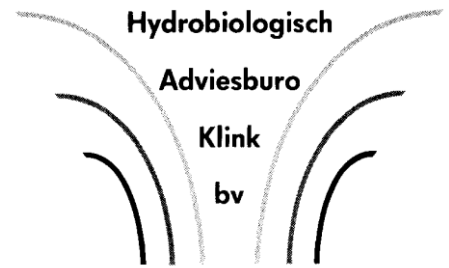


Macrofauna in kwelmilieus van de Terrassenmaas en paleo-ecologisch onderzoek in het Heulöerbroek (Nw. Bergen)



Heulöerbroek met Duizendknoopfonteikruid (*Potamogeton polygonifolius*); 23 mei 2017.



Macrofauna in kwelmilieus van de Terrassenmaas en paleo-ecologisch onderzoek in het Heulöerbroek (Nw. Bergen)

Alexander Klink

Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapporten en mededelingen nr. 144a april 2018 (HAK Project 541a)

In opdracht van het VBNE Rivierenlandschap. Contactpersoon VBNE Mark Brunsveld
C14 datering RWS-zuid. Contactpersoon J.J. Bakhuizen

© Hydrobiologisch Adviesburo Klink. Alles uit dit rapport mag op één of andere manier worden vermenigvuldigd mits er op juiste wijze verwezen wordt naar dit rapport en de auteur(s). Het rapport is te downloaden op www.klinkhydrobiologie.nl tab. Bibliografie onder het betreffende projectnummer

Inhoudsopgave

INHOUDSOPGAVE	I
1. SAMENVATTING	2
2. INLEIDING	3
3. ONDERZOCHE LOCATIES EN METHODIEK	4
4. RESULTATEN	7
5. DISCUSSIE	19
6. CONCLUSIES	23
7. LITERATUUR.....	24

1. Samenvatting

In het voorjaar van 2017 is op 6 laagterrassen langs de Maas een aquatisch macrofauna-onderzoek uitgevoerd om de huidige status van de betreffende kwelmoerassen vast te stellen. Daarnaast is er in het Heulöerbroek een aanvullend paleo-ecologisch onderzoek uitgevoerd om een referentie levensgemeenschap te achterhalen.

De macrofauna in de onderzochte kwelmoerassen wordt gekenmerkt door soorten die tolerant zijn ten opzichte van organische verontreiniging, met een laag zuurstofgehalte tot gevolg. Dit is de belangrijkste oorzaak dat 2 van de 6 locaties matig en 4 zelfs ontoereikend scoren op de KRW-maatlat. Groepen van een goede milieukwaliteit zoals Eendagsvliegen en Kokerjuffers ontbreken vrijwel volledig.

In het paleo-onderzoek zijn aanmerkelijk meer kwelindicatoren aangetroffen (*Micropsectra roseiventris*, *M. uliginosa*, *Krenopelopia* en *Zavrelimyia*), maar ook daar ontbreken Eendagsvliegen en Kokerjuffers in de 70 cm diepe boring.

Op basis van een C14 datering blijkt dat de bovenste 40 cm een goede weerspiegeling is van de faunagemeenschap in de periode 1850 – heden. Uit de aangetroffen soorten kan worden afgeleid dat de omstandigheden in deze periode niet geschikt waren voor kenmerkende soorten van bronnen en bovenlopen. Dit mede als gevolg van de matige zuurstofhuishouding en gebrek aan stroming.

Ondanks dat er op vrijwel iedere locatie kwel-indicerende planten zijn aangetroffen, blijkt het oppervlaktewater sterk norm-overschrijdend verrijkt te zijn met fosfaat.

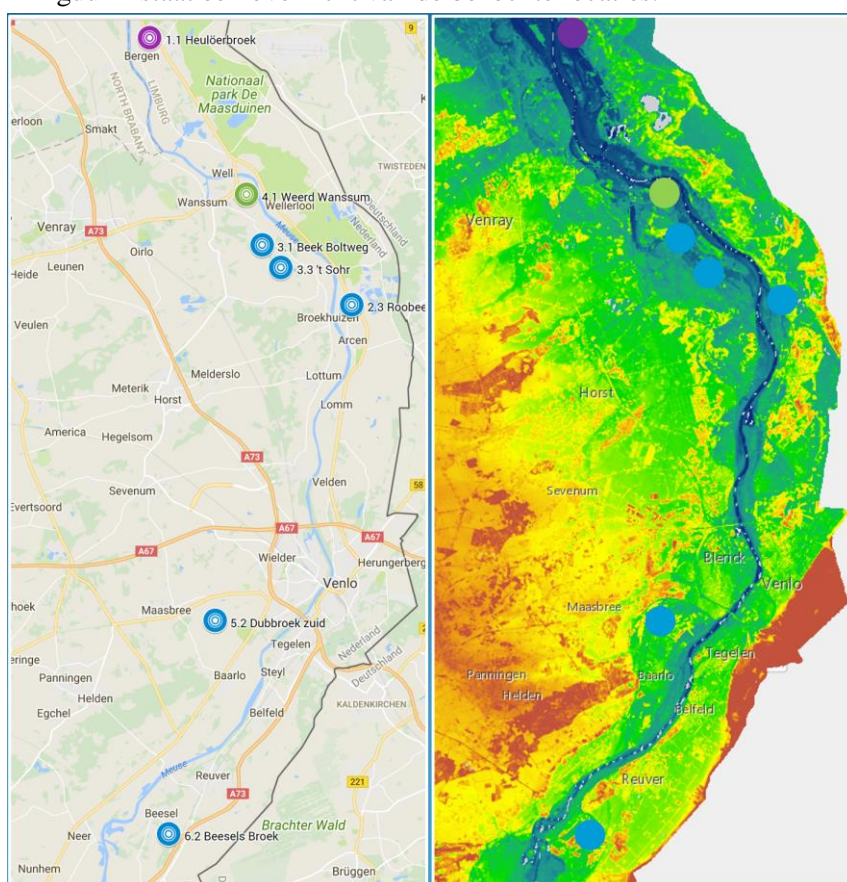
2. Inleiding

Tijdens een bijeenkomst van het deskundigenteam rivierenlandschap van het VBNE, is de grootschalige aanpak van de hoogwaterveiligheid langs de Terrassenmaas onder de aandacht gebracht. Hierbij wordt het vergraven van het laagterras tot grote waterplassen, gezien als een onomkeerbare vernietiging van het kleinschalige landschap. In 2016 is door VBNE aan Arcadis de opdracht verleend om onderzoek te doen naar de huidige situatie en het herstel van dergelijke kwelmilieus. De vegetatie vormde hierbij het ecologische aanknopingspunt. Vanuit het VBNE is vervolgens de behoefte uitgesproken om het onderzoek uit te breiden naar de aquatische macrofauna in deze kwelmilieus. Van deze levensgemeenschappen zijn geen gegevens gevonden en bij de betreffende waterschappen (Peel en Maasvallei en Roer en Overmaas, thans Waterschap Limburg) blijken ze ook niet in het reguliere monitoringsprogramma te zijn opgenomen. Dit onderzoek moet invulling geven aan een deel van deze kennislacune. Op initiatief van de opdrachtnemer is hieraan een paleo-ecologisch onderzoek toegevoegd, dat is uitgevoerd in het Heulöerbroek. Deze locatie is aangereikt door Arcadis en het doel hiervan is om informatie te verzamelen over een vroegere macrofauna-gemeenschap en haar ontwikkeling in dit kwelmilieu.

3. Onderzochte locaties en methodiek

3.1. Onderzochte locaties voor de macrofauna

In figuur 1 staat een overzicht van de bezochte locaties.



Figuur 1 links. Bezochte locaties (blauw = macrofauna; paars = macrofauna + paleo; groen = drooggevallen). Rechts zelfde locaties op de AHN kaart, waarbij goed te zien is dat de monsterpunten liggen in oude rivierbeddingen.

Op de blauwe punten is de macrofauna onderzocht, door, met een standaard macrofaunanet (maaswijdte 0,5 mm) 5 m door de verschillende habitat te scheppen. Op het paarse punt Heulöerbroek is daarnaast ook paleo-ecologisch onderzoek uitgevoerd.

Op het groene punt in de Weerd bij Wanssum (mp. 4.1) is de kwelsloot drooggevallen (hetzelfde geldt voor het elzenmoeras bij Dubbroek (mp. 5.1) en het moeras bij de Peschweg (mp. 3.2), beide niet aangegeven op figuur 1).

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de ligging van de monsterpunten.

Tabel 1. Bezochte locaties waarvan de droogstaande niet onderzocht zijn.

Monsterpunt	Locatie	Datum	X	Y	opmerking
Mp. 1.1	Heulöerbroek	23-5-2017	200089	402318	paleo
Mp. 2.3	Roobeek	26-5-2017	210053	389499	
Mp. 3.1	Beek Boltweg	23-5-2017	205645	392364	beverdam
Mp. 3.2	Peschweg	23-5-2017	204062	392347	droog
Mp. 3.3	t Sohr	23-5-2017	206578	391280	
Mp. 4.1	Weerd Wanssum	23-5-2017	204863	394835	droog
Mp. 5.1	Dubbroek noord	26-5-2017	203562	374188	droog
Mp. 5.2	Dubbroek zuid	26-5-2017	203532	374119	
Mp. 6.2	Beesels Broek	30-5-2017	201357	363721	

3.2. Methode bemonstering, opwerken, determineren van de monsters en dataverwerking

Tijdens de bemonstering van de macrofauna zijn ook opmerkelijke planten genoteerd. Een overzicht hiervan is opgenomen in de discussie (tabel 13).

3.2.1. Levende macrofauna

De macrofauna is bemonsterd door met een schepnet van 30 cm breed en maaswijdte van 0,5 mm, 5 m door de afzonderlijke habitats (planten bodem) te scheppen. Het verzamelde materiaal is gekoeld en binnen 48 uur levend uitgezocht of in het veld geconserveerd in ethanol met als eindconcentratie > 50%. In beide gevallen zijn de monsters verdeeld in fracties 0,5 – 2 mm en > 2mm. Deze fracties zijn uitgezocht in een fotobak met onder-verlichting. De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform het handboek hydrobiologie (Bijkerk, red., 2014).

3.2.2. Paleo-ecologische monsters

In het Heulöerbroek is met een Eijkelkamp multisampler (<https://en.eijkelkamp.com/products/water-bottom-sampling-equipment/multisampler.html>) een boorkern gestoken van 70 cm diep. Van ieder monster is organisch materiaal verzameld voor een C14 datering, uitgevoerd door het Poznan Radiocarbon Laboratory in Polen.

Deze boorkern is onderverdeeld in lagen van 10 cm, die afzonderlijk zijn onderzocht. De lagen zijn gezeefd over maaswijdten van 150 µm, 212 µm, 500 µm en 2 mm. Van de fracties 150-212 µm; 212-500 µm en 500 – 2000 µm zijn de macrofaunaresten gescheiden van het plantaardig materiaal door paraffine-waterextractie. Hierbij verzamelt het plantaardig materiaal zich in de waterfase en de macrofaunaresten in de paraffine-fase. Beide fasen zijn geconserveerd in melkzuur (88%). De paraffinefase van de 3 fracties is uitgezocht onder een stereomicroscoop (max. 64x vergroting) en de herkenbare resten zijn geprepareerd op microscopische objectglazen en afgedekt met ronde (Ø 10 mm) dekglasjes. De determinatie heeft plaatsgevonden met de relevante literatuur, aangevuld met de referentiecollectie van opdrachtnemer.

3.2.3. Dataverwerking

De macrofaunagegevens zijn getoetst met de KRW-maatlatten voor 8 verschillende watertypen (tabel 2) met behulp van QBWat 5.33. Dit programma berekent niet alleen de KRW-score, maar geeft ook aan welke soorten negatief, positief of kenmerkend zijn voor het betreffende watertype. Op basis van zowel score als aandeel kenmerkende soorten kan worden ingeschat welke kwellocatie het meest overeenkomt met welk KRW-type.

Tabel 2. Geselecteerde watertypen waarop de macrofauna-monsters zijn getoetst.

KRW-type	Omschrijving
R1	Droogvallende bron
R2	Permanente bron
R3	Droogvallende langzaam stromende bovenloop op zand
R4	Permanente langzaam stromende bovenloop op zand
R11	Langzaam stromende bovenloop op veen
M2	Zwak gebufferde sloten

In deze toewijzing zijn aanvankelijk ook 3 type sloten betrokken, maar alleen voor type M2 bleek hierbij op 2 locaties hoger te scoren dan de overige KRW-typen.

4. Resultaten

4.1. Levende macrofauna

4.1.1. KRW-score en toewijzing watertype

In tabel 3 staan de KRW-scores per watertype en daaronder staat in het intermezzo de waardering van deze score.

Tabel 3. Toetsing op de KRW-maatlatten voor de verschillende watertypen.

Locatie		Heulöerbroek Roobeek		Beek Boltweg 't Sohr		Dubbroek	Beesels Broek
KRW-type	Omschrijving	Mp. 1.1	Mp. 2.3	Mp. 3.1	Mp. 3.3	Mp. 5.2	Mp. 6.2
R1	Droogvallende bron	0,34	0,25	0,27	0,27	0,23	0,32
R2	Permanente bron	0,29	0,19	0,21	0,22	0,18	0,25
R3	Droogvallende langzaam stromende bovenloop op zand	0,44	0,40	0,30	0,34	0,29	0,38
R4	Permanente langzaam stromende bovenloop op zand	0,37	0,27	0,30	0,31	0,26	0,34
R11	Langzaam stromende bovenloop op veen	0,42	0,39	0,33	0,35	0,33	0,47
M2	Zwak gebufferde sloten	0,38	0,17	0,34	0,41	0,18	0,29

In tabel 3 zijn de hoogste scores per locatie vet weergegeven en de op één na hoogste score in vet-cursief.

KRW-score:

De score heeft een waarde tussen 0 en 1 en vertegenwoordigt 5 klassen:

0 – 0,2 slecht

0,2 – 0,4 ontoereikend

0,4 – 0,6 matig

0,6 – 0,8 goed

0,8 – 1 zeer goed

Alle berekende KRW-scores zijn ontoereikend of matig. Dit houdt in dat de onderzochte kwellocaties weinig kenmerkende soorten bevatten en/of een hoog aandeel hebben aan storingsindicatoren. Opvallend is het (vrijwel) ontbreken van kokerjuffers (Trichoptera), eendagsvliegen (Ephemeroptera) en steenvliegen (Plecoptera) en watermijten (Hydrachnidia) in de monsters. Dit is meestal een gevolg van een matig waterkwaliteit.

Uit de KRW-beoordeling blijkt dat voor het Heulöerbroek en de Roobeek type R3 (droogvallende langzaam stromende bovenloop op zand) het hoogste scoort. Voor de beek bij de Boltweg en 't Sohr is dat M2 (zwak gebufferde sloot), terwijl R11 (langzaam stromende bovenloop op veen) de hoogste score heeft bij Dubbroek en Beesels Broek.

4.1.2. Macrofauna per locatie

Per locatie wordt een foto getoond ten tijde van de bemonstering (mei 2017). Er wordt kort gemeld welke kwel indicerende waterplanten er zijn waargenomen tijdens dit onderzoek. Op enkele locaties zijn chemische bepalingen uitgevoerd door Arcadis, die hier worden geïnterpreteerd. Van de macrofauna worden kenmerkende en karakteristieke soorten vermeld. Kenmerkende soorten zijn de soorten die positief meewegen voor de KRW-score en karakteristieke soorten indiceren een bepaald type milieu.

Mp. 1.1 Heulöerbroek



Foto 1. Heulöerbroek.

In het Heulöerbroek watert een groot aantal sloten in westelijke richting af op de Heukelomsche Beek. Deze situatie was al rond 1850 aanwezig, met dat verschil dat er toen bomen langs de sloten stonden (Wolters-Noordhoff atlasproducties, 1992) en die ontbreken in de huidige situatie. Zoals op de foto zichtbaar, is er veel ijzerrijke kwel. Karakteristieke planten zijn Duizendknoopfonteinkruid (zie voorblad), Drijvend fonteinkruid, Holpijp en Klein blaasjeskruid.

Tabel 4. Kenmerkende en karakteristieke macrofauna.

Monster	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
type	R1	R2	R3	R4	R11
KRW-score	0.342	0.285	0.439	0.367	0.422
- Kenmerkende taxa:					
<i>Omphiscola glabra</i>	+	+	+		
<i>Agabus bipustulatus</i>			+		+
<i>Hydroporus erythrocephalus</i>			+		+
<i>Hydroporus incognitus</i>			+		
<i>Oxyethira</i>				+	+
<i>Macropelopia adauca</i>	+	+			
<i>Natarsia</i>			+		+
<i>Dixella amphibia</i>			+		
- Karakteristieke taxa					
<i>Berosus signaticollis</i>	.	.	.	.	.
<i>Polypedilum arundineti</i>	.	.	.	.	.
<i>Tanytarsus buchonius</i>	.	.	.	.	.

De slak *Omphiscola glabra*, de kevers *Hydroporus erythrocephalus*, *H. incognitus* en de muggenlarve *Dixella amphibia* wijzen op periodieke droogval (Gittenberg en Janssen, 1998; Prov. Gelderland, 1990). De muggenlarve *Natarsia* wijst op kwel (Vallenduuk en Moller Pillot, 2007) De kever *Berosus signaticollis* en de muggenlarven *Macropelopia adauca* en *Tanytarsus buchonius* wijzen samen met de kever *Hydroporus erythrocephalus* op zuurder water (Drost et al., 1992; Vallenduuk en Moller Pillot; Cuppen et al., 2015). *Polypedilum arundinetum* is een, in Nederland, zeldzame, muggenlarve die vooral in sterk rottend materiaal gevonden is (Moller Pillot, 2009).

Mp. 2.3 Roobeek



Foto 2. Roobeek.

De Roobeek is een traag stromende afwateringssloot, die op de kaart rond 1840 als Leigraaf staat aangegeven (Wolters-Noordhoff atlasproducties, 1992). Op de bodem ligt een dikke laag ijzerrijke modder. Kwel indicerende waterplanten zijn Bosbies (zie foto), Drijvend fonteinkruid, Dotterbloem en hogerop de oever staat Adderwortel.

Tabel 5. Kenmerkende en karakteristieke macrofauna.

Monster	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
type	R1	R2	R3	R4	R11
KRW-score	0.249	0.192	0.400	0.268	0.394
- Kenmerkende taxa:					
Agabus bipustulatus			+		+
Conchapelopia melanops			+		+
Macropelopia adacta	+	+			
- Karakteristieke taxa:					
Hydraticus seminiger	.	.	.	.	.
Psectrotanypus varius	.	.	.	.	.
Tanytarsus buchonius	.	.	.	.	.

De kenmerkende soorten zijn zeer algemeen in kleine al dan niet droogvallende bronnen en bovenloopjes. De kever *Hydraticus niger* en de muggenlarve *Psectrotanypus varius* zijn typische bewoners van modderbodems (Drost et al., 1992; Moler Pillot, 2009) De muggenlarve *Tanytarsus buchonius* is een bewoner van zure wateren (Cuppen et al., 2015).

Mp. 3.1 Beek bij Boltweg

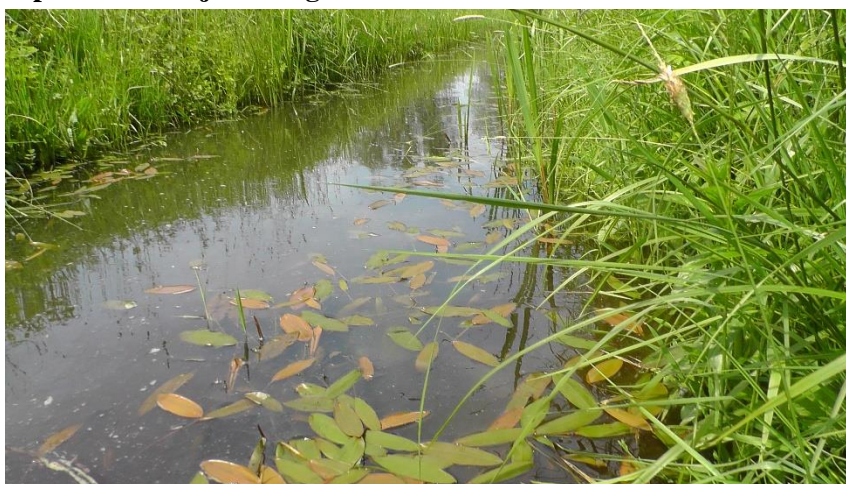


Foto 3. Beek bij Boltweg Meerlo.

Naast een drooggevallen kwelmoeras ligt de beek, hier direct stroomafwaarts van een beverdam, evenwijdig aan de Boltweg in Meerlo. De bodem bestaat uit modder en is roodgekleurd van het ijzeroxide. Kwel indicerende planten zijn Rossig fonteinkruid (foto), Bosbies en Beekpunge.

Van deze locatie zijn chemische parameters geanalyseerd (tabel 6) en deze worden vergeleken met de referentiewaarden voor de watertypen R1 tm. R11 (tabel 2). De referentiewaarden zijn afkomstig van Heinis et al. (2004)

Tabel 6 toetsing mp. 3.1 aan de referentiewaarden voor de KRW-typen R1 tm. R4, R11 en M2.

Parameter	Eenheid	Referentie	Mp. 3.1
Cl	mg/l	40	26
EGV	µS/cm	250	530
Ca	mg/l	120	71
NO3-N	mg/l	0,35	1,8
PO4-P	mg/l	0,025	0,065

De ionenrijkdom (EGV), nitraat en fosfaatgehalten zijn fors hoger dan aangegeven voor de referentiesituatie. Dergelijke gehalten hebben hun negatieve weerslag op de kwaliteit van de macrofaunagemeenschap (Provincie Gelderland, 1990). Dit blijkt ook uit de lage KRW-score voor dit monster (tabel 7).

Tabel 7. Kenmerkende en karakteristieke macrofauna.

Monster	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
type	R1	R2	R3	R4	R11	M2
KRW-score	0.267	0.211	0.300	0.296	0.331	0.340
- Kenmerkende taxa:						
Aplexa hypnorum	+	+	+			
Gammarus pulex					+	
Rheocricotopus atripes	+	+				
Simulium erythrocephalum				+		
- Karakteristieke taxa:						
Hygrotus decoratus	.	.	.	.	.	.
Psectrotanypus varius	.	.	.	.	.	.
Tanytarsus buchoni	.	.	.	.	.	.
Simulium noelleri	.	.	.	.	.	.

Van de kenmerkende soorten wijst de slak *Aplexa hypnorum* op periodiek droogvallende omstandigheden. De muggenlarven *Rheocricotopus atripes* en *Simulium erythrocephalum* zijn gebonden aan stromend water, evenals de karakteristieke muggenlarve *Simulium noelleri*. De kever *Hygrotus decoratus* en de muggenlarve *Tanytarsus buchoni* zijn gebonden aan zuurder water (Drost et al., 1992; Cuppen et al., 2015). De muggenlarve *Psectrotanypus varius* is een indicator van rottend organisch materiaal en dus van een slechte zuurstofhuishouding (Vallenduuk en Moller Pillot, 2007).

Mp. 3.3 't Sohr.



Foto 4. 't Sohr.

't Sohr maakte tot 1995 deel uit van een nog functionerende Maassarm, maar is na het hoogwater van 1995 afgesloten. Er loopt een project om van de oude Maassarm over een lengte van 10 km en tot 100 m brede hoogwatergeul te maken die de wateroverlast in het gebied bij topafvoeren gaat verminderen (https://www.academia.edu/15037754/t_Sohr).

Tijdens de bemonstering zijn geen kwelindicatoren aangetroffen. Wel opmerkelijk is de vondst Kranswier (*Chara juv.*) in het turf gat, dat verder dicht begroeid is met Gele plomp, Riet en Zwarte els.

Tabel 8 toetsing mp. 3.3 aan de referentiewaarden voor de KRW-typen R1 tm R4, R11 en M2.

Parameter	Eenheid	Referentie	Mp. 3.3
Cl	mg/l	40	29
EGV	µS/cm	250	480
Ca	mg/l	120	86
NO3-N	mg/l	0,35	<0,2
PO4-P	mg/l	0,025	0,25

Het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en het gehalte aan ortho-fosfaat is veel hoger dan de referentiewaarden.

Tabel 9. Kenmerkende en karakteristieke soorten.

Monster	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
type	R1	R2	R3	R4	R11	M2
KRW-score	0.269	0.215	0.338	0.312	0.348	0.410
- Kenmerkende taxa:						
<i>Agabus striolatus</i>	+	+	+	+		
- Karakteristieke taxa:						
<i>Hydaticus seminiger</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Endochironomus dispar</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Paratanytarsus tenellulus</i>	.	.	.	.	.	.
<i>Tanytarsus buchoni</i>	.	.	.	.	.	.

De KRW-score blijft steken op het ongewenste niveau, behalve voor type M2 (matig). De kevers *Agabus striolatus* en *Hydaticus seminiger* zijn bewoners van wateren met veel organisch materiaal. Dit geldt ook voor de muggenlarven *Endochironomus dispar* (incl. *E. impar*) en *Paratanytarsus tenellulus*, waarvan de laatste mogelijk gebonden is aan planten met drijfbladeren (Säwedal en Langton, 1977). *Tanytarsus buchoni* (muggenlarve) en de kever *Agabus striolatus* wijzen op het zurige karakter van deze moerput.

Mp. 5.2 Dubbroek



Foto 5. Dubbroek zuid.

Het moeras noordelijk van de weg “aan de Steenoven” lag droog ten tijde van de bemonstering en daarom is de plas ten zuiden van deze weg bemonsterd. Vooral in

de noordwesthoek (foto) is erg veel ijzerneerslag aanwezig. Bosbies en Waterviolier zijn als kwelindicatoren waargenomen.

Tabel 10. Kenmerkende en karakteristieke soorten.

Monster	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
type	R1	R2	R3	R4	R11
KRW-score	0.212	0.162	0.292	0.255	0.332
- Kenmerkende taxa:					
<i>Enochrus coarctatus</i>			+		+
- Karakteristieke taxa:					
<i>Psectrotanypus varius</i>	.	.	.	.	.

De KRW-score varieert van slecht tot ontoereikend. Er zijn ook nauwelijks indicatoren aangetroffen. De kever *Enochrus coarctatus* komt op de hogere zandgronden voor in zure wateren met grof organisch materiaal (Drost et al., 1992). De muggenlarve *Psectrotanypus varius* is een kenmerkende soort voor rottend organisch materiaal (Vallenduuk en Moller Pillot, 2007).

Mp. 6.1 Beesels Broek



Foto 6. Beesels Broek.

Ten tijde van de bemonstering stroomde het hier ca. 25 cm/s over de met ijzeroxide bedekte bodem. Als kwelindicatoren zijn hier Dotterbloem, Rossig fonteinkruid en Beekpunge aangetroffen.

Tabel 11. Toetsing mp. 6.2 aan de referentiewaarden voor de KRW-typen R1 tm R4 en R11.

Parameter	Eenheid	Referentie	Mp. 6.2
Cl	mg/l	40	29
EGV	µS/cm	250	540
Ca	mg/l	120	75
NO3-N	mg/l	0,46	0,47
PO4-P	mg/l	0,04	0,17

Het elektrisch geleidingsvermogen, en ortho-fosfaat zijn veel hoger dan de referentiewaarden voor de KRW. Het nitraatgehalte ligt rond de maximaal toegestane referentiewaarde.

Tabel 12 Kenmerkende en karakteristieke soorten.

Monster	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
type	R1	R2	R3	R4	R11
KRW-score	0.316	0.254	0.384	0.341	0.474
- Kenmerkende taxa:					
<i>Gammarus pulex</i>					+
<i>Macropelopia nebulosa</i>					+
<i>Macropelopia adauca</i>	+	+			
<i>Parametriocnemus stylatus</i>	+	+			
<i>Paratendipes albimanus</i>			+		+
<i>Dicranota</i>			+		+
- Karakteristieke taxa:					
<i>Sperchon</i>	.	.	.	.	.
<i>Odontomesa fulva</i>	.	.	.	.	.
<i>Psectrotanypus varius</i>	.	.	.	.	.
<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	.	.	.	.	.

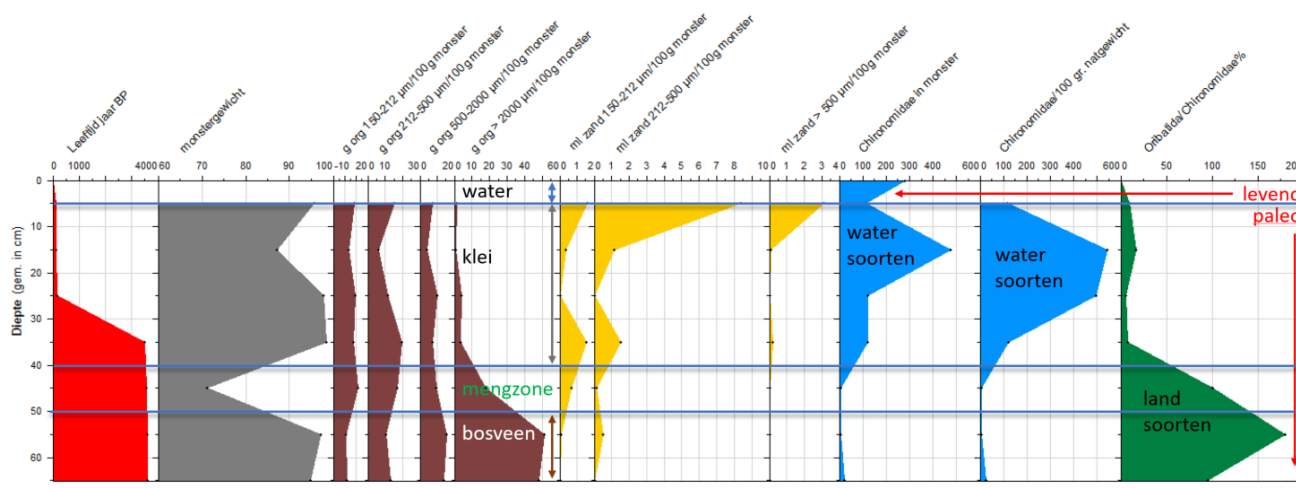
De hoogste KRW-score wordt behaald door type R11 (langzaam stromende bovenloop op veen) met de vlokreeft *Gammarus pulex* en de muggenlarven *Macropelopia nebulosa*, *Paratendipes albimanus* en *Dicranota* als kenmerkende soorten. De muggenlarve *Macropelopia adauca* is kenmerkend voor zure bronnen en *Parametriocnemus stylatus* is kenmerkende bewoner van bronnen in het heuvelland (Moller Pillot, 2013; Provincie Limburg, 2002). Karakteristiek voor beken zijn de nymf van de watermijt *Sperchon* en de muggenlarven *Odontomesa fulva* en *Rheocricotopus fuscipes*. Karakteristiek voor een slechte zuurstofhuishouding is de muggenlarve *Psectrotanypus varius* (Vallenduuk en Moller Pillot, 2007).

4.2. Paleo-ecologisch onderzoek in het Heulöerbroek

Op 23 mei 2017 is, naast een schepnetbemonstering van de levende macrofauna ook een boorkern gestoken van 70cm diepte. Hierin zijn monsters genomen van iedere 10 cm, zodat een 7 monsters uit het verleden kunnen worden vergeleken met de huidige situatie. Aangezien er alleen herkenbare resten zijn gevonden van dansmuglarven (Chironomidae), blijven de overige macrofauna-groepen uit het levende monster bij vergelijking met de paleo-monsters buiten beschouwing.

4.2.1. Datering, fysische eigenschappen van de monsters en ecologische kengetallen

Het diagram in figuur 2 is samengesteld uit 8 monsters, te zien aan de het punt waar de lijnen verspringen. Het bovenste monster van de macrofauna is ingetekend op 0 cm diep. De 7 paleo-monsters zijn ingetekend op de gemiddelde diepte van de monsters die van 0-10 tm 60-70 cm zijn genomen (dus 5, 15, 25 cm etc.).



Figuur 2. Diagram van de fysische eigenschappen van de monsters en ecologische kengetallen.

De 7 monsters uit de boring in het Heulöerbroek zijn gedateerd m.b.v. C14 door het Poznan Radiocarbon Laboratory in Polen. De bovenste drie monsters blijken van vrij recente datum (niet ouder dan grofweg 150 jaar). De onderste 4 monsters zijn gedateerd uit de periode van 3500 - 3600 jaar geleden. Het lijkt er dus op dat ten tijde van het graven van de sloten rond 1850 (www.topotijdreis.nl) een periode van 3500 jaar is verdwenen. De lagen die daarop zijn afgezet zijn dan ontstaan sinds 1850.

De tweede kolom met het gewicht van de monsters geeft aan dat de paleo-monsters een gewicht hadden van 70 – 100 g zoals ze uit de grond zijn gehaald.

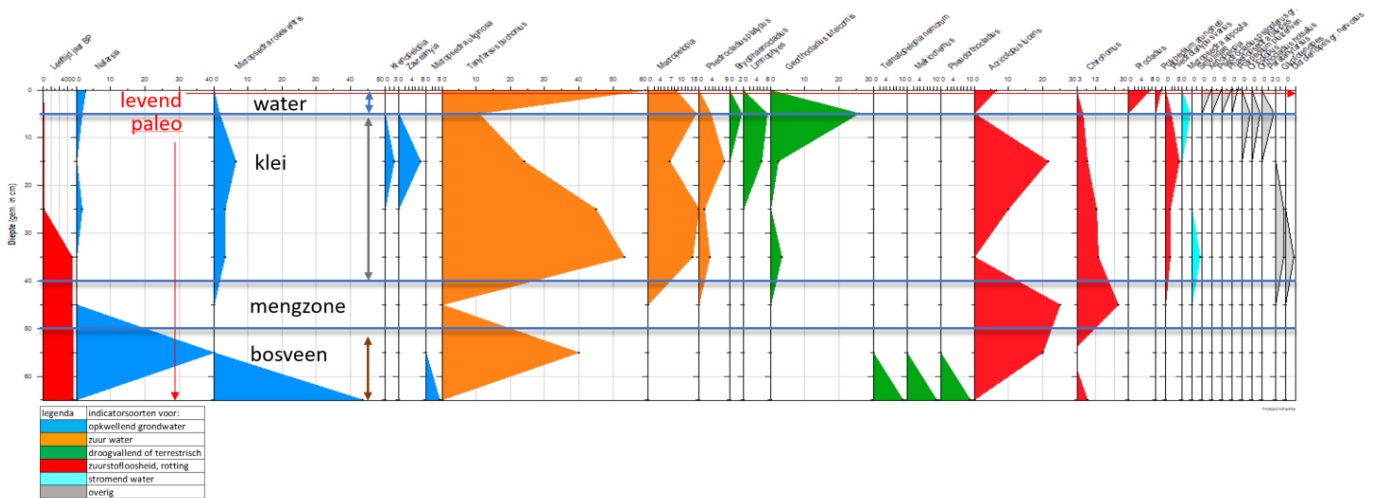
In de 4 kolommen met bruine kleuring zijn de gewichten van de organische fracties weergegeven, nadat ze zijn gezeefd over zeven van 150, 212, 500 en 2000 µm. In de bovenste 35 cm (monsters 0 – 40 cm) is heel veel materiaal verdwenen door de fijnste zeef en dit is hoofdzakelijk klei. Tussen 40 en 50 cm wordt zowel klei als grof organisch materiaal aangetroffen. In de figuren 2 en 3 wordt dit aangeduid als mengfase. Op een diepte 40 cm diepte worden resten van takken aangetroffen als getuige van een bos dat toen in de restgeul van de Maas heeft gestaan.

In de 3 kolommen van gele kleur staat het volume zand aangegeven in de fracties 150-212, 212-500 en > 500 µm. De bovenste laag is opvallend zandiger dan de diepere lagen. Of een relatie aanwezig is met toegenomen (zwaar) landbouwkundig verkeer langs de Kampweg of met bekalking van het gebied in 2014 (Limburgs Landschap, 2015) is niet achterhaald. Rond 35 cm zit een tweede zandpiek en rond 55 cm nog een kleine.

In de blauwe kolommen staan aantal en dichtheid van de Chironomidae in het monster. In de kleiafzetting tot 40 cm diep, bedragen de dichtheden van de Chironomidae 100 individuen/100 gr. monster of meer. In de diepere lagen, lopen de dichtheden sterk terug en vormen de terrestrisch levende Mosmijten (Oribatida) een belangrijk element in de paleo-monsters. De Mosmijten zijn niet gedetermineerd,

maar wel verzameld en kunnen aan ter beschikking worden gesteld voor determinatie.

In figuur 3 zijn de betreffende soorten Chironomidae (en 1 Simuliidae) weergegeven in de boorkern. De schaal is het percentage van de soort ten opzichte van het totale aantal Chironomidae in het betreffende monster.



Figuur 3. Diagram van de Chironomidae, ingedeeld naar voornaamste eigenschap van de afzonderlijke soorten.

De blauwe groep heeft als voornaamste kenmerk dat ze indicierend zijn voor kwel. Tot deze groep behoren *Natarsia*, *Microspectra roseiventris*, *Krenopelopia*, *Zavrelimyia* en *Micropsectra uliginosa* (foto 7). Omdat in de onderste 3 monsters zeer weinig materiaal is gevonden (Figuur 2), leiden enkele exemplaren al tot hoge percentages. *Natarsia* heeft een lage presentie in zowel het levende monster als in de monsters op een diepte van 0-10 en 20-30 cm. In het monster van 50-60 cm is het aandeel 40 %, maar hier speelt het zeer geringe aantal resten in het monster een grote rol. De meest constante soort van deze groep is *Microspectra roseiventris*, een typische soort van zure bronnen en bovenloopjes. De soort ontbreekt alleen in het levend verzamelde monster en in het monster van 40-50 cm diep. *Krenopelopia* en *Zavrelimyia* zijn alleen aangetroffen in het monster op een diepte van 10-20 cm. *Micropsectra uliginosa* is alleen in het onderste monster (60-70 cm) verzameld. Deze soort is pas relatief recent beschreven door Reiss (1969) als *Parapsectra uliginosa*. Reiss (1969) citerend: *P. uliginosa* heeft koudstenotherme larven, die grondwater gevoede biotopen nodig hebben, zoals kleine stagnante wateren bij hooggelegen venen of stromend water nabij bronnen van beken uit het middengebergte in Duitsland. Deze soort is pas recent levend verzameld in het Renkumse beekdal (Klink en Moller Pillot, 2018).



Foto 7. Deel van de kop van *Microspectra uliginosa*.

De kwelbewoners zijn relatief zeldzaam in het levende monster en de kleimonsters in de boring. Alleen in de onderste 2 monsters (50-70 cm) hebben ze een groot aandeel in de muggenfauna.

De oranje groep bestaat uit soorten die vooral voorkomen in zuur water. De voornaamste is *Tanytarsus buchonius*, die ook samen met *Micropsectra roseiventris* in bovenlopen van zure beken wordt aangetroffen (eigen data), maar ook in zure vennen (Cuppen et al., 2015). *Macropelopia* soorten bewonen bovenlopen van beken en vooral *M. adauca* heeft een voorkeur voor zuurder water (Vallenduuk en Moller Pillot, 2007). *Psectrocladius platypus* wordt door Klink (1986) ingedeeld bij de groep acidobionte (zuurbehoevende) muggenlarven in vennen. Deze soort heeft ook een voorkeur voor zure semi-permanente bovenloopjes (Moller Pillot, 2013). In het levende monster behoort 68% van de Chironomidae tot deze groep. In het bovenste bodemmonster daalt dit aandeel naar 29% om in de onderliggende kleifase weer toe te nemen tot 70% in de laag van 30-40 cm diep. In het middelste bosveenmonster (50-60 cm diep) is *T. buchonius* een van de 3 aangetroffen soorten Chironomidae (naast *Natarsia* en *Acricotopus lucens*).

De groene groep bestaat uit soorten die bekend staan als semi-terrestrisch. Dit is een groep soorten die zelden in water wordt aangetroffen, maar natte tot vrij droge bodems bewoont (Moller Pillot, 2005). Er zijn twee duidelijke pieken van deze groep aanwezig in de boorkern. De bovenste piek in de monsters van 0 – 20 cm en de onderste piek op 60-70 cm diep. De eerste piek bestaat uit *Bryophaenocladus*, *Limnophyes* en *Georthocladus luteicornis*. *Bryophaenocladus* is een soortenrijk genus waarvan soorten voornamelijk in mos leven, soms onder (tijdelijk) droge omstandigheden (Moller Pillot, 2013). *Limnophyes* komt zowel aquatisch als in zeer natte tot niet te droge bodems voor. *Georthocladus luteicornis* komt voor in natte humeuze (hoog- en laagveen) bodems (Moller Pillot, 2013; Strenzke, 1941). Larven zijn alleen in de winter te verzamelen en ze vliegen uit in het vroege voorjaar (Moller Pillot, 1980; 2013). In het diepste bodemmonster zijn *Telmatopelopia nemorum*, *Metriocnemus* en *Pseudorthocladus* semi-terrestrische soorten. *T. nemorum* vliegt uit in het voorjaar en heeft in de zomer een diapauze als zijn biotoop

droogvalt. Dit kunnen zure poelen zijn, maar ook blauwgraslanden die in de winter onder water staan en in de zomer oppervlakkig uitdrogen (Vallenduuk en Moller Pilot, 2007; eigen waarneming). Het genus *Metriocnemus* bestaat uit veel soorten die voorkomen van een zeer natte tot een vrij droge bodem (Moller Pillot, 2005). *Pseudorthocladius (curtystylus)* komt voor in zeer dichte vegetaties in zeer nat grasland tot elzenbroek moeras. Enerzijds valt op dat geen van de soorten in deze groep zowel bovenin als onder in de boorkern voorkomt. Uit de literatuur is niet nauwkeuriger achterhaald wat hiervan de oorzaak kan zijn. Een ander opvallend verschijnsel is dat de zeer algemene genera *Smittia* en *Pseudosmittia* ontbreken in de boorkern. *Smittia* komt vooral voor in drogere bodems en *Pseudosmittia* vooral in pionier situaties (Moller Pillot, 2005).

De rode groep bestaat uit soorten die bestand zijn, dan wel kenmerkend zijn voor een slechte zuurstofhuishouding. De meest voorkomende soort is *Acricotopus lucens*, die ook in het levende monster is verzameld. De soort ontbreekt in de monsters op een diepte van 0-10, 30-40 en 60-70 cm. Zowel in de klei- als in de bosveenfase is de soort algemeen. Deze soort komt vaak samen met *Chironomus* en *Psectrotanypus varius* voor in wateren met een zeer onstabiele zuurstofhuishouding en een hoog biochemisch zuurstofverbruik (BOD) (Moller Pillot, 2013). *Chironomus* is in, op één na alle monsters aangetroffen en het aandeel neemt naar onder toe tot de overgang naar het bosveen waar de larven nog maar een klein aandeel hebben. *Procladius* en *Polypedilum arundineti* komen alleen voor in het levende monster. *Psectrotanypus varius* ontbreekt in het levende monster, maar komt met een bescheiden aandeel voor in de kleifase van de boring.

De lichtblauwe groep bestaat uit *Micropsectra apposita* (poppenhuid) en de kriebelmuglarve *Simulium*. Beide zijn bewoners van stromend water. *M. apposita* in de bovenste laag van de boorkern is vooral een bewoner van beken (Klink, 1982) en zal waarschijnlijk bij een lokale inundatie van een beek in deze laag zijn afgezet. De biotoopvoorkeur van *Simulium* kan zonder soort bepaling niet worden achterhaald.

Tenslotte is de grijze groep, genaamd overig, omdat het óf taxa betreft die bestaan uit meerdere soorten, óf het zijn soorten waarvan geen duidelijk ecologisch beeld bestaat. In het levende monster zijn dit: *Xenopelopia*, *Psectrocladius psilopterus* gr., *Phaenopsectra flavipes* en *Polypedilum pluizenven*. In de bovenste 10 cm van de boorkern zijn *Cricotopus*, *Orthocladius holsatus* en *Paratanytarsus* verzameld. In de laag 20-40 cm zijn *Glyptotendipes* en *Dicrotendipes* gr. *nervosus* aangetroffen.

5. Discussie

5.1. Kwel indicerende en opmerkelijke planten aangetroffen tijdens het veldwerk

In Tabel 13 zijn de kwelindicatoren en overige opmerkelijke planten vermeld die tijdens de bemonstering van de macrofauna zijn waargenomen. Uitzondering zijn het Kranswier en het Klein blaasjeskruid, die in het macrofanamonster zijn beland en door hun geringe afmeting, pas tijdens het uitzoeken zijn ontdekt.

Tabel 13. Kwel-indicerende en opmerkelijke planten waargenomen tijdens dit onderzoek.

Soort/monster	1.1	2.3	3.1	3.3	5.2	6.2
Kranswier				+		
Holpijp	+					
Dotterbloem		+				+
Duizendknoop fonteinkruid	+					
Rossig fonteinkruid			+			+
Waterviolier					+	
Klein blaasjeskruid	+					
Beekpunge			+			+
Bosbies		+	+		+	
Adderwortel		+				

Behalve Kranswier en Klein blaasjeskruid zijn het planten van kwelsituaties. Van de 6 bemonsterde locaties, zijn dus op 5 ervan meerdere kwelindicatoren waargenomen. De meeste soorten zijn gebonden aan fosfaat-arm water Weeda et al. (1985-1994)

5.2. Levende macrofauna op de Maasterrassen

De aangetroffen macrofauna in de kwelmoerassen komt het meest overeen met die van bronnen en bovenloopjes van beken. Alleen de turf put in 'Sohr lijkt qua macrofaunagemeenschap meer op een zwak gebufferd stilstaand water. Ondanks dat er tijdens dit onderzoek op diverse locaties bijzondere planten zijn gevonden (tabel 13), blijkt de aquatische macrofauna zeer eenzijdig te zijn. Kenmerkend hiervoor is het vrijwel ontbreken van Eendags- en Steenvliegen, Kokerjuffers en Watermijten.

Toetsing aan de KRW-normen leidt in geen enkel geval tot een goede score. Op 2 locaties is de score matig en op 4 locaties zelfs ontoereikend.

Tijdens dit onderzoek zijn slechts 4 zeldzame soorten waargenomen, waarvan één uitsluitend in de paleo-monsters (rood aangegeven).

Tabel 14. Zeldzame soorten aangetroffen tijdens dit onderzoek (Nijboer en Verdonschot Excel bestand, 2001)

Soort/monster	zeldzh	1.1	2.3	3.1	3.3	5.2	6.2
<i>Omphiscola glabra</i>	vz	+					
<i>Micropsectra roseiventris</i>	z	+					
<i>Rheocricotopus atripes</i>	zz			+			
<i>Parametriocnemus stylatus</i>	vz						+

De slak *Omphiscola glabra* is vrij zeldzaam en kenmerkend voor droogvallende wateren. Deze soort is aangetroffen in het Heulöerbroek, evenals de muggenlarve *Micropsectra roseiventris*. In de beek bij de Boltweg is de zeer zeldzame muggenlarve *Rheocricotopus atripes* verzameld. Volgens Langton (1991) leeft de soort in mos bij een waterval. Of deze soort om die reden direct beneden de beverdam is verzameld, blijft onduidelijk. De bron bewonende muggenlarve *Parametriocnemus stylatus* is afkomstig uit Beesels Broek.

5.3. Chemie van het kwelwater

Van 3 locaties zijn chemische gegevens bepaald die getoetst kunnen worden en voor alle locaties geldt een forse overschrijding van de referentiewaarden voor fosfaat en elektrisch geleidingsvermogen. Dit is opmerkelijk omdat op de meeste locaties een sterke ijzerneslag aanwezig is. Ook de kwel indicerende waterplanten wijzen eerder op een laag fosfaatgehalte. Fosfaat wordt normaal gesproken weggevangen door geoxideerd ijzer. Van de, door Arcadis, gemeten chemische samenstelling van een 6-tal kwelmoerassen blijkt dat het opgeloste fosfaatgehalte in molaire overmaat aanwezig is ten opzichte van het opgeloste ijzer. Als de zuurstofgehalten laag zijn, kan sulfaat reduceren en komt zelfs fosfaat vrij dat al was neergeslagen (Smolders, 1995). Op grond van deze metingen kan worden aangenomen dat het instroomgebied van deze locaties fosfaatverzadigd is (zie ook http://www.clo.nl/sites/default/files/infographics/0267_003k_clo_04_nl.png).

-

5.4. Wat is de referentiefauna van de kwelplekken op de Maasterrassen?

In het voorafgaande hebben we gezien dat de macrofauna van de onderzochte kwelsituaties nog het best te vergelijken is bronnen en bovenlopen. Door Provincie Limburg (2002) zijn streefbeelden opgesteld voor bronnen en bronbeken op de Maasterrassen op basis van de kenmerkende waterplanten en macrofauna. Als referenties zijn de bron van de Belfeldse Molenbeek, bronnen van de Gansbeek en bovenloop van de Bevelandse Beek en Wildebeek (alle omgeving Belfeld) en de Eppenbeek en Teutebeek bij Swalmen gebruikt. In tabel 15 wordt een overzicht gegeven van deze soorten en welke er zijn aangetroffen tijdens dit onderzoek.

Tabel 15. Streefbeeld macrofauna voor bronnen en bovenlopen op de terrassen (ref.), in vergelijking met de kwellocaties in dit onderzoek (huidig) en het paleo-ecologische onderzoek in het Heulöerbroek (paleo).

Dansmuggen	ref.	huidig	paleo	Kokerjuffers	ref.	huidig	paleo
<i>Corynoneura coronata</i>	+	-	-	<i>Adicella reducta</i>	+	-	-
<i>Heleniella ornaticolis</i>	+	-	-	<i>Annitella obscurata</i>	+	-	-
<i>Metriocnemus hygropetricus</i>	+	-	-	<i>Apatania fimbriata</i>	+	-	-
<i>Heterotanytarsus apicalis</i>	+	-	-	<i>Beraea maurus</i>	+	-	-
<i>Stempellina brevis</i>	+	-	-	<i>Crunoecia irrorata</i>	+	-	-
<i>Eukiefferiella brevicealcar</i>	+	-	-	<i>Limnephilus binotatus</i>	+	-	-
<i>Paracladopelma camptolabis</i>	+	-	-	<i>Limnephilus bipunctatus</i>	+	-	-
<i>Trissopelopia longimanus</i>	+	-	-	<i>Microptera sequax</i>	+	-	-
<i>Arctopelopia griseipennis</i>	+	-	-	<i>Micropterna lateralis</i>	+	-	-
<i>Micropsectra pallidula</i>	+	-	-	<i>Notidobia ciliaris</i>	+	-	-
<i>Zavrelimyia</i>	+	+	+	<i>Plectrocnemia geniculata</i>	+	-	-
<i>Krenopelopia</i>	+	-	+	<i>Potamophylax cingulatus</i>	+	-	-
<i>Parametriocnemus stylatus</i>	-	+	-	<i>Potamophylax latipennis</i>	+	-	-
<i>Rheocricotopus atripes</i>	-	+	-	<i>Tinodes pallidulus</i>	+	-	-
<i>Natarsia</i>	-	+	+	Steevliegen	ref.	huidig	paleo
<i>Micropsectra roseiventris</i>	-	-	+	<i>Nemoura avicularis</i>	+	-	-
<i>Telmatopelopia nemorum</i>	-	-	+	<i>Nemoura dubitans</i>	+	-	-
<i>Micropsectra uliginosa</i>	-	-	+	<i>Leuctra nigra</i>	+	-	-

In één oogopslag is te zien dat de streefbeelden volledig afwijken van de onderzochte kwelplekken. De soorten van de streefbeelden leven vrijwel alle in stromend water en de locaties liggen ook in reliëfrijkere gebieden. Er zijn in de streefbeelden geen soorten aanwezig van droogvallende wateren zoals *Telmatopelopia nemorum*. Ook ontbreekt *Micropsectra roseiventris* als kwel-indicator onder zure omstandigheden.

Waar wel aansluiting mee te vinden is, zijn de gemeenschappen in belaste en/of genormaliseerde boven- en middenlopen. De fauna wordt daar gekenmerkt door het voorkomen van *Chironomus*, *Macropelopia* en *Psectrotanypus varius*. *Chironomus* is in alle huidige locaties aangetroffen. *Macropelopia* ontbreekt in 't Sohr en Dubbroek, wat geen beken zijn, maar volledig stagnante wateren. *Psectrotanypus varius* ontbreekt alleen in 't Sohr. Opmerkelijk is dat deze drie taxa ook in de boorkern over grote diepte algemeen voorkomen.

Op basis van de datering van de boorkern in het Heulöerbroek, is de bovenste 40 cm een afspiegeling van de macrofauna in de periode 1850 – heden. Het algemeen voorkomen van soorten die kenmerkend zijn voor een matige zuurstofhuishouding én het ontbreken van Kokerjuffers in deze periode toont aan dat de omstandigheden voor de macrofauna van bronnen en bovenlopen sinds 1850 niet geschikt waren voor de macrofauna van bronnen en bovenlopen.

In de afzetting van 3500 jaar geleden is aanvankelijk een semiterrestrisch kwelmilieus aanwezig met zuur water. Hierna verdwijnen de resten van de Chironomidae vrijwel volledig. Helaas kan op basis hiervan geen reconstructie worden gemaakt van de levensgemeenschap in een natuurlijke geul in de Terrassenmaas.

5.5. Paleo-onderzoek in het Heulöerbroek

Het paleo-onderzoek heeft veel inzicht opgeleverd:

- De laag op 30 – 40 cm diep (gedateerd 3500 BP) vertoont veel overeenkomst met de laag daarboven (na 1850) en niet met die daaronder (3500 BP). Hierbij is niet uit te sluiten dat in de kleimatrix van dit monster

een stuk organisch materiaal van oudere leeftijd is gedateerd. Op deze diepte vindt immers de overgang plaats van oud naar recent. Voor de beoordeling van de levensgemeenschap van het kwelmilieu in een vroegere situatie beperken we ons tot deze 40 cm en gaan uit van een datering van 1850 en daarna.

- De bovenste 40 cm klei is rijk aan resten van Chironomidae, maar resten van Eendagsvliegen, Steenvliegen en Kokerjuffers zijn er niet in aangetroffen. Dit geeft aan dat in het verleden de omstandigheden ter plaatse niet geschikt waren voor soorten van bronnen en bovenlopen.
- Ook bij de Chironomidae zelf zijn geen soorten gevonden die kenmerkend worden geacht voor bronnen en bovenlopen. Dit komt door de matige zuurstofhuishouding, maar vooral ook door het ontbreken van stroming.
- In de bovenste 40 cm is er weinig verschil in de soortsaamenstelling tussen de verschillende monsters. Vooral de aantallen tussen de dominante soorten schommelt aanzienlijk. Een uitzonderling hierop vorm het monster 0 – 10 cm. Hierin bestaat 1/3 van het aantal Chironomidae semiterrestrische soorten, die in het levende monsters niet zijn aangetroffen en ook zeldzaam zijn in het monster daaronder. Een verklaring ligt niet voor de hand omdat bij dichtgroeien van de sloot deze soorten weliswaar bevoordeeld worden, maar bij het baggeren weer zouden verdwijnen en met hen ook hun overblijfselen.
- In het levende monster, zijn behalve *Natarsia*, alle kwelindicatoren verdwenen en de zuurminnende *Tanytarsus buchoni* breidt zich zeer sterk uit naar 60% van de Chironomidae-fauna. Dit ondanks de in 2014 uitgevoerde bekalking (Stichting Limburgs Landschap, 2014).

6. Conclusies

- Van 6 locaties zijn chemische gegevens bepaald en op alle locaties wordt het maximale referentieniveau voor ortho-fosfaat en geleidingsvermogen fors overschreden. Dit staat op gespannen voet met de milieueisen van de aangetroffen kwel-indicerende planten, die juist duiden op een laag fosfaatgehalte.
- De macrofauna in de onderzochte kwelmoerassen wordt gekenmerkt door soorten die tolerant zijn ten opzichte van organische verontreiniging met een laag zuurstofgehalte tot gevolg. Dit is de belangrijkste oorzaak dat 2 van de 6 locaties matig en 4 zelfs ontoereikend scoren op de KRW-maatlat.
- De huidige faunagemeenschap in het Heulöerbroek wordt gedomineerd door zuurminnende soorten. In de paleo-monsters was dit in meer of mindere mate ook het geval, maar de kwelindicerende soorten uit de boorkern zijn, op *Natarsia* na, niet meer levend aangetroffen.
- Ook in het verleden was het kwelmilieu in het Heulöerbroek niet geschikt voor kenmerkende bewoners van bronnen en bovenlopen. Dit heeft te maken met een matige zuurstofhuishouding en gebrek aan stroming in de periode vanaf 1850.
- De diepste monsters (3500 jaar oud) in de boorkern van het Heulöerbroek bevatten nauwelijks Chironomidae, maar voor de kwelindicator *Micropsectra uliginosa* is het de tweede vindplaats van Nederland.

7. Literatuur

- Bijkerk, R., (ed.), 2014 Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren STOWA rapport 2010-28
- Cuppen, H., Tempelman, D., Haaren, T. van, 2015 Key for identification of 4th instar larvae of Tanytarsus Van der Wulp, 1874 of north-western Europe (Diptera; Chironomidae; Tanytarsini) *Lauterbornia* 79: 1-21
- Drost, M.B.P., Cuppen, H.P.J.J., van Nieuwkerken, E. 1992 De waterkevers van Nederland Uitgeverij KNNV Utrecht 280 pp.
- Gerecke, R., (Ed.), 2007 Chelicerata: Araneae, Acari 1 Süßwasserfauna von Mitteleuropa 7/2-1: 388 pp
- Gerecke, R., (Ed.), 2016 Chelicerata: Acari 3 Süßwasserfauna von Mitteleuropa 7/2-3: 429 pp.
- Gittenberger, E., Janssen, A.W., Kuiper, W.J., Meijer, T., van der Velde, G., de Vries, G.A., 1998 De Nederlandse zoetwatermollusken Nederlandse Fauna 2: 288 pp.
- Haaster, H. van, 2012 Archeobotanisch onderzoek in het plangebied Well Aijen-Hoogwatergeul 1 A/B (Neolithicum-Romeinse tijd) Biax Consult 546: 22 pp + bijl
- Heinis, F., Goderie, C.R.J., Baretta-Bakker, J.G., 2004 Referentiewaarden algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen Achtergrondnota KRW 03.037: 94 pp.
- Klink, A., 1982 Het genus *Micropsectra* Kieffer (Diptera, Chironomidae). Een taxonomische- en oekologische studie *Medeklinker* 2: 59 pp. + bijl.
- Klink, A., 1986 De geschiedenis van de verzuring in Nederland. Een palaeolimnologische studie naar de invloed van verzuring op levensgemeenschappen in enige zwakgebufferde wateren Adviesburo Klink Rap. Med. 27: 43 pp. + bijl.
- Klink, A., Moller Pillot, H.K.M., 2018. Naamlijst Nederlandse Chironomidae (<https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fklinkhydrobiologie.nl%2Fwp-content%2Fuploads%2F2018%2F02%2F379-Naamlijst-Chironomidae-8-1-2018-excel-2003-versie.xls>)
- Langton, P.H., 1991 A key to the pupal exuviae of West Palaearctic Chironomidae Langton, Huntingdon Cambridgeshire 386 pp.
- Middelkoop, H. (red.) 1998. Twee rivieren Rijn en Maas in Nederland RIZA Rapport 98.041: 121 pp.
- Moller Pillot, H., 2005 Invloed van inundatie van graslanden op terrestrische dansmuggen (Diptera: Chironomidae) *Ned. Faun. Meded.* 23: 113-123
- Moller Pillot, H.K.M., 1980 Een oriënterend onderzoek naar de bruikbaarheid van terrestrische chironomiden als indicatoren voor de stabiliteit van de waterhuishouding Rapport 11pp + bijl.
- Moller Pillot, H.K.M., 2009 Chironomidae larvae II. Biology and ecology of the Chironomini KNNV Uitgeverij 270 pp.
- Moller Pillot, H.K.M., 2013 Chironomidae larvae of the Netherlands and adjacent lowlands. Biology and ecology of the aquatic Orthocladiinae KNNV Uitgeverij 312pp
- Provincie Gelderland Dienst Milieu en Water 1990 De meetlat. Een biologisch beoordelingssysteem voor het oppervlaktewater in Gelderland Prov. Gelderland, Dienst Milieu en Water 63 pp. + bijl.

- Provincie Limburg 2002 Handboek streefbeelden voor natuur en water in Limburg Limes Divergens Nijmegen 240 pp.
- Reiss, F., 1969 Die neue, europäisch verbreitete Chironomidengattung Parapsectra mit einem brachypteren Artvertreter aus Mooren (Diptera) Arch. Hydrobiol. 66: 192-211
- Säwedal, L., Langton, P.H., 1977 Redescription of Paratanytarsus tenellulus (Grgh., 1921) (Diptera: Chironomidae) Ent. Scand. 8: 167-171
- Smolders, A.J.P., 1995 Mechanisms involved in the decline of aquatic macrophytes; in particular of Stratiotes aloides L. Proefschrift Katholieke Universiteit Nijmegen 159 pp.
- Stichting het Limburgs Landschap 2015 Jaarverslag 2014 Rapport St. L.L. 118 pp.
- STIBOKA 1966 De bodem van Limburg Rapport STIBOKA 177pp + kaarten
- Strenzke, K., 1941 Terrestrische Chironomiden 10. Georthocladius luteicornis Goetgh. Zool. Anz. 135: 177-185
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, C., Westra, T., 1985 Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1 IVN i.s.m. VARA en VEWIN 304 pp.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, C., Westra, T., 1988 Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 3 IVN i.s.m. VARA en VEWIN 302 pp.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, C., Westra, T., 1988 Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 4 IVN i.s.m. VARA en VEWIN 317 pp.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, C., Westra, T., 1994 Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 5 IVN i.s.m. VARA en VEWIN 400 pp.
- Wolters-Noordhoff Atlasproducties 1992 Grote historische provincie atlas 1: 25000. Limburg 1837-1844 Wolters-Noordhoff Atlasproducties 120 pp.

