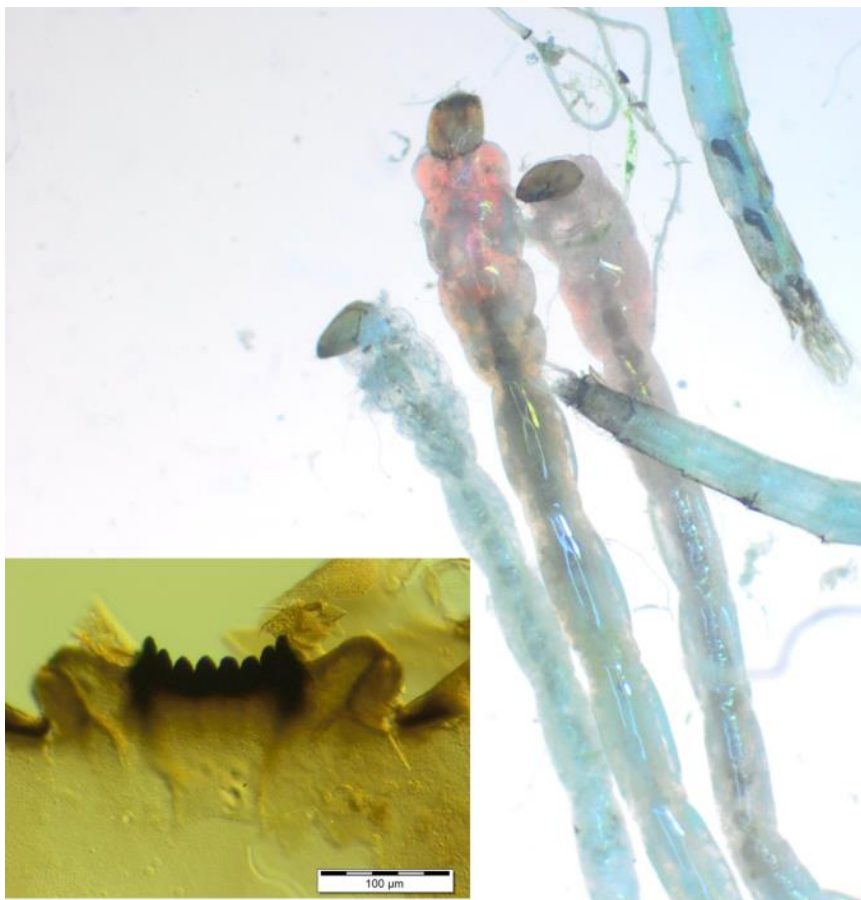


# KRW-proef: bomen in de Nederrijn-Lek en IJssel

Evaluatie 2014-2016



Dansmuglarve *Stenochironomus* knaagt gangen in hout en is weer terug in de Rijn (Everdingen kribvak 12-10-2016) (inzet fragment van kop in oude Rijnafzetting)



## **KRW-proef: bomen in de Nederrijn-Lek en IJssel**

Alexander Klink

**Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapporten en mededelingen nr. 143. Mei 2017 (HAK Project 515)**

**In opdracht van Rijkswaterstaat**

**Contactpersonen, Margriet Schoor, Prisca Duijn, Henk van Rheede en Luc Jans**

# Inhoudsopgave

<b>INHOUDSOPGAVE .....</b>	<b>I</b>
<b>SAMENVATTING .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INLEIDING .....</b>	<b>4</b>
<b>2. MATERIAAL EN METHODEN .....</b>	<b>5</b>
<b>3. RESULTATEN .....</b>	<b>11</b>
<b>4. DISCUSSIE .....</b>	<b>30</b>
<b>5. CONCLUSIES NA 2,5 JAAR ONDERZOEK .....</b>	<b>34</b>
<b>6. AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK .....</b>	<b>35</b>
<b>7. LITERATUUR.....</b>	<b>37</b>
<b>BIJLAGE 1.....</b>	<b>38</b>
<b>FIGUREN VAN KENGETALLEN .....</b>	<b>38</b>
<b>BIJLAGE 2.....</b>	<b>65</b>
<b>KENMERKENDE EN KARAKTERISTIEKE SOORTEN PER SEIZOEN .....</b>	<b>65</b>

# Samenvatting

Het rapport doet verslag van het onderzoek aan rivierhout als KRW-maatregel (Klink, 2016a) in de periode april 2014 – november 2016. Bomen en andere habitats zijn bemonsterd in de Nederrijn bij Wageningen, in de vistrap bij Maurik, in een kribvak en strang in de Lek bij Everdingen en in een nevengeul langs de IJssel bij Aersoltweerde (tegenover Zwolle). Per monster is een aantal kengetallen berekend (EKR-score, EPT-soorten kenmerkende en karakteristieke soorten en het aandeel exoten).

Deze kengetallen zijn ook berekend voor paleo-monsters (1700 AD.), hoogwaterpoelen (1995) en de MWTL monsters (2014 en 2015) van de overeenkomstige riviertrajecten. De recente monsters van de MWTL en het huidige onderzoek wijken sterk af van de paleo-monsters en die van de hoogwaterpoelen, wat betreft de EKR-score, EPT en karakteristieke soorten. Vrij vertaald, heeft de Rijn in de afgelopen 300 jaar vrijwel zijn gehele bestand aan eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers (en kevers) verloren en het aandeel exoten is in de afgelopen 30 jaar gestegen van vrijwel nihil naar 70%. Vergelijking van het huidige onderzoek met de MWTL geeft aan dat er in de bodemmonsters van de MWTL een lager aandeel karakteristieke soorten is aangetroffen en dat het aandeel exoten op de stenen in het huidige onderzoek hoger is. Een oorzaak hiervoor is niet gevonden. Wel is in beide onderzoeken met andere apparaten bemonsterd.

In het huidige onderzoek is de EKR-score significant hoger op bomen dan op stenen in het kribvak en de strang bij Everdingen en in de vistrap, maar niet in het zomerbed bij Wageningen en de nevengeul bij Aersoltweerde. Het aandeel exoten op het vaste substraat is enorm (tot > 90%) en is op stenen significant hoger dan op de bomen bij Wageningen en in de vistrap. Het aantal kenmerkende en karakteristieke soorten (k-soorten) is veel hoger op de bomen dan op de stenen. Ondanks het feit dat de kenmerkende soorten de EKR-score positief beïnvloeden, leidt dit niet tot een wezenlijke verbetering van deze score. Enerzijds is het aandeel kenmerkende soorten in de monsters erg laag en anderzijds bestaan ze vrijwel volledig uit dansmuglarven. Een stijging van de EKR-score is sterk afhankelijk van het aantal verschillende eendagsvliegen en kokerjuffers. Juist deze groepen staan zwaar onder druk in de Nederlandse Rijntakken en in het Duitse deel van de Rijn (Schöll, 2015), wat voor een groot deel het gevolg is van het aandeel exoten, dat op het vaste substraat in de Nederlandse Rijntakken kan oplopen tot boven 90% op de stenen en 75% op de bomen.

Uit de kengetallen blijkt verder dat er gedurende de onderzoeksperiode (2,5 jaar) geen significante trends zijn opgetreden op de verschillende locaties. De EKR-score van bomen in de vistrap is significant hoger dan die op de overige locaties. De combinatie van helder, ondiep en snelstromend water faciliteert de vestiging van grazende en stroomminnende soorten, die elders ontbreken.

Grazende dansmuglarven zijn afhankelijk van veel licht en onder die omstandigheden wordt er een extra component aan biodiversiteit toegevoegd als bomen ondiep worden verankerd. Belangrijk voor de EKR-score is dat het merendeel van de (nu nog ontbrekende) eendagsvliegen óók van dit biotoop gebruik maakt.

Er is een duidelijk seizoens-aspect aanwezig bij de macrofauna. In het voorjaar worden significant meer kenmerkende en karakteristieke soorten gevonden dan in het najaar. Op basis

daarvan wordt, ook in dit rapport, wederom aanbevolen om de MWTL-bemonstering niet uit te voeren in het najaar, maar in het voorjaar.

Uit de vergelijking van het aantal kenmerkende en karakteristieke soorten per locatie, blijkt duidelijk dat de meeste van deze soorten zijn aangetroffen op de bomen in Wageningen en op die in de vistrap. Dit zijn vooral soorten die gebonden zijn aan sneller stromend water. Meer benedenstrooms, in de nevenwateren bij Everdingen en Aersoltweerde stroomt het water alleen tijdens hoge afvoeren.

Ook in 2016 is de kokerjuffer *Brachycentrus subnubilus* in de Nederrijn bij Wageningen aangetroffen. Een paar eeuwen terug een zeer algemene soort (Klink, 1989), maar de afgelopen 150 jaar nooit levend in of langs de grote rivieren verzameld (Albarda, 1889; Higler, 2008). Een andere “nieuwkomer” is de hout-etende dansmuglarve *Stenochironomus* (foto voorblad) die nu ook voor het eerst sinds lange tijd weer in de rivier (Everdingen kribvak) is aangetroffen. Op bijna alle locaties (vistrap uitgezonderd) heeft in het najaar van 2016 de Kaspische aasgarnaal *Katamysis warpachowskyi* zich gemeld als nieuwe exoot voor Nederland.

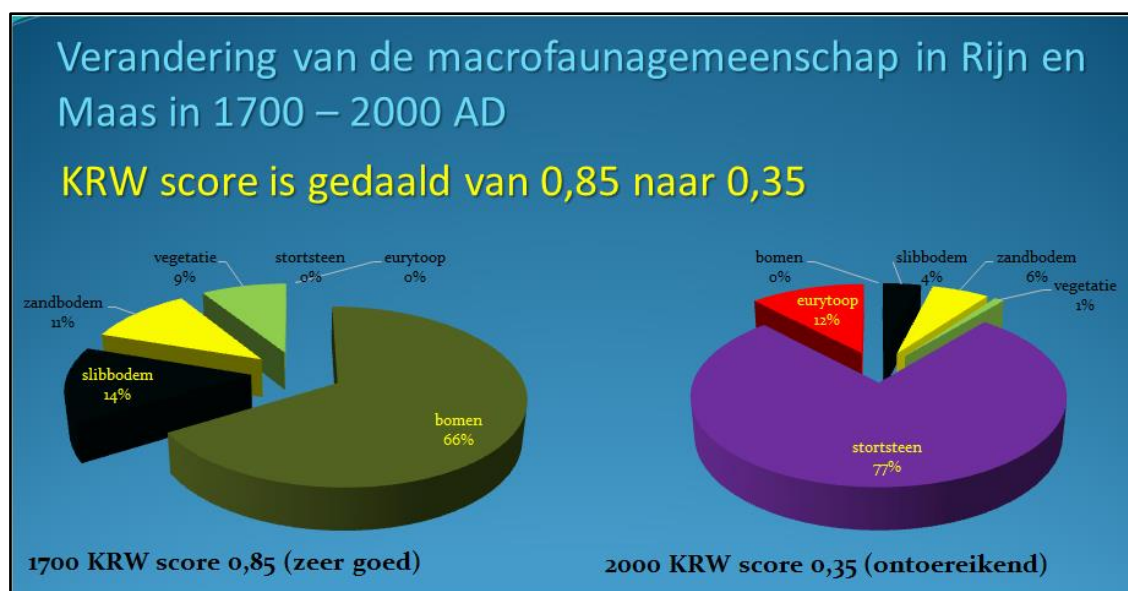
In de afgelopen 2 jaar is een air-lift uitgeprobeerd bij de bemonstering van de bomen. Hierbij wordt het monster van stam, broekstuk en tak afgezoogen. Dit is een goed alternatief voor afzagen van takken en de enige praktische manier om non-destructief alle delen van een boom te bemonsteren.

De ontwikkeling van de EKR-score op de bomen in het huidige onderzoek en de resultaten in de Maas, 10 jaar na verankering van bakenbomen, leiden tot de conclusie dat er in Nederland, maar ook bovenstrooms in Duitsland flink opgeschaald moet worden om de KRW-doelstelling voor de Rijn in 2027 in het zicht te krijgen. De combinatie licht, stroming en ondiep water zijn belangrijke voorwaarden voor ecologisch herstel. Het zijn juist deze factoren die al vanaf 1800 gesneuveld zijn ten behoeve van de scheepvaart.

# 1. Inleiding

Uiterlijk 2027 moet al het oppervlakte- en grondwater in Nederland en de andere lidstaten in de EU schoon en ecologisch gezond zijn. Hiervoor is internationaal een (gevalideerd) beoordelingssysteem opgezet, dat eisen stelt aan de gehalten van verontreinigende stoffen en waarin ook de ecologie van het water wordt beoordeeld. In de meeste watertypen maken vissen, waterplanten en aquatische macrofauna (kleine waterdiertjes) onderdeel uit van de ecologische beoordeling, die wordt uitgedrukt in een schaal van 0 tot 1. De grens tussen goed en onvoldoende ligt bij 0,6 voor natuurlijke wateren en rond 0,5 bij sterk veranderde wateren. Uit de huidige resultaten van de monitoring van de macrofauna in de grote rivieren, blijkt dat de score ontoereikend is en als gemiddelde rond de 0,35 schommelt.

Klink (2014) maakt een vergelijking tussen de huidige situatie en die rond 1700, zoals blijkt uit paleo-ecologisch onderzoek.



Figuur 1. Veranderingen in de macrofauna van 1700 tot 2000. De situatie in 1700 is afgeleid uit resten van de macrofauna in oude rivierafzettingen (Klink, 1989) en de bijbehorende KRW score.

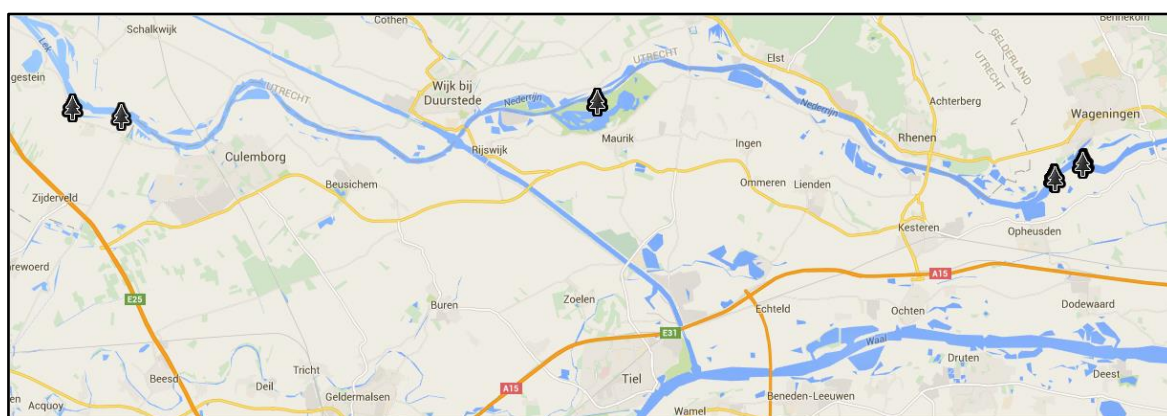
In de afgelopen 300 jaar is het hout uit de grote rivieren verdwenen en ligt er nu veel stortsteen. Het aandeel van de waterplanten was in 1700 gering (9%) en is in de huidige rivier verder gemarginaliseerd. Het aandeel van de macrofauna dat leeft op de bodem in het zand en slib is teruggelopen van 25% naar 10% en de soorten die zich overal weten te vestigen (eurytope soorten), hebben nu een aandeel van 12%, waar ze vroeger ontbraken. Naast de veranderingen in de rivierbiotopen hebben ook de verontreiniging en de scheepvaart (inclusief de aanpassingen ten behoeve van de scheepvaart, zoals de normalisatie, stuwing, bestorting van de oevers en aanvoer van invasieve exoten) er toe geleid dat de score op de KRW maatlat vanaf 1700 is gedaald van zeer goed (0,85) naar ontoereikend (0,35) in de huidige situatie. Deze score is berekend op basis van de gemiddelde EKR-score van monsters uit beide perioden.

Genoemde bevindingen hebben er toe bijgedragen dat in december 2013 een proef is gestart om bomen te verankeren in de Nederrijn-Lek en IJssel om inzicht te krijgen in welke mate deze bomen kunnen bijdragen aan het ecologische herstel van de Rijntakken.

## 2. Materiaal en Methoden

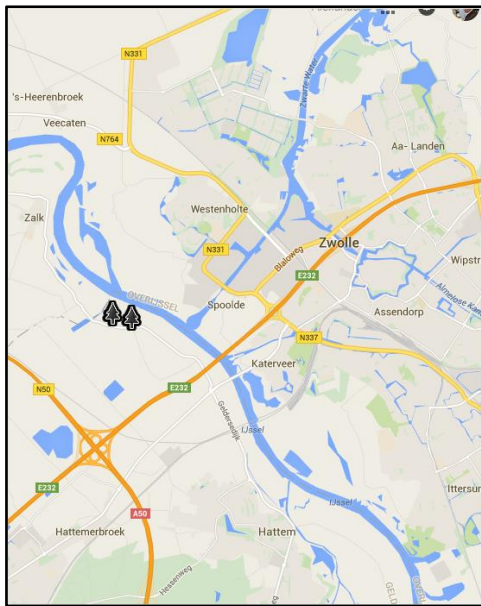
### 2.1. Onderzochte locaties

Een overzicht van de onderzochte locaties, wijze van verankering van de bomen en andere bijzonderheden staan in Liefveld (2016). In de Nederrijn-Lek zijn 3 locaties onderzocht, Wageningen, Maurik en Everdingen. Bij Wageningen zijn 6 bomen in de rivier onderzocht. Deze bomen liggen in twee diepte raaien vanaf de ontgrondingskuilen achter de kribben, oplopend naar de ondiepe oever. Bij Maurik is een boom in de vistrap rond stuw Amerongen bemonsterd. Bij Everdingen is een boom onderzocht in een kribvak en één in de strang.



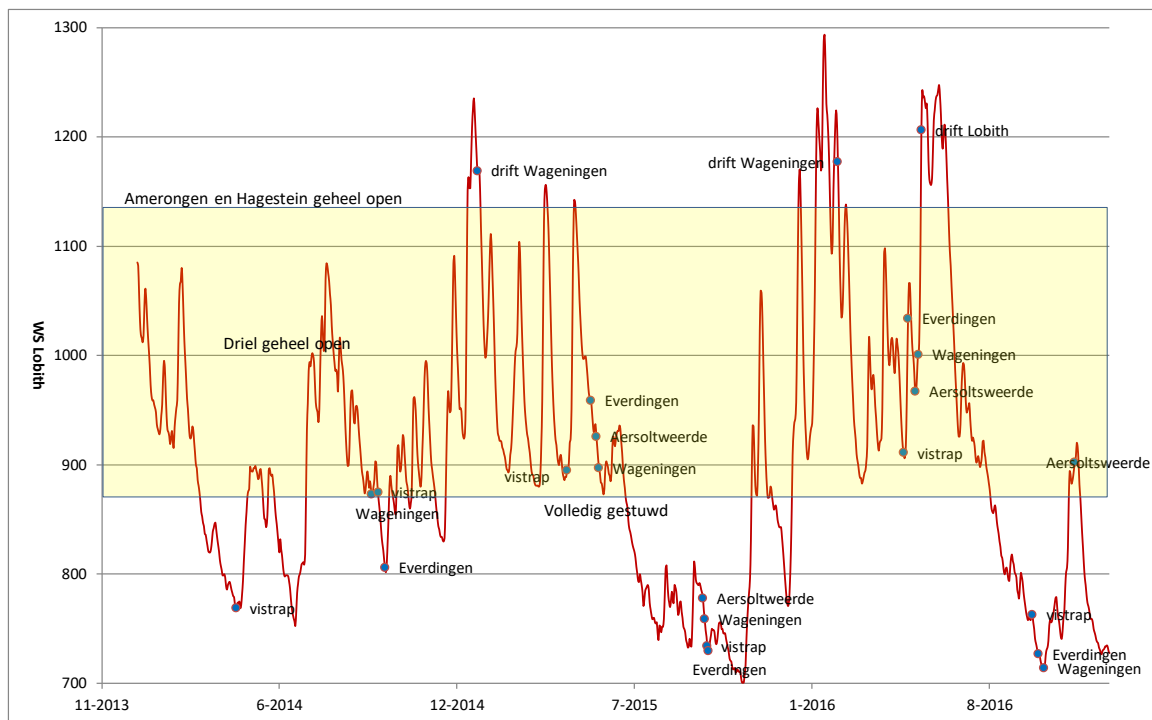
Figuur 2. Bemonsterde locaties in de Nederrijn-Lek bij Wageningen, Maurik (vistrap) en Everdingen (strang en kribvak). Periode 2014 – 2015.

In de IJssel tegenover Zwolle (figuur 3) zijn stam en broekstuk van bomen in een nevengeul bemonsterd.



Figuur 3. Bemonsterde locatie in de nevengeul bij Aersoltweerde langs de IJssel tegenover Zwolle. Periode 2015.

## 2.2. Data van bemonstering



Figuur 4. Bemonsterde locaties in de Nederrijn-Lek bij Wageningen, Maurik (vistrap) en Everdingen (strang en kribvak) in relatie tot datum en waterstand bij Lobith.

In figuur 4 zijn voor de verschillende onderzoeklocaties de data van bemonstering afgezet tegen de waterstand in Lobith. Afhankelijk van de aanvoer van water, zijn drie stadia in de Nederrijn te onderscheiden (Rijkswaterstaat, 2013):



- WSLobith  $\geq 1140$  cm: De Nederrijn-Lek stroomt vrij af. De stuwen Driel, Amerongen en Hagestein staan open en de Nederrijn afvoer bedraagt tenminste  $635 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- WSLobith 1000 cm: Stuw Driel staat geheel open en de stuwen van Amerongen en Hagestein zijn deels geopend. De Nederrijn afvoer bedraagt  $435 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- WSLobith  $\leq 865$  cm: Alle stuwen staan dicht en er gaat ca.  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  door de Nederrijn.

In het najaar van 2014 is de bemonstering uitgevoerd rond het tijdstip dat de rivier volledig gestuwd was, na een periode van relatief hoge afvoer. In het voorjaar van 2015 is de bemonstering uitgevoerd na een periode met afvoerpiekjes en nog net in de periode voordat de rivier voor lange tijd volledig gestuwd wordt. In het najaar van 2015 ligt de bemonstering in een lange periode waarin de Nederrijn stagnant is. In januari 2015 en op 29 februari 2016 zijn in Wageningen driftmonsters genomen. In juni 2016 is een driftmonster genomen bij Lobith tijdens een zomer hoogwater. Doel van deze bemonstering is inzicht krijgen in de relatie tussen het debiet en de aanvoer van doelsoorten van bovenstroomse gebieden (Klink, 2016b).

## 2.3. Plaatsing en bemonstering van de bomen en andere substraten

Een overzicht van de plaatsing van de bomen wordt gegeven door Liefveld (2016) en een overzicht van de bemonsteringen staat in bijlage 1. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen:

- afborstelen
- prefab
- air-lift

Afborstelen: onder water afzagen van takken en het afborstelen of afsprengen daarvan in een net (Maurik en Everdingen). Het afborstelen van de takken is overeenkomstig het RWS voorschrift voor de bemonstering van vast substraat (Naber, 2005). In het voorjaar van 2014 is ter oriëntatie een boom in zijn geheel uit de vistrap van Maurik getakeld en afgespoten.

Prefab is het demonteren, in een net boven water halen en afborstelen van vooraf gemonteerde delen van stam en broekstuk (zie Klink, 2014). Deze methode is alleen gehanteerd in Wageningen.

Air-lift is op verschillende locaties in 2015 en 2016 experimenteel uitgevoerd met een persluchtfles met zuigstang, waarmee materiaal onder water in een net wordt geblazen. Het bemonsterd oppervlak is gestandaardiseerd.

De evaluatie van deze bemonsteringen wordt besproken in hoofdstuk 5.

## 2.4. Behandeling van de monsters

Alle monsters zijn in het veld gefixeerd en in het lab gezeefd over een maaswijdte van 2 en  $0,5 \text{ mm}$ . Daarna zijn de fracties uitgezocht in een witte foto-ontwikkelbak met onderverlichting. De totale aantallen individuen per groep zijn geteld of geschat en een representatief aantal is zover mogelijk doorgedetermineerd, in veel gevallen tot op soort.

De determinatieliteratuur, gebruikt voor het op naam brengen van de soorten macrofauna, is overeenkomstig de literatuur in Handboek Hydrobiologie (Bijkerk, 2010) en aanvullingen sindsdien verschenen in de macrofauna nieuwsbrief (Swarte, 2010 – 2016). Bijzondere soorten zijn opgenomen in de referentiecollectie van Hydrobiologisch Adviesbureau Klink. Ook is van een aantal soorten een voucher gemaakt voor de DNA biodiversiteitsdatabase van EIS-Naturalis.

## 2.5. Analyse van de gegevens

Voor dit onderzoek zijn 272 monsters genomen en geanalyseerd, 47 in 2014, 110 in 2015 en 115 in 2016 (zie tabel 1)

De gegevens uit deze monitoring (2014 – 2016) zijn aangevuld met andere gegevens van de Rijntakken in heden en verleden. In tabel 1 zijn deze in blauw weergegeven. Voor inzicht in de referentiesituatie zijn 26 paleo-monsters geselecteerd, die naar schatting de situatie rond 1700 weergeven. Om inzicht te krijgen in de aanvoer van soorten tijdens het bijna calamiteuze hoogwater van 1995, zijn 9 monsters van hoogwaterpoelen opgenomen. Van de recente MWTL monitoring zijn de beschikbare gegevens van Nederrijn, Lek en IJssel gebruikt van 2014 en 2015. In totaal wordt er gerapporteerd op basis van 351 monsters, waarvan 272 afkomstig uit het huidige onderzoek.

Tabel 1. Selectie van gegevens voor analyse

Jaar	1700	1995	2014				2015					2016				Totaal		
Onderzoek/substraat	n.v.t.	n.v.t.	bomen	bodem	stenen	vegetatie	bomen	bodem	stenen	vegetatie	drift	bomen	bodem	stenen	vegetatie		drift	
Paleo-monsters	26																	26
Hoogwaterpoelen		9																9
Nederrijn MWTL				2	2			4	2									10
Lek MWTL				5	3			6	3									17
IJssel MWTL				2	5			5	5									17
Wageningen			12	8	7	1	36		6	1	1	32		6	1	1		112
Everdingen			6				16		8			24		8				62
Aersoltweerde							14	11	4	3		16	12	4				64
vistrap Maurik			11		2		6		4			6		4				33
Lobith																1		1
Huidig onderzoek			47				110					115				272		
Overig onderzoek	26	9	19				25					0				79		
Totaal	26	9	66				135					115				351		

### Intermezzo 1: Paleo-monsters

**Paleo-monsters:** Monsters van oude rivierafzettingen bestaande uit klei, slib en zand met daarin herkenbare resten van de macrofauna. Als de bodemafzetting wordt gedateerd, geven deze resten een beeld van de macrofaunagemeenschap in die periode.

Van de kokerjuffer *Hydropsyche excocellata* (foto) blijft na eeuwen in de bodem het driehoekige kopschild (inzet) over, waaraan deze soort te herkennen is.



## Intermezzo 2: Hoogwaterpoelen

**Hoogwaterpoelen** ontstaan na een hoogwater als de rivier kolken maakt in vooral zandige bodems. Naarmate de waterhoogte extremer wordt, neemt de drift van de macrofauna toe en kunnen grote aantallen bijzondere soorten in deze poelen worden afgezet.

Op de foto een hoogwaterpoel op het Millingerduin, die is ontstaan na het tophoogwater van februari 1995 (waterstand bij Lobith 16,66 m). Op de inzet een groot aantal kokerjuffers in de uitdrogende poel.



De MWTL-monsters van de Nederrijn, Lek en IJssel zijn op vergelijkbare wijze verwerkt als de huidige projectmonsters. In beide gevallen zijn de habitats apart bemonsterd en geanalyseerd. Er zijn wel verschillende apparaten voor de bemonstering gebruikt. In het huidige onderzoek zijn stenen met de hand verzameld en bij de MWTL met een steengrijper. De bodem bij Wageningen is met een eckman-happer bemonsterd en in de nevengeul bij Aersoltweerde met een handnet. Bij de MWTL is een vanveen-happer toegepast.

De paleo-monsters en die van hoogwaterpoelen zijn qua samenstelling en methodiek afwijkend van de overige monsters omdat zowel in oude afzettingen als in hoogwaterpoelen een aantal soorten is verzameld die afkomstig zijn van alle habitats in de rivier.

Deze gegevens zijn geanalyseerd aan de hand van de volgende kengetallen:

- EKR score (\*10), berekend met QBWat versie 5.32. Dit zijn de EKR-scores van de afzonderlijke monsters en niet te verwarren met de EKR-score van een riviertraject, waarbij de score is samengesteld uit de somming van een aantal representatieve monsters. Daarnaast zijn de scores gebruikt voor de maatlat van natuurlijke rivieren en niet die voor een “goed ecologisch potentieel” (GEP). In de oorspronkelijke tekst, die betrekking heeft op dit onderzoek, zijn de kwalificatie “ontoereikend” en matig hier vervangen door de hier berekende EKR scores.
- Percentage van de EPT soorten (haften, steenvliegen en kokerjuffers) van het totaal aantal individuen in een monster en het aantal EPT soorten.
- Percentage kenmerkende soorten voor de EKR van het totaal aantal individuen in het monster en het aantal soorten. Dit zijn soorten die opgenomen zijn in het beoordelingsprogramma QBWat, en die positief meetellen in de EKR berekeningen.
- Percentage karakteristieke soorten van het totaal aantal individuen in het monster en het aantal soorten. Dit zijn soorten die indicatief zijn voor een goede ecologische situatie (expert judgement auteur), maar die niet als kenmerkend zijn opgenomen in de EKR-berekening. Eén van de redenen is dat er soorten tijdens dit onderzoek voor het eerst in de grote Nederlandse rivieren zijn waargenomen. Een andere reden kan zijn dat soorten in het EKR bronbestand (basis voor de berekening) niet voorkwamen. Door ze in de analyse te betrekken komt er een indicator bij, die een signaal kan afgeven of het de goede richting op gaat, ondanks dat andere kengetallen (zoals de EKR-score) niet veranderen.
- Percentage recente exoten en aantal soorten exoten.

Daarnaast is een paragraaf gewijd aan de lichthuishouding in de rivier. Uit de evaluatie van 2015 (Klink, 2016a) kwam deze als belangrijke parameter uit de CANOCO-analyse. Als parameter hiervoor is het aandeel van grazende dansmuglarven (GD) in de monsters gehanteerd.

Tenslotte is in een aparte paragraaf een analyse uitgevoerd van kenmerkende en karakteristieke soorten die tijdens dit onderzoek zijn aangetroffen.

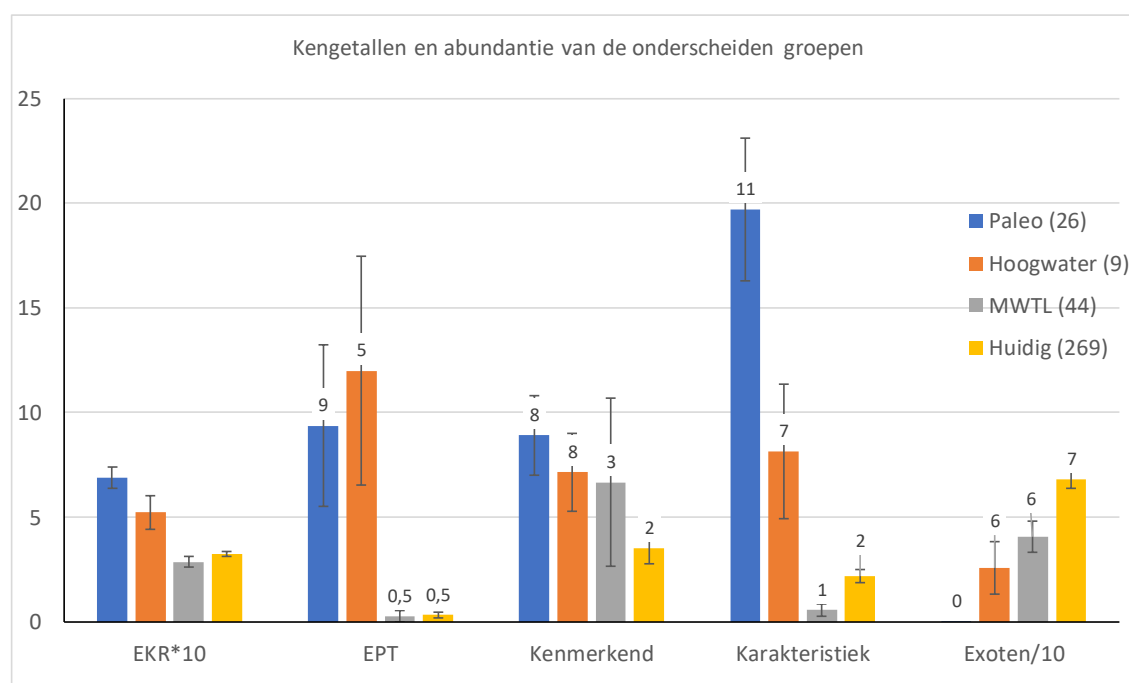
De genoemde kengetallen zijn ingezet voor het beantwoorden van de volgende vragen, die worden behandeld in de betreffende paragraaf:

- “3.1.” Hoe verhoudt de huidige macrofauna zich ten opzichte van een referentie?
- “3.2.1.” Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen de MWTL monsters en die van het huidige onderzoek?
- “3.2.2.” Wat zijn de verschillen tussen de fauna op bomen en stenen op verschillende locaties?
- “3.2.3.” Wat zijn de verschillen tussen de fauna op bodem en waterplanten?
- “3.2.4.” Zijn er verschillen tussen de fauna op de verschillende habitats per locatie?
- “3.2.5.” Zijn er trends opgetreden in de onderzoeksperiode per locatie?
- “3.2.6.” Zijn er verschillen tussen de fauna op broek, stam en tak per locatie?
- “3.2.7.” Zijn er verschillen tussen de monsters die zijn gezaagd en die zijn gezogen?

## 3. Resultaten

### 3.1. Toetsen van de huidige macrofauna aan een referentietoestand uit 1700

In eerste instantie worden de gegevens van het huidige monitoringsonderzoek gepositioneerd ten opzichte van de situatie in het verleden (1700 AD; paleo-monsters), aanvoer tijdens extreem hoogwater (1995) en de recente MWTL bemonstering (2014 en 2015).



Figuur 5. Kengetallen voor de 4 deelverzamelingen in het databestand met 95% betrouwbaarheidsinterval, aantal betrokken soorten en aantal monsters per deelverzameling

Intermezzo 3: Toelichting op de grafieken.

In iedere grafiek staan op de X-as de 5 kengetallen, waarbij de EKR-score vermenigvuldigd is met 10 (EKR\*10) en het aandeel exoten gedeeld is door 10 (Exoten/10). De overige kengetallen zijn weergegeven in de oorspronkelijke schaal. Voor EPT is dat het aantal families EPT. Voor Kenmerkend en Karakteristiek is dit het percentage van het aantal individuen ten opzichte van het totaal aantal in het monster.

De schaalstreepjes geven het 95% betrouwbaarheidsinterval aan. Als de intervallen elkaar nergens overlappen, dan is het verschil significant tussen de waarden die met elkaar worden vergeleken. Dit houdt in dat de kans < 5% is dat dit verschil op toeval berust.

Boven de kolommen van de EPT, Kenmerkend, Karakteristiek en Exoten/10 staat een getal dat aangeeft wat het gemiddelde aantal soorten is in die verzameling monsters.

In de legenda, staat tussen haakjes, het aantal monsters waarop de grafiek is gebaseerd.

Als in de tekst sprake is van hoger, lager etc, dan betekent dat significant hoger of lager.

Zie voor een nadere uitleg bijlage 1.

De recente monsters van de MWTL en het huidige onderzoek wijken sterk af van de paleomonsters en die van de hoogwaterpoelen, wat betreft en EKR\*10, EPT en Karakteristiek. Vrij vertaald, heeft de Rijn in de afgelopen 300 jaar vrijwel zijn gehele bestand aan eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers (en kevers) verloren. Het aandeel kenmerkende soorten is gedaald van 8 naar ruim 3%. Het aandeel karakteristieke soorten is gedecimeerd van bijna 20% rond 1700 tot ruim 2% in de huidige situatie. Het aandeel exoten is in de afgelopen 30 jaar gestegen van vrijwel nihil naar 70% in het huidige onderzoek.

## 3.2. Vergelijkingen met behulp van de kengetallen

Vanaf deze paragraaf zullen de meeste figuren niet hier getoond worden, maar in Bijlage 1 onder het nummer van de betreffende paragraaf. In de hoofdtekst zullen de belangrijkste aspecten kort worden besproken.

### 3.2.1. *Vergelijking van de belangrijkste habitats van de MWTL en het huidige onderzoek*

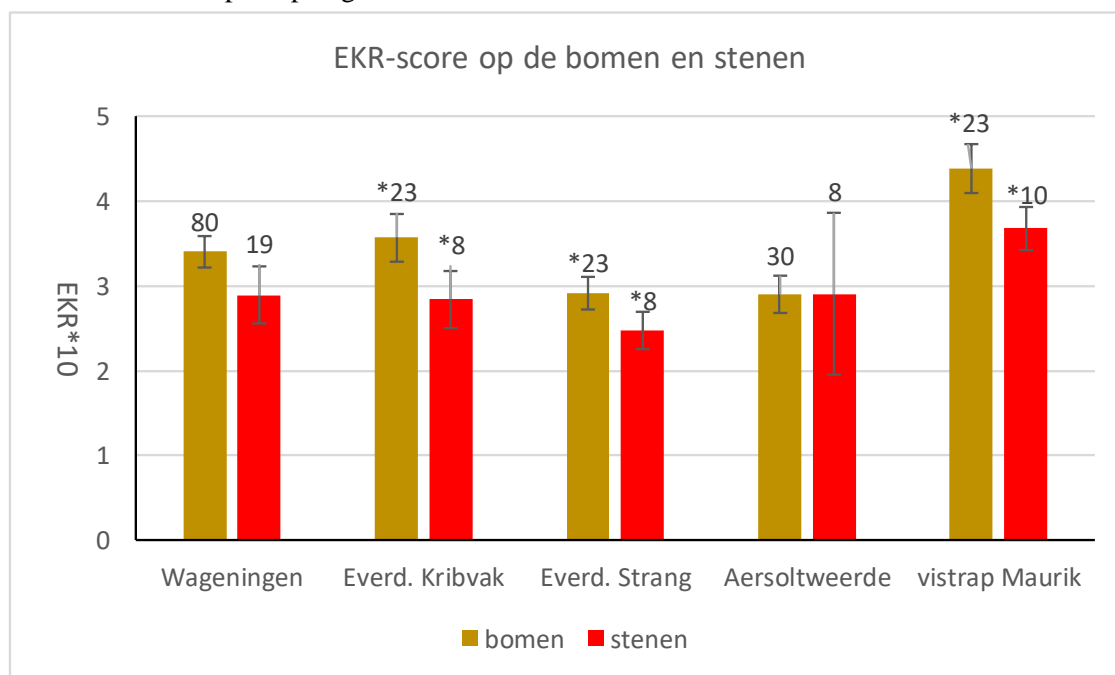
Van de MWTL en huidig onderzoek zijn alleen monsters van bodem en stenen vergelijkbaar. In de MWTL zijn geen bomen bemonsterd.

- Het aandeel karakteristieke soorten van de bodem is in het huidige onderzoek (4%) hoger dan bij de MWTL monsters (1%). Een oorzaak hiervoor is niet achterhaald, maar het is niet uit te sluiten dat de wijze van bemonstering van invloed kan zijn geweest (eckman-happer en handnet versus vanveen-happer bij de MTL).

- Het aandeel exoten op de stenen in het huidige onderzoek is significant hoger dan op de MWTL stenen. Ook hiervoor geldt dat met de hand verzamelen (huidig onderzoek) en met een steengrijper (MWTL) invloed kan hebben gehad op de uitkomst.

### 3.2.2. Vergelijking van de kengetallen op bomen en stenen

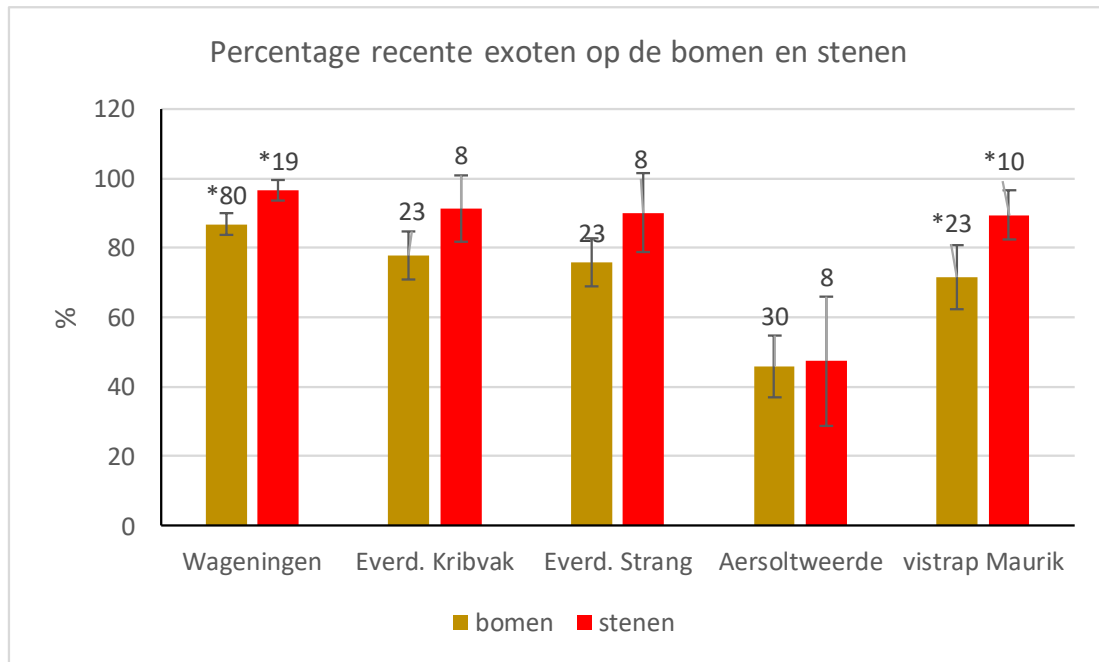
Van de kengetallen wordt hier alleen de EKR-score en het aandeel exoten weergegeven. Het aantal EPT soorten is te gering in dit onderzoek en de kenmerkende en karakteristieke soorten komen in een aparte paragraaf aan de orde.



Figuur 6. Vergelijking van de EKR-score op bomen en stenen. De foutbalken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval aan. Als de balken elkaar niet overlappen, dan is het verschil significant (wordt aangegeven door \*). De getallen boven de balken geven het aantal monsters weer.

De gemiddelde EKR-score is alleen op bomen in de vistrap > 0,4. Ook de stenen scoren hier hoger dan elders. Bij Wageningen en Everdingen kribvak scoren de bomen > 0,3 en de stenen < 0,3. Overall elders, op zowel bomen als stenen, is deze score < 0,3. Aersoltweerde uitgezonderd is de EKR-score op de bomen hoger dan op de stenen en behalve bij Wageningen is dit verschil significant.

Bij Aersoltweerde is de score op de stenen niet lager dan op de bomen. Indien de lage score van de stenen uit november 2016 wordt weggelaten, (resp. 0,02 en 0,1 vermoedelijk als gevolg van droogval), dan is de EKR-score op de stenen zelfs 0,37 en aanmerkelijk (maar niet significant) hoger dan op de bomen. In een later stadium, na bv. 5 jaar zou kunnen worden bekeken of de stenen nog steeds zo hoog scoren.



Figuur 7. Aandeel van de recente exoten op de bomen en stenen. De foutbalken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval aan. Als de balken elkaar niet overlappen, dan is het verschil significant (wordt aangegeven door \*). De getallen boven de balken geven het aantal monsters weer.

Het aandeel exoten in de monsters op het vaste substraat is enorm en alleen in Aersoltweerde hebben de inheemse soorten nog de overhand. Op de stenen is het gemiddeld aandeel exoten nog hoger dan op de bomen, maar een significant verschil is alleen bij Wageningen en in de vistrap vastgesteld.

### 3.2.3. Vergelijking van de kengetallen van bodem en waterplanten

Alleen bij Wageningen en Aersoltweerde zijn bodemmonsters genomen en waterplanten bemonsterd.

#### **Bodem**

Alle monsters hebben een EKR-score < 0,4

Het aandeel kenmerkende soorten en exoten is in Wageningen hoger dan in Aersoltweerde.

Bij Aersoltweerde zijn apart bodemmonsters verzameld vlak bij de bomen en op grotere afstand daarvan, om te zien of de hydraulische effecten rond de bomen leidden tot afwijkende kengetallen. Dit bleek niet het geval.

#### **Waterplanten**

Alle monsters hebben een EKR-score < 0,4



Er zijn geen significante verschillen waargenomen tussen Wageningen en Aersoltweerde.

### 3.2.4. *Vergelijking van de habitats per locatie*

In deze paragraaf worden de verschillende habitats per locatie met elkaar vergeleken aan de hand van de kengetallen

**Nederrijn Wageningen** (bomen, stenen, waterplanten en bodem)

Het aandeel kenmerkende soorten is het hoogst op de bodem en op de stenen is het aandeel exoten het hoogst (>96%).

**Vistrap Maurik** (bomen en stenen)

De EKR-score en het aandeel karakteristieke soorten is hoger op de boom (0,44) dan op de stenen (0,37). Het aandeel exoten is hoger op de stenen dan op de boom.

**Everdingen kribvak** (bomen en stenen)

De EKR-score en het aandeel kenmerkende soorten op de bomen is hoger dan die op de stenen.

**Everdingen strang** (bomen en stenen)

De EKR-score van de bomen is hoger dan die van de stenen.

**Nevengeul Aersoltweerde** (bomen, stenen, waterplanten en bodem)

Het aandeel exoten op de bomen en de stenen is hoger dan op de bodem en de waterplanten.

De bodem nabij de bomen wijkt, qua kengetallen, niet af van de bodem buiten de invloedssfeer van de bomen.

### 3.2.5. *Trends in de onderzoeksperiode per locatie*

Het huidige onderzoek is gestart in april 2014 met het bemonsteren van een boom in de vistrap van Maurik. Vervolgens zijn in het daarop volgende najaar de locaties bij Wageningen, Maurik en Everdingen bemonsterd. De nevengeul bij Aersoltweerde is in het voorjaar van 2015 toegevoegd. In 2015 en 2016 zijn alle locaties telkens in mei/juni en oktober bemonsterd. Door de lage waterstand in de IJssel bij Aersoltweerde in oktober 2016 is gewacht op hoger water en is de bemonstering uitgesteld tot 22 november 2016. Voor de stenen kan dit tot gevolg hebben gehad dat ze zijn drooggevallen. Voor de bomen en bodem zijn hiervoor geen aanwijzingen gevonden.

In deze paragraaf wordt ingegaan op de trends in de tijd. In paragraaf 3.4.3. wordt ingegaan op de verschillen per seizoen.

**Nederrijn Wageningen**

In de Nederrijn bij Wageningen is er geen trend waar te nemen in de EKR-score en het aandeel exoten over de onderzoeksperiode. In het voorjaar 2015 trad een piek op in het aandeel kenmerkende en karakteristieke soorten.

**Vistrap Maurik**

De EKR-score vertoont geen trend. In najaar 2015 en voorjaar 2016 was de score het laagst en in het najaar van 2016 is de score maximaal (0,53). De aandelen van de kenmerkende, karakteristieke en exotische soorten schommelt zo sterk dat er geen trend te constateren is.

**Everdingen kribvak**

Een trend in EKR-score, aandeel kenmerkende, karakteristieke en exotische soorten is niet ontdekt. In oktober 2016 wordt de karakteristieke dansmuglarve *Stenochironomus* na lange afwezigheid weer aangetroffen in de Rijntakken. De aasgarnaal *Katamysis warpachowskyi* is een nieuwe exoot voor Nederland.

### ***Everdingen strang***

In de strang bij Everdingen is voor geen enkel kengetal een trend te ontdekken.

### ***Aersoltweerde nevengeul***

In de nevengeul bij Aersoltweerde is geen trend opgetreden in de EKR-score. In het voorjaar van de 2015 is het aandeel kenmerkende soorten opvallend hoog: 12%, daarna daalt dit aandeel tot 4%.

## ***3.2.6. Vergelijking van de broek, stam en tak van de bomen per locatie***

In deze paragraaf worden de kengetallen per locatie vergeleken voor het broekstuk, stam en tak om te zien of daarin significante verschillen optreden.

### ***Nederrijn Wageningen*** (broekstuk, stam en tak)

In de Nederrijn bij Wageningen is het aandeel kenmerkende en karakteristieke soorten op takken significant lager dan op stam of broekstuk.

### ***Vistrap Maurik*** (broekstuk, stam, tak)

Geen verschil waargenomen

### ***Everdingen kribvak*** (stam, tak)

Geen verschil waargenomen

### ***Everdingen strang*** (stam, tak)

Geen verschil waargenomen

### ***Aersoltweerde nevengeul*** (broekstuk, stam)

Geen verschil waargenomen

## ***3.2.7. Vergelijking van de monsters die zijn gezaagd en afgeborsteld met die zijn opgezogen met een air-lift***

Als bomen worden bemonsterd is de meest gebruikelijke methode om er takken van af te zagen, deze boven water af te borstelen en ze weer terug in de rivier te gooien.

Omdat we ook informatie wilden verzamelen van broekstuk en stam, hebben we in Wageningen geëxperimenteerd, door delen van broek en stam uit te zagen en die met bouten weer terug te plaatsen. Na een bepaalde tijd onder water te hebben gelegen, konden deze onderdelen worden verwijderd en boven water worden afgeborsteld en daarna weer teruggeplaatst worden. Deze methode (prefab genoemd) bleek erg omslachtig, omdat de onderdelen van een boom in troebel water zeer moeilijk te vinden zijn en ook het terugplaatsen was een uitdaging.

Vanaf 2015 is geëxperimenteerd met een air-lift om delen van bomen te bemonsteren zonder er stukken van af te zagen. Bij deze methode wordt een bekend deel van de boom onder water door een duiker afgeborsteld en dit materiaal wordt opgezogen in een netje.



Foto 1. Duiker met air-lift (foto Bureau Waardenburg)

In deze paragraaf worden deze methoden met behulp van de kengetallen met elkaar vergeleken.

In eerste instantie zijn alle gemiddelden berekend voor de onderscheiden factoren (broek zuigen, broek zagen etc.) en deze met elkaar vergeleken, met onderstaand resultaat.

**Nederrijn Wageningen** (prefab en zuigen van broekstuk en stam)

Geen verschil waargenomen

**Vistrap Maurik** (alleen gezaagd)

**Everdingen kribvak** (zagen en zuigen van tak)

Geen verschil waargenomen

**Everdingen strang** (zagen en zuigen van tak)

Geen verschil waargenomen

**Aersoltweerde nevengeul** (broekstuk zagen en zuigen)

Geen verschil waargenomen

Vervolgens zijn alle monsters die vergelijkbaar zijn qua datum, locatie en onderdeel van de boom paarsgewijze getoetst met de t.toets (26 paren). Ook hier zijn voor de kengetallen geen significante verschillen gevonden.

### 3.3. Vergelijking van de monsters op basis van licht en diepte

In de vorige rapportage (Klink, 2016a) bleek licht een belangrijke positieve factor te zijn voor de EKR-score. Voldoende licht zorgt voor aangroei van algen op de bomen (foto 2). Op de

macro-algen vestigen zich de microscopische algen, waarvan de kiezelalgen verreweg het talrijkst zijn.



Foto 2. Boomstam (Maas bij Grave) bedekt met macroscopische draadalgen.

In foto 3 is te zien dat de macro-algen op hun beurt begroeid raken met, in dit geval, plat ovale kiezelalgen (blauwe pijl) en kiezelalgen op een steel (rode pijl).

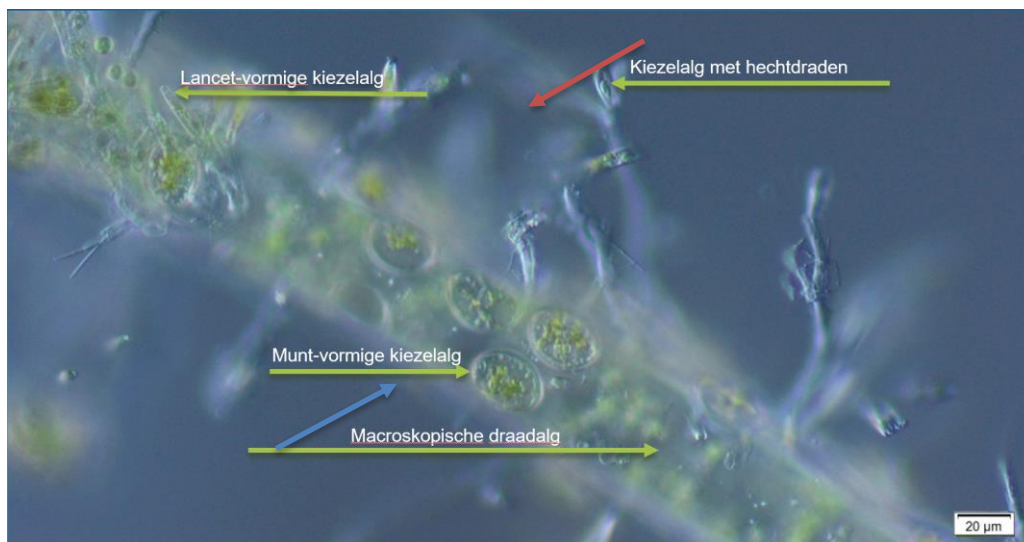


Foto 3. Macroscopische draad-alg bedekt met verschillende kiezelalgen.

Het zijn deze micro-algen die het bulkvoedsel vormen voor de grazende macrofauna. Vooral bij de eendagsvliegen zijn grazers goed vertegenwoordigd (Moog, 1995). Ook onder de dansmuggen zijn er groepen die deze micro-algen grazen. Door de darmen van veel soorten dansmuglarven te analyseren (zie foto 4) kan worden afgeleid dat in ieder geval de genera *Cricotopus*, *Eukiefferiella*, *Orthocladus*, *Paratrichocladus* en *Psectrocladius* grazen op deze

voedselbron. Het aandeel van deze genera in de totale dansmugpopulatie van een monster is hier gebruikt als maat voor de hoeveelheid licht.

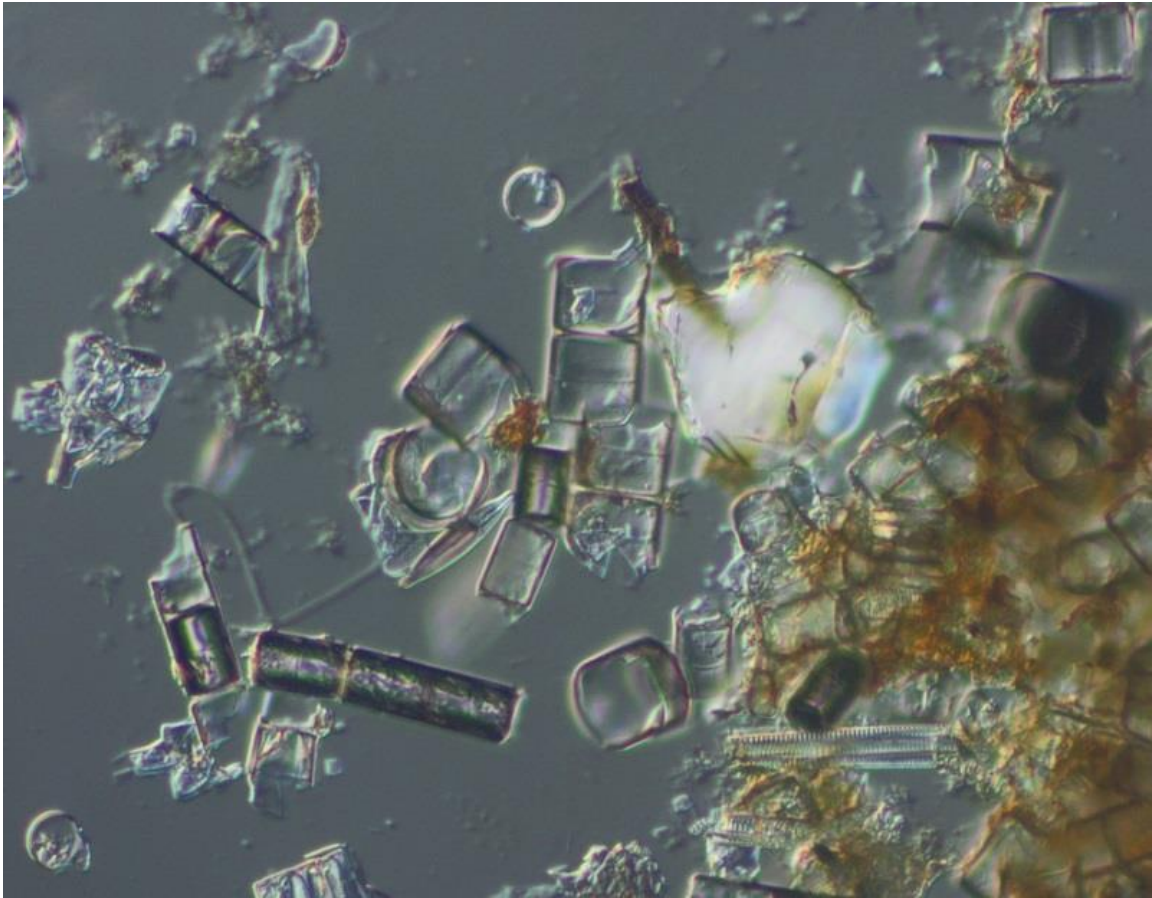
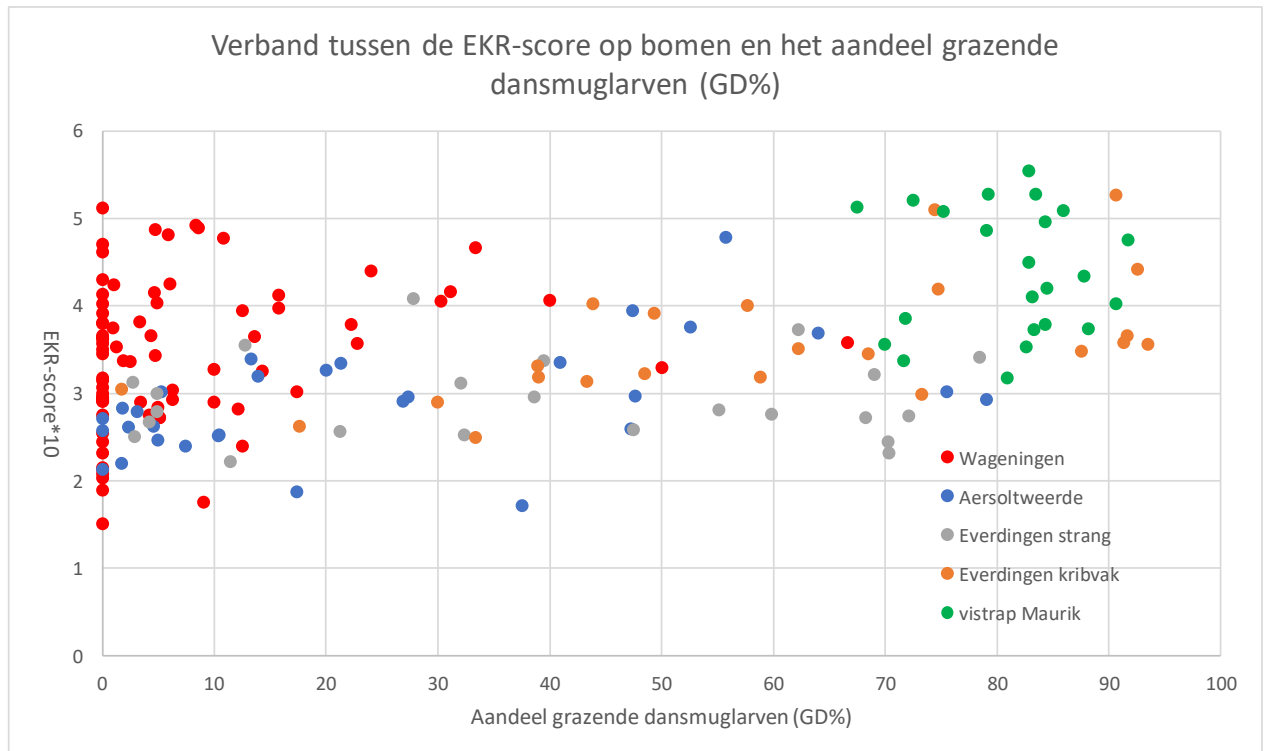


Foto 4. Darminhoud van een grazende dansmuglarve (*Psectrocladius*) met uitsluitend kiezelalgen.

Het aandeel grazende dansmuglarven (GD) is vervolgens (figuur 8) in relatie gebracht met de EKR-score op de afzonderlijke locaties.



Figuur 8. Relatie tussen de EKR-score van monsters op de bomen en het aandeel grazende dansmuglarven (GD%)

Allereerst is duidelijk dat er nauwelijks een verband te ontdekken valt tussen de EKR-score en de GD%. Uit het verloop van de punten op de afzonderlijke locaties vallen de volgende aspecten echter op:

Bij Wageningen heeft een groot aandeel van de punten een GD% van 0 en vrijwel alle monsters hebben een GD% < 40%. Dit is verklaarbaar doordat alle bomen op een diepte van 3 m of meer liggen, waar nauwelijks licht doordringt.

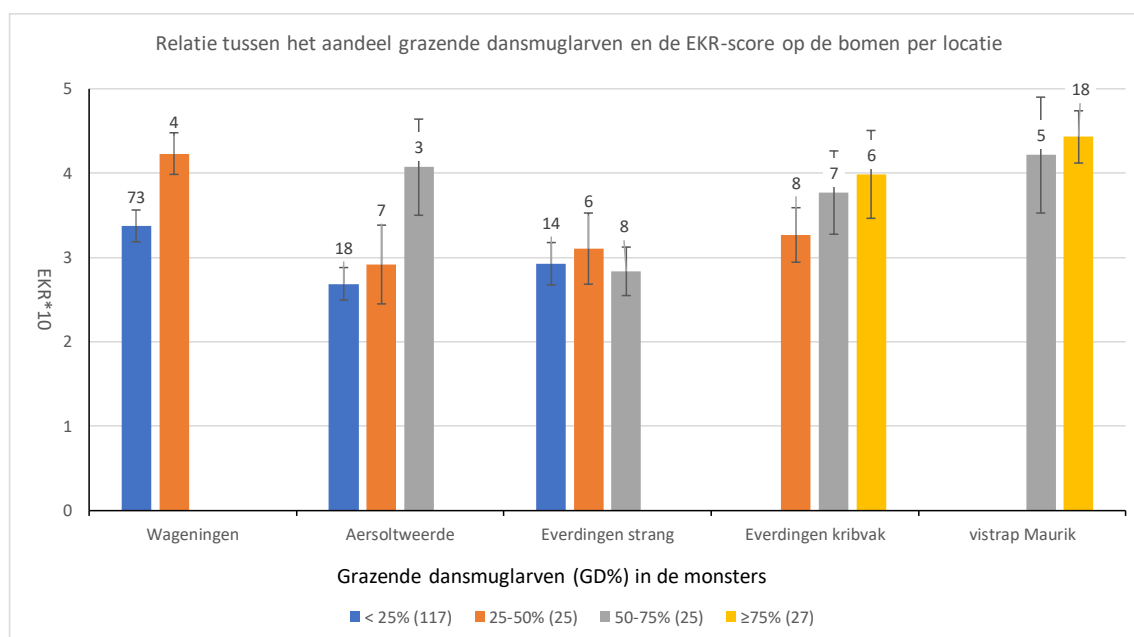
Bij Aersoltweerde, waar het water zeer ondiep is, zien we ook dat de GP% voor de meerderheid van de monsters < 30% is. Deze bomen liggen bij normale afvoer alleen met de onderkant onder water, waardoor de monsters op relatief donkere plekken zijn genomen.

Bij zowel kribvak als strang bij Everdingen, liggen de bomen ondiep en hier is de GD% veel gelijkmatiger verdeeld over het hele bereik (0-100%)

Tenslotte is er de duidelijke wolk van groene punten uit de vistrap, waarbij de GD% in bijna alle monsters > 70% bedraagt.

Uit het figuur is niet af te leiden dat een hoger GD% leidt tot een hogere EKR-score. Duidelijk is wel dat oppervlakkig hout een gemeenschap van grazers faciliteert die een extra impuls geeft aan de biodiversiteit.





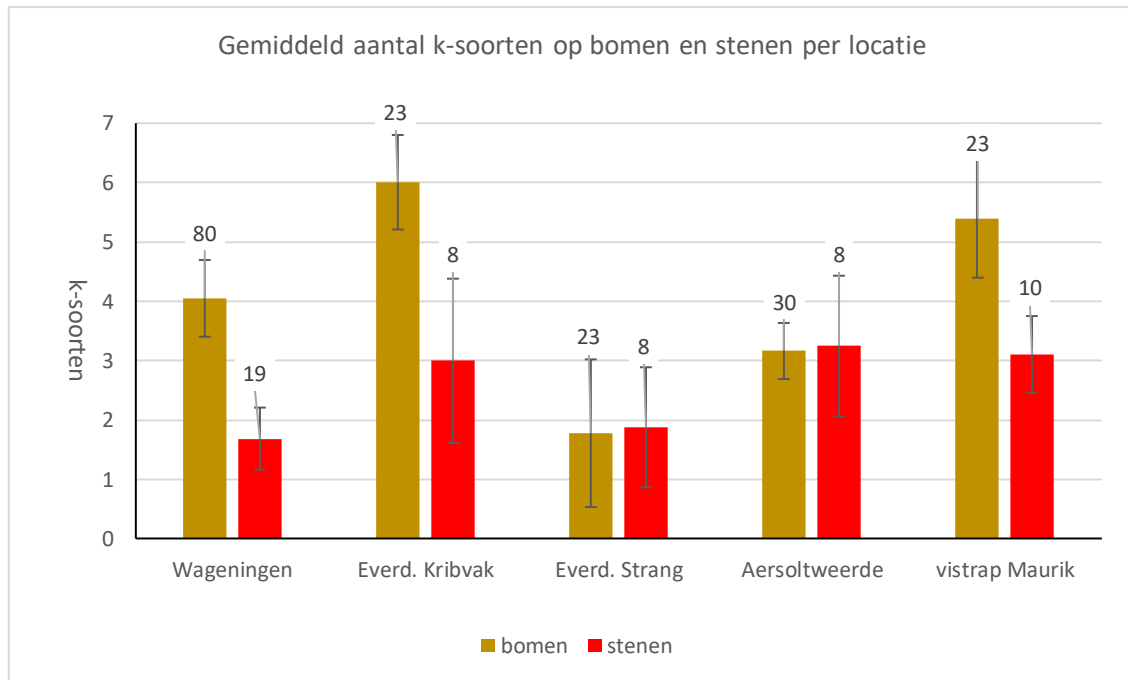
Figuur 9. Klassen van algen-eters uitgezet tegen de EKR-score. De cijfers boven de kolommen zijn het aantal monsters. Zie voor verdere toelichting figuur 5.

Op alle locaties (uitz. Everdingen strang) neemt de EKR-score toe bij toenemende GD%. Alleen bij Wageningen en Aersoltweerde zijn toenames significant. Wat ook in deze figuur (vgl. figuur 8) duidelijk wordt, is dat de bomen tezamen de gehele range beslaan van ontbrekende grazende dansmuglarven tot dominantie van deze groep. Voor de EKR-score is deze GD groep nog niet van groot belang. Door bomen ondiep te verankeren, kan deze eufotische zone (areaal met veel licht) zich uitbreiden en wellicht ook een habitat vormen voor de vele grazende eendagsvliegen, die wel van cruciale invloed zijn voor een hogere EKR-score.

### 3.4. Kenmerkende en karakteristieke soorten, aangetroffen tijdens dit onderzoek.

#### 3.4.1. Kenmerkende en karakteristieke soorten op bomen en stenen

Deze kenmerkende en karakteristieke soorten zullen van hieraf kortweg als k-soorten worden benoemd.



Figuur 10. Gemiddeld aantal k-soorten op bomen en stenen. De foutbalken geven het 95% betrouwbaarheidsinterval aan. Als de balken elkaar niet overlappen, dan is het verschil significant. De getallen boven de balken geven het aantal monsters weer.

Uit Figuur 10 blijkt dat het aantal k-soorten op bomen significant hoger is dan op de stenen in Wageningen, Everdingen kribvak en vistrap Maurik. In de (vrijwel) stagnante strang van Everdingen en nevengeul van Aersoltweerde, die buiten het zomerbed liggen, is het aantal k-soorten op de bomen aanmerkelijk lager en vergelijkbaar met die op stenen. Het hoogste gemiddeld aantal k-soorten is aangetroffen op de bomen in het kribvak bij Everdingen, gevolgd door de bomen in de vistrap en bij Wageningen. Het aantal k-soorten op de stenen bedraagt ongeveer de helft hiervan.

### 3.4.2. Voorkomen van kenmerkende en karakteristieke soorten per locatie

#### Wageningen

Van de bomen zijn de eendagsvliegen *Caenis macrura* en *Ephoron virgo* (Zomersneeuw) verzameld. Beide soorten zijn bodembewoners en hun voorkomen op de bomen geeft aan dat delen ervan zijn aangezand. In oktober 2016 bevatten veel gezogen monsters grof zand.

De kokerjuffers *Brachycentrus subnubilus* (In 2015 en 2016 enige vindplaats in de grote rivieren in Nederland), *Hydropsyche bulgaromanorum* en *H. contubernalis* zijn op de bomen verzameld. Deze soorten zijn sterk bedreigd in de Niederrhein (Schöll, 2012) en in de Nederlandse Rijntakken). Op de stenen is alleen de kokerjuffer *Ecnomus tenellus* gevonden.



Ook bij de dansmuglarven worden veel bodembewoners op de bomen verzameld (*Chironomus acutiventris*, *C. nudiventris*, *Cryptochironomus rostratus*, *Cryptotendipes usmaensis*, *Microchironomus tener*, *Nanocladius distinctus*, *Polypedilum scalenum*, *Stictochironomus pictulus*, *Paralauterborniella nigrohalteralis* en *Parametricnemus stylatus*). Kenmerkend op de bomen zijn verdere de dansmuglarven *Brillia bifida*, *B. longifurca*, *Rheotanytarsus rhenanus* en *Xenochironomus xenolabis*. Op zowel bomen, waterplanten en stenen zijn *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris* verzameld.

Op de bodem is een aantal van de genoemde bodembewoners aangetroffen in de 9 bodemmonsters (*Chironomus acutiventris*, *C. nudiventris*, *Cryptotendipes usmaensis*, *Microchironomus tener*, *Polypedilum scalaenum* en *Stictochironomus pictulus*).

### **Everdingen kribvak**

De kokerjuffers *Ecnomus tenellus* en *Lype phaeopa* zijn beide op zowel de bomen als stenen aangetroffen, zij het in veel lagere aantallen op de stenen. De larven zijn vrijwel uitsluitend verzameld in de najaarsmonsters. In totaal is bij het huidige onderzoek in 37 monsters *Ecnomus* aangetroffen, waarvan slechts 8 in het voorjaar. Bij *Lype* ligt de verhouding 17 om 2 monsters. Beide soorten vliegen uit vanaf mei (Higler, 2008) en deze generatie is blijkbaar al grotendeels gevlogen tijdens de voorjaarsbemonsteringen in eind mei en begin juni. Hierdoor worden in het voorjaar 2 soorten EPT onterecht gemist. In 2014 zijn ook de kokerjuffers *Orthotrichia*, *Psychomyia pusilla* en *Tinodes waeneri* op het hout verzameld. In het najaar van 2016 is naast *Ecnomus* en *Lype* ook de kokerjuffer *Agraylea multipunctata* gevonden.

K-soorten op de bomen zijn de dansmuglarven *Brillia bifida*, *Cricotopus triannulatus*, *Parachironomus frequens*. Als grote verrassing is voor het eerst levend in de Rijntakken hier ook de dansmuglarve *Stenochironomus* verzameld (zie voorblad). Uit paleo-ecologisch onderzoek was bekend dat deze in hout gravende soort vroeger (late middeleeuwen) algemeen was in de grote rivieren (Klink, 1989), maar tot op heden zijn de larven van twee takken in dit kribvak de eerste die levend uit de rivier zijn gehaald (database Klink). Op zowel bomen als op de stenen zijn de borstelworm *Vejdovskyella intermedia* en de dansmuglarven *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris* aangetroffen.

Op drie takken is voor het eerst in Nederland de aasgarnaal *Katamysis warpachowskyi* verzameld in oktober 2016. Later in dat najaar van is deze soort ook in de strang bij Everdingen (3 monsters), bij Wageningen (2 monsters) en Aersoltweerde (2 monsters) van het hout verzameld. Dit betekent dat de Rijntakken er weer een invasieve exoot bij hebben, afkomstig uit het Ponto-Kaspische gebied.

### **Everdingen strang**

De kokerjuffers *Lype phaeopa* en *Neureclepsis marginata* zijn alleen op de bomen verzameld. *Ecnomus tenellus* is ook op stenen aangetroffen. De dansmuglarven *Parachironomus frequens*, *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris* zijn zowel op hout als op stenen verzameld.

### **Aersoltweerde nevengeul**

Mede door het voorkomen (2015) van de waterplanten Grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*), Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*), Aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*), Schede-, Rivier-, en Gekroesd fonteinkruid (*P. pectinatus*, *P. nodosus* en *P. crispus*), is de diversiteit relatief hoog in deze nevengeul. De eendagsvliegen *Caenis horaria* en *Cloeon dipterum* zijn alleen op waterplanten verzameld. *Caenis robusta* is ook op de bomen en de bodem aangetroffen. De kokerjuffer *Agraylea multipunctata*, is zowel op de planten als op de bomen verzameld. De kokerjuffer *Oxyethira* is alleen op de bomen verzameld, *Anabolia nervosa* alleen op de stenen en *Cyrnus trimaculatus* alleen op de bodem. *Ecnomus tenellus* is in alle habitats verzameld en *Cyrnus flavidus* ontbreekt alleen in de bodemmonsters.

*Orthotrichia* is op zowel bomen als stenen waargenomen. De dansmuglarven *Chironomus acutiventris*, *Cryptotendipes usmaenisis* en *Harnischia* zijn op de bodem verzameld. Op het vaste substraat (bomen, waterplanten en stenen) zijn *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris* aangetroffen. *Cricotopus triannulatus* is alleen van stenen verzameld.

### **Vistrap Maurik**

In de vistrap zijn de kokerjuffers *Hydropsyche bulgaromanorum* en *Tinodes waeneri* alleen op de boom aangetroffen. Van de overige soorten zijn de dansmuglarven *Brillia bifida* en *B. longifurca*, *Cricotopus triannulatus*, *Orthocladius glabripennis*, *O. rubicundus*, *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris* op de boom aangetroffen, evenals de strikt aan sterk stromend water gebonden dansmuglarven *Cardiocladius fuscus*, *Diamesa insignipes* en *Eukiefferiella minor* en de kriebelmuglarve *Simulium erythrocephalum*. Van deze soorten zijn alleen *Orthocladius glabripennis*, *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris* ook op stenen verzameld.

### 3.4.3. Kenmerkende en karakteristieke soorten per habitat

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de kenmerkende en karakteristieke soorten die in het huidige onderzoek zijn aangetroffen, gegroepeerd naar habitat en vindplaats.

Tabel 2. Kenmerkende en karakteristieke soorten van het project.

Habitat	Aantal monsters	groep	Habitat				Habitat	Aantal monsters	groep	Habitat			
			Bomen	Waterplanten	Stenen	Bodem				Bomen	Waterplanten	Stenen	Bodem
			179	6	53	31			179	6	53	31	
Caenis macrura	eendagsvlieg	1				Hydroptila	kokerjuffer	<u>1</u>			<u>1</u>		
Oulimnius rivularis	waterkever	1				Lype phaeopa	kokerjuffer	<u>16</u>			<u>1</u>		
Cryptochironomus rostratus	dansmug	1				Vejdovskyaella intermedia	borstelworm	<u>2</u>			<u>1</u>		
Parametriocnemus stylatus	dansmug	<u>1</u>				Cricotopus annulator	dansmug	<u>2</u>			<u>1</u>		
Brachycentrus subnubilus	kokerjuffer	<u>2</u>				Orthocladus rubicundus	dansmug	<u>6</u>			<u>1</u>		
Hydropsyche contubernalis	kokerjuffer	<u>2</u>				Rheocricotopus fuscipes	dansmug	<u>3</u>			<u>1</u>		
Rheopelopia	dansmug	<u>2</u>				Potthastia gaedii	dansmug	<u>4</u>			<u>2</u>		
Rheotanytarsus rhenanus	dansmug	<u>2</u>				Orthotrichia	kokerjuffer	<u>4</u>			<u>3</u>		
Ephoron virgo	eendagsvlieg	<u>4</u>				Xenochironomus xenolabis	dansmug	<u>8</u>			<u>2</u>		
Virgatanytarsus	dansmug	<u>4</u>				Nanocladus distinctus	dansmug	<u>19</u>			<u>1</u>		
Cladotanytarsus vanderwulpi	dansmug	<u>6</u>				Parachironomus frequens	dansmug	<u>30</u>			<u>13</u>		
Diamesa insignipes	dansmug	<u>1</u>				Orthocladus glabripennis	dansmug	<u>31</u>			<u>10</u>		
Eukiefferiella claripennis	dansmug	<u>1</u>				Chironomus nudiventris	dansmug	<u>6</u>			<u>2</u>	<u>6</u>	
Polypedilum laetum	dansmug	<u>1</u>				Stictochironomus pictulus	dansmug	<u>6</u>			<u>1</u>	<u>6</u>	
Synorthocladus semivirens	dansmug	<u>1</u>				Harnischia	dansmug	<u>7</u>			<u>1</u>	<u>3</u>	
Simulium noelleri	kriebelmug	<u>1</u>				Tanytarsus ejuncidus	dansmug	<u>12</u>			<u>2</u>	<u>7</u>	
Eukiefferiella minor	dansmug	<u>3</u>				Cricotopus triannulatus agg.	dansmug	<u>16</u>			<u>7</u>	<u>1</u>	
Orthocladus thienemanni agg.	dansmug	<u>6</u>				Polypedilum scalaenum	dansmug	<u>29</u>			<u>1</u>	<u>6</u>	
Simulium erythrocephalum	kriebelmug	<u>9</u>				Chironomus acutiventris	dansmug	<u>35</u>			<u>2</u>	<u>13</u>	
Cardiocladius fuscus	dansmug	<u>10</u>				Paracladopelma camptolabis	dansmug	<u>1</u>				<u>1</u>	
Psychomyia pusilla	kokerjuffer	<u>1</u>				Microtendipes pedellus agg.	dansmug	<u>11</u>				<u>2</u>	
Stenochironomus	dansmug	<u>2</u>				Microchironomus tener	dansmug	<u>14</u>				<u>13</u>	
Neureclipsis bimaculata	kokerjuffer	<u>1</u>				Stempellina bausei	dansmug	<u>1</u>				<u>3</u>	
Paranaïs litoralis	borstelworm	<u>3</u>				Paralauterborniella nigrohalteral	dansmug	<u>2</u>				<u>1</u>	
Tinodes waeneri	kokerjuffer	<u>2</u>				Paranaïs frici	borstelworm	<u>4</u>				<u>3</u>	
Orthocladus rivulorum	dansmug	<u>2</u>				Cryptotendipes usmaensis	dansmug	<u>4</u>				<u>17</u>	
Hydropsyche bulgaromanorum	kokerjuffer	<u>5</u>				Hygrobates longipalpis	watermijt		<u>1</u>				
Polypedilum pedestre	dansmug	<u>5</u>				Micropsectra apposita	dansmug				<u>1</u>		
Brillia longifurca	dansmug	<u>6</u>				Anabolia nervosa	kokerjuffer				<u>1</u>		
Rheotanytarsus	dansmug	<u>7</u>				Lipiniella araeicola	dansmug					<u>2</u>	
Brillia bifida	dansmug	<u>9</u>				Lipiniella moderata	dansmug					<u>2</u>	
Micropsectra atrofasciata	dansmug	<u>9</u>				Cricotopus curtus	dansmug					<u>1</u>	
Tanytarsus brundini	dansmug	<u>51</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	Anodonta anatina	mossel					<u>2</u>	
Paratrachocladus rufiventris	dansmug	<u>68</u>	<u>2</u>	<u>18</u>	<u>4</u>	Cyrnus trimaculatus	kokerjuffer					<u>1</u>	
Paratanytarsus dissimilis agg.	dansmug	<u>119</u>	<u>2</u>	<u>28</u>	<u>3</u>	Stempellinella edwardsi	dansmug					<u>3</u>	
Ecnomus tenellus	kokerjuffer	<u>26</u>	<u>3</u>	<u>6</u>	<u>2</u>	<b>Totaal aantal k-soorten</b>		<b>68</b>	<b>10</b>	<b>29</b>	<b>28</b>		
Einfeldia carbonaria	dansmug	<u>10</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<u>12</u>	<b>Wageningen 16 k-soorten</b>	<b>Aantal monsters kenmerkende soort</b>					<b>17</b>	
Physella acuta	horenslak	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<b>Maurik 10 k-soorten</b>	<b>Aantal monsters karakteristieke soort</b>					<b>13</b>	
Polypedilum cultellatum	dansmug	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>1</u>		<b>Everdingen kribvak 3 k-soorten</b>							
Unio tumidus	mossel	<u>1</u>	<u>1</u>		<u>16</u>	<b>Everdingen strang 1 k-soort</b>							
Caenis robusta	eendagsvlieg	<u>2</u>	<u>1</u>		<u>2</u>	<b>Aersoltweerde 6 k-soorten</b>							
Tvetenia verralli	dansmug	<u>2</u>		<u>1</u>		Op meerdere locaties gevonden 41 k-soorten							

Toelichting: In kolom 1 staan de kenmerkende en karakteristieke soorten die in de habitatmonsters zijn aangetroffen. Als de cellen gekleurd zijn, is de betreffende soort slechts op 1 locatie aangetroffen (kan op meerdere data zijn of in meerdere habitats). Als de cellen grijs zijn, dan is de soort op meerdere locaties aangetroffen. In kolom 2 staat de groep waartoe de soort behoort. In de volgende kolommen staat het aantal monsters waarin de soort is aangetroffen (in vet als het een kenmerkende soort is (telt speciaal mee voor de EKR-berekening) of cursief onderstreept als het een karakteristieke soort betreft (telt niet speciaal mee in de EKR-berekening)).

In totaal zijn er, vanaf de start van dit project in 2014, 77 k-soorten aangetroffen, bestaande uit 3 soorten eendagsvliegen, 12 soorten kokerjuffers, 52 dansmuggen en 10 overige. Van de 77 k-soorten zijn er 68 op bomen gevonden. Belangrijker voor de pilot “Rivierhout” is het feit dat er maar liefst 32 k-soorten alleen op de bomen zijn aangetroffen. Op de waterplanten is slechts 1 unieke soort verzameld en van de stenen maar 2. In de bodemmonsters zijn tot nu toe 6 unieke soorten aangetroffen.

Ten opzichte van de monitoring 2014-2015 (Klink, 2016a) is het aantal k-soorten op de bomen gestegen van 52 naar 68, op waterplanten waren het er 7 en nu 10. Op de stenen is het aantal k-soorten gestegen van 14 naar 29 en op de bodem van 23 naar 28.

Het aantal k-soorten dat slechts op één locatie is aangetroffen, is het hoogst in de Nederrijn bij Wageningen (16), gevolgd door de vistrap (10). In kribvak en strang bij Everdingen zijn respectievelijk 3 en 1 k-soorten alleen daar waargenomen. In de nevengeul bij Aersoltweerde zijn 6 unieke k-soorten aangetroffen.

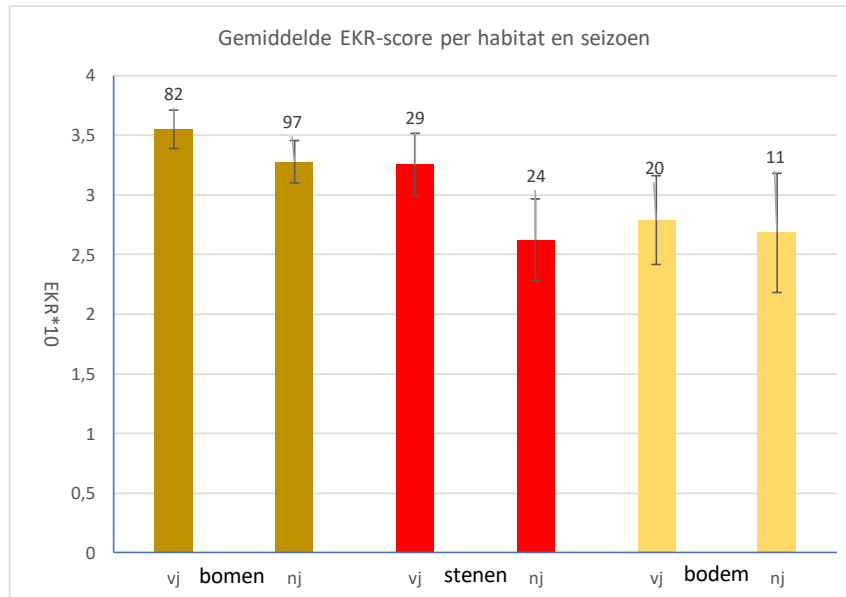
Het meest opvallend is dat het grote aantal unieke k-soorten op de bomen in Wageningen en die in de vistrap, soorten zijn van sneller stromend water. Meer benedenstrooms, in de nevenwateren bij Everdingen en Aersoltweerde stroomt het water alleen tijdens hoge afvoeren.

### 3.4.4. Kenmerkende en karakteristieke soorten per seizoen

In bijlage 2 staat de tabel met de basisgegevens.

Van de 77-k soorten zijn er 35 uitsluitend in het voorjaar verzameld, tegen 10 alleen in het najaar. In beide perioden is hetzelfde aantal monsters (voorjaar 134 en najaar 135) verzameld.

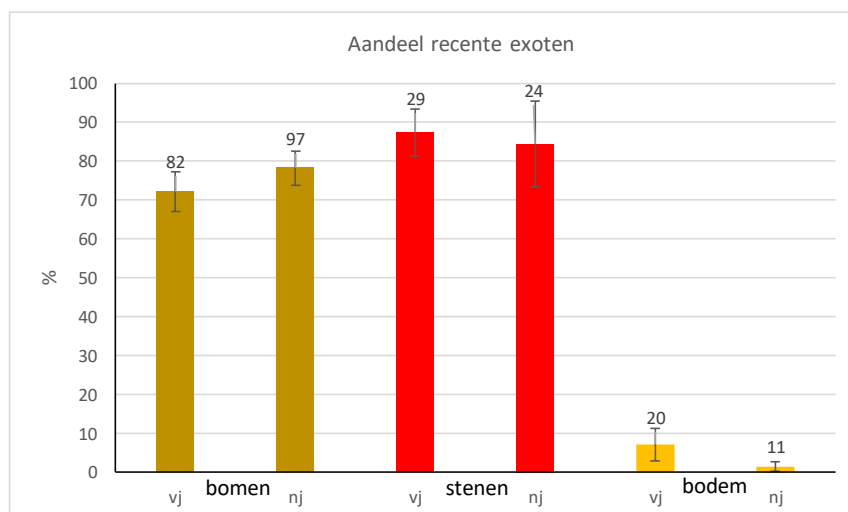
In figuur 11 is gekeken wat de invloed is van het seizoen op de EKR-score.



Figuur 11. EKR-score per habitat en per seizoen (vj = voorjaar en nj = najaar). De getallen boven de kolommen is het aantal monsters en de foutbalken zijn het 95% betrouwbaarheidsinterval.

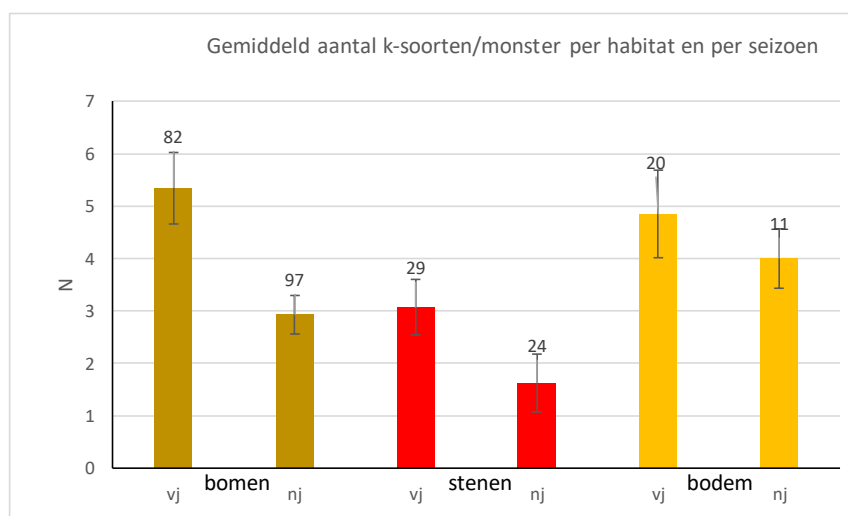
De EKR-score in de drie verschillende habitats is in het voorjaar hoger dan in het najaar, maar het verschil is alleen significant voor de stenen.

In figuur 12 is te zien dat het aandeel exoten op de bodem spectaculair minder is dan op de bomen en de stenen.



Figuur 12. Aandeel recente exoten per habitat en per seizoen.

Voor het aandeel exoten lijkt het seizoen weinig bepalend. Het toch al geringe aandeel in de bodemmonsters is in het voorjaar wel significant hoger dan in het najaar.



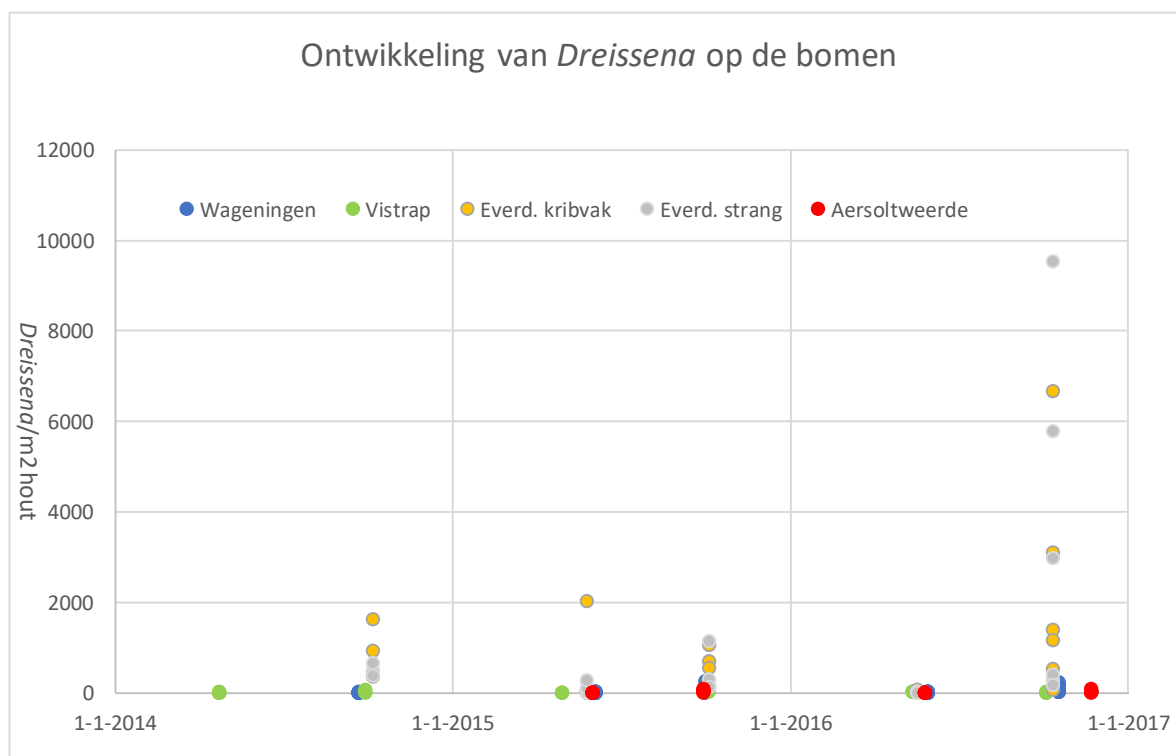
Figuur 13. Gemiddeld aantal k-soorten per habitat en per seizoen

In tabel 2 zagen we dat het aantal k-soorten in de voorjaarsmonsters bij de bomen en de stenen hoger is dan in het najaar. Dit verschil is ook significant. Daarnaast is ook te zien dat het aantal k-soorten zowel in het voorjaar als in het najaar lager is op de stenen dan op de bomen en op de bodem in dezelfde periode.

### 3.5. Ontwikkeling van de *Dreissena* populatie op de bomen

Op basis van de resultaten van het eerste onderzoeksjaar van dit project (Klink, 2014) werd geconstateerd dat *Dreissena* mosselbanken (Driehoeks- en Quaggamosselen) op stenen een ernstige bedreiging kunnen vormen voor de biodiversiteit en daarmee ook voor de EKR-score. De voornaamste reden hiervoor is dat de mosselbanken enorme populaties van Kaspische slijkgarnalen (*Chelicorophium*) en vlokreeften (*Dikerogammarus*) faciliteren, die vestiging van de inheemse fauna onmogelijk maakt. Dit probleem is ook gesignaleerd in de Maas bij de Franse grens waar Marescaux et al. (2016) *Dreissena* ook verantwoordelijk houden voor de massale ontwikkeling van Kaspische slijkgarnalen en vlokreeften. De inheemse eendagsvliegen, kokerjuffers en waterkevers worden hierdoor verdreven van hun natuurlijke habitats.

In figuur 14 is de populatieontwikkeling van *Dreissena* te zien op de bomen in het huidige onderzoek.



Figuur 14. Ontwikkeling van de *Dreissena*-populatie op de bomen.

In figuur 14 zijn de dichtheden van de mosselen uitgezet tegen het tijdstip van bemonstering.

Hierbij valt op dat de najaarsmonsters hogere dichtheden aanwezig zijn van in de voorjaarsmonsters. Tevens is te zien dat vooral het kribvak en de strang bij Everdingen favoriet zijn bij de mosselen. Dichtheden lopen op tot bijna 10.000/m<sup>2</sup> in de strang bij Everdingen.

De eerste mosselen worden gevonden op 24 april 2014 op de boom in de vistrap in 1 van de 8 monsters (12,5%). In het najaar van 2014 treedt ook vestiging op, op de overige locaties, die dan voor de eerste maal worden bemonsterd. 52% van de monsters bevat dan mosselen. In het voorjaar van 2015 daalt het dit percentage naar 30%, om in het najaar te stijgen naar 94%. In het voorjaar 2016 is 43% van de monsters gekoloniseerd en in het najaar is dit 93%. De gemiddelde kolonisatiegraad van de voorjaarsmonsters bedraagt 34% en is significant (<1%)

lager dan de 85% van de najaarsmonsters. De grote fluctuaties in de populatie geven aan dat de aanwas tussen de voor- en najaarsmonsters tot nu toe te niet wordt gedaan in de periode tussen de najaars- en voorjaarsmonsters. Om wat meer te weten te komen over de leeftijdsopbouw van de mosselen, zijn ze in de najaarsmonsters van 2016 in lengteklassen verdeeld. Gemiddeld 96% van de mosselen had een lengte  $\leq 10$  mm en is waarschijnlijk geboren in 2016. De overige 4% had een lengte 10 – 20 mm en is waarschijnlijk in 2015 geboren (Smit, 1995). Ter vergelijking is in deze periode op de stenen 67% in 2016 geboren, 31% in 2015 en 2% in 2014. Gezien het feit dat de mosselen nog klein zijn, is er ook bij dichtheden van 10.000/m<sup>2</sup> geen sprake van mosselbanken die de vestiging en ontwikkeling van Kaspische exoten faciliteren. Het wordt de komende jaren vooral bij Everdingen spannend of de hoge dichtheden van najaar 2016 weer teruggezet zijn in het voorjaar van 2017.

## 4. Discussie

### 4.1. Kolonisatie van de bomen door drift

Aangezien de meeste soorten macrofauna één of meerdere generaties per jaar hebben, is kolonisatie voor deze groep een continue proces van pionieren. Dit geldt zowel voor de volledig aquatische soorten (niet insecten) als de insecten die uitvliegen en ergens hun eitjes afzetten. Op basis van het driftonderzoek van van Riel (2007) en onderzoek tijdens afvoerpiekjes (Klink, 2016c), hebben we kunnen vaststellen dat er dagelijks ca. 60 miljoen individuen bij Lobith Nederland binnen driften. Volgens een conservatieve schatting zitten hierbij 0,6 miljoen individuen van k-soorten, die bij een toenemend aantal bomen in de rivieren, hun kans zien groeien om zich op een boom te vestigen, die met zijn takken de macrofauna uit het stromende water kan filteren. Het onderzoek van van Riel (2007) toont niet alleen aan dat drift vooral 's nachts plaatsvindt, maar ook dat het een proces is dat momentaan plaatsvindt. De kale stenen die in korven werden neergelaten zaten na 8 uur al vol met macrofauna, met dichtheden van 600 (vroege voorjaar) tot 1200 ind/m<sup>2</sup> in de zomer.

Het is van groot belang om deze kennis te delen met de stroomopwaarts gelegen EU-lidstaten, opdat zij ook voortvarend bomen in hun Rijn (en Maas) gaan verankeren en zo de k-soorten helpen een gezonde populatie op te bouwen.

### 4.2. EKR-score, kenmerkende en karakteristieke soorten

Vergelijking van het huidige onderzoek met de MWTL geeft aan dat er in de bodemmonsters van de MWTL een lager aandeel karakteristieke soorten is aangetroffen en dat het aandeel exoten op de stenen in het huidige onderzoek hoger is. Een oorzaak hiervoor is niet gevonden. Wel is in beide onderzoeken met andere apparaten bemonsterd.

De bomen in het kribvak en de strang bij Everdingen en in de vistrap bij Maurik hebben voor de macrofauna een significant hogere EKR-score dan die op de stenen. In het zomerbed bij Wageningen en de nevengeul bij Aersoltweerde zijn de EKR-scores op bomen en stenen niet verschillend.

Uit de vergelijking van het aantal kenmerkende en karakteristieke soorten per locatie, blijkt duidelijk dat de meeste van deze soorten zijn aangetroffen op de bomen in Wageningen en op die in de vistrap. Dit zijn vooral soorten die gebonden zijn aan sneller stromend water. Meer benedenstrooms, in de nevenwateren bij Everdingen en Aersoltweerde stroomt het water alleen tijdens hoge afvoeren. Voor bomen in de niet gestuwde en snel stromende riviertrajecten als Bovenrijn, Waal en Grensmaas is de potentie voor de macrofauna daardoor wellicht nog hoger.

### 4.3. Licht, stroming en ondiep water

De combinatie van veel licht, stroming en ondiep water is een zeldzaam fenomeen in de huidige grote rivieren. Vanaf de eerste normalisatie in de eerste helft van de 19<sup>e</sup> eeuw is alles in het



werk gesteld om hoge afvoeren en ijsgang zo snel mogelijk af te voeren. Dit in combinatie met voldoende diepgang voor de toenemende scheepvaart. De rivieren zijn voorzien van stenen kribben en het zomerbed is versmald. Hierdoor houdt de rivier zich op diepte en zijn ondiepe delen alleen in de oeverzone te vinden. Door de zuiging van de schepen is de dynamiek daar vaak zo hoog dat licht-minnende organismen zich daar niet kunnen vestigen.

Uit dit onderzoek komt naar voren dat op bomen, waar veel licht op valt, een eigen faunagemeenschap van grazers tot ontwikkeling komt. Deze gemeenschap levert een directe bijdrage aan de biodiversiteit in de rivier. De bomen bij Aersoltweerde vormen hierop een uitzondering. Bij normale waterstanden ligt alleen de onderkant van de boom onder water. Hier dringt weinig licht door en komen algen en de hierop grazende macrofauna moeizaam tot ontwikkeling.

Momenteel is de bijdrage van de grazende macrofauna aan de EKR-score nog gering, omdat het alleen dansmuglarven betreft. Bij een toenemend oppervlak met veel licht, stijgen ook de mogelijkheden voor de eendagsvliegen, waarvan er veel grazen. Vestiging van soorten uit deze groep is een cruciale component voor een hogere EKR-score.



Foto 5. Boom in de vistrap van Maurik najaar 2015.

Het beeld van een ondiepe rivier met dode bomen, helder water en stroomversnellingen, is het beeld van de buitenlandse rivieren die door Klink (2016a) zijn doorgerekend als referentie en waarbij de EKR-score ruim voldoende was (0,74).



Foto 6. Referentiebeeld van een natuurlijke rivier, onbevaarbaar, ondiep met dode bomen en helder water (Loire Orléans)

## 4.4. Periode van bemonstering

In bijlage 2 staat een overzichtstabel van de kenmerkende en karakteristieke soorten per seizoen.

Het belangrijkste aspect dat tijdens dit onderzoek naar voren is gekomen is dat op het hout en de stenen in het voorjaar veel meer kenmerkende en karakteristieke soorten verzameld zijn dan in het najaar. Mogelijke oorzaken zijn:

- De betreffende soorten hebben maar één generatie per jaar, die uitvliegt in mei-juni en waarvan de larven pas in het daarop volgende voorjaar weer zo groot zijn dat ze gevangen worden in een net met 0,5 mm maaswijdte.
- De betreffende soorten hebben in optimale omstandigheden meer generaties per jaar, maar zijn te kritisch om in de Rijntakken de warme periode (lager zuurstofgehalte) met lage afvoeren (verontreiniging wordt geconcentreerd) te overleven.

Momenteel wordt de MWTL monitoring standaard uitgevoerd in het najaar omdat dan de kans groot is dat de waterstand laag is. Voor het verzamelen van ecologisch relevante informatie, is dit juist de minst geschikte periode.

## 4.5. Ontwikkeling van de populatie *Dreissena*

Gevreesd wordt dat *Dreissena* niet alleen op stenen, maar ook op de bomen mosselbanken gaat vormen die kunnen leiden tot een explosieve ontwikkeling van Kaspische exoten. 2,5 jaar na het plaatsen van de meeste bomen van dit onderzoek, blijkt deze vrees nog ongegrond. Dit komt omdat de jaarlijkse aanwas tussen voor- en najaarsbemonstering in de daarop volgende periode weer te niet wordt gedaan. De komende jaren zal blijken of de massale vestiging van

jonge mosselen bij Everdingen in strang en kribvak in najaar 2016 ook weer teruggezet zullen zijn in voorjaar 2017.

## 4.6. Ontwikkeling van de overige exoten

Het aandeel exoten in de monsters op het vaste substraat is enorm en alleen in Aersoltweerde hebben de inheemse soorten nog de overhand. Op de stenen is het gemiddeld aandeel exoten nog hoger (90%) dan op de bomen (75%).

## 5. Conclusies na 2,5 jaar onderzoek

- Dat de huidige EKR-score zoveel lager is dan die rond 1700 is het gevolg van een afnemende biodiversiteit, waarbij vooral de eendagsvliegen, kokerjuffers en waterkevers zijn gedecimeerd.
- Vergelijking van het huidige onderzoek met de MWTL geeft aan dat er in de bodemonsters van de MWTL een lager aandeel karakteristieke soorten is aangetroffen en dat het aandeel exoten op de stenen in het huidige onderzoek hoger is. Een oorzaak hiervoor is niet gevonden. Wel is in beide onderzoeken met andere apparaten bemonsterd.
- De EKR-score in de vistrap bij Maurik is significant hoger dan op de andere locaties. Het permanent snel stromende water trekt veel stroom minnende soorten aan die elders ontbreken. Ook het heldere ondiepe water leidt tot een uitbundige ontwikkeling van een grazende faunagemeenschap op de bomen die begroeid zijn met draadalgen.
- De bomen in het kribvak en de strang bij Everdingen en in de vistrap bij Maurik hebben voor de macrofauna een significant hogere EKR-score dan die op de stenen. In het zomerbed bij Wageningen en de nevengeul bij Aersoltweerde zijn de EKR-scores op bomen en stenen niet verschillend.
- Het aandeel exoten op het vaste substraat is enorm. Op de stenen bedraagt dit aandeel 90% en op de bomen 75%.
- Het ecologische rendement van de bomen ligt, vooral in de vestiging van kenmerkende en karakteristieke soorten dansmuglarven, waarvan zich tot nu toe 68 soorten op de bomen hebben gevestigd, veel meer dan op stenen (2 soorten). Een extra toename van de biodiversiteit kan worden bereikt door de bomen ondiep te verankeren. Hierdoor komt een gemeenschap van grazende dansmuglarven tot ontwikkeling. Voor een hogere EKR-score is het belangrijk dat deze habitat ook geschikt is voor veel soorten grazende eendagsvliegen.
- Verreweg de meeste kenmerkende en karakteristieke soorten van sneller stromend water hebben zich gevestigd op de bomen bij Wageningen en in de vistrap bij Maurik. Dit geeft aan dat de potentie van de bomen voor de macrofauna in niet gestuwde riviertrajecten (Bovenrijn, Waal en Grensmaas) mogelijk hoger is.
- Het vergelijken van de ontwikkeling van de macrofauna in de tijd aan de hand van de kengetallen, levert voor geen enkele locatie een duidelijke trend op over de afgelopen 2,5 jaar.
- De populatieontwikkeling van Driehoeks- en Quaggamosselen (*Dreissena*) in de afgelopen 2,5 jaar is gekenmerkt door een aanwas tussen de voor- en najaarsbemonstering, waarna de populatie in de daaropvolgende periode weer wordt gedecimeerd. Als dit patroon doorbroken wordt en er ontstaan mosselbanken op de bomen, dan leidt dit tot een explosieve populatiegroei van Kaspische kreeftachtigen, met negatieve gevolgen voor de EKR-score.
- De tijdens dit onderzoek gebruikte air-lift (onderwater zuiger) blijkt niet significant andere kengetallen op te leveren dan wanneer takken worden afgezaagd. Hiermee heeft de air-lift twee belangrijke voordelen boven het afzagen van delen van de boom:
  - Stam en broekstuk zijn onder water niet af te zagen, maar goed met de air-lift te bemonsteren
  - Alles wat afgezaagd wordt verdwijnt als substraat en de air-lift is niet destructief

- Zowel in 2015 als in 2016 is de kokerjuffer *Brachycentrus subnubilus* in de Nederrijn bij Wageningen aangetroffen. Een paar eeuwen terug een zeer algemene soort, maar de afgelopen 150 jaar nooit levend in of langs de grote rivieren verzameld (Albarda, 1889; Higler, 2008). Een andere “nieuwkomer” is de hout-etende dansmuglarve *Stenochironomus* (foto voorblad) die nu ook voor het eerst sinds lange tijd weer in de rivier (Everdingen kribvak) is aangetroffen. Op bijna alle locaties (vistrap uitgezonderd) heeft zich in het najaar van 2016 de Kaspische aasgarnaal *Katamysis warpachowskyi* gemeld als nieuwe exoot voor Nederland.
- In het voorjaar worden veel meer kenmerkende en karakteristieke soorten gevonden dan in het najaar. Om die reden wordt voorgesteld om de MWTL-bemonstering niet meer in het najaar, maar in het voorjaar uit te voeren.

Het aandeel exoten in de monsters op het vaste substraat is enorm en alleen in Aersoltweerde hebben de inheemse soorten nog de overhand. Op de stenen is het gemiddeld aandeel exoten nog hoger dan op de bomen, maar een significant verschil is alleen bij Wageningen en in de vistrap vastgesteld.

## 6. Aanbevelingen voor verder onderzoek

- Om nog enig zicht te houden om de KRW doelstellingen te halen in 2027, zal de proef in hoog tempo opgeschaald moeten worden naar de vrij afstromende delen van de Nederlandse Rijntakken. Ook zou haast gemaakt moeten worden om met de Duitse partners overeenstemming te bereiken om, in navolging van de Elbe ook in de Duitse Rijn bomen te verankeren.
- Van twee soorten kokerjuffers zijn in het voorjaar veel minder vangsten gedaan dan in het najaar (*Ecnomus tenellus* en *Lype phaeopa*, zie tabel 2). Hierdoor is er twijfel ontstaan of deze en andere kenmerkende soorten in de periode mei/juni niet meer te vangen zijn als larve omdat ze zijn uitgevlogen. Een bemonstering in april zou hierover meer duidelijkheid kunnen verschaffen.



## 7. Literatuur

- Albarda, H., 1889 Catalogue raisonné et synonymique des Neuropteres observés dans les Pays-Bas et dans les Pays limitrophes Tijdschr. Ent. 32: 211-375
- Bijkerk, R., (ed.), 2010 Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren STOWA rapport 2010-28
- Duijts, O.W.M., 2006 Analyse macrofaunamonsters Everdingen en Steenwaard, voorjaar 2006. Rapport Koeman en Bijkerk 2006-100: 18 pp.
- Higler, L.W.G., 2008 Verspreidingsatlas Nederlandse kokerjuffers (Trichoptera) EIS Nederland 248 pp.
- Klink, A., 1989 The Lower Rhine. Palaeoecological analysis. In: Historical change of large alluvial rivers: western Europe in: G.E. Petts (ed.), John Wiley & Sons Ltd. 183-201
- Klink, A., 2014 KRW-proef: bomen in de Nederrijn-Lek. Evaluatie van het eerste onderzoeksjaar 2014 Rapp. Med. HAK138: 62 pp.
- Klink, A., 2016a KRW-proef: Bomen in de Nederrijn-Lek en IJssel. Evaluatie 2014-2015 Rapp. Med. HAK 139: 62 pp.
- Klink, A., 2016b. Drift van macrofauna in de Rijn Rapp. Med. HAK 142: 12 pp.
- Klink, A., 2016c Macrofauna op bakenbomen in de bedijkte Maas (een tussenstand na 9-10 jaar) Rapp. Med. HAK 141: 28 pp.
- Liefveld, W., 2016 Bomen in de Lek. Het proces van een pilot project Conceptrapport Bureau Waardenburg
- Marescaux, J., et al., 2016 Benthic macro-invertebrate fauna associated with Dreissena mussels in the Meuse River: from incapacitating relationships to facilitation Aquat. Ecol. 50: 15-28
- Molen, D. van der, Pot, R., 2007 Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de kaderrichtlijn water STOWA rapport 32: 375 pp.
- Moog O. 1995. Fauna Aquatica Austriaca - A Comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms with Ecological Notes. Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Wasserwirtschaftskataster Vienna
- Naber, A., 2005 Monsterneming van macrofauna op hard substraat. RWS Voorschrift 913.00.B002 11 pp.
- Rijkswaterstaat, 2013 Waterverdelings- en verziltingsvraagstukken in het hoofdwatersysteem in West- en Midden-Nederland Rapport Hydrologic 55 pp + Bijl.
- Schöll, F., (ed.) 2015 Het makrozoöbenthos van de Rijn in 2012 ISBN-Nr.: 3-941994-89-1: 55 pp.
- Smit, H., 1995 Macrozoobenthos in the enclosed Rhine-Meuse Delta. Acad. Proefschrift KU Nijmegen 192 pp.

# Bijlage 1

## Figuren van kengetallen

### Toelichting op de figuren

Bij het vergelijken van gemiddelden is een standaardprocedure om een toets uit te voeren om te zien of de gemiddelden significant verschillen. In het huidige onderzoek is de t-toets, ongepaard met ongelijke variantie de voor de hand liggende toets. Nadeel is dat het aangeven van significante verschillen in grafieken op deze manier omslachtig wordt. Daarom is er hier voor gekozen om deze verschillen tot uitdrukking te brengen via het betrouwbaarheidsinterval (bbhi), waarbij in één oogopslag te zien is waar de verschillen significant zijn. In beide gevallen (t-toets en bbhi) wordt de significantie berekend uit de standaardfout van het steekproefgemiddelde en de steekproefomvang, zodat beide uitkomsten overeen zouden moeten komen. Aan de hand van de gegevens van figuur 5 zijn beide methoden met elkaar vergeleken en zijn de uitkomsten tussen de steekproefgemiddelden in alle 33 mogelijke combinaties inderdaad gelijk qua significantie.

In iedere grafiek staan op de X-as de 5 kengetallen, waarbij de EKR-score vermenigvuldigd ( $EKR \cdot 10$ ) is met 10 en het aandeel exoten gedeeld is door 10 ( $Exoten/10$ ). De overige kengetallen zijn weergegeven in de oorspronkelijke schaal. Voor EPT is dat het aantal families EPT. Voor Kenmerkend en Karakteristiek is dit het percentage van het aantal individuen ten opzichte van het totaal aantal in het monster.

De schaalstreepjes geven het 95% betrouwbaarheidsinterval aan. Als de intervallen elkaar nergens overlappen, dan is het verschil significant tussen de waarden die met elkaar worden vergeleken. Dit houdt in dat de kans  $< 5\%$  is dat dit verschil op toeval berust.

Boven de kolommen van de EPT, Kenmerkend, Karakteristiek en Exoten/10 staat een getal dat aangeeft wat het gemiddelde aantal soorten is in die verzameling monsters.

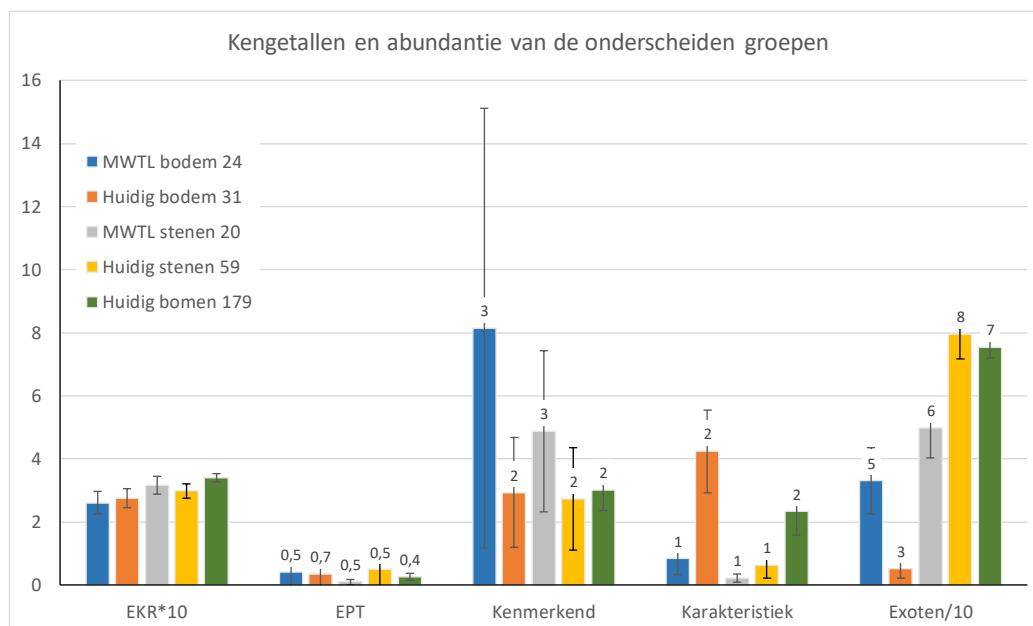
In de legenda, staat tussen haakjes, het aantal monsters waarop de grafiek is gebaseerd.

Als in de tekst sprake is van hoger, lager etc, dan betekent dat significant hoger of lager.



## 3.2. Vergelijking van de verschillende habitats per locatie, vergelijking van dezelfde habitats op verschillende locaties en ontwikkeling in de tijd

### 3.2.1. Vergelijking van de belangrijkste habitats van de MWTL en het huidige onderzoek

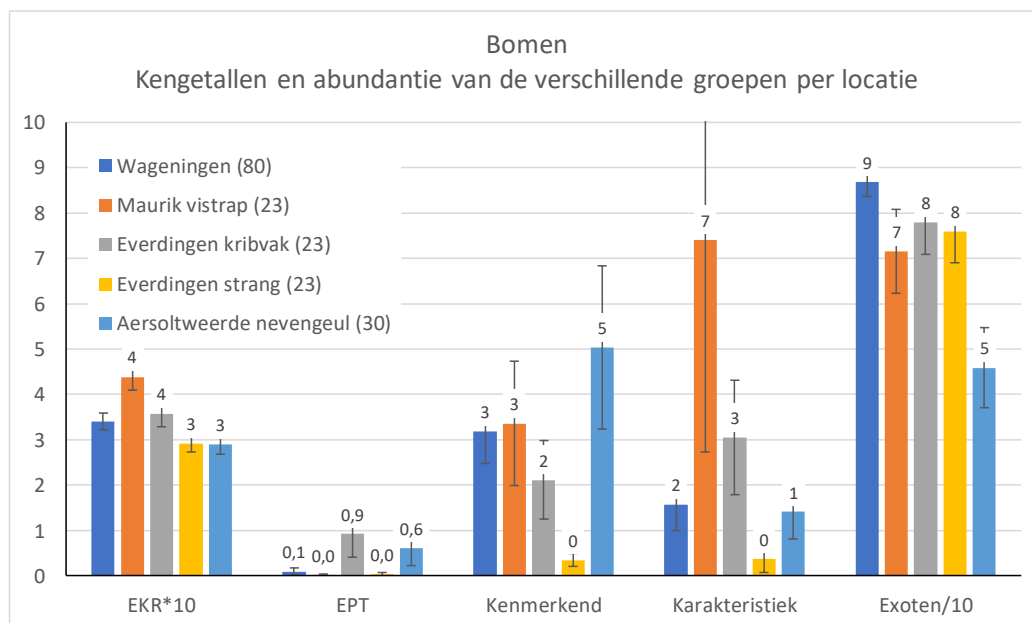


Figuur 3.2.1. Kengetallen en abundantie van de onderscheiden groepen in de MWTL en huidige dataset

Karakteristieke soorten van de bodem hebben in het huidige onderzoek (2014 – 2016) een hoger aandeel dan bij die van de MWTL (2014 – 2015). Het aandeel exoten op de stenen in het huidige onderzoek (2014 – 2016) is significant hoger dan op de MWTL stenen (2014 – 2015).

### 3.2.3. Vergelijking van de habitats op de verschillende locaties

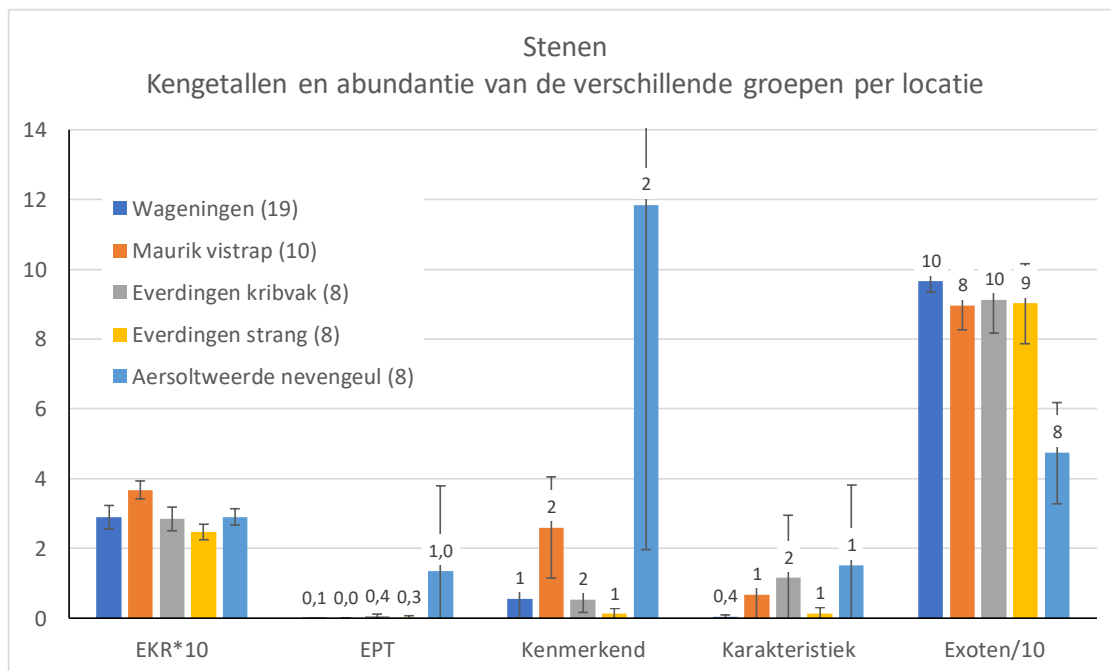
#### Bomen



Figuur 3.2.3.1. Kengetallen en abundantie van de onderscheiden groepen in de boommonsters van de huidige dataset

De EKR in de vistrap van Maurik is het hoogst en die in de strang bij Everdingen en de nevengeul bij Aersoltweerde het laagst. Het aandeel kenmerkende en karakteristieke soorten is het laagst in de strang van Everdingen. Het aandeel exoten is het hoogst in de Rijn bij Wageningen en het laagst bij Aersoltweerde.

## Stenen

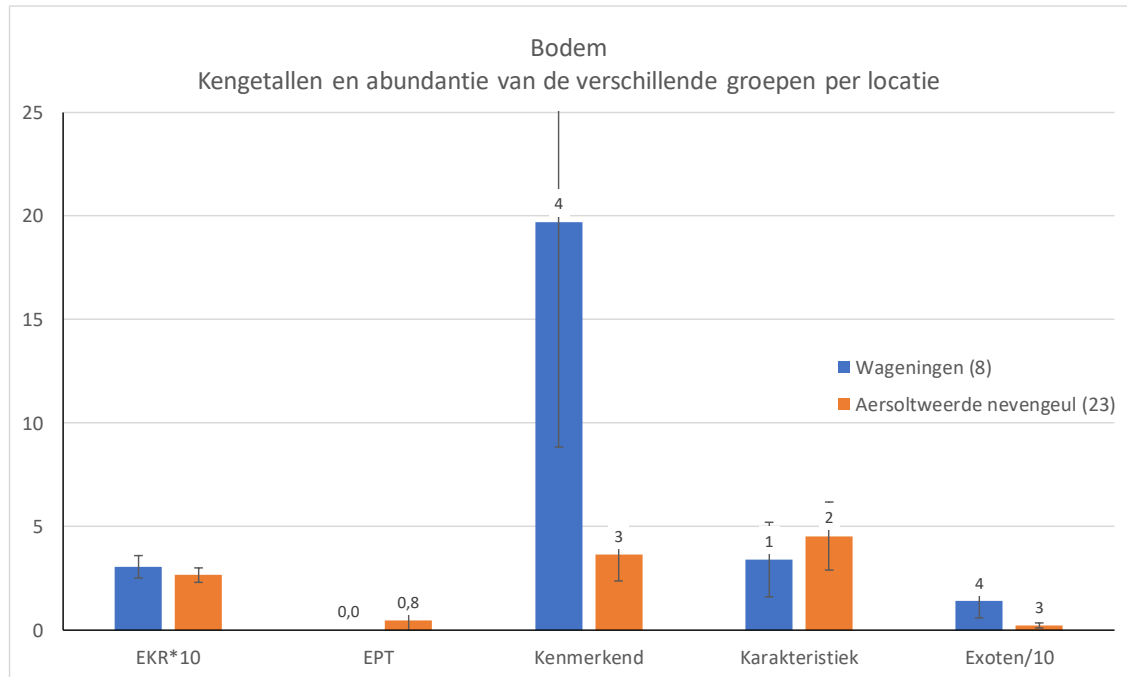


**Figuur 3.2.3.2. Kengetallen en abundantie van de onderscheiden groepen in de steenmonsters van het huidige onderzoek.**

De EKR in de vistrap van Maurik is het hoogst en die in de strang bij Everdingen en de nevengeul bij Aersoltweerde het laagst. Het aandeel kenmerkende en karakteristieke soorten is het laagst in de strang van Everdingen. Het aandeel exoten is het hoogst in de Rijn bij Wageningen en het laagst bij Aersoltweerde.

## Bodem

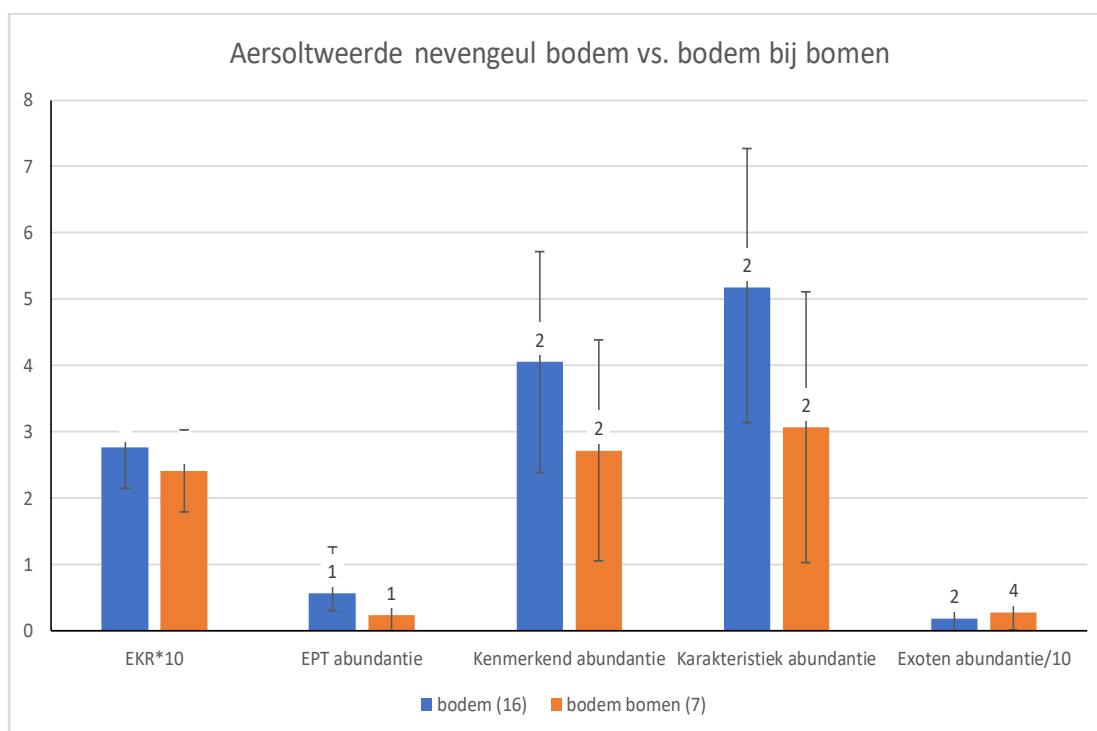
Alleen bij Wageningen en Aersoltweerde zijn bodemmonsters genomen.



Figuur 3.2.3.3. Kengetallen en abundantie van de onderscheiden groepen in de bodemmonsters van het huidige onderzoek.

Het aandeel kenmerkende soorten en exoten is in Wageningen hoger.

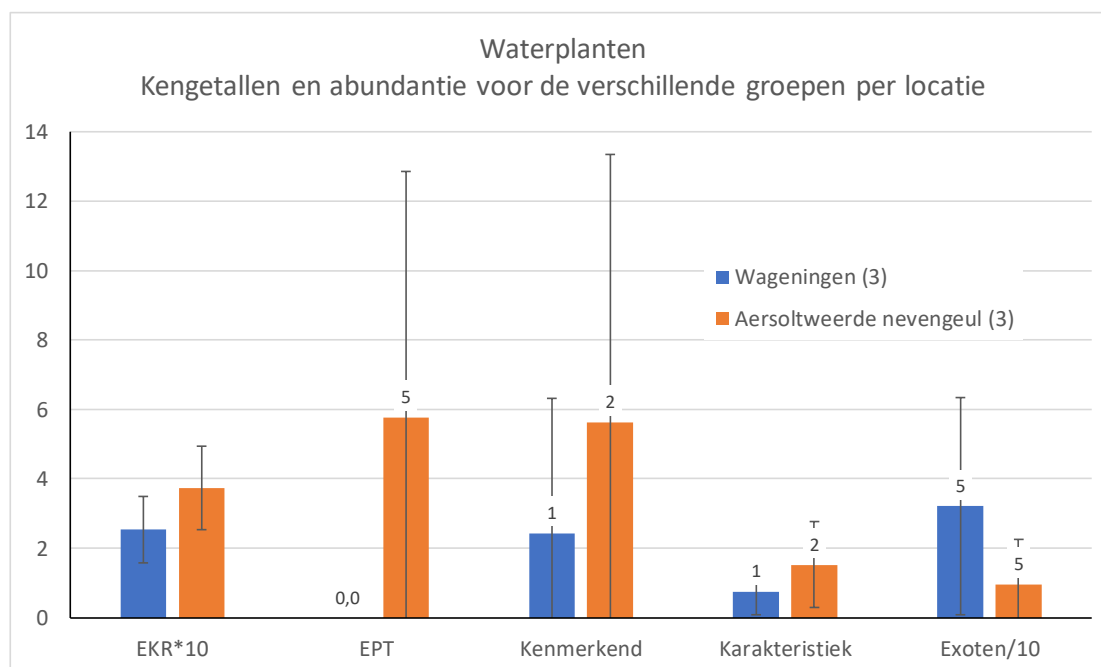
Bij Aeresoltweerde zijn apart bodemmonsters verzameld vlak bij de bomen en op grotere afstand daarvan om te zien of de hydraulische effecten rond de bomen leidden tot afwijkende kengetallen.



Figuur 3.2.3.4. Kengetallen en abundantie van de onderscheiden groepen in de bodemmonsters van Aersoltweerde nabij de bomen (bodem bomen) en verder er vanaf (bodem)

Tussen de onderscheiden bodems zijn geen verschillen waargenomen in de kengetallen.

### Waterplanten



Figuur 3.2.3.5. Kengetallen en abundantie van de onderscheiden groepen in de vegetatiemonsters van de huidige dataset.

Van de 6 monsters waterplanten bij Wageningen (3) en Aeroltweerde (3) zijn er geen significante verschillen in de kengetallen aanwezig.

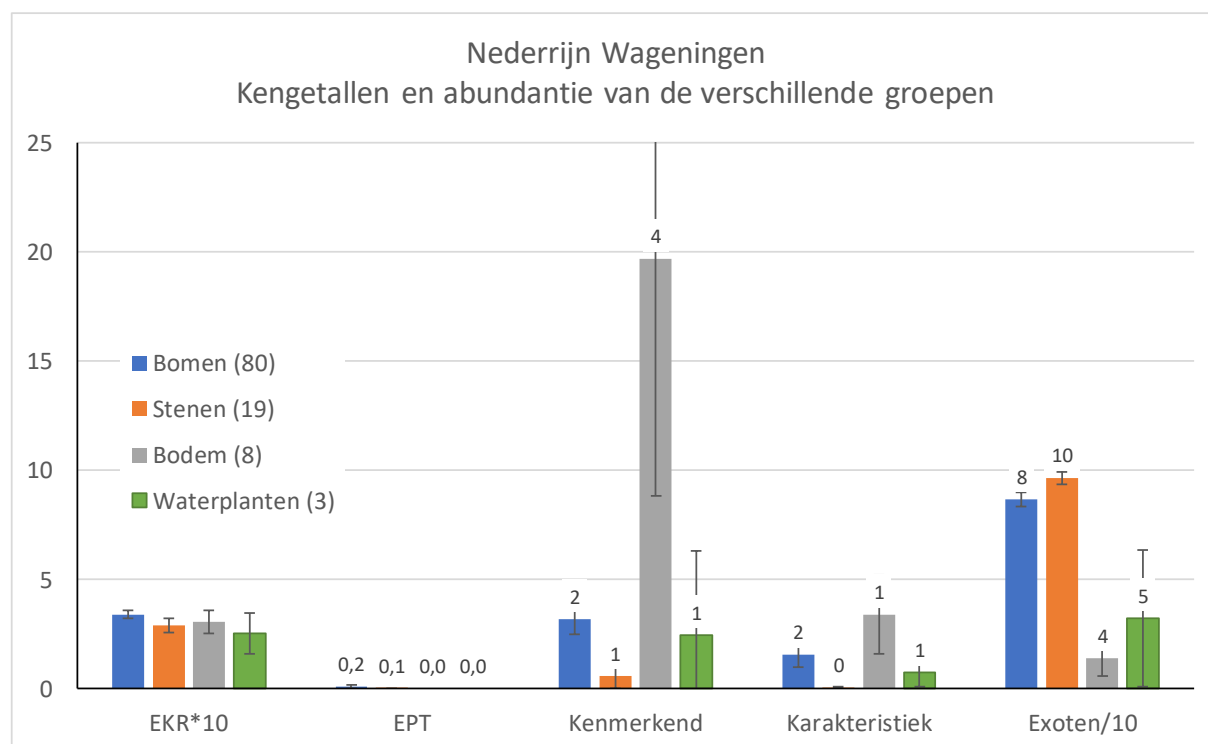
### 3.2.4. Vergelijking per locatie

In deze paragraaf worden de verschillende habitats per locatie met elkaar vergeleken aan de hand van de kengetallen

#### Nederrijn Wageningen

Het aandeel EPT soorten is vrijwel te verwaarlozen. Toch zijn er in een paar monsters van de bomen enkele opmerkelijke soorten aangetroffen. Hiertoe de eendagsvliegen *Caenis macrura* en *Ephoron virgo*, beide bodembewoners die duiden op aanzanding van de bomen. Verder zijn de kokerjuffers *Brachycentrus subnubilus* (2015 een 2016 enige vindplaats in de grote rivieren in Nederland) en *Hydropsyche bulgaromanorum* en *H. contubernalis* (sterk bedreigd in de Niederrhein (Schöll, 2012) en in de Nederlandse Rijntakken). Op stam en/of broekstuk verzameld. Op de stenen is alleen de kokerjuffer *Ecnomus tenellus* gevonden en zowel op de bodem als op de waterplanten zijn geen EPT soorten waargenomen.

Het aandeel kenmerkende soorten is vooral erg hoog op de bodem. Dit wordt veroorzaakt door een groot aandeel van de dansmuglarven *Chironomus acutiventris*, *C. nudiventris*, *Paratanytarsus dissimilis* en *Polypedilum scalaenum*. Op de bomen neemt *Brillia longifurca*, als hout-eter, een bescheiden plaats in. In bepaalde periodes worden er veel bodembewoners aangetroffen op de bomen. Kenmerkende soorten van de stenen en waterplanten zijn vooral de dansmuglarven *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris*.



Figuur 3.2.4.1. Kengetallen en abundanties van de onderscheiden groepen in de Nederrijn bij Wageningen

Het aandeel kenmerkende soorten is het hoogst op de bodem en op de stenen is het aandeel exoten hoger dan op de bomen.

De EKR score is het hoogst (0,34) voor de bomen, maar de onderlinge verschillen zijn niet significant.

Het aandeel EPT soorten is vrijwel te verwaarlozen. Toch zijn er in een paar monsters van de bomen enkele opmerkelijke soorten aangetroffen. Hiertoe de eendagsvliegen *Caenis macrura* en *Ephoron virgo*, beide bodembewoners die duiden op aanzanding van de bomen. Verder zijn de kokerjuffers *Brachycentrus subnubilus* (2015 een 2016 enige vindplaats in de grote rivieren in Nederland) en *Hydropsyche bulgaromanorum* en *H. contubernalis* (sterk bedreigd in de Niederrhein (Schöll, 2012) en in de Nederlandse Rijntakken). Op stam en/of broekstuk verzameld. Op de stenen is alleen de kokerjuffer *Ecnomus tenellus* gevonden en zowel op de bodem als op de waterplanten zijn geen EPT soorten waargenomen.

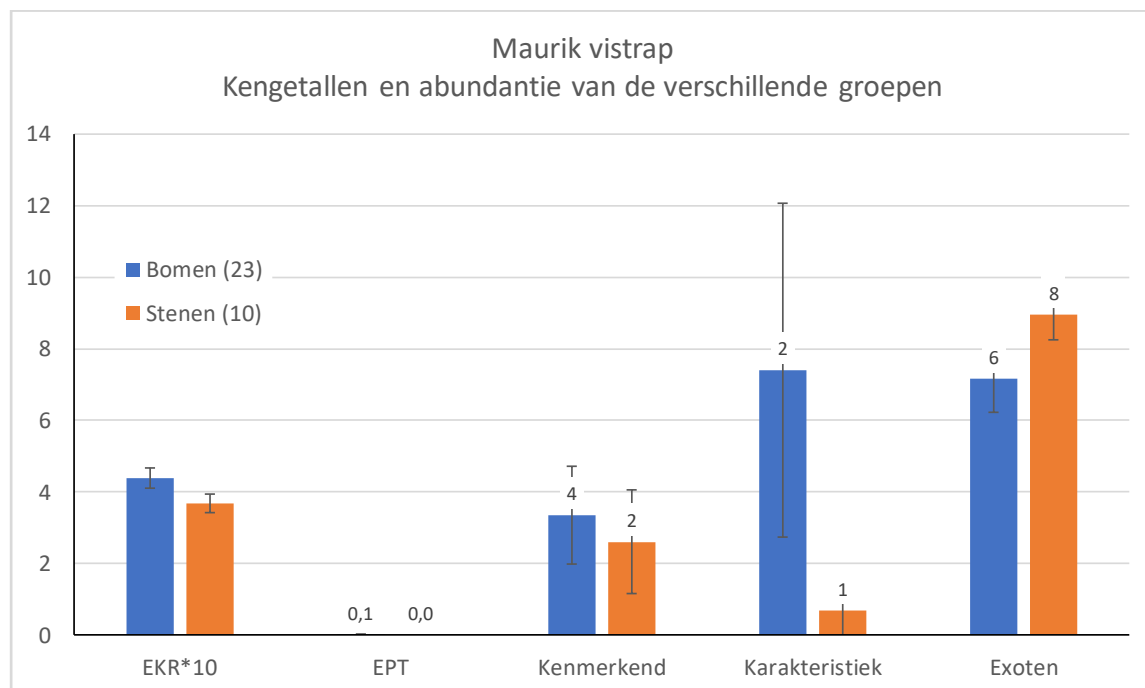
Het aandeel kenmerkende soorten is vooral erg hoog op de bodem. Dit wordt veroorzaakt door een groot aandeel van de dansmuglarven *Chironomus acutiventris*, *C. nudiventris*, *Paratanytarsus dissimilis* en *Polypedilum scalaenum* en agg. Op de bomen neemt *Brillia longifurca*, als hout-eter, een bescheiden plaats in. In bepaalde periodes worden er veel bodembewoners aangetroffen op de bomen. Kenmerkende soorten van de stenen en waterplanten zijn vooral de dansmuglarven *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris*.

Het aandeel karakteristieke soorten is laag en slecht ruim 3% op de bodem en beduidend lager in de andere habitats. Deze soorten zijn alle dansmuglarven.

Het aandeel exoten bedraagt op de stenen gemiddeld 96,5% en is significant hoger dan op de bomen (87%). De exoten op de bodem en vegetatie bereiken een aandeel van resp. 14 en 23%. Op de vaste substraten zijn gemiddeld 8 (hout) en 10 (stenen) soorten exoten aangetroffen. Op de bodem en de waterplanten zijn resp. 4 en 5 soorten exoten verzameld.

## Vistrap Maurik

In de vistrap van Maurik zijn alleen de bomen en stenen onderzocht. Waterplanten zijn niet waargenomen en de bodem is geplaveid met stenen.



Figuur 3.2.4.2. Kengetallen en abundanties van de onderscheiden groepen in de vistrap bij Maurik

De EKR-score en het aandeel karakteristieke soorten is het hoogst op de bomen, terwijl het aandeel exoten hoger is op de stenen.

EPT soorten zijn de kokerjuffers *Hydropsyche bulgaromanorum* en *Tinodes waeneri*. Op de stenen zijn geen EPT soorten aangetroffen.

Kenmerkende soorten op de bomen zijn de dansmuglarven *Brillia bifida* en *B. longifurca*, *Cricotopus triannulatus*, *Paratanyarsus dissimilis* en *Paratrichocladus rufiventris*. De strikt aan sterk stromend water gebonden dansmuglarve *Cardiocladius fuscus*, en de kriebelmuglarve *Simulium erythrocephalum* zijn in resp. 10 en 9 monsters aangetroffen en alleen op de bomen in de vistrap. Op de stenen zijn slechts *Paratanyarsus dissimilis* en *Paratrichocladus rufiventris* kenmerkende soorten.

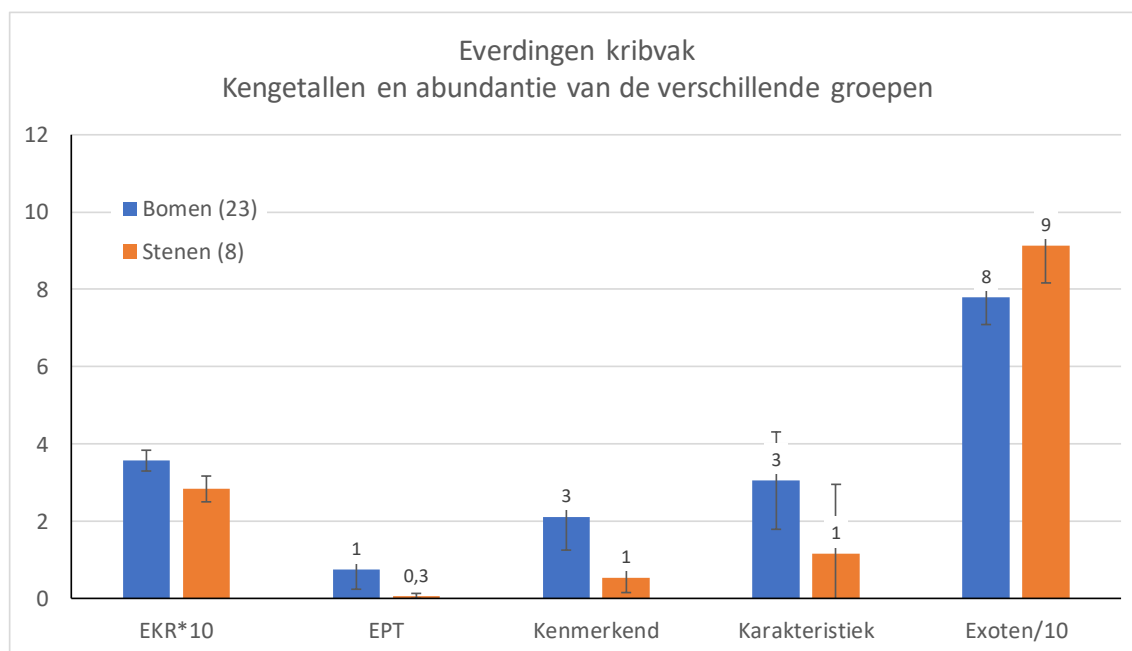
Karakteristieke soorten die veel zijn verzameld op de bomen, zijn de dansmuglarven *Orthocladus glabripennis* en *O. rubicundus*. De eerste soort is ook op stenen aangetroffen.

De aandeel exoten is met 72% op de bomen relatief laag in vergelijking met elders op bomen. Het aandeel exoten op de stenen bedraagt gemiddeld 90% is daarmee significant hoger dan op de bomen.



## Everdingen kribvak

In het kribvak bij Everdingen zijn alleen de bomen en stenen onderzocht.



Figuur 3.2.4.3. Kengetallen en abundanties van de onderscheiden groepen in het kribvak bij Everdingen

De EKR score op de bomen (0,36) is significant hoger dan die op de stenen (0,28).

EPT soorten zijn de kokerjuffers *Ecnomus tenellus* en *Lype phaeopa* beide op zowel de bomen als stenen aangetroffen, zij het in veel lagere aantallen op de stenen. De larven zijn vrijwel uitsluitend in verzameld in de najaarsmonsters. In totaal is bij het huidige onderzoek in 37 monsters *Ecnomus* aangetroffen, waarvan slechts 8 in het voorjaar. Bij *Lype* ligt de verhouding 17 om 2 monsters. Beide soorten vliegen uit vanaf mei (Higler, 2008) en deze generatie is blijkbaar al grotendeels gevlogen tijdens de voorjaarsbemonsteringen in eind mei en juni. Hierdoor worden 2 soorten EPT onterecht gemist. In 2014 zijn ook de kokerjuffers *Orthotrichia*, *Psychomyia pusilla* en *Tinodes waeneri* op het hout aangetroffen. In het najaar van 2016 is naast *Ecnomus* en *Lype* ook de kokerjuffer *Agraylea multipunctata* verzameld.

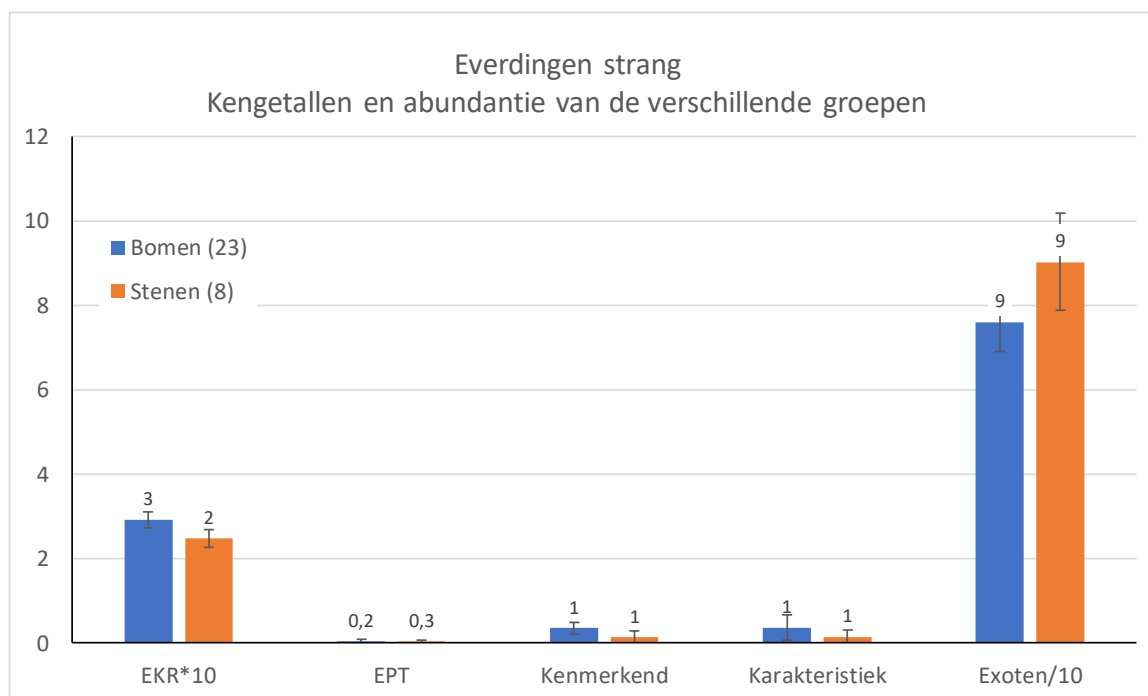
Kenmerkende soorten op de bomen zijn de dansmuglarven *Brillia bifida*, *Cricotopus triannulatus*, *Parachironomus frequens*, *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladus rufiventris*. Als grote verrassing is voor het eerst levend in de Rijntakken hier ook de dansmuglarve *Stenochironomus* aangetroffen (zie voorblad). Uit paleo-ecologisch onderzoek was bekend dat deze in hout gravende soort vroeger (late middeleeuwen) algemeen was in de grote rivieren (Klink, 1989), maar tot op heden zijn de larven van twee takken in dit kribvak de eerste die levend uit de rivier zijn gehaald (database Klink). Op de stenen zijn alleen *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladus rufiventris* als kenmerkende soorten aangetroffen.

Karakteristieke soorten op de bomen en stenen zijn behalve de kokerjuffers *Ecnomus* en *Lype* de borstelworm *Vejdovskyella intermedia*. Daarnaast zijn op de bomen is een 10-tal soorten dansmuglarven karakteristiek op de stenen zijn dit 6 soorten.

Het aandeel exoten op stenen is hoger (91%) dan op de bomen (78%) maar het verschil is niet significant. Op drie takken zijn voor het eerst in Nederland de aasgarnalen *Katamysis warpachowskyi* verzameld in oktober 2016. Later in het najaar van 2016 is deze soort ook in de strang bij Everdingen (3 monsters), bij Wageningen (2 monsters) en Aersoltweerde (2 monsters) van het hout verzameld. Dit betekent dat de Rijntakken er weer een invasieve exoot bij hebben, afkomstig uit het Ponto-Kaspische gebied.

## Everdingen strang

In de strang bij Everdingen zijn alleen bomen en stenen onderzocht.



Figuur 3.2.4.4. Kengetallen en abundanties van de onderscheiden groepen in de strang bij Everdingen

De EKR score en het aandeel Kenmerkend op de bomen is hoger dan die op de stenen.

EPT soorten op het hout bestaan uit de kokerjuffers *Ecnomus tenellus*, *Lype phaeopa* en *Neureclepsis marginata*. Op de stenen is alleen *Ecnomus tenellus* aangetroffen.

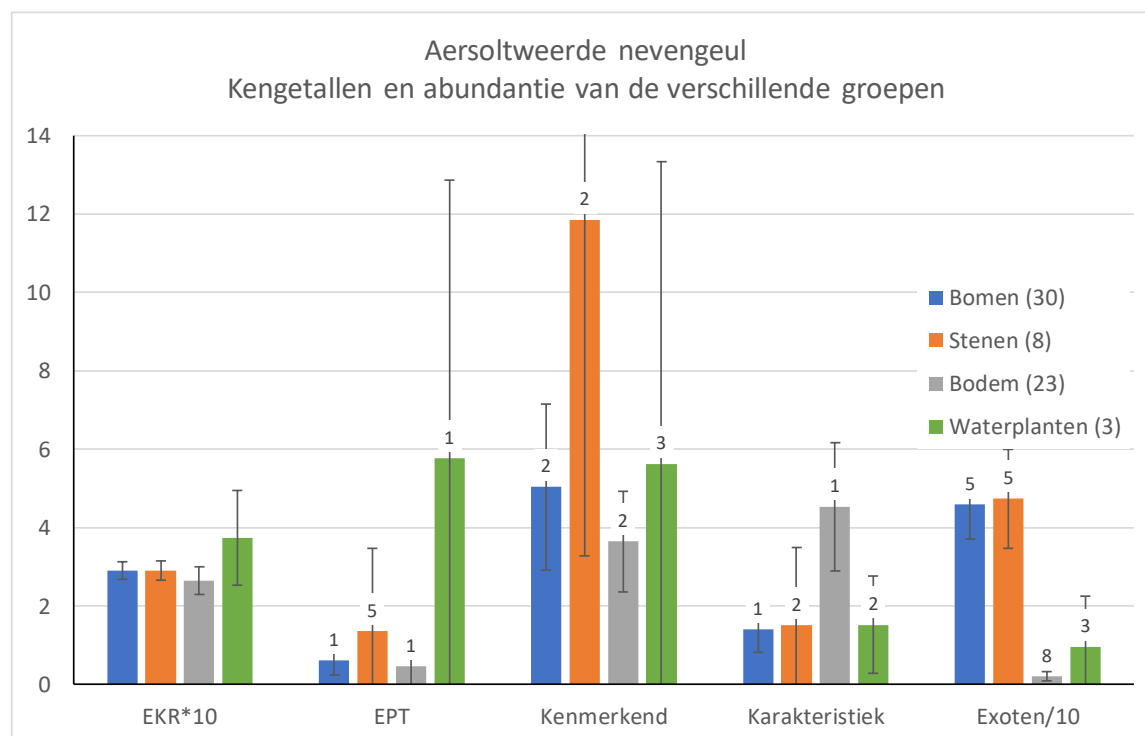
De kenmerkende dansmuglarven *Parachironomus frequens*, *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris* zijn zowel op de bomen als de stenen verzameld. De genoemde kokerjuffer *N. bimaculata* zijn alleen op hout verzameld.

Karakteristieke dansmuglarven op bomen en stenen zijn drie dezelfde soorten dansmuglarven.

Het aandeel exoten op hout bedraagt 76% en is niet significant lager dan het aandeel van 90% die op stenen is aangetroffen. In beide gevallen betreft het 9 soorten.

## Nevengeul Aersoltweerde

In de nevengeul zijn alle habitats (bomen, stenen, bodem en waterplanten) onderzocht.



Figuur 3.2.4.5. Kengetallen en abundanties van de onderscheiden groepen in de nevengeul bij Aersoltweerde

Het aandeel exoten op de bomen en de stenen zijn hoger dan op de bodem en de waterplanten

De EPT soorten in de nevengeul zijn relatief talrijk. Op de bomen is de Eendagsvlieg *Caenis robusta* aangetroffen en de kokerjuffers *Agraylea multipunctata*, *Cyrnus flavidus*, *Ecnomus tenellus*, *Orthotrichia* en *Oxyethira*. Op de stenen eveneens *Cyrnus flavidus*, *Ecnomus tenellus*, *Orthotrichia* en *Anabolia nervosa*. Op de bodem zijn de eendagsvlieg *Caenis robusta* en de kokerjuffers *Cyrnus trimaculatus*, en *Ecnomus tenellus* verzameld. Op de waterplanten de eendagsvliegen *Caenis horaria*, *C. robusta* en *Cloeon dipterum* en de kokerjuffers *Agraylea multipunctata*, *Cyrnus flavidus* en *Ecnomus tenellus*.

Kenmerkende soorten aangetroffen op de bomen en de vegetatie zijn de dansmuglarven *Paratanytarsus dissimilis* en *Paratrichocladius rufiventris*. Op stenen zijn deze soorten ook algemeen met de dansmuglarve *Cricotopus triannulatus*. Kenmerkende dansmuglarven op de bodem zijn *Chironomus acutiventris*, *Cryptotendipes usmaensis* en *Harnischia*. De eendagsvlieg *Caenis robusta* en de kokerjuffer *Ecnomus tenellus* zijn ook op de bodem aangetroffen. In de vegetatie zijn grote aantallen Scherpe blaashoren (*Physella acuta*) aangetroffen Deze exoot is vermoedelijk per abuis op de lijst van kenmerkende soorten in de KRW-maatlat geplaatst. Het gemiddeld aantal kenmerkende soorten is 3 op de waterplanten en 2 in de overige habitats.

Karakteristieke soorten op de bomen zijn 5 soorten dansmuglarven Op de stenen zijn dit er 2. Op de bodem zijn 10 soorten en op de vegetatie is 1 soort dansmuglarve karakteristiek. De kokerjuffer *Anabolia nervosa* is alleen op stenen verzameld en *Ecnomus tenellus* in alle habitats. Gemiddeld zijn er drie karakteristieke soorten per monster waterplanten gevonden en 2 soorten in de overige habitats.

Het aandeel exoten op de bomen bedraagt slechts 46% en op de stenen is dat 47%. Op de bodem en vegetatie is dit aandeel significant lager met resp. 2 en 10%.

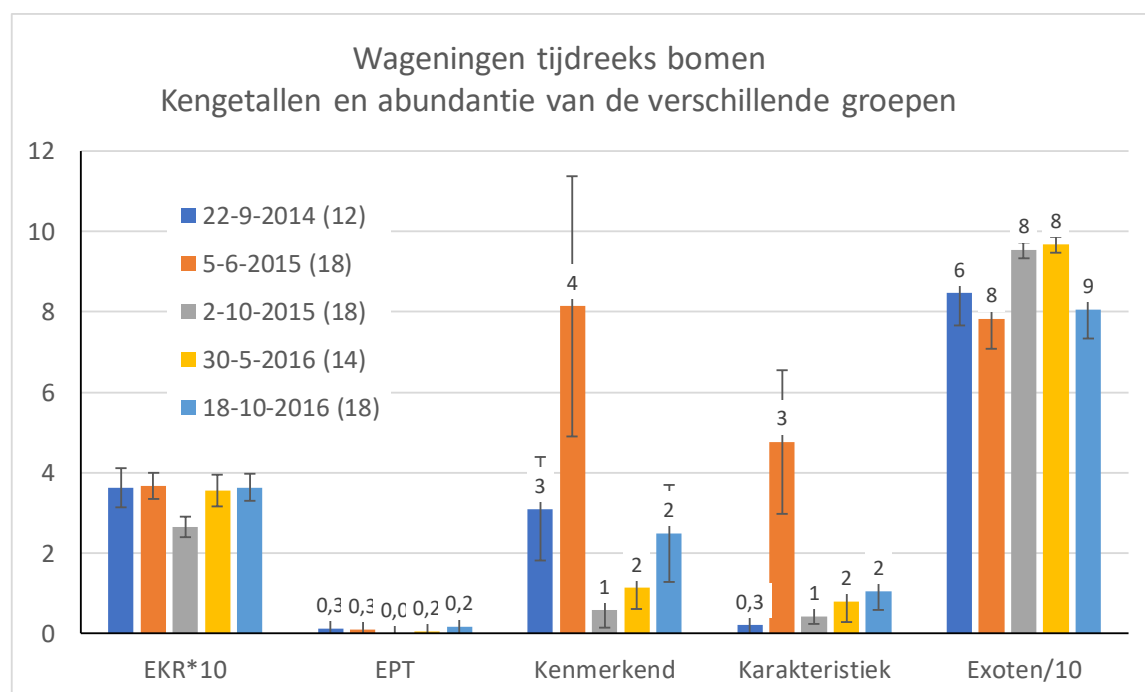
**Resumé:**

- In Wageningen is het aantal kenmerkende soorten op de bodem significant hoger dan in de andere habitats. Daarnaast is ook het aandeel exoten op hout en stenen significant hoger dan op de bodem en waterplanten.
- In de vistrap is de EKR-score op de bomen significant hoger dan op de stenen. Dit geldt ook voor het aandeel karakteristieke soorten.
- In het kribvak bij Everdingen zijn de EKR-score en het aandeel EPT-soorten significant hoger op de bomen dan op de stenen.
- In de strang bij Everdingen is de EKR-score significant hoger op de bomen dan op de stenen.
- In de nevengeul bij Aersoltweerde is het aandeel exoten significant hoger op bomen en stenen dan op bodem en waterplanten.

**3.2.5. Trends in de onderzoeksperiode per locatie**

Het huidige onderzoek is gestart in april 2014 met het bemonsteren van een boom in de vistrap van Maurik. Vervolgens zijn in het daarop volgende najaar de locaties bij Wageningen, Maurik en Everdingen bemonsterd. De nevengeul bij Aersoltweerde is in het voorjaar van 2015 toegevoegd. In 2015 en 2016 zijn alle locaties telkens in mei/juni en oktober bemonsterd. Door de lage waterstand in de IJssel bij Aersoltweerde in oktober 2016 is gewacht op hoger water en is de bemonstering uitgesteld tot 22 november 2016.

**Wageningen zomerbed**



Figuur 3.2.5.1. Kengetallen voor de tijdreeks van de bomen in de Nederrijn bij Wageningen

De EKR-score is vrijwel constant gebleven gedurende de onderzoeksperiode, met als uitzondering de zeer lage score van oktober 2015. De oorzaak hiervoor is niet achterhaald. Er

was toen een erg lage afvoer (WS Lobith 7,65 m), maar in het najaar van 2016 was de afvoer nog lager (Lobith 7,15 m).

Het aandeel EPT soorten is erg laag over de gehele periode.

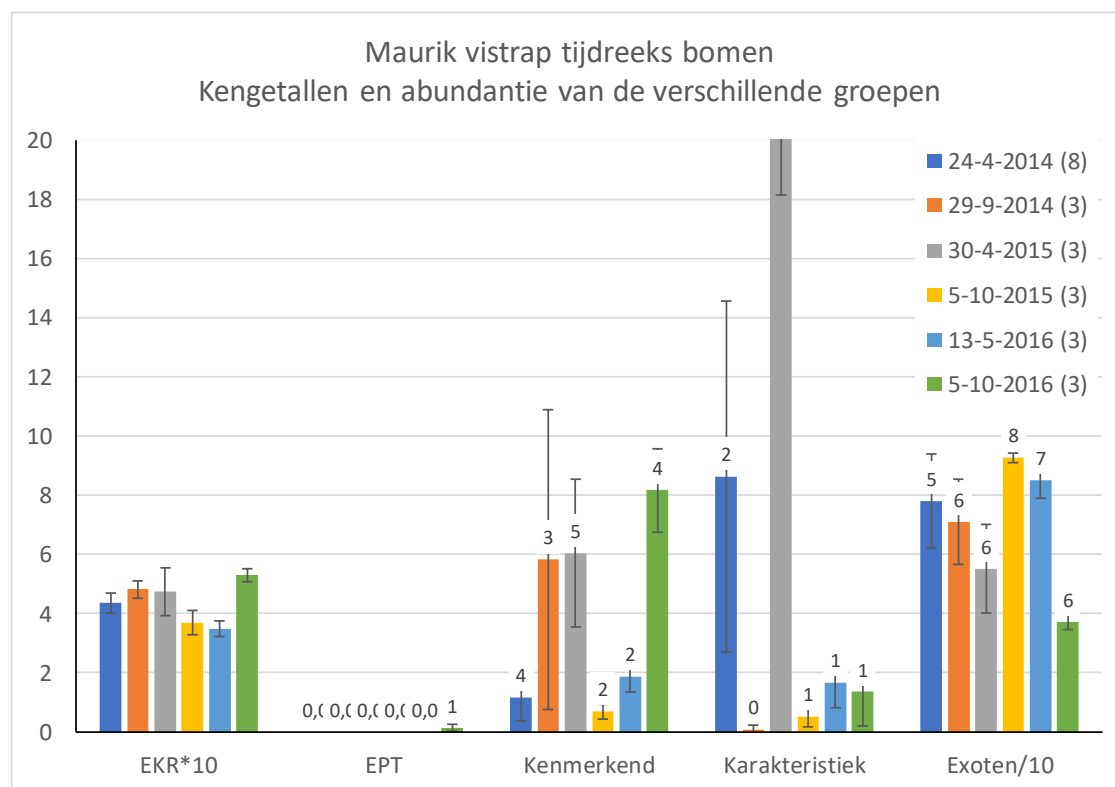
Het aandeel kenmerkende soorten wisselt sterkt, met een piek in het voorjaar van 2015, waarin gemiddeld 4 kenmerkende soorten per monster zijn aangetroffen. In de overige perioden is het aandeel aanzienlijk kleiner en ook het gemiddelde aantal soorten per monster. Opmerkelijk genoeg leidt dit niet tot een hogere EKR-score ten opzichte van de andere perioden.

Ook het aandeel en gemiddeld aantal karakteristieke soorten per monster is maximaal in het voorjaar van 2015.

Het aandeel exoten begeeft zich tussen 78% in het voorjaar van 2015 en 97% in het voorjaar van 2016. In het najaar van 1995 en het voorjaar van 1996 is het aandeel exoten significant hoger dan in de overige perioden. Het gemiddeld aantal exoten per monster bedraagt 6 – 9 en is het laagst in het najaar van 2014 en het hoogst in de meest recente periode (najaar 2016).

### Maurik vistrap

In de vistrap van Maurik is al in het voorjaar van 2014 een inventarisatie uitgevoerd (en gefilmd door Vroege Vogels). Hierbij zijn 6 takken afgezaagd en daarna is de rest van de boom uit het water getakeld en zijn broekstuk en stam apart afgespoten met een hogedruk spuit. In de overige perioden zijn delen van takken afgezaagd en afgeborsteld.



Figuur 3.2.5.2. Kengetallen voor de tijdreeks van de bomen in de Vistrap bij Maurik

De EKR-score (\*10) varieert van 3,5 in het voorjaar van 2016 tot 5,3 in het najaar van 2016. Alleen in het najaar van 2015 en het voorjaar van 2016 is de score < 4. In de overige perioden ligt de score (\*10) > 4.

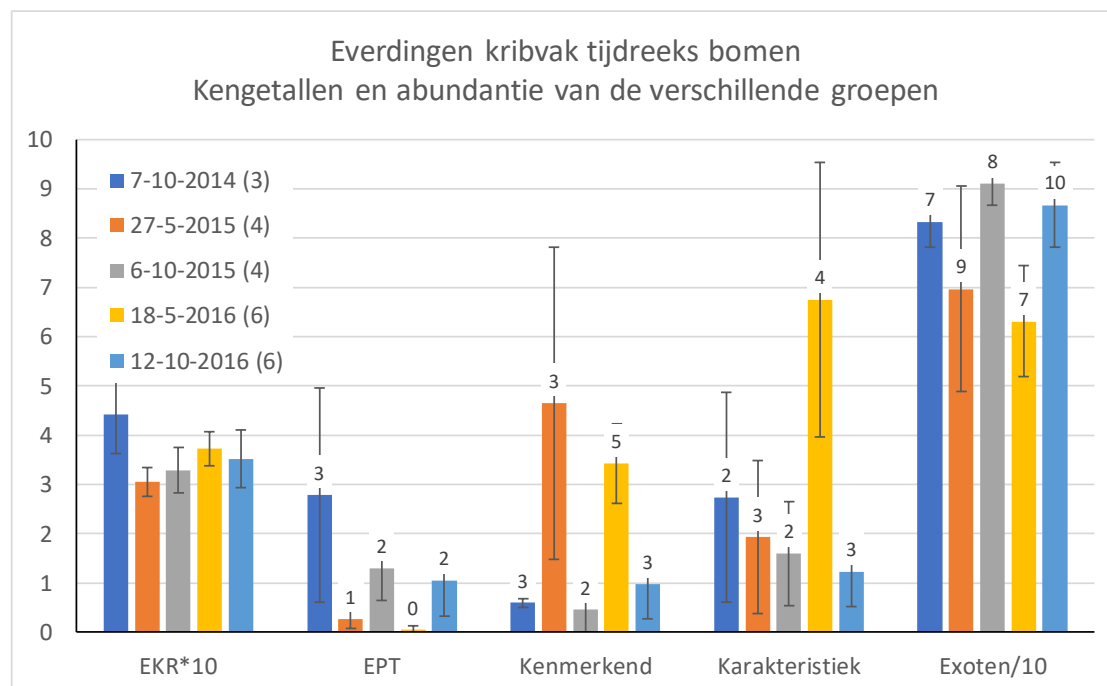
Het aandeel van de EPT soorten en ook hun diversiteit is in de vistrap te verwaarlozen.

Het aandeel kenmerkende soorten is relatief hoog in het najaar van 2014, voorjaar 2015 en najaar 2016. Het gemiddeld aantal kenmerkende soorten per monster varieert van 2 in het najaar van 2015 en het voorjaar van 2016 tot 5 soorten in het voorjaar van 2015.

Het aandeel karakteristieke soorten wisselt sterk, met een maximum van 30% in het voorjaar van 2015. Dit komt vrijwel geheel op het conto van de dansmuglarve *Orthocladius glabripennis*, gecombineerd met een relatief gering aantal exoten. In die periode worden gemiddeld 4 karakteristieke soorten per monster aangetroffen. In de overige perioden is dit veel minder.

Het aandeel exoten varieert van 37% in het najaar van 2016 tot een maximum van 93% in het najaar van 2015. Het aantal soorten exoten varieert van 5 (voorjaar 2014) tot 8 (najaar 2015).

### Kribvak Everdingen



Figuur 3.2.5.3. Kengetallen voor de tijdreeks van de bomen in het kribvak bij Everdingen

De EKR-score (\*10) is maximaal in de eerste periode (najaar 2014) > 4. In de daarop volgende perioden is de score < 4, met een dieptepunt van 3,1 in het voorjaar van 2015.

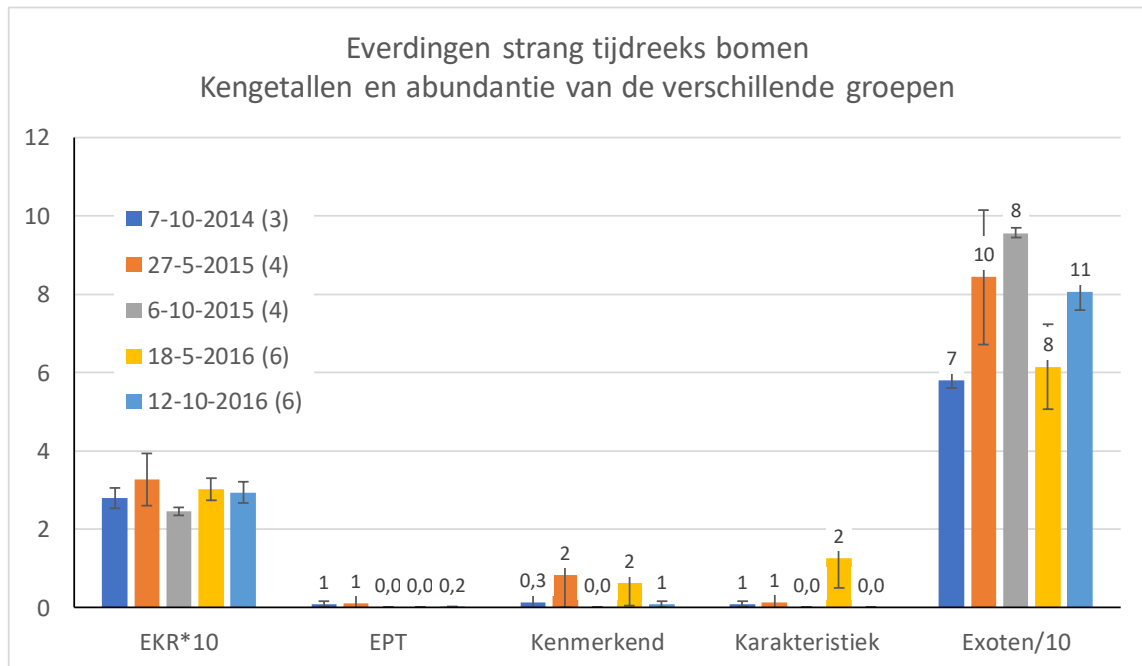
Het aandeel EPT soorten is relatief hoog in het najaar (van 2014, 2015 en 2016). Eerder is al geconcludeerd dat de betreffende kokerjuffers *Ecnomus tenellus* en *Lype phaeopa* al zijn uitgevloegen tijdens de bemonsteringen in het voorjaar (eind mei – juni). Het gemiddelde aantal kenmerkende soorten is ook duidelijk hoger in het najaar dan in het voorjaar. In het najaar van 2014 zijn exclusief ook de kokerjuffers *Orthotrichia*, *Psychomyia pusilla* en *Tinodes waeneri* op de bomen aangetroffen.

Het aandeel kenmerkende soorten is juist hoger in het voorjaar. Dit komt vooral op conto van kenmerkende dansmuglarven. Ook het relatief hoge gemiddeld aantal kenmerkende soorten in het voorjaar is te danken aan deze groep.

Het aandeel karakteristieke soorten is maximaal in het voorjaar van 2016, door de relatief hoge aantallen van *Orthocladius glabripennis* en *Tanytarsus brundini*. Dit komt ook tot uitdrukking in het gemiddeld aantal karakteristieke soorten per monster.

Het aandeel exoten is minimaal (63%) in het voorjaar van 2016 en bereikt een maximum (91%) in het najaar van 2015. Het aantal soorten is maximaal (10) in het najaar van 2016 als *Katamysis warpachowskyi* als nieuwe invasieve exoot wordt aangetroffen, maar ook de houteter *Stenochironomus* die zich lange afwezigheid weer in de Rijntakken heeft gevestigd.

**Everdingen strang**



Figuur 3.2.5.4. Kengetallen voor de tijdreeks van de bomen in de strang bij Everdingen

De EKR-score is relatief constant en  $< 0,4$ . De score in het najaar van 2015 is minimaal (2,5) en significant lager dan de overige perioden, najaar 2014 uitgezonderd.

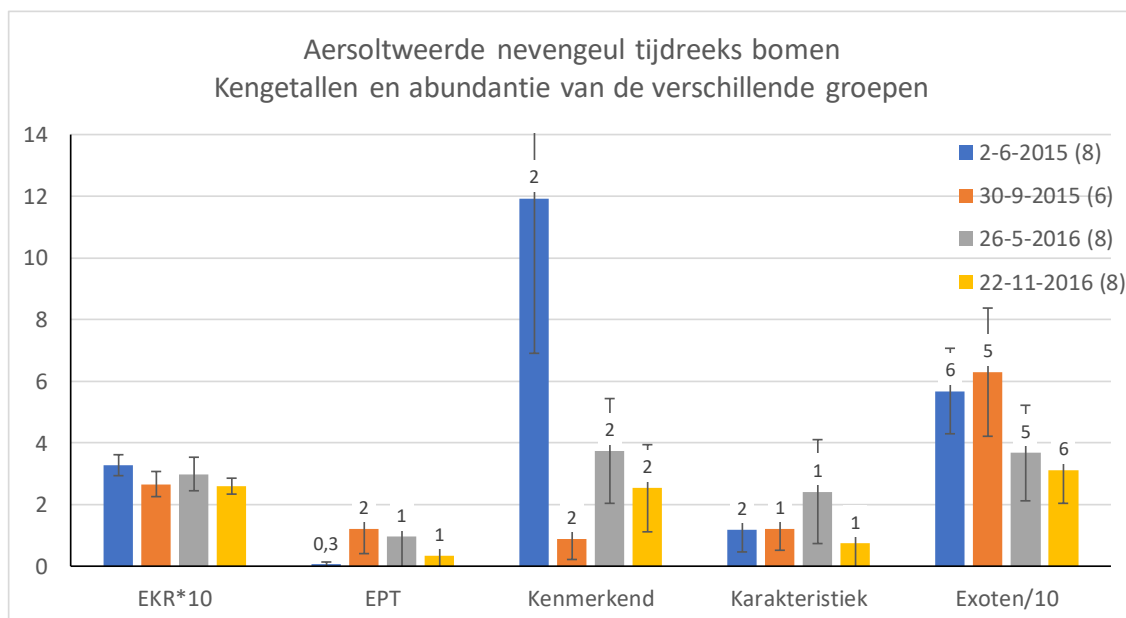
Het aandeel en aantal EPT soorten is te verwaarlozen.

Het aandeel en aantal kenmerkende soorten is zeer laag gedurende de gehele onderzoeksperiode. Ook het aandeel en aantal karakteristieke soorten is maximaal 1,3% in het voorjaar van 2016.

Het aandeel exoten varieert van 58% in het najaar van 2014 tot 96% in het najaar van 2015. Het aantal exoten bereikt in het najaar van 2016 een maximum van 11 soorten.

### Aersoltweerde nevengeul

De monitoring van deze nevengeul is in tegenstelling tot de overige locaties pas gestart in het voorjaar van 2015



Figuur 3.2.5.5. Kengetallen voor de tijdreeks van de bomen in de nevengeul bij Aersoltweerde

De EKR-score is redelijk constant en  $< 0,4$  gedurende de onderzoeksperiode.

Het aandeel EPT soorten is laag, maar toch hoger dan in Wageningen, Maurik en Everdingen strang. Dit komt vooral door het voorkomen van de kokerjuffer *Ecnomus tenellus*.

Het aandeel kenmerkende soorten is opvallend hoog in het voorjaar van 2015, waarin de dansmuglarve *Paratrichocladius rufiventris* zeer goed vertegenwoordigd is. Het gemiddelde aantal kenmerkende soorten blijft constant (2) gedurende de onderzoeksperiode.

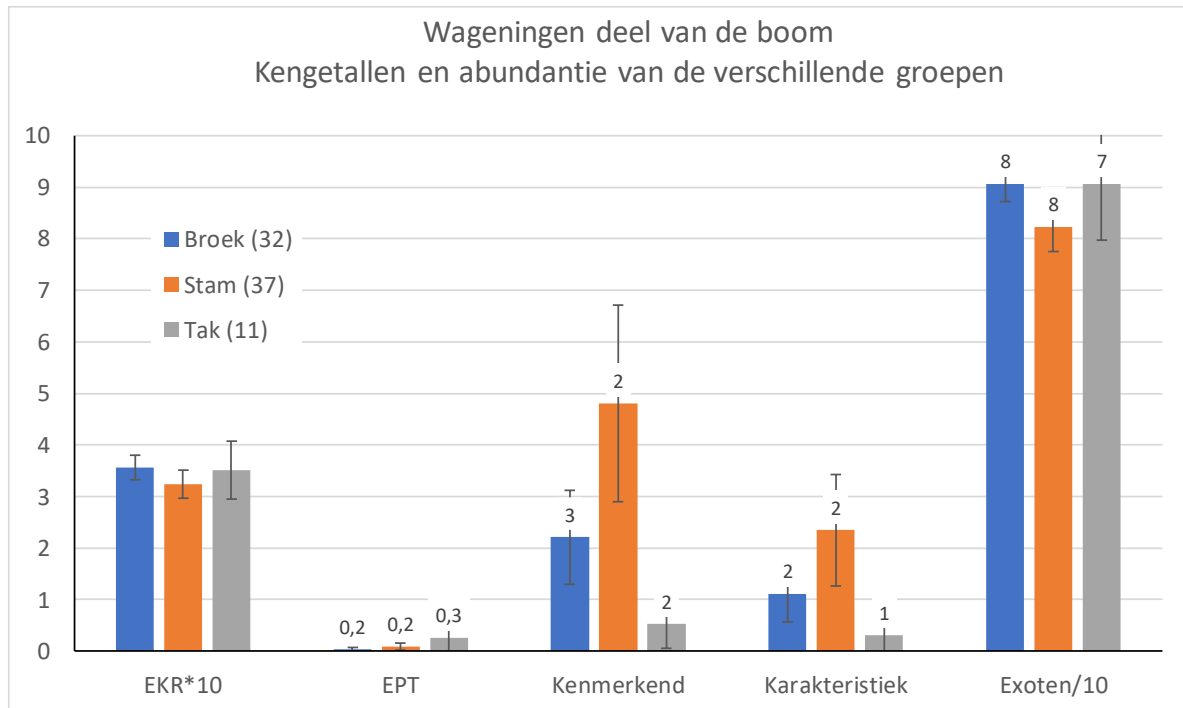
Het aandeel en het aantal karakteristieke soorten is laag en het betreft vrijwel uitsluitend dansmuglarven.

In vergelijking met de overige locaties is het aandeel exoten beperkt. In 2015 was hun aandeel gemiddeld 60% en in 2016 zelfs maar 34%.



### 3.2.6. Vergelijking van de onderdelen van de bomen per locatie

#### Nederrijn Wageningen



Figuur 3.2.6.1. Kengetallen voor de onderdelen van de bomen in de Nederrijn bij Wageningen

De EKR-score vertoont geen significante verschillen.

Het aandeel EPT soorten is laag en ook het gemiddeld aantal soorten per broek, stam of tak verschilt niet wezenlijk.

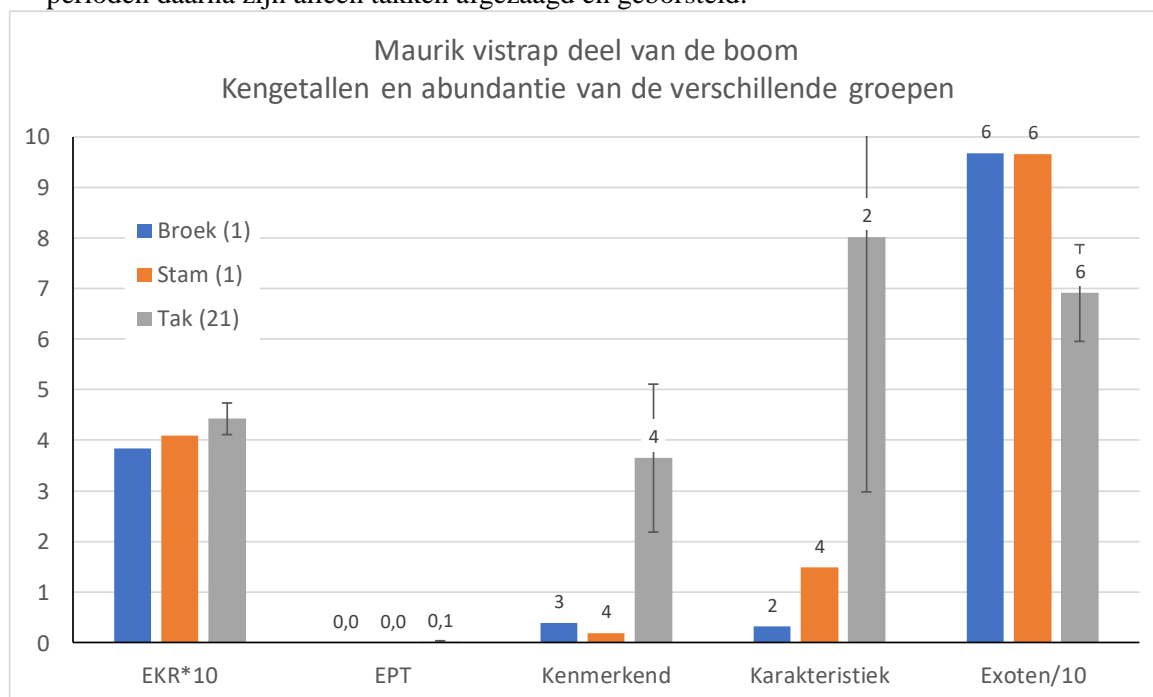
Het aandeel kenmerkende soorten is het grootst op de stam. Het aandeel kenmerkende soorten op de takken is en significant lager dan die op het broek en op de stam. Het gemiddeld aantal soorten is vergelijkbaar op de drie onderdelen van de bomen.

Ook het aandeel karakteristieke soorten op de takken is significant lager dan op het broek en de stam. Ook het gemiddeld aantal karakteristieke soorten is het laagst op de takken.

Het aandeel exoten op het broek (91%) is gelijk aan dat op de takken, maar is significant hoger dan op de stam (82%). Het aantal soorten exoten bedraagt 7 op de takken en 8 op de andere onderdelen van de bomen.

### Vistrap Maurik

In de vistrap zijn alleen in het voorjaar van 2014 alle onderdelen van de boom bemonsterd. In de perioden daarna zijn alleen takken afgezaagd en geborsteld.



Figuur 3.2.6.2. Kengetallen voor de onderdelen van de bomen in de vistrap bij Maurik

De EKR-score is het hoogst voor de takken, maar de significantie kan niet worden berekend omdat de score van broek en stam slechts gebaseerd is op één waarneming. De EKR beoordeling voor het broekstuk is  $< 0,4$  en voor stam en takken  $> 0,4$ .

Het aandeel EPT en het aantal soorten is in alle gevallen te verwaarlozen.

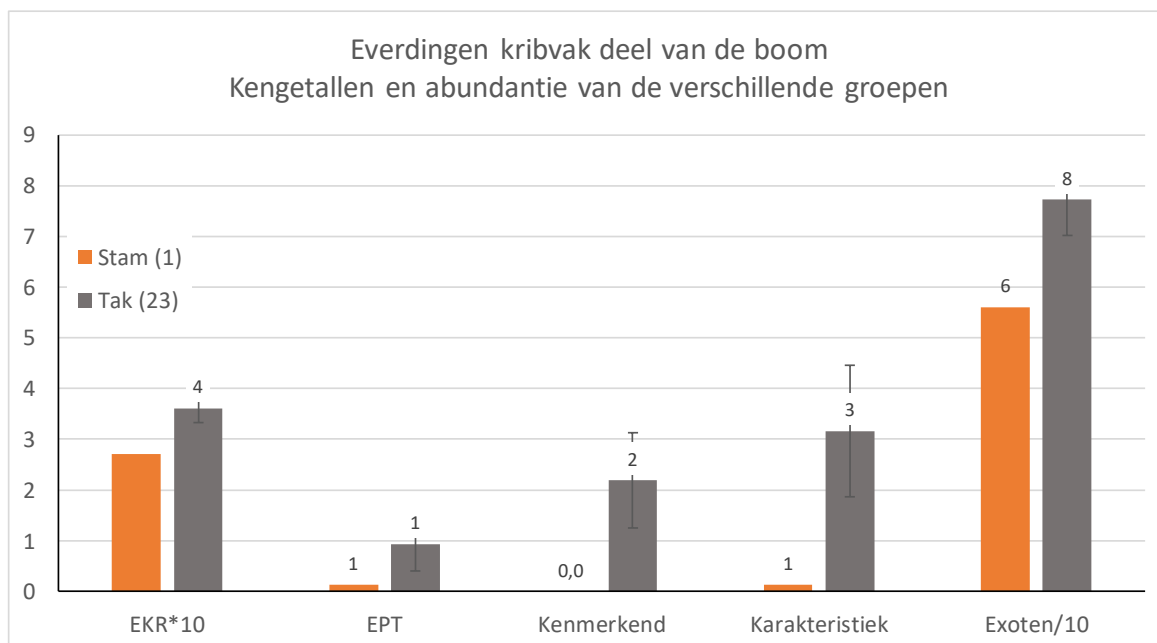
Het aandeel kenmerkende soorten op de takken is veel hoger dan op het broek en de stam. Dit geldt niet voor het aantal soorten, dat op de drie onderdelen ongeveer gelijk is.

Ook het aandeel karakteristieke soorten is veel hoger op de takken dan op het broek en stam. Het aandeel karakteristieke soorten is juist hoger op de stam dan op de andere onderdelen.

Het aandeel exoten is het laagst op de takken (69% en aanzienlijk hoger (96%) op het broek en de stam. Het gemiddeld aantal soorten bedraagt is in alle gevallen gelijk (6).

### Everdingen kribvak

In het kribvak zijn, op één monster van een stam na, alleen takken onderzocht.



Figuur 3.2.6.3. Kengetallen voor de onderdelen van de bomen in het kribvak bij Everdingen

De EKR score is het hoogst op de takken, maar een significant verschil met de stam kan niet worden berekend (slechts één monster van de stam).

Het aandeel EPT op de takken is groter dan op de stam, maar in beide gevallen gaat het maar om 1 soort per monster.

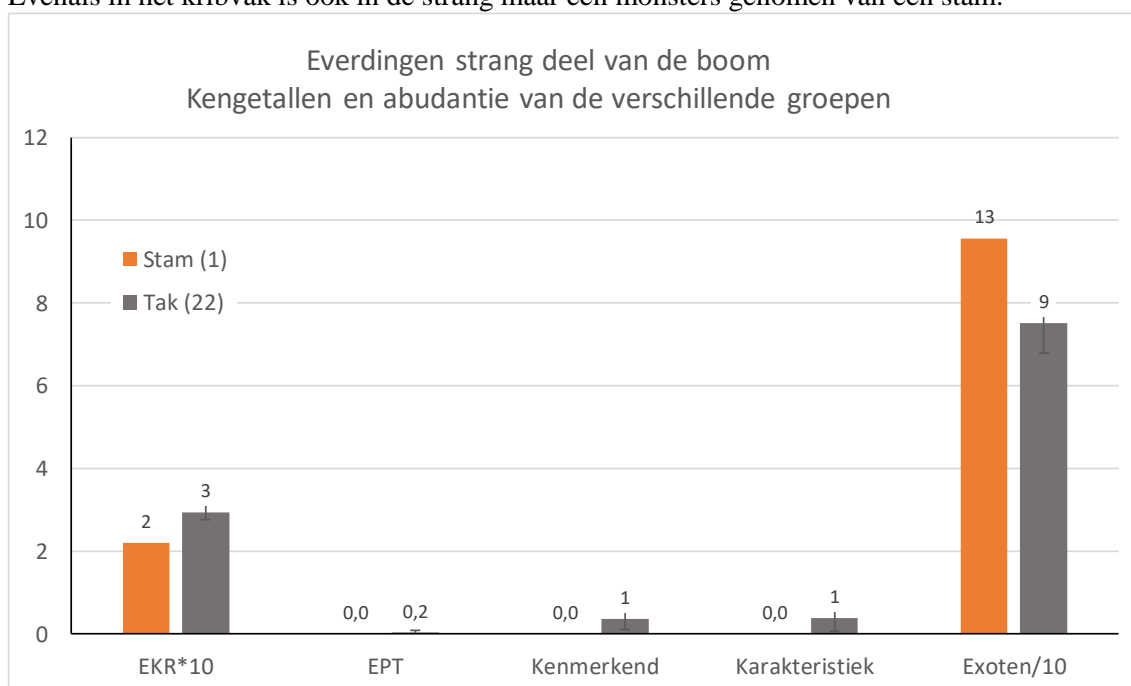
Het aandeel kenmerkende soorten is iets meer dan 2% op de takken en op de stam is geen enkele kenmerkende soort aangetroffen.

Het aandeel karakteristieke soorten is ook hoger op de takken dan op de stam en gemiddeld zijn er 3 karakteristieke soorten per takkenmonster aangetroffen.

Ook het aantal exoten is hoger op de takken (77%) dan op de stam (56%), evenals het aantal soorten (8 om 6).

### Everdingen strang

Evenals in het kribvak is ook in de strang maar één monsters genomen van een stam.



Figuur 3.2.6.4. Kengetallen voor de onderdelen van de bomen in de strang bij Everdingen

De EKR-score voor de takken is hoger dan voor de stam. Beide scores zijn  $< 0,4$ .

Het aandeel EPT is in beide gevallen te verwaarlozen en op de stam zit geen enkele EPT soort. Op de takken zijn in totaal 2 EPT soorten aangetroffen (gemiddeld 0,2/monster).

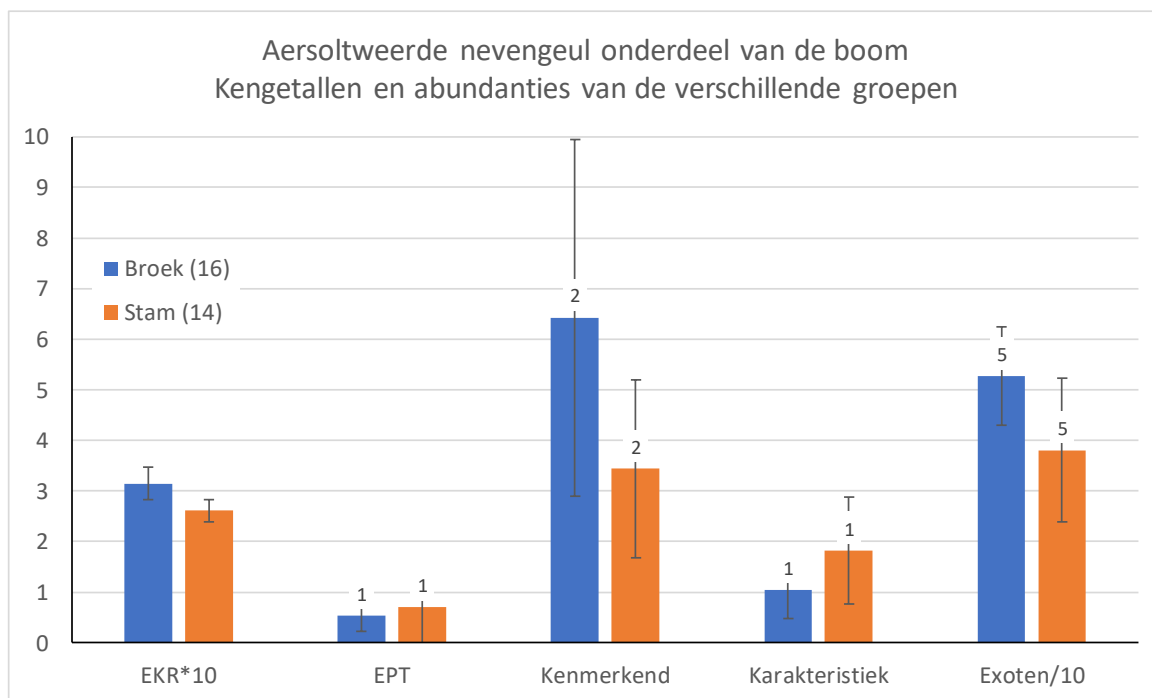
Het aandeel kenmerkende soorten op de takken is te verwaarlozen. Op de stam zit niet één kenmerkende soort en op de takken gemiddeld 1 soort per monster.

Het aandeel karakteristieke soorten op de takken is eveneens te verwaarlozen, maar op de stam ontbreken ook de karakteristieke soorten. Op de takken is gemiddeld één karakteristieke soort per monster aangetroffen.

Het aandeel exoten op de stam is 96% en op de takken beduidend minder (75%). Dit komt ook tot uitdrukking in het aantal soorten, 13 op de stam en 9 op de takken.

### Aersoltweerde nevengeul

In deze nevengeul zijn alleen broekstuk en stam onderzocht. De takken zijn er waarschijnlijk vóór het transport afgezaagd.



Figuur 3.2.6.5. Kengetallen voor de onderdelen van de bomen in de nevengeul bij Aersoltweerde

De EKR-score van het broek is hoger dan die van de stam, maar (net) niet significant. De scores zijn 0,3 en lager.

Het aandeel EPT is kleiner dan 1% en het gemiddeld aantal EPT soorten per monster bedraagt 1.

Het aandeel kenmerkende soorten is beduidend hoger op het broek dan op de stam. Het gemiddeld aantal kenmerkende soorten bedraagt in beide gevallen 2 per monster.

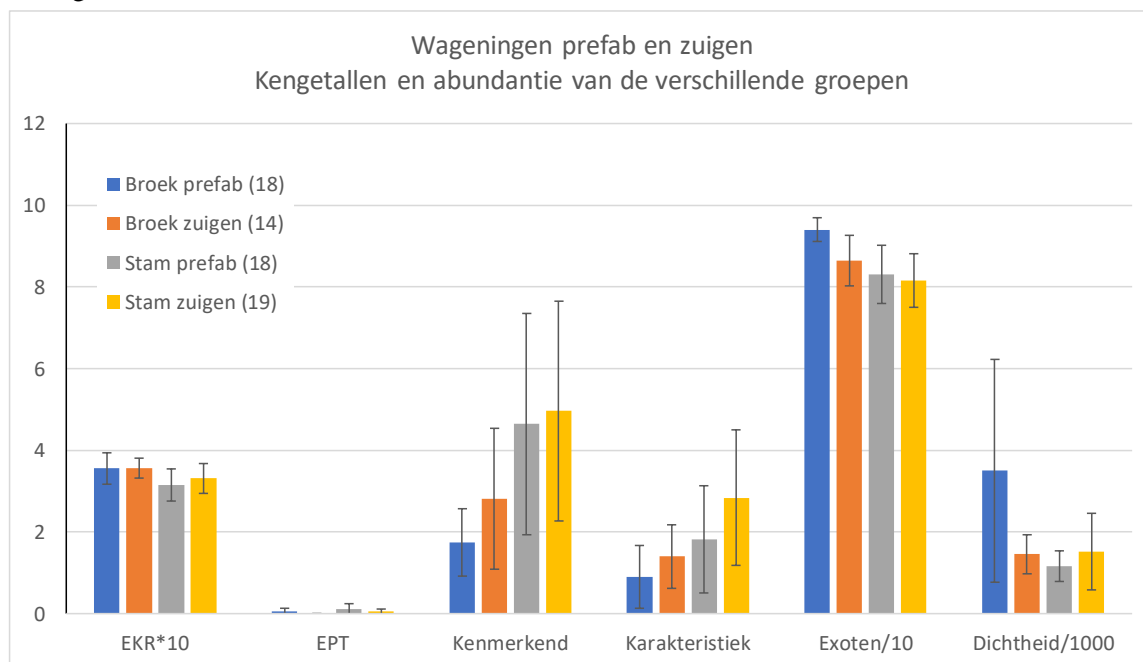
Het aandeel karakteristieke soorten is hoger op de stam dan op het broek en in beide gevallen zit er gemiddeld 1 karakteristieke soort in een monster.

Het aandeel exoten is hoger op het broek, maar het aantal soorten is in beide gevallen gelijk.

### 3.2.7 Vergelijking van de monsters die zijn gezaagd en afgeborsteld met die zijn opgezogen met een air-lift

#### Wageningen Nederrijn

Van de bomen bij Wageningen zijn ook takken afgezaagd, maar niet gezogen, zodat deze (11) monsters hier buiten beschouwing zijn gebleven. Wel is hier de dichtheid als kengetal meegenomen om te zien of er systematische verschillen zijn opgetreden bij het zuigen of zagen en boven water afborstelen van de monsters.

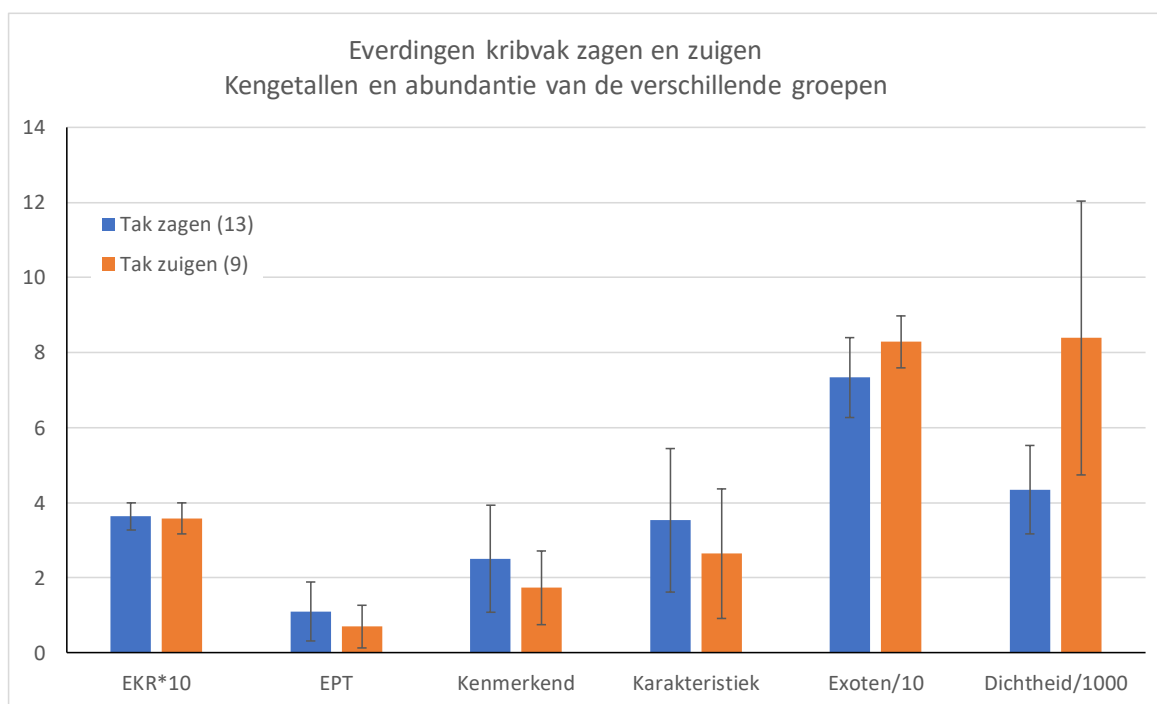


Figuur 3.2.7.1. Zagen en zuigen van onderdelen van de bomen in de Nederrijn bij Wageningen.

### Vistrap Maurik

In de vistrap zijn geen gezogen monsters genomen zodat hier geen vergelijking kan worden gemaakt tussen beide methoden.

### Everdingen kribvak



Figuur 3.2.7.2. Zagen en zuigen van takken in het kribvak bij Everdingen

DE EKR-score is voor beide methoden identiek

Het aandeel EPT is iets hoger in de gezaagde monsters maar niet significant verschillend.

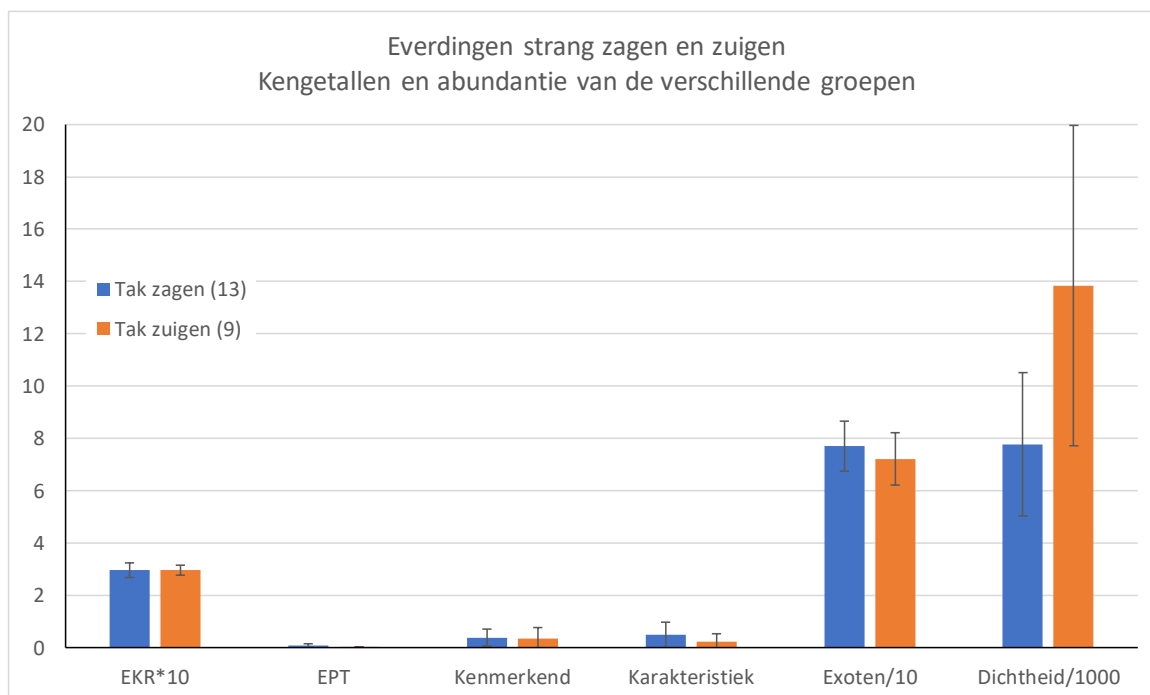
Het aandeel kenmerkende soorten is eveneens hoger in de gezaagde monsters, maar niet significant verschillend.

Het zelfde geldt voor het aandeel van de karakteristieke soorten.

Het aandeel exoten is met 83% het hoogst in de gezogen monster ten opzichte van 75% in de gezaagde monsters, maar het verschil is niet significant.

De dichtheid is het hoogst in de gezogen monsters, maar ook hier is het verschil niet significant.

### Everdingen strang



Figuur 3.2.7.3. Zagen en zuigen van takken in de strang bij Everdingen

De EKR-score (\*10) is vrijwel identiek (2,95)

Het aandeel van de EPT soorten is verwaarloosbaar klein.

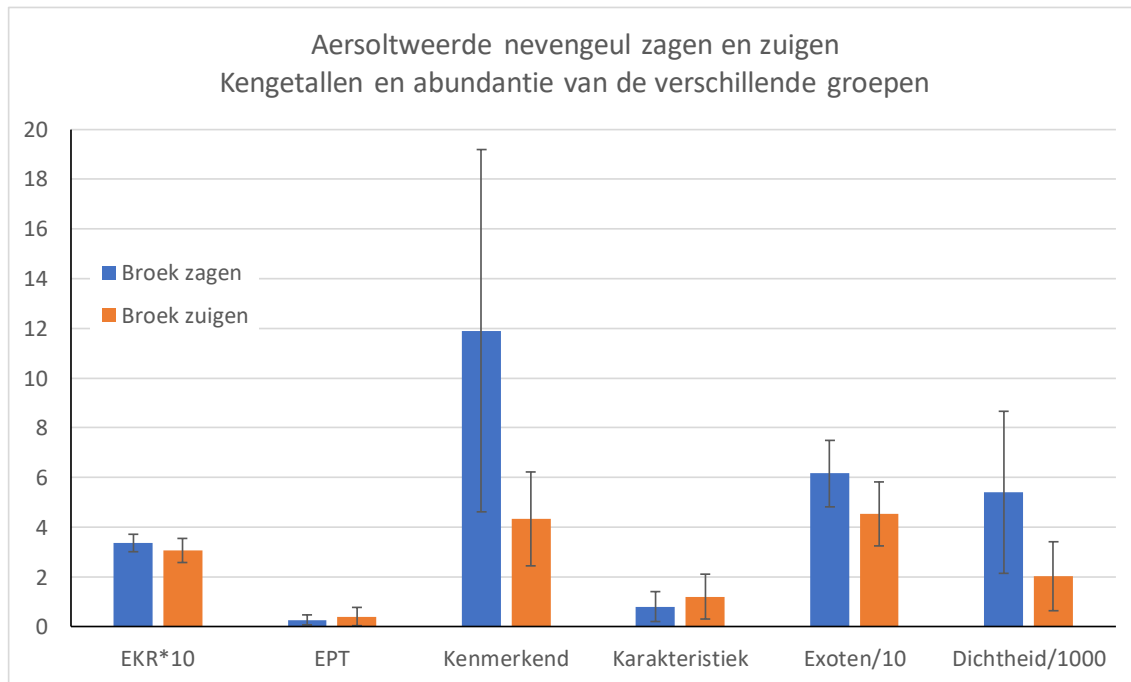
Het aandeel kenmerkende en karakteristieke soorten is zeer klein en de verschillen per methode zijn te verwaarlozen.

Ook het aandeel exoten (77% bij zagen) en 73% bij zuigen) verschilt niet per methode.

Evenals in het kribvak van Everdingen is ook hier de dichtheid bij zuigen bijna 2 maal zo hoog als bij zagen. Dit verschil is echter ook niet significant.



### Aersoltweerde nevengeul



Figuur 3.2.7.4. Zagen en zuigen van broekstukken in de nevengeul bij Aersoltweerde

De EKR-score is nagenoeg gelijk voor beide methoden.

Het aandeel EPT is gering en het verschil verwaarloosbaar.

Het aandeel kenmerkende soorten is bij zagen 2,5 maal zo groot als bij het zuigen. Dit verschil is echter niet significant.

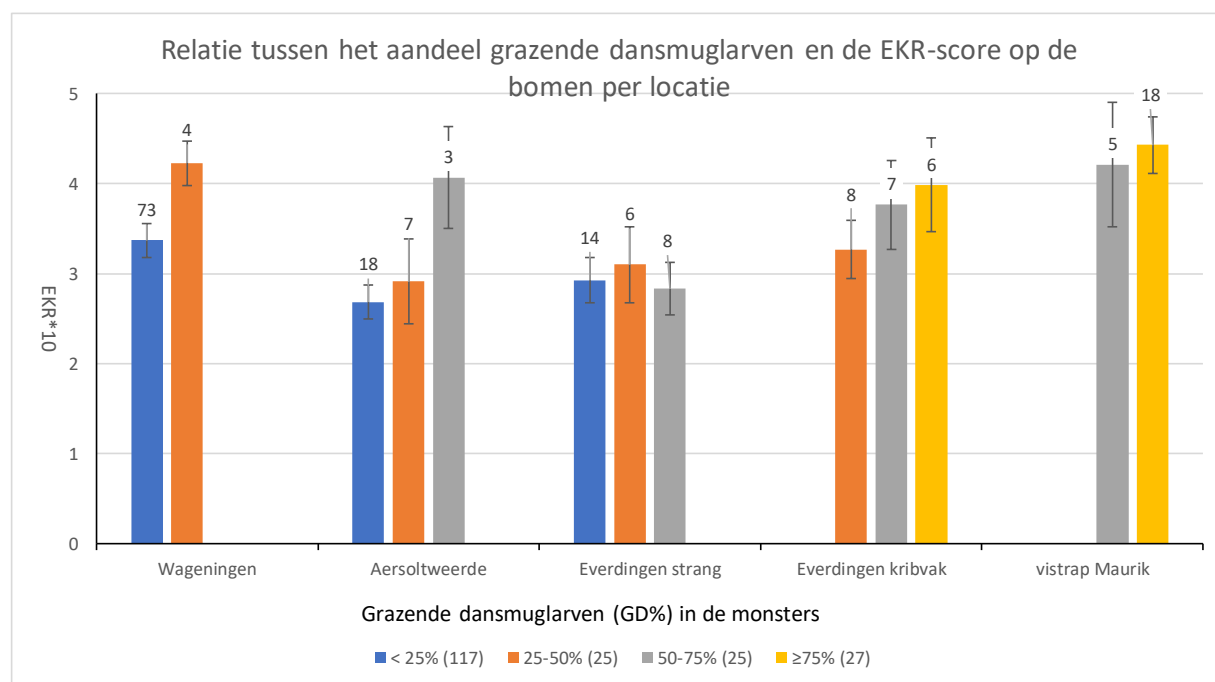
Het aandeel karakteristieke soorten verschilt weinig bij beide methoden.

Het aandeel exoten is hoger in de gezaagde monsters (62% versus 45%)

De dichtheden zijn in de gezaagde monsters een factor 2,5 maal hoger dan in de gezogen monsters. Dit verschil is echter niet significant.

### 3.3. Vergelijking van de monsters op basis van licht en diepte

In figuur 3.3. is voor 4 verschillende klassen van GD% een onderscheid gemaakt tussen de onderdelen van de bomen (broek, stam en tak).



Figuur 3.3. Klassen van algen-eters uitgezet tegen de EKR-score. De cijfers boven de kolommen zijn het aantal monsters.

Op alle locaties (uitz. Everdingen strang) neemt de EKR-score toe bij toenemende GD%. Alleen bij Wageningen en Aersoltweerde zijn toenames significant. Wat ook in deze figuur duidelijk wordt, is dat de bomen tezamen de gehele range beslaan van ontbrekende grazende dansmuglarven tot dominantie van deze groep. Voor de EKR-score is deze GD groep nog niet van groot belang. Door bomen ondiep te verankeren, kan deze eufotische zone (areaal met veel licht) zich uitbreiden en wellicht ook een habitat vormen voor de vele grazende eendagsvliegen, die wel van cruciale invloed zijn voor een hogere EKR-score.

#### Resumé

- Licht als relevante parameter voor de EKR-score, kan worden berekend aan de hand van het aandeel grazende dansmuglarven. Een aandeel < 50% grazers van het totale aantal dansmuglarven blijkt voor de EKR-score niet te verschillen van een aandeel van 1%. Pas bij een aandeel > 50% blijkt de EKR-score significant te stijgen en bij een aandeel van 70% wordt de volgende EKR-klasse bereikt.
- Als bomen worden verankerd, zal dit ecologische het meeste rendement hebben naarmate ze ondieper liggen. Hierbij geldt echter dat hout dat periodiek boven water ligt, na enkele jaren is verdwenen en zijn ecologische functie dus heeft verloren (Klink, 2016b).
- Als gekozen moet worden om broek, stam of tak te bemonsteren, zal het bemonsteren van ondiepe takken het meeste ecologische rendement opleveren.

## **Bijlage 2**

# **Kenmerkende en karakteristieke soorten per seizoen**

Tabel bijlage 2. Aantal k-soorten gerangschikt naar seizoen

Habitat	Σ	Bomen					Stenen					Bodem				Waterplanten											
		2014		2015		2016	2014		2015		2016	2014		2015		2016											
Aantal monsters	groep	269	8	21	37	35	37	41	5	4	11	11	13	9	8	0	6	5	6	6	1	0	1	3	1	0	
Vejdovskiyella intermedia	borstelworm	kar.					2						1														
Anabolia nervosa	kokerjuffer	kar.											1														
Brachycentrus subnubilus	kokerjuffer	kar.			1		1																				
Paranais frici	borstelworm	kenm.			1		3								3												
Paranais litoralis	borstelworm	kenm.					3																				
Ephoron virgo	eendagsvlieg	kenm.			3		1																				
Oulimnius rivularis	waterkever	kenm.			1																						
Brillia bifida	dansmug	kenm.	2		3		4																				
Brillia longifurca	dansmug	kenm.	2		4																						
Cladotanytarsus vanderwulpi	dansmug	kar.			6																						
Cricotopus curtus	dansmug	kenm.												1													
Diamesa insignipes	dansmug	kar.	1																								
Eukiefferiella claripennis	dansmug	kenm.			1																						
Eukiefferiella minor	dansmug	kar.	1		2																						
Lipiniella araeicola	dansmug	kenm.												2													
Lipiniella moderata	dansmug	kenm.												2													
Micropsectra apposita	dansmug	kar.										1															
Micropsectra atrofasciata	dansmug	kar.	2		2		5																				
Microtendipes pedellus agg.	dansmug	kar.			10		1								2												
Orthocladus rivulorum	dansmug	kar.			1		1																				
Orthocladus rubicundus	dansmug	kar.			4		2						1														
Orthocladus thienemanni agg.	dansmug	kar.	3		3																						
Paracladopelma camptolabis	dansmug	kar.			1										1												
Parametrioctonus stylatus	dansmug	kar.			1																						
Polypedilum cultellatum	dansmug	kar.	1		2								1														
Polypedilum laetum	dansmug	kenm.			1																						
Polypedilum pedestre	dansmug	kenm.	1		3		1																				
Potthastia gaedii	dansmug	kar.	1		2		1						2														
Rheocricotopus fuscipes	dansmug	kenm.			1		2						1														
Rheotanytarsus rhenanus	dansmug	kenm.			2																						
Stempellina bausei	dansmug	kar.			1										1	1	1										
Synorthocladus semivirens	dansmug	kenm.			1																						
Tanytarsus ejuncidus	dansmug	kar.			10		2	1					1	3		4											
Tvetenia verralli	dansmug	kenm.	1		1					1																	
Virgatanytarsus	dansmug	kar.			4																						
Simulium noelleri	kriebelmug	kar.	1																								
Hygrobatas longipalpis	watermijt	kar.																									
Hydroptila	kokerjuffer	kar.		1									1														
Anodonta anatina	mossel	kenm.																									
Caenis macrura	eendagsvlieg	kenm.		1																							
Cyrnus trimaculatus	kokerjuffer	kenm.															1										
Neureclipsis bimaculata	kokerjuffer	kenm.					1																				
Psychomyia pusilla	kokerjuffer	kenm.		1																							
Tinodes waeneri	kokerjuffer	kenm.		1			1																				
Cryptochironomus rostratus	dansmug	kenm.		1																							
Stenochironomus	dansmug	kenm.					2																				
<b>Totaal aantal k-soorten/seizoen</b>			<b>11</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	

Toelichting: In kolom 1 staan in groen de k-soorten die uitsluitend in het voorjaar zijn verzameld. De soorten die uitsluitend in het najaar zijn gevonden zijn okerkleurig. In kolom 2 staat de groep waartoe de soort behoort en in kolom 3 of het een kenmerkende (extra meetellend voor de EKR-score) of een karakteristieke soort betreft (niet speciaal meetellend voor de EKR-score). In de volgende kolommen staan de voorjaarsmonsters in het groen en de najaarsmonsters in oker. De getallen in de kolommen zijn het aantal monsters waarin de betreffende soort is aangetroffen.