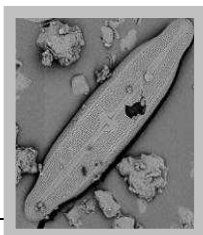


Pepinusbeek

Brongebied Haeselaarsbroek

Monitoringsrapportage 1996-2011



Pepinusbeek - Brongebied Haeselaarsbroek

Monitoringsrapportage 1996-2011

Colofon

**Waterschap Roer en Overmaas
Sittard, 2010**

Te citeren als:

Waterschap Roer en Overmaas, 2011. Brongebied Pepinusbeek – Haeselaarsbroek. Monitoringsrapportage 1996-2011. Intern rapport nr. 2011-01 Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.

Foto omslag: Luchtfoto van het ingerichte brongebied van de Pepinusbeek in het zuidelijk deel van het Haeselaarsbroek (voorjaar 1997)

Waterschap Roer en Overmaas - Postbus 185 - 6130 AD Sittard (NL) - tel. + (31) (0) 46- 4205700,
e-mail: info@overmaas.nl - website: www.overmaas.nl

INHOUDSOPGAVE

LEESWIJZER	4
SAMENVATTING	5
1. INLEIDING	6
2. LIGGING EN KARAKTERISTIEKEN	7
3. KNELPUNTEN, UITGEVOERDE MAATREGELEN EN BEHEER	15
4. STREEFBEELDEN, MONITORING, RESULTATEN, DISCUSSIE EN CONCLUSIES PER DISCIPLINE	18
5. SYNTHESE	43
6. AANBEVELINGEN VOOR BEHEER, ONDERHOUD EN MONITORING	44
7. LITERATUUR	45

LEESWIJZER

Het voorliggende rapport gaat over de aanleiding, het onderzoek en de conclusies van het ingeraal gebiedsherstelproject Haeselaarsbroek dat is uitgevoerd door de gemeente Echt-Susteren.

- Hoofdstuk 1 geeft de algemene inleiding en context weer
- Hoofdstuk 2 geeft achtergrondinformatie over het gebied in de vorm van de ligging en enkele relevante karakteristieken
- Hoofdstuk 3 bevat een korte beschrijving van de belangrijkste knelpunten, de uitgevoerde maatregelen en het beheer
- Hoofdstuk 4 geeft een beschrijving van de streefbeelden voor het ven, de aanpak van de monitoring, de onderzoeksresultaten met bijbehorende discussie c.q. toetsing en de conclusies per afzonderlijk aspect (of onderzoeksdiscipline). Bij het onderdeel “conclusies” wordt aangegeven in hoeverre aan de doelstellingen c.q. streefbeelden wordt voldaan. Voor deze opzet is gekozen om te voorkomen dat tekstdelen die op hetzelfde onderwerp (b.v. macrofauna) betrekking hebben, te ver uit elkaar komen te liggen.
- Hoofdstuk 5 bevat een synthese van alle aspecten en de eindconclusie van het project
- Hoofdstuk 6 geeft aanbevelingen voor beheer, onderhoud en monitoring

SAMENVATTING

Door het uitvoeren van inrichtingsmaatregelen in het zuidelijk deel van het Haeselaarsbroek (deelgebied De Kuijper) is men erin geslaagd om kansrijke condities te scheppen voor de ontwikkeling van een droog-nat gradiënt op de overgang van het hier aanwezige hoogterras van de Rijn en een lager gelegen Maasterras. De totale oppervlakte van het gebied bedraagt ongeveer 20 ha. Het aanwezige sparrenbos is voor ongeveer de helft verwijderd. Een deel van de ontwateringssgreppels is gedempt en de bronloopjes van de Pepinusbeek zijn op een natuurvriendelijke manier aangelegd. In het gebied zijn vijf nieuwe, ondiepe amfibiepoelen aangelegd. Het beheer bestaat uit een combinatie van extensieve jaarrondbegrazing (Galloway-runderen en Konik-paarden), hooilandbeheer en het (machinaal) verwijderen van houtige opslag.

Het oorspronkelijke grond- en oppervlaktewaterregime is voor een groot deel worden hersteld, wat heeft geleid tot droogvallende en permanent watervoerende bronloopjes, inundatievlakken en poelen. Het grond- en oppervlaktewaterregime voldoet grotendeels aan de doelstellingen. De waterkwaliteit voldoet voor een groot deel. Vooral door de bemesting op het Hoogterras beïnvloedde kwel komen echter te hoge nitraatgehalten voor.

De uitgevoerde inrichtingsmaatregelen en de daarop volgende ontwikkeling hebben geleid tot interessante en soortenrijke levensgemeenschappen. De diatomeeënfauna is rijk en bevat veel zeldzame soorten. Ook de macrofauna laat een positieve ontwikkeling zien. Het aantal aangetroffen plantensoorten is groot. Ook is het gebied van belang voor onder andere de amfibieën.

1. INLEIDING

Het Haeselaarsbroek is een van de gebieden die op de overgang van het Midden-Limburgse terrassengebied en het Zuid-Limburgse Heuvelland liggen. Tot het begin van de vorige eeuw was het nog grotendeels een moerasgebied, met overgangen naar hogere gelegen, drogere gronden. Er was een gradiënt en mozaïek van droge en natte heischrale vegetaties, moeras en houtige begroeiing.

Door de verbeterde mogelijkheden op het gebied van waterbeheersing en door het toepassen van kunstmest konden deze vegetaties grotendeels worden ontgonnen. Er ontstond een jong cultuurlandschap met veldwegen, graslanden, akkers en populierrijen. Een van de gebiedsdelen waar dit minder goed lukte was het brongebied van de Pepinusbeek, in het uiterste zuiden van het Haeselaarsbroek. Door de grote kweldruk was het gebied te nat voor landbouw en werd er een rabattenstelsel aangelegd ten behoeve van bosbouw. Het grootste deel werd aangeplant met fijnspar. Omdat de potenties voor natuurwetenschappelijke waarden aanwezig bleven is er door de gemeente Echt-Susteren een ontwikkelingsvisie voor het gebied opgesteld (HEIDEMIJ *et al.*, 1994).

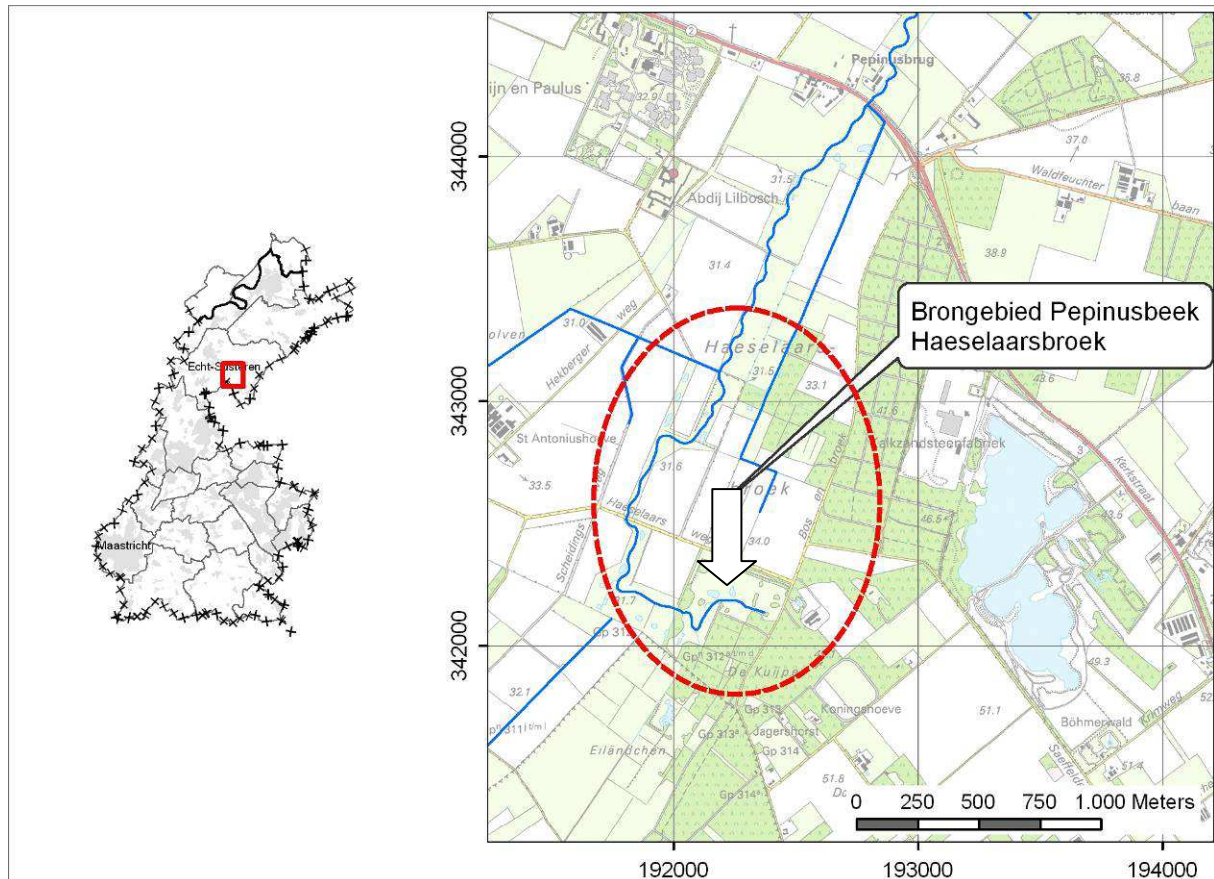
Op basis van de ontwikkelingsvisie is door de gemeente Echt-Susteren en het Waterschap Roer en Overmaas in de winter van 1995-1996 een integraal gebiedsherstel project uitgevoerd. De gemeente heeft zorg gedragen voor het verwijderen van een deel van de bosaanplant, de boomstobben, de aanwezige strooisellaag en de bovengrond. Daarbij zijn ook de aanwezige ontwateringsgreppels gedempt. Het waterschap zorgde voor de ontwikkeling van enkele nieuwe bronloopjes en amfibiepoelen.

In de voorliggende rapportage wordt vooral ingegaan op de resultaten die betrekking hebben op de aquatische levensgemeenschappen. Het rapport gaat nader in op de projectdoelen, de uitgevoerde monitoring, de resultaten met discussie en de belangrijkste conclusies en aanbevelingen. Het is gebaseerd op een eerder verschenen tussenrapportage en andere publicaties over het gebied. Voor zover mogelijk zijn de onderwerpen geactualiseerd en aangevuld met recente gegevens. Voor semiterrestrische en terrestrische natuurwaarden wordt verwezen naar VERBEEK (1998) en VERBEEK & SCHERPENISSE-GUTTER (2005A EN 2005B).

2. LIGGING EN KARAKTERISTIEKEN

2.1. Topografie

De Pepinusbeek (beeknummer 3.024) met bijbehorend brongebied van het Haeselaarsbroek is gelegen in de gemeente Echt-Susteren [figuur 2.1.1]. De beek behoort tot het stroomgebied van de Vlootbeek. Het in dit rapport beschreven bronloopje loopt over een lengte van circa 300 meter van X= 192371; Y= 342134 tot aan X= 192014; Y= 342152. Het aansluitende brongebied heeft een oppervlakte van circa 18,5 hectaren en ligt op een hoogte van ongeveer 33 m + NAP.

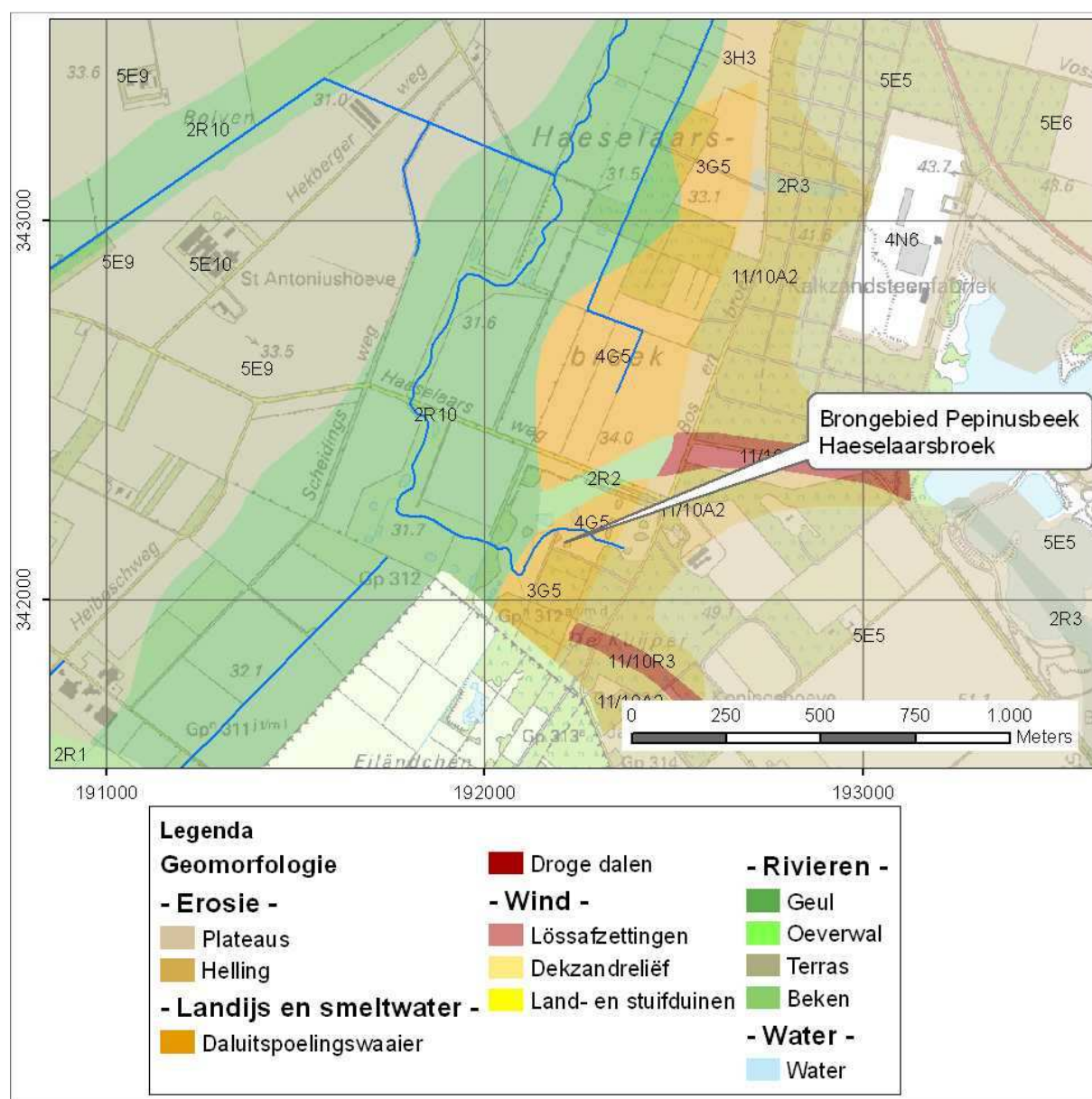


Figuur 2.1.1. Ligging van het onderzoeksgebied in de gemeente Echt-Susteren

2.2. Geomorfologie en bodem

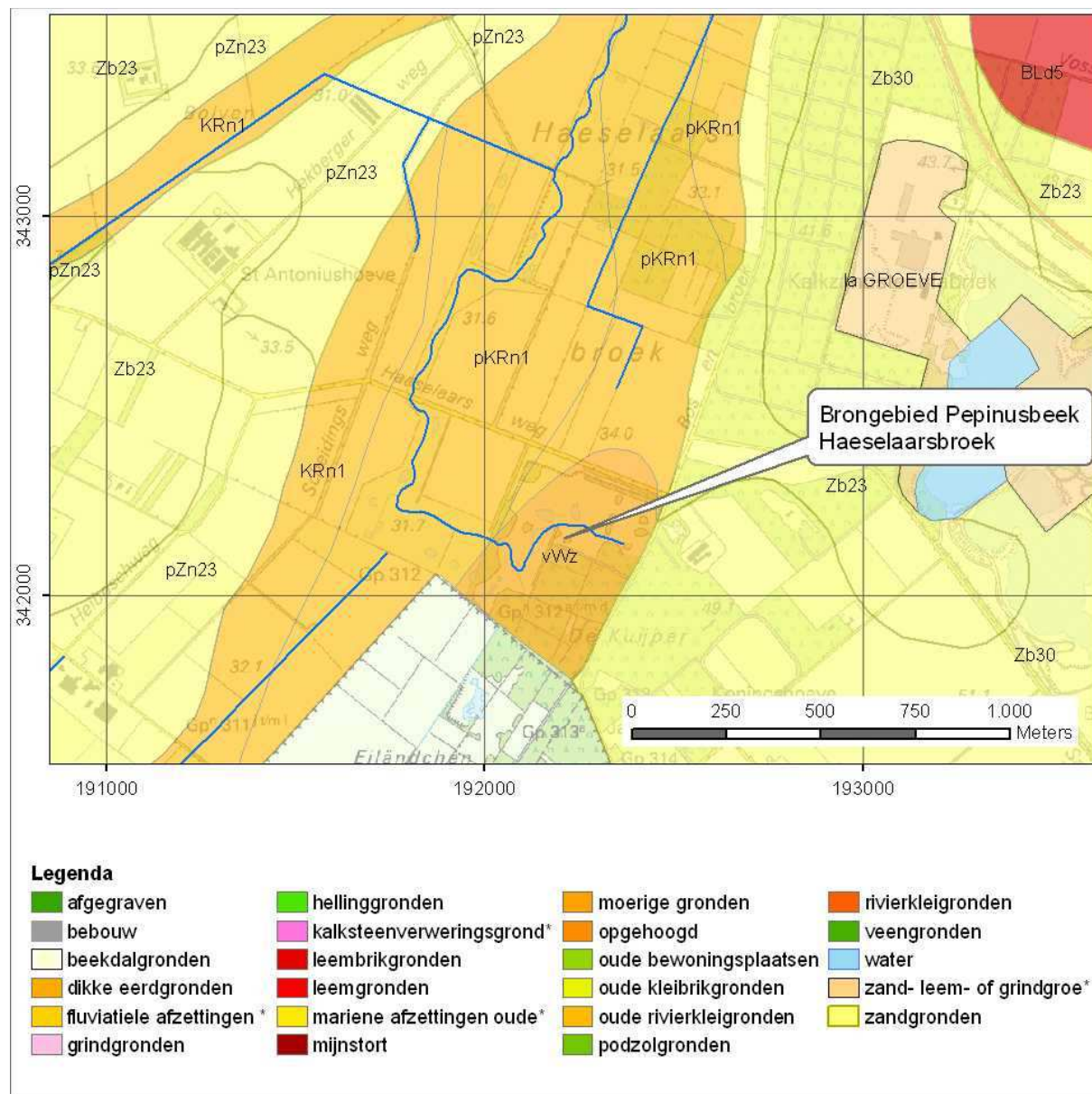
Ten noorden van Susteren wordt het landschap bepaald door oude rivierafzettingen van de Maas en de Rijn. Deze zijn in verschillende fasen achter elkaar afgezet in terrassen. De Maasterrassen hebben een onderling hoogteverschil van circa twee meter, en bestaan uit zanden en grinden. Door verstuiving van deze zanden zijn op verschillende plekken landduinen en komvormige laagten ontstaan (LOCHT, 1977). Het Rijnterras ligt hier door tectonische bewegingen ongeveer 15-20 meter hoger dan het oudste Maasterras.

Het brongebied van de Pepinusbeek ontspringt aan de voet van het oude hoogterras van de Rijn [figuur 2.2.1]. De flank bestaat uit een flauwe afbraakwand (11/10A2) met daluitspoelwaaiers (2R2) en glooiingen met afgespoeld hellingmateriaal (3H3). Dit gaat over naar een van de voormalige lopen van de Maas (2R10), die naar het westen begrensd wordt door een vrij vlak terras (5E). Ter plekke van dit terras is het oorspronkelijke dekzand nog aanwezig. Ten noorden van het projectgebied, in o.a. het gebied het Marissen, is het dekzand plaatselijk verstoven in lage zandduinen met tussenliggende laagten (Ten Cate & Maarleveld, 1977).



Figuur 2.2.1. Geomorfologie van het onderzoeksgebied en omgeving.

De Maasbodems bevatten soms grind in de ondergrond (-g). Op het hoogterras van de Rijn wordt dit grind zelfs binnen 40 cm aangetroffen (g-; figuur 2.2.2). Het hoogterras bestaat overwegend uit vorstvaaggronden van grof zand (Zb23 en Zb30) en leemarm matig fijn zand (Zb23). In dit bodemtype heeft weinig tot geen bodemvorming plaatsgevonden. Lokaal worden nog resten löss, in de vorm van radebrikgronden aangetroffen (aangeduid met BLd5).



Figuur 2.2.2. Bodemkaart van het onderzoeksgebied en omgeving .

Het brongebied van de Pepinusbeek bestaat uit moerige eerdgronden (vWz) met een zeer organische bouwvoor van 20 tot 40 cm, gelegen op 10 tot 35 cm leem. Hieronder worden fijne zanden en grinden aangetroffen. In tegenstelling tot dezelfde kaartenheid in het nabijgelegen IJzerenbosch te Susteren, bevindt zich in het dal van de Pepinusbeek geen moeraskalk.

Langs de westzijde van het beekdal zijn de oorspronkelijke vorstvaaggronden al geruime tijd in cultuur. Hierdoor is een organische bouwvoor van ongeveer 20 cm ontstaan, en worden de gronden aangeduid als kanteerdgrond (Zd). Ook de hier gelegen oude rivierklei bestaat uit een zeer organische bouwvoor van circa 20 cm. Onder het dek, bestaande uit lichte zavel neemt het gehalte aan zand snel toe. Deze gronden worden aangeduid als leek- / woudeerdgronden (pKRn1), maar bevatten opvallend weinig roestverschijnselen binnen 50 cm (STIBOKA, 1970)

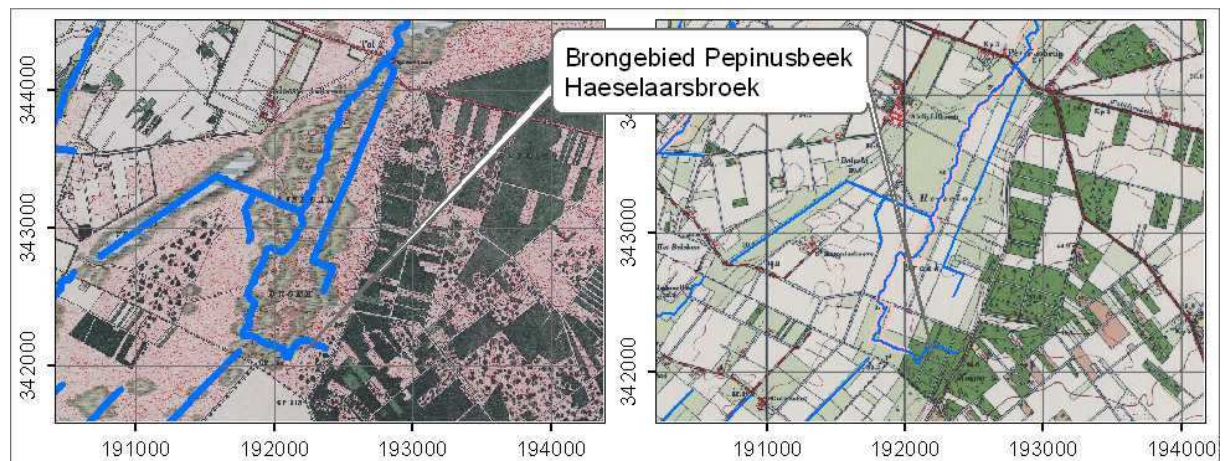
2.3. Historisch en actueel landschap

Door de landbouwactiviteiten die zich in deze regio vanaf de Middeleeuwen hebben afgespeeld zijn uitgestrekte heischrale vlakten ontstaan, die in gebruik werden genomen als graasvlakten voor schapen en ander vee. Op de Tranchot-kaart uit de eerste helft van de 19^e eeuw [figuur 2.3.1] staat aangegeven dat het landschap in het Haeselaarsbroek en omgeving destijds vooral uit moeras (Heseleer/Heiselder Fenn), heide en woeste gronden bestond. Daarnaast was er sprake van de aanwezigheid van akkers, houtwallen en bosjes.



Figuur 2.3.1. Landschappelijke context van het projectgebied en omgeving in de eerste helft van de 19^e eeuw (bron: Tranchot-kaart 1800-1853).

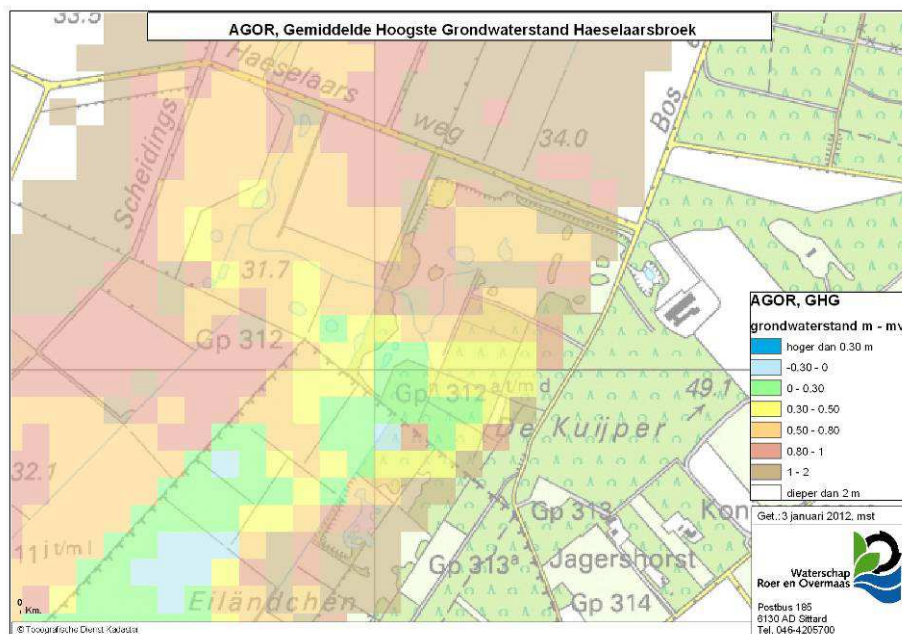
Ook op het einde van de 19^e eeuw is dit landschap nog duidelijk herkenbaar [figuur 2.3.2]. Het Haeselaarsbroek was nog niet ontgonnen en was er sprake van een grote afvoerloze laagte, waarin het moeras met open water zich kon handhaven. Het deel dat thans wordt aangeduid als brongebied van de later gegraven Pepinusbeek heeft een grotendeels open karakter.



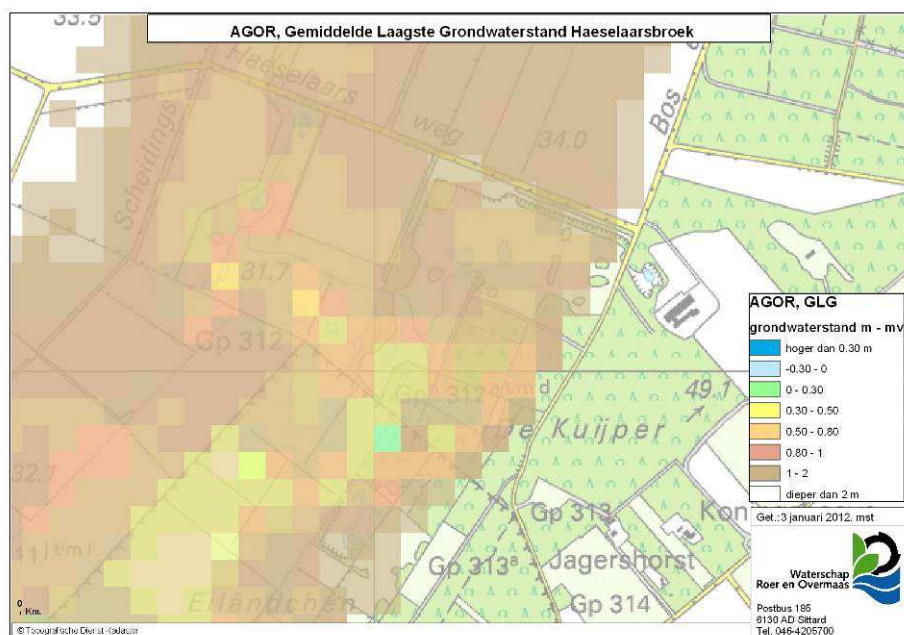
Figuur 2.3.2. Landschappelijke context van het projectgebied en omgeving in de periode rond 1890 (links), inclusief een aanduiding van het huidige primaire ontwateringstelsel en 1988 (rechts).

2.4. Watersysteembeschrijving

Het aanwezige grond- en oppervlaktewatersysteem kan kort als volgt worden omschreven. Het brongebied van de Pepinusbeek in het zuidelijk deel van het Haeselaarsbroek wordt op de natste plekken gekenmerkt door een gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) van 15 cm onder maaiveld [figuur 2.4.1] en een gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) van 45 onder maaiveld [figuur 2.4.2].



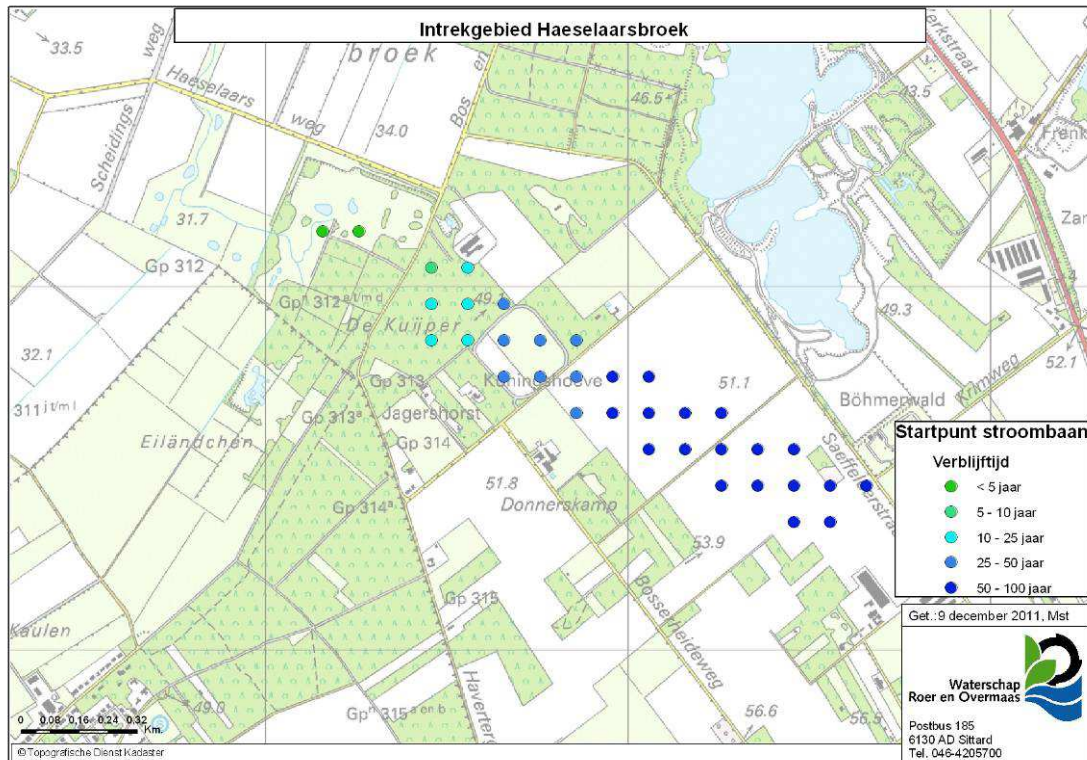
Figuur 2.4.1. Grondwaterstanden in het plangebied en omgeving volgens de AGOR situatie berekend met het model Ibrahim: gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG).



Figuur 2.4.2. Grondwaterstanden in het plangebied en omgeving volgens de AGOR situatie berekend met het model Ibrahim: gemiddelde laagste grondwaterstand in cm onder maaiveld (GLG)

In beide figuren 2.4.1 en 2.4.2 is te zien dat de grondwaterstand op het terrein varieert en op de droogste gedeelten meer dan 1 meter onder maaiveld staat in de GHG-situatie.

Een analyse van de grondwaterstromen met behulp van het model Ibrahym toont aan dat het grootste deel van het infiltratiegebied van het kwelwater afkomstig is van het hoogterras van de Rijn. De 100-jaar zone van het intrekgebied bevindt zich op circa 1600 meter in zuidoostelijke richting [figuur 2.4.3].



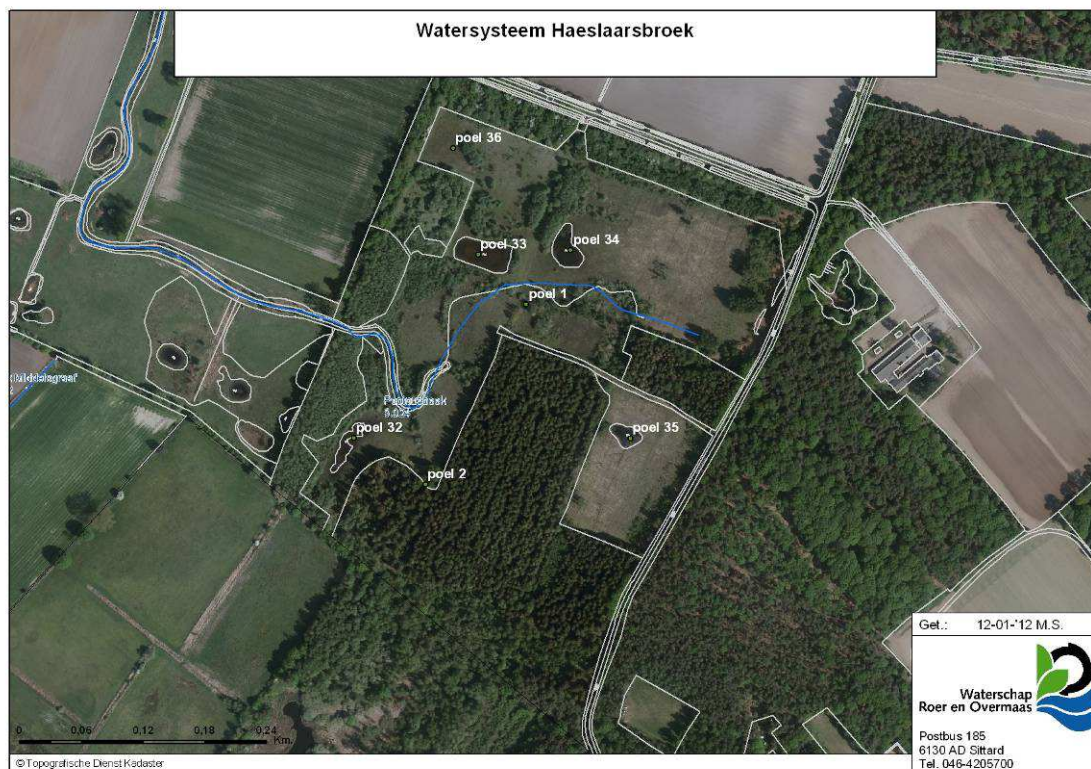
Figuur 2.4.3. Intrekgebied grondwater dat in het Haeselaarsbroek opkwelt

Het aan het maaiveld uittredende ondiepe grondwater en het stagnerende regenwater kunnen in het winterhalfjaar voor inundatie van de laag gelegen depressies in het terrein zorgen. In drogere winters en in de zomermaanden voedt het kwelwater de aanwezige ontwateringsgreppels in het sparrenbos, de nieuwe bronloopjes en enkele poelen. In droge zomers valt echter een deel van dit systeem droog.

De belangrijkste morfologische karakteristieken van het watersysteem anno 2011 zijn:

- (1) Bronloopje Pepinusbeek: totale lengte 500 meter, waarvan de eerste 400 meter vrijwel jaarlijks droogvalt; gemiddelde waterbreedte= 50 cm; gemiddelde waterdiepte= 10 cm; bodemsubstraat= zand en lokaal fijn grind; gemiddelde afvoer < 0,5 l/sec
- (2) Twee natuurlijk ingerichte zijbronloopjes van de Pepinusbeek: tussen sparrenbos en Pepinusbeek; permanent watervoerend; gemiddelde afvoer < 0,5 l/sec; overige kenmerken: zie bronloopje Pepinusbeek
- (3) Ontwateringsgreppels sparrenbos: totale lengte van enkele kilometers; gemiddelde breedte 30 cm; gemiddelde diepte 0-10cm; thans grotendeels droog.
- (4) Poel 1: 50 m² (klein oud amfibiepoeltje)
- (5) Poel 2: 40 m²; (klein oud amfibiepoeltje)
- (6) Poel 32: 500 m²; grootste waterdiepte 50-75 cm (incidenteel droogvallend)
- (7) Poel 33: 1.400 m²; grootste waterdiepte 50-75 cm (permanent waterhoudend)
- (8) Poel 34: 800 m²; grootste waterdiepte 50-75 cm (incidenteel droogvallend)
- (9) Poel 35: 485 m²; grootste waterdiepte 50-75 cm (permanent waterhoudend)
- (10) Poel 36: terreinlaagte, die in natte winters en vroege voorjaar watervoerend is.

In figuur 2.4.4 is een overzicht gegeven van de aanwezige waterlichamen in het gebied..



Figuur 2.4.4. Overzicht huidige watersysteem en poelen in het brongebied van de Pepinusbeek.

3. KNELPUNTEN, UITGEVOERDE MAATREGELEN EN BEHEER

3.1. Knelpunten

Het belangrijkste knelpunt voor de natuurontwikkeling in het brongebied van de Pepinusbeek was de aanleg van een uitgebreid ontwateringssysteem. Dit systeem is halverwege de vorige eeuw aangelegd, waarna de eerste aanplant met naaldbomen heeft plaatsgevonden. Het gebied ontwikkelde zich aanvankelijk tot een vergrast heideveld, met een dominantie van pijpenstrootje en jonge aanplant. Een groot deel hiervan is door een brand in de jaren zeventig in as gelegd. Daarna is het perceel opnieuw aangeplant. Door de grondwaterdaling, de aanplant en de brand is een groot deel van de voorheen aanwezige veenbodem veraard of verdwenen. De hoofdgreppels werden tot de jaren negentig periodiek opgeschoond. De naalden van de bomen zorgden voor een verzuring van de bovengrond. Naarmate de bomen groeiden ontwikkelde het terrein zich tot een donker sparrenbos, met weinig ondergroei. Alleen langs open bospaden kon de kruidvegetatie zich voldoende handhaven [figuur 3.1.1]. In en langs een deel van de greppels handhaafde zich een begroeiing met veenmos, moerasviooltje en andere kenmerkende soorten. Op andere kleine, open plekken groeide wat struiken en dopheide of inheemse loofbomen. Daarnaast was klein een deel van het gebied in gebruik als weiland. Voor een goede ontwikkeling van de aquatische waarden ontbraken geschikte biotopen in de vorm van natuurlijke bronloopjes en poelen.

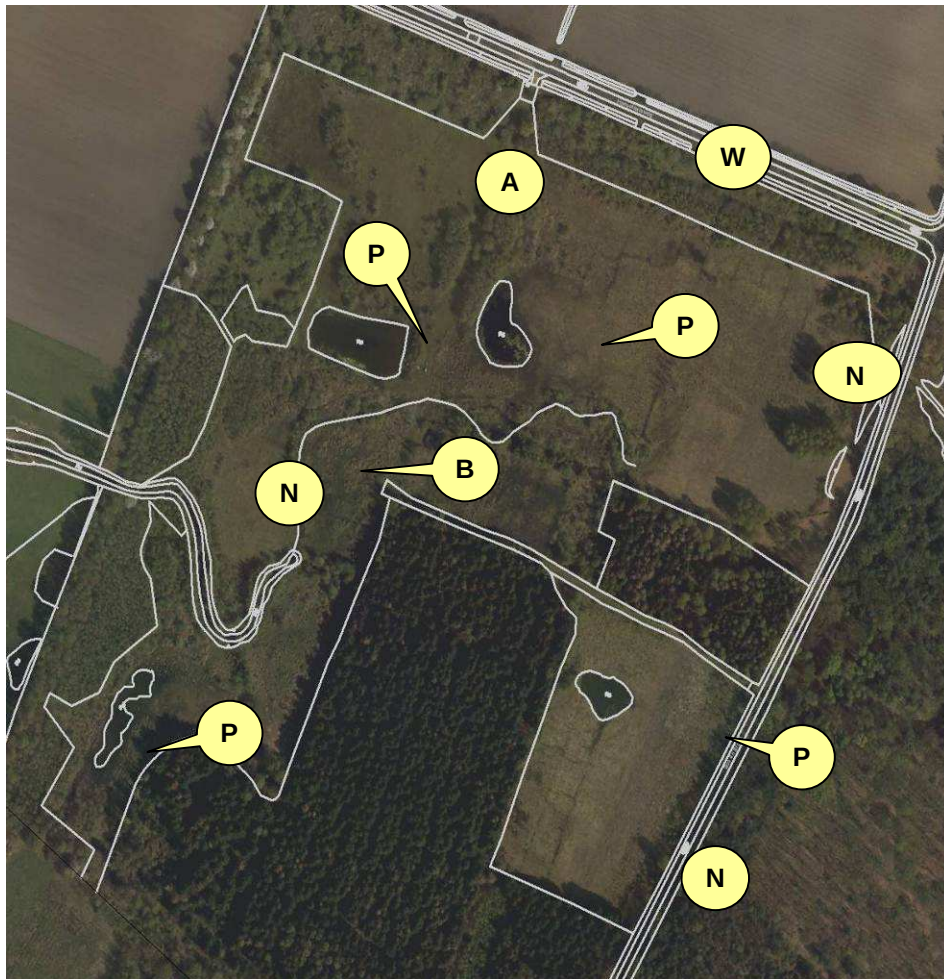


Figuur 3.1.1. Beeld van het brongebied van de Pepinusbeek in de periode vóór de herstelmaatregelen: een dichte aanplant van fijnspar, met een enkele open bospaden en een uitgebreide begroeiing.

3.2. Uitgevoerde maatregelen

De ontwikkelingsvisie (HEIDEMIJ *et al.*, 1994) heeft geleid tot het uitvoeren van de volgende maatregelen [figuur 3.2.1]:

- van de totale oppervlakte aan naaldbos is ongeveer 10 hectaren volledig gekapt (N)
- alle boomstobben en het naaldenpakket met een deel van de toplaag van de bodem zijn verwijderd. Het vrijkomende materiaal is verwerkt in een wal, die parallel is aangelegd aan de Haeselaarsweg (W)
- de in het gekapte bos aanwezige ontwateringsgreppels zijn gedempt
- er zijn enkele nieuwe, ondiepe bronloopjes aangelegd, met een totale lengte van 600 meter
- er zijn vier nieuwe poelen (P) gegraven
- de voedselrijke toplaag van het weiland is grotendeels afgegraven tot een periodiek waterhoudende terreinlaagte (A)
- een deel van het terrein is uitgerasterd om de ontwikkeling van nieuw bos veilig te stellen.



Figuur 3.2.1. Aanduiding van de uitgevoerde maatregelen (N= perceel gekapt naaldbout; A= afgegraven weiland/terreinlaagte; W= aangelegd wal; P= nieuwe poel; B= nieuw bronloopje)

3.3. Beheer

Op waterstaatkundig gebied is in de periode 1996-2011 in het geheel geen actief beheer toegepast.

De vegetatie van het gehele brongebied wordt begraasd door Konik-paarden en Galloway-runderen, om een gevarieerde mozaïekachtige vegetatie te laten ontwikkelen. De dieren kunnen de aanwezige poelen en bronloopjes vrij betreden en begrazen. Aanvankelijk was ingeschat dat het vee de opkomende houtige begroeiing en struikgewas voldoende zouden terugdringen, maar in de loop der jaren bleek dat dit niet het geval was. Een groot deel van het brongebied groeide en groeit dicht met opslag van wilgen, zwarte elzen, berken en braam. De gemeente heeft daarom besloten tot het actief verwijderen van houtige opslag of maaien van bepaalde delen van het terrein [figuur 3.3.1]. De opkomende houtige begroeiing langs de bronloopjes van de Pepinusbeek zijn echter gespaard, zodat ze zich konden ontwikkelen tot grotendeels beschaduwde beekloopjes.



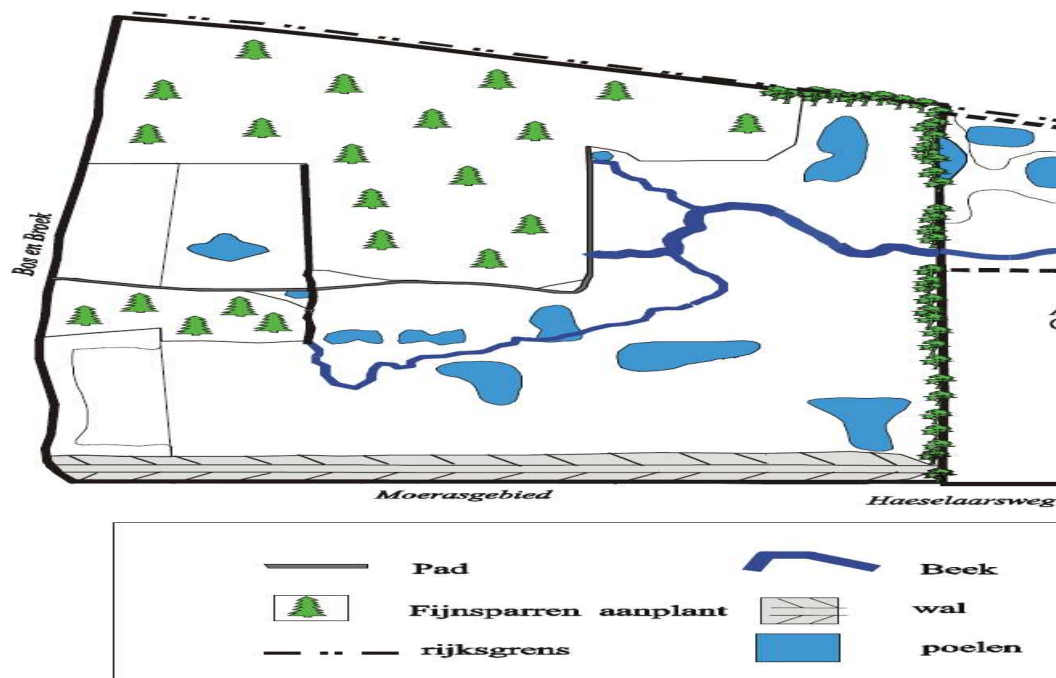
Figuur 3.3.1. Grote delen van het brongebied groeien dicht met houtige opslag, struikgewas en bramen waardoor actief ingrijpen (hooien of machinaal verwijderen opslag) noodzakelijk blijft (3-juli-2005).

4. STREEFBEELDEN, MONITORING, RESULTATEN, DISCUSSIE EN CONCLUSIES PER DISCIPLINE

4.1. Algemeen

Door de aanwezige geomorfologie, hoogteverschillen, bodemtypen en grondwaterstromen zal een afwisseling van droge terreinen en locaties met hoge grondwaterstanden en kwel aanwezig kunnen zijn. Voor het gehele natuurontwikkelingsgebied wordt een gevarieerde begroeiing nagestreefd, met een afwisseling van bos (25%) , struweel (15%) en kruidachtige vegetatie (60%) (HEIDEMIJ *et al.*, 1994). Door de aanwezigheid van een droog-nat gradiënt kunnen hierbinnen verschillende vegetatietypen ontstaan.

Als gevolg van de aanwezige kwel zullen periodiek of permanent watervoerende, langzaam tot licht stromende bronloopjes ontstaan. Daarnaast wordt gestreefd naar de aanwezigheid van incidenteel droogvallende (amfibie-)poelen en kwelplekken [figuur 4.1].



Figuur 4.1.1. Algemeen streefbeeld van het inrichtingsproject brongebied Pepinusbeek (uit: VERBEEK, 1998).

4.2. Morfologie

Streefbeelden

Ten aanzien van de nieuw te ontwikkelen bronloopjes is gestreefd naar ondiepe, licht slingerende beekloopjes, met zeer flauw oplopende oevers. Het bodemsubstraat bevat zand en grind. Na verloop van tijd moeten zich op sommige plaatsen klein organisch materiaal, bladpakketten en takjes afzetten. Voor de poelen moeten een waterdiepte hebben van 0,50-0,75 m, met flauw oplopende oevers. De bodem kan een afwisseling zijn van zand, grind en organisch materiaal. Er mag geen uitgebreide slibopeenhoping plaatsvinden. Deze streefbeelden sluiten aan bij KRW-type R3/R4 (bronloopje Pepinusbeek) en M11 (poelen) (Zie VAN DER MOLEN & POT, 2007A EN 2007B).

Monitoring

De uiteindelijke morfologisch inrichting van het nieuwe watersysteem is bepaald met behulp van revisiemetingen. Tijdens veldbezoeken is nagegaan hoe de bodemstructuur zich ontwikkelt.

Resultaten en discussie

Het project is geheel uitgevoerd conform de planning en het streefbeeld. De bodem van de bronloopjes heeft zich in de loop der jaren ontwikkeld tot een gevarieerd mozaïek van diverse substraten. Door de toenemende houtige oeverbegroeiing is het aandeel detritus., takjes, e.d. toegenomen [figuur 4.2.1]. De bodem van de poelen bevat slechts lokaal een opeenhoping van slib. Op grote delen is nog de oorspronkelijke ondergrond te zien.

Conclusies

De morfologie van het nieuwe watersysteem (bronloopjes en poelen) heeft zich goed ontwikkeld en voldoet aan de doelstellingen.



Figuur 4.2.1. Morfologie van het nieuwe bronloopje van de Pepinusbeek (26-dec-2009)

4.3. Grond- en oppervlaktewaterkwantiteit

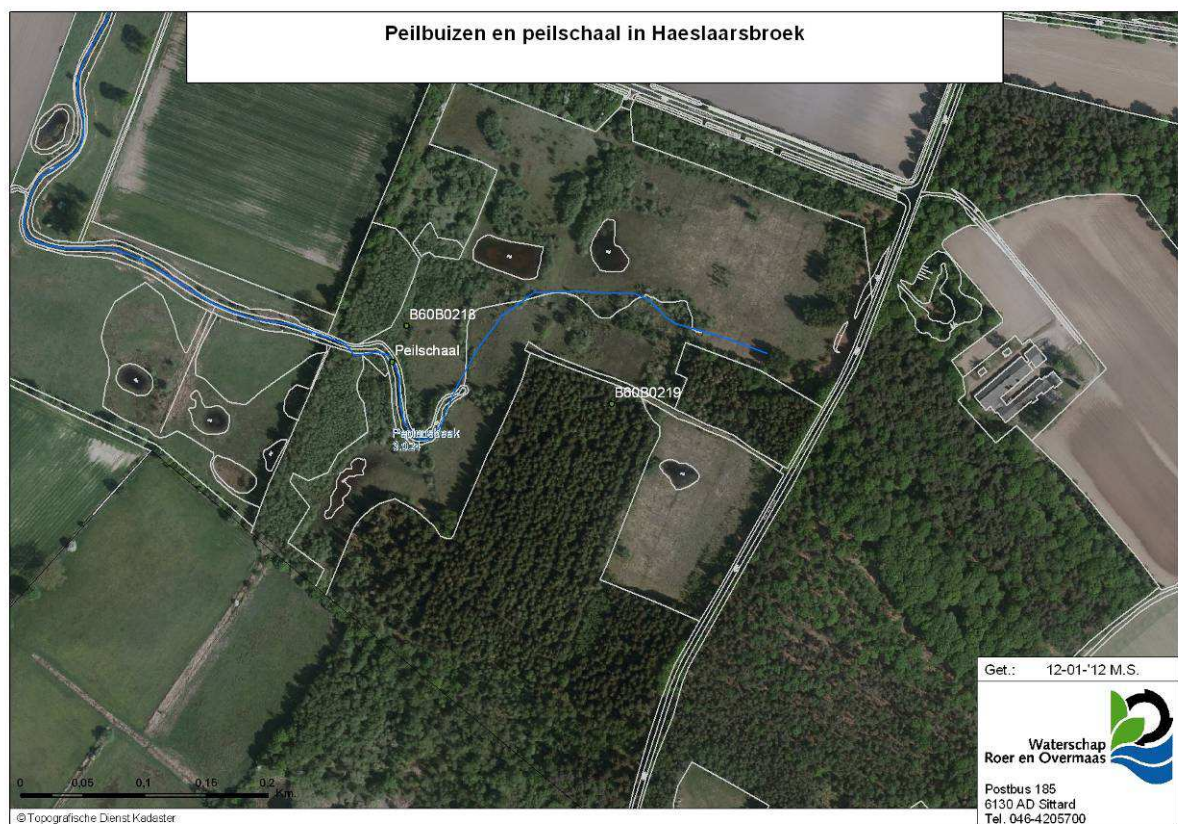
Streefbeelden

Het streefbeeld voor het gewenste grond- en oppervlakteregime (GGOR) is vastgelegd in de Stroomgebiedvisie Vlootbeek-Middelsgraaf (ROYAL HASKONING, 2001). Het grondwaterregime zal voor de aanwezige bronloopjes betekenen dat ze – afhankelijk van hun ligging in het gebied – periodiek droogvallend tot permanent watervoerend zullen zijn. Voor wat betreft het debiet op het einde van het bronloopje dat het onderzoeksgebied verlaat, wordt gestreefd naar een gemiddelde waterafvoer van 1-5 l/sec.

Het waterpeil in de poelen mag fluctueren. Aangezien een van de hoofddoelstellingen voor deze poelen een voortplantingsfunctie voor amfibieën is, zal een (bijna) droogval in de nazomer gunstig zijn. Op deze wijze wordt voorkomen dat zich ongewenste vispopulaties ontwikkelen.

Monitoring

In het onderzoeksgebied staan twee peilbuizen en een peilschaal. De peilbuizen die opgenomen zijn in het Dinoloket (www.dinoloket.nl) zijn weergegeven op kaart in figuur 4.3.1.



Figuur 4.3.1. Ligging van de peilbuizen en peilschaal in het brongebied van de Pepinusbeek.

Resultaten en discussie

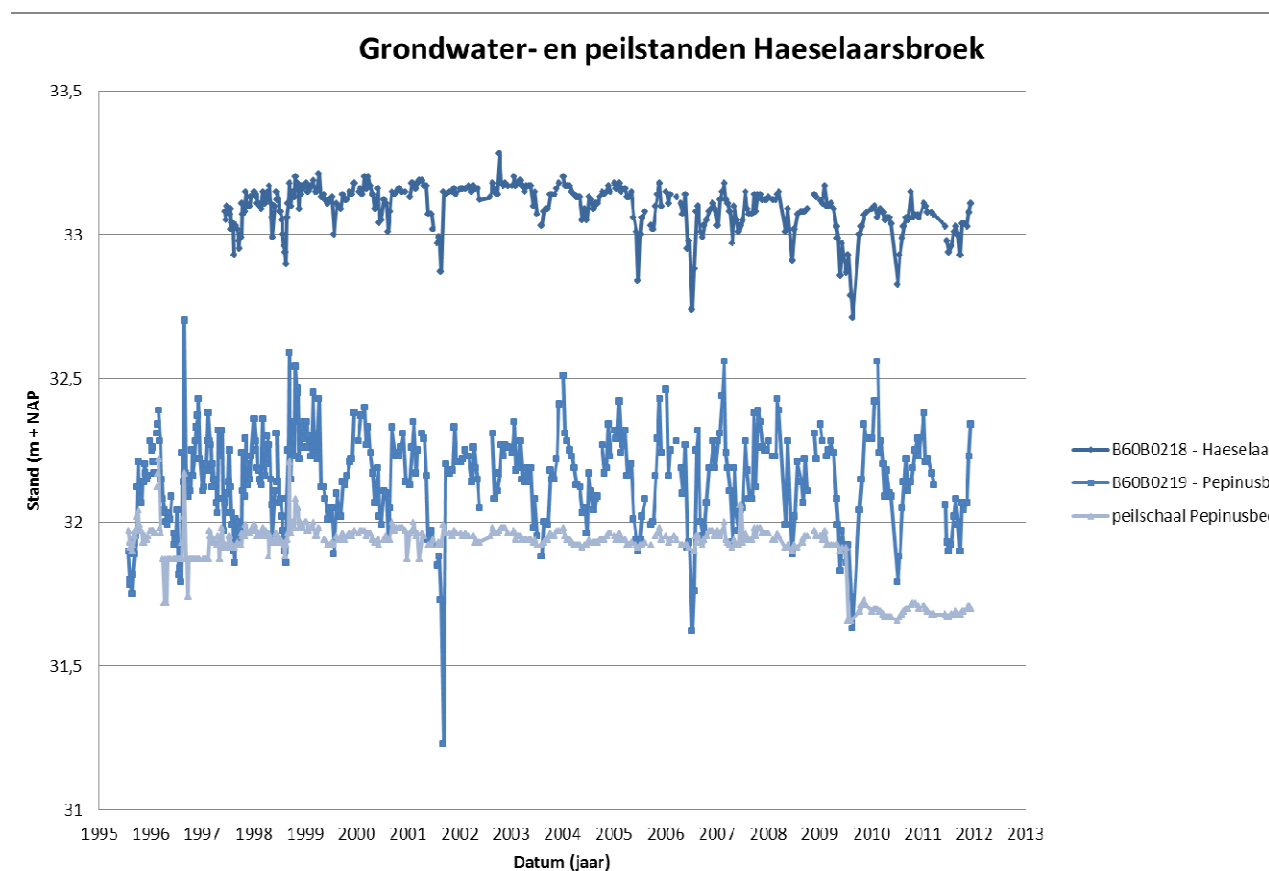
In tabel 4.3.1 zijn de gegevens van de peilbuizen samengevat. Peilbuis B60B0218, nabij poel 35, is het meest oostelijk gelegen en heeft de hoogste grondwaterstanden. De kweldruk vanuit de steilrand is hier het grootst. Peilbuis B60B0219, meer aan de westrand van het brongebied, heeft over de hele tijdreeks lagere grondwaterstanden.

Tabel 4.3.1. Gegevens van peilbuizen Haeselaarsbroek

Peilbuis	maaiveld (m + NAP)	grondwatertra p	GVG (m – mv.)	GHG (m – mv.)	GLG (m – mv.)	GG (m – mv.)
B60B0218	33,30	I	0,15	0,12	0,30	0,19
B60B0219	32,70	II	0,48	0,34	0,79	0,54

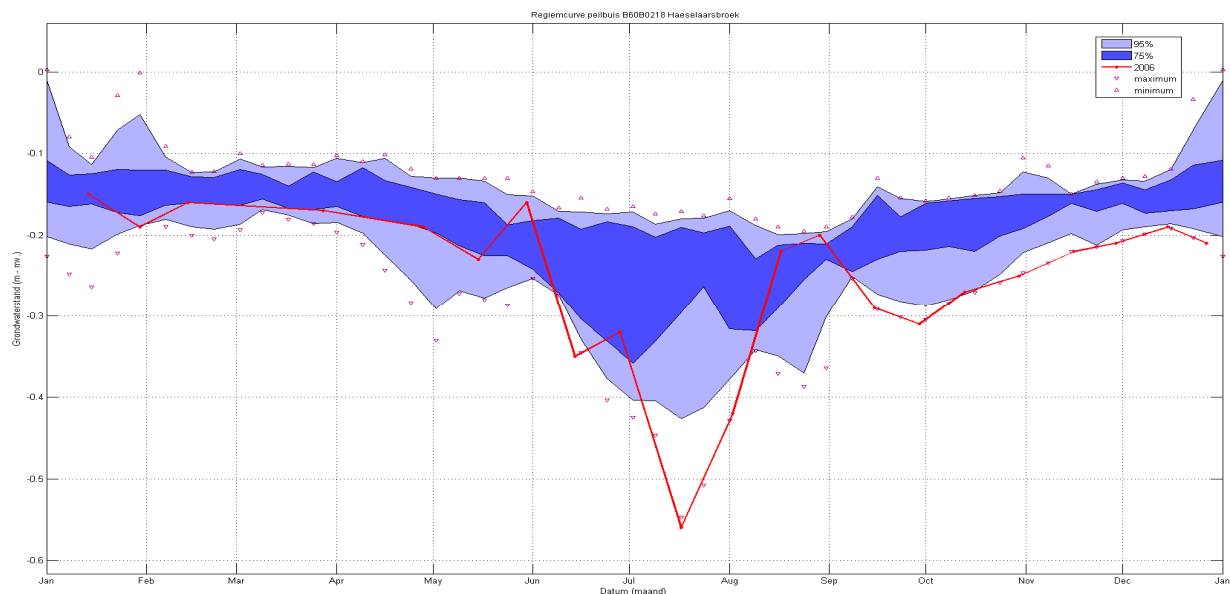
In figuur 4.3.2 is een grafiek weergegeven met het verloop van de grondwaterstanden voor de peilbuizen en van de peilschaal in de bronloop van de Pepinusbeek in de tijd.

Het waterpeil op het einde van de bronloop van de Pepinusbeek in het brongebied, heeft een vergelijkbaar patroon als die van het grondwater, maar gedempt en dus met minder uitschieters. De Pepinusbeek heeft over het algemeen een drainerende functie



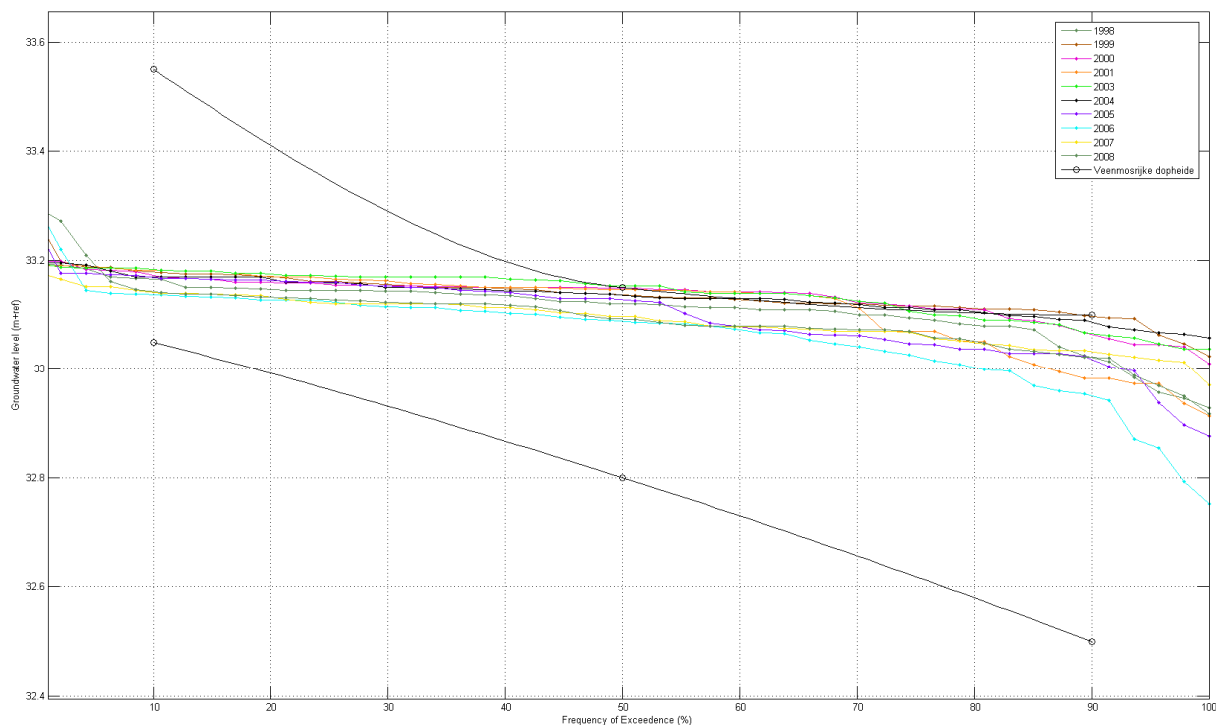
Figuur 4.3.2. Verloop van de grondwaterstanden voor de peilbuizen en van de peilschaal in de bronloop van de Pepinusbeek.

Voor de oostelijk gelegen peilbuis B60B0218 is een regiemcurve opgemaakt [figuur 4.3.3], waarin de grondwaterstanden zijn weergegeven over het verloop van het jaar. In de figuur is te zien dat in de wintermaanden de grondwaterstanden het hoogst zijn en dat de grondwaterstand in de zomer wegzakt met de laagste standen in de maand juli. In de figuur is het jaar 2006 geplot, waarin de grondwaterstanden het diepst zijn weggezakt. In de figuur is te zien dat er desondanks over het gehele jaar er sprake is van vrij hoge grondwaterstanden.

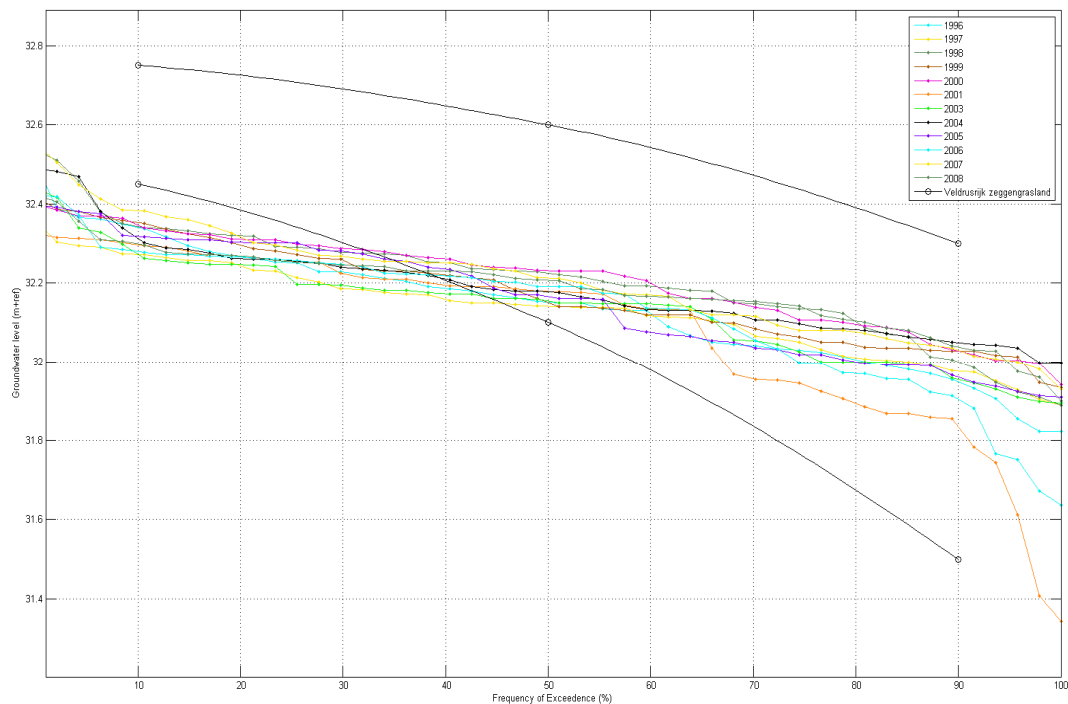


Figuur 4.3.3. Regiemcurve voor de oostelijke peilbuis B60B0218 (nabij poel 35)

In de volgende figuren 4.3.4 en 4.3.5 zijn duurlijncurves voor de twee peilbuizen weergegeven. In deze grafieken is de overschrijdingsduur per grondwaterstand weergegeven voor alle gemeten jaren.



Figuur 4.3.4. Duurlijncurves voor de oostelijke peilbuis B60B0218 (nabij poel 35)



Figuur 4.3.5. Duurlijncurves voor de westelijke peilbuis B60B0219

Voor peilbuis B60B0218 zijn de duurlijncurves getoetst aan het vegetatietype Veenmosrijke dopheide en voor peilbuis B60B0219 aan die van Veldrusrijk zeggengrasland. Voor peilbuis B60B0218 is te zien dat het regiem voldoet aan de eisen voor het vegetatietype Veenmosrijke dopheide. Voor peilbuis B60B0219 blijkt dat er onvoldoende hoge grondwaterstanden voorkomen, in de droge periode voldoet de grondwatersituatie wel. De grondwaterstand zakt dus niet te diep weg, maar stijgt minder hoog dan op basis van het doelttype gewenst zou zijn.

Conclusies

De evaluatie van de ecohydrologische atlas door de provincie Limburg geeft al aan dat de trend van de vegetatie in dit natuurgebied in de periode 1989-2003 duidt op vernatting. De verdrogingstoestand 2003 wijst op 'niet verdroogd gebied' (ROYAL HASKONING, 2005). Na dit jaar is het grondwaterregime niet verslechterd, zodat we kunnen concluderen dat het onderzoeksgebied aan het gewenst grond- en oppervlaktewater regime (GGOR) voldoet.

De ondiepe bronloopjes van de Pepinusbeek zijn deels permanent watervoerend en (in drogere jaren) deels droogvallend. Ook dit voldoet aan het streefbeeld.

Van de vier nieuwe poelen blijven er tot nu toe twee permanent watervoerend. Omdat een van deze poelen bevolkt is geraakt door Amerikaanse zonnebaars, is dit voor de ecologie ongunstig gebleken. Twee andere poelen vallen in jaren met lage grondwaterstanden tot maximaal enkele weken droog. Beide poelen bevatten ook zonnebaarsen, maar na langere droogval zijn deze (grotendeels of geheel) verdwenen. Dit voldoet aan het streefbeeld. Risico voor herkolonisatie blijft echter steeds bestaan.

4.4. Fysisch-chemische waterkwaliteit

Streefbeelden

De Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek wordt volgens de KRW-typologie getypeerd als een R3 (droogvallende langzaamstromende bovenloop op zand) en R4 (permanent langzaamstromende bovenloop op zand; zie VAN DER MOLEN & POT, 2007A EN 2007B). Onderstaande tabel 4.4.1 geeft voor een aantal parameters de normwaarden om te voldoen aan de goede ecologische toestand. Met uitzondering van de zuurstofverzadiging en het chloride-gehalte zijn ze voor beide R-typen gelijk.

Tabel 4.4.1. Overzicht van de streefbeelden voor enkele relevant waterkwaliteitsparameters voor KRW-type R3 en R4.

Parameter	Kental	Normwaarde R3	Normwaarde R4	Eenheid
Watertemperatuur	98 percentiel	≤ 18	≤ 18	°C
Zuurstofverzadiging	Zomergemiddelde	≥ 70 en ≤ 120	≥ 50 en ≤ 100	%
Chloride	Zomergemiddelde	≤ 150	≤ 40	mg/L
Zuurgraad	Zomergemiddelde	≥ 4,5 en ≤ 8,0	≥ 4,5 en ≤ 8,0	-
Totaal-fosfaat	Zomergemiddelde	≤ 0,12	≤ 0,12	mgP/L
Totaal-stikstof	Zomergemiddelde	≤ 4,0	≤ 4,0	mgN/L

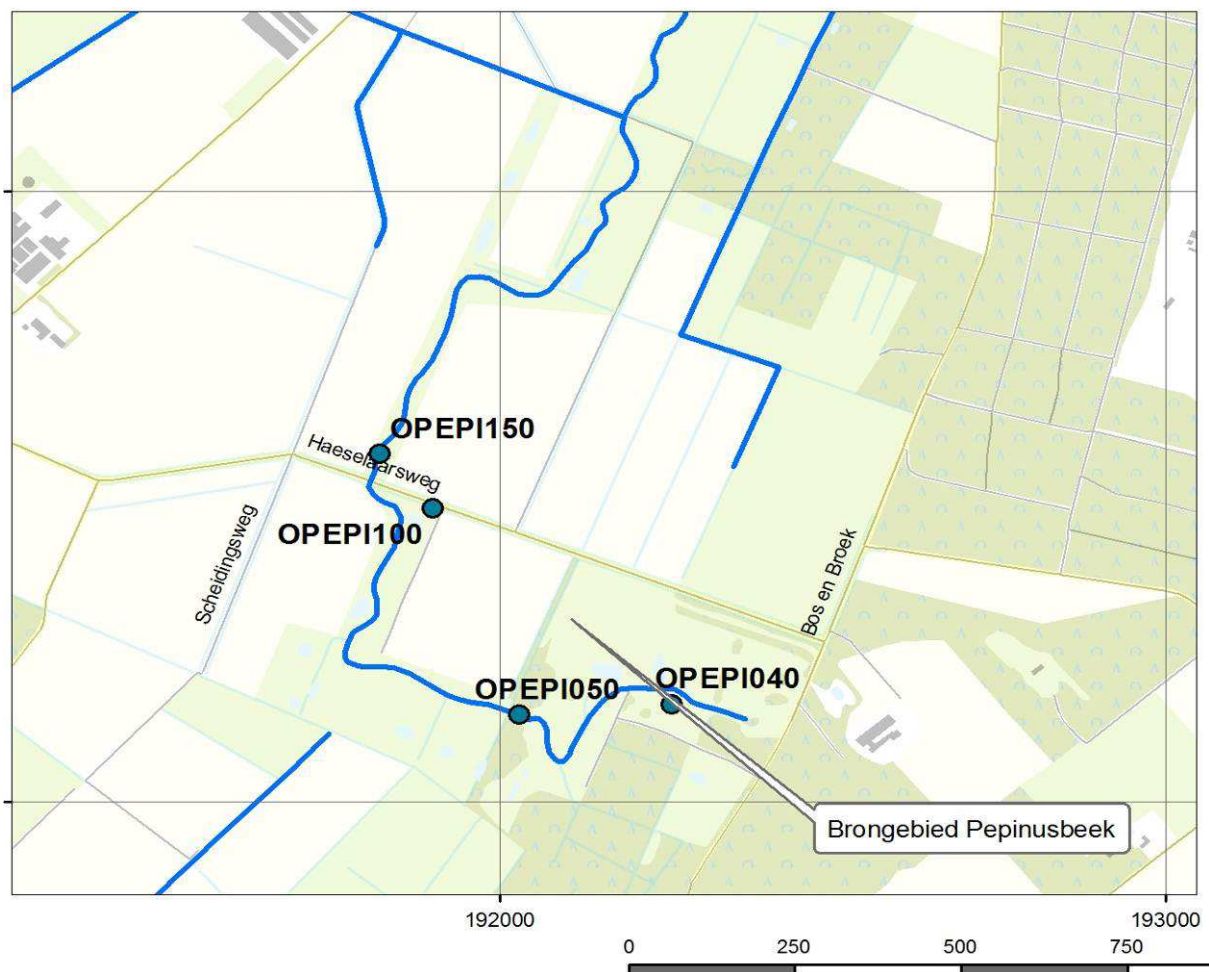
Monitoring

De Pepinusbeek is in én net buiten het plangebied op vier plaatsen fysisch-chemisch onderzocht [tabel 4.4.2 en figuur 4.4.1]. Van de aanwezige poelen zijn geen (bruikbare) monsters genomen. Vóór de ingreep is alleen de locatie net voor de Haeselaarsweg twee maal onderzocht. Dit punt ligt buiten het onderzoeksgebied, maar is wordt als representatief beschouwd voor de aanwezige waterkwaliteit. Na de ingreep zijn de andere drie locaties een aantal jaren onderzocht met één of meer monsters per jaar.

Het waterkwaliteitsonderzoek is uitgevoerd door de laboratoria van het voormalige Zuiveringschap Limburg (tot 2004), het Waterschapbedrijf Limburg (2004 t/m 2007) en Intertek Polychemlab BV te Geleen (vanaf 2008). Het onderzoekspakket bestond uit algemene parameters (o.a. temperatuur, pH, geleidendheid), nutriënten (stikstof- en fosfaatparameters), ionen (bicarbonaat, chloride, sulfaat, diverse metalen) en incidenteel een aantal zware metalen en bestrijdingsmiddelen.

Tabel 4.4.2. Onderzoekslocaties en -jaren van het fysische-chemisch wateronderzoek in of bij het brongebied van de Pepinusbeek.

Mp	Meetpunt	X	Y	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
OPEPI040	Pepinusbeek Haeselaarsbroek bovenloopje	192.259	342.160					6								1					6
OPEPI050	Pepinusbeek Haeselaarsbroek bronbeek	192.030	342.142					8			4					4					7
OPEPI100	Pepinusbeek voor Haeselaarsweg	191.900	342.480	1	1																
OPEPI150	Pepinusbeek na Haeselaarsweg	191.820	342.570										7								7



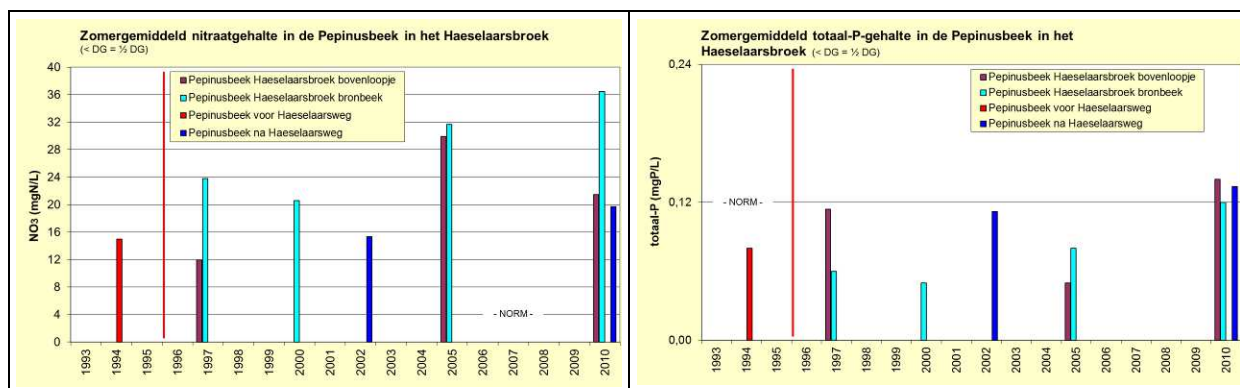
Figuur 4.4.1. Ligging van de monsterpunten voor waterkwaliteit, diatomeeën en/of macrofauna in en net buiten het onderzoeksgebied

Resultaten en discussie

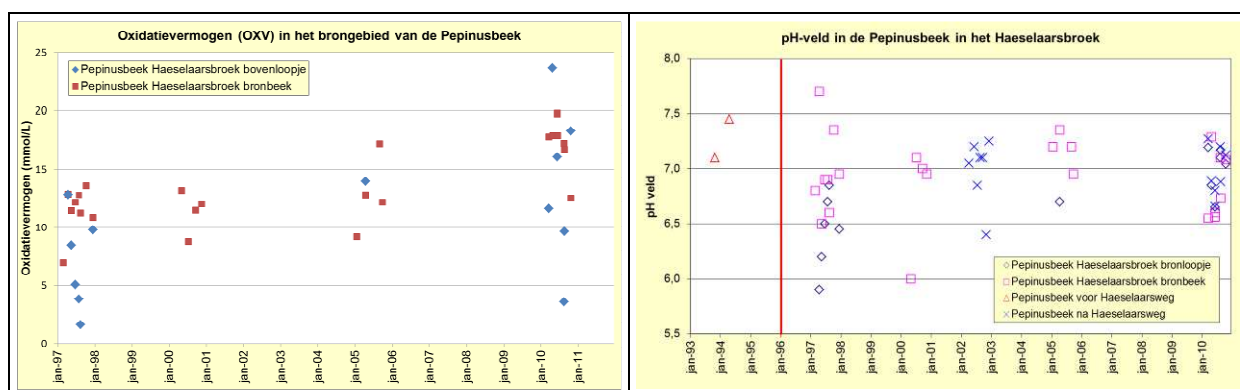
Omdat vóór de ingreep slechts twee monsters zijn genomen is het – normaalgesproken – niet zo verstandig om conclusies te trekken omtrent de invloed van de ingreep op de waterkwaliteit. Toch wordt het bij de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek wel verantwoord geacht. Voor vrijwel alle parameters komen de meetgegevens van vóór de herinrichting vrijwel overeen met de meetgegevens van erna. De ingrepen die een invloed zouden kunnen hebben op de waterkwaliteit (m.n. kappen van naaldbos, verwijderen van de strooisellaag en het opheffen van het kleine weiland) hebben dus geen noemenswaardige invloed gehad op de aanwezige fysisch-chemische toestand. De vraag hoe het gesteld is met die waterkwaliteit kan wel worden beantwoord.

Het eerste dat opvalt bij de bestudering van de analyseresultaten zijn de hoge **nitraatgehalten** [figuur 4.4.2]. Het nitraat is vrijwel zeker afkomstig van de bemesting in het inziggebied op het aangrenzende hoger gelegen Rijnterras. Het uittredende kwelwater voedt het brongebied en de bovenloop van de Pepinusbeek. De stikstof uit de mest – veelal aanwezig in de vorm van ammonium(verbindingen) – wordt geoxideerd tot nitraat, dat zeer goed oplosbaar is en met het water mee door de bodem wordt getransporteerd. In het brongebied komt het water, verrijkt met het nitraat weer tevoorschijn. De nitraatgehalten lijken, na een korte daling, in de loop van de tijd wat toe te nemen. Dit doet de indruk ontstaan dat het met nitraat verrijkte water voor een groot deel is ingezegen vóórdat de vermestingsbeperkende maatregelen van kracht werden. Nitraat is de belangrijkste vorm waarin stikstof in het water van de bovenloop van de Pepinusbeek voorkomt. De gemeten gehalten aan ammonium en organisch gebonden stikstof zijn namelijk meestal vrij laag; de gehalten aan ammoniak en nitriet zijn meestal zó laag dat de stoffen niet worden gedetecteerd. De nitraatgehalten zijn zodanig hoog dat de norm voor **totaal-stikstof** (4 mgN/L), met globaal een factor vijf, zeer ruim wordt overschreden.

Een andere maat voor de antropogene belasting van grondwater (ten gevolge van bemesting) is het **oxidatievermogen** (oxidatievermogen = $\text{OXC} = 7 * [\text{SO}_4^{2-}] + 5 * [\text{NO}_3^-]$ (in mmol/L)) [PROVINCIE LIMBURG, 2009] [BROERS, 2003]. Hoe hoger het oxidatievermogen, hoe groter de menselijke invloed. Boven een oxidatievermogen van 5 mmol/L is er sprake van een sterke tot zeer sterke antropogene belasting. Het oxidatievermogen in de bronzones van de Pepinusbeek is de afgelopen decennia gestegen van ruim 9 in 1997 tot ruim 15 in 2010 (waarbij voor gehalten onder de detectiegrens de helft van de detectiegrens in de berekening is meegenomen), eveneens duidend op een toegenomen invloed van vermist op het (grond)water waarmee de beek wordt gevoed [figuur 4.4.3].



Figuur 4.4.2. Links: zomergemiddeld nitraatgehalte in de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek. Rechts: zomergemiddeld totaal-fosfaatgehalte in de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek. In beide gevallen is voor gehalten onder de detectiegrens de helft van de detectiegrens genomen.



Figuur 4.4.3. Links: Oxidatievermogen in de Pepinusbeek, brongebied. Rechts: Zuurgraad in de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek.

De gehalten aan **totaal-fosfaat** [figuur 4.4.2] zijn daarentegen laag, maar mogelijk wel wat stijgend. In 2010 liggen de zomergemiddelden, waarop de norm is gebaseerd, precies op of net boven de norm van 0,12 mgP/L. Een goede verklaring ontbreekt momenteel. Mogelijk is het aangetoonde fosfaat voor een deel afkomstig uit het noordwestelijk deel, dat voor de herinrichting nog in landbouwkundig gebruik was. Ook is het mogelijk dat de uitwerpselen van de Galloway-runderen en Konik-paarden voor een verhoging zorgen. Een andere potentiële fosfaatbron zijn de veenrestanten van het resterende sparrenbos, die door veraarding vrijkomen.

Met betrekking tot de andere onderzochte en getoetste parameters kan het volgende worden vermeld. De **watertemperatuur** heeft alleen in augustus 1997 de norm van 18°C overschreden, maar meestal liggen de metingen beduidend lager. In 1997 hadden we nog te maken met een vrijwel vegetatieloze situatie, waarna in de loop der jaren de bronloop steeds verder beschaduwd raakte door opkomend houtig gewas.

De **zuurstofverzadiging** ligt meestal tussen 60% en 100% en voldoet daarmee aan de normwaarde. Incidenteel zijn lagere waarden gemeten, maar nooit in voor de beoogde levensgemeenschappen verontrustende waarden.

De **pH** varieert tussen 5,9 en 7,7 en voldoet daarmee aan de norm. Kort na de ingreep was de variatie in pH vrij groot, passend bij een nog niet gestabiliseerde situatie. De laatste jaren is de zuurgraad redelijk constant (6,5 à 7,4). [figuur 4.4.3].

Het **chloride**gehalte ligt het laatste decennium rond de 40 mg/L. Daarmee ruim voldoende aan de norm voor R3-wateren en in de buurt van de norm voor R4-wateren. Kort na de ingreep waren de gehalten wat hoger. De herkomst van dat 'extra' chloride is onbekend.

De gehalten aan **sulfaat** liggen meestal ruim onder de milieukwaliteitseis van 100 mg/L. De gehalten lijken wel iets te stijgen en eenmalig is in 2010 in het bronloopje de normwaarde – ruim – overschreden. De mogelijke oorzaak van een eventuele stijging is niet duidelijk. Mogelijk is er sprake van enige oxidatie van pyriet (ijzerdisulfide, ijzerkies) door nitraat (al zal dat niet veel zijn; de incidenteel gemeten ijzergehalten in het water zijn vrij laag).

De **hardheid/buffercapaciteit (alkaliniteit;** gehalten aan **calcium, magnesium, carbonaat, bicarbonaat**) van het water lijkt wat toe te nemen, vooral wat verder stroomafwaarts (waar ook diepere kwel met harder water aan de beek wordt toegevoegd). Was het water in de jaren 1990 nog 'matig hard', tegenwoordig kan het worden gekarakteriseerd als 'hard'. De gehalten aan **kalium** en **natrium** in het water zijn redelijk constant.

Conclusies

De fysisch-chemische waterkwaliteit van het brongebied en bovenloop van de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek is met betrekking tot de meeste parameters goed. Het kwelwater waarmee de beek wordt gevoed is echter flink verrijkt met nitraat, afkomstig van de bemesting in het inziggebied op het hoogterras. Waarschijnlijk komt dit thans uittredende kwelwater van landbouwgronden die binnen de stroombaan van < 50 jaar vallen (zie figuur 8).

Het aanwezige oppervlaktewater is min of meer pH-neutraal en de buffercapaciteit/hardheid is het afgelopen 1½ decennium gestegen van 'matig' tot 'sterk'. Aangezien het fosfaat mogelijk een probleem gaat vormen wordt aanbevolen om de monitoring van de waterkwaliteit 1x per drie jaar te continueren.

4.5. Diatomeeën

Streefbeelden

Zoals al is vermeld wordt in het Haeselaarsbroek gestreefd naar een natuurlijk halfopen mozaïeklandschap dat bestaat uit een afwisseling van bos, struweel en kruidachtige vegetatie (HEIDEMIJ *et al.*, 1994). Door de aanleg van moerassige poelen, die wisselen in grootte en diepte wordt aan amfibieën de gelegenheid gegeven om zich voort te planten. Deze poelen zijn echter ook van belang voor de vegetatie en voor ander diergroepen (bijvoorbeeld libellen). Het Haeselaarsbroek vormt door zijn openheid, grote variatie in vegetatietypen en vegetatiestructuren een geschikt leefgebied voor dagvlinders, sprinkhanen, libellen en (semi-) aquatische organismen (insecten e.d.). Ook de reptielen zullen profiteren van de herinrichting.

In het project Waterstreefbeelden en Watersysteemverkenningen Limburg (Iwaco, 2000), is het brongebied van de Pepinusbeek aangeduid als 'Terrasbron'. Kieselwieren worden in geen enkele van de opgestelde streefbeelden genoemd. Desondanks heeft deze organismegroep een grote indicatieve betekenis voor de toestand van het gebied. Er mogen soorten uit voedselarme, zwak zure tot zwak gebufferde watersystemen worden verwacht. De genera *Eunotia* en *Achnanthes* kunnen hier met meerdere soorten zijn vertegenwoordigd.

Diatomeeën (Kieselwieren)

Kieselwieren (diatomeeën) zijn microscopische, eencellige, plantaardige organismen, waarvan de levende celinhoud is omgeven door een met kiezelzuur verharde celwand uit twee delen (een dekseltje en een doosje), waarvan de vorm en de textuur zeer bepalend zijn voor de soort.

Diatomeeën geven de voorkeur aan een vochtige omgeving als leefmilieu zoals oceanen, rivieren, bronnen, beken, plassen en vennen. Belangrijke milieuparameters die het voorkomen van specifieke soorten bepalen zijn: trofiegraad, sabrobiegraad, zuurgraad, zoutgehalte, zuurstofgehalte, verdroging en organisch beschikbaar stikstof.

Diatomeeën zijn te vinden in alle typen wateren. Sommige soorten zijn echter karakteristiek voor vennen. Andere soorten worden voornamelijk aangetroffen in bronnen en bovenloopjes van schone heldere beken. Weer andere soorten kunnen zelfs uitstekend gedijen in extreem vervuild water, zoals ongezuiverd afvalwater. Deze voorkeur voor bepaalde milieutypen maakt diatomeeën tot uitstekende indicatoren voor diverse milieufactoren, zoals het nutriëntengehalte (trofie), de organische belasting (saprobie), het zuurstofgehalte en de zuurgraad.

Monitoring

Diatomeeën kunnen van diverse substraten worden bemonsterd. In dit onderzoek zijn de diatomeeën bemonsterd door het afschrapen van stengels van waterplanten of delen van oeverplanten die zich onder het wateroppervlak bevinden. Ook op kale zandbodem worden diatomeeën gevonden. Er zijn voor zover mogelijk ook kleine hoeveelheden van de toplaag van de zandbodem bemonsterd. Er is dan wel gecontroleerd of het hierbij om nog levende kieselwieren ging.

Het organisch materiaal is vervolgens geoxideerd door verhitting in waterstofperoxide waardoor alleen de silica behuizing van de diatomeeën overblijft. Van het geoxideerde materiaal zijn (in Naphrax) preparaten vervaardigd. Hierin zijn zo mogelijk vervolgens ca 200 schaalhelften geteld. Er is gedetermineerd volgens de taxonomische indeling van VAN DAM *et al.* (1994) Met KRAMMER & LANGE BERTALOT (1986-1991), KRAMMER (1992) en LANGE BERTALOT (1993). Met behulp van Omnidia, een programma om verschillende kwaliteitsindices te berekenen zijn op basis van de diatomeeën samenstelling trofie, saprobie en vervuiling berekend. Hiervan is de IPS (van oorsprong Franse kwaliteitsindex en vormt basis voor de beoordeling KRW beoordeling) wel een belangrijke index voor het bepalen van de waterkwaliteit. Daarnaast is met behulp van de Van Dam-index een aantal milieuparameters getoetst. Voor de betekenis en klassengrenzen van de verschillende indexen wordt verwezen naar bijlage 2.

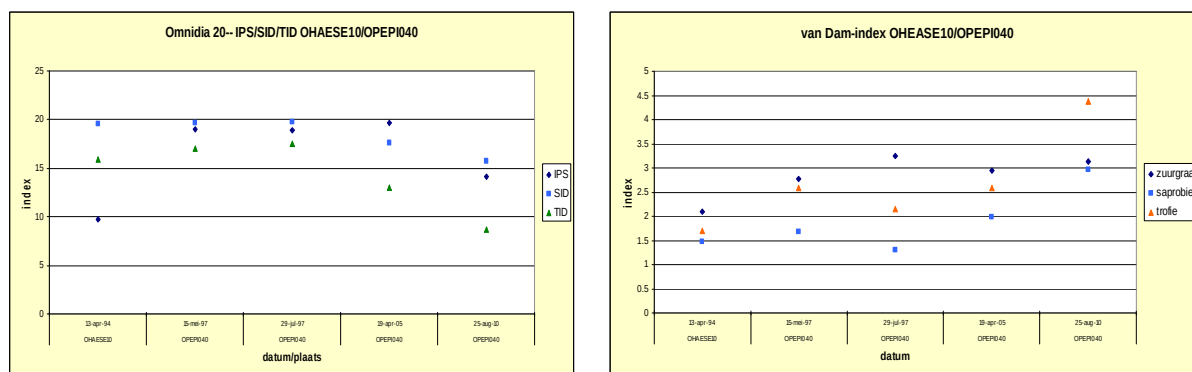
Voor de herinrichting (1994) zijn de diatomeeën op één locatie in een voormalige greppelstructuur onderzocht. Deze locatie (OHAESE10) bevond zich in het voormalige fijnsparrenbos. Na de herinrichting zijn de diatomeeën in 1997 op twee verschillende plaatsen in het gebied onderzocht. OPEPI40 komt praktisch overeen met de locatie OHEASE10. Beide locaties (OPEPI040 en

OPEPI050) bevinden zich in de aangelegde bronbeek (voor exacte locatie zie figuur 4.4.1). De locatie OPEPI040 is niet altijd watervoerend, waardoor het onderzoek van diatomeeën niet altijd heeft plaats kunnen vinden.

Resultaten en discussie

Monsterpunt OHAESE10/OPEPI040

In 1994 werden diatomeeën in het Haeselaarsbroek voor het eerst onderzocht. Het gebied bestond destijds voor het grootste deel uit fijnsparrenbos. In dit bos waren greppels gegraven voor de afvoer van water. De vegetatie in die greppels bestond voor een groot deel uit veenmossoorten, wat duidt op zuur water, dat voornamelijk wordt veroorzaakt door het sparrenbos zelf. Ook de aangetroffen kiezelwieren en met name *Eunotia exigua* en *Nitzschia acidoclinata*, duiden op verzuring van het water. Er worden slechts weinig soorten waargenomen. Hoofdzakelijk triviale soorten uit wat zuurdere voedselarme wateren zoals *Eunotia incisa* en *Eunotia rhomboidea*. Opvallend is het grote aandeel van het genus *Eunotia* waarvan de meeste soorten meestal in schone en wat zuurdere wateren worden gevonden. Heel bijzonder waren de relatief zeldzame soorten *Peronia fibula* en *Eunotia flexuosa*. Deze soorten zijn kenmerkend voor enigszins zure zwak gebufferde schone vennen. Volgens de van Dam-index is de locatie in het voormalige bos redelijk zuur en zijn organische belasting en trofiegraad (belasting met nutriënten) laag [figuur 4.5.1].



Figuur 4.5.1. Omnidia indexen IPS, saprobie-index (SID) en trofie-index (TID) Van Dam-index voor zuurgraad, saprobie en trofie

Na de ingreep is een aantal factoren die van invloed waren op de waterkwaliteit sterk veranderd. Zo is er door het verwijderen van de sparren meer licht beschikbaar en is er ook qua temperatuur minder buffering. Hierdoor neemt het aantal waterplanten en dus primaire productie in dit deel van de voormalige greppel sterk toe. Ook wordt er meer gebufferd (en verrijkt?) grondwater aangevoerd en via een nieuw gegraven beekje dat door het gebied slingert afgevoerd. Sinds een aantal jaren valt dit deel van het bronloopje regelmatig droog. Al deze veranderingen hebben tot gevolg dat ook de kiezelwierflora verandert. In 1997 blijken saprobiegraad en trofiegraad wat toe te nemen en geven de kiezelwieren tevens aan dat de zuurgraad afneemt en een neutraal milieu aangeeft.

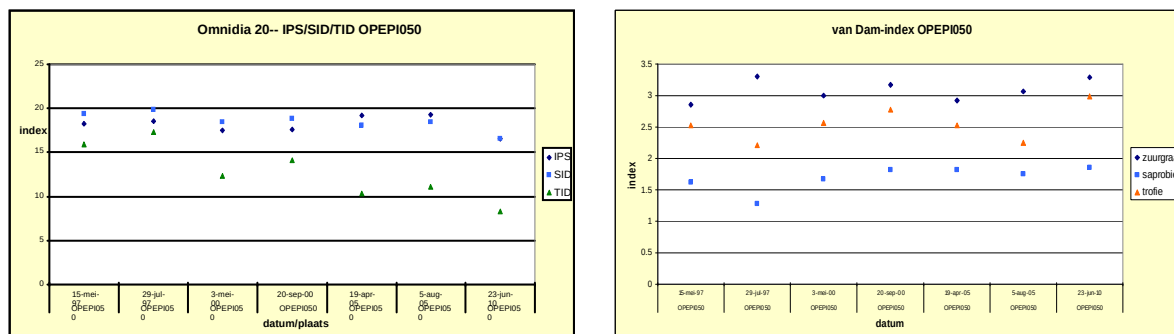
Een drastische wijziging van de soortensamenstelling is direct na de ingreep al merkbaar er treedt een verschuiving op van soorten uit oligotrofe zure wateren naar soorten uit enigszins verstoorde neutrale vooral wat eutrofe wateren op. Organische belasting blijft echter de eerste jaren erg laag. Dit sluit ook aan bij de fysisch-chemische metingen van die periode.

Het verdwijnen van zeldzame soorten als *Peronia fibula* en *Eunotia flexuosa* is typerend voor de veranderingen van de waterkwaliteit en het hele ecosysteem. In 1997 worden slechts 20 soorten waargenomen en neemt de dominantie van triviale soorten uit wat zuur oligotroof water af. *Tabellaria flocculosa* een soort uit voedselarme vennen en zwakzure zwak gebufferde beken is in 1997 nog dominant maar wordt in 2010 niet meer aangetroffen. De vele taxa binnen het genus *Eunotia* die voor de ingreep werden waargenomen nemen sterk in aantallen af. Uiteindelijk worden er totaal in 2010 nog maar 15 soorten aangetroffen. Soorten als *Stauroneis kriegeri*, *Navicula minima* en *Gomphonema parvulum* worden dominant en duiden op neutrale en matig voedselrijke situatie. De trofie-index is ten opzichte van voor de ingreep sterk toegenomen van 1.7 naar 4.4. Dit wil zeggen dat er in de huidige situatie meer beïnvloeding plaats vindt door fosfaat en nitraat.

Monsterpunt OPEPI050

Deze locatie bevindt zich in het nieuw aangelegde bronloopje dat door een halfopen natte kruidenrijke vegetatie stroomt. Het bronloopje ontspringt iets hoger en wordt gevoed door lokale kwel. Het staat in verbinding met de hierboven beschreven locatie, die ten opzichte hiervan stroomafwaarts ligt.

In 1997, dus in het tweede groeiseizoen na de aanleg van de bronbeek, worden er al iets minder dan 30 taxa waargenomen. De dominante soort beekje is *Brachysira vitrea*. Deze soort is alleen bekend uit strikt oligotrofe wateren, zoals schone vennen en beken. Er worden nog meer taxa aangetroffen uit schone heldere stromende wateren, zoals bv *Cymbella cesatii*, *Cymbella angustata* en *Pinnularia stomatophora*. Maar er wordt ook een aantal soorten uit licht verstoorde situaties aangetroffen, zoals *Nitzschia paleaeformis* die bekend is uit vooral wat zuurdere wateren. Volgens de van Dam-index blijkt het beekje in het begin neutraal tot zwak zuur en zijn zowel de trofie- als saprobiegraad erg laag. De jaren hierop volgend neemt de diversiteit sterk toe en worden er in 2010 maar liefst 69 soorten waargenomen. Het bronloopje behoort hiermee tot Limburgs meest soortenrijke wateren wat betreft de diatomeeën. Het zijn vooral soorten uit schone heldere, oligotrofe beken. Dominante groep zijn de zogenaamd monoraphiden kiezelwieren. Hiertoe behoort het genus *Achnanthes*. Er is een aantal bijzondere taxa uit dit genus veelvuldig aangetroffen. Een aantal soorten uit dit genus zijn zogenaamde epipsammische soorten. Dit wil zeggen dat de soorten, door hun leefwijze, gebonden zijn aan een schoon zandig substraat. Bovendien verdragen deze soorten geen vervuiling in welke zin dan ook. De meeste soorten zijn indicatief voor helder stromend neutraal tot zwakzuur onbelaste wateren. Enkele van deze soorten zijn *Achnanthes dauvi*, *Achnanthes lutheri*, *Psammothidium grishunum* fo. *daonensis* en *Achnanthes grana*. De meeste soorten zijn vrij zeldzaam. Dit geldt ook voor *Fragilaria acidoclinata* en *Stenopterobia curvula*. Ondanks het groot aantal taxa dat in het jaar 2010 wordt aangetroffen en het relatief groot aantal bijzondere soorten uit schone beken is er ook een aantal soorten gevonden die op enige verstoring duiden. *Nitzschia dissipata*, *Navicula radiosia* en *Navicula cryptocephala* zijn vooral aanwezig in wat voedselrijkere stromende en stilstaande wateren. Ook de van Dam-index voor trofie en saprobie geven iets hogere waarden aan dan de jaren daarvoor. Ook de IPS zakt van gemiddeld 18.5 naar een waarde van 16.5. [figuur 4.5.2]. Dit houdt ook in dat de met QBWAT berekende waterkwaliteit op de KRW-maatlat in klasse daalt van zeer goed naar goed.



Figuur 45.2. Omnidia indexen IPS, saprobie-index (SID) en trofie-index (TID)

Van Dam-index voor zuurgraad, saprobie en trofie

Conclusies

De ontwikkeling van de diatomeeën heeft een verrassend gunstige ontwikkeling doorgemaakt. Ondanks het feit dat deze organismen niet in de streefbeeldten zijn opgenomen, kunnen ze worden gebruikt voor de evaluatie. De berekende indexen indiceren vanaf het begin milieu-omstandigheden die aansluiten bij de abiotische voorwaarden voor de overige geformuleerde doelstellingen. Het aangetroffen soortenspectrum is zeer hoog en uniek voor Limburg. Hopelijk is de lichte toestandsverslechtering in 2010 van tijdelijke aard. Met een waterkwaliteitsverbetering ten aanzien van nitraat kan een positieve impuls geven. Er wordt geadviseerd om de monitoring van de diatomeeën voort te zetten (1x per 3 of 6 jaar).

4.6. Vegetatie

Streefbeelden

Het streefbeeld voor de vegetatie van het brongebied is beschreven door HEIDEMIJ *et al.* (1994) en JANSSEN (2000). Ten aanzien van de bronloopjes kan hierop worden aangesloten door binnen de KRW-systematiek te kiezen voor watertype R3 (droogvallende trajecten) en R4 (permanent watervoerende trajecten). Voor de kleine (amfibie)poelen wordt gestreefd naar overgangen van rijk ontwikkelende water- en oevervegetaties van een watertype dat aansluit bij een kleine variant van het KTW-type M11 (zie VAN DER MOLEN & POT, 2007A en 2007B).

Monitoring

De vegetatie van het brongebied is in de onderzoeksperiode vanaf 1995 periodiek onderzocht. In 1998 is dit in opdracht van de gemeente Echt-Susteren gebeurd door adviesbureau Natuurbalans (VERBEEK, 1998), in 2000 door het waterschap (JANSSEN, 2000) en in 2003 weer door adviesbureau Natuurbalans (VERBEEK & SCHERPENISSE-GUTTER, 2005). Daarnaast zijn losse gegevens verzameld.

Resultaten en discussie

Voor een uitgebreide beschrijving van de vegetatieontwikkeling wordt verwezen naar de hierboven vermelde rapporten. Het blijkt dat in het gebied een gevarieerde begroeiing is ontstaan, met plaatselijk een ontwikkeling van veenmossen en kleine zonnedauw, dop- en struikheideheide of veldrusvegetaties. Ook treedt op uitgebreide schaal struweel- en bosvorming op (zie bijlage 3). In de voorbije jaren zijn diverse Rode-lijst soorten aangetroffen, waaronder Moeraswolfsklauw (*Lycopodiella inundata*), Moeraskartelblad (*Pedicularis palustris*) en Bruine snavelbies (*Rhynchospora fusca*). Langs de nieuwe bronloopjes hebben zich vooral soorten gevestigd van natte graslanden en moerassen, zoals Gewone wederik (*Lysimachia vulgaris*), Kattenstaart (*Lythrum salicaria*) , Moerasrolklaver (*Lotus pedunculatus*) en Veldrus (*Juncus acutiflorus*). Over een groot deel van de oevers is de opslag van Ruwe berk (*Betula pendula*), Zwarte els (*Alnus glutinosa*) en wilgen (*Salix spec.*) in de loop der jaren inmiddels doorgroeid tot het formaat van kleine boompjes, met een hoogte van 6 - 8 meter. Deze zorgen ervoor dat het water grotendeels is beschaduwde. De beekbodem is mede hierdoor matig bedekt door waterplanten. Lokaal groeit er Mannagras (*Glyceria fluitans*) of Duizendknoopfonteinkruid (*Potamogeton polygonifolius*).

De oevervegetatie van de poelen sluit eveneens aan op de omringende vegetaties. De watervegetatie varieert per poel en is grotendeels slechts matig ontwikkeld. De Galloway-runderen en Konik-paarden eten veel van de aanwezige vegetatie op. Enerzijds onderdrukt dit een te uitbundige groei van minder gewenste soorten, zoals Pitrus (*Juncus effusus*) , Riet (*Phragmites australis*) en houtige opslag, maar anderzijds komen hierdoor doelsoorten of – vegetatie-gradiënten niet of nauwelijks tot ontwikkeling. Op het gebied van mossen is in het brongebied een soortenrijke levensgemeenschap in ontwikkeling.

Conclusies

Het onderzoeksgebied kent thans een rijke geschakeerde vegetatie, met overgangen tussen droge en natte typen. De vegetatie van de bronloopjes ontwikkelt zich langzaam maar zeker vanuit een vegetatieloze toestand naar een houtige begroeiing van wilgen en Zwarte elzen, met lokaal open plekken met kruidachtige soorten.

4.7. Macrofauna

Streefbeelden

Voor dit project is geen concreet streefbeeld voor macrofauna gedefinieerd (HEIDEMIJ *et al.*, 1994). Wel bruikbaar is het beoordelingssysteem voor de Europese Kaderrichtlijn Water (VAN DER MOLEN & POT, 2007A en 2007B). De richtlijn vereist dat op termijn alle wateren voldoen aan de goede ecologische toestand. In het beoordelingssysteem kunnen we de Pepinusbeek toetsen aan twee watertypen. Voor het droogvallend bovenloopje is type R3 van toepassing: "Droogvallende langzaam stromende bovenloop op zand". Voor de permanent watervoerende beek toetsen we aan type R4: "Permanente langzaam stromende bovenloop op zand". Het type R3 is overigens tot nu toe niet gevalideerd, omdat het een kleiner (maar daardoor niet minder belangrijk) watertype is. Desondanks gebruiken we ook de voorgestelde R3-maatlat, maar met de aantekening dat deze dus niet zonder meer betrouwbaar is of hoeft te zijn.

Monitoring

De monitoring voor macrofauna is gestart na de uitvoering van de maatregelen. Voor het eerst in 1997, op twee locaties. Daarna zijn monsters genomen in 2000, 2002, 2005 en 2010.

De uitgangssituatie van de toestand van de macrofauna is dus niet vastgelegd. Het droogvallende bovenstroomse bovenloopje (hierna genoemd "bovenloopje") is minder frequent bemonsterd: de jaren 2000 en 2002 zijn overgeslagen. Het permanent watervoerende beekgedeelte (hierna genoemd "bronbeek"; figuur 4.7.1), zijnde het traject dat enkele tientallen meters vóór de Grenswei ligt, is in alle onderzoeksjaren bemonsterd

Bovenloopje

In 1997 is nog een redelijk kaal milieu aanwezig, met een zich ontwikkelende vegetatie van onder andere zeggen, russen, Mannagras en Lisdodde (*Typha spec.*). Er is nog geen beschaduwing aanwezig, alleen zeer jonge opslag van vooral berk. Het loopje heeft dan bijna het karakter van een vlakke poel. In 2005 is de beschaduwing al toegenomen door een zich ontwikkelend berkenbosje. Er is een (doorstroom) moerasje ontstaan met een overvloedige vegetatie, onder meer met zeggen en fonteinkruid. In 2010 heeft de vegetatieontwikkeling zich doorgezet. Het berkenbos werpt vrij veel schaduw op delen van de loop. Het loopje is ver dichtgegroeid en een stroomgeul is vrijwel niet meer herkenbaar in het landschap aanwezig. In alle onderzoeksjaren is er ten tijde van de monsternamen in de periode eind mei begin juni nauwelijks enige stroming herkenbaar.

Bronbeek

In 1997 is het loopje net aangelegd en nog volledig onbeschaduwd. Langs de randen is wat vegetatie aanwezig, waaronder Pitrus, Riet,



Figuur 4.7.1. Het gedeelte van de bovenloop van de Pepinusbeek dat wordt gekarakteriseerd als beschaduwde bronbeek (toestand in het jaar 2010).

Mannagras en Sterrenkroos (*Callitriche spec.*). De bodem is kaal en bestaat vooral uit zand en klei en fijne detritus. In 2000 is de kruidenvegetatie verder ontwikkeld en op de bodem treedt enige verslibbing op. In 2002 is er veel jonge opslag van els aan beide zijden van het beekje, die al enige beschaduwning op het beekje werpt. De water- en oevervegetatie is abundant. Alleen lokaal is nog enige verslibbing zichtbaar. In 2005 zijn de elzen ver opgeschoten en begint de beek al op een halfopen bosbeek te lijken. Er is nog erg veel vegetatie aanwezig, vooral Mannagras, maar ook al wat zeggen (*Carex spec.*). In 2009 begint het elzenbos al enigszins gesloten te worden, waardoor de water- en oevervegetaties opener van structuur worden. De oevers zijn vlak en fraai ontwikkeld: moerassig met kwelzones. De bodem is op veel plekken nog wel bedekt met een zachte laag van klei, slib en detritus. De hoeveelheid hout en grove detritus blijft nog achter, wat met het ouder worden van het bos wel zal veranderen.

Methode

De gebruikte bemonsteringsmethode sluit grotendeels aan bij het Handboek Hydrobiologie (BIJKERK, 2010). In essentie zijn vrij grote monsters genomen van zoveel mogelijk verschillende habitats. In 2010 is er op het bemonsteringstraject in de bronbeek aanvullend nog gericht gezocht naar larven van de bronlibel *Cordulegaster boltonii* met behulp van een keukenzeef; echter zonder resultaat.

Er moet worden opgemerkt dat de bemonsterde locaties in het bronloopje slechts een incompleet beeld van de macrofauna van het gebied geven, omdat andere belangrijke wateren buiten beschouwing zijn gelaten. Dit zijn de greppelstructuren in het sparrenbos en de poelen in het gebied. Zo is van de beboste greppels bekend dat de larven van de zeldzame bronlibel vooral daar hun biotoop vinden. De twee wel bemonsterde locaties hebben vooral tot doel het volgen van de ontwikkeling als gevolg van de herstelmaatregelen die getroffen zijn in het beeksysteem. We nemen aan dat zij daartoe ook geschikt zijn.

Resultaten en discussie

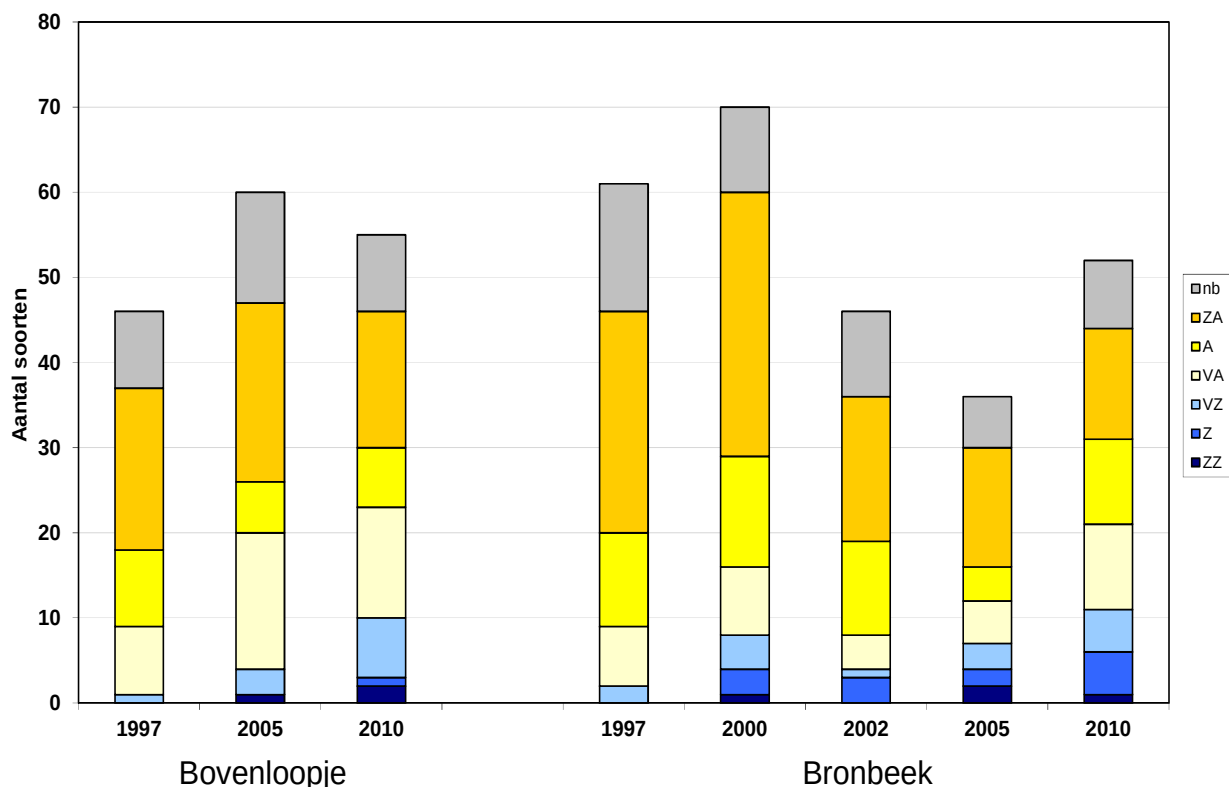
Een totaaloverzicht van de soortenlijsten van macrofauna van alle monsters met de gevonden soorten en aantallen is opgenomen in bijlage 4.

Soortenrijkdom en zeldzaamheid

Een grafiek met de soortenrijkdom en de zeldzaamheid van de gevonden soorten op beide locaties, is opgenomen in figuur 4.7.2. De totale soortenrijkdom telt meer dan 200 soorten macrofauna, wat benadrukt dat het gebied van grote waarde is voor deze soortgroepen. Het is mede te danken aan grote verschillen tussen beide bemonsteringslocaties en geeft dus inzicht in de variatie binnen het terrein.

Het droogvallende **bovenloopje** kunnen we redelijk soortenrijk noemen. Deze locatie varieert van in de loop der jaren van weinig soortenrijk tot soortenrijk. Hierin is geen duidelijke tendens zichtbaar en de verschillen kunnen mogelijk samenhangen met toevallige verschillen in de bemonstering. Wanneer we kijken naar de zeldzaamheid van de hier aangetroffen soorten, beschouwen we gemakshalve de categorieën zeer zeldzaam, zeldzaam en vrij zeldzaam samen onder de noemer "zeldzame soorten" (de blauwe balkjes in figuur 4.7.2). In het bovenloopje is een opvallende toename van het aantal zeldzame soorten zichtbaar. We kunnen dit toeschrijven aan de biotoop, dat hier zeer goed tot ontwikkeling is gekomen, met kwelafhankelijke fauna en een rijke vegetatiestructuur. Het gebied is van belangrijke waarde door zeldzame soorten als de watermijten *Arrenurus sculptus* en *Thyas barbigera* en de Zwarte geelrandkever *Dytiscus semisulcatus*.

Meer benedenstrooms in de **bronbeek** is de toename van zeldzame soorten ook zichtbaar, zij het iets minder duidelijk en met enige fluctuaties. Uiteindelijk resulteert dit wel in een hoog aandeel in 2010. Hier is een echt beekmilieu tot ontwikkeling gekomen, met een duidelijk stromingsminnende fauna. Het gebied is van belangrijke waarde door zeldzame soorten als de watermijten *Lebertia dubia* en *L. minutipalpis*, de waterkever *Limnebius truncatellus* en de meniscusmug *Dixa dilatata*.



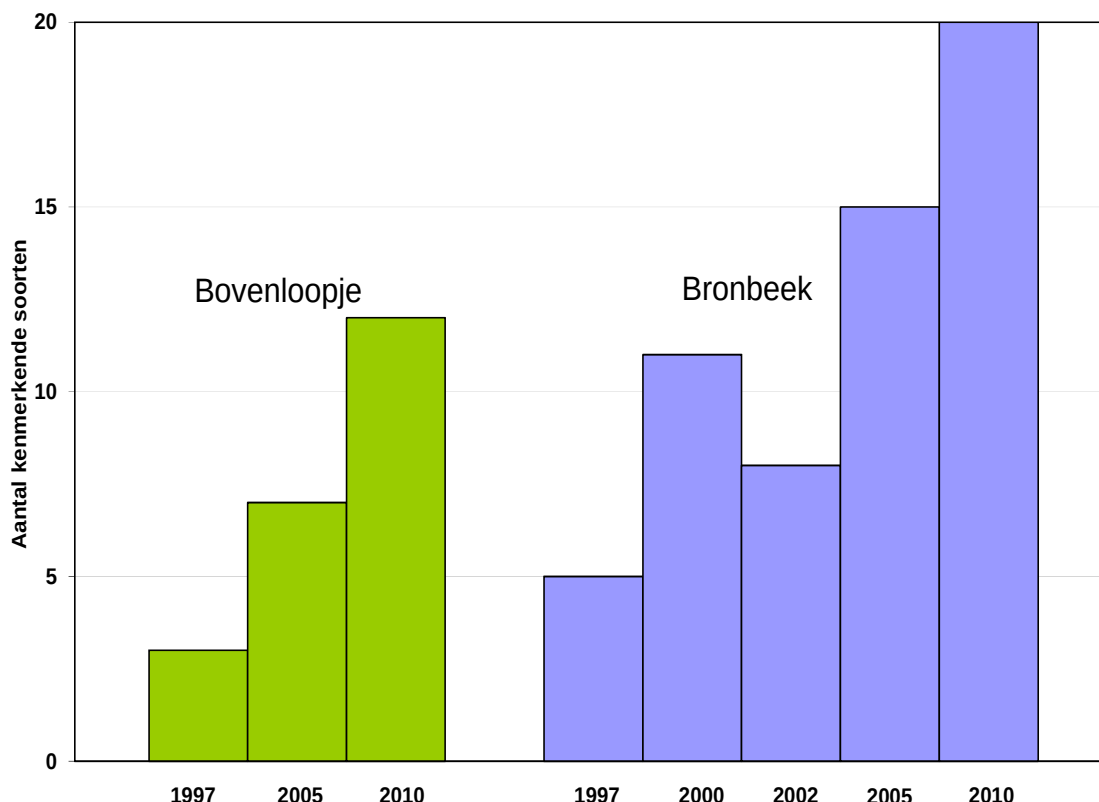
Figuur 4.7.2. Soortenrijkdom en zeldzaamheid van de soorten in de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek over de periode 1997-2010. Verklaring categorieën: zz=zeer zeldzaam, z=zeldzaam, vz=vrij zeldzaam, va=vrij algemeen, a=algemeen, za=zeer algemeen, nb=zeldzaamheid niet benoemd.

Kenmerkende soorten

Voor alle aangetroffen soorten hebben we bepaald of ze als kenmerkend kunnen worden beschouwd voor het na te streven habitatype. Dit is vooral bepaald op basis van ons expertoordeel. Criteria daarbij zijn de specificiteit van soorten voor bepaalde milieuoedities, zoals die in beken en kwelmoerassen voorkomen. Maar ook de zeldzaamheid is daarin enigszins meegewogen.

Er is een sterke toename zichtbaar in het aantal kenmerkende soorten over de onderzoeksperiode voor beide locaties (figuur 4.7.3). Dit duidt op een bijzonder positieve ontwikkeling na de herstelmaatregelen. Daarbij is er tussen beide locaties een groot verschil in de voorkomende kenmerkende soorten. Anders gezegd: de kenmerkende soorten voor het (droogvallende) bovenloopje zijn grotendeels andere dan die in de (permanent watervoerende) bronbeek. Beide locaties laten dus een goed ontwikkelde biotoop zien, met elk hun eigen waarde, zodat de diversiteit van het gebied als geheel wordt vergroot.

De kenmerkende soorten van het **bovenloopje** bestaan vooral uit waterkevers, watermijten en een enkele vedermuglarve en kokerjuffer. Vrijwel alle soorten zijn kenmerkend voor stilstaand water met een iets zuur karakter, dan wel een kwelmilieu. De kenmerkende soorten uit de **bronbeek** hebben een bredere spreiding over taxonomische hoofdgroepen. Er zijn veel soorten aanwezig uit stromend water, uit de groepen vlokreeften, kokerjuffers, watermijten, haften, waterkevers, vedermuggen, langpootmuggen en meniscusmuggen.

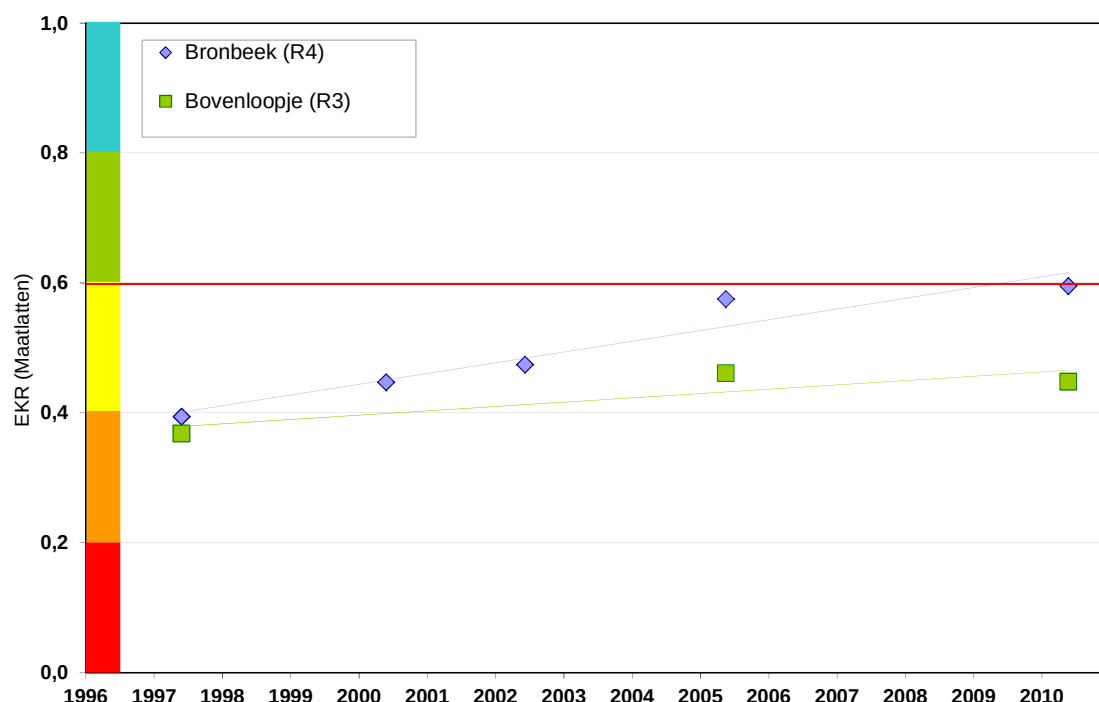


Figuur 4.7.3. Het aantal kenmerkende soorten in de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek over de periode 1997-2010. De kenmerkendheid is gebaseerd op een expertoordeel, voor de betreffende typen waar de locaties toe behoren.

Toetsing aan de Europese Kaderrichtlijn Water

De resultaten van de toetsingen aan de KRW-maatlatten van beide locaties zijn afgebeeld in figuur 4.7.4. Het **bovenloopje** wordt getoetst aan het KRW-watertype R3. In 1997 is de beoordeling nog ontoereikend. In 2005 en 2010 wordt het loopje als matig beoordeeld. Er is dus een positieve trend. Aan de score kan nog niet teveel waarde worden gehecht, aangezien de maatlat voor R3 nog niet is gevalideerd. Een aantal soorten blijkt ook niet als kenmerkend te worden beschouwd in het beoordelingssysteem, terwijl het soorten betreft die wel degelijk thuishoren in droogvallende bovenlopen. Onder meer veel watermijten uit temporaire milieus, bepaalde waterkevers en meniscusmuggen (Dixidae). De indicatorenlijst voor R3 is naar onze mening nog te incompleet. Dit zou waarschijnlijk kunnen betekenen dat een veel hogere score kan worden behaald. Het monster uit 2010 zou dan zeker in de goede ecologische toestand uitkomen.

De permanent watervoerende **bronbeek** is getoetst aan het KRW-watertype R4. In figuur 4.7.4 is zichtbaar dat de toestand van de beek ongeveer één gehele klasse verbeterd, van op de grens tussen ontoereikend en matig in 1997 tot op de grens van matig en goed in 2010. Dit geeft aan dat zich een redelijk goed beekstelsel heeft ontwikkeld. Dit is ook goed zichtbaar aan de morfologische ontwikkeling van een open, kale beek, met veel grazige vegetaties, naar een beschaduwde beek omgeven door bomen, met een rijk mozaïek van kale minerale substraten en organische substraten met grove detritus en hout, watervegetaties en oeverstructuren [figuur 4.7.5]. We verwachten dat een verdere natuurlijke ontwikkeling zal leiden tot de goede ecologische toestand. Daarvoor is behoud van de natuurlijke inrichting een vereiste en zal het beekbegeleidend bos zich verder moeten kunnen ontwikkelen. Kleinere halfopen plekken, zoals nu ook aanwezig, kunnen daarbij de diversiteit verhogen.



Figuur 4.7.4. KRW score van de Pepinusbeek op beide locaties over de periode 1997-2010, met ingetekende trendlijnen. De rode lijn markeert de ondergrens van de doelstelling: de goede ecologische toestand.

Faunistische ontwikkeling

In 1997 is het **bovenloopje** nog in de pioniersfase. We vinden keversoorten van zurige milieus, die vermoedelijk zijn ingevlogen van naburige (amfibie-)poelen, zoals *Berosus*, *Helochares punctatus* en *Enochrus ochropterus*. Binnen de groep van vedermuggen is in 2007 veel *Psectrocladius* aanwezig, zoals vaak in (zurige) pioniersmilieus. De soortenrijkdom van vedermuggen is dan hoog, terwijl in de daarop volgende jaren nog maar weinig soorten worden gevonden. Vedermuggen zijn goede kolonisatoren en de diversiteit kunnen we toeschrijven aan de grote variatie in micromilieus, die een pioniersfase met opkomende vegetatieontwikkeling met zich meebrengt. Door de open ligging, zonder beschaduwing en een open pioniersvegetatie komen er in 2007 redelijk veel libellen voor, die uiteindelijk weer verdwijnen, zodra het milieu verder dichtgroeit. Het betreft uitsluitend algemene soorten. Hetzelfde geldt voor de eendagsvlieglarve *Cloeon dipterum*, die later weer verdwijnt, mogelijk ook als gevolg van droogval.

In de jaren 2005 en 2010 is duidelijk een successie opgetreden naar een kwelmoeras, met meer beschaduwing door berken- en elzenbos. De fauna indiceert een hoger ontwikkeld, rijker gestructureerd biotoop, wat onder meer blijkt uit de toegenomen soortenrijkdom binnen groepen als watermijten en kevers. Dit zijn groepen met veel soorten die profiteren van stabielere biotopen met een rijke vegetatieontwikkeling met verlanding, waarbinnen gradiënten optreden met verschillen in vochtgehalte, voedselrijkdom, vegetatieontwikkeling en substraatsamenstelling (grof organisch materiaal). Vooral in 2010 blijken de watermijten zeer rijk ontwikkeld met een scala aan zeldzame soorten. Vermeldenswaardig zijn *Arrenurus inexploratus*, *A. mediorotundatus*, *A. sculptus*, *Tartarothyas romanica*, *Thyas barbiger* [figuur 4.7.6] en *Tiphys latipes*. Deze soorten zijn karakteristiek voor semipermanente milieus en verlandingszones. Vooral *Arrenurus sculptus* is een uitgesproken zeldzame soort, met slechts enkele Nederlandse vindplaatsen (SMIT & VAN DER HAMMEN, 2000). Van *Thyas barbiger* zijn slechts enkele Limburgse vondsten.



*Figuur 4.7.5.. Het gedeelte van de Pepinusbeek op de bemonsteringsplek OPEPI050 in het jaar 2010.
 Boven: bomen tot in de beek en veel afgevallen takken geven het idee van een bosbeek.
 Onder: boom in de beek met holle oevers en kale substraten.*



Figuur 4.7.6. De zeldzame watermijt *Thyas barbiger* heeft een kruipende leefwijze in ondiepe kwelmilieus.

Binnen de waterkevers is er een toename van het aantal soorten in 2005 en 2010 ten opzichte van 1997. Er is een toename van *Hydroporus* soorten (o.a. *H. gyllenhalii* en *H. memnonius*) en *Hygrotus decoratus* door toename van (verlandings)vegetatie. Vermeldenswaardige soorten zijn verder *Rhantus grapii* en de zeldzame zwarte geelrand *Dytiscus semisulcatus*.

De biotoop is door droogval en dichte vegetatieontwikkeling weinig geschikt voor kokerjuffers. Het kleine kokerjuffertje *Beraea pullata* is wel in 2010 aangetroffen en is typisch voor kwelmilieus.

Van de vedermuggen blijken in 2010 geen stromend water soorten meer voor te komen. *Micropsectra*, *Conchapelopia* en *Macropelopia* zijn vermoedelijk verdwenen in 2010 door de (sterkere) droogval in dat jaar. Mogelijk speelt ook de sterk toegenomen vegetatie een rol en daarmee samenhangend de waarschijnlijk steeds langduriger afwezigheid van stroming in het loopje. Ook binnen andere soortgroepen worden geen stromingsminnende soorten meer gevonden. Het biotoop lijkt hiervoor definitief ongeschikt te zijn geworden, wat we echter niet hoeven zien als problematisch. Er is namelijk wel een rijke fauna ontstaan, met onder meer kwelindicerende soorten, zoals hiervoor al aangegeven.

Het permanent watervoerende gedeelte van de **bronbeek** vertoont een duidelijke ontwikkeling in de toename van rheofiele soorten. In 1997 zijn er nog weinig vlokreeften, *Gammarus*, maar in de jaren daarna zijn ze steeds veel aanwezig, zowel *G. pulex* als *G. roeseli*. De waterpissebedden zijn steeds in tamelijk lage aantallen aanwezig, ondanks redelijk wat aanwezig organisch materiaal. Dat is een goed teken in een beeksysteem, waar vooral vlokreeften de rol van pissebedden overnemen. Bovendien is voornamelijk *Proasellus meridianus* aanwezig, die een betere waterkwaliteit indiceert dan *Asellus aquaticus*. Binnen de watermijten komen in het begin vooral heel gewone, algemene soorten voor. Vanaf 2002 treedt een verbetering op met het verschijnen van zeldzame en rheofiele soorten, zoals *Lebertia dubia*, *L. minutipalpis* en *Sperchon squamosus*. Opvallend is in 2010 het veel voorkomen van *Thyas pachystoma* als indicator voor vochtige oevermilieus met organisch materiaal.

De eendagsvliegen of haften komen nog zeer beperkt voor in de beek en in 2010 zijn ze zelfs helemaal niet gevonden. Mogelijk is het periodiek stagneren van het water in droge perioden een verklaring hiervoor.

Libellenlarven zijn vooral veel aanwezig in de nog open, vegetatierijke pioniersfase. Het betreft uitsluitend algemene soorten. In 2010 zijn op deze locatie zelfs helemaal geen libellen meer gevonden, ondanks gericht zoeken, wat wel verbazingwekkend is. De bronlibel *Cordulegaster boltonii* [figuur 4.7.7] is helaas nog steeds niet aangetroffen in dit traject. Vermoedelijk zal de soort ook dit deel van de beekloop kunnen koloniseren vanuit de meer bovenstrooms gelegen trajecten in het bos en de zijtakjes, waar de soort wel aanwezig is. De ontwikkeling tot een bosbeekje, met de bijbehorende substraten, zal hier zeker toe bijdragen.

Ten aanzien van de adulte libellen van het brongebied kan worden vermeld dat in en bij de aanwezige poelen, greppels en bronloopjes in de loop der jaren zeer veel soorten libellen zijn waargenomen. Een deel kan tot de vaste bewoners worden gerekend, terwijl een ander deel als tijdelijke bewoner of als zwerver moet worden betiteld (zie HERMANS, 1995; VERBEEK, 1998). Tot en met 2003 stond het totaal aantal op 43 soorten (VERBEEK & SCHERPENISSE-GUTTER, 2005). Sommige soorten zijn daarna niet meer gesignaleerd, maar 20-25 soorten kunnen tot de vaste bewoners worden gerekend.

De beekloper *Velia caprai* wordt vooral in 2010 veel aangetroffen, maar ook in 1997 zijn al exemplaren aanwezig. Deze beeklopers zijn vooral veel te vinden in beekjes met veel structuur, zoals onder overhangende oevers. Rheofiele waterkevers worden vooral de laatste jaren aangetroffen: *Agabus didymus* en *A. paludosus*, *Elodes* larven, de zeldzame *Limnebius truncatellus*. De kevers van het geslacht *Helophorus* zijn vooral veel in 2000 en 2002 aanwezig, wanneer er veel in het water hangende oeverplanten aanwezig zijn. Het is een typische fase in de vroege ontwikkeling na het uitvoeren van maatregelen. Door de ontwikkeling richting bosbeek verdwijnen deze vegetaties weer grotendeels en daarmee de bijbehorende kevers. We zien een duidelijke toename van kokerjuffers gedurende de onderzoeksperiode; het betreft o.a. de rheofiele soorten *Chaetopteryx villosa*, *Halesus*, *Notidobia ciliaris* en *Limnephilus extricatus*. Kokerjuffers vormen een belangrijk element van de karakteristieke beekfauna en daarmee is dit te beschouwen als een zeer positieve ontwikkeling.

Onder de Diptera (vliegen en muggen) zijn verschillende rheofiele soorten aanwezig: de zeldzame meniscusmug *Dixa dilatata*, de langpootmuggen *Eloeophila* en *Dicranota*, en diverse vedermuggen. De vedermuggen laten in de loop der tijd een duidelijke afname zien in aantal soorten en individuen. Vooral in 1997 en 2000 zijn ze erg veel aanwezig, wat net als bij het bovenloopje, vermoedelijk te maken heeft met de pionierssituatie. Bij het stabiliseren van het milieu verarmt de soortensamenstelling, maar dat levert in 2010 ook weer een aantal specifiekere soorten op, zoals *Macropelopia notata*, *Micropsectra* gr. *notescens* en *Brillia modesta*. Helaas blijken andere meer bijzondere soorten als *Heterotanytarsus apicalis* en *Cryptotendipes* in 2010 weer verdwenen.



Figuur 4.7.7. De Gewone bronlibel (*Cordulegaster boltonii*) geldt als een van de bijzonderheden van het brongebied van de Pepinusbeek.

Conclusies

De aangelegde waterbiotopen, in de vorm van bronbeekbovenloopjes van de Pepinusbeek, hebben zich in de periode 1997 tot en met 2010 zeer goed ontwikkeld op het gebied van macrofauna. Er hebben zich vele soorten gevestigd, waaronder een groot aantal zeldzame.

De bronbeek voldoet met de beoordeling volgens de Europese Kaderrichtlijn Water al bijna aan de goede ecologische toestand. Het droogvallende bovenloopje voldoet nog niet, maar validatie en aanpassing van het beoordelingssysteem is nodig om hierover een zinvol oordeel te kunnen vormen.

In de twee onderzochte biotopen, een bronbeek en een droogvallende bovenloopje, is een duidelijke toename aan kenmerkende soorten vastgesteld. Beide wateren hebben zich duidelijk in een verschillende richting ontwikkeld, wat bijdraagt aan de diversiteit binnen het gebied.

Het droogvallende bovenloopje bevat een karakteristieke, kwelafhankelijke fauna, die tot ontwikkeling is gekomen dankzij een natuurlijke vegetatieontwikkeling en een gradiënt van uittredend (oppervlakkig) grondwater en stagnerend oppervlaktewater. Structuurrijke, gevarieerde moerasvegetaties en berkenbos wat een (gedeeltelijke) beschaduwning geeft, zijn hier belangrijke randvoorwaarden voor de fauna.

In het beheer is voor dit traject een terughoudende, kleinschalige aanpak wenselijk. Naast de bestaande extensieve begrazing, zijn aanvullende beheersmaatregelen voorlopig niet nodig. Het laagfrequent (1x/5 jaar) inspecteren van de vegetatieontwikkeling is verstandig, om te kunnen signaleren of zich door successie een verarming voordoet in de microhabitats voor macrofauna. Het verdrogen van de biotoop, door het grotendeels verdwijnen van echte moerasmilieus, (open) water en kweluittrekking is daarbij een indicatie dat een ingreep zou moeten worden overwogen. Die zou kunnen bestaan uit het pleksgewijs terugzetten van de vegetatie, waarbij gewaakt wordt voor de instandhouding van het complete spectrum in vegetatiestructuur.

De bronbeek bevat permanent stromend water en hier heeft zich een karakteristieke beeklevensgemeenschap kunnen vestigen. Hierbij is de ontwikkeling van natuurlijke vegetaties met bosontwikkeling een belangrijke factor. Beschaduwning zorgt daarbij voor een lage watertemperatuur en bomen zorgen voor extra substraatvariatie (hout, blad) en variatie in de beekmorfologie. Verdere ontwikkeling tot een echt bosbeekje zal kunnen zorgen voor een verdere verbetering van de levensgemeenschap en waarschijnlijk ook definitieve vestiging van de bronlibel. Halfopen beekdelen kunnen de soortenrijkdom stimuleren, maar staan op gespannen voet met de ontwikkeling van een hoog karakteristieke beekfauna met de bronlibel, indien dit leidt tot teveel onbeschaduwde, warmere beektrajecten.

In het beheer is nietsdoen voor de macrofauna voorlopig voldoende, de extensieve begrazing buiten beschouwing gelaten. In ieder geval direct langs de beekloop kan men het beste de bosontwikkeling zoveel mogelijk spontaan laten verlopen. Op plekken waar het voor de vegetatieontwikkeling zelf gewenst is om maaibeheer of kap van bomen in te zetten, zou voor de macrofauna gezorgd moeten worden dat de beekloop zelf grotendeels beschaduwde blijft. Langere, geheel boom- en struikloze beektrajecten zijn ongewenst. Kleinere open plekken zijn echter geen probleem. In de beekloop zelf is onderhoud onnodig en het laten liggen van organische substraten en hout is belangrijk. Het is zinvol de ontwikkelingen globaal te volgen en evalueren, waarbij op termijn kleinschalige ingrepen tot de mogelijkheid behoren om de diversiteit in het gebied te blijven behouden.

Omdat de ontwikkelingen op het gebied van macrofauna goed verlopen, wordt aanbevolen om de monitoring hiervoor in een lage frequentie voort te zetten, voorlopig één keer per zes jaar. Na twaalf jaar kan dan opnieuw worden bekeken of de ontwikkelingen positief verlopen of dat bijstelling van het beheer wenselijk is.

4.8. Vissen en amfibieën

Streefbeeld

In de bronloopjes en amfibiepoelen worden geen vissen nagestreefd. Enerzijds omdat ze periodiek (nagenoeg) kunnen droogvallen, en anderzijds omdat de doelstellingen vooral op andere soortgroepen ligt (amfibieën, macrofauna, vegetaties). Daar waar het bronbeekje permanent watervoerend blijft en het water voldoende diep is, kunnen Driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), Tiendoornige stekelbaars (*Pungitius pungitius*) en het Bempje (*Barbatula barbatula*) voorkomen. Voor zover de poelen watervoerend blijven, kunnen ook hierin vissen verschijnen, maar zoals vermeld is dit ongewenst. Ten aanzien van amfibieën wordt, naast de algemene soorten, vooral ingezet op het ontwikkelen van een populatie Boomkikkers (*Hyla arborea*).

Monitoring

De bronloopjes, natte laagten en amfibiepoelen zijn jaarlijks onderzocht op de aanwezigheid van eiklompjes van de Bruine kikker (*Rana temporaria*). Schepnetonderzoek en visuele tellingen van diverse levensstadia van alle overige amfibiesoorten en vissen heeft periodiek plaatsgevonden. Om de ontwikkeling van de Boomkikker te volgen vinden jaarlijks koortellingen aan roepende mannetjes plaats door veldbezoeken in de avonduren en door middel van opnamen met memo recorders (zie VAN BUGGENUM, 2008).

Resultaten en discussie

Tijdens de diverse terreinbezoeken is geconstateerd dat de uitheemse Amerikaanse zonnebaars (*Lepomis gibbosus*) al enkele jaren voor de inrichtingsmaatregelen, namelijk in 1991, een van de twee aanwezige kleine amfibiepoelen (poel 1) via gedumpt vijvermateriaal heeft gekoloniseerd. Na de herinrichting in 1995-1996 zijn er jaren geweest met veel regen of hoge grondwaterstanden, waarin er onderling contact ontstond tussen de bronloopjes en de nieuwe poelen. In deze perioden heeft de soort zich naar bijna alle oppervlaktewateren kunnen verspreiden. Alleen bronloopjes en poelen die periodiek droogvallen, herbergen geen permanente vispopulaties.

Het Haeselaarsbroek, waarvan het onderzoeksgebied De Kuijper, deel uitmaakt herbergt zes soorten amfibieën (VAN BUGGENUM, 1997). Naast de algemene Bruine kikker, zijn ook de eveneens algemene Gewone pad (*Bufo bufo*), de bastaardkikker (*Rana klepton esculenta*) en de Kleine watersalamander (*Lissotriton vulgaris*) ook vaste bewoners van het brongebied van de Pepinusbeek. De Rugstreeppad (*Bufo calamita*) is een zwerver vanuit de nabij gelegen groeve De Hazelaar. In het brongebied is deze soort alleen in 1999 aangetroffen. De meest bijzondere soort is de Boomkikker, die sinds 1995 wordt waargenomen (zie VERBEEK & VAN BUGGENUM, 2004).

De ontwikkeling van het aantal eiklompjes van de Bruine kikker laat in de eerste jaren een stijgende lijn zien. In de tweede helft van de onderzoeksperiode worden fluctuerende aantallen gevonden van rond de duizend eiklompjes. Dit betekent dat er een populatie is ontstaan, die een dynamiek vertoont van een stabiele populatie die is afgestemd op de draagkracht en (abiotische en biotische) omstandigheden van het gebied. De eiklompjes worden in allerlei watertypen aangetroffen. De grootste aantallen liggen in de ondiepe oevers van de poelen. Ook de ondiepe bronloopjes zijn geschikte eiafzetplaatsen. Terreinlaagtes die in de eerste helft van maart onder water staan (b.v. poel 36 en diverse kwelplekken) worden eveneens gebruikt. Bij dalende (grond-)waterstanden hebben de uitkomende eieren op deze locaties echter minder kans om zich volledig tot kikkervisjes en jonge kikkers te ontwikkelen vanwege vroegtijdige droogval. Als er wel enig water aanwezig blijft hebben de kikkervisjes echter ideale ontwikkelingsomstandigheden (warm water, voldoende voedsel, weinig tot geen concurrentie of predatoren).

Het aantal roepende mannetjes van de Boomkikker begon in 1995 met enkele exemplaren en kent sindsdien aanvankelijk een stijgende lijn tot meer dan 20 exemplaren. Het brongebied herbergt de laatste jaren een populatie met 10-15 roepende mannetjes per avond als jaarlijks dagmaximum. Het gebied maakt deel uit van een populatie die het gehele Haeselaarsbroek bevolkt en die zich via de poelen in het dal van de Pepinusbeek naar het noorden toe uitbreidt. In poel 35 (zie figuur 9) wordt de soort vrijwel nooit gehoord. Waarschijnlijk is het water van deze poel te zuur of te voedselarm om aantrekkelijk te zijn voor deze soort. Dat geldt ook voor poel 32. Poel 35 had aanvankelijk een klein koortje, maar deze poel is bevolkt geraakt door Amerikaanse zonnebaarsen. De poel valt nooit droog en is daardoor ongeschikt als voortplantingsplaats voor de Boomkikker. Poel 33 functioneert nog als

meest aantrekkelijke koorplaats voor deze soort. De zonnige ligging, het ondiepe en relatief voedselrijke water zijn aantrekkelijk. Helaas wordt ook deze poel bezet door zonnebaarzen, maar omdat hij af en toe (nagenoeg) droogvalt krijgt de vispopulatie telkens een flinke klap. Een aandachtspunt voor alle poelen is de tred door het aanwezige vee. Omdat de poelen hiervoor toegankelijk zijn, levert dat voor de kwetsbare, opgroeiende kikkervisjes van de Boomkikker een groot risico op.

Conclusies

Het brongebied van de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek is geschikt leef- en voortplantingsgebied van enkele algemene amfibiesoorten en de zeldzame Boomkikker. De combinatie van de aanwezigheid van te zuur water in sommige poelen, de aanwezigheid van Amerikaanse zonnebaarzen en tred door vee beperkt waarschijnlijk een sterkere groei van de Boomkikkerpopulatie.

5. SYNTHESE

Het brongebied van de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek is in eigendom van de gemeente Echt-Susteren. In de jaren negentig van de vorige eeuw werden de volgende ecologische probleemstellingen geformuleerd: Waterkwantiteit = verdroging; Waterkwaliteit en morfologie = aanwezigheid naaldbos; aanwezigheid greppelsysteem.

Op basis van een opgestelde inrichtingsvisie is een samenwerkingsproject tussen gemeente en waterschap in de winter van 1995-1996 een herinrichting uitgevoerd. De uitgevoerde maatregelen bestonden uit: kappen van de helft van het aanwezig naaldbos, verwijderen van het naaldenpakket en de boomstobben en het dempen van de aanwezige ontwateringsgreppels (=drie maatregelen van gemeente). Vervolgens zijn nieuwe bronloopjes (totaal 500 meter) en vier amfibiepoelen aangelegd (=maatregelen van waterschap)

De monitoringsresultaten hebben het volgende opgeleverd: de aanwezige grondwaterbuizen tonen aan dat het gebied thans niet meer is verdroogd. De antiverdrogingsmaatregelen zijn dus effectief gebleken. De (grond-) waterkwaliteit voldoet aan de doelstellingen, met uitzondering van het nitraatgehalte. Dit kan op langere termijn tot ongewenste effecten leiden. In de nieuwe bronloopjes van de Pepinusbeek heeft zich vanuit een pionier situatie een uitermate soortenrijke levensgemeenschap van kiezelwieren gevestigd (bijna 70 soorten). Ook de macrofauna vertoont een stijgende trend en herbergt tal van bijzondere soorten, waaronder de zeldzame Gewone bronlibel. De waterplanten en oeverbegroeiing ondergaan een natuurlijke ontwikkeling. In de poelen zijn zes soorten amfibieën gevonden.

Er kan dan ook worden geconcludeerd dat het bronsysteem van de Pepinusbeek grote aquatische potenties had, die dankzij de maatregelen tot nu toe volledig worden waargemaakt. Het ingezette beheer en onderhoud (extensieve jaarrondbegrazing met aanvullend maaibeheer of verwijderen van overmatige houtige opslag) kan worden gecontinueerd. Wel wordt aanbevolen om de poelen gedeeltelijk uit te rasteren, zodat overmatige tred en vraat kan worden teruggedrongen.

6. AANBEVELINGEN VOOR BEHEER, ONDERHOUD EN MONITORING

6.1. Beheer en onderhoud

Voor het beheer en onderhoud van het brongebied is in opdracht van de terreineigenaar (de gemeente Echt-Susteren) door de Bosgroep Zuid een plan opgesteld. Hierin is voorzien in het voortzetten van de (jaarrond-)begrazing door Galloway-runderen en Konik-paarden, in samenhang met de aangrenzende beheersgebied van Abdij Lilbosch. Aanvullend hierop worden bepaalde terreindelen gehooïd en wordt een te sterke ontwikkeling van houtige opslag tegengegaan. Langs de bronloopjes blijven de bomen echter staan, zodat het streefbeeld van een grotendeels beschaduwde bronbeek kan worden gerealiseerd. In beginsel kan dit beheer worden voortgezet. In sommige jaren is de begrazingsdruk in het brongebied echter te groot gebleken. Daarom moet tijdig worden bepaald hoeveel dieren het brongebied mogen begrazen en gedurende welke periode. Het beheers- en onderhoudsplan van het waterschap (aangaande het bronloopje en de poelen) moet worden afgestemd op het plan van de gemeente.

Een ander aandachtspunt is de toegankelijkheid van de amfibiepoelen. Er wordt aanbevolen om alleen de visrijke poel 34 vrij toegankelijk te houden voor het vee. De overige poelen moeten (vrijwel) geheel worden uitgerasterd om een betere ontwikkeling van water- en oevervegetaties mogelijk te maken. Indien na verloop van tijd blijkt dat bepaalde ongewenste soorten te veel gaan woekeren, kan het raster worden open gezet of kan machinaal worden ingegrepen. De meest geschikte onderhoudsmethode (frequentie, tijdstip en vorm) kan op basis van ervaringen nader worden ingevuld. Een en ander kan worden verwoord in een op te stellen beheers- en onderhoudsplan voor het watersysteem.

6.2. Monitoring

Ten aanzien van de monitoring van het bronloopje en de poelen door het waterschap wordt voorgesteld om dit voor waterkwaliteit, macrofauna en diatomeeën te extensiveren naar eenmaal per 6 jaar.

6.3. Actiepunten

Omschrijving gewenste maatregelen	Tijdstip	Voorgestelde actiehouder
1. Opstellen BOP (beheers- en onderhoudsplan) bronloopjes Pepinusbeek en aangelegd poelen	> 2012	WRO
2. Afstemmen BOP waterschap met BOP gemeente Echt-Susteren	periodiek	WRO en gemeente
3. Uitrasteren van enkele amfibiepoelen	z.s.m.	gemeente
4. Voorzetten monitoring waterkwaliteit, macrofauna en diatomeeën	1x per 6 jaar	WRO

7. LITERATUUR

- BIJKERK, R. (red.), 2010. Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. Rapport 2010 - 28, Stowa, Amersfoort.
- BROERS, H.P., 2003. Nitraatreductie en Pyrietoxidatie in Nederland. Tijdschrift Water, juli 2003.
- BUGGENUM, H.J.M. VAN, 1997. De amfibieën en reptielen van het Haeselaarsbroek. Natuurhistorisch Maandblad 86 (4): 85-87.
- CATE, TEN & MAARLEVELD, 1977. Geomorfologische kaart van Nederland schaal 1:50000. Toelichting op de legenda, Stiboka/Rijks Geologische Dienst Wageningen/Haarlem.
- DAM, H. VAN, A. MERTENS & J. SINKELDAM, 1994. A coded checklist and indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. Neth. J. Aquat. Ecol., 28: 117-133.
- HEIDEMIJ, LB&P EN BUREAU NATUURBALANS, 1994. Inrichtingsvisie Haeselaarsbroek. Heidemij, LB&P en Bureau Natuurbalans; in opdracht van Gemeente Echt. Visie en plan. Rapportnummer 50059. 58 p.p.
- HERMANS, J.T., 1995. De libellen (Odonata) van het Haeselaarsbroek. Heemkundekring Echter Landj. Heemkundige bijdragen over Echt en omgeving 5: 145-153.
- JANSSEN, I.C.J.M., 2000. Monitoring van het Haeselaarsbroek in het brongebied van de Pepinusbeek. Ontwikkelingen in een natuurherstelproject in de Midden-Limburgse gemeente Echt. Katholieke Universiteit Verslagen Milieukunde nr. 189. Intern stagerapport Waterschap Roer en Overmaas; Nijmegen, Sittard.
- KRAMMER, K. & H. LANGE BERTALOT, 1986-1991. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, Band 2/1-2/4.
- KRAMMER, K. & H. LANGE BERTALOT, 2000-2009. Diatoms of Europe volume 1-5.
- LANGE-BERTALOT, H., 2000. Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Diatoms of Europe, Volume 2.
- LOCHT, B.J., 1977. Paraboolvormige rivierduinen in de omgeving van Montfort. Een geomorfologische studie. Natuurhistorisch Maandblad 66 (10): 153-160.
- MOLEN, D. VAN DER & R. POT (RED.), 2007a. Referentie en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water. Stowa rapport 32 – RWS-WD rapport 018. Stowa, Utrecht.
- MOLEN, D.T. VAN DER & R. POT (RED.), 2007b. Referenties en Maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water. Aanvulling kleine typen. STOWA rapport nr. 2007-32B.
- PROVINCIE LIMBURG, 2009. Derde evaluatie OGOR- meetnet. Meetgegevens en interpretatie 2006-2008. Provincie Limburg, Maastricht.
- ROYAL HASKONING, 2001. Stroomgebiedsvisie Vlootbeek en Middelsgraaf. Eindrapport i.o.v. Waterschap Roer en Overmaas, Zuiveringschap Limburg, Provincie Limburg. Royal Haskoning, Maastricht.
- ROYAL HASKONING, 2005. Voortgangsrapportages Verdrogingsbestrijding 1989-1998-2003-2007. Rapport i.o.v. , Provincie Limburg. Royal Haskoning, Maastricht.
- SMIT, H. & H. VAN DER HAMMEN, 2000. Atlas van de Nederlandse watermijten (Acari: Hydrachnidia). Nederlandse Faunistische Mededelingen 13: 1-273.

STIBOKA, 1970. Bodemkaart van Nederland. Blad 59 Peer en Blad 60 West en 60 Oost Sittard. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

VERBEEK, P.J.M, 1998. Flora en Fauna in het Haeselaarsbroek (1995-1998). Ontwikkelingen in een Natuurherstelproject. In opdracht Gemeente Echt. Bureau Natuurbalans/ Limes Divergens. Nijmegen. 73 p.

VERBEEK, P.J.M. & M.C. SCHERPENISSE-GUTTER, 2005A. Flora en fauna in het Haeselaarsbroek. Monitoring en beheer 1999-2003.. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen.

VERBEEK, P. & M. SCHERPENISSE-GUTTER, 2005B. Herstel van flora en fauna in het Haeselaarsbroek na herinrichting. Natuurhistorisch Maandblad 94: 232-237.

VERBEEK, P.J.M. & H.J.M. VAN BUGGENUM, 2004. De ontwikkelingen van de herpetofauna in het Haeselaarsbroek 1979-2003. Natuurhistorisch Maandblad 93 (7): 232-237.

BIJLAGEN

Bijlage 1. Foto-impressie van het brongebied van de Pepinusbeek



Foto A. Na het verwijderen van de sparrenaanplant, wortelkluiten en strooisellaag resteerde een kale vlakte, met lokaal kwelverschijnselen en nieuw gegraven ondiepe bronloopjes (voorjaar 1996).



Foto B. Nieuwe bronbeekloop met op de achtergrond een deel van het niet gekapte sparrenbos en enkele ruwe berken op een vergrast stukje heiderelict. (voorjaar 1996).



Foto C. Een van de aangelegde amfibiepoelen (poel 33). Door tred en vraat komt een groot deel van de water- en oeverbegroeiing niet tot ontwikkeling (zomer 2009).



Foto D. Overzicht van de droog-nat gradiënt aan de oostzijde van het brongebied nabij poel 35. Links is een droge heide met berkopslag en rechts een (gemaaide) veenmosrijke veldrusvegetatie (april 2009).

Bijlage 2. Toelichting veel gebruikte indexen en maatlatten (Europese Kaderrichtlijn Water, toetsen van diatomeeën Omnidia indexen: IPS, saprobie-index en trofie-index en Van Dam-index voor zuurgraad, saprobie en trofie.

Maatlatten voor de Europese Kaderrichtlijn Water

Voor het bepalen van de ecologische toestand van het water zijn per soortgroep zogenaamde streefbeeld en maatlatten opgesteld (VAN DER MOLEN & POT, 2007A EN 2007B). Elke soortgroep wordt op basis van een bepaalde systematiek beoordeeld op basis van de aanwezigheid en talrijkheid van soorten. Uiteindelijk leidt dit tot een bepaalde score, die wordt herleid tot een schaal van 0,0 tot 1,0. Op basis hiervan wordt de toestand omschreven in een van de vijf klassen.

Omschrijving ecologische toestand	Score op de KRW-maatlat
Zeer goed	0,9 – 1,0
Goed	0,6 – 0,8
Matig	0,4 – 0,6
Ontoereikend	0,2 – 0,4
Slecht	0,0 – 0,2

Veel gebruikte indexen voor diatomeeën

Omnidia-indexen

Het computerprogramma Omnidia (LECOINTE *et al.*, 1999) berekent op basis van de aangetroffen soorten verschillende indexen voor de kwaliteit van een aquatisch systeem. (Omgerekend naar een schaal van 1-20.)

De Index of Pollution Sensitivity (IPS) geeft een beeld van de totale vervuilingsgraad en is in onderstaande tabel ingedeeld in vijf klassen.

Klasse	IPS -score
Zeer goed	>17
Goed	15–17
Matig	12–15
Ontoereikend	9–12
Slecht	<9

De saprobie-index (SID) (Rott et al, 1999)

Klasse	SID -score
Zeer goed	>17
Goed	15–17
Matig	12–15
Ontoereikend	9–12
Slecht	<9

De trofie-index (TID) (Rott et al, 1999)

Klasse	TID -score
Zeer goed	>17
Goed	15–17
Matig	12–15
Ontoereikend	9–12
Slecht	<9

Van Dam-indexen

Index	R pH Zuurgraad
1	Acidobiont optimaal bij pH < 5,5
2	acidofiel voornamelijk bij pH < 7
3	circumneutraal voornamelijk bij pH ~ 7
4	alkalifiel voornamelijk bij pH > 7
5	alkalibiont uitsluitend bij pH > 7
6	indifferent geen duidelijk pH-optimum
	N Stikstofopname
1	stikstofautotrofe soorten, tolerant voor zeer geringe concentraties organisch gebonden stikstof
2	stikstofautotrofe soorten, tolerant voor hogere concentraties organisch gebonden stikstof
3	facultatief stikstofheterotrofe soorten, hebben periodiek hogere concentraties organisch gebonden stikstof nodig
4	obligaat stikstofheterotrofe soorten, hebben voortdurend hogere concentraties organisch gebonden stikstof nodig
	O Zuurstofbehoefte
1	voortdurend hoog (ca 100% verzadiging)
2	vrij hoog (boven 75% verzadiging)
3	matig (boven 50% verzadiging)
4	laag (boven 30% verzadiging)
5	zeer laag (ca 10% verzadiging)
	S Saprobie
1	oligosaproob I, I-II > 85 < 2
2	β-mesosaproob II 70- 85 2 - 4
3	α-mesosaproob III 25 - 70 4 -13
4	α-meso-/ Polysaproob III-IV 10 - 25 13- 22
5	polysaproob IV < 10 > 22
	T Trofie
1	oligotrafent
2	oligo-mesotrafent
3	mesotrafent
4	meso-eutrafent
5	eutrafent
6	hypereutrafent
7	indifferent
	M Vocht
1	nooit of slechts zeer zelden buiten het water voorkomend
2	voornamelijk in het water, maar soms ook op vochtige plaatsen voorkomend
3	voornamelijk in het water, maar regelmatig ook op natte en vochtige plaatsen voorkomend
4	voornamelijk op natte en vochtige of tijdelijk droogvallende plaatsen voorkomend
5	bijna uitsluitend buiten het water voorkomend

Sladacek-index

I	1,0 - <1,5	oligosaproob onbelast
I-II	1,5 - <1,8	oligo-β-mesosaproob gering belast
II	1,8 - <2,3	β-mesosaproob matig belast
II-III	2,3 - <2,7	β- _-mesosaproob kritisch belast
III	2,7 - <3,2	mesosaproob sterk verontreinigd
III-IV	3,2 - <3,5	meso-polysaproob zeer sterk verontreinigd
IV	3,5 - <4,0	polysaproob overmatig verontreinigd

Veel gebruikte indexen voor het toetsen van de macrofauna

1. K₁₃₅-index

De K₁₃₅-index of *Kwaliteitsindex* is ontwikkeld door Gardeniers & Tolkamp (1976) en is gebaseerd op het systeem van Moller-Pillot (1971) voor laaglandbeken in Brabant. Moller-Pillot stelde een lijst samen van macrofaunasoorten die volgens hem een bepaalde saprobietoestand (organische vervuiling) indiceren. Hierbij vertegenwoordigen soorten uit klasse 1 de ecologisch slechtste toestand en die uit klasse 5 de ecologisch beste toestand (zie onderstaande tabel).

Tabel: Groepen en klassen in de K₁₃₅-index

Groepsnummer	Macrofaunagroep	Vervuilingssklasse
1	Eristalis	1
2	Chironomus	1
3	Hirudinea	3
4	Gammarus	5
5	Calopteryx	5

De berekening van de K₁₃₅-index vindt als volgt plaats:

$$K_{135} = (\%1 + \%2) * 1 + (\%3) * 3 + (\%4 + \%5) * 5$$

Hierbij is:

%1 = percentage indicatorindividuen uit groep 1 van het totaal aantal indicatorindividuen.
Dit zelfde geldt voor de andere 4 percentages.

Op basis van de K_{135} -index 10 waterkwaliteitsklassen onderscheiden (zie onderstaande tabel).

Kwaliteitsklasse	K_{135}	Kwaliteit
1	100 - 140	zeer slecht
2	141 - 180	slecht
3	181 - 220	slecht
4	221 - 260	matig
5	261 - 300	matig
6	301 - 340	redelijk
7	341 - 380	redelijk
8	381 - 420	goed
9	421 - 460	goed
10	461 - 500	zeer goed

2. Sládecek-index voor talrijkheid macrofauna, S_h

S_h is de *Saprobie-index* of *Sládecek-index*, die gebaseerd is op een omgerekende abundantie van de macrofaunasoorten met behulp van onderstaande tabel. Het systeem is oorspronkelijk in 1955 ontwikkeld door Pantle & Buck en na diverse wijzigingen en aanpassingen in 1973 gepubliceerd door Sládecek.

$$S_h = \frac{\sum S_i * G_i * H_i}{\sum G_i * H_i}$$

Waarin:

S_i = saprobiewaarde van soort i ;

G_i = indicatiegewicht van soort i ;

H_i = talrijkheid van soort i ;

Tabel: De abundantieklassen (h) van soorten op basis van werkelijke aantallen, volgens Sládecek

Abundantieklasse (h)	Presentie	Aantal individuen per monster
1	Een of zeer weinig	1 - 5
2	Weinig	6 - 10
3	Weinig tot middel	11 - 50
4	Middel	51 - 100
5	Middel tot veel	101 - 500
6	Veel	501 - 1000
7	Massaal	1001 - 5000

Tabel: Klassengrenzen van de Sládecek-saprobie-index

Waarde saprobie-index	Ecologische klasse	Woordelijke omschrijving
3.7 - 4.0	1	zeer slecht
3.4 - 3.6	2	slecht
3.1 - 3.3	3	slecht
2.8 - 3.0	4	matig
2.5 - 2.7	5	matig
2.2 - 2.4	6	redelijk
1.9 - 2.1	7	redelijk
1.6 - 1.8	8	goed
1.3 - 1.5	9	goed
1.0 - 1.2	10	zeer goed

3. Biotische index

De Biotische index is oorspronkelijk geïntroduceerd door Woodiwiss voor de beoordeling van de Engelse waterlopen. De hier gehanteerde versie is een aanpassing door Lafontaine e.a. aan de Belgische situatie. De index geeft een waardering voor de (organische) verontreinigingsstoestand van een waterloop, die is gebaseerd op de verontreinigingsindicatie die bepaalde macrofaunagroepen geven, in combinatie met de soortenrijkdom of diversiteit. Via een bepaalde berekening wordt een score verkregen tussen 0 en 10, waarbij bij de getallen de volgende woordelijke omschrijvingen horen:

Tabel. Woordelijke omschrijvingen van de Biotische index volgens het Belgische Instituut voor Normalisatie in 1984 en zoals in de praktijk vaak wordt gehanteerd

Biotische index	Omschrijving (volgens het Belgisch Instituut voor Normalisatie)	Omschrijving (zoals in de praktijk vaak gehanteerd)
0	Overleven van indicatororganismen niet meer mogelijk	Overmatig verontreinigd
1 - 2	Zeer zwaar verontreinigd	
3 - 4	Zwaar verontreinigd	Sterk verontreinigd
5 - 6	Verontreinigd; kritische toestand	Matig verontreinigd
7 - 8	Weinig verontreinigd	Gering verontreinigd
9 - 10	Weinig tot niet verontreinigd	Niet verontreinigd

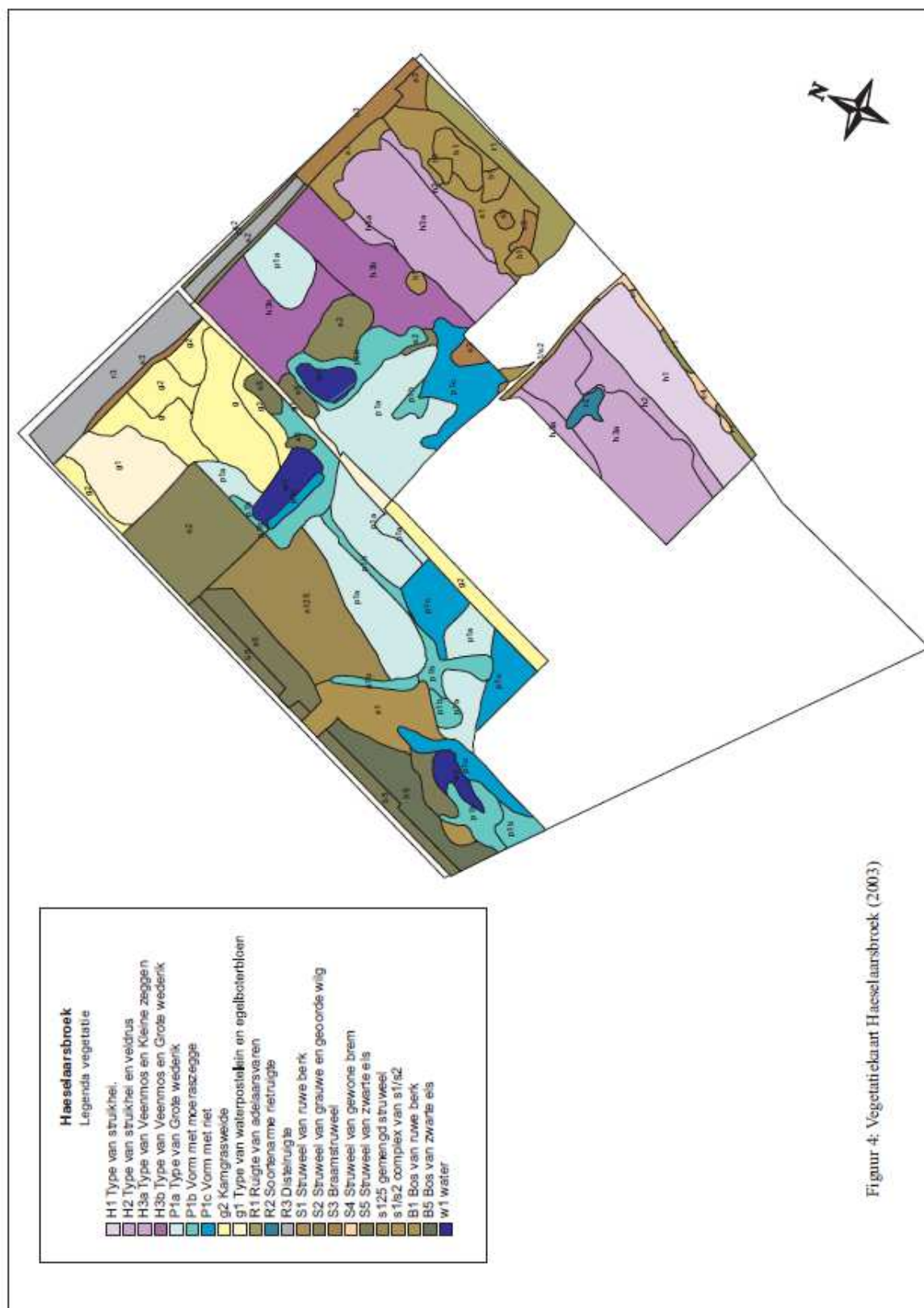
4. EBEOSWA

EBEOSWA is een **Ecologisch BEOordelingssysteem** voor **Stromende WAteren** op basis van de samenstelling van de macrofaunagemeenschap (ongewervelde waterdiertjes). Het systeem is in 1992 ontwikkeld door de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) met als doel de ecologische kwaliteit van een beektraject te bepalen.. Het systeem is bruikbaar voor alle beken in de Nederlandse regio's en is derhalve geschikt als vergelijkingsmiddel voor beken in Nederland. Wel is een indeling gemaakt in twee series, de heuvellandbeken, in geaccidenteerd terrein met hogere stroomsnelheden en de laaglandbeken gelegen in glooiende gebieden met over het algemeen lagere stroomsnelheden. Tevens is de zonering in lengteprofiel van belang, zodat een verdeling gemaakt kan worden in bovenloop, middenloop en benedenloop. Op deze manier wordt het beoordelingssysteem in zes **hoofdtypen** waterloop verdeeld. De maatlat is opgebouwd uit **10 karakteristieken** te weten: stroming, blad, zand, plant, slib, saprobie, trofie, knipper, vergaarder en grazer. Van de 5 aspecten die in EBEOSWA worden beoordeeld, hebben er 4 betrekking op fysisch-chemische parameters die de samenstelling van de macrofaunagemeenschap kunnen beïnvloeden; namelijk: stroming, saprobie, trofie en substraat. Het vijfde aspect - voedselstrategie - heeft betrekking op het functioneren van de macrofaunagemeenschap zelf. Uiteindelijk leidt de beoordeling tot een toestandbeschrijving in vijf klassen.

Tabel: Kwaliteitsniveaus in EBEOSWA.

Niveau	Omschrijving	Kleur
1	Beneden laagste niveau	Zwart
2	Laagste niveau	Rood
3	Middelste niveau	Geel
4	Bijna hoogste niveau	Groen
5	Hoogste niveau	Blauw

Bijlage 3. Vegetatiekaart van het brongebied van de Pepinusbeek in 2003 (uit VERBEEK & SCHERPENISSE-GUTTER, 2005).



Figuur 4: Vegetatiekaart Haeselaarsbroek (2003)

Bijlage 4. De macrofauna van de Pepinusbeek in het Haeselaarsbroek: overzicht van de soortenlijsten per monster. Z=zeldzaamheid (zz=zeer zeldzaam, z=zeldzaam, vz=vrij zeldzaam, va=vrij algemeen, a=algemeen, za=zeer algemeen); R3 en R4= Indicatorsoorten voor KRW-typen R3 en R4 (KM=kenmerkend, PD=dominant positief, ND=negatief dominant); K= Kenmerkende soorten (door het waterschap als zodanig beschouwd voor betreffend watertype).

Taxonnaam	Kenmerken				Pepinusbeek bovenloopje (OPEP040)			Pepinusbeek bronbeek (OPEP050)				
	Z	R3	R4	K	28-05-1997 2953	23-05-2005 3702	02-06-2010 4023	28-05-1997 2954	29-05-2000 3286	12-06-2002 3502	23-05-2005 3703	02-06-2010 4022
Oligochaeta (Borstelwormen)												
<i>Eiseniella tetraedra</i>	a					3						
Lumbricidae					2	1		1	1			
<i>Lumbriculus variegatus</i>	za						6					2
<i>Ophidonais serpentina</i>	za	ND	ND		2							
<i>Stylocryptus heringianus</i>	va											1
Tubificidae met haarchaetae		ND	ND		4			3				
Tubificidae zonder haarchaetae		ND	ND									1
Hirudinea (Bloedzuigers)												
Erpobdellidae							1	1		3		
<i>Erpobdella nigricollis</i>	va						2					
<i>Erpobdella octoculata</i>	za		ND						1		1	
<i>Erpobdella vilnensis</i>	vz					7	2		1	2	1	1
<i>Glossiphonia complanata</i>	za		ND			9	7	1			6	3
<i>Helobdella stagnalis</i>	za		ND				1					
Amphipoda (Vlokreften)												
Gammarus												28
<i>Gammarus pulex</i>	za	PD	PD	x				11	40	15	126	55
<i>Gammarus roeselii</i>	va			x					122	55	828	47
Isopoda (Pissebedden)												
<i>Asellus aquaticus</i>	za		ND								1	
<i>Proasellus meridianus</i>	za				10	83	88	26	45	11	4	16
Hydrachnidia (Watermijten)												
<i>Arrenurus cuspidator</i>	va							1				
<i>Arrenurus cylindricus</i>	vz	KM	KM	x							2	
<i>Arrenurus inexploratus</i>	va			x			2					
<i>Arrenurus leuckarti</i>	vz			x		3	1	2				
<i>Arrenurus mediorundatus</i>	vz			x			3					
<i>Arrenurus</i>					1				2			
<i>Arrenurus sculptus</i>	zz			x		1						
<i>Hygrobatas longipalpis</i>	a							2				
<i>Hygrobatas setosus</i>	a		PD							2	9	2
<i>Lebertia dubia</i>	zz			x							1	
<i>Lebertia inaequalis</i>	va									3	15	1
<i>Lebertia minutipalpis</i>	z	KM	KM	x						1	1	7
<i>Limnesia koenikei</i>	a							2				
<i>Neumania limosa</i>	a							1				
<i>Oxus setosus</i>	zz			x					1			
<i>Sperchon squamosus</i>	vz	KM	KM	x					1			13
<i>Tartarothys romanica</i>	zz			x			1					
<i>Thyas barbiger</i>	z			x			1					
<i>Thyas pachystoma</i>	vz			x			15					13
<i>Thyas</i>							3					8
<i>Tiphys latipes</i>	vz			x			4					
<i>Wettina podagrica</i>	z	KM	KM	x					1		2	1
Ephemeroptera (Eendagsvliegen)												
<i>Baetis vernus</i>	a		PD	x					3	1	1	
<i>Caenis horaria</i>	za	ND	ND					5	1			
<i>Caenis luctuosa</i>	a							2	1			
<i>Cloeon dipterum</i>	za	ND	ND		13	6		13	3			
<i>Cloeon</i>					5							
<i>Cloeon simile</i>	a		ND					1				
Odonata (Libellen)												
<i>Aeshna cyanea</i>	va				1				4			
Aeshnidae					1				6			
Anisoptera					1							
Coenagrionidae					19			3				
<i>Coenagrion puella</i> / <i>pulchellum</i> soortsgroep					15							
<i>Ischnura elegans</i>	za				21			14	26	5		
<i>Lestes viridis</i>	va								2			
<i>Libellula depressa</i>	va							1				
<i>Libellula quadrimaculata</i>	va				3			1				
<i>Orthetrum</i>								2				
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	a				1	24			3	2	1	
<i>Sympetrum meridionale/striolatum</i> soortsgroep						1						
<i>Sympetrum</i>						1		11	3			
Zygoptera						2						

Taxonnaam	Kenmerken				Pepinusbeek bovenloopje (OPEPI040)			Pepinusbeek bronbeek (OPEPI050)				
	Z	R3	R4	K	28-05-1997 2953	23-05-2005 3702	02-06-2010 4023	28-05-1997 2954	29-05-2000 3286	12-06-2002 3502	23-05-2005 3703	02-06-2010 4022
Heteroptera (Wantsen)												
Corixidae								1				
Gerris					3			3	1			
Gerris lacustris	za				1	1	2		2	2		1
Hebrus pusillus pusillus	va					5						
Hydrometra stagnorum	a				1							
Nepa cinerea	za							9	7	6	4	1
Notonecta					1							
Plea minutissima minutissima	za				1							
Velia								2				2
Velia caprai caprai	a	KM	KM	x								13
Megaloptera (Slijkvliegen)												
Sialis lutaria	za		ND						26	6	6	
Coleoptera (Kevers)												
Agabus bipustulatus	za	KM			1	3	6	1	3			
Agabus didymus	va			x								2
Agabus paludosus	va			x								5
Agabus sturmii	za				47	2		20				
Anacaena globulus	za					5	3				6	4
Anacaena limbata	za					6	7		3			
Anacaena lutescens	za					3	3	1	3	3		
Berosus					1			1				
Cercyon convexiusculus						1	1					
Copelatus haemorrhoidalis	va					1						
Coelostoma orbiculare	va					8	1					
Cymbiodyta marginella	a					1	3					
Cyphon		PD			2		1					
Dryops luridus	a						2		1	2		1
Dytiscus					1		1	2				
Dytiscus semisulcatus	zz			x			1					
Elodes				x					2		31	91
Enochrus coarctatus	va	KM				5	1					
Enochrus					2	1						
Enochrus ochropterus	vz			x	1							
Enochrus testaceus	za					1						
Halipus groep ruficollis						7	2				1	
Halipus heydeni	a					9						
Halipus lineatocollis	za					1		1				
Helochaes punctatus	va				1							
Helochaes					1			1				
Helophorus aequalis/aquaticus						5			10	8	1	
Helophorus aequalis	za					2			2	2		
Helophorus aquaticus									3	3		
Helophorus brevipalpis	za	ND			3	1			70	23		
Helophorus obscurus/flavipes							1		7			
Helophorus griseus	va								1			
Helophorus minutus	a								1			
Helophorus obscurus	a						1		5	30		
Hydaticus seminiger	va					1						
Hydraena testacea	va			x			2					
Hydroporus angustatus	va					2	2					
Hydroporus erythrocephalus	a	KM				5						
Hydroporus gyllenhalii	va			x		4	2					
Hydroporus incognitus	va					2						
Hydroporus memnonius	va	KM		x		1	6				1	
Hydroporus palustris	za					2	2					
Hydroporus planus	za					1	2					2
Hydroporus						1						
Hygrotus decoratus	va			x		2						
Hydrobius fuscipes	za				15	28	20	16	1			
Ilybius ater	va					1	1					
Ilybius fuliginosus	a							1	1			1
Ilybius quadriguttatus	va					2	1		1			
Laccobius bipunctatus	za					14	1		2	1	1	1
Laccobius minutus	za							5				
Laccobius								5		1		
Limnebius truncatellus	vz		KM	x								1
Noterus clavicornis	za				1							
Ochthebius minimus	a				1		1					
Rhantus grapii	vz			x		3						
Scirtes		PD				383						

Taxonnaam	Kenmerken				Pepinusbeek bovenloopje (OPEPI040)			Pepinusbeek bronbeek (OPEPI050)				
	Z	R3	R4	K	28-05-1997 2953	23-05-2005 3702	02-06-2010 4023	28-05-1997 2954	29-05-2000 3286	12-06-2002 3502	23-05-2005 3703	02-06-2010 4022
Trichoptera (Kokerjuffers)												
<i>Athripsodes aterrimus</i>	za								2			
<i>Beraea pullata</i>	vz	PD		x			1					1
<i>Chaetopteryx villosa</i>	va			x					3		22	2
<i>Enoicyla pusilla</i>	a	KM										1
<i>Halesus digitatus</i>	zz	KM	KM	x							6	
<i>Halesus radiatus</i>	va	KM		x							2	
Limnephilidae												2
<i>Limnephilus extricatus</i>	vz	KM	KM	x							1	
<i>Limnephilus lunatus</i>	za	ND	ND			10		5	255	23	72	23
<i>Limnephilus marmoratus</i>	vz						1					
<i>Notidobia ciliaris</i>	z		KM	x						3		6
<i>Oxyethira</i>	va		KM					2	3			2
Trichoptera							1					
Lepidoptera (Vlinders)												
<i>Cataclysta lemnata</i>	za								4	1		
<i>Elophila nymphaeata</i>	a				2				1			
Diptera (Vliegen)												
Diptera								1				
Tipulidae (Langpootmuggen)												
<i>Tipula (Yamatotipula)</i>								13	1	2		
Limoniidae (Langpootmuggen)												
<i>Dicranota</i>	a	KM		x				3	1	3		8
<i>Eloeophila</i>		ND		x						2	1	
<i>Helius</i>						4	1					
Limoniidae									1	1		
<i>Pilaria</i>										3		
<i>Pseudolimnophila</i>				x							2	1
Psychodidae (Motmuggen)												
Psychodidae									2			
<i>Satchelliella</i>												1
Ptychopteridae (Langpootmuggen)												
<i>Ptychoptera</i>	a						1					3
Culicidae (Steekmuggen)												
<i>Anopheles claviger</i>	vz	ND	ND						1			
<i>Anopheles gr maculipennis</i>	va				1							
<i>Anopheles</i>		ND	ND		1							
Dixidae (Meniscusmuggen)												
<i>Dixa dilatata</i>	z			x								2
<i>Dixella aestivalis</i>	va				18			2		3		
<i>Dixella amphibia</i>	va					1	6					
<i>Dixella</i>					3		1					
Chironomidae (Vedermuggen)												
<i>Ablabesmyia</i>								15				
<i>Ablabesmyia phatta</i>	a				8							
<i>Acricotopus lucens</i>	a	ND			5			2				
<i>Apsectrotanytus trifascipennis</i>	a		ND						10	3	7	14
<i>Brillia modesta</i>	a			x								1
<i>Chironomus gr plumosus</i>	za	ND	ND		6							
Chironomidae							1					
<i>Chironomus</i>		ND	ND					1				
<i>Cladotanytarsus</i>	za										1	
<i>Clinotanytus nervosus</i>	za	ND	ND		5				2			
<i>cf Conchapelopia</i>	a							37	14	3		
<i>Conchapelopia melanops</i>	va	KM	PD	x		1						1
<i>Corynoneura scutellata agg</i>	a				1		1		3			
<i>Corynoneura</i>												1
<i>Cricotopus bicinctus</i>	za							1				
<i>Cricotopus sylvestris agg</i>	za								2			
<i>Cryptotendipes</i>	vz			x					2			
<i>Glyptotendipes</i>	za		ND					1				
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	z		KM	x					2	2		
<i>Macropelopia notata</i>	zz	PD		x								3
<i>Macropelopia</i>	za	PD			4			2	5			
<i>Metriocnemus hirticollis agg</i>	a				6	3	1					
<i>Metriocnemus</i>										1		
<i>Micropsectra atrofasciata</i>	za											1
<i>Micropsectra</i>	za				1	6		18	184	4		
<i>Micropsectra gr notescens</i>	z											18
<i>Microtendipes gr chloris</i>	za							7	5			
<i>Nanocladius rectinervis agg</i>	z								2			
<i>Natarsia punctata</i>	va			x	2							
Orthoclaadiinae					1							
<i>Paracladopelma laminata agg</i>	va								2	2		
<i>Paratanytarsus</i>	za	ND						4	2	1		
<i>Paratendipes gr albianus</i>									107	2		
<i>Phaenopsectra</i>	a		ND					2	5			

Taxonnaam	Kenmerken				Pepinusbeek bovenloopje (OPEPI040)			Pepinusbeek bronbeek (OPEPI050)				
	Z	R3	R4	K	28-05-1997 2953	23-05-2005 3702	02-06-2010 4023	28-05-1997 2954	29-05-2000 3286	12-06-2002 3502	23-05-2005 3703	02-06-2010 4022
...vervolg Chironomidae (Vedermuggen)												
<i>Polypedium cf tritum</i>						2						
<i>Polypedium</i>									1	1		
<i>Polypedium gr nubeculosum s.l.</i>	za				1			7	6			
<i>Polypedium scalaenum</i>	a									1		
<i>Procladius s.a.</i>	za				6			130	32	26		
<i>Procladius</i>	za						17	2			1	2
<i>Prodiamesa olivacea</i>	za							5	3			1
<i>Psectrocladius</i>					3							
<i>Psectrocladius sordidellus/limbatellus gr</i>	a				29			13				
<i>Psectrocladius platypus</i>	va	KM		x	3			7				
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	va					1						
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	va											1
<i>Tanytarsus gr eminus</i>										3		
<i>Tanytarsus</i>	za				2			24	8			
<i>Xenopelopia</i>	za				5	1						
<i>Zavrelimyia</i>	va				1		10	2				
<i>Zavrelimyia nubila</i>	va	PD				1						
Ceratopogonidae (Knutten)												
<i>Ceratopogonidae</i>					8	13	6	6	1	2		46
Simuliidae (Kriebelmuggen)												
<i>Simulium (Eusimulium)</i>	vz			x				12				
Stratiomyidae (Wapenvliegen)												
<i>Chloromyia formosa</i>						1						
<i>Opodontha viridula</i>						6	31		1	1		1
<i>Oxycera cf. meigenii</i>						1						
Tabanidae (Dazen)												
<i>Chrysops</i>								3			2	2
<i>Hybomitra</i>						6						
<i>Tabanus</i>							1			4		
Sciomyzidae (Slakkendodende vliegen)												
<i>Sciomyzidae</i>							2					
Gastropoda (Slakken)												
<i>Galba truncatula</i>	a									1		
<i>Gyraulus crista</i>	za						1					
<i>Radix peregra/ovata</i> soortsgroep	za					4	1	85	1	28	1	
<i>Radix</i>							27					
<i>Stagnicola palustris complex</i>	za						13					
<i>Stagnicola palustris</i>	za	ND	ND							3	2	
Bivalvia (Tweekleppigen)												
<i>Pisidium casertanum</i>	za								5			
<i>Pisidium</i>						16	3					5
<i>Pisidium milium</i>	va						1					3
<i>Pisidium nitidum</i>	a											14
<i>Pisidium subtruncatum</i>	a									32		

Samenstelling: Waterschap Roer en Overmaas, afdeling beleid, onderzoek en advies (2011)

Eindversie 1.1

Met bijdragen van (in willekeurige volgorde): H. van Buggenum, B. van Maanen, M. Korsten, B. Pex, H. Kessels, M. Franssen, M. Strookman (allen WRO), M. Stevens (DHV), Natuurhistorisch Genootschap in Limburg (Natuurbank Limburg) en de Nationale Databank Flora en Fauna