingdijk zuid naar de Nieuwe Raam vanwege veronderstelde slechte kwaliteit van het water zal mogelijk leiden tot een onvoldoende constante aanvoer van oppervlaktewater voor het beoogde beekmoeras in het Wijffelterbroek.
  - Het is zeer onduidelijk of in de nu geplande inrichting het waterpeil bij de inlaat in het Wijffelterbroek wel voldoende hoog is om te kunnen leiden tot de voor een beekmoeras vereiste oppervlakkige afstroming.
- Aanbeveling is om voordat de maatregelen worden genomen eerst het bestaande concept herinrichtingsplan verder uit te werken en te detailleren. Daarbij dient meer dan nu rekening te worden gehouden met de samenhang tussen de deelgebieden en meer aandacht te worden besteed aan de eisen die vanuit de beoogde water- en natuurdoelen worden gesteld aan de inrichting van het gebied. Speciale aandacht wordt gevraagd voor de hierboven gesignaleerde (mogelijke) knelpunten.
- Inzet van de Wijffelterbroek voor de berging van schoon gebiedseigen water hoeft geen onomkeerbare schade in de bestaande natuur te veroorzaken mits het gaat om voldoende schoon slibarm water en inundatie niet te frequent en niet te lang plaatsvindt.
- Inzet van de Wijffelterbroek voor berging van voedselrijk beekwater afkomstig uit het bovenstroomse landbouwgebied leidt mogelijk wel tot problemen door de grotere dynamiek en de afzet van aangevoerd nutriëntenrijk slib. Hoe groot deze risico's zijn valt op basis van de bestaande gegevens niet aan te geven en hangt mede af van de wijze waarop de

berging wordt ingezet (frequentie, diepte en moment van berging, aan begin of halverwege piekafvoer).

- De capaciteit van het Wijffelterbroek voor berging van water wordt beperkt door de geringe omvang van het gebied ten opzichte van het achterliggende voedingsgebied. Door het hele Wijffelterbroek en de aangrenzende bovenloop van de Tungelroyse Beek te gebruiken als bergingsgebied kan de capaciteit aanzienlijk worden vergroot.
- Aansluitende op het voorgaande wordt door één van de leden van de adviescommissie (Piet Verdonschot) voorgesteld is om te komen tot een grootschaliger aanpak waarbij het hele bovenloopgebied van de Tungelroyse Beek wordt ingericht als diffuus afvoersysteem waarin geen scheiding wordt aangebracht tussen gebiedseigen water en uit België afgevoerd beekwater. Omdat dit buiten de vraag van Natuurmonumenten valt, en de hoeveelheid tijd voor het uitbrengen van een advies beperkt was, is deze optie hier niet verder uitgewerkt.

## 10 Verwijzingen

- Aggenbach, C.J.S., Emsens, W.-J., Cirkel, D.G., Smolders, A.J.P., Stuyfzand, P.J. & R. van Diggelen, 2013. Onderzoek aan biochemie en experimentele maatregelen voor het herstel van beekdalvenen. Rapport 1e fase. OBN-rapport OBN178-BE. Bosschap, Driebergen.
- Bell, J. en J.W. van 't Hullenaar, 2011. Ecohydrologische systeemanalyse grensoverschrijdend natuurgebied Wijffelterbroek-Kettingdijk-Smeethof. Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau, Zwolle.
- Bell J en van 't Hullenaar J.W. 2013. Herstelplan Kettingdijk, Natuurmonumenten.
- Decler, K., 2003. Population dynamics of marshland spiders, and carabid beetles due to flooding: about drowning, air bubbling, floating, climbing and recolonisation. Proceedings ECOFLOOD conference 'Toward natural flood reduction strategies'. Warsaw, 6-13 sept 2003.
- De Klein, J.J.M., 2008. From Ditch tot Delta, Nutrient retention in running waters. PhD-thesis Wageningen University, Wageningen, The Netherlands.
- De Mars, H, 1998. Ecohydrologische Atlas Limburg 1989-1996. Provincie Limburg, Maatsricht.
- Henkens, J., 1956. De Bocholterbeek en de weg Bocholt-Weert. Stichting Historisch Onderzoek Weert. Te downloaden van [nl.wikipedia.org/wiki/Bocholterbeek](http://nl.wikipedia.org/wiki/Bocholterbeek)).
- Kurstjens Ecologisch Adviesbureau, 2017. Herinrichtingsplan Raam Klimaatbuffer Wijffelterbroek en Vetpeel. Bureau Kurstjens, Beek Ubbergen.
- LWRO adviesbureau voor water, natuur en ruimte, 2017. Resultaten hydrologisch modelonderzoek Wijffelterbroek en Vetpeel. LWRO, -Hertogenbosch.
- Schippers, P, H. van de Weerd, J.J.M De Klein and M. Scheffer, 2006. Impacts of agricultural phosphorus use in catchments on shallow lake water quality: about buffers, time delays and equilibria. *Sci. Total Environ.* 369 (2006), 280-294.
- Späth, V. 2002. Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinaue. *AFZ-Der Wald* 15: 807-810.
- Van Mullekom, M en F. Smolders, 2011. Oriënterend bodem- en hydrochemisch onderzoek naar de natuurontwikkelingskansen in Kettingdijk - Smeethof (Bware Rapportnummer: 2011.39), Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar
- Runhaar, J., G. Arts, W. Knol en N. van den Brink, 2004. Waterberging en natuur. Kennisoverzicht ten behoeve van regionale waterbeheerders. Rapport 2004-16. STOWA, Utrecht.
- Verdonschot, P.F.M., Runhaar, J., Hendriks D.M.D. & R.C.M. Verdonschot, 2016. Doorstroommoerassen en moerasbeken. Typebeschrijving en ontwikkeling maatlaten voor de biologische kwaliteitselementen. Wageningen Environmental Research, Wageningen UR, Wageningen.
- Verdonschot, P. F.M., Runhaar, J., Hendriks, D.M.D & R.C.M. Verdonschot, 2017. Integraal natuurherstel in beekdalen. Ontwikkeling van diffuse afvoersystemen, gedempte afvoerdynamiek en beekprofielherstel. OBN rapport 2017/215-BE, VBNE Driebergen.

# Bijlage 1 Adviesaanvraag Natuurmonumenten

## Vragen die Natuurmonumenten heeft;

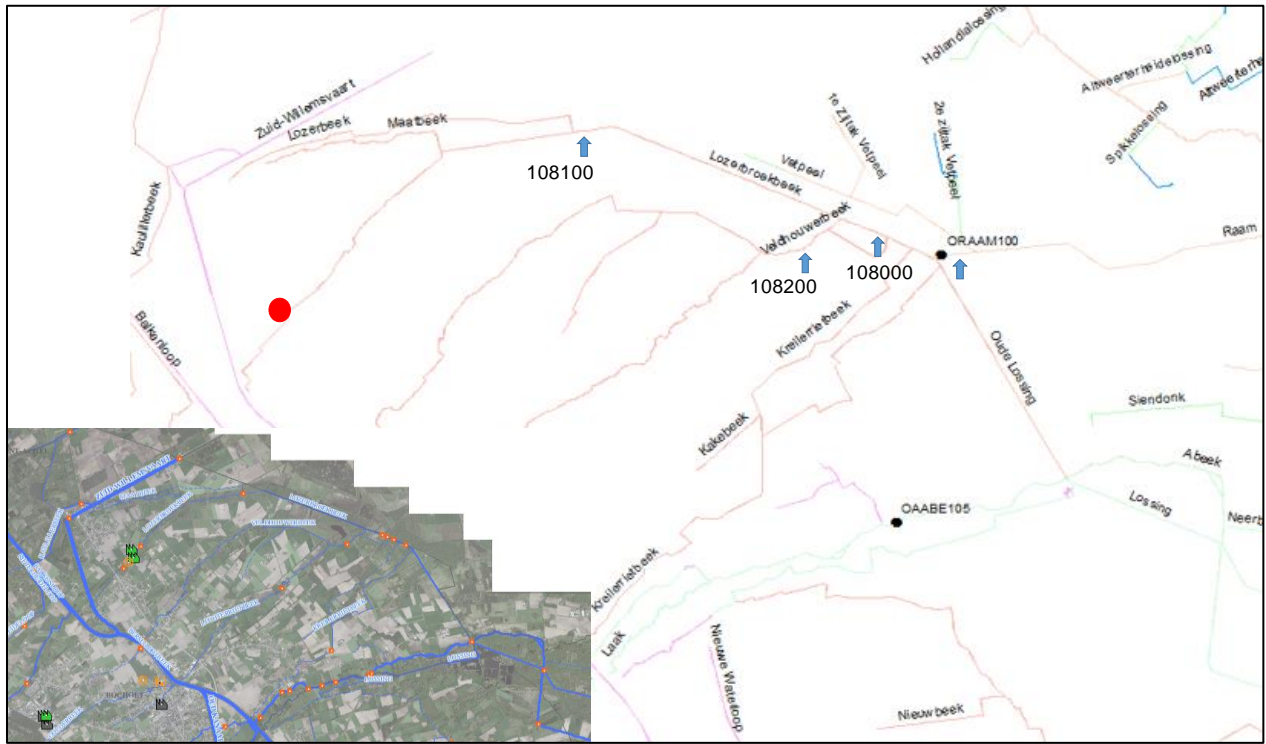
- Wat is het haalbare **ecologische doel** voor wijfelterbroek en omgeving. Nu is het Wijfelterbroek een verdroogd broekbos. Na de vernattingsmaatregelen zal de grondwaterstand sterk stijgen. De verwachting is dat er kwel zal optreden. De waterkwaliteit zal redelijk zijn omdat er via het oppervlaktewater alleen natuurwater breed over maaiveld door het gebied zal stromen. Echter via het grondwater wordt wel nutriëntenrijk water aangevoerd. Grote delen van het huidige broekbos zullen sterven. Er zal een verschuiving optreden naar doorstroommoeras/beekmoeras/zeggenmoeras en op de hogere delen broekbos. We vragen aan het deskundigenteam een advies over de hier haalbare ecologische doelen binnen het kader van procesnatuur.
- **Hoe kunnen we het gebied inzetten als Klimaatbuffer.** Onder normale omstandigheden zal met de nieuwe inrichting al meer water in het gebied worden vastgehouden. De vraag is hoe in zeer laagfrequente (vanaf 1 keer per 10 jaar) natte periodes er extra water kan worden geborgen in het gebied zonder afbreuk te doen aan de ecologische doelen en zonder grote technische constructies in het landschap. Ook in deze situaties mag er alleen schoon natuurwater het gebied in stromen.
- **Keuzes m.b.t. inrichting.** Indien de ecologische doelen en de inzet van de klimaatbuffer helder is dan kunnen ook keuzes gemaakt worden voor de inrichting, zoals de diepte en het peil van de Raamslenk, de interne maatregelen in het broekbos Wijfelterbroek (toekomstig moeras), de stuw/knijpconstructie bij Pruijskensweg, etc. met name over deze laatste zijn er nog veel vragen wat de beste oplossing is.

## Aandachtspunten binnen het advies:

- fasering van de uitvoering; is het beter in 1 keer de maatregelen te nemen of beter om in stapjes te werken. Hoe kunnen we controleren/monitoren of de inrichting functioneert zoals gewenst
- Risico op interne eutrofiering. Welke waterkwaliteit is er na toekomstige inrichting te verwachten (oppervlaktewater en grondwater) en hoe kunnen risico's op optreden van interne eutrofiering zo klein mogelijk worden gehouden. Wat is het te verwachten functioneren van dit systeem gelet op ijzer. Het lijkt een ijzerrijk systeem, ook veel nutriënten (nieuwe inzichten OBN onderzoek Aggenbach et al.). Zitten we dicht tegen een omslagpunt? Is droogval in de zomer belangrijk?
- We vragen naar de mogelijke ecologische doelen binnen de context van het landschap en de maatregelen die in gang worden gezet. Het systeem wat zal ontstaan zal leiden tot een bepaalde vegetatieontwikkeling, met daar bij behorende fauna.

## Bijlage 2 Waterkwaliteit Belgische beken en Raam

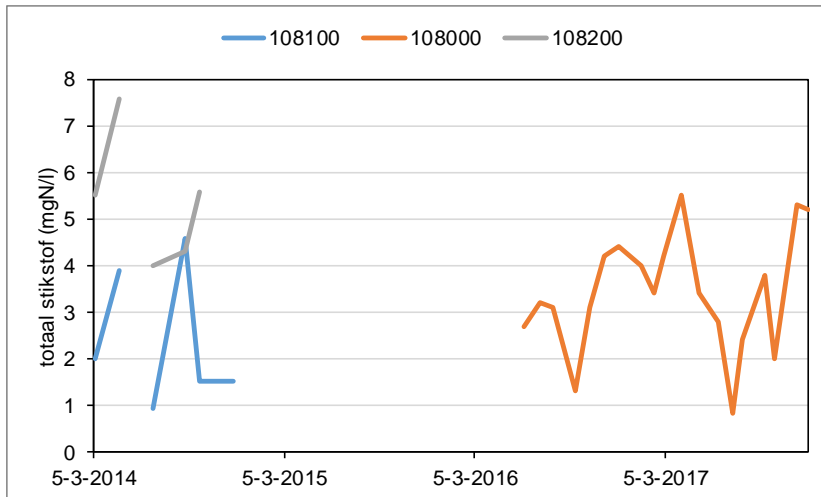
Voor de informatie over de waterkwaliteit van de Belgische beken is de website <http://geoloket.vmm.be/> gebruikt (Figuur 17).



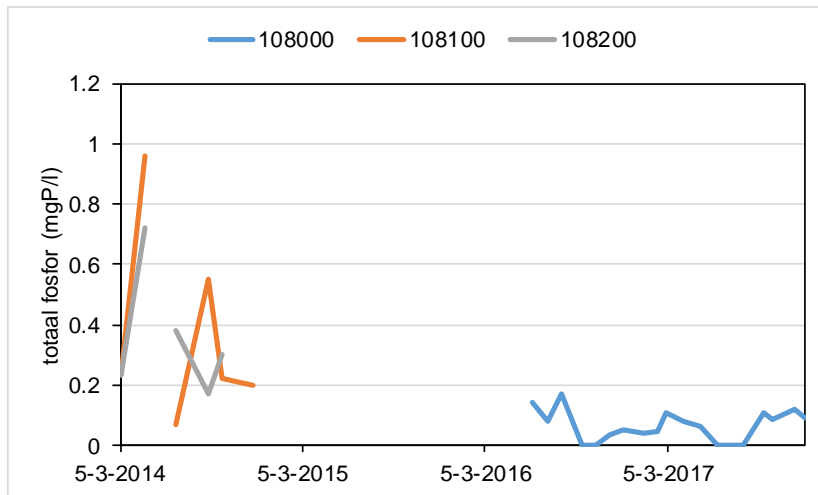
Er is gezocht naar meetgegevens van de waterkwaliteit over de periode 2010-2017. De locatie 108000 in de Lozerbroekbeek is de belangrijkste voor het onderzoeksgebied.

Het totaal stikstofgehalte schommelt tussen de 1 en 5 mgN/l wat polytroof water aanduidt (Figuur 18). Het totaal fosforgehalte in de Lozerbroekbeek is hoog in de toestromende beekgedeelten maar schommelt tussen <math><0.02</math> tot 0.17 mgP/l wat duidt op meso- tot polytroof water (Figuur 21). Het chloridegehalte (Figuur 19) schommelt rond de 60 (mg/l), een normale waarde. Een vergelijking met de gehalten gemeten in de Raam (grenspunt) laten zien dat totaal stikstof vergelijkbaar is (Figuur 22), het totaal fosforgehalte ligt hoger dan (Figuur 23) en het chloridegehalte is gelijk (Figuur 20) aan het gehalte in de Lozerbroekbeek.

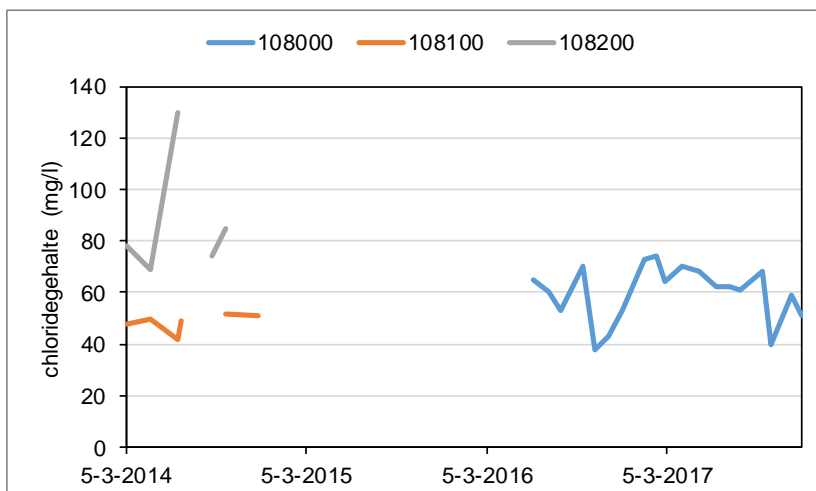
Van de Kreierrietbeek is alleen een bovenstroom meetpunt beschikbaar. De orthofosfaatgehalten zijn hier relatief hoog.



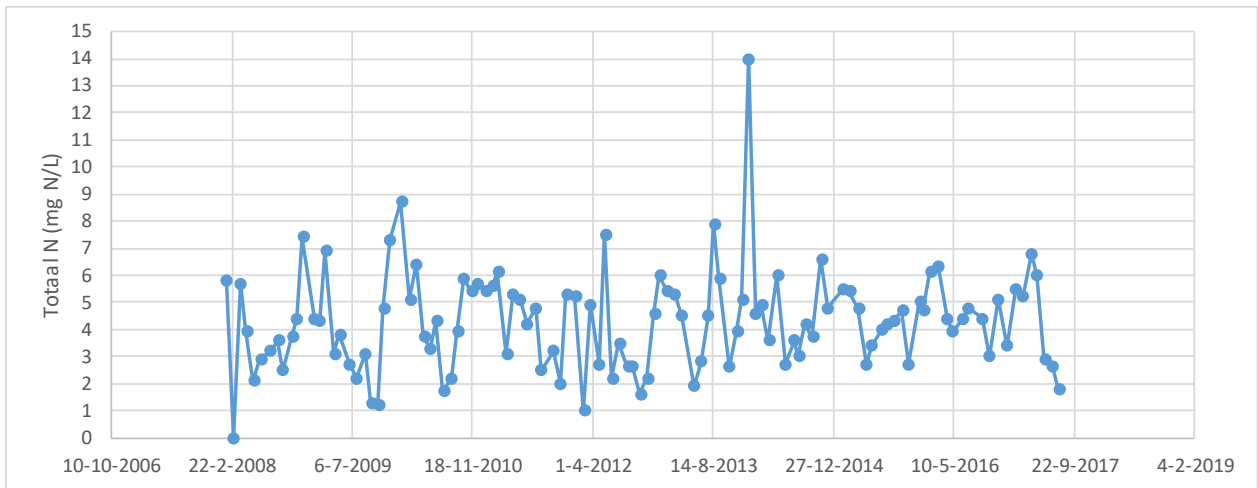
**Figuur 18 Het totaal stikstofgehalte in de Lozerbroekbeek.**



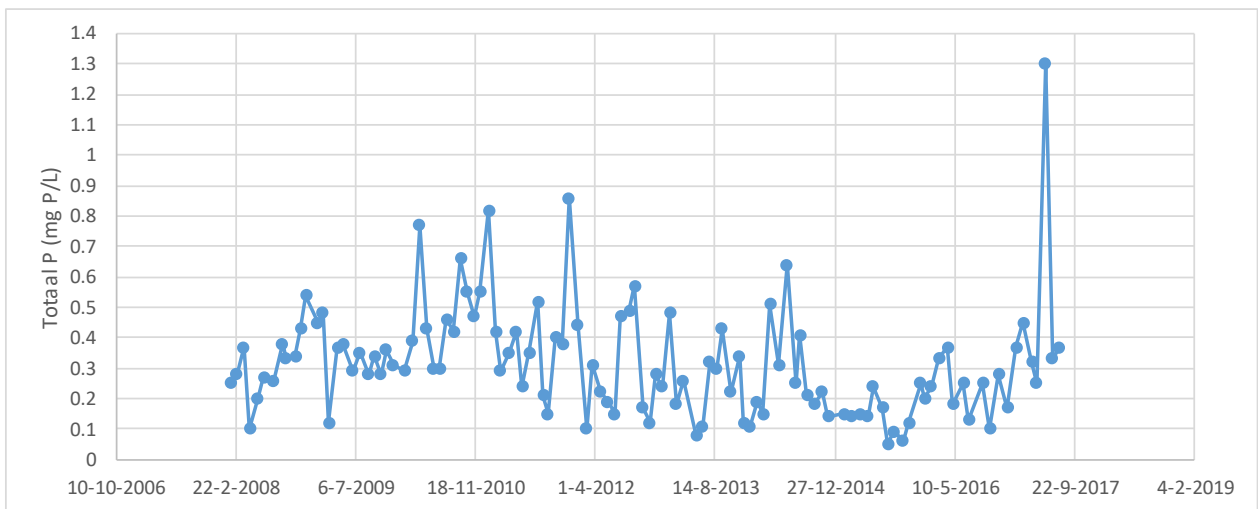
**Figuur 21 Het totaal fosforgehalte in de Lozerbroekbeek.**



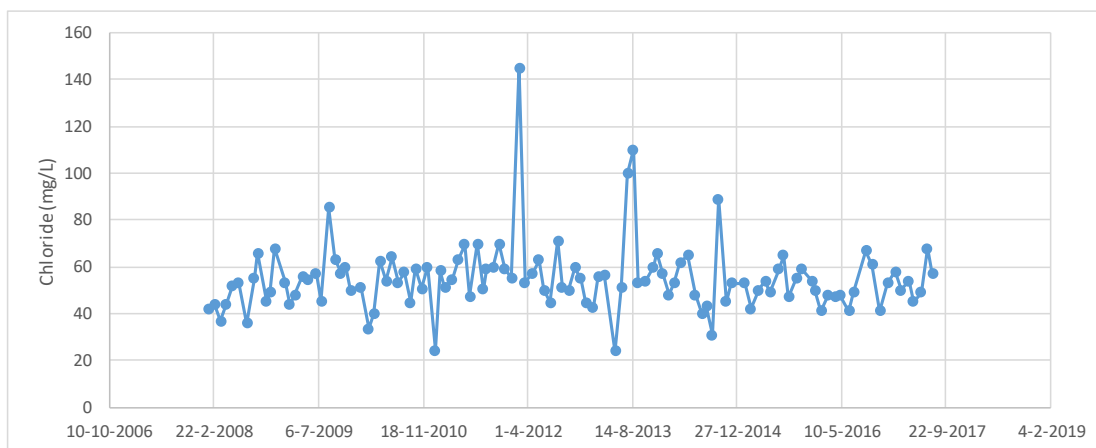
**Figuur 19 Het chloridegehalte in de Lozerbroekbeek.**



Figuur 22 Het totaal stikstofgehalte in de Raam.



Figuur 23 Het totaal fosforgehalte in de Raam.



# Bijlage 3 Het doorstroom- en beekmoeras als klimaatbuffer zonder gescheiden waterstromen. Pleidooi voor integraal systeemherstel

## **Piet Verdonschot (Wageningen Environmental Research)**

*In het huidige Herinrichtingsplan Raam wordt uitgegaan van gescheiden waterlopen tussen 'schoon water' uit het Kettingdijkgebied en 'vuil water' vanuit de Belgische beken. Nadelen van deze oplossing is dat het een zeer kunstmatige oplossing is die vraagt om veel technische kunstgrepen, en dat de waterbergende functie van het door schoon water gevoede doorstroommoeras gering is omdat hier slechts een fractie van het water uit het totale voedingsgebied van de Raam wordt geborgen. Een alternatief is om géén scheiding te maken tussen de genoemde waterstromen, en een beekmoeras te ontwikkelen waardoor alle water uit het voedingsgebied oppervlakkig doorstroomt.*

Het hoofddoel van het omvormen van het gebied rondom de Laurabossen, Smeetshof, de Kettingdijk, het Wijfelterbroek en de weilanden ten oosten hiervan is laten ontstaan van een groot, aaneengesloten doorstroom- en beekmoeras. Een dergelijk moeras is in zichzelf een robuuste klimaatbuffer. Om dit doel te bereiken staat het vasthouden, en bergen en diffuus afvoeren van het water in het gebied centraal. De belangrijkste maatregel is het verwijderen van drainagemiddelen in beekdalen en infiltratiegebieden.

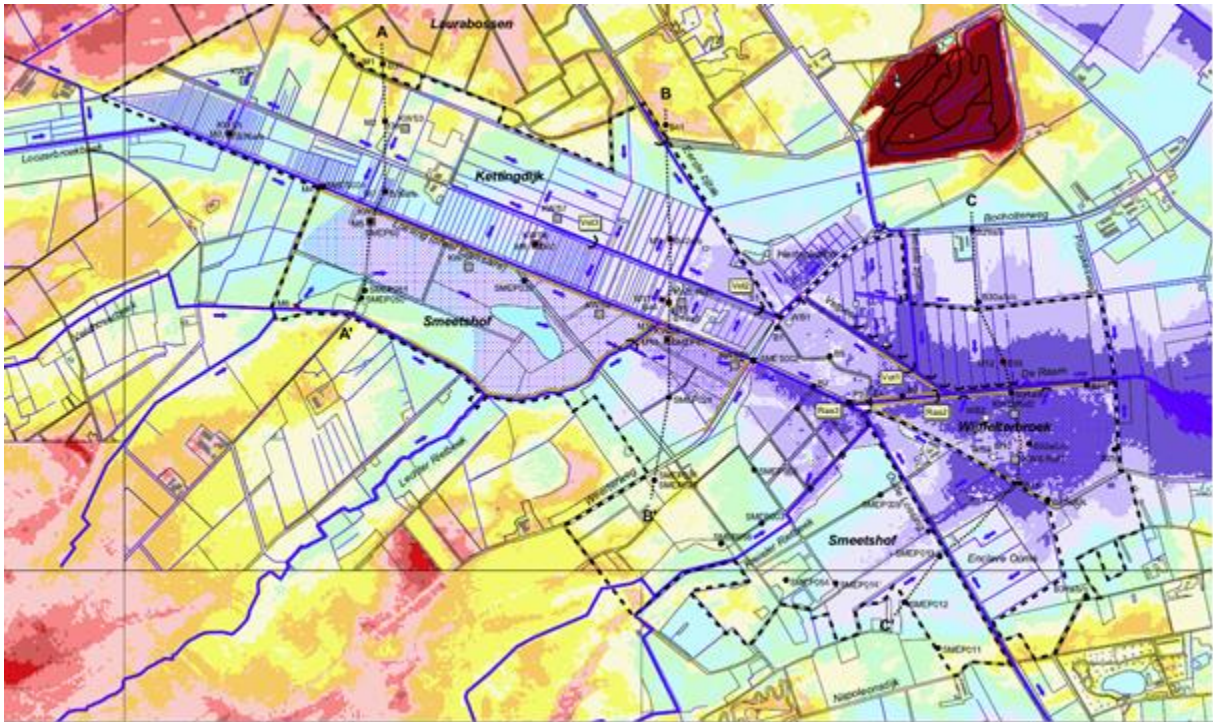
Omdat veel delen van het gebied in handen zijn van natuurbeherende organisaties is een dergelijke klimaatbuffer mogelijk.

De twee kernproblemen zijn het grote aantal waterlopen aan beide zijden van de grens en de vraag of het oppervlaktewater in de toekomst de moerasgebieden mag overstromen. Beide knelpunten zijn met goed overleg tussen Nederland en België en tussen water- en natuurbeheerders eenvoudig oplosbaar omdat de oplossingen voor ieder partij voordelen brengt.

De hydrologie vormt de basis van het moeras- en beekdalsysteem in deze regio. Wanneer we voor het ruimere gebied een integrale stroomgebiedsbenadering volgen, dan zijn op het niveau van het stroomgebied de belangrijkste processen die waterstroming en -stand bepalen neerslag/verdamming, doorlatendheid van de bodem, geohydrologie van de ondergrond, ontwatering en afwatering. De hoogteligging (Figuur 8 en 9) laat duidelijk zien dat het mogelijke doorstroommoeras Smeetshof en Kettingdijk als laagte zijn ingeklemd tussen de Laurabossen en de zuidelijke rug in België. De beeklopen uit België liggen in kleine dalen en voeden de Raam. Het Wijfelterbroek en de oostelijk gelegen graslanden vormen een gebied waar een beek door en over een beekmoeras stroomt.

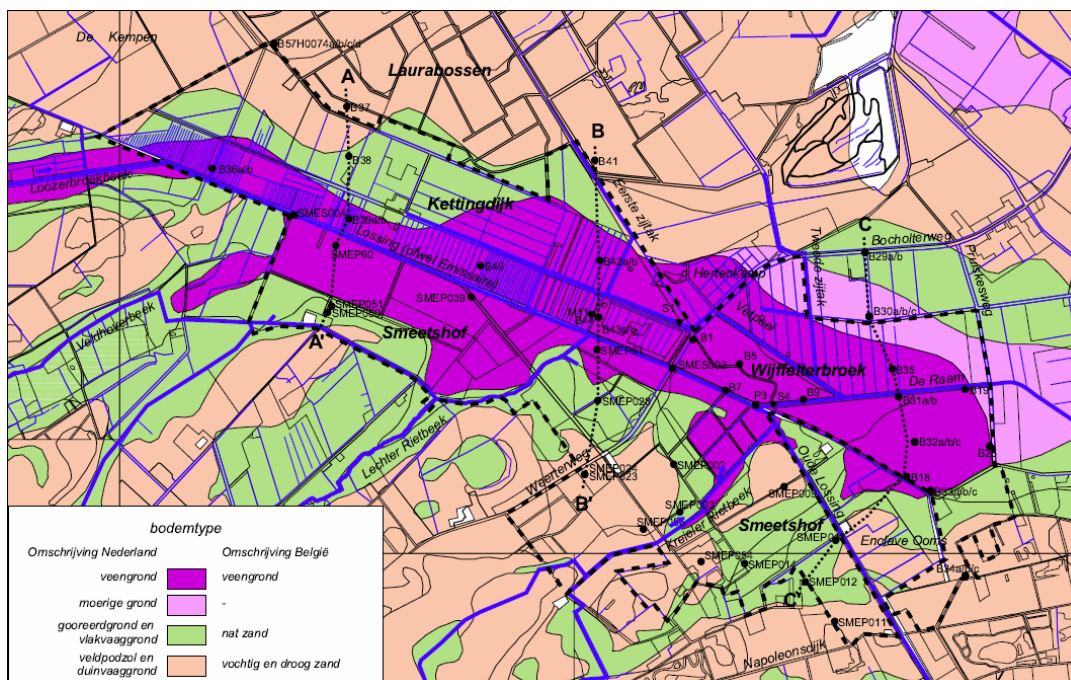
Wat maatregelen betreft kunnen alle waterlopen die drainerend werken in de Laurabossen en ten noorden van de Lozerbroekbeek en de Vetpeel worden gedempt om het doorstroommoeras optimaal van water te voorzien. Het bijkomend voordeel hiervan is dat het doorstroommoeras zoveel water gaat leveren dat het voedselrijkere water in de Raam daarvan kan gaan profiteren. Het beekmoeras wordt doorsneden door een ondiepe beekloop de Raam. In dit beektraject spelen debiet en hydraulica (vooral stroomsnelheid en -verdeling) een belangrijke rol en op habitatniveau spelen til- en trekkracht. De waterstromen hebben een belangrijk effect op de vorm of morfologie van de beek en het beekdal. Dit geldt voor de ontwikkeling van het lengte- en dwarsprofiel in het stroomgebied (tracé en bedding) en voor het ontstaan en verdwijnen van substraatmozaïeken in het beektraject, zoals bladdammen, zandbanken, grindbanken en detrituszones. In dit beekmoeras met veelvuldige inundaties in de omringende moerassen ontstaat een patroon met hoogteverschillen in het maaiveld door boomgroei en sterfte. De drainage-diepte van de beek en af- en ontwateringsmiddelen zijn zeer bepalend voor de variatie in waterregime en watervoeding en daarmee voor habitatvoorwaarden voor fauna en standplaatscondities voor vegetatie. Het

streven is de drainagediepte zo ondiep mogelijk te houden en de dynamiek in waterpeilen te beperken. Dit systemen zal een grote rijkdom ontwikkelen aan kleinschalige hydrologische, morfologische, chemische en ecologische gradiënten en biodiversiteit.



Figuur 8: Hoogteligging en waterlopen in de regio Kempen-Broek.

Op grote schaal zijn in het stroomgebied aanpassingen nodig om het doorstroommoeras optimaal van water te voorzien en de ruim 2500 ha stroomgebied aan de Belgische kant via het beekmoeras af te voeren. Dat betekent dat het punt waar de Lozerbroekbeek, Veldhouwerbeek en Krielerrietbeek samen uitlopen in de Raam de overgang ligt tussen doorstroommoeras bovenstrooms en beekmoeras benedenstrooms.



Figuur 9: Bodemkaart regio Kempen-Broek.

Het belangrijkste aandachtspunt is de mogelijke toevoer van voedingsstoffen vanuit de bovenlopen in België. Algemeen wordt aan- en waargenomen dat inundatie van beekbegeleidende moerassen leidt tot eutrofiëring omdat de meest frequent geïnundeerde gebiedsdelen ook de meest eutrafente vegetaties bevatten (Boeye e.a. 1990, Jalink 1991; Jalink e.a. 1997). Bij inundatie of overstroming moet echter in de aanvoertroute onderscheid worden gemaakt tussen externe (aanvoer nutriënten door de beek) en interne (vrijkomen van nutriënten uit de overstroomde bodem) eutrofiëring, tussen het seizoen m.a.w. of de bodem al water verzadigd is of niet, en tussen aangevoerde nutriënten in opgeloste en in gebonden vorm (slib).

#### *Aanvoertroutes*

De nutriëntenbijdrage in opgeloste vorm door overstroming die doordrong in de bodem was nihil ten opzichte van de bijdrage uit de atmosferische depositie en mineralisatie bij water verzadigde bodems m.a.w. in de winterperiode (Olde Venterink et al. 1999; Olde Venterink 2000). Inundatie van de bodem leidt overigens tot een verhoging van de voedingsstoffen mobilisatie door het vrijkomen van fosfaat bij ijzer reductie (interne nalevering van nutriënten) (Lamers et al. 2006, Banach et al. 2009). Dit kan ten goede komen aan de vegetatie maar kan bij afstromen ook weer in de beek terecht komen.

#### *Seizoenen*

Aangenomen wordt dat nutriënten in opgeloste vorm in beekwater wel in droge bodems (in de zomer) kunnen doordringen (Bedford et al. 1999; Baattrup-Pedersen et al. 2011; Baattrup-Pedersen et al. 2013). Overstromingen in de zomer hebben dus een groter effect op bodem biogeochemische processen (de interne eutrofiëring) vanwege de hogere temperatuur dan in de winter.

#### *Kwelwater*

Daarnaast speelt kwelwater een rol. Kwelwater is doorgaans rijk aan ijzer en calcium, die beide fosfaat binden. Op kwelgevoede bodems wordt gemakkelijk extraheerbaar fosfor gebonden. Daarnaast komt organisch gebonden fosfor gemakkelijker vrij omdat de C-O-P-binding minder sterk is. Dit in tegenstelling tot stikstof dat in organische vorm sterk aan koolstof (C-N) gebonden is. In de zomer wordt onder aerobe omstandigheden organisch materiaal omgezet in ammonium wat weer omgezet wordt in nitraat dat naar de anaerobe ondergrond uitspoelt en daar of door denitrificatie verdwijnt of naar het diepere grondwater lekt. Onder natte omstandigheden (anaeroob) treedt veel minder nitrificatie en hoopt ammonium op en wordt aan bodemdeeltjes geadsorbeerd.

#### *Slib*

Nutriënten kunnen echter ook gebonden zijn aan slib. Dit slib wordt bij inundatie afgezet in het beekdal. Slib kan verdeeld worden in zwaardere en lichtere primaire deeltjes. De laatste bestaan vooral uit geflocculeerde organische deeltjes (Walling & Woodward 2000). De slibafzetting in het geïnundeerde beekdal hangt samen met de vracht in het beekwater (m.a.w. de bovenstroomse toevoer a.g.v. het landgebruik) (Asselman et al. 2003), de inundatie frequentie (Middelkoop et al. 2002), de turbulentie en stroomsnelheid in de inundatievlakte die afhankelijk is van ondermeer de waterdiepte tijdens de inundatie en de mate van doorstroming (Thonon et al. 2005), de topografie van de overstromingsvlakte (Thonon 2006) en de inundatieduur (Moody & Troutman 2000). Omdat naar schatting driekwart van het aangevoerde slib niet tot benedenstrooms komt (Thonon 2006), is slib mogelijk een van de belangrijkste bronnen van eutrofiëring bij inundatie door slibbevattend beekwater.

#### *Uitspoeling*

Naast de vraag hoeveel voedingsstoffen naar het beekdal worden getransporteerd speelt ook de vraag hoeveel uitspoeling naar de beek plaats vindt. In de Geeserstream studie is gekeken naar de nutriëntenconcentraties in de tijd tussen het bovenstroomse inlaatpunt, waar voedselrijk water afkomstig vanuit een intensief landbouwgebied binnen komt, en het uitlaat punt benedenstrooms. Het verloop in het stikstofgehalte liet relatief lage ammoniumgehalten, wisselende nitraatgehalten en een Kjehldahlstikstof rond de 1.2 mg/l zien bovenstrooms, terwijl dit laatste steeg naar circa 2.0 mg/l benedenstrooms. Het ortho-fosfaat en totaal fosfaatgehalte was bovenstrooms lager dan benedenstrooms. Het totaal fosfaat schommelde rond 0.13 mgP/l bovenstrooms en 0.23 mgP/l benedenstrooms. De benedenstroomse toename van stikstof en fosfaat hangt mogelijk samen met uitspoeling van nutriënten uit de voormalige en momenteel frequent geïnundeerde landbouwgronden. De uitspoeling blijkt in het dal van de Geeserstream groter dan de aanvoer.

Omdat in het gebied Kempen-Broek de aanvoergehalte niet bijzonder zijn t.o.v. andere beken in Nederland, er een sterke kwel aanwezig is, uitspoeling van het beekmoeras nauwelijks aan de orde is en eerder positief bijdraagt zou alleen het beekslib een rol kunnen spelen. In de Raam zit op de grens een zandvang. Bij een goed functioneren wordt daarmee het slib weggenomen. Meestal echter inundeert het beekmoeras zijdelings en bij hogere afvoer wanneer slib een ondergeschikte rol speelt. Indien doorstroming in het beekmoeras gewaarborgd wordt doordat de beek aan maaiveld ligt is de verwachting dat eutrofiering geen problemen gaat opleveren. Dit wordt verder ondersteund door de waarnemingen in 2010 dat de beek de Raam een vrij laag dynamische afvoer heeft.

Samenvattend biedt het gebied Kempen-Broek een uitstekende kans om een doorstroom- en beekmoeras op korte termijn te realiseren. Hier kan een voorbeeld gerealiseerd worden van een robuust, klimaatbestendig systeem waar landbouw en natuur invloed hebben en in samenhang zowel kwantiteits- als kwaliteitsdoelen dienen.

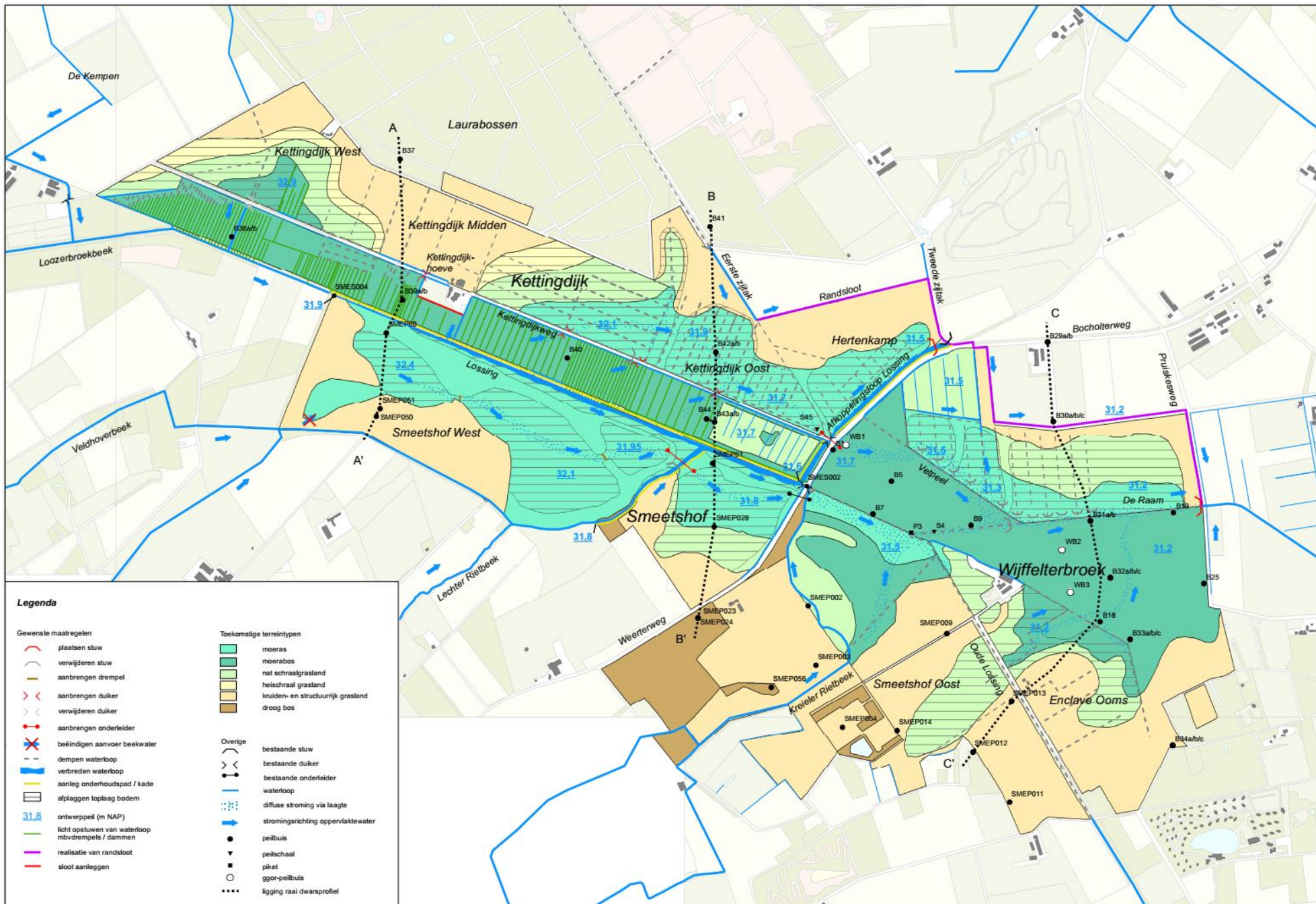
### **Aanbevelingen**

- Het voor het gebied Kempen-Broek in het inrichtingsplan gekozen uitgangspunt om het schone gebiedseigen water zoveel mogelijk te scheiden van het verontreinigde water in de beken die vanuit België door het Wijfelterbroek stromen is te rigide. De aannahme dat de kwaliteit te slecht is om door het moeras te stromen is niet gestaafd. Om hier een zinvol advies over te geven is het nodig om de stofstromen beter gekwantificeerd in beeld te brengen.
- Daarnaast leidt de gekozen oplossing tot het graven van een extra watergang terwijl er al een groot aantal al dan niet verbonden watergangen aanwezig zijn. Het streven naar een combinatie van een doorstroommoeras en beekmoeras staat loodrecht op dit stelsel van watergangen. Daarboven is de doelstelling om de moerassen ook een rol te geven als klimaatbuffer en om ze robuust te maken. Beide doelstellingen pleiten voor een minimum aan waterlopen.
- Het realiseren van een klimaatbuffer betekent wel dat afstromend water tijdelijk geborgen wordt op het beekmoeras. Wanneer hier aan de randvoorwaarde voldaan wordt dat het beekmoeras grote delen van de tijd stromend is, kan dit worden gerealiseerd zonder de waarde van het beekmoeras te veel aan te tasten.
- Om de rol van de toestroom van grondwater hierin te versterken en de relatie tussen toestroom van grondwater en afvoer van oppervlaktewater door het beekmoeras in beeld te krijgen is een integrale grond- en oppervlaktewater analyse noodzakelijk. De voorliggend rapporten zijn hiervoor te fragmentarisch. Deze analyse is ook nodig om de stofstromen, en vooral de temporele patronen daarin, in beeld te kunnen brengen. Daarvoor zijn balansen een noodzakelijk onderdeel.

## Referenties

- Asselman, N. E., Middelkoop, H., & Van Dijk, P. M. (2003). The impact of changes in climate and land use on soil erosion, transport and deposition of suspended sediment in the River Rhine. *Hydrological Processes*, 17(16), 3225-3244.
- Baatrup-Pedersen A, Hoffmann CC, Andersen HE, Riis T, Larsen SE, Audet J, Kronvang B. 2013. Groundwater nitrogen and the distribution of groundwater-dependent vegetation in riparian areas in agricultural catchments. Submitted to *Ecological Engineering*.
- Baatrup-Pedersen A, Larsen SE, Andersen PM, Audet J, Hoffmann CC, Andersen HE, Kjaergaard C, Kronvang B. 2011. Stream characteristics and implications for protected fens and meadows in riparian areas. *Freshwater Biology* 56: 1893-1903.
- Banach K, Banach AM, Lamers LPM, De Kroon H, Bennicelli RP, Smits AJM, Visser EJW. 2009. Differences in flooding tolerance between species from two wetland habitats with contrasting hydrology: implications for vegetation development in future floodwater retention areas. *Annals of Botany* 103: 341-351.
- Bedford BL, Walbridge MR, Aldous A. 1999. Patterns in nutrient availability and plant diversity of temperate North American wetlands. *Ecology* 80: 2151-2169.
- Bell J. & van 't Hullenaar J.W. 2011. Ecohydrologische systeemanalyse grensoverschrijdend natuurgebied Wijffelterbroek-Kettingdijk-Smeetshof. *Natuurmonumenten, Stichting ARK en Agentschap Natuur en Bos*.
- Boeye, D., De Blust, G., De Baere, D., van Straaten, D., Paelinckx, D., & Verheyen, R. F. (1990). De Belgische Kempen-Mineralenrijke kanalen door een voedselarm gebied. *Landschap*, 7, 33-43.
- Jalink M.H., Schrama E.J. & Athmer W. H. G. J. 1997. Winplaatsonderzoek Oirschot. Nieuwegein, KIWA. Basisrapport KOA 97.074.
- Jalink, M. H. (1991). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden, prae-advies Wobberribben. KIWA, Nieuwegein.
- Kurstjens G. & van der Linden S. 2017. Resultaten hydrologisch modelonderzoek Wijffelterbroek en Vetpeel. ARK Natuurontwikkeling.
- Lamers L.P.M., Loeb R., Antheunisse A.M., Miletto M., Lucassen E.C.H.E.T., Boxman A.W. et al. (2006) Biochemical constraints on the ecological rehabilitation of wetland vegetation in river floodplains. *Hydrobiologia*, 565, 165-186.
- Middelkoop, H., Van Asselt, M., Van't Klooster, S. A., Van Deursen, W., Kwadijk, J. C., & Buiteveld, H. (2004). Perspectives on flood management in the Rhine and Meuse rivers. *River research and applications*, 20(3), 327-342.
- Moody, J. A., & Troutman, B. M. (2000). Quantitative model of the growth of floodplains by vertical accretion. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25(2), 115-133.
- Olde Venterink H. Pieterse N. & van der Vliet R., 1999. Eutrofiering van beekdalhooilanden en de bijdrage van vervuild grondwater. *Landschap* 3: 191-206.
- Olde Venterink, H. G. M. (2000). Nitrogen, phosphorus and potassium flows controlling plant productivity and species richness: eutrophication and nature management in fens and meadows. Thesis University Utrecht.
- Thonon, I. (2006). Deposition of sediment and associated heavy metals on floodplains (No. 337). Utrecht University.
- Thonon, I., Roberti, J. R., Middelkoop, H., Van der Perk, M., & Burrough, P. A. (2005). In situ measurements of sediment settling characteristics in floodplains using a LISST-ST. *Earth Surface Processes and Landforms*, 30(10), 1327-1343.
- Walling, D. E., & Woodward, J. C. (2000). Effective particle size characteristics of fluvial suspended sediment transported by lowland British rivers. *IAHS Publication(International Association of Hydrological Sciences)*, (263), 129-139.

**Bijlage 4 Schetsontwerp Bell Hullenaar**



**Legenda**

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>Gewenste maatregelen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> plaats en stuw</li> <li> verwijderen stuw</li> <li> aanbrengen drempel</li> <li> aanbrengen duiker</li> <li> verwijderen duiker</li> <li> aanbrengen onderleider</li> <li> beëindigen aanvoer beekwater</li> <li> dempen waterloop</li> <li> verbreden waterloop</li> <li> aanleg onderhoudspad / kade</li> <li> afplaggen toplaag bodem</li> <li> ontwerpepeil (m NAP)</li> <li> licht opstuwten van waterloop mvdrempels / dammen</li> <li> realisatie van randsloot</li> <li> sloot aanleggen</li> </ul> | <p><b>Toekomstige terreintypen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> moeras</li> <li> moerabos</li> <li> nat schraafgrasland</li> <li> heischraaf grasland</li> <li> kruiden- en structureel rijk grasland</li> <li> droog bos</li> </ul> <p><b>Overige</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> bestaande stuw</li> <li> bestaande duiker</li> <li> bestaande onderleider</li> <li> waterloop</li> <li> diffuse stroming via laagte</li> <li> stromingsrichting oppervlaktewater</li> <li> peilbuis</li> <li> peilschaal</li> <li> piket</li> <li> ggor-peilbuis</li> <li> ligging raai dwarsprofiel</li> </ul> |
|--|---|





**Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12**

**Vereniging van bos- en natuurterreineigenaren (VBNE)**

Princenhof Park 9  
3972 NG Driebergen  
0343-745250

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

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