



Samenhang tussen de abiotische kenmerken en de macrofaunakwaliteit van R5- beken in de Peel en Maasvallei

ADVIESRAPPORT

InCompany 
Milieuadvies

RINA VAN DE SANDE & CAROLINE VAN DER LAAN

ONDERZOEK UITGEVOERD IN OPDRACHT VAN WATERSCHAP PEEL EN MAASVALLEI, VENLO, NL.
HEERLEN, JUNI 2015

Colofon

Naam document	Adviesrapport-M135-Beken-vs8.docx
Opdrachtgever	Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Waterschap Peel en Maasvallei, Gabriël Zwart.
Uitgave	InCompany Milieuadvies, faculteit Natuurwetenschappen, Open Universiteit, Postbus 2960, 6401 DL Heerlen, NL. www.ou.nl/nw
Projectteam (auteurs)	Rina van de Sande en Caroline van der Laan
Projectteam (nummer)	M135 Beken, <IM2015vj>
Projectcoach (docent)	Dennis Uit de Weerd, Open Universiteit – InCompany Milieuadvies
Datum (laatst bijgewerkt)	2-10-2015 13:27
Status	<input type="checkbox"/> in bewerking <input type="checkbox"/> voor review (intern: team/projectcoach; extern: opdrachtgever) <input type="checkbox"/> ter beoordeling <input checked="" type="checkbox"/> definitief
	InCompany Milieuadvies hanteert de APA 5th Style als norm voor haar wetenschappelijke rapportages.

Copyright	© 2015 Open Universiteit, Heerlen
	<p>De auteursrechten op dit materiaal berusten bij de Open Universiteit. Behoudens uitzonderingen door de Wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbende(n) op het auteursrecht niets uit deze uitgave worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op de gehele of gedeeltelijke bewerking.</p> <p>Copyright on this material is vested in the Open Universiteit. Save exceptions stated by the law no part of this publication may be reproduced in any form, by print, photoprint, microfilm or other means, included a complete or partial transcription, without the prior written permission of the publisher.</p>
InCompany Milieuadvies	InCompany Milieuadvies is het online milieuadviesbureau van de Open Universiteit (www.ou.nl). Studenten werken in teamverband aan echte milieup opdrachten van echte opdrachtgevers. Leren en werken zijn één in deze bijzondere cursus, die de afronding vormt van de wetenschappelijke Bachelor-of-Science opleiding Milieu-natuurwetenschappen

Projectgegevens

Titel (nl)	Samenhang tussen de abiotische kenmerken en de macrofaunakwaliteit van R5-beken in de Peel en Maasvallei
Title (in English)	Relation between abiotic features and macroinvertebrates in R5-streams in North-Limburg
Opdrachtgevende instantie	Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Waterschap Peel en Maasvallei, Venlo, NL.
Omschrijving opdracht (nl)	Analyse van de verbanden tussen abiotische kenmerken en de ecologische kwaliteit van R5-beken van het Waterschap Peel en Maasvallei om inzicht te krijgen via welke factoren het waterschap de ecologische kwaliteit kan verbeteren
Description of the order (in English)	Analysis of the relations between abiotic factors and the ecological quality of R5 streams of the Water Authority Peel en Maasvallei to gain insight in the factors which can be used by the water board to improve the ecological quality
Trefwoorden	Ecologische kwaliteit, waterkwaliteit, macrofauna, beken, tijdreeksanalyse, canonical correspondence analysis (CCA)
Key words	Ecological quality, water quality, macroinvertebrates, streams, time series analysis, canonical correspondence analysis (CCA)
Betrokkene(n) bij opdrachtgevers-organisatie	Gabriël Zwart (opdrachtgever) Jos Hoogveld (ecoloog) Erik Binnendijk (biologische monitoring, visexpert) Jeroen van Mil (biologische monitoring, macrofauna-expert) Toon Basten (chemische monitoring)
Projectleider team IM	Gezamenlijk door Rina van de Sande en Caroline van der Laan
Projectmedewerker team IM	Rina van de Sande cursus Virtueel milieuadviesbureau N502013, 838130184 wo-Bachelor Milieu-natuurwetenschappen (B.Sc) Bredestraat 12, 6542 ST Nijmegen Tel 024-3229480 mobiel: 06-38247693 e-mail: cmg.vandesande@studie.ou.nl skype: rinavandesande
Projectmedewerker team IM	Caroline van der Laan cursus Virtueel milieuadviesbureau, N50213, 836550018 wo-bachelor Milieu-natuurwetenschappen (B.Sc) Otto van Reesweg 36, 4105AB Culemborg Tel. 0345-530230, mobiel 06-12548992 cpw.vanderlaan@studie.ou.nl skype c.vanderlaan
Projectcoach	Dennis Uit de Weerd, vakgroep Science, Open Universiteit. Contact met team via de eRoom en bij VMAB-bijeenkomsten. Luistert mee bij teamoverleg via Skype. email: Dennis.UitdeWeerd@ou.nl skype: dennisuitdeweerd
Opdrachtgever	Gabriël Zwart, Waterschap Peel en Maasvallei Bezoekadres: Drie Decembersingel 46 , 5921 AC VENLO 06-52041114, gabriel.zwart@wpm.nl
Examinator	dr. Wilfried Ivens, vakgroep Science, Open Universiteit, Heerlen, NL
Referentie naar dit rapport	Van de Sande, R. & Van der Laan, C. (2015). Samenhang tussen de abiotische kenmerken en de macrofaunakwaliteit van R5-beken in de Peel en Maasvallei. Onderzoek uitgevoerd in opdracht van Waterschap Peel en Maasvallei, Venlo, NL. [Relation between abiotic features and macroinvertebrates in R5-streams in North-Limburg (in Dutch)]. Unpublished Bachelor's Thesis, Open Universiteit, Heerlen, NL.

Inhoud

Colofon	2
Projectgegevens	3
Inhoud	4
Voorwoord	5
Samenvatting	6
Abstract	7
1. Probleem	8
1.1. Inleiding	8
1.2. Kaderrichtlijn Water	8
1.2.1. Doelstellingen KRW	8
1.2.2. Beoordeling van de toestand	9
1.3. Probleem	9
1.4. Vraagstelling (milieuwetenschappelijk)	10
1.5. Doelstelling	11
1.6. Kenmerken resultaten	11
1.7. Randvoorwaarden en afbakening	11
2. Methode	12
2.1. Macrofaunameetlat en macrofaunascores	12
2.2. Beschrijving meetdata	13
2.2.1. Gegevensbestand macrofauna	13
2.2.2. Koppeling van de gegevens	14
2.2.3. Selectie meetgegevens	14
2.3. Beschrijving methodiek	16
3. Resultaten	18
3.1. Resultaten tijdreeksanalyse	18
3.1.1. Macrofauna	18
3.1.2. Inrichtingstype van de beek en ontwikkeling van de macrofauna	19
3.1.3. Zware metalen	20
3.1.4. Nutriënten en biologisch zuurstofverbruik	22
3.1.5. Bestrijdingsmiddelen	23
3.1.6. Overige fysisch-chemische parameters	25
3.2. Resultaten multivariate analyse	27
3.2.1. Onafhankelijkheid en representativiteit	27
3.2.2. Grafische weergave	27
3.2.3. Statistische kenmerken	31
4. Discussie	33
5. Conclusies	36
6. Aanbevelingen	38
Literatuur	39
Termen en afkortingen	40
Bijlage A: Voorlopige lijst waterkwaliteitsparameters	41
Bijlage B: Beken en macrofaunamonsters	42
Bijlage C: Kwantitatieve gegevens tijdreeksanalyse	44
Bijlage D: Resultaten van de CCA	61
D.1 Uitdraai van XLSTAT	61
D.2 Onafhankelijkheid van de macrofaunamonsters	70
D.3 Representativiteit van de selectie	71
Bijlage E: Tijdreeksanalyse parameters per meetpunt	76
Bijlage F: Gecorrigeerde invoerwaarden	103

Voorwoord

Dit rapport bevat het verslag van een onderzoek uitgevoerd in opdracht van het Waterschap Peel en Maasvallei (WPM) naar mogelijke verbanden tussen abiotische factoren en de ecologische kwaliteit van de macrofauna in Noord-Limburgse beken.

Het onderzoek is uitgevoerd in de periode januari-juni 2015. Begonnen met een team van drie, is de studie voltooid door twee studenten van de bachelor-opleiding Milieunatuurwetenschappen van de Open Universiteit. Door het wegvallen van één van de teamleden is de hydromorfologie van de beken wat onderbelicht gebleven.

Onze projectcoach Dennis Uit de Weerd en onze opdrachtgever Gabriël Zwart willen we hartelijk danken voor de fijne samenwerking.

Heerlen, juni 2015
Rina van de Sande
Caroline van der Laan

Samenvatting

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) regelt de bescherming van oppervlakte- en grondwater in Europa. Voor elk watertype zijn kwaliteitsdoelstellingen opgesteld, die uiterlijk in 2027 gehaald moeten worden. Het Waterschap Peel en Maasvallei (WPM) heeft 19 waterlichamen onder zijn hoede, voornamelijk beken. Tien van de beken van het WPM zijn van het type R5: een langzaam stromende beneden/middenloop op zand. Sinds de jaren 1990 verzamelt het WPM een grote hoeveelheid gegevens over de waterkwaliteit en de ecologische kwaliteit. Uit de metingen blijkt dat de ecologische kwaliteitsdoelstellingen bijna nergens worden gehaald.

Om te onderzoeken hoe de ecologische kwaliteit van de beken samenhangt met de abiotische kenmerken, zijn de meetgegevens geanalyseerd. Het onderzoek is beperkt tot de macrofaunakwaliteit in R5-beken van het WPM. De gegevens zijn onderzocht met een tijdreeksanalyse en een multivariate analyse. Voor beide methoden zijn de meetgegevens van de macrofauna en de waterkwaliteit van het WPM bewerkt om ze geschikt te maken voor de analyse. Voor de tijdreeksanalyse zijn de gegevens gemiddeld per beek en per jaar. Voor de multivariate analyse zijn macrofaunametingen één op één gekoppeld aan waterkwaliteitsmetingen.

Voor de tijdreeksanalyse is gezocht naar parameters met een aaneengesloten meetreeks van tien jaren of langer. Hieruit is een selectie gemaakt van zes zware metalen, vier indicatoren voor nutriënten, een achttal overige fysische chemische parameters en acht bestrijdingsmiddelen. De gegevensmatrix voor de multivariate analyse bevatte uiteindelijk 46 macrofaunametingen met acht fysisch-chemische parameters, vijf metalen en drie bestrijdingsmiddelen. Daarnaast is het inrichtingstype van de beek op het meetpunt meegenomen.

Voor de tijdreeksanalyse is voor elk van de beken gekeken naar de ontwikkeling van de macrofaunascores en de meetwaarden voor abiotische factoren. Correlatiecoëfficiënten zijn berekend om de samenhang te bepalen tussen de verschillende abiotische factoren en de macrofaunascores. De multivariate analyse is uitgevoerd met een canonical correspondence analysis (CCA) om te bepalen hoeveel van de variantie in de macrofaunascores verklaard kan worden door de omgevingsparameters (waterkwaliteit en inrichtingstype).

Voor alle vier de groepen van waterkwaliteitsparameters zijn correlatiecoëfficiënten berekend met de macrofaunascores. Geen van deze correlaties wijst op een duidelijke samenhang. De waterkwaliteit is in alle beken verbeterd, maar uit de resultaten van de tijdreeksanalyse blijkt geen direct effect van de onderzochte parameters op de macrofaunakwaliteit. Ook de CCA laat geen duidelijk verband zien tussen macrofaunascores en de onderzochte waterkwaliteitsparameters. Daar lijkt het inrichtingstype de grootste verklarende waarde te bieden. De tijdreeksanalyse wijst ook in die richting. Gewenste soorten zijn vooral te vinden in natuurlijke beken en de ongewenste soorten in genormaliseerde beken. Voor de waterkwaliteitsparameters zijn de verbanden minder duidelijk.

In het onderzoek kon niet achterhaald worden hoe de ecologische kwaliteit van de macrofauna samenhangt met de abiotische factoren in de R5-beken. Het onderzoek is er niet in geslaagd om het Waterschap Peel en Maasvallei inhoudelijk handvatten aan te reiken voor de gewenste stuurvariabelen.

Om de juiste conclusies uit de onderzoeksgegevens te kunnen trekken is een eerste vereiste dat de database zo volledig mogelijk is. De belangrijkste aanbeveling luidt dan ook om de database aan te vullen met gegevens over stroomsnelheid, beschaduwing en fluctuaties in waterafvoer. Een tweede aanbeveling is om consistentie in de bemonstering aan te brengen, zodat een database wordt opgebouwd met metingen die vergelijkbaar zijn in de tijd en per locatie. Aangeraden wordt om tegelijk

met de macrofaunabemonstering ook een watermonster te nemen en de overige fysisch-chemische kenmerken daarbij direct te meten en te noteren.

Abstract

The Waterschap Peel en Maasvallei (WPM) is managing a total of 19 waterbodies. Most of these waterbodies are streams. Up until now, the ecological quality of these streams is lagging behind. All streams display ecological quality scores which lay below the standards set by the European Water Framework Directive (WFD). For WPM it is not always clear why the streams perform so poorly. In order to get some answers, WPM has requested an investigation based on their data. This research has been confined to ten of the streams, all of the R5-type: slowly flowing on sand. A time series analysis and a multivariate analysis were performed on these streams to establish the relationships between scores on the invertebrate quality on the one hand and water quality factors on the other hand. Neither of the analysis methods revealed a clear-cut correlation between the investigated abiotic variables and the ecological score on the invertebrate quality. The investigation did show that the streams have become less polluted over the years. It also showed that the streams do differ in water quality. However, these differences do not supply a clear explanation for the poor invertebrate quality of the streams. In part this lack of correlations can be ascribed to flaws in the existing database. Although this study was not successful in providing WPM with the necessary clues as how to improve the ecological quality of the streams, it does provide some useful suggestions on how to improve and complete the existing database.

1. Probleem

1.1. Inleiding

Beken zijn belangrijk voor de natuur. 75% van de Nederlandse biodiversiteit bevindt zich in de beken en beekdalen (Hoogenboom, 2014). Het verlies aan biodiversiteit is groot: in Nederland is nog maar 15% over ten opzichte van de oorspronkelijke situatie (CBS, PBL, & Wageningen UR, 2013). Het is dus van groot belang om de aquatische ecosystemen te herstellen en te beschermen.

1.2. Kaderrichtlijn Water

Water trekt zich weinig aan van landsgrenzen. Waterbeheer is dan ook bij uitstek een Europees onderwerp. De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW, 2000/60/EG) beoogt "het aquatische milieu in de Gemeenschap in stand te houden en te verbeteren" (KRW, 2000). Lidstaten moeten de oppervlaktewateren beschermen, verbeteren en herstellen. Ze dienen er in ieder geval voor te zorgen dat de best mogelijke ecologische en chemische toestand wordt bereikt die haalbaar is en dat de toestand niet verder achteruitgaat (KRW, 2000).

De KRW regelt de bescherming van oppervlakte- en grondwater via stroomgebieden. Nederland ligt aan de monding van vier stroomgebieden: Maas, Rijn, Schelde en Eems. Het beheergebied van het Waterschap Peel en Maasvallei (WPM) ligt in het stroomgebied van de Maas.

1.2.1. Doelstellingen KRW

De KRW schrijft voor dat alle oppervlaktewateren een goede toestand moeten hebben, die nooit mag verslechteren door menselijk handelen. De doelstellingen van de KRW moeten op 22 december 2015 zijn bereikt. Deze termijn kan onder bepaalde voorwaarden met maximaal twee periodes van zes jaar worden verlengd. De uiterste datum komt daarmee op 2027 (KRW, 2000).

De richtlijn kiest voor beheer per stroomgebied. Het stroomgebied van een beek of rivier is het gebied dat die waterloop voedt met afvoerbare neerslag. Kleinere stroomgebieden mogen worden samengevoegd tot een stroomgebieddistrict. Binnen elk stroomgebieddistrict werken provincies, gemeenten, waterschappen en Rijkswaterstaat samen om de doelen van het KRW te bereiken (KRW, 2000).

De lidstaten moeten programma's opstellen voor de monitoring van de watertoestand, om zo een samenhangend totaalbeeld te krijgen van de watertoestand in elk stroomgebieddistrict. De programma's moesten uiterlijk zes jaar na inwerkingtreding van de richtlijn, dus in 2006, operationeel zijn (van Rijswijk et al., 2008). De KRW bepaalt welke informatie de waterbeheerders minimaal moeten verzamelen en hoe ze die moeten beoordelen (KRW, 2000).

Elke zes jaar dient per stroomgebied een stroomgebiedbeheerplan (SGBP) opgesteld te worden. In de SGBP's staan de maatregelen om de doelstellingen van de KRW te verwezenlijken. De SGBP's zijn uiterlijk 2009 gepubliceerd, worden uiterlijk in 2015 vastgesteld en vervolgens om de zes jaar getoetst en bijgesteld. Zowel de SGBP's als de monitoringverslagen worden aan de Europese Commissie gerapporteerd. Ook moet binnen drie jaar na publicatie van het SGBP een tussentijds verslag over de voortgang van de maatregelen worden ingediend (van Rijswijk et al., 2008). In 2009 heeft Nederland de SGBP's 2009-2015 gepubliceerd voor de stroomgebieden van Eems, Maas, Rijn en Schelde (Hoogenboom, 2014).

1.2.2. Beoordeling van de toestand

Waterlichamen zijn de kleinste operationele eenheid in de KRW. Er zijn vier categorieën natuurlijke wateren: meren, rivieren, overgangswateren en kustwateren. Daarnaast onderscheidt de KRW twee categorieën niet-natuurlijke wateren: de sterk veranderde wateren en de kunstmatige wateren. De meeste wateren in Nederland vallen in de categorie 'sterk veranderd'. Iedere categorie is weer onderverdeeld in verschillende watertypen. Voor elk watertype zijn kwaliteitsdoelstellingen opgesteld (KRW, 2000).

Het uiteindelijke doel van de KRW is om een goede toestand van het water te bereiken. De toestand is goed als zowel de chemische als de ecologische toestand van het water goed is (van der Molen, Pot, Evers, & van Nieuwerburgh, 2012).

Voor de beoordeling van de *chemische toestand* van het water worden gevaarlijke stoffen gemeten. Dat zijn toxische, persistente en bioaccumuleerbare stoffen of groepen van stoffen, en andere stoffen of groepen van stoffen die aanleiding geven tot evenveel bezorgdheid (KRW, 2000). Er zijn twee beoordelingsklassen: een waterlichaam voldoet óf voldoet niet aan een goede chemische toestand.

Voor de beoordeling van de ecologische toestand wordt gekeken naar biologische en abiotische kenmerken. De biotische kwaliteit wordt bepaald door de abundantie en soortensamenstelling van de waterflora, de macrofauna, de vis en het fytoplankton vast te stellen. (KRW, 2000). Niet alle soortengroepen zijn van belang bij alle watercategorieën: voor de kustwateren wordt niet naar vis gekeken en voor de categorie rivieren niet naar fytoplankton.

De abiotische kenmerken zijn onderverdeeld in hydromorfologische elementen, algemeen fysisch-chemische elementen en specifieke verontreinigende stoffen. Voor de *hydromorfologie* van rivieren wordt gekeken naar het hydrologisch regime (stroomsnelheid en afvoer), riviercontinuïteit (aanwezigheid van barrières) en de morfologie (variëaties in rivierdiepte en –breedte, structuur en substraat van de rivierbedding en structuur van de oeverzone). Onder *algemeen fysisch-chemische kwaliteitselementen* vallen thermische omstandigheden, zuurstofhuishouding, zoutgehalte, verzuringsgraad en nutriënten. *Specifieke verontreinigende stoffen* zijn prioritaire stoffen die in het waterlichaam worden geloosd, of andere verontreinigende stoffen die in significante hoeveelheden worden geloosd (KRW, 2000).

De chemische toestand en de ecologische toestand samen bepalen het eindoordeel van de kwaliteit van oppervlaktewateren. De laagste beoordeling van één van de kwaliteitselementen geldt als uiteindelijk eindoordeel van het waterlichaam (one out, all out-principe) (Hoogenboom, 2014).

1.3. Probleem

In het verleden zijn in Nederland talloze beken genormaliseerd: rechtgetrokken om de afvoer van water te versnellen. Dat leidt benedenstrooms tot wateroverlast en bovenstrooms tot verdroging van landbouw- en natuurgebieden. Door de ingrepen zijn veel karakteristieke beekflora en -fauna verdwenen. Om daar wat aan te doen, voeren de waterschappen beekherstelprojecten uit. In 2027 moeten de beken aan de KRW-doelstellingen voldoen. Uit metingen blijkt dat de ecologische doelen bijna nergens worden gehaald (van Weeren, 2014), ook niet bij het Waterschap Peel en Maasvallei. Vaak is het niet duidelijk waardoor de ecologische doelen niet gehaald worden.

Het waterschap heeft 19 waterlichamen onder zijn hoede, voornamelijk beken. Alle ecologisch belangrijke beken hebben in Limburg de specifiek ecologische functie gekregen (SEF). Voor deze beken

streeft het waterschap naar een zo natuurlijk mogelijke inrichting, als onderdeel van het ecologisch herstel (WPM, 2009).

Tien van de beken van het WPM zijn van het type R5: een langzaam stromende beneden/middenloop op zand. Omdat abiotische kenmerken van een ecosysteem in grote lijnen bepalen welke organismen zich er thuis voelen, zouden verschillen in abiotische kenmerken van de beken verschillen in ecologische scores kunnen verklaren. Ecologische scores in de beken worden bepaald door de aanwezige waterflora, macrofauna en vissen te bemonsteren.

Volgens het waterschap is de toestand van waterflora meestal goed. De KRW-doelen worden waarschijnlijk gehaald. Met de visstand is het overal slecht gesteld. De scores zijn matig of ontoereikend en er is weinig variatie in scores. De macrofaunascores in de beken van het WPM laten een grotere spreiding zien dan die van vis. Daarmee is de verklarende waarde van de gegevens ook groter.

Zowel macrofauna als vis geven een goede indicatie van de toestand van het water. Voor vissen is de KRW-maatlat echter onlangs gewijzigd. Beken die goed scoorden op de oude maatlat, voldoen nu niet meer aan de doelstellingen, zonder dat er wat veranderd is in de visstand van de beek. Door deze verandering in de maatlat kunnen gegevens over de tijd niet goed meer worden vergeleken.

Macrofauna en vissen verschillen in de ruimtelijke en temporele schaal waarop ze informatie geven (Hoogenboom, 2014). Vis geeft informatie op stroomgebiedniveau en op een tijdschaal van decennia. Op de ruimtelijke schaal van de beken geeft de samenstelling van de macrofauna een betere indicatie van de waterkwaliteit dan de visstand. Macrofauna reageert relatief snel op veranderingen, vaak al binnen maanden. De macrofaunasamenstelling is het resultaat van de hele levenscyclus van de bemonsterde dieren. De macrofaunascore op een bepaald moment reflecteert daardoor de geschiedenis van de habitatkwaliteit, waaronder de waterkwaliteit.¹

Vanwege de grotere spreiding in macrofaunascores, de beter passende schaalgrootte en de continuïteit in de maatlat is dit onderzoek beperkt tot de macrofauna.

Het WPM verzamelt voor de KRW een grote hoeveelheid gegevens. De meetgegevens naar de kwaliteit van de beken gaan terug tot de jaren negentig van de vorige eeuw. Het WPM hoopt dat een uitgebreide analyse van de gegevens verbanden kan ontdekken tussen abiotische factoren aan de ene kant en de ecologische kwaliteit aan de andere kant.

1.4. Vraagstelling (milieuwetenschappelijk)

Bovenstaande probleemstelling leidt tot de volgende hoofdvraag voor dit deelonderzoek:

Hoe hangt de ecologische kwaliteit van macrofauna samen met de abiotische factoren in de R5-beken van het Waterschap Peel en Maasvallei?

Deze vraag wordt beantwoord aan de hand van de volgende deelvragen:

¹ Opmerking van Gabriël Zwart (Waterschap Peel en Maasvallei) bij een conceptversie van onderhavig rapport.

1. Wat is de samenhang tussen de waterkwaliteit en de ecologische kwaliteit van de macrofauna in de R5-beken van het Waterschap Peel en Maasvallei?
 - 1.1. Hoe is de waterkwaliteit door de tijd veranderd?
 - 1.2. Hoe is de macrofaunasamenstelling veranderd?
 - 1.3. Hoe hangen de veranderingen in waterkwaliteit en macrofauna samen?
 - 1.4. Wat is de betekenis van de gevonden verbanden?
 - 1.5. Welke verbanden verklaren de score voor macrofauna?
2. Welke kwantitatieve verbanden in de meest recente meetgegevens van abiotische kwaliteitselementen en de macrofauna in de R5-beken van het Waterschap Peel en Maasvallei kunnen bijdragen aan een verklaring voor de ecologische kwaliteit van de macrofauna?
 - 2.1. Welke kwantitatieve verbanden levert de multivariate analyse op?
 - 2.2. Wat is de betekenis van de gevonden verbanden?
 - 2.3. Welke verbanden verklaren de score voor macrofauna?

1.5. Doelstelling

Doel van het onderzoek is om inzicht te geven in de mogelijke stuurvariabelen die de ecologische score kunnen beïnvloeden. Het is voor het Waterschap Peel en Maasvallei belangrijk om te weten op welke factoren zij moeten inzetten om de ecologische kwaliteit van de beken te verbeteren. Het onderzoek moet hiervoor bruikbare handvatten opleveren.

Het wetenschappelijke doel is het vergroten van het inzicht in het verband tussen abiotische omstandigheden en de ecologische toestand van beken door middel van een analyse van de meetgegevens die verzameld zijn voor de KRW betreffende fysisch-chemische en hydromorfologische aspecten en de biologische score op de macrofaunameetlat.

1.6. Kenmerken resultaten

Tijdreeksanalyse geeft inzicht in de samenhangen tussen de ontwikkeling van de macrofauna en de waterkwaliteit in de afgelopen 18 jaar. Verwacht wordt dat veranderingen in de waterkwaliteit van invloed zijn op de macrofauna. Aan de hand van reeksen van meerjarige gegevens zal het verband tussen de ontwikkeling van waterkwaliteit en ontwikkeling in macrofauna nader worden geanalyseerd. Bij de waterkwaliteit zullen de gehalten van zware metalen, organische stoffen en pesticiden worden vergeleken door de tijd. Bij de macrofauna gaat het om ontwikkeling in het aandeel kenmerkende soorten, positief dominante soorten en negatief dominante soorten.

Multivariate analyse geeft inzicht in de samenhang tussen bepaalde parameters. Die samenhang wordt grafisch weergegevens in een triplot. Er wordt gekeken hoe verschillende macrofaunamonsters verschillen in abiotische omstandigheden en hoe die verschillen samenhangen met het aandeel kenmerkende soorten en de aandelen dominant positieve en dominant negatieve exemplaren.

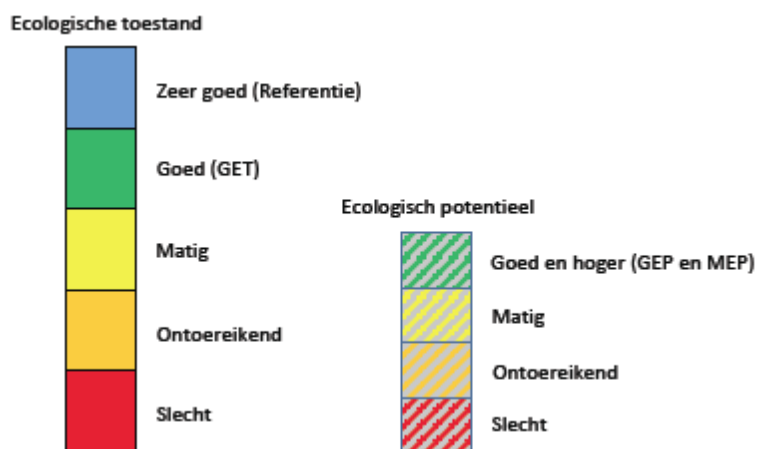
1.7. Randvoorwaarden en afbakening

Voor de analyse wordt gebruik gemaakt van de meetgegevens die het WPM heeft verzameld sinds 1995. Er wordt alleen gekeken naar R5-meetpunten in de R5-beken in het beheergebied van het WPM. Voor de bepaling van de ecologische kwaliteit is het onderzoek beperkt tot de macrofauna.

2. Methode

2.1. Macrofaunameetlat en macrofaunascores

Een *maatlat* is gedefinieerd als de beoordeling van een watertype per biologisch kwaliteitselement. Een maatlat is meestal uit een aantal deelmaatlaten opgebouwd. De waarde op de maatlat ligt altijd tussen 0 en 1, waarbij 1 de referentie(conditie) is. De score op de maatlat wordt de Ecologische Kwaliteitsratio (EKR) genoemd. De EKR geeft de afstand tot de referentie aan. Een maatlat maakt onderscheid in vijf klassen: zeer goed (referentie), goed, matig, ontoereikend en slecht (zie). De norm voor natuurlijke wateren ligt bij klasse goed (GET). Voor sterk veranderde wateren bestaat de maatlat uit vier klassen en geldt de minder strenge norm Goed Ecologisch Potentieel (GEP) (KRW, 2000).



Figuur 2.1 Maatlat voor natuurlijke wateren (links) en voor sterk veranderde wateren (rechts). Bron: van der Molen et al. (2012)

Aangezien alle R5-beken de status 'sterk veranderd' dragen, vallen zij onder de minder strenge maatlat Ecologisch potentieel (WPM, 2014). De scores op deze maatlat zijn onderverdeeld in vier klassen:

0,6 – 1	goed
0,4 - 0,6	matig
0,2 - 0,4	ontoereikend
0,0 - 0,2	slecht

Vanaf een score vanaf 0,6 wordt voldaan aan de norm goed ecologisch potentieel.

De ecologische toestand van de beken wordt voor de macrofauna berekend op basis van drie deelmaatlaten (van der Molen et al., 2012):

1. het aantal kenmerkende (beektype-specifieke) soorten als percentage van het totaal aantal soorten in het monster (*KM%*);
2. het aantal exemplaren behorende tot de positief dominante of kenmerkende soorten (dominante soorten in de referentiesituatie) als percentage van het totaal aantal exemplaren in het monster (*DP%*);
3. het aantal exemplaren behorende tot de negatief dominante soorten (die een slechte ecologische toestand indiceren) als percentage van het totaal aantal exemplaren in het monster (*DN%*).

De ecologische kwaliteitsratio (EKR) wordt als volgt uit deze deelmaatlaten berekend:

$$EKR = \frac{200 \times \frac{KM\%}{KM_{\max}} + 2 \times (100 - DN\%) + (KM\% + DP\%)}{500}$$

met $KM_{\max} = 33\%$ voor R5-beken.

2.2. Beschrijving meetdata

Het WPM verzamelt gegevens over diverse waterlichamen in het gebied Peel en Maasvallei. Sommige parameters worden eenmaal per jaar gemeten, andere vier keer per jaar en sommige zelfs 12 keer per jaar. Andere parameters komen slechts sporadisch voor.

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de meetgegevens uit de database van het Waterschap Peel en Maasvallei (WPM). Hiertoe heeft het Waterschap Peel en Maasvallei twee spreadsheets (in Microsoft Excel) met meetgegevens van R5-beken geleverd: een bestand met fysisch-chemische metingen in de periode 1995-2015 en een bestand met macrofaunascores in de periode 1995-2013. Chemische en macrofaunabemonstering vinden niet gelijktijdig plaats en ook niet altijd op dezelfde locatie (meetpunt).

2.2.1. Gegevensbestand macrofauna

Het waterschap heeft de volgende macrofaunadata geleverd:

- monsternummer
- meetpuntcode
- maand en jaar van monstername
- macrofaunameetlatscores

Naast deze macrofaunadata bevat het bestand de volgende hydromorfologische gegevens:

- inrichtingstype
- jaar van herinrichting (0 indien geen herinrichting)

Voor de analyse zijn de macrofaunascores getransponeerd van rij naar kolom, zodat de gegevens per monster op één rij staan. Verder is het inrichtingstype gewijzigd in 'genormaliseerd' als herinrichting later was dan de monstername.

Het bestand met chemische gegevens over de waterkwaliteit van de R5-beken bevat de volgende gegevens:

- meetpuntcode
- datum en tijd van de meting
- meetwaarde, eenheid en naam van de fysisch-chemische parameters, en een indicatie of de meetwaarde onder de detectiegrens lag
- X- en Y-coördinaat van het meetpunt

De gegevens zijn bewerkt om ze te kunnen analyseren. Decimale punten zijn vervangen door komma's. Drie waarden van meer dan 1.000 voor de parameters Zuurstof veld en Fosfor (P) zijn door 1.000 gedeeld, want volgens het WPM² betrof dit kommafouten bij het invoeren van de gegevens. Ook

² Mondelinge toelichting van Toon Basten tijdens overleg met het Waterschap Peel en Maasvallei op 21-04-2015.

voor een aantal bestrijdingsmiddelen is er sprake van een invoerfout, maar dan met meetwaarden die een factor 100 afwijken van de reguliere metingen. Het betreft hier metingen uit 1999 van de stoffen atrazine, dichloorvos, endosulfan, malathion, mevinfos en simazine in het Loobeek afleidingskanaal. Ook deze invoerfouten zijn gecorrigeerd.

Voor verwerking in de multivariate analyse zijn meetwaarden beneden de detectiegrens gehalveerd, omdat de werkelijke waarde ergens tussen 0 en de detectiegrens ligt (zie bijvoorbeeld Greenacre and Primicerio (2013)). Voor de tijdreeksanalyse is de waarde van de detectiegrens aangehouden.

2.2.2. Koppeling van de gegevens

Tijdreeksanalyse

Voor de tijdreeksanalyse zijn de meetpunten uit het bestand met fysisch-chemische meetgegevens gekoppeld aan een waterlichaam. Soms was dit gemakkelijk te zien aan de hand van de meetpuntcode. In andere gevallen is hiervoor gebruik gemaakt van de meetrapporten van de website van het Waterschap.

Multivariate analyse

Voor de multivariate analyse is voor iedere meting in het macrofaunabestand gezocht naar een bijpassende chemiemeting. Chemiemetingen vinden vaker plaats maar op minder meetpunten dan de macrofaunametingen. Een meting wordt passend geacht als hij gedaan is op hetzelfde traject binnen een periode van een maand. Een traject is een deel van de beek waarin geen andere beken uitkomen die de chemische meetwaarden kunnen verstoren. Er is geen rekening gehouden met stroomrichting, het mogelijk effect van landgebruik of andere kleinere wateren die uitkomen op het traject tussen macrofaunameetpunt en chemisch meetpunt.

Een aantal chemische metingen volgde vlak na elkaar (binnen een maand), maar betrof (deels) verschillende parameters, waarbij in de ene meting de zware metalen werden gemeten en in de andere meting bestrijdingsmiddelen. In die gevallen zijn de metingen samengevoegd, waarbij dubbele metingen zijn gemiddeld.

Voor een aantal macrofaunamonsters kon geen bijpassend chemisch monster gevonden worden; die monsters zijn uit de selectie verwijderd.

2.2.3. Selectie meetgegevens

De tijdreeksanalyse en de multivariate analyse kennen elk hun eigen selectiecriteria. Daarom wordt hieronder voor de afzonderlijke analyses kort aangegeven hoe de selectie heeft plaatsgevonden.

Tijdreeksanalyse

De eerste afbakening in de gegevens is de keuze voor de beken geweest. Beken die niet worden gerekend tot de KRW-waterlichamen zijn buiten beschouwing gelaten. Dit betekent dat de volgende tien beken geselecteerd zijn voor de tijdreeksanalyse:

Eckeltsebeek	Lingsforterbeek
Everlosebeek	Oostrumschebeek
Grootemolenbeek	Roggelsebeek
Haelensebeek	Tungelroysebeek
Kwistbeek	Loobeek afleidingskanaal

Vervolgens zijn de parameters ondergebracht in vier groepen: zware metalen, nutriënten/BZV, bestrijdingsmiddelen en overige fysisch-chemische parameters.

De metingen voor ammonium-N en berekende vrije ammoniak zijn samengevoegd tot één reeks met als parameter ammoniak-ammonium evenwicht. De stoffen α -endosulfan en β -endosulfan zijn samengevoegd tot de parameter endosulfan. Voor de tijdreeksanalyse is de parameter gemeten temperatuur gesplitst in zomertemperatuur en wintertemperatuur.

Binnen de onderscheiden categorieën is vervolgens in overleg met de opdrachtgever een selectie gemaakt van zes zware metalen, vier indicatoren voor nutriënten/BZV, een achttal overige fysische chemische parameters en acht bestrijdingsmiddelen (zie Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Geselecteerde waterkwaliteitsparameters voor de tijdreeksanalyse

Zware metalen	Nutriënten/BZV	Bestrijdingsmiddelen	Overige fysisch-chemische parameters
Cadmium	BZV 5 dagen	Atrazine	Affiltreerbare stof
Chroom	Fosfor	Chloridazon	Ammoniak-ammonium
Koper	Orthofosfaat	Dichloorvos	Elektrisch geleidend vermogen
Lood	Stikstof	Endosulfan	Sulfaat
Nikkel		Gamma-HCCH	Wintertemperatuur water
Zink		Malathion	Zomertemperatuur water
		Mevinfos	Zuurgraad
		Simazine	Zuurstofgehalte water

Criteria voor de keuze van de parameters waren de wensen van de opdrachtgever (zie ook bijlage A), de verwachte effecten op de macrofauna en de beschikbaarheid van de gegevens. Voor de tijdreeksanalyse is gezocht naar parameters die een aaneengesloten meetreeks van tien jaren of meer kenden. Van een aantal van de gewenste parameters waren onvoldoende meetgegevens beschikbaar om ze in een tijdreeksanalyse te kunnen opnemen. Na toepassing van bovenstaande selecties bleef uiteindelijk een bestand over met ruim 65.000 records, dat is gebruikt voor de tijdreeksanalyse.

Multivariate analyse

Uitgaande van de macrofaunamonsters is gezocht naar zoveel mogelijk chemische meetgegevens voor de multivariate analyse, zodanig dat elke cel in de resulterende gegevensmatrix gevuld is.

Niet alle door de opdrachtgever gewenste chemische parameters konden worden meegenomen in de analyse omdat de meetgegevens niet compleet waren, omdat de metingen onder de detectiegrens bleven of omdat verschillende parameters (deels) dezelfde stof maten (totaal stikstof omvat ook nitraat, nitriet en ammonium, bijvoorbeeld).

Evenmin konden alle macrofaunamonsters worden meegenomen, omdat de chemische meting bij sommige macrofaunamonsters veel te weinig parameters omvatte. Een overzicht van de geselecteerde macrofaunamonsters is te vinden in bijlage B. Die tabel geeft per beek de datum en locatie van de bemonstering en van de beekinrichting bij het meetpunt.

De selectie van chemische parameters en macrofaunamonsters is als volgt gemaakt. Allereerst is gekeken naar de gewenste fysisch-chemische parameters: helderheid (gemeten in affiltreerbare stof), elektrisch geleidend vermogen, zuurgraad, biologisch zuurstofgebruik, fosfor, stikstof, zuurstof en sulfaat. Als de betreffende parameter op meer manieren gemeten werd, is gekeken welke manier de meest complete meetreeks opleverde. De metingen van Fosfor (P) en Totaal fosfor na UV destructie/water vulden elkaar volgens het WPM aan³ en zijn samengenomen als één parameter. In de

³ Mondelinge toelichting van Toon Basten tijdens overleg met het WPM op 21-04-2015.

totale dataset kwamen drie metingen voor waarbij beide parameters op dezelfde tijd en plaats werden gemeten, maar deze metingen zitten niet in de selectie. Hoewel de waarden niet exact hetzelfde waren, zijn ze wel van dezelfde orde grootte. De parameters zijn dus verder niet omgerekend. Geen enkele fysisch-chemische parameter werd op alle geselecteerde macrofaunametingen gemeten. Macrofaunamonsters met ontbrekende chemiemetingen zijn uit de selectie verwijderd.

Naast de fysisch-chemische parameters zijn zoveel mogelijk metalen en bestrijdingsmiddelen geselecteerd. Ook dit resulteerde in de verwijdering van enkele macrofaunamonsters uit de selectie, omdat metalen noch bestrijdingsmiddelen een volledig meetreeks hadden. Er is getracht zoveel mogelijk macrofaunametingen over te houden.

De gegevensmatrix voor de multivariate analyse bevatte uiteindelijk 46 macrofaunametingen met acht fysisch-chemische parameters (affiltreerbare stof, zuurgraad, elektrische geleiding, watertemperatuur, zuurstof, sulfaat, totaal fosfor en totaal stikstof), vijf metalen (cadmium, chroom, lood, nikkel, zink) en drie bestrijdingsmiddelen (atrazine, simazine en gamma-hexachloorcyclohexaan). Daarnaast is het inrichtingstype van de beek op het meetpunt meegenomen.

2.3. Beschrijving methodiek

Tijdreeksanalyse

De tijdreeksanalyse is gebaseerd op gemiddelden. Er zijn gemiddelde waarden berekend over alle metingen in een bepaald jaar op een bepaald meetpunt. Sommige parameters (bestrijdingsmiddelen) worden maandelijks gemeten, andere per seizoen, weer andere alleen in de lente. Uit al deze periodieke metingen is voor het betreffende meetpunt een jaargemiddelde berekend. Deze jaargemiddelden per meetpunt zijn vervolgens ook weer gemiddeld om te komen tot een gemiddelde per beek.

Op deze gegevens zijn diverse draaitabellen gemaakt. Daarin zijn voor de tijdreeksanalyse de gemiddelden per jaar en per meetpunt berekend. Zo is een gemiddelde waarde voor de betreffende beek in enig jaar tot stand gekomen. Aan deze draaitabellen zijn vervolgens draaigrafieken gekoppeld.

Om het verband tussen verschillen in de ontwikkeling van de abiotische parameters en de ontwikkeling van de macrofauna te onderzoeken, zijn per beek correlaties berekend tussen de gemiddelde macrofaunawaarden en de gemiddelde waarden van de diverse parameters. Hiervoor is gebruik gemaakt van Microsoft Excel.

Bij het berekenen van een correlatiecoëfficiënt tussen twee variabelen ontstaat een getal tussen -1 en $+1$. Hierbij duidt -1 op een sterke negatief verband en $+1$ op een sterk positief verband, terwijl een waarde van 0 betekent dat er geen verband is.

Naast deze grafische weergave zijn ook statistische berekeningen uitgevoerd. Met behulp van Excel zijn correlatiecoëfficiënten berekend tussen enerzijds de macrofauna en anderzijds telkens één van de afzonderlijke parameters.

Voor het toetsen van de significantie van de correlaties is gebruik gemaakt van de t -toets. Dit is een toets die vaak gebruik wordt in steekproefonderzoek (Ferguson & Takane, 1989). De significante

(kritieke) waarde van de grootte t voor wordt berekend met behulp van de formule $t = r \times \sqrt{\frac{N-2}{1-r^2}}$

met N = aantal paren van metingen dat wordt vergeleken, r = de gevonden correlatiecoëfficiënt. De term $N-2$ is het aantal vrijheidsgraden (degrees of freedom, df). Omdat je door twee punten altijd

een rechte lijn kunt trekken is het aantal vrijheidsgraden 2 kleiner dan het totale aantal paren metingen dat wordt vergeleken. Voor de tijdreeksanalyse is de correlatie berekend tussen de jaren waarin zowel voor macrofauna als voor de betreffende fysisch-chemische parameter een meetwaarde beschikbaar was.

De getalswaarde waarbij t significant is hangt af van het aantal vrijheidsgraden en daarmee dus ook van het aantal paren metingen. Als het gegeven aantal vrijheidsgraden bekend is dan kan uitgaande van de significante t -waarde de bijbehorende significante waarde voor r worden berekend (Ferguson & Takane, 1989).

Multivariate analyse

Voor de multivariate analyse is gekozen voor canonical correspondence analysis (CCA). CCA is een multivariate methode om de invloed van een multivariate dataset (bijvoorbeeld omgevingsfactoren als waterkwaliteit en beekinrichting) op een tweede multivariate dataset (bijvoorbeeld biologische gegevens als de macrofaunascores) te bepalen (Shaw, 2003). Het doel is om te bepalen hoeveel van de variantie (inertia) in de afhankelijke dataset (macrofaunascores) verklaard kan worden door de omgevingsparameters (de verklarende variabelen, in dit geval de waterkwaliteitsparameters) (Greenacre & Primicerio, 2013). CCA zoekt naar een combinatie van omgevingsvariabelen (waterkwaliteit en inrichting) die het onderscheid tussen de macrofaunamonsters zo groot mogelijk maakt.

Er zijn grote verschillen in de waarden die de waterkwaliteitsparameters kunnen aannemen. De meetwaarden van bijvoorbeeld cadmium zijn overal kleiner dan 1, terwijl EGV veld varieert tussen 300 en 631. Om te voorkomen dat grote meetwaarden een onevenredig grote invloed op de analyse hebben, zijn ze als volgt gestandaardiseerd (Greenacre & Primicerio, 2013):

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}, \quad i = 1, \dots, n,$$

met x_i de i -de meetwaarde van variabele x , \bar{x} het gemiddelde en s de standaarddeviatie van x . Door deze standaardisering hebben alle variabelen een gemiddelde van 0 en een variantie van 1.

De CCA is uitgevoerd met de gratis probeerversie van XLSTAT Version 2015.2.01.17149 van Addinsoft. XLSTAT is een statistische add-in voor Microsoft Excel met verschillende statistische analysemethoden, waaronder CCA. Tegelijk met de CCA is een permutation test uitgevoerd om te onderzoeken of de verkregen analyseresultaten op toeval berusten.

De volgende instellingen zijn gebruikt:

- Sites/Objects data: DP+KM, DN, KM (zie paragraaf 2.1 voor een beschrijving van de macrofaunascores)
- Quantitative: de fysisch-chemische parameters (zie bijlage B)
- Qualitative: het inrichtingstype van de beek bij het macrofaunameetpunt
- Method: CCA
- Permutation test:
 - Number of permutations: 10.000
 - Significance level: 1%
- Missing data: do not accept missing data

3. Resultaten

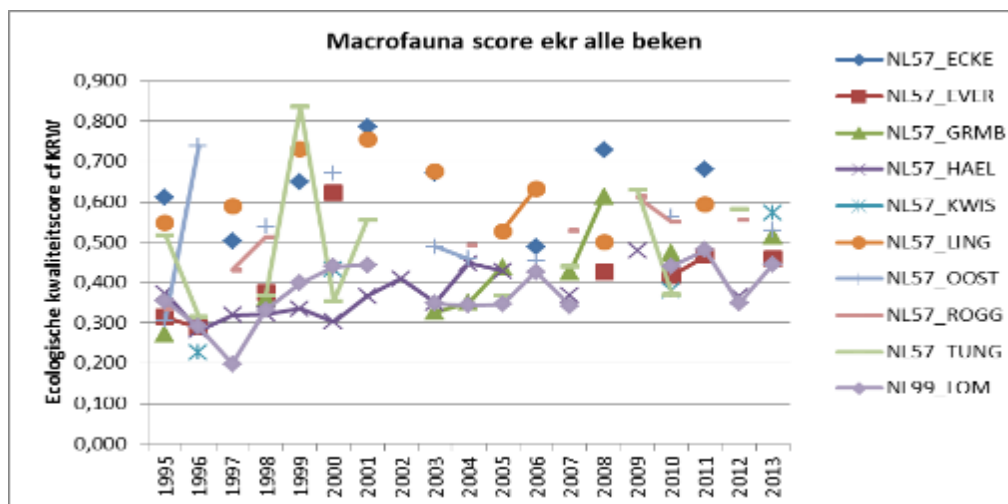
De resultaten van de tijdreeksanalyse en de multivariate analyse worden afzonderlijk besproken. Integratie vindt plaats in hoofdstuk 4 (Discussie), zodat in de hoofdstukken 5 en 6 gezamenlijke conclusies en aanbevelingen gepresenteerd kunnen worden.

3.1. Resultaten tijdreeksanalyse

Voor de tijdreeksanalyse is voor elk van de beken gekeken naar de ontwikkeling van de macrofaunascores en de meetwaarden voor abiotische factoren, namelijk zware metalen, nutriënten, bestrijdingsmiddelen en overige fysisch-chemische parameters. Correlatiecoëfficiënten geven de samenhang tussen de verschillende abiotische factoren en de macrofaunascores. Kwantitatieve gegevens van deze analyse zijn opgenomen in de bijlagen B t/m F.

3.1.1. Macrofauna

De macrofauna-EKR is een maat voor de ecologische kwaliteit van de macrofauna. De score is een gewogen gemiddelde (zie paragraaf 2.1 voor de berekening). Bij een score van 0,6 en hoger wordt voldaan aan de norm voor een goede toestand. Figuur 3.1 toont de ontwikkeling van de score in de tijd. Een overzicht van de macrofaunascores per beek is te vinden in bijlage C.



Legenda:

NL57_ECKE = Eckeltsebeek
 NL57_EVLIR = Everlosebeek
 NL57_GRMB = Grootemolenbeek
 NL57_HAEL = Haelensebeek
 NL57_KWIS = Kwistbeek

NL57_LING = Lingsforterbeek
 NL57_OOST = Oostrumschebeek
 NL57_ROGG = Roggelsebeek
 NL57_TUNG = Tungelroysebeek
 NI 99 LOM = Loobeek afleidingskanaal

Figuur 3.1 Ontwikkeling in de macrofauna van tien R5-beeken in Noord- en Midden-Limburg

Alle macrofaunametingen zijn hier gemiddeld over de meetpunten en de meetjaren per beek. Aan de losse lijnstukjes in de figuur is te zien dat er niet in alle jaren metingen zijn verricht.

De Eckeltsebeek is de enige beek die in alle meetjaren – op één jaar na – de norm van goed ecologisch potentieel haalt (0,6 of hoger). De beek start in 1995 op een score van 0,612 en eindigt in

2011 met een score van 0,682. Alle overige beken scores gemiddeld lager, zij het dat de scores op individuele meetpunten soms wel boven 0,7 uitkomen. Beken die een eindscore halen tussen 0,5 en 0,6 zijn de Kwistbeek, de Lingsforterbeek en de Tungelroysebeek. Dit betekent een maatlatbeoordeling matig.

De ecologische kwaliteit van de Roggelsebeek ontwikkelt zich in positieve richting. De beek heeft een eindscore van 0,556 in 2012 (na een startwaarde in 1995 van 0,336). Ook de ecologische kwaliteit van de Kwistbeek ontwikkelt zich in positieve richting. De beek start in 1996 op 0,227 en eindigt in 2013 op 0,572. In deze beek is in totaal over de hele periode van 19 jaar maar tien keer gemeten, waarvan acht keer na 2010.

De Lingsforterbeek start op 0,549 in 1995 en eindigt in 2011 op 0,595. Daarmee bereikt de beek net niet de norm van goed ecologisch potentieel. De Oostrumschebeek start op 0,306 in 1995 en eindigt op 0,529 in 2013. Ook dit is een positieve ontwikkeling, maar ook deze beek blijft net onder de norm steken. De Tungelroysebeek start op 0,518 in 1995 en eindigt op 0,583 in 2012. Ook hier wordt de norm net niet gehaald.

De Everlosebeek en het Loobeek afleidingskanaal bereiken een eindscore tussen 0,4 en 0,5. De Everlosebeek start in 1995 op 0,379 en eindigt in 2013 op 0,473. Het Loobeek afleidingskanaal start op 0,354 in 1995 en eindigt op 0,445 in 2013. Daarmee bewegen beide beken zich op het grensvlak tussen slecht en ontoereikend.

De Grootemolenbeek en de Haelensebeek behalen een eindscore tussen 0,3 en 0,4. De Grootemolenbeek start in 1995 op 0,272 en eindigt in 2013 op 0,366. De Haelensebeek start in 1995 op 0,373 en eindigt op 0,367 in 2012. Beide beken vallen daarmee in de klasse ontoereikend.

Waar sprake is van de scores per beek betreft het steeds een gemiddelde dat voor die beek is berekend over verschillende meetpunten. Vaak zit er tussen deze meetpunten geen overlap. Ook komt het voor dat slechts de score op één meetpunt bepalend is voor het gemiddelde van de totale beek.

Tabel C.1 in bijlage C biedt een gedetailleerd overzicht van de scores per meetpunt.

3.1.2. Inrichtingstype van de beek en ontwikkeling van de macrofauna

Voor meetpunten met een reeks van tenminste vijf aaneengesloten jaren met macrofaunametingen is het bijbehorende inrichtingstype bekeken om de invloed daarvan op de ontwikkeling van de macrofauna te onderzoeken. Deze selectie is overigens niet representatief voor alle beken⁴.

Meetpunten van het type natuurlijk karakter en/of het type genormaliseerd met natuurlijke ontwikkeling vertonen een positief beeld. Er is sprake van een verbetering van de score op de macrofauna, na de ingrepen, zoals de scores bij de meetpunten OEVER900, OLING900, OOST900, OROGG900 en OTUNG900 laten zien (tabel C.1). Opmerkelijk is wel de daling in 2008 op het meetpunt OLING900 in de Lingsforterbeek. Daarna is niet meer gemeten, dus is het niet duidelijk hoe dit zich verder ontwikkelt.

Ook meanderen laat een positieve lijn zien, gezien de scores bij meetpunt OTUNG800 (vrije meandering sinds 2000). In de Grootemolenbeek is bij meetpunt OGRMB445 in 2000 zomerbed van winterbed gescheiden. Ook hier zien we een stijging van de scores op de macrofauna. In de

⁴ In de database van het WPM is niet voor alle beken informatie beschikbaar over het inrichtingstype. In de selectie van deze subparagraaf zijn alleen de meetpunten opgenomen waarvoor deze informatie in de database was opgenomen.

Haelensebeek is in 2003 een flauwe oever aangelegd en dit leidt tot een stijgende lijn in de scores, maar in absolute zin blijven de scores laag (zie scores bij het meetpunt OITTE200).

Er zijn ook genormaliseerde meetpunten die een stijgende lijn kennen, zoals bijvoorbeeld de meetpunten OUFFE050 en OAFLE900.

3.1.3. Zware metalen

Meetresultaten zware metalen

De metalen cadmium, chroom, koper, lood, nikkel en zink zijn onderzocht. De gebruikte parameters zijn de afzonderlijke opgeloste metalen, en dus niet het metaal-totaal.⁵ De kwantitatieve gegevens bij deze paragraaf staan in tabel C.2 in bijlage C. De bijbehorende grafieken zijn te vinden de figuren C.2 tot en met C.4. Kwantitatieve gegevens per meetpunt zijn opgenomen in Bijlage E tabel E.1.

Cadmium

De Tungelroysebeek bevat structureel meer cadmium dan de overige beken. In de meeste jaren schommelt het gehalte aan cadmium hier rond de 1,4 µg/l. In de Haelensebeek, Lingsforterbeek en het Loobeek afleidingskanaal ligt dit rond de 0,4 µg/l. De waarde voor de andere beken ligt nog lager.

Voorts komen in de Haelensebeek komen in 2000 t/m 2002 drie pieken voor met een waarde van circa 0,9 µg/l. De Roggelsebeek vertoont een piek van 0,3 µg/l in 2000. In de Tungelroysebeek komt tweemaal een piek voor van 4,7 µg/l in de jaren 1999 en 2002. Over de totale onderzoeksperiode is sprake van een daling van het gehalte aan cadmium in alle beken. Zie voor details tabel C.2 en figuur C.2.

Chroom

Chroom heeft in de Haelensebeek de hoogste concentraties (meerdere piekjaren en gemiddeld 2,8 µg/l over alle meetjaren) en in de Oostrumschebeek de laagste (gemiddeld over alle meetjaren 1,3 µg/liter, met als piekjaar 2006 3,0 µg/l).

Chroom vertoont pieken in alle beken. De Haelensebeek heeft de meeste en de hoogste pieken, die allemaal boven de 4 µg/l uitkomen. In het Loobeek afleidingskanaal is in 1996 eenmalig een waarde boven 4 µg/l bereikt. In de overige beken komen pieken voor die schommelen tussen 1,7 en 2,3 µg/l in de jaren 2005 tot en met 2007. De hoge waarde in 2013 voor de Grootemolenbeek is gebaseerd op slechts twee metingen die in dat jaar verricht zijn, waarvan één hoge meetwaarde. In alle andere jaren zijn steeds 12 metingen verricht. Zie voor details tabel C.2 en figuur C.2.

Koper

Het hoogste gehalte aan koper komt voor in het Loobeek afleidingskanaal. De hoogste waarde is 12,0 µg/l in 2002 en de laagste waarde is 3,0 µg/l in 2013. De hoogste waarde in de Grootemolenbeek wordt in 1997 bereikt en bedraagt 12,3 µg/l. De laagste waarde treedt hier op in 2013 en bedraagt 2,9 µg/l. De laagste kopergehalten treden op in de Kwistbeek. De hoogste waarde is hier 4,9 µg/l (1999) en de laagste waarde 1,6 µg/l (2008).

Er treedt in 2003 in de Lingsforterbeek een piek op van 12,2 µg/l. Voorts vinden we pieken in de Everlosebeek in 2003 (8,3 µg/l) en in de Roggelsebeek in 1999 (7,0 µg/l). Pieken met waarden tussen 5 en 6 µg/l treden in 2003 op in de Eckeltsebeek, de Haelensebeek en de Tungelroysebeek. Er sprake

⁵ De database van het waterschap bevat een parameter 'Som van 6 metalen' (Cd, Cr, Cu, Pb, Ni en Zn), maar die heeft een aaneengesloten reeks van slechts zes meetjaren (2000 t/m 2005). Daarnaast heeft de opdrachtgever aangegeven meer geïnteresseerd te zijn in wat er in het water zit aan stoffen, dan wat er in de bodem voorkomt. Daarom zijn de parameters die in de bodem zijn gemeten buiten beschouwing gelaten.

van een daling van het kopergehalte in de periode 1995 t/m 2012, met uitzondering van de Eckeltsebeek en de Kwistbeek is.⁶ Zie voor details tabel C.2 en figuur C.3.

Lood

De hoogste concentraties voor lood zijn aangetroffen in de Tungelroysebeek (gemiddeld over alle jaren 2,9 µg/l, met een piek in 2002 van 17,4 µg/l); de laagste in de Eckeltsebeek (gemiddeld over alle jaren 0,6 µg/l).

Hoge pieken voor lood komen voor in de Tungelroysebeek: 17,4 µg/l in 2002; 15,7 µg/l in 2000; 11,5 µg/l in 1999 en 8,0 µg/l in 1996. Vanaf 2002 zet in deze beek een daling in. De Haelensebeek vertoont in 2000 een piek van 5,9 µg/l en in 2002 een piek van 5,0 µg/l. Vanaf 2004 zet hier een daling in. De Grootemolenbeek vertoont een piek van 4,0 µg/l in 1998. De pieken in de overige beken zijn lager dan 2,5 µg/l. Zie voor details tabel C.2 en figuur C.3.

Nikkel

De hoogste concentraties nikkel, van 41,9 µg/l in 1999 tot 72,8 µg/l in 2010, komen voor in de Lingsforterbeek. De waarden in de Lingsforterbeek zijn een factor twee hoger dan in de Eckeltsebeek en een factor drie hoger dan in de Grootemolenbeek. Het laagste gehalte aan nikkel komt voor in de Roggelsebeek en varieert van 5,3 tot 7,9 µg/l.

In de Oostrumschebeek treedt een daling in vanaf 2003, maar de waarde in 2013 komt nagenoeg uit op het niveau van 1995 (13,8 µg/l). In de overige beken is sprake van een daling van het nikkelgehalte met piekwaarden verspreid in de tussenliggende jaren. Zie voor details tabel C.2 en figuur C.4.

Zink

In de meeste beken blijft het gehalte aan zink beneden de 100 µg/l. Uitzondering hierop is de Tungelroysebeek, waar de zinkgehalten ruim een factor 20 uitstijgen boven die van de andere beken. Het zinkgehalte varieert in de Lingsforterbeek tussen 48 en 86 µg/l, in het Loobeek afleidingskanaal tussen 42,0 µg/l en 63 µg/l, in de Haelensebeek tussen 22,3 en 51,4 µg/l, in de Grootemolenbeek tussen 27,8 en 52,3 µg/l, in de Oostrumschebeek tussen 23,3 en 44,3 µg/l, in de Eckeltsebeek tussen 24,5 en 50,3 µg/l, in de Roggelsebeek tussen 16,8 en 60,3 µg/l, in de Everlosebeek tussen 16,8 en 28,8 µg/l en in de Kwistbeek variëren de waarden tussen 18,9 en 46,8 µg/l. Zie voor details tabel C.2 en figuur C.4.

Samenhang tussen macrofauna en zware metalen

Per beek zijn correlaties berekend tussen de macrofaunawaarden en de metaalgehalten. Bij het berekenen van een correlatiecoëfficiënt tussen twee variabelen ontstaat een getal tussen -1 en +1. Hierbij duidt -1 op een sterke negatief verband en +1 op een sterk positief verband, terwijl een waarde van 0 betekent dat er geen verband is. De significantie van de berekende correlatiecoëfficiënten is getoetst met behulp van de *t*-verdeling zoals in paragraaf 2.4 is beschreven.

In tabel 3.1 zijn de geel gemarkeerde correlatiecoëfficiënten statistisch significant ($p=0,05$).

⁶ Het jaar 2012 is hier als laatste meetjaar genomen, omdat in 2013 slechts voor vier beken meetgegevens over het kopergehalte beschikbaar zijn.

Tabel 3.1 Correlatie tussen macrofaunascore en de gehalten van elk der metalen in de R5-beken

Beek	Cadmium	Chroom	Koper	Lood	Nikkel	Zink
Eckeltsebeek	0,091	-0,383	0,628	-0,003	-0,457	0,748
Everlosebeek	-0,785	0,721	-0,820	-0,679	-0,817	-0,082
Grootemolenbeek	-0,377	-0,096	0,076	-0,337	-0,420	0,337
Haelensebeek	-0,018	-0,277	-0,539	-0,306	-0,192	-0,422
Lingsforterbeek	-0,171	-0,256	0,141	0,031	0,261	0,031
Oostrumschebeek	-0,180	-0,078	0,051	0,641	-0,152	0,045
Roggelsebeek	-0,806	0,538	-0,680	-0,730	-0,590	-0,673
Tungelroysebeek	0,340	-0,181	0,480	0,000	0,233	0,251
Loobeek afleidingskanaal	0,127	-0,076	-0,529	-0,338	0,304	-0,720

Voor de Kwistbeek zijn te weinig metingen beschikbaar om zinvolle correlaties te kunnen bepalen. In de Everlosebeek vinden we negatieve correlaties tussen enerzijds de macrofauna en de metalen cadmium, koper en nikkel. In de Haelensebeek bestaat een negatieve correlatie met koper. In de Roggelsebeek zien we een negatieve correlatie met cadmium. In het Loobeek afleidingskanaal zien we een negatieve correlatie tussen de enerzijds macrofauna en koper en zink anderzijds.

3.1.4. Nutriënten en biologisch zuurstofverbruik

Meetresultaten nutriënten en biologisch zuurstofverbruik

In eerste instantie is naast de nutriënten fosfor en stikstof ook het biologisch zuurstofverbruik geselecteerd als parameter voor organische belasting. Omdat er maar twee beken blijken te zijn waarin het biologisch zuurstofverbruik een meetreeks van tien aaneengesloten jaren heeft, wordt in deze paragraaf alleen aandacht geschonken aan de nutriënten fosfor en stikstof. Naast het bruto-fosforgehalte is ook het orthofosfaatgehalte meegenomen omdat dit de biobeschikbare vorm van fosfor is, die door organismen gemakkelijk kan worden opgenomen. De gegevens staan in bijlage C tabel C.3 en figuren C.5 en C.6. In sommige gevallen zijn de meetwaarden in de database gecorrigeerd voor invoerfouten. In die gevallen geven de grafieken en tabellen in bijlage C de gecorrigeerde waarden weer. Kwantitatieve gegevens per meetpunt – niet gecorrigeerd – zijn opgenomen in bijlage E in tabel E.2.

Fosfor

In de oorspronkelijke database komt in de jaren 1996, 1997 en 1998 een meetwaarde voor fosfor van meer dan 1.000 mg/l voor. Dit bleek een invoerfout te zijn. De betreffende waarden zijn door duizend gedeeld voordat de grafiek werd opgesteld. Zie voor details over correcties bijlage F. Bij het Loobeek afleidingskanaal is in 1996 een keer een sterk afwijkende waarde van 60 mg/l ingevoerd voor fosfor. Die is niet gecorrigeerd.

Het Loobeek afleidingskanaal heeft de hoogste waarden voor fosfor. In de jaren 1996, 1997 en 2004 treedt een piek op groter dan 1,10 mg/l. Overigens kent de beek een daling in fosforgehalte van 0,52 in 1995 tot 0,15 mg/l in 2013. De laagste waarden voor fosfor komen voor in de Eckeltsebeek en variëren van 0,13 tot 0,23 mg/l. In de Haelensebeek is sprake van een daling van 0,49 mg/l in 1995 tot 0,25 mg/l in 2013. In de overige beken heeft het fosforgehalte een waarde rond de 0,2 mg/l. Deze beken eindigen in 2013 ook nagenoeg op dezelfde waarde als waarmee ze in 1995 begonnen. Zie voor kwantitatieve details tabel C.3 en figuur C.5.

Orthofosfaat

Het beeld van orthofosfaat lijkt sterk op dat van fosfor en ook de onderlinge verhoudingen tussen de beken zijn gelijk. Zo treden de hoogste waarden voor orthofosfaat in het Loobeek afleidingskanaal op.

In het Loobeek afleidingskanaal is sprake van daling van het gehalte van 0,38 in 1995 naar 0,06 mg/l in 2013. De laagste waarden voor orthofosfaat vinden we in de Eckeltsebeek, variërend van 0,03 tot 0,05 mg/l. De waarden van de Tungelroysebeek en de Haelensebeek schommelen rond de 0,1 mg/l. In de overige beken liggen ze lager dan 0,1 mg/l. Uiteindelijk blijft het orthofosfaatgehalte nagenoeg constant voor deze beken. Zie voor kwantitatieve details tabel C.3 en figuur C.5.

Stikstof

De hoogste gehalten aan stikstof zijn gemeten in de Lingsforterbeek, variërend tussen 10 en 14 mg/l. De laagste stikstofwaarden komen voor in de Tungelroysebeek, variërend tussen 1,4 en 4,3 mg/l. Het stikstofgehalte in deze beek stijgt in de jaren 2010-2013 tot 4,1 mg/l. De Everlosebeek is de enige beek die een gestage daling kent van 10,3 in 1995 tot 6,8 mg/l in 2012. In het Loobeek afleidingskanaal daalt het gehalte van 11,mg/l tot 5,8 mg/l. In alle beken behalve de Tungelroysebeek is vanaf 1995 t/m 2012 sprake van een daling in stikstofgehalte. Opmerkelijk is dat in alle beken het stikstofgehalte in 2013 weer stijgt ten opzichte van 2012. Zie voor kwantitatieve details tabel C.3 en figuur C.6.

Samenhang tussen macrofauna en nutriënten

Tabel 3.2 toont de correlatiecoëfficiënten tussen enerzijds de macrofauna en anderzijds de nutriënten. De geel gemarkeerde correlaties in de tabel zijn significant.

Tabel 3.2 Correlaties tussen macrofauna en nutriënten en biologisch zuurstofverbruik

Beek	BZV 5 dagen	Fosfor	Ortho fosfaat	Stikstof
Eckeltsebeek	--	-0,300	-0,417	0,213
Everlosebeek	-0,374	0,049	0,368	-0,786
Grootemolenbeek	-0,668	0,443	0,291	-0,125
Haelensebeek	-0,430	-0,472	-0,537	-0,627
Lingsforterbeek	0,658	-0,579	0,216	-0,199
Oostrumschebeek	--	0,443	0,046	-0,311
Roggelsebeek	-0,909	-0,041	0,008	-0,552
Tungelroysebeek	-0,335	-0,334	-0,389	-0,002
Loobeek afleidingskanaal	-0,562	-0,507	-0,219	-0,504

Voor de Kwistbeek zijn te weinig metingen beschikbaar om zinvolle correlaties te berekenen. In de Eckeltsebeek en Oostrumschebeek zijn te weinig metingen beschikbaar om een correlatie voor het biologisch zuurstofverbruik (BZV) te berekenen. In de Everlosebeek bestaat een negatieve correlatie met stikstof. In de Haelensebeek bestaat een negatieve correlatie met orthofosfaat en stikstof. In de Roggelsebeek bestaat een negatieve correlatie met het BZV. In het Loobeek afleidingskanaal bestaat een negatieve correlatie met fosfor en stikstof.

3.1.5. Bestrijdingsmiddelen

In het onderzoek zijn de volgende bestrijdingsmiddelen betrokken: atrazine, chloridazon, dichloorvos, endosulfan (alfa- en beta-), gamma-HCCH, imidacloprid, malathion, metazachloor, mevinfos, propoxur en simazine. Voor de meeste bestrijdingsmiddelen geldt dat de langste meetreeks loopt van 1995 tot en met 2005. Voor de Kwistbeek en Roggelsebeek is geen meetreeks van tien aaneengesloten jaren beschikbaar. Het volledig overzicht is opgenomen in bijlage C tabel C.4. In bijlage E tabel E.3 is een overzicht opgenomen van de metingen per meetpunt.

Meetresultaten bestrijdingsmiddelen

Onderstaande tabel toont de top 3 van de bestrijdingsmiddelen over de periode 1995 tm 2006. Op nummer 1 staat het middel dat in de betreffende beek gemiddeld de hoogste concentratie heeft gekend.

Tabel 3.3 Meest voorkomende bestrijdingsmiddelen per beek

	ECKE	EVER	GRMB	HAEL	KWIS	LING	OOST	ROGG	TUNG	Loob afl
1	Chlo	Chlo	Chlo	Atra	Chlo	Chlo	Chlo	Chlo	Chlo	Mal
2	Mal	Mal	Mal	Chlo	Sim	Mal	Atra	Sim	Mal	Chlo
3	Atra	Sim	Atra	Sim	Mal	Dichl	Mal	Mal	Atra	Sim
Noot:										
Atra: atrazine		Chlo: chloridazon			Sim: simazine					
Dichl: Dichloorvos				Mal: malathion						

Chloridazon haalt bij alle beken de top 3 en staat bij acht van de beken op de eerste plaats. Malathion haalt de top 3 bij negen van de tien beken. Atrazine en simazine halen in vijf beken de top 3. In de Lingsforterbeek komt als enige dichloorvos in de top 3 voor.

De hoogste waarde voor atrazine is 0,585 µg/l in 1999 in de Oostrumschebeek. Simazine kende in 1995 in de Haelensebeek een piekwaarde van 0,406 µg/l. In 2008 is nog een keer 0,238 µg/l behaald in de Haelensebeek als piekwaarde voor chloridazon. De waarden voor dichloorvos en malathion blijven onder de 0,200 µg/l.

De grafische weergave van het verloop van de bestrijdingsmiddelen is te vinden in de figuren C.7 en C.8. Daar waar de concentratie bestrijdingsmiddelen de detectiegrens nadert, laten de grafieken een horizontale lijn zien.

Samenhang macrofauna en bestrijdingsmiddelen

De correlatiecoëfficiënten voor de macrofaunascores en elk van de afzonderlijke bestrijdingsmiddelen staan in Tabel 3.4 vermeld. De geel gemarkeerde correlaties zijn significant.

Tabel 3.4 Correlatiecoëfficiënten tussen macrofauna en afzonderlijke bestrijdingsmiddelen

Beek	Atrazine	Chloridazon	Dichloorvos	Endo sulfan	Gamma-HCCH	Imidacloprid	Malathion	Metazachloor	Mevinfos	Propoxur	Simazine
Eckelstebeek	-0,271	0,261	0,351	0,100	0,011	--	0,334	--	0,283	--	0,035
Everlosebeek	0,909	0,731	0,711	-0,767	-0,198	--	-0,769	--	-0,769	--	0,918
Grootemolenbeek	-0,660	-0,212	-0,652	0,129	-0,842	X	0,354	X	--	X	-0,605
Haelensebeek	-0,503	-0,126	0,077	0,467	-0,086	X	0,309	X	--	X	-0,529
Lingsforterbeek	-0,454	0,007	0,496	0,524	0,493	--	0,511	--	0,536	--	-0,474
Oostrumschebeek	0,132	-0,018	-0,200	-0,003	0,196	--	-0,001	--	-0,001	--	0,266
Roggelsebeek	-0,992	-0,986	0,986	0,986	0,986	--	0,986	--	0,986	--	0,184
Tungelroysebeek	-0,239	0,072	0,230	0,219	0,253	--	0,215	--	0,230	--	-0,194
Loobeek afleidingskanaal	0,177	0,153	0,201	0,193	0,478	--	0,237	--	0,203	--	0,200

Voor de Kwistbeek zijn te weinig metingen beschikbaar om een zinvolle correlatie te berekenen. Ook zijn voor imidacloprid, metazachloor en propoxur geen correlaties berekend omdat deze metingen te incidenteel zijn.

De Grootemolenbeek laat een negatieve correlatie zien met Gamma-HCCH. De Roggelsebeek laat negatieve correlaties zien met atrazine en chloridazon en positieve correlaties met dichloorvos, endosulfan, gamma-HCC, malathion en mevinfos. Bij interpretatie van de correlatiecoëfficiënten in de Roggelsebeek moet bedacht worden dat alle correlaties gebaseerd op slechts vier paar metingen en

dat de meeste meetwaarden voor bestrijdingsmiddelen de detectiegrens naderen. Vandaar de nagenoeg identieke reeks getallen in deze beek.

3.1.6. Overige fysisch-chemische parameters

In deze paragraaf wordt nader ingegaan op de volgende fysisch-chemische parameters: affiltreerbare stof, ammonium-ammoniak, EGV, sulfaatgehalte, zomertemperatuur en wintertemperatuur, zuurgraad en zuurstofgehalte in de beken.

Meetresultaten overige fysisch-chemische parameters

Een volledig overzicht met meetwaarden van deze parameters is te vinden in tabel C.5 in bijlage C. De grafieken staan in figuur C.9 in bijlage C. Voor de Kwistbeek en de Roggelsebeek is geen meetreeks met tien aaneengesloten meetjaren beschikbaar. In sommige gevallen zijn de meetwaarden in de database gecorrigeerd voor invoerfouten. In die gevallen geven de grafieken en tabellen in bijlage C de gecorrigeerde waarden weer. Kwantitatieve gegevens per meetpunt – niet gecorrigeerd - zijn opgenomen in bijlage E in tabel E.4.

De pieken in **affiltreerbare stof** worden veroorzaakt door een paar zeer hoge meetwaarden in de database. De piek in 2000 komt door een meetwaarde van 843 mg/l in meetpunt OOST900 in de Oostrumschebeek. De piek van 2002 door een meetwaarde van 323 mg/l in meetpunt OKWIS900 in de Kwistbeek. De piek van 2003 is gemeten in de Lingsforterbeek bij meetpunt OLING900 189 mg/l. De piek in 2013 is gemeten bij meetpunt OAFLE750 in het Loobeek afleidingskanaal (339 mg/l). Niet duidelijk is of dit invoerfouten zijn.

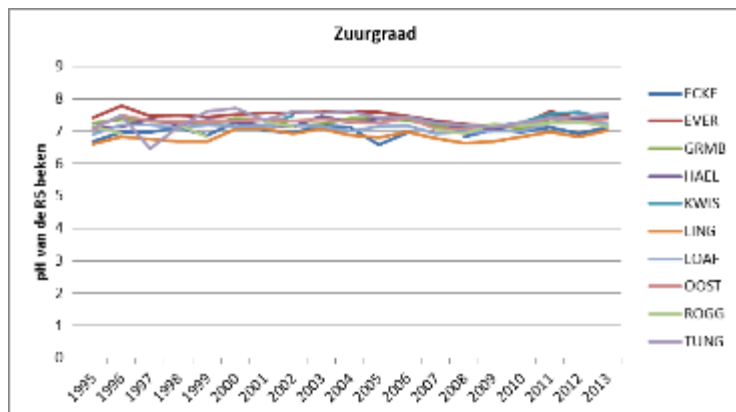
Voor de variabele **ammoniak-ammoniumevenwicht** zijn de meetgegevens van de parameters 'Ammonium-N' en 'Berekende vrije ammoniak' samengevoegd. Opvallend zijn de bijzonder lage meetwaarden – tussen 0,01 en 0,05 mg/l – in de jaren 2006, 2007 en 2008. Het is niet duidelijk of er sinds 1995 sprake is van een gestage daling, of dat er na een aanvankelijke daling vanaf 2009 weer een stijging optreedt. De pieken in de grafiek zijn het gevolg van hoge meetwaarden in de database. In de Grootemolenbeek komt in 1997 eenmalig een meetwaarde van 58 mg/l voor. In de Roggelsebeek komt in de database een keer een waarde van 16 mg/l voor. Niet duidelijk is of dit invoerfouten zijn.

Het **elektrisch geleidend vermogen** ligt in de Tungelroysebeek gemiddeld op 686 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dit is hoger dan in de andere beken, waar deze gemiddelde waarde uitkomt op 518 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ook de pieken in de grafiek treden op in de Tungelroysebeek – in 1996: 1.255 $\mu\text{S}/\text{cm}$, in 2004: 1.081 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en in 2010: 793 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Het **sulfaatgehalte** is het hoogste in de Tungelroysebeek. Hier wisselen hogere (351 mg/l) en lagere (81,5 mg/l) waarden elkaar af. In de overige beken niet. In de Lingsforterbeek dalen de sulfaatwaarden gestaag: van 148 mg/l in 1995 tot 105 mg/l in 2013.

De **wintertemperatuur** van alle beken varieert tussen 2 en 9 °C. De **zomertemperatuur** van alle beken schommelt tussen de 15 en 20 °C, met af en toe een uitschieter tot boven de 22-23 °C.

De **zuurgraad** van de beken heeft een gemiddelde pH-waarde tussen 6,6 en 7,8. Zie Figuur 3.2.



Figuur 3.2 Zuurgraad per jaar in de R5-beken

De gemiddelde waarde voor het **zuurstofgehalte** over alle jaren in de Haelensebeek ligt op 7,4 mg/l. Bij de overige beken ligt dit hoger: variërend van 8,2 mg/l in de Roggelsebeek tot 10,5 mg/l in de Kwistbeek. In het Loobeek afleidingskanaal kwamen in de database invoerwaarden voor van meer dan 1000 mg/l. Dit zijn invoerfouten die gecorrigeerd zijn. Voor details over deze correcties zie bijlage F.

Samenhang tussen macrofauna en overige fysisch-chemische parameters

De correlatiecoëfficiënten tussen de macrofauna en elk van de fysisch-chemische variabelen zijn opgenomen in onderstaande tabel. De geel gemarkeerde correlaties zijn significant.

Tabel 3.5 Correlatiecoëfficiënten tussen macrofauna en overige fysisch-chemische parameters

Beek	Affiltreer- bare stof	Ammoniak - ammonium	EGV	Sulfaat	Winter temp	Zomer temp	Zuurgraad	Zuurstof
Eckeltsebeek	-0,051	-0,060	-0,190	-0,426	0,448	-0,343	0,235	-0,451
Everlosebeek	-0,185	0,006	-0,218	-0,516	-0,289	-0,207	-0,256	-0,591
Grootemolenbeek	-0,121	-0,536	-0,700	-0,053	-0,049	0,044	-0,115	-0,283
Haelensebeek	-0,725	-0,653	-0,218	-0,172	0,245	-0,013	-0,208	0,339
Lingsforterbeek	-0,408	0,475	0,374	0,366	-0,551	0,018	0,572	0,135
Oostrumschebeek	0,532	0,105	-0,254	-0,467	-0,110	-0,198	0,636	0,711
Roggelsebeek	-0,623	-0,079	-0,784	-0,837	-0,123	-0,024	0,485	-0,572
Tungelroysebeek	-0,212	0,185	-0,151	0,144	-0,084	-0,042	0,175	0,436
Loobeek afleidingskanaal	0,399	-0,058	-0,259	0,348	0,124	-0,083	0,163	0,217

Voor de Kwistbeek zijn te weinig metingen beschikbaar om een zinvolle correlatie te berekenen. In de Haelensebeek wordt een negatieve correlatie aangetroffen tussen enerzijds macrofauna en anderzijds affiltreerbare stof en ammoniak-ammonium. In de Grootemolenbeek bestaat een negatieve correlatie tussen elektrisch geleidend vermogen (EGV) en macrofauna. In de Roggelsebeek wordt een negatieve correlatie aangetroffen tussen macrofauna enerzijds en EGV en sulfaat anderzijds. In de Oostrumschebeek bestaat een positieve correlatie tussen macrofauna en zuurstof.

3.2. Resultaten multivariate analyse

3.2.1. Onafhankelijkheid en representativiteit

Van de 342 metingen zijn 46 metingen meegenomen in de analyse, genomen op 20 verschillende meetpunten. De meetgegevens zijn geanalyseerd op onafhankelijkheid en representativiteit.

Metingen van dezelfde locatie zouden onderling afhankelijk kunnen zijn. Omdat er steeds minstens een jaar tussen twee opeenvolgende monsters zit, is aangenomen dat de macrofaunamonsters onderling onafhankelijk zijn. Van sommige beken zijn meer chemiemonsters in één jaar meegenomen; ook hier is ervan uitgegaan dat de monsters onderling onafhankelijk zijn. Een permutatietest (zie Bijlage D.2) ondersteunt die aanname.

Om de onderlinge afhankelijkheid van de macrofaunascores te testen, zijn correlatiecoëfficiënten berekend. Hieruit blijkt dat de verschillende scores onderling gecorreleerd zijn (zie Tabel 3.6).

Tabel 3.6 Correlatiecoëfficiënten tussen de macrofaunaparameters

Percentages	DN%	KM%
DP%	-0,60	0,92
DN%		-0,64

DP% = percentage dominant positieve en kenmerkende exemplaren

DN% = percentage dominant negatieve exemplaren

KM% = percentage kenmerkende soorten

Om de representativiteit te onderzoeken, zijn de gegevens in de selectie vergeleken met de gegevens in de totale dataset. De frequentieverdelingen van DP% en KM% in de selectie komen aardig overeen met die in de totale dataset. Wel is DN% iets oververtegenwoordigd in de selectie vergeleken met de totale dataset (zie Bijlage D.3).

De frequentieverdelingen van inrichtingstypes komen minder goed overeen. In de selectie zijn de inrichtingstypes 'kunstmatig' en 'flauwe oever' oververtegenwoordigd. Het 'breed tweefasenprofiel' is ondervertegenwoordigd in de selectie. Twee inrichtingstypes die in de totale dataset vaker dan tien keer voorkomen, ontbreken in de selectie (zie Tabel D.2).

Verder is een CCA uitgevoerd op de totale dataset van macrofaunagegevens (Figuur D.4). De resultaten komen redelijk goed overeen met de resultaten in de selectie (Figuur D.5), alleen zijn de triplots gespiegeld ten opzichte van het nulpunt in de selectie.

3.2.2. Grafische weergave

De resultaten van de canonical correspondence analysis (CCA) op de geselecteerde gegevens worden weergegeven triplot (Figuur 3.3). De volledige resultaten zijn te vinden in bijlage D.

De triplot toont de volgende gegevens:

Macrofaunamonsters:

- m1, ..., m46: macrofaunamonsters 1 t/m 46 (zie bijlage B voor locatie en tijd van de meting). De kleur van het monster komt overeen met de kleur van het inrichtingstype ter plaatse.

Inrichtingstype:

- 2f-breed = breed tweefasen-profiel (blauw)
- flauw = flauwe oever (lichtblauw)
- kunst = kunstmatig (paars)
- nat = natuurlijk (groen)
- nat-molen = natuurlijk beïnvloed door watermolen (lichtgroen)
- norm = genormaliseerd (rood)
- norm-nat = genormaliseerd met natuurlijke ontwikkeling (oranje)

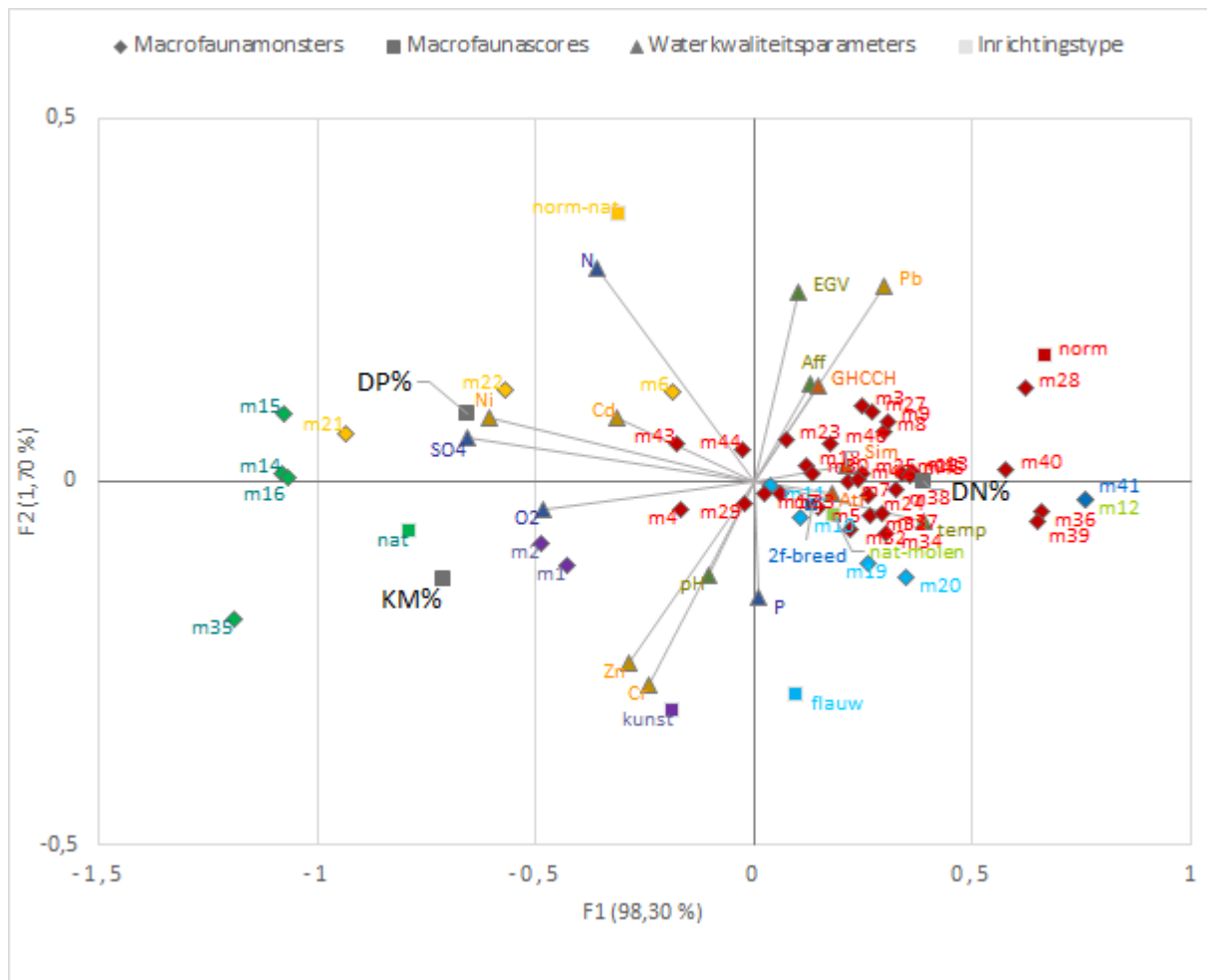
Macrofaunascores:

- DP%: percentage dominant positieve en kenmerkende individuen
- DN%: percentage dominant negatieve individuen
- KM%: percentage kenmerkende soorten (als percentage van het totaal aantal soorten in het monster)

Waterkwaliteitsparameters:

- fysisch-chemische parameters
 - Aff = affiltreerbare stof
 - EGV = elektrische geleiding veld
 - pH = zuurgraad
 - temp = temperatuur
 - O2 = zuurstof
 - SO4 = sulfaat
 - P = totaal fosfor
 - N = totaal stikstof
- metalen:
 - Cd = cadmium
 - Cr = chroom
 - Pb = lood
 - Ni = nikkel
 - Zn = zink
- bestrijdingsmiddelen:
 - Atr = atrazine
 - GHCCH = Gamma-hexachloorcyclohexaan
 - Sim = Simazine

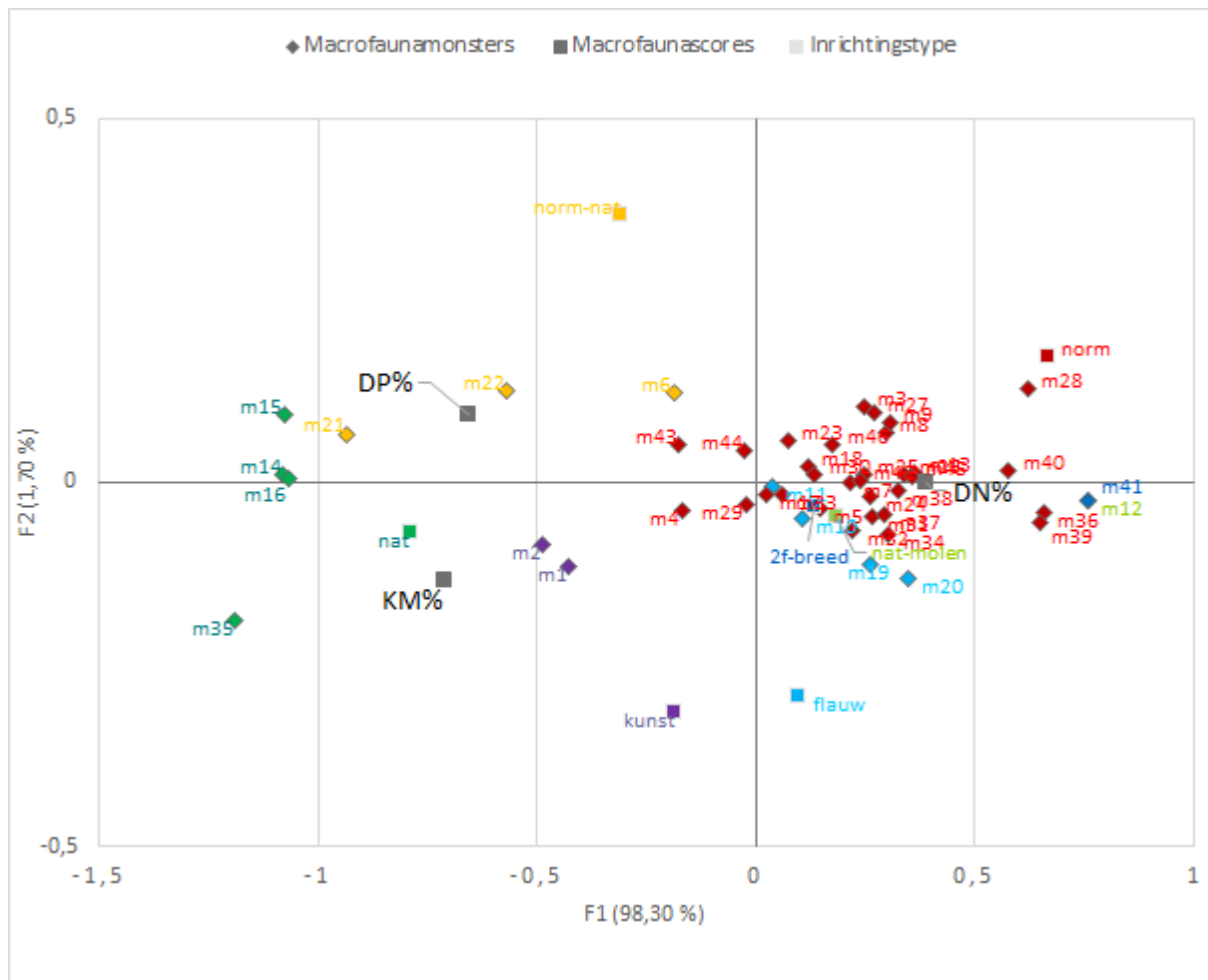
SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



Figuur 3.3 CCA triplot van de macrofaunamonsters, het beekinrichtingstype, de macrofaunascores en de waterkwaliteitsparameters

Om de afzonderlijke invloeden op de macrofaunascores beter te laten zien, is in Figuur 3.4 en Figuur 3.5 een aantal elementen uit de grafiek verwijderd, zonder de ordinatie van de overige gegevens te wijzigen. Figuur 3.4 toont de macrofaunameetpunten en het inrichtingstype en Figuur 3.5 laat de waterkwaliteitsparameters zien.

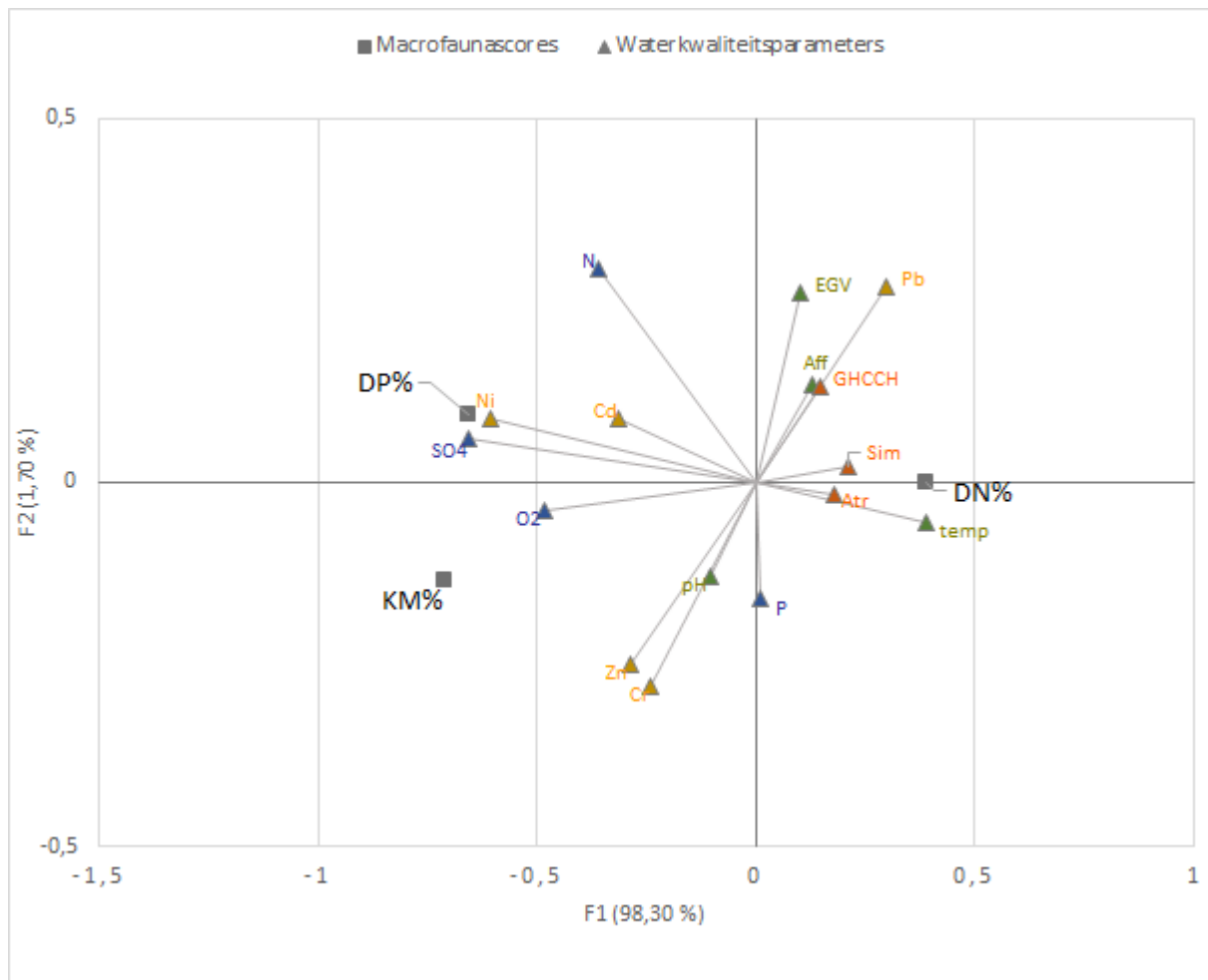
SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



Figuur 3.4 CCA triplot van macrofaunamonsters, beekinrichtingstype en macrofaunascores. De waterkwaliteitsparameters (fysisch-chemische parameters, metalen en bestrijdingsmiddelen) zijn voor de duidelijkheid uit de grafiek verwijderd. De monsters hebben dezelfde kleur als het inrichtingstype ter plaatse van het monster

Macrofaunamonsters en inrichtingstype laten een duidelijke clustering zien, met de monsters uit natuurlijke locaties (groen) aan de linkerkant en de monsters uit genormaliseerde locaties (rood) aan de rechterkant van de grafiek. Monsters m14, m15 en m16 komen van hetzelfde meetpunt OLING900, maar in verschillende jaren (2001, 2003 en 2006). Monsters m12 en m41 (helemaal rechts in de grafiek, vlak onder de F2-as) overlappen elkaar, maar zijn genomen op een ander inrichtingstype; m12 komt van 'natuurlijk beïnvloed door watermolen' (lichtgroen) en m41 komt van een 'breed tweefasen-profiel' (blauw).

Bij de macrofaunascores vallen de dominant negatieve soorten (DN%) samen met de genormaliseerde meetpunten (rood). De positieve soorten (DP% en KM%) zitten aan de andere kant van de grafiek bij de natuurlijke meetpunten (groen). Opvallend is dat de kunstmatige meetpunten (paars) en genormaliseerde meetpunten met natuurlijke ontwikkeling (oranje) ook aan linkerkant van de grafiek zitten.



Figuur 3.5 CCA triplot van de waterkwaliteitsparameters en de macrofaunascores. De macrofaunamonsters en het inrichtingstype zijn voor de duidelijkheid uit de grafiek verwijderd

Van de waterkwaliteitsparameters (de fysisch-chemische parameters, de metalen en de bestrijdingsmiddelen) zijn de metalen, op lood na, aan de linkerkant van de F2-as te vinden, waar ook de gewenste soorten zitten. De bestrijdingsmiddelen en lood bevinden zich aan de dominant-negatieve kant. Zuurstof (O2) en sulfaat (SO4) wijzen in de richting van de kenmerkende en dominant positieve soorten. Temperatuur (temp) wijst naar de dominant negatieve soorten. Fosfor (P) wijst recht naar beneden en zal daardoor niet veel bijdragen aan het verschil tussen positieve en negatieve soorten. Stikstof (N) zit in hetzelfde kwadrant als DP%.

3.2.3. Statistische kenmerken

Een CCA bestaat uit twee deelanalyses: een constrained correspondence analysis en een unconstrained analysis. De totale inertie (variantie) van de dataset wordt bepaald en er wordt gekeken hoeveel van die inertie verklaard kan worden door de omgevingsvariabelen (waterkwaliteit en inrichtingstype). Met een constrained CCA wordt de afstand tussen de macrofaunamonsters (binnen de ruimte van de omgevingsvariabelen, vandaar *constrained*) gemaximaliseerd. Met een unconstrained analysis worden de restwaarden van de constrained CCA onderzocht. Bijlage D.1 laat de totale resultaten zien van de CCA zoals uitgevoerd met XLSTAT.

Omdat er drie onafhankelijke variabelen zijn, zijn er maximaal twee assen. De F1- en F2-as samen verklaren 100% van de variantie.

De totale variantie van de dataset is 0,338 (zie Tabel 3.7). De constrained CCA, die gebruik maakt van de verklarende variabelen, verklaart bijna 80% van de totale variantie. De F1-as van de triplot verklaart 98,3% van de variantie en de F2-as verklaart de overige 1,7%.

Tabel 3.7 Verklarende waarde van de analyse

Inertia	Value	%
Total	0,338	100,000
Constrained	0,268	79,431
Unconstrained	0,070	20,569

Om te bepalen of de resultaten op toeval berusten, is een permutatietest uitgevoerd met als H_0 -hypothese dat er geen lineair verband is tussen de macrofaunamonsters en –scores aan de ene en de omgevingsvariabelen (waterkwaliteit en inrichtingstype) aan de andere kant. De resulterende p-waarde van 0,002 is kleiner dan de gewenste betrouwbaarheid $\alpha = 0,010$, dus H_0 moet worden verworpen. Er is een verband tussen de macrofaunamonsters en –scores en de omgevingsvariabelen.

De analyse is herhaald met steeds een set omgevingsvariabelen, om de verklaringskracht per set te onderzoeken (zie Tabel 3.8). De p-waarden voor pesticiden en voor metalen zijn groter dan de betrouwbaarheids grens van 0,01. Met name de resultaten voor pesticiden zijn onbetrouwbaar ($p=0,6$). Ook is de verklaringskracht van de pesticiden zeer gering: nog geen vier procent van de constrained CCA wordt erdoor verklaard.

Tabel 3.8 Verklaringskracht van de verschillende soorten parameters

	Constrained (%)	Unconstrained (%)	F1-as (%)	F2-as (%)	p-waarde
Alle parameters	79,4	20,6	98,3	1,7	0,002
Inrichtingstype	68,3	31,7	99,4	0,6	< 0,0001
Pesticiden	3,9	96,1	99,4	0,6	0,6
Metalen	34,4	65,6	98,9	1,1	0,017
Fysisch-chemische parameters	52,8	47,2	99,4	0,6	< 0,0001

Omdat inrichtingstype zo'n groot deel van de inertie in de selectie verklaart, is de CCA herhaald voor alle macrofaunamonsters en het bijbehorende inrichtingstype in de totale dataset ($n=342$). De totale inertie is lager dan in de selectie (0,271). Het inrichtingstype verklaart 37% van deze inertie, tegen 68% in de selectie. Inrichtingstype is echter een nominale variabele, terwijl de andere parameters continu zijn. Dat zal een rol spelen bij de analyseresultaten.

Tabel 3.9 Inertie in de totale dataset ($n=342$)

Inertia	Value	%
Total	0,271	100,000
Constrained	0,101	37,047
Unconstrained	0,171	62,953

4. Discussie

De resultaten moeten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. De gebruikte gegevens zijn niet specifiek verzameld voor dit onderzoek, maar er is gebruik gemaakt van bestaande gegevens. Dat betekent dat er gegevens ontbreken, dat er soms te veel gegevens zijn en dat er concessies zijn gedaan bij de selectie van de waterkwaliteitsgegevens en de macrofaunagegevens.

De keuze voor de onderzoeksparameters is niet alleen op inhoudelijke criteria gebaseerd, maar vooral op de beschikbaarheid van de meetgegevens. Zo waren er onvoldoende bruikbare gegevens beschikbaar over factoren zoals beschaduwing, stroomsnelheid en fluctuatie in de waterafvoer. Van deze factoren is bekend dat zij van invloed zijn op de macrofauna (Hoogenboom, 2014; Royal Haskoning DHV, 2014).

De tijdreeksanalyse en de multivariate analyse (CCA) zijn gebaseerd op dezelfde database, maar ze gebruiken andere gegevens. De tijdreeksanalyse heeft de gegevens per jaar en per beek gehanteerd; de multivariate analyse gaat uit van losse metingen. Een tijdreeksanalyse kan ook nog verricht worden in een meetreeks waarin één specifiek jaar ontbreekt. Maar bij een CCA mogen in de datamatrix nooit gaten voorkomen. Daarom konden daarin minder waterkwaliteitsparameters worden meegenomen dan in de tijdreeksanalyse.

Ook komen de onderzochte waterlichamen niet helemaal overeen. Zo ontbreken de Eckeltsebeek en de Grootemolenbeek in de CCA, terwijl de Raam en de Witbeek niet zijn meegenomen in de tijdreeksanalyse omdat het geen KRW-waterlichamen zijn. Ze zijn wel in de CCA meegenomen om aan voldoende metingen te komen.

Van de 342 metingen zijn slechts 46 metingen meegenomen in de CCA. De geselecteerde dataset lijkt voldoende representatief en onafhankelijk (zie Bijlagen D.2 en D.3). Een grotere dataset met beter passende macrofauna- en chemische bemonstering geeft waarschijnlijk betrouwbaarder resultaten. Het is niet bekend hoe groot de dataset minimaal moet zijn hiervoor.

CCA wordt veel gebruikt voor het combineren van een ecologische dataset met een milieudataset. De analyse is bedoeld om de effecten van omgevingsvariabelen op de aantallen exemplaren per soort te onderzoeken. In dit onderzoek is gekeken naar de macrofaunascores en niet naar de abundantie van de afzonderlijke soorten in de monsters. Bovendien zijn de verschillende scores onderling gecorreleerd (zie Tabel 3.6). Een herhaling van de analyse met het aantal exemplaren per soort zou een beter beeld kunnen geven van het verband tussen abiotische factoren en de macrofauna, maar daarvoor was helaas geen tijd.

In de tijdreeksanalyse is de EKR als indicator voor de kwaliteit van de macrofauna genomen. De EKR wordt berekend uit drie deelscores voor kenmerkende soorten (KM%), dominant positieve en kenmerkende exemplaren (DP%) en dominant negatieve exemplaren (DN%) (zie paragraaf 2.2.1). De CCA kijkt juist naar de deelscores, omdat anders geen sprake kan zijn van multivariate analyse. De meeste macrofaunascores zijn lager dan 0,6, ondanks het feit dat in sommige beken een positieve trend zichtbaar is. Op de ecologische meetlat betekent dit dat negen van de tien beken de norm van Goed Ecologisch Potentieel niet halen. Uit de tijdreeksanalyse blijkt dat de macrofauna zich beter ontwikkelt in de beken met een natuurlijk karakter. Maar dit is gebaseerd op zeer summiere onderliggende gegevens en moet dus met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.

Ook de multivariate analyse vindt een verband van gewenste soorten (DP% en KM%) met een natuurlijke inrichting en van ongewenste soorten (DN%) met een genormaliseerde inrichting. Voor de

overige (heringerichte) beektypen is geen duidelijk verband te vinden met de macrofaunascores. Waarschijnlijk is het aantal metingen per beektype hiervoor te klein.

Tijdreeksanalyse van de metalen laat zien dat het gehalte aan cadmium en lood in alle beken daalt. In acht beken dalen het kopergehalte en het zinkgehalte. In zeven beken daalt het nikkelgehalte. Chroom laat een stijging zien in zeven beken. Over het algemeen komen de waarden voor de metalen in het laatste meetjaar lager uit dan in 1995, met uitzondering van chroom.

In de Tungelroysebeek is de invloed van de zinkfabriek uit Budel duidelijk merkbaar. Die leidt tot hoge gehalten aan cadmium, lood en zink in deze beek (Basten, Binnendijk, van Mil, & Zwart, 2013). In de Lingsforterbeek komen hoge gehalten aan nikkel voor. Deze beek ligt op het oostelijk Maasterras waarvan bekend is dat daar veel zware metalen uitspoelen vanuit het grondwater (Binnendijk, Basten, & van Mil, 2012).

In een aantal beken komt een significant negatieve correlatie voor tussen macrofauna en metalen. Maar we zien dat niet optreden voor alle metalen en ook niet in alle beken.

In de triplot van de CCA liggen alle metalen behalve lood aan de linkerkant van de grafiek, waar ook de gewenste soorten zich bevinden. Met name nikkel (Ni) wijst in de richting van de dominant positieve soorten. Hiervoor is geen verklaring beschikbaar.

Het hoogste stikstofgehalte komt voor in de Lingsforterbeek. Dit houdt verband met de intensieve landbouw langs de oevers van de beek (Binnendijk et al., 2012). Het Loobeek afleidingskanaal bevat het hoogste gehalte aan fosfor en orthofosfaat. In de Haelensebeek komt relatief veel fosfor en orthofosfaat voor. In acht van de tien beken daalt het fosforgehalte. Het orthofosfaatgehalte daalt in de Haelensebeek, maar blijft in de andere beken constant of stijgt licht. In het algemeen komen voor stikstof en fosfor de waarden in het laatste meetjaar lager uit dan in 1995. Opmerkelijk is dat in alle beken het stikstofgehalte in 2013 weer stijgt ten opzichte van 2012. Waarschijnlijk wordt dit veroorzaakt doordat in 2013 metingen ontbreken voor de maanden mei en juni. Hierdoor overheersen de hogere winterwaarden. Er zijn geen duidelijke correlaties tussen de macrofauna en de nutriënten. Ook in de CCA is geen duidelijk verband te zien.

De keuze van bestrijdingsmiddelen is niet gebaseerd op de (toxische) effecten op macrofauna, maar op de aanwezigheid van voldoende meetgegevens. Uiteindelijk zijn van de 600 chemicaliën in de database slechts acht bestrijdingsmiddelen meegenomen in de tijdreeksanalyse, namelijk drie herbiciden (atrazine, chloridazon en simazine) en vijf insecticiden (dichloorvos, endosulfan, gamma-HCCH, malathion en mevinfos). Atrazine, chloridazon en malathion kwamen in alle beken voor tussen 1995 en 2005. Voor de CCA bleven slechts twee herbiciden (atrazine en simazine) en één insecticide (gamma-HCCH) over, die zich allemaal aan de rechterkant van de grafiek bevinden bij de ongewenste soorten. Inmiddels is een groot deel van de middelen verboden in de EU. De meetwaarden voor die middelen naderen uiteindelijk de detectiegrens. De vraag is in hoeverre die bestrijdingsmiddelen (in de tijdreeksanalyse en de CCA) van belang zijn voor de macrofaunascores.

Relatief nieuwe bestrijdingsmiddelen zijn imidacloprid, metazachloor en propoxur. In de database komen voor deze stoffen slechts in de Haelensebeek en de Grootemolenbeek en in drie losstaande jaren metingen voor. Dit is te weinig voor een tijdreeksanalyse. Ook voor de CCA waren er te weinig metingen voor deze middelen.

Voor de overige fysisch-chemische parameters zijn de verschillen tussen beken veel geringer dan bij metalen en nutriënten. Wel komt in de Tungelroysebeek een hoger sulfaatgehalte voor dan in de overige beken. Dit houdt verband met de lozingen door de zinkfabriek in Budel (Basten et al., 2013). De zuurgraad schommelt in alle beken tussen 6,6 en 7,8, zoals het hoort. In de CCA worden sulfaat en

zuurstof geassocieerd met de gewenste soorten. Temperatuur wordt geassocieerd met de ongewenste soorten.

Voor alle vier de groepen van waterkwaliteitsparameters zijn correlatiecoëfficiënten berekend met de macrofaunascoringen. Geen van deze correlaties wijst op een duidelijke samenhang. De verschillen die er bestaan in gehalten aan zware metalen, nutriënten en bestrijdingsmiddelen tussen de beken vinden we hier niet terug. Bij de categorie overige parameters zijn de verschillen tussen de beken niet groot. Het onderscheidend vermogen is wellicht te laag om terug te zien in de correlatiecoëfficiënten.

De waterkwaliteit is in alle beken verbeterd, maar uit de resultaten van de tijdreeksanalyse blijkt geen direct effect op de macrofaunakwaliteit. Ook de CCA laat geen duidelijk verband zien tussen macrofaunascoringen en waterkwaliteitsparameters. Daar lijkt het inrichtingstype de grootste verklarende waarde te bieden, met een verband tussen genormaliseerde locaties en negatieve soorten aan de ene kant en natuurlijke locaties en positieve soorten aan de andere kant. Inrichtingstype is echter een nominale variabele, die anders behandeld zal worden in de CCA dan de overige continue parameters. Het kan zijn dat inrichtingstype daardoor ten onrechte een groter gewicht in de analyse heeft gekregen. Volgens Greenacre and Primicerio (2013) echter zullen de nominale variabelen eerder minder variantie vertonen en dus een lagere verklarende kracht hebben. Verder onderzoek met een grotere dataset kan hierop wellicht een antwoord vinden.

Het kan zijn dat de abiotische factoren die in dit onderzoek aan bod zijn gekomen niet de meest invloedrijke zijn voor de macrofauna. Dat zou betekenen dat een betere waterkwaliteit op zichzelf niet vertaalt in een verbetering van de macrofauna. Dat lijkt strijdig met hetgeen hierover in de literatuur bekend is (Dorji, 2014; Hoogenboom, 2014; McDonald, Mullins, & Lewis, 1991).

Een andere verklaring kan gezocht worden in het erratisch karakter van de meetgegevens. Bij veel parameters is sprake van ontbrekende meetjaren. In andere beken wordt hetzelfde meetpunt slechts om het jaar bemonsterd. Ook liggen de metingen tussen chemiemeetpunten en macrofaunameetpunten soms te ver uiteen, zowel in de tijd als in de ruimte. Deze bevinding sluit aan bij eerder onderzoek dat gedaan is op dit terrein (De Vries, 2012).

Ook kan het ontbreken van een duidelijke samenhang liggen aan de gehanteerde methode. Dit speelt bij de tijdreeksanalyse zeker een rol, omdat die is gebaseerd op gemiddelde meetwaarden per beek. Hier wrekt zich het feit dat er sprake is van gaten in de database, zowel in tijd als in ruimte. Daardoor komt het voor dat het gemiddelde in de ene beek berekend is over een veel kleiner aantal meetpunten, dan het gemiddelde in een andere beek. De vraag is dan in hoeverre deze berekende gemiddelden nog wel met elkaar vergelijkbaar zijn. Bij de multivariate analyse speelt een rol dat CCA vooral geschikt is voor aantallen exemplaren en niet voor geaggregeerde totalen (zie ook hierboven).

5. Conclusies

De hoofdvraag van het onderzoek luidt:

Hoe hangt de ecologische kwaliteit van macrofauna samen met de abiotische factoren in de R5-beken van het Waterschap Peel en Maasvallei?

Om deze vraag te beantwoorden, zijn de volgende deelvragen onderzocht:

1. Wat is de samenhang tussen de waterkwaliteit en de ecologische kwaliteit van de macrofauna in de R5-beken van het Waterschap Peel en Maasvallei?
 - 1.1. Hoe is de waterkwaliteit door de tijd veranderd?
 - 1.2. Hoe is de macrofaunasamenstelling veranderd?
 - 1.3. Hoe hangen de veranderingen in waterkwaliteit en macrofauna samen?
2. Welke kwantitatieve verbanden in de meest recente meetgegevens van abiotische kwaliteitselementen en de macrofauna in de R5-beken van het Waterschap Peel en Maasvallei kunnen bijdragen aan een verklaring voor de ecologische kwaliteit van de macrofauna?
 - 2.1. Welke kwantitatieve verbanden levert de multivariate analyse op?
 - 2.2. Wat is de betekenis van de gevonden verbanden?
 - 2.3. Welke verbanden verklaren de score voor macrofauna?

In dit hoofdstuk wordt een antwoord geformuleerd op bovenstaande vragen.

Voor het antwoord op de eerste deelvraag zijn de meetgegevens van het WPM onderzocht met een tijdreeksanalyse. Uit de resultaten kunnen geconcludeerd worden dat de waterkwaliteit gedurende de meetperiode van 1995-2013 is verbeterd. Er komen nu minder zware metalen, minder bestrijdingsmiddelen en minder nutriënten voor dan in 1995.

De macrofaunakwaliteit is niet verbeterd. Over het algemeen ontwikkelt de macrofauna in de beek als geheel zich niet in positieve richting, hoewel op een aantal afzonderlijke meetpunten wel een positieve ontwikkeling in macrofaunascores te zien is.

Veranderingen in waterkwaliteit en macrofauna lijken niet samen te hangen. Per beek zijn er verschillen in abiotische factoren, maar deze verschillen zijn niet substantieel genoeg om een eenduidige samenhang tussen elk van de onderzochte factoren en de macrofauna te concluderen. Weliswaar is de waterkwaliteit in de afgelopen 19 jaar verbeterd, maar het effect hiervan op de macrofaunaontwikkeling is niet zonder meer terug te vinden in de resultaten.

Voor de kwantitatieve verbanden tussen de abiotische kwaliteitselementen en de macrofaunakwaliteit (deelvraag 2) zijn de meetgegevens onderzocht met de multivariate canonical correspondence analysis (CCA). Om voldoende metingen te hebben voor de analyse is niet alleen gekeken naar de meest recente meetgegevens, maar zijn zoveel mogelijk meetgegevens geselecteerd.

De CCA laat vooral een samenhang zien tussen de beekinrichting en de macrofaunascores. Gewenste soorten zijn te vinden in natuurlijke beken en de ongewenste soorten in genormaliseerde beken. Voor de andere inrichtingstypes is het aantal metingen in de analyse waarschijnlijk te klein voor een conclusie.

Voor de waterkwaliteitsparameters zijn de verbanden minder duidelijk. Sulfaat, zuurstof en nikkel lijken geassocieerd met de gewenste soorten; temperatuur en de bestrijdingsmiddelen met de ongewenste soorten. Voor deze associaties is geen duidelijke verklaring beschikbaar.

De betekenis van de gevonden verbanden is onduidelijk. Dat genormaliseerde beken vooral ongewenste soorten herbergen en dat de gewenste soorten vooral in natuurlijke beken te vinden zijn, lijkt voor de hand te liggen. Maar het is niet goed verklaarbaar waarom uit de onderzochte waterkwaliteitsparameters geen duidelijke samenhang met de ecologische kwaliteit van de macrofauna gevonden wordt.

De eindconclusie luidt dat niet achterhaald kon worden hoe de ecologische kwaliteit van de macrofauna samenhangt met de abiotische factoren in de R5-beken. Het onderzoek is er niet in geslaagd om het Waterschap Peel en Maasvallei inhoudelijk handvatten aan te reiken voor de gewenste stuurvariabelen. Inrichtingstype lijkt een onevenredig groot deel van de variantie in macrofaunascores te verklaren. Verder onderzoek met completere meetgegevens kan wellicht een antwoord vinden op de vraag of dat terecht is.

6. Aanbevelingen

Zoals al vermeld in de discussie zijn niet alle gewenste parameters in het onderzoek betrokken, omdat hiervoor geen bruikbare gegevens in de database aanwezig waren. De belangrijkste aanbeveling luidt dan ook om de database aan te vullen met gegevens over deze parameters. Het gaat dan om stroomsnelheid, beschaduwing en fluctuaties in waterafvoer.

Een tweede aanbeveling is om consistentie in de bemonstering aan te brengen, zodat een database wordt opgebouwd met metingen die vergelijkbaar zijn in de tijd en per locatie. Aangeraden wordt om tegelijk met de macrofaunabemonstering ook een watermonster te nemen en de overige fysisch-chemische kenmerken daarbij direct te meten en te noteren.

Een praktische vertaling van deze aanbevelingen is:

- Neem bij ieder macrofaunamonster een extra watermonster voor chemische analyse en leg meteen ook vast de stroomsnelheid, inrichting, meandering, beschaduwing, verstuwning enz.
- Laat de watermonsters standaard analyseren op een aantal fysisch-chemische kenmerken, zoals zware metalen, bestrijdingsmiddelen, nutriënten, BZV
- Hanteer een standaardlijst van (15-20) variabelen die elk jaar worden gemeten. Hanteer daarnaast een flexibele lijst, met daarop stoffen die niet per se in elk jaar worden gemeten. Dit geeft dan altijd voldoende houvast voor een ruimtelijke analyse.

Om de juiste conclusies uit de onderzoeksgegevens te kunnen trekken is een eerste vereiste dat de database zo volledig mogelijk is. Pas dan kan een statistische analyse ook eenduidige samenhangen zichtbaar maken. De bovenstaande aanbevelingen vormen hiertoe een eerste aanzet.

Consistente en gestructureerde bemonstering leidt tot een goed ingerichte database, die de grondslag vormt voor het uitvoeren van statische analyses, die de samenhang tussen de diverse parameters tonen. Uit deze verbanden kan het Waterschap Peel en Maasvallei vervolgens de stuurvariabelen afleiden die behulpzaam zijn bij de verbetering van de waterkwaliteit in de R5-beken.

Literatuur

- Basten, T., Binnendijk, E., van Mil, J. A. J., & Zwart, G. (2013). Meetrapport Tungelroysebeek 2012. Venlo: Waterschap Peel en Maasvallei.
- Binnendijk, E., Basten, T., & van Mil, J. A. J. (2012). Meetrapport Lingsforterbeek 2011. Venlo: Waterschap Peel en Maasvallei.
- CBS, PBL, & Wageningen UR. (2013). Biodiversiteitsverlies in Nederland, Europa en de wereld, 1700-2010 (indicator 1440, versie 02, 27 september 2013). Retrieved 20-2-2015, from [http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1440-Ontwikkeling-biodiversiteit-\(MSA\).html?i=2-76](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1440-Ontwikkeling-biodiversiteit-(MSA).html?i=2-76)
- De Vries, C. (2012). *Analyse van effecten van abiotische factoren op de biodiversiteit in zoetwaterstroomgebieden van Nederland*. (Maaster), Open Universiteit.
- Dorji, T. (2014). Macroinvertebrate diversity in response to environmental variables in headwater streams: a project report: Royal University of Bhutan.
- Ferguson, G. A., & Takane, Y. (1989). *Statistical analysis in psychology and education*. New York: McGraw Hill.
- Greenacre, M., & Primicerio, R. (2013). *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Bilbao: Fundación BBVA.
- Hoogenboom, H. (2014). *Aquatische Ecologie. Functioneren en beheren van zoete en brakke aquatische ecosystemen*. Zeist: KNNV Uitgeverij.
- Informatiehuis Water. (2015). Aquo parameterlijst Oppervlaktewaterkwaliteit (KRW). Amersfoort: IHW.
- KRW. (2000). Kaderrichtlijn Water. Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid.
- McDonald, B. S., Mullins, G. W., & Lewis, S. (1991). Macroinvertebrates as indicators of stream health. *The American Biology Teacher*, 53(8).
- Random.org. (2015). Random Sequence Generator. Retrieved 26-5-2015, from <https://www.random.org/lists/>
- Royal Haskoning DHV. (2014). KRW-waterlichamen en doelen 2016-2021 WPM. Inclusief overzicht doelen voor overige wateren. Eindhoven: Waterschap Peel en Maasvallei.
- van der Molen, D. T., Pot, R., Evers, C. H. M., & van Nieuwerburgh, L. L. J. (Eds.). (2012). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021*. Amersfoort: STOWA.
- van Rijswijk, H. F. M. W., Freriks, A. A., Backes, C. W., Groothuijse, F. A. G., Keessen, A. M., van Kempen, J. J. H., & Widdershoven, R. J. G. M. (2008). *EG-recht en de praktijk van het waterbeheer; tweede, herziene druk* (STOWA Ed.).
- van Weeren, B.-J. (2014). *Versnel beekherstel. Natuurlijk aan de slag* (STOWA Ed.). Amersfoort: STOWA.
- WPM. (2009). *Waterbeheerplan 2010-2015. Orde in Water, Water in Orde* (Waterschap Peel en Maasvallei Ed.). Venlo: Waterschap Peel en Maasvallei.
- WPM. (2014). Factsheets waterlichamen.

Termen en afkortingen

AEF	Algemene ecologische functie
BZV	Biologisch zuurstofverbruik
CCA	Canonical correspondence analysis: multivariate analyse waarbij twee verschillende datasets gezamenlijk worden geanalyseerd
ecologische kwaliteit	De staat waarin flora en/of fauna zich bevinden. Bepalend voor hoe het biotoop eruit ziet
DN%	Deelmaatlatscore voor de macrofauna van exemplaren behorende tot de negatief dominante soorten (die een slechte ecologische toestand indiceren) als percentage van het totaal aantal exemplaren in het monster
DP%	Deelmaatlatscore voor de macrofauna van exemplaren behorende tot de positief dominante of kenmerkende soorten (dominante soorten in de referentiesituatie) als percentage van het totaal aantal exemplaren in het monster
EGV	Elektrisch geleidend vermogen
EKR	Ecologische kwaliteitsratio
ESF	Ecologische sleutelfactor
GEP	Goed ecologisch potentieel
GET	Goede ecologische toestand
hydromorfologie	Hydrologisch regime (stroomsnelheid en afvoer), riviercontinuïteit (aanwezigheid van barrières) en de morfologie (variaties in rivierdiepte en – breedte, structuur en substraat van de rivierbedding en structuur van de oeverzone)
KM%	Deelmaatlatscore voor de macrofauna van kenmerkende (beektype-specifieke) soorten als percentage van het totaal aantal soorten in het monster
KRW	Kaderrichtlijn Water
maatlat	Beoordeling van een watertype per biologisch kwaliteitselement
macrofauna	Met het blote oog zichtbare ongewervelde fauna die voor (een deel van) hun levenscyclus afhankelijk zijn van oppervlaktewater
MEP	Maximaal ecologisch potentieel
MET	Matige ecologische toestand
R5-beek	Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand
SEF	Specifiek ecologische functie
TWN	Taxa Waterbeheer Nederland (TWN), een lijst waarin alle organismen zijn opgenomen die voor het waterbeheer in Nederland relevant (kunnen) zijn.
waterkwaliteit	Samenstelling van het oppervlaktewater en grondwater
waterkwaliteits-parameters	Chemische en fysisch-chemische parameters die samen de waterkwaliteit bepalen. Onderscheiden in (Informatiehuis Water, 2015): <ul style="list-style-type: none"> • prioritaire stoffen uit het Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water (Bkmw) 2009 en de nieuwe EG Richtlijn Prioritaire Stoffen (tekst van akkoord d.d. 2013-04-17); • specifieke verontreinigende stoffen uit de Regeling monitoring kaderrichtlijn water (Rmkrw) en het Nationaal Kader (NK), Handreiking bij de gebiedsprocessen voor de Kaderrichtlijn Water (DG Ruimte en Water, nov. 2012); en • fysisch-chemische parameters KRW
WPM	Waterschap Peel en Maasvallei
ZGET	Zeer goede ecologische toestand

Bijlage A: Voorlopige lijst waterkwaliteitsparameters

Parameternaam	Indiceert	In TA	In CCA
Affiltreerbare stof (mg/l)	zwevende stof/suspensie/helderheid	ja	ja
Alfa-endosulfan + beta endosulfan (µg/l)	bestrijdingsmiddel	ja	–
Ammonium-N + berek vrije ammoniak (mg/l)	ammonium/ammoniak evenwicht	ja	–
Atrazine (µg/l)	bestrijdingsmiddel	ja	ja
BZV 5 dagen (mg/l)	organische belasting	deels	–
Cadmium (Cd) (µg/l)	zware metalen	ja	ja
Chloridazon (µg/l)	bestrijdingsmiddel	ja	–
Chroom (Cr) (µg/l)	zware metalen	ja	ja
Dichloorvos (µg/l)	bestrijdingsmiddel	ja	–
EGV veld (µS/cm)	elektrisch geleidend vermogen	ja	ja
Fosfor (P) + tot P na UV destructie (mg/l)	organische belasting	ja	ja
Gamma-hexachloorcyclohexaan (µg/l)	bestrijdingsmiddel	ja	ja
Gemeten Water Temperatuur (°C)	temperatuur	–	ja
Imidacloprid (µg/l)	bestrijdingsmiddel	–	–
Koper (Cu) (µg/l)	zware metalen	ja	–
Lood (Pb) (µg/l)	zware metalen	ja	ja
Malathion (µg/l)	bestrijdingsmiddel	ja	–
Metazachloor (µg/l)	bestrijdingsmiddel	–	–
Mevinfos (µg/l)	bestrijdingsmiddel	ja	–
Nikkel (Ni) (µg/l)	zware metalen	ja	ja
Orthofosfaat-P (mg/l)	organische belasting	ja	–
Propoxur (µg/l)	bestrijdingsmiddel	–	–
Simazine (µg/l)	bestrijdingsmiddel	ja	ja
Sulfaat (mg/l)	eutrofiering of zinkfabriek?	ja	ja
TOC vlgs. NPR 6522 (mg/l)	organische belasting	–	–
Totaal stikstof na UV destructie/water (mg/l)	organische belasting	ja	ja
Waterstofcarbonaat/water (mg/l)	buffervermogen	–	–
Wintertemperatuur water (°C)	temperatuur	ja	–
Zink (Zn) (µg/l)	zware metalen	ja	ja
Zomertemperatuur water (°C)	temperatuur	ja	–
Zuurgraad veld (pH)	zuurgraad	ja	ja
Zuurstof veld (mg/l)	zuurstof	ja	ja

Bijlage B: Beken en macrofaunamonsters

Met de tijdreeksanalyse zijn de gemiddelde per beek per jaar geanalyseerd. De volgende beken zaten in de analyse:

Code	Beeknaam
NL57_ECKE	Eckeltsebeek
NL57_EVER	Everlosebeek
NL57_GRMB	Grootemolenbeek
NL57_HAEL	Haelensebeek
NL57_KWIS	Kwistbeek
NL99_LOM	Loobeek afleidingskanaal
NL57_LING	Lingsforterbeek
NL57_OOST	Oostrumschebeek
NL57_ROGG	Roggelsebeek
NL57_TUNG	Tungelroysebeek

De CCA is uitgevoerd op losse metingen. De volgende monsters zijn geselecteerd:

nr	mafa-monster ^{a)}	Omschrijving meetpunt	type	inrichtingstype	herin-richting in jaar	EKR
Everlosebeek						
m5	OEVER700/01-06-1995/	Everlosebeek Boekend	R5	genormaliseerd		0,315
m6	OEVER900/19-06-1996/	Everlosebeek Blerick	R5	genormaliseerd met natuurlijke ontwikkeling		0,288
Haelensebeek						
m7	OITTE200/27-05-1999/	Itterbeek Grens	R5	genormaliseerd	2003	0,342
m8	OITTE200/17-05-2000/	Itterbeek Grens	R5	genormaliseerd	2003	0,415
m9	OITTE200/16-05-2001/	Itterbeek Grens	R5	genormaliseerd	2003	0,224
m10	OITTE200/16-06-2003/	Itterbeek Grens	R5	flauwe oever	2003	0,311
m11	OITTE200/01-06-2004/	Itterbeek Grens	R5	flauwe oever	2003	0,472
m23	OPANH900/24-06-1998/	Panheelderbeek Wessem	R5	genormaliseerd		0,374
m31	OTHOR900/22-05-1995/	Thornerbeek Wessem	R5	genormaliseerd		0,509
m32	OTHOR900/11-06-2001/	Thornerbeek Wessem	R5	genormaliseerd		0,348
m33	OTHOR900/10-06-2004/	Thornerbeek Wessem	R5	genormaliseerd		0,375
m36	OUFFE050/27-05-1999/	Uffelschebeek GP 144	R5	genormaliseerd		0,094
m37	OUFFE050/17-05-2000/	Uffelschebeek GP 144	R5	genormaliseerd		0,107
m38	OUFFE050/16-05-2001/	Uffelschebeek GP 144	R5	genormaliseerd		0,346
m39	OUFFE050/16-06-2003/	Uffelschebeek GP 144	R5	genormaliseerd		0,343
m40	OUFFE050/01-06-2004/	Uffelschebeek GP 144	R5	genormaliseerd		0,351
m41	OUFFE905/30-07-2007/	Uffelsebeek Grathem	R5	breed 2fasen-profiel	2003	0,309
Kwistbeek						
m12	OKWIS900/19-06-1996/	Kwistbeek Baarlo	R5	natuurlijk beïnvloed door watermolen		0,227
Lingsforterbeek						
m14	OLING900/22-05-2001/	Lingsforterbeek Arcen	R5	natuurlijk		0,872
m15	OLING900/27-05-2003/	Lingsforterbeek Arcen	R5	natuurlijk		0,866
m16	OLING900/25-04-2006/	Lingsforterbeek Arcen	R5	natuurlijk		0,719

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

nr	mafa-monster ^{a)}	Omschrijving meetpunt	type	inrichtingstype	herinrichting in jaar	EKR
Loobeek afleidingskanaal						
m1	OAFLE600/19-04-1995/	Afleidingskanaal Vredehoeve	R5	kunstmatig		0,512
m2	OAFLE600/22-05-2006/	Afleidingskanaal Vredehoeve	R5	kunstmatig		0,547
m3	OAFLE900/19-04-1995/	Afleidingskanaal Smakt	R5	genormaliseerd		0,266
m4	OAFLE900/12-05-2005/	Afleidingskanaal Smakt	R5	genormaliseerd		0,346
Oostrumschebeek						
m19	OOOST300/01-06-1995/	Oostrumschebeek Laagriebroek	R5	flauwe oever	1995	0,306
m20	OOOST300/15-05-2006/	Oostrumschebeek Laagriebroek	R5	flauwe oever	1995	0,314
m21	OOOST900/30-05-1996/	Oostrumschebeek Geysteren	R5	genormaliseerd met natuurlijke ontwikkeling		0,739
m22	OOOST900/15-05-2006/	Oostrumschebeek Geysteren	R5	genormaliseerd met natuurlijke ontwikkeling		0,593
Raam						
m24	ORAAM100/11-05-1995/	Raam Grens	R5	genormaliseerd		0,158
m25	ORAAM100/28-05-1999/	Raam Grens	R5	genormaliseerd		0,121
m26	ORAAM100/16-05-2001/	Raam Grens	R5	genormaliseerd		0,179
m27	ORAAM100/11-06-2003/	Raam Grens	R5	genormaliseerd		0,206
m28	ORAAM100/03-06-2004/	Raam Grens	R5	genormaliseerd		0,218
Roggelsebeek						
m17	ONPEE900/10-05-1995/	Neerpeelbeek Karreveld	R5	genormaliseerd		0,397
m18	ONPEE900/12-05-1998/	Neerpeelbeek Karreveld	R5	genormaliseerd		0,328
m29	OROGG900/09-05-1995/	Roggelsebeek Weiersebrug	R5	genormaliseerd	2000	0,312
m30	OROGG900/12-05-1998/	Roggelsebeek Weiersebrug	R5	genormaliseerd	2000	0,507
Tungelroysebeek						
m13	OLEUK805/10-05-1995/	Leukerbeek Swartbroek benedenstrooms brug	R5	genormaliseerd	2000	0,359
m34	OTUNG500/11-05-1995/	Tungelroysebeek Swartbroek	R5	genormaliseerd	2011	0,411
m35	OTUNG900/09-05-1995/	Tungelroysebeek Litsberg	R5	natuurlijk		0,839
Witbeek						
m42	OWITB500/27-05-1999/	Witbeek Kessenich	R5	genormaliseerd		0,255
m43	OWITB500/17-05-2000/	Witbeek Kessenich	R5	genormaliseerd		0,435
m44	OWITB500/16-05-2001/	Witbeek Kessenich	R5	genormaliseerd		0,406
m45	OWITB500/16-06-2003/	Witbeek Kessenich	R5	genormaliseerd		0,146
m46	OWITB500/01-06-2004/	Witbeek Kessenich	R5	genormaliseerd		0,277

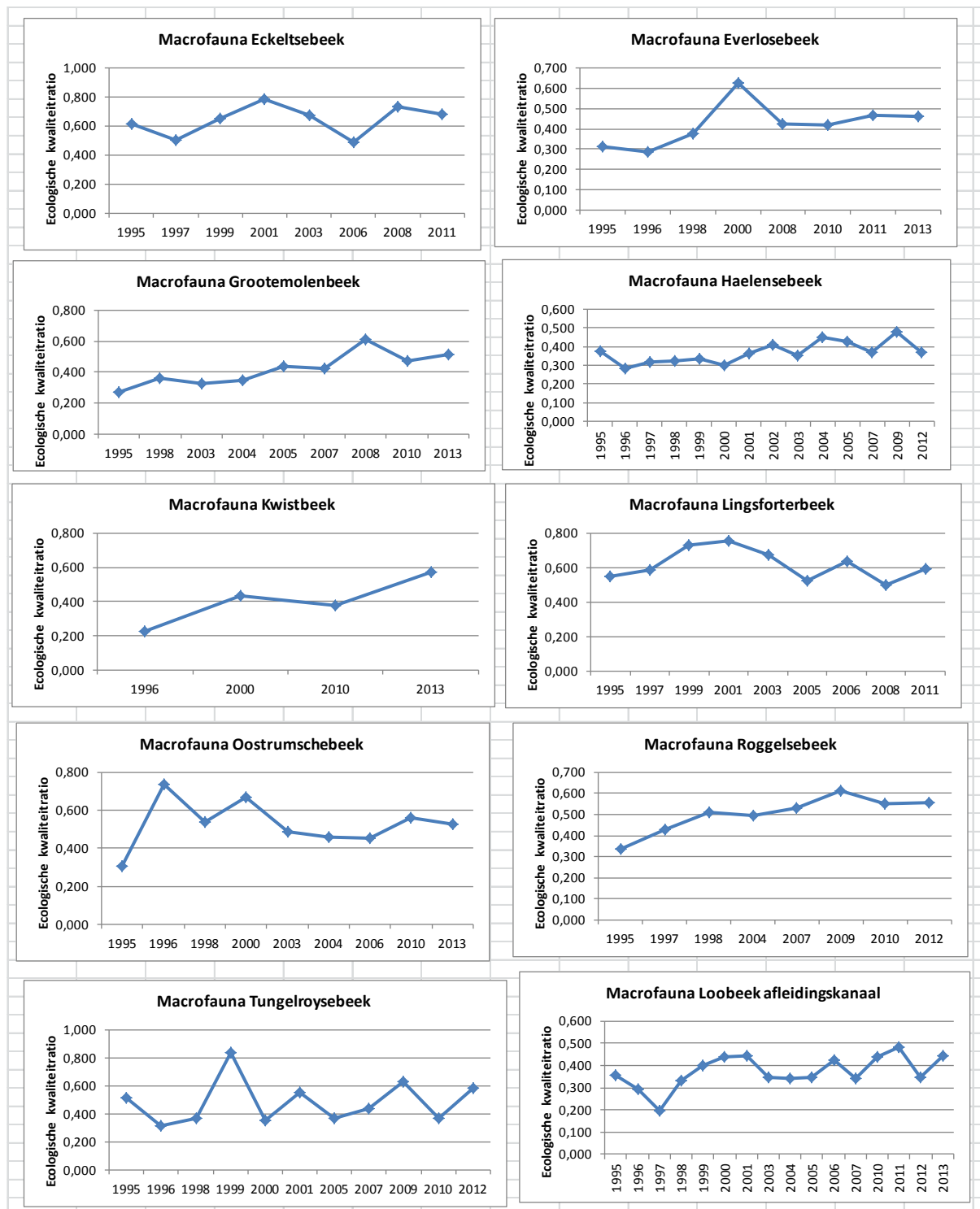
a) De monstercode is samengesteld uit de meetpuntcode en de monsterdatum

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

vervolg tabel C.1 Macrofaunascores per meetpunt

Gemiddelde van meetwaajaar																				
Code Water	mpc	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ONPEE900		0,397			0,328						0,253			0,313		0,306				0,300
OROGG500														0,277		0,419				0,321
OROGG760														0,373			0,363			
OROGG770														0,426			0,380			
OROGG780														0,444			0,573			
OROGG790														0,631		0,698	0,644			0,546
OROGG900		0,312		0,431	0,507						0,457			0,679		0,790				
OROGG910														0,804		0,854				0,836
OROGG920						0,703					0,772			0,827		0,788				0,776
Totaal NL57_ROGG		0,336		0,431	0,513						0,494			0,530		0,613	0,550			0,556
NL57_TUNG														0,231						
OLEUK800														0,368						
OLEUK805		0,359			0,291											0,372				0,426
OTUNG321														0,385			0,362			
OTUNG330														0,428			0,380			
OTUNG340														0,452		0,444	0,363			0,503
OTUNG360														0,488			0,380			
OTUNG400			0,316				0,355							0,370						
OTUNG500		0,411																		
OTUNG600		0,418														0,617				0,573
OTUNG620																				0,434
OTUNG640																				0,471
OTUNG800		0,564			0,444			0,556				0,504				0,857				0,830
OTUNG850						0,837														
OTUNG900		0,839														0,857				0,842
Totaal NL57_TUNG		0,518	0,316		0,368	0,837	0,355	0,556				0,368		0,441		0,629	0,371			0,583
NL99_LOM														0,547			0,502			0,548
OAFLE600		0,512												0,455			0,441	0,520	0,349	0,517
OAFLE750										0,375				0,307			0,384	0,443	0,288	0,362
OAFLE760										0,322				0,307			0,384	0,443	0,288	0,362
OAFLE900		0,266	0,291	0,198	0,333	0,399	0,434	0,444			0,344	0,346	0,386	0,287			0,436	0,478	0,409	0,394
OAFLE970														0,371						
OAFLE990																	0,514			0,602
OLOOB500														0,326			0,434			0,378
OLOOB600																				0,384
OLOOB890														0,308						
OLOOB900		0,284					0,446						0,346	0,343			0,373			0,372
Totaal NL99_LOM		0,354	0,291	0,198	0,333	0,399	0,440	0,444		0,349	0,344	0,346	0,426	0,342			0,441	0,480	0,349	0,445

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



Figuur C.1 Ontwikkeling van de macrofaunascoringen per beek

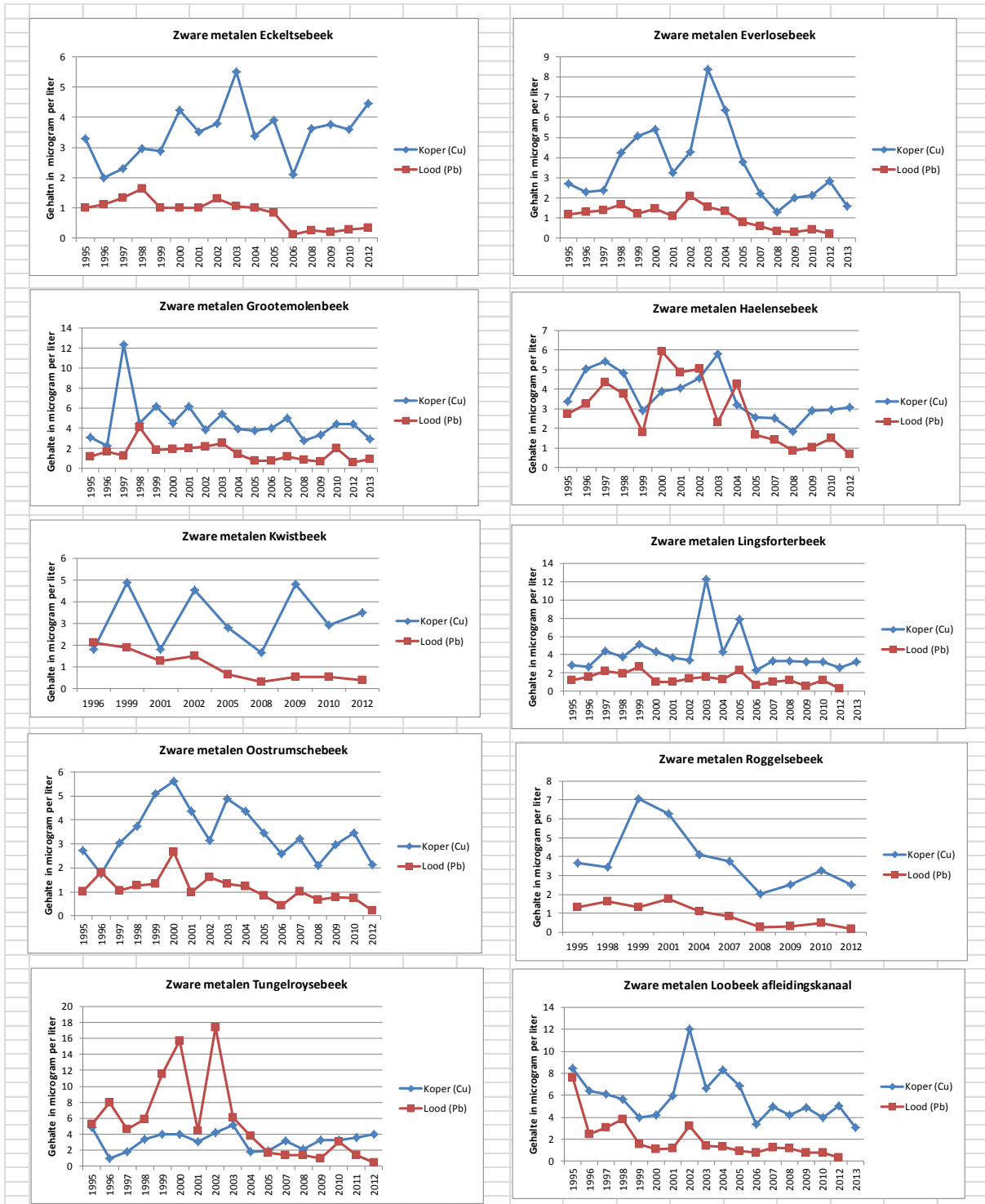
Bij het vergelijken van de macrofaunascoringen per beek moet er rekening mee gehouden worden dat niet alle beken evenveel meetjaren tellen waardoor de X-assen niet één op één vergelijkbaar zijn. Het laatste jaar op de X-as is het laatste meetjaar voor de betreffende beek. De grafiek laat op de Y-as alleen die jaren zien waarin ook metingen beschikbaar zijn. Evenmin is de schaal op de Y-as niet voor alle grafieken gelijk. Op de grote hoeveelheid data zijn draaitabellen gemaakt. Aan de hand van deze draaitabellen zijn automatische grafieken gegenereerd, die erg niet flexibel zijn: aanpassing van de assen is niet mogelijk. Daardoor treedt bij onderlinge vergelijking een zekere vertekening op.

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



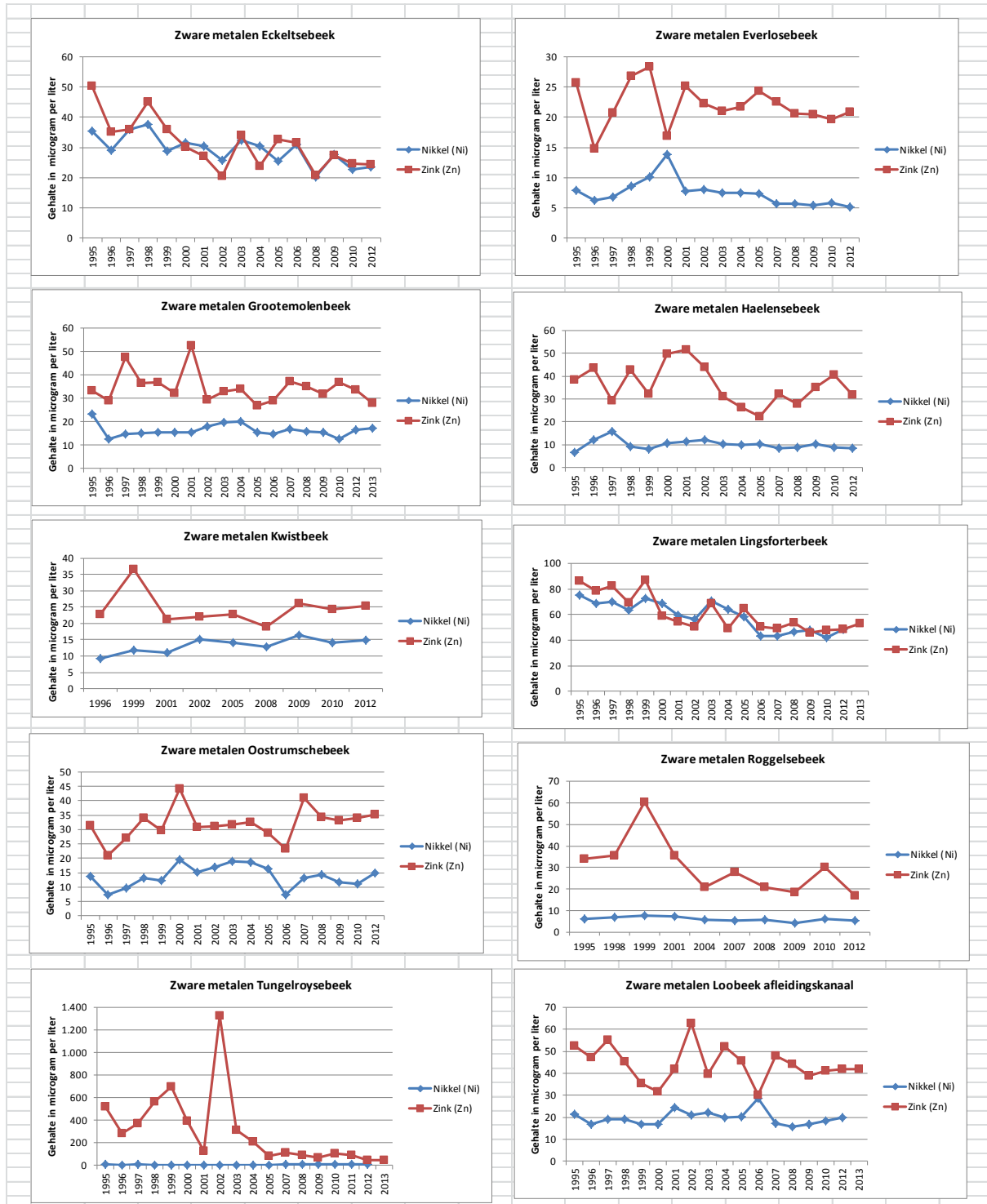
Figuur C.2 Cadmium en chroom in de R5-beken

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



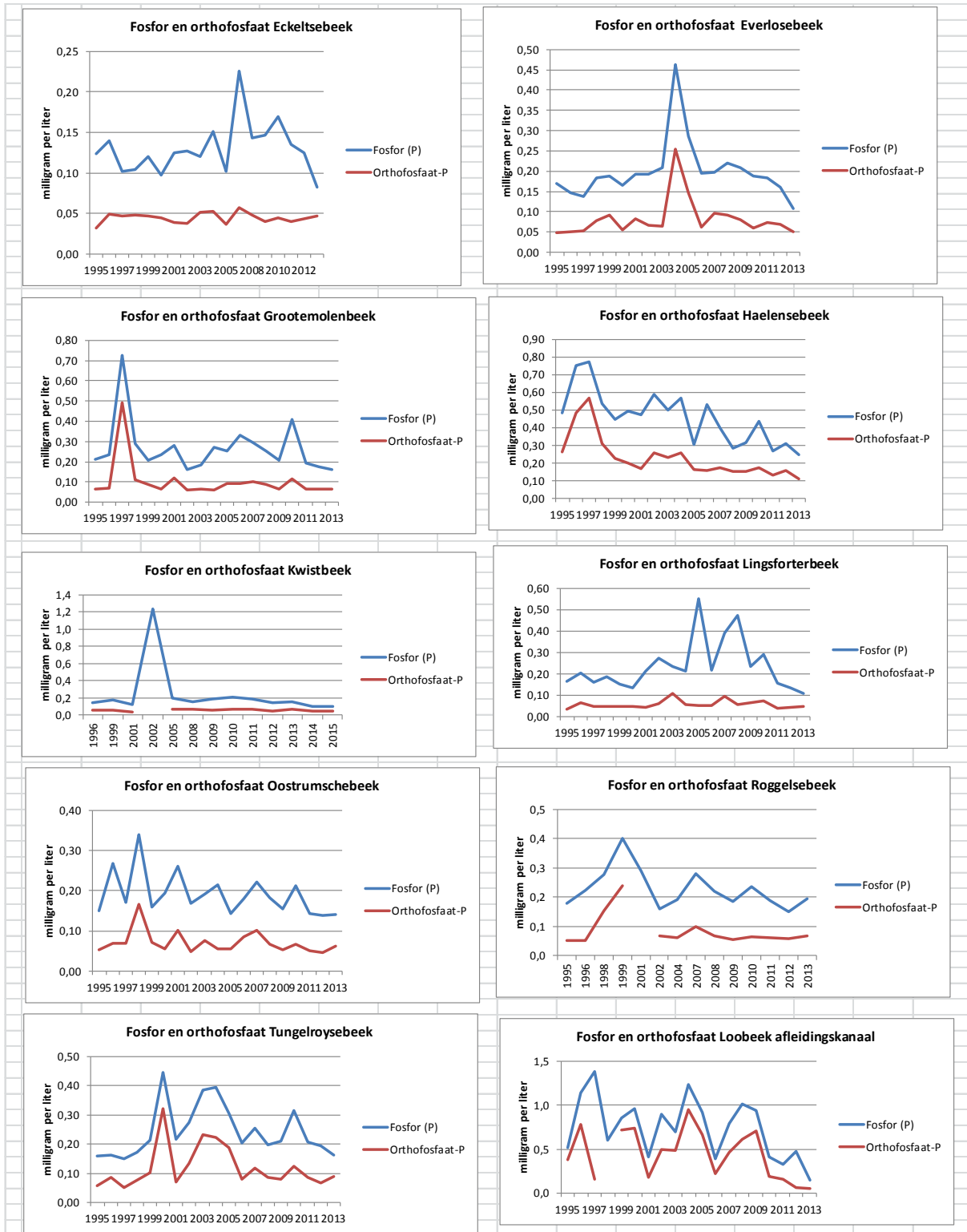
Figuur C.3 Koper en lood in de R5-beken

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



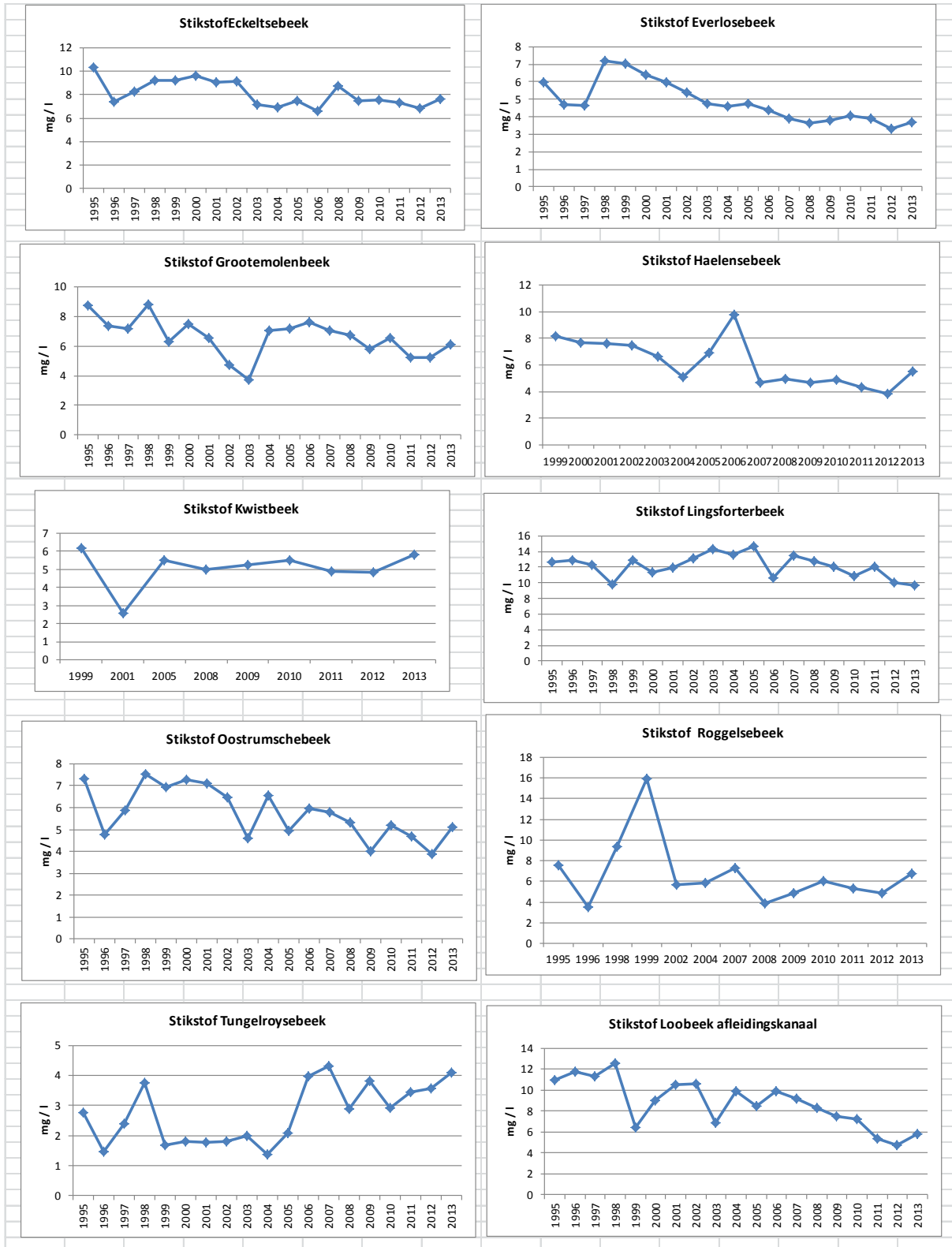
Figuur C.4 Nikkel en zink in de R5-beken

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



Figuur C.5 Fosfor- en orthofosfaatgehalte in de R5-beken

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



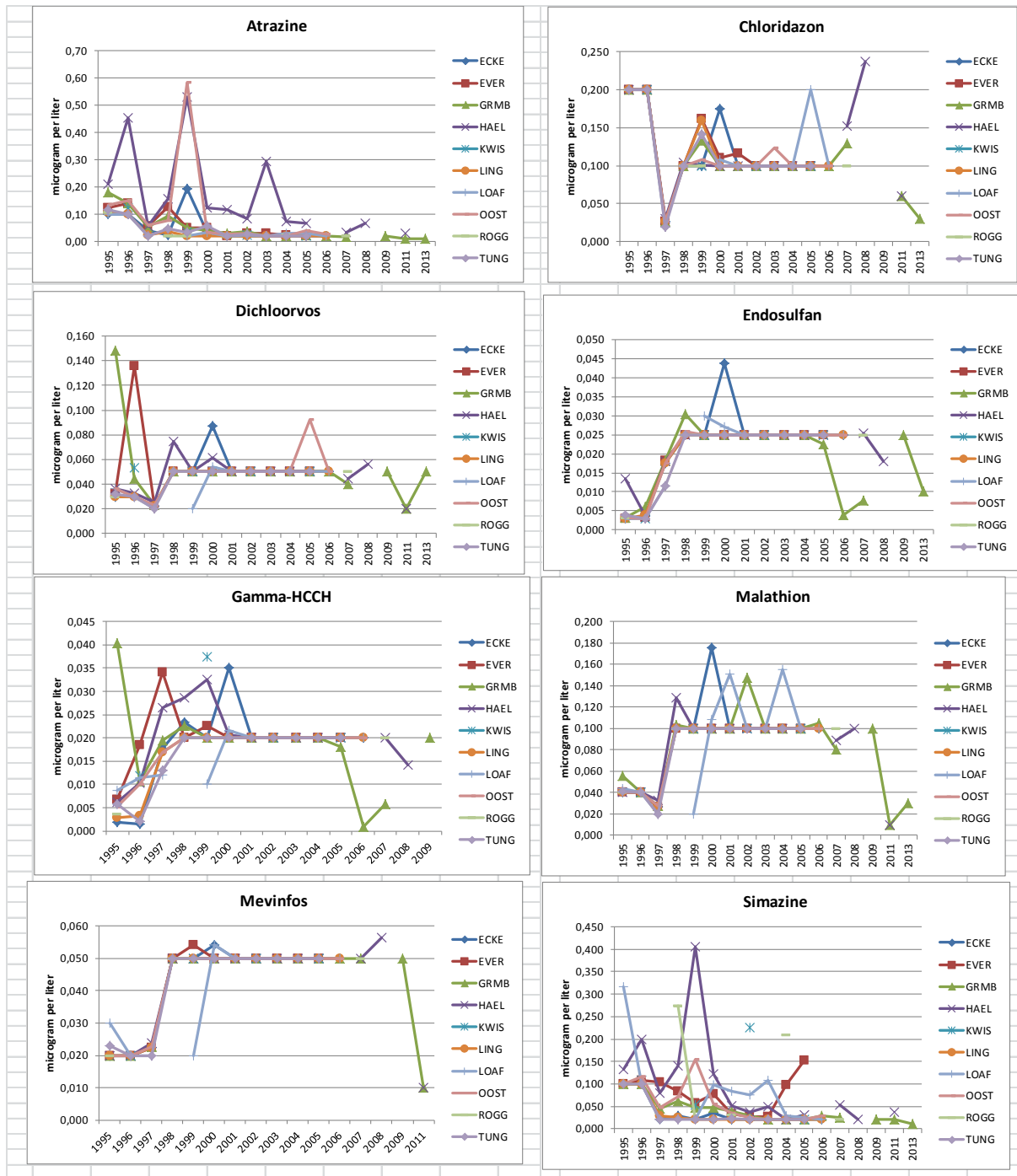
Figuur C.6 Stikstofgehalten in de R5-beken

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

vervolg tabel C.4 Bestrijdingsmiddelen

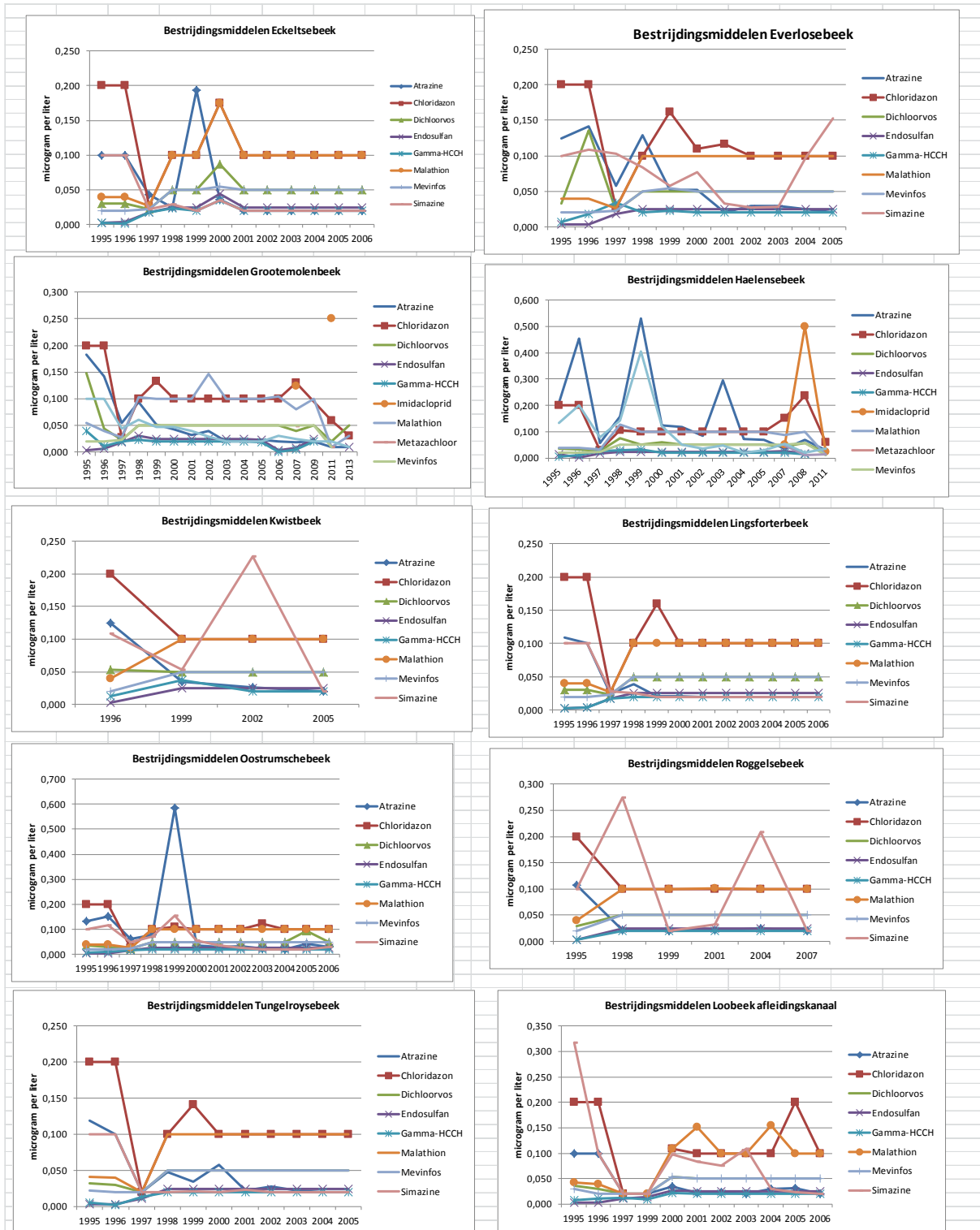
Gemiddelde van Meetw		Jaar																	
Parameternaam	Code be	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013	
Mevinfos	ECKE	0,020	0,020	0,023	0,050	0,050	0,054	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050						
	EVER	0,020	0,020	0,023	0,050	0,054	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050							
	GRMB	0,020	0,020	0,023	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050			0,050	0,010	
	HAEL	0,020	0,020	0,024	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050		0,050	0,056		0,010	
	KWIS	0,020				0,050				0,050			0,050						
	LING	0,020	0,020	0,023	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					
	LOAF	0,030	0,020	0,020		0,020	0,054	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					
	OOST	0,020	0,020	0,023	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050					
	ROGG	0,020			0,050	0,050		0,050				0,050			0,050				
	TUNG	0,023	0,020		0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050						
Totaal Mevinfos		0,021	0,020	0,023	0,050	0,050	0,051	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,056	0,050	0,010		
Propoxur	GRMB													0,027				0,015	
	HAEL													0,049	0,010			0,013	
Totaal Propoxur														0,036	0,010			0,014	
Simazine	ECKE	0,100	0,100	0,022	0,029	0,020	0,035	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020						
	EVER	0,100	0,108	0,103	0,083	0,058	0,077	0,033	0,028	0,028	0,098	0,153							
	GRMB	0,100	0,100	0,045	0,061	0,047	0,047	0,040	0,029	0,020	0,020	0,020	0,030	0,025		0,020	0,020	0,010	
	HAEL	0,132	0,200	0,079	0,141	0,406	0,122	0,051	0,036	0,049	0,020	0,031		0,053	0,020		0,037		
	KWIS	0,108				0,053			0,226			0,020							
	LING	0,100	0,100	0,028	0,025	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020						
	LOAF	0,317	0,100	0,020	0,020	0,098	0,084	0,075	0,109	0,030	0,024	0,020							
	OOST	0,100	0,117	0,048	0,072	0,154	0,055	0,036	0,025	0,020	0,020	0,020	0,030						
	ROGG	0,100			0,274	0,020		0,032				0,209			0,020				
	TUNG	0,100	0,100	0,020	0,020	0,022	0,020	0,023	0,020	0,020	0,020	0,020							
Totaal Simazine		0,116	0,119	0,055	0,092	0,107	0,062	0,038	0,052	0,055	0,057	0,031	0,026	0,041	0,020	0,020	0,030	0,010	

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



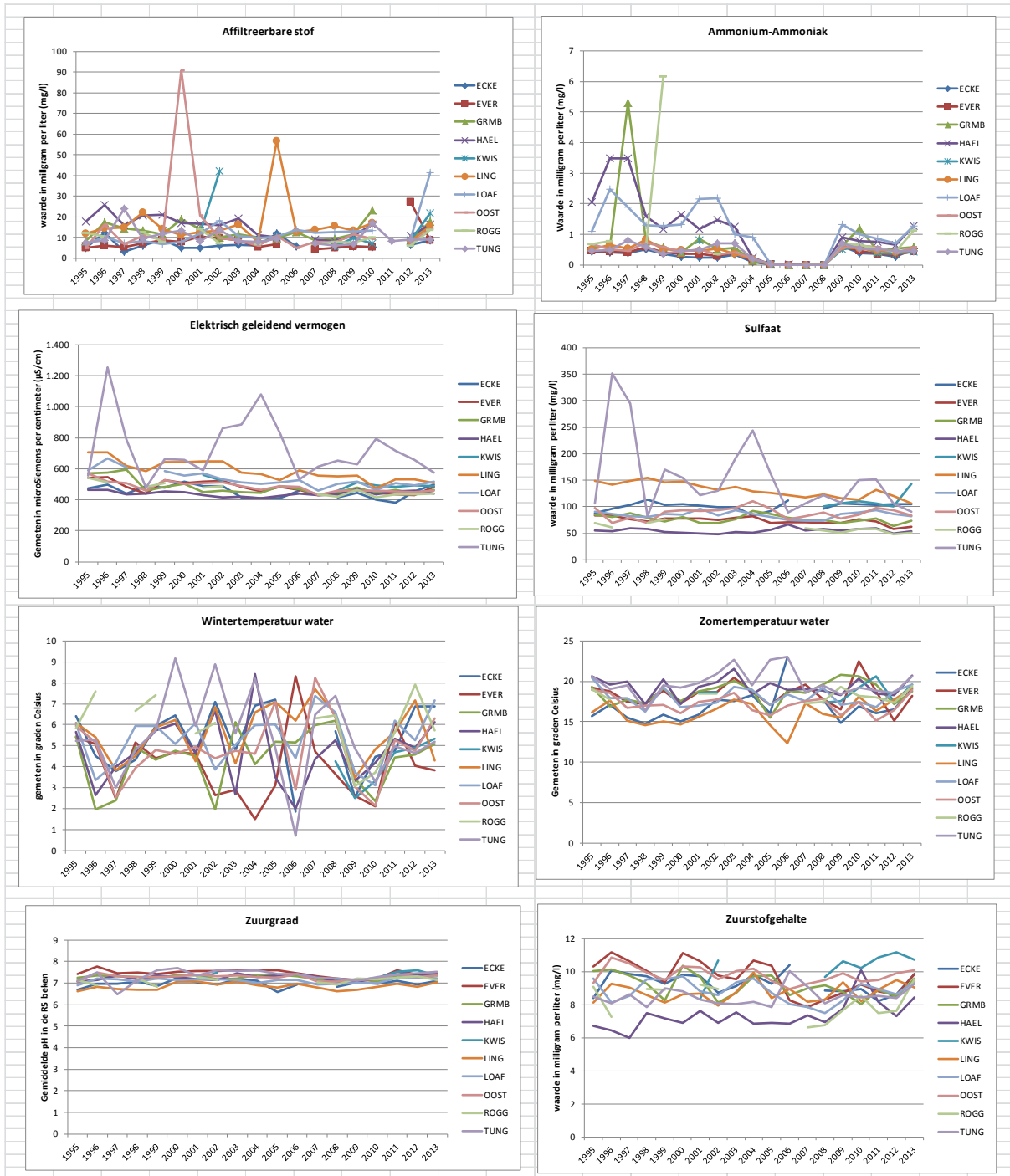
Figuur C.7 Bestrijdingsmiddelen in alle beken

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



Figuur C.8 Bestrijdingsmiddelen per beek

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



Figuur C.9 Overige fysisch-chemische parameters

Bijlage D: Resultaten van de CCA

D.1 Uitdraai van XLSTAT

De volgende pagina's geven de resultaten van de CCA zoals uitgevoerd door XLSTAT. De kleuren in de uitdraai zijn later toegevoegd om de grafieken makkelijker te kunnen interpreteren. De volgende afkortingen zijn gebruikt:

Macrofaunamonsters:

- m1, ..., m46: macrofaunamonsters 1 t/m 46 (zie bijlage B voor locatie en tijd van de meting). De kleur van het monster komt overeen met de kleur van het inrichtingstype ter plaatse.

Inrichtingstype:

- 2f-breed = breed tweefasen-profiel (blauw)
- flauw = flauwe oever (lichtblauw)
- kunst = kunstmatig (paars)
- nat = natuurlijk (groen)
- nat-molen = natuurlijk beïnvloed door watermolen (lichtgroen)
- norm = genormaliseerd (rood)
- norm-nat = genormaliseerd met natuurlijke ontwikkeling (oranje)

Macrofaunascores:


- DP%: percentage dominant positieve en kenmerkende individuen
- DN%: percentage dominant negatieve individuen
- KM%: percentage kenmerkende soorten (als percentage van het totaal aantal soorten in het monster)

Waterkwaliteitsparameters:

- fysisch-chemische parameters
 - Aff = affiltreerbare stof
 - EGV = elektrische geleiding veld
 - pH = zuurgraad
 - temp = temperatuur
 - O2 = zuurstof
 - SO4 = sulfaat
 - P = totaal fosfor
 - N = totaal stikstof
- metalen:
 - Cd = cadmium
 - Cr = chroom
 - Pb = lood
 - Ni = nikkel
 - Zn = zink
- bestrijdingsmiddelen:
 - Atr = atrazine
 - GHCCCH = Gamma-hexachloorcyclohexaan
 - Sim = Simazine

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

XLSTAT 2015.2.01.17149 - Canonical Correspondence Analysis (CCA) - on 8-5-2015 at 21:01:15
 Sites/Objects data: Workbook = CCA mafa-chemie v2.xlsm / Sheet = mafa-chemie voor CCA / Range = 'mafa-chemie voor CCA'!\$F\$1:\$H\$47 / 46 rows and 3 columns
 Sites/Variables data / Quantitative: Workbook = CCA mafa-chemie v2.xlsm / Sheet = mafa-chemie voor CCA / Range = 'mafa-chemie voor CCA'!\$I\$1:\$X\$47 / 46 rows and 16 columns
 Sites/Variables data / Qualitative: Workbook = CCA mafa-chemie v2.xlsm / Sheet = mafa-chemie voor CCA / Range = 'mafa-chemie voor CCA'!\$D\$1:\$D\$47 / 46 rows and 1 column
 Sites labels: Workbook = CCA mafa-chemie v2.xlsm / Sheet = mafa-chemie voor CCA / Range = 'mafa-chemie voor CCA'!\$A\$1:\$A\$47 / 46 rows and 1 column
 Method: CCA
 Seed (random numbers): 4423315

Summary statistics 

Summary statistics:

Variable	Observation	with missing	without missing	Minimum	Maximum	Mean	std. deviation
DP%	46	0	46	0,000	53,110	13,587	12,769
DN%	46	0	46	7,290	76,400	39,036	17,926
KM%	46	0	46	0,000	34,150	8,848	9,357
Aff	46	0	46	-1,316	3,034	0,000	1,011
pH	46	0	46	-2,228	2,353	0,000	1,011
EGV	46	0	46	-1,760	2,449	0,000	1,011
temp	46	0	46	-2,137	1,904	0,000	1,011
O2	46	0	46	-2,326	2,723	0,000	1,011
SO4	46	0	46	-1,229	3,202	0,000	1,011
P	46	0	46	-0,508	6,137	0,000	1,011
N	46	0	46	-1,695	3,227	0,000	1,011
Cd	46	0	46	-1,075	2,318	0,000	1,011
Cr	46	0	46	-0,614	3,009	0,000	1,011
Pb	46	0	46	-1,075	3,728	0,000	1,011
Ni	46	0	46	-0,705	4,069	0,000	1,011
Zn	46	0	46	-0,921	4,498	0,000	1,011
Atr	46	0	46	-0,334	6,330	0,000	1,011
GHCCH	46	0	46	-0,517	4,961	0,000	1,011
Sim	46	0	46	-0,396	4,666	0,000	1,011

Variable	Categories	frequency	%
inr	2f-breed	1	2,174
	flauw	4	8,696
	kunst	2	4,348
	nat	4	8,696
	nat-molen	1	2,174
	norm	31	67,391
	norm-nat	3	6,522

Weighted averages:

	DP+KM	DN	KM	weighted means
Aff	0,004	0,131	-0,036	0,079
pH	0,043	-0,054	0,079	-0,014
EGV	-0,029	0,046	-0,092	0,010
temp	-0,362	0,045	-0,372	-0,105
O2	0,310	-0,198	0,348	-0,007
SO4	0,562	-0,201	0,588	0,081
P	-0,039	-0,015	-0,004	-0,019
N	0,456	0,023	0,407	0,174
Cd	0,263	-0,075	0,262	0,048
Cr	0,023	-0,188	0,096	-0,100

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Pb	-0,179	0,123	-0,263	0,000
Ni	0,512	-0,191	0,528	0,068
Zn	0,220	-0,051	0,292	0,058
Atr	-0,053	0,185	-0,062	0,097
GHCCH	-0,083	0,054	-0,120	-0,001
Sim	-0,066	0,184	-0,085	0,090
2f-breed	0,000	0,013	0,000	0,008
flauw	0,043	0,075	0,058	0,066
kunst	0,061	0,028	0,078	0,042
nat	0,284	0,020	0,304	0,119
nat-molen	0,000	0,024	0,000	0,015
norm	0,495	0,810	0,459	0,690
norm-nat	0,116	0,031	0,101	0,060

Inertia:

	Value	%
Total	0,338	100,000
Constraine	0,268	79,431
Unconstrai	0,070	20,569

Results of the permutation test:

Permutatio	10000
Pseudo F	0,351
p-value	0,002
alpha	0,010

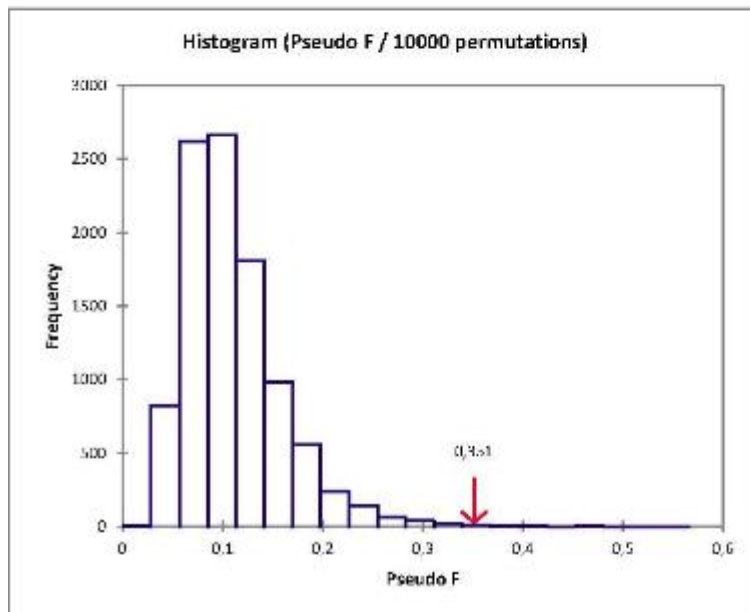
Test interpretation:

H0: The sites/objects data are not linearly related to the sites/variables data.

Ha: The sites/objects data are linearly related to the sites/variables data.

As the computed p-value is lower than the significance level $\alpha=0,01$, one should reject the null hypothesis H0, and accept the alternative hypothesis Ha.

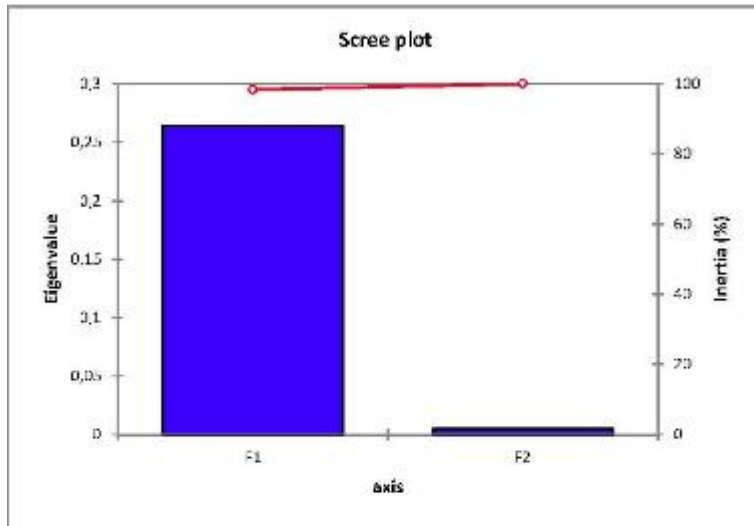
The risk to reject the null hypothesis H0 while it is true is lower than 0,19%.



SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

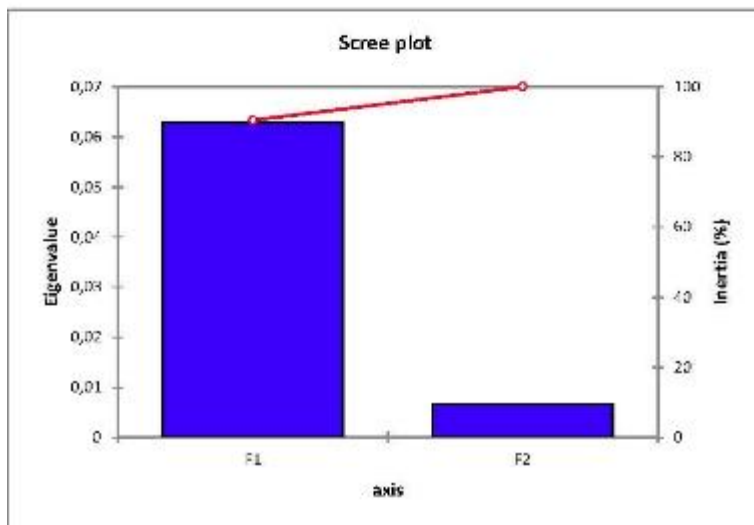
Eigenvalues and percentages of inertia (CCA):

	F1	F2
Eigenvalue	0,264	0,005
Constraine	98,303	1,697
Cumulative	98,303	100,000
Total inertia	78,083	1,348
Cumulative	78,083	79,431



Eigenvalues and percentages of inertia (Unconstrained CCA):

	F1	F2
Eigenvalue	0,063	0,007
Unconstrai	90,419	9,581
Cumulative	90,419	100,000
Total inertia	18,598	1,971
Cumulative	18,598	20,569



SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

CCA results:

Principal coordinates (Sites):

		F1	F2
2	m1	-0,426	-0,116
2	m2	-0,485	-0,085
2	m3	0,246	0,103
2	m4	-0,169	-0,038
2	m5	0,145	-0,037
2	m6	-0,188	0,123
2	m7	0,214	-0,001
2	m8	0,296	0,067
2	m9	0,305	0,081
2	m10	0,104	-0,050
2	m11	0,035	-0,005
2	m12	0,758	-0,025
2	m13	0,362	0,012
2	m14	-1,080	0,012
2	m15	-1,077	0,094
2	m16	-1,068	0,005
2	m17	0,024	-0,017
2	m18	0,117	0,022
2	m19	0,261	-0,112
2	m20	0,347	-0,132
2	m21	-0,934	0,066
2	m22	-0,569	0,126
2	m23	0,072	0,058
2	m24	0,262	-0,019
2	m25	0,246	0,009
2	m26	0,340	0,010
2	m27	0,269	0,096
2	m28	0,621	0,128
2	m29	-0,023	-0,029
2	m30	0,134	0,010
2	m31	0,267	-0,047
2	m32	0,221	-0,066
2	m33	0,060	-0,018
2	m34	0,303	-0,070
2	m35	-1,189	-0,190
2	m36	0,658	-0,041
2	m37	0,295	-0,043
2	m38	0,325	-0,011
2	m39	0,648	-0,055
2	m40	0,576	0,016
2	m41	0,758	-0,025
2	m42	0,237	0,004
2	m43	-0,178	0,051
2	m44	-0,026	0,044
2	m45	0,355	0,007
2	m46	0,175	0,050

Standard coordinates (Sites):

		F1	F2
m1		-0,829	-1,722
m2		-0,945	-1,261
m3		0,478	1,521
m4		-0,330	-0,558
m5		0,283	-0,542
m6		-0,365	1,821
m7		0,416	-0,022
m8		0,577	0,996
m9		0,593	1,204
m10		0,203	-0,741
m11		0,069	-0,078
m12		1,475	-0,373
m13		0,705	0,179
m14		-2,103	0,176
m15		-2,097	1,385
m16		-2,079	0,077
m17		0,047	-0,247
m18		0,229	0,328
m19		0,507	-1,662
m20		0,675	-1,961
m21		-1,819	0,972
m22		-1,107	1,867
m23		0,141	0,864
m24		0,510	-0,277
m25		0,478	0,137
m26		0,663	0,155
m27		0,523	1,429
m28		1,210	1,893
m29		-0,046	-0,436
m30		0,262	0,148
m31		0,520	-0,694
m32		0,431	-0,980
m33		0,117	-0,261
m34		0,589	-1,043
m35		-2,315	-2,811
m36		1,281	-0,605
m37		0,573	-0,640
m38		0,632	-0,164
m39		1,261	-0,819
m40		1,122	0,241
m41		1,475	-0,373
m42		0,462	0,054
m43		-0,346	0,752
m44		-0,051	0,657
m45		0,692	0,108
m46		0,342	0,748

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Contributions (Sites):

	F1	F2
m1	0,015	0,066
m2	0,018	0,032
m3	0,005	0,050
m4	0,002	0,006
m5	0,001	0,004
m6	0,002	0,053
m7	0,005	0,000
m8	0,006	0,019
m9	0,007	0,029
m10	0,001	0,009
m11	0,000	0,000
m12	0,033	0,002
m13	0,012	0,001
m14	0,145	0,001
m15	0,147	0,064
m16	0,111	0,000
m17	0,000	0,002
m18	0,001	0,002
m19	0,003	0,035
m20	0,009	0,074
m21	0,090	0,026
m22	0,021	0,059
m23	0,000	0,013
m24	0,007	0,002
m25	0,006	0,000
m26	0,010	0,001
m27	0,005	0,040
m28	0,027	0,065
m29	0,000	0,004
m30	0,002	0,001
m31	0,008	0,014
m32	0,004	0,022
m33	0,000	0,001
m34	0,006	0,019
m35	0,145	0,214
m36	0,044	0,010
m37	0,009	0,011
m38	0,010	0,001
m39	0,025	0,011
m40	0,016	0,001
m41	0,017	0,001
m42	0,008	0,000
m43	0,004	0,018
m44	0,000	0,011
m45	0,011	0,000
m46	0,002	0,009

Squared cosines (Sites):

	F1	F2
m1	0,931	0,069
m2	0,970	0,030
m3	0,851	0,149
m4	0,953	0,047
m5	0,940	0,060
m6	0,700	0,300
m7	1,000	0,000
m8	0,951	0,049
m9	0,934	0,066
m10	0,812	0,188
m11	0,978	0,022
m12	0,999	0,001
m13	0,999	0,001
m14	1,000	0,000
m15	0,993	0,007
m16	1,000	0,000
m17	0,672	0,328
m18	0,966	0,034
m19	0,844	0,156
m20	0,873	0,127
m21	0,995	0,005
m22	0,953	0,047
m23	0,607	0,393
m24	0,995	0,005
m25	0,999	0,001
m26	0,999	0,001
m27	0,886	0,114
m28	0,959	0,041
m29	0,389	0,611
m30	0,995	0,005
m31	0,970	0,030
m32	0,918	0,082
m33	0,921	0,079
m34	0,949	0,051
m35	0,975	0,025
m36	0,996	0,004
m37	0,979	0,021
m38	0,999	0,001
m39	0,993	0,007
m40	0,999	0,001
m41	0,999	0,001
m42	1,000	0,000
m43	0,925	0,075
m44	0,259	0,741
m45	1,000	0,000
m46	0,924	0,076

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Regression coefficients:

	F1	F2
Aff	-0,092	0,021
pH	-0,220	-0,545
EGV	0,209	-0,098
temp	0,246	0,051
O2	-0,222	0,181
SO4	-0,026	-0,034
P	-0,214	0,033
N	-0,085	0,602
Cd	0,067	0,024
Cr	0,113	0,269
Pb	-0,294	0,524
Ni	0,230	0,558
Zn	-0,049	-0,119
Atr	0,204	-0,222
GHCCH	-0,109	0,246
Sim	0,005	-0,198
2f-breed	0,128	-0,055
flauw	0,152	-0,174
kunst	-0,044	-0,592
nat	-0,689	-0,555
nat-molen	0,180	0,241
norm	0,435	0,258
norm-nat	-0,170	0,835

Principal coordinates (Objects):

	F1	F2
1 DP%	-0,654	0,093
1 DN%	0,389	-0,002
1 KM%	-0,712	-0,135

Standard coordinates (Objects):

	F1	F2
DP%	-1,274	1,379
DN%	0,758	-0,025
KM%	-1,387	-2,006

Contributions (Objects):

	F1	F2
DP%	0,359	0,420
DN%	0,365	0,000
KM%	0,277	0,579

Squared cosines (Objects):

	F1	F2
DP%	0,980	0,020
DN%	1,000	0,000
KM%	0,965	0,035

Principal coordinates (Variables):

	F1	F2
Aff	0,067	0,009
pH	-0,053	-0,009
EGV	0,051	0,018
temp	0,200	-0,004
O2	-0,248	-0,003
SO4	-0,337	0,004
P	0,005	-0,011
N	-0,186	0,020
Cd	-0,161	0,006
Cr	-0,124	-0,019
Pb	0,153	0,018
Ni	-0,312	0,006
Zn	-0,148	-0,017
Atr	0,093	-0,001
GHCCH	0,075	0,009
Sim	0,107	0,001
2f-breed	0,068	-0,002
flauw	0,050	-0,020
kunst	-0,096	-0,021
nat	-0,405	-0,005
nat-molen	0,094	-0,003
norm	0,342	0,012
norm-nat	-0,160	0,025

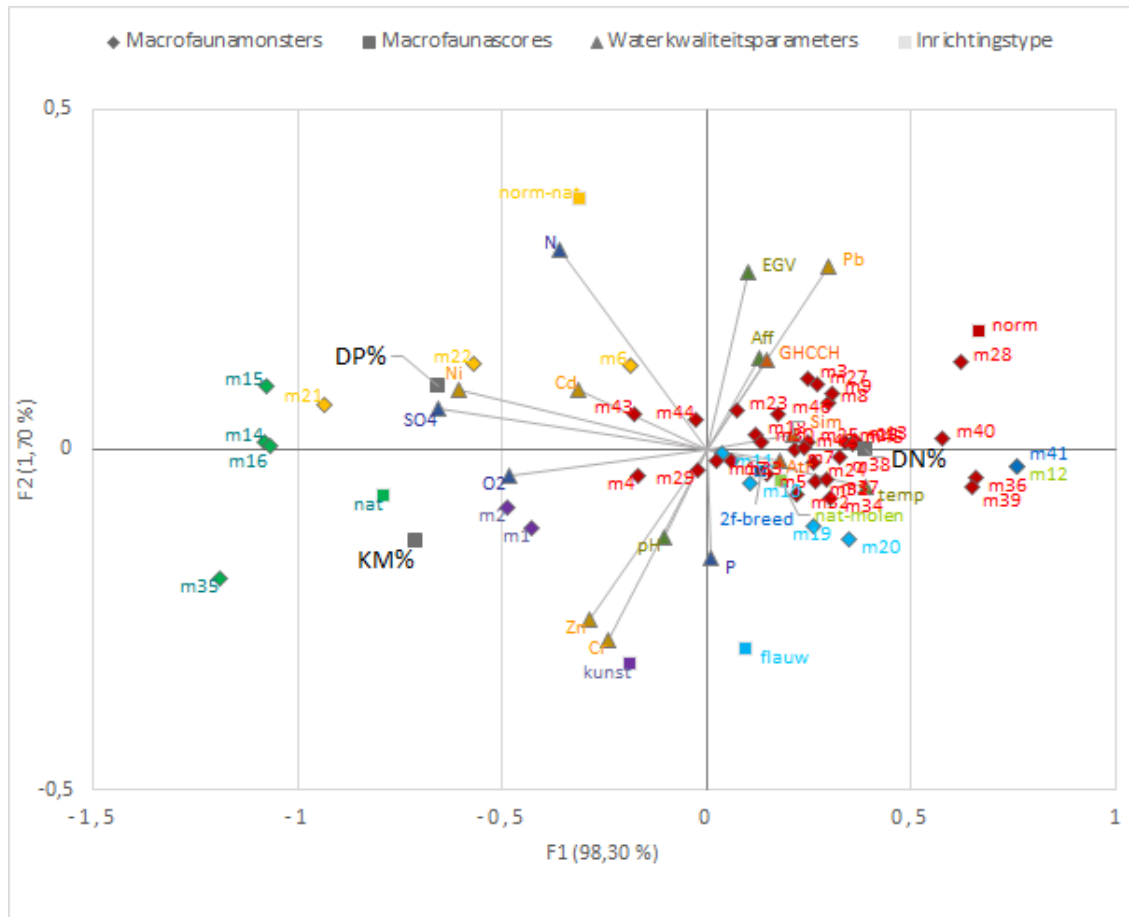
Standard coordinates (Variables):

	F1	F2
3 Aff	0,130	0,135
3 pH	-0,104	-0,128
3 EGV	0,099	0,261
3 temp	0,389	-0,055
3 O2	-0,482	-0,039
3 SO4	-0,657	0,061
3 P	0,009	-0,161
3 N	-0,362	0,293
3 Cd	-0,313	0,087
3 Cr	-0,241	-0,281
3 Pb	0,298	0,268
3 Ni	-0,608	0,087
3 Zn	-0,287	-0,249
3 Atr	0,181	-0,017
3 GHCCH	0,145	0,131
3 Sim	0,209	0,022
5 2f-breed	0,133	-0,034
5 flauw	0,097	-0,293
5 kunst	-0,186	-0,317
5 nat	-0,788	-0,068
5 nat-molen	0,184	-0,047
5 norm	0,667	0,173
5 norm-nat	-0,311	0,366

Regression coefficients:

	F1	F2
Aff	-0,092	0,021
pH	-0,220	-0,545
EGV	0,209	-0,098
temp	0,246	0,051
O2	-0,222	0,181
SO4	-0,026	-0,034
P	-0,214	0,033
N	-0,085	0,602
Cd	0,067	0,024
Cr	0,113	0,269
Pb	-0,294	0,524
Ni	0,230	0,558
Zn	-0,049	-0,119
Atr	0,204	-0,222
GHCCH	-0,109	0,246
Sim	0,005	-0,198
2f-breed	0,128	-0,055
flauw	0,152	-0,174
kunst	-0,044	-0,592
nat	-0,689	-0,555
nat-molen	0,180	0,241
norm	0,435	0,258
norm-nat	-0,170	0,835

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI



Figuur D.1 Volledige resultaten van de CCA zoals uitgevoerd met XLSTAT

D.2 Onafhankelijkheid van de macrofaunamonsters

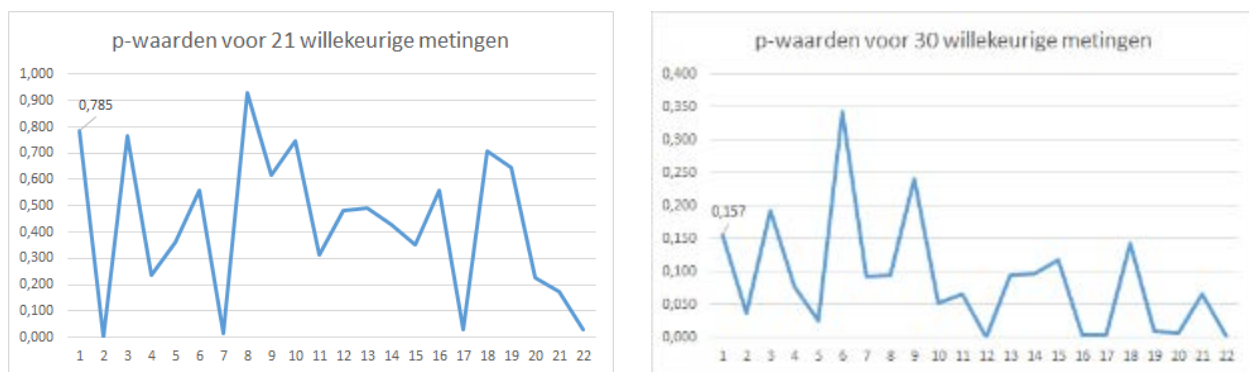
Sommige meetpunten komen vaker voor in de analyse. Om te controleren of de 46 geselecteerde metingen onafhankelijk zijn, is de analyse herhaald met een subset van de geselecteerde macrofaunametingen. De instellingen voor de CCA zijn dezelfde als die voor het totaal (zie paragraaf 2.3 in de hoofdtekst).

De analyse is eerst herhaald door van de overgebleven selectie alleen de meest recente meting van elk meetpunt mee te nemen. Als een meetpunt meer inrichtingstypes had (door herinrichting), dan is van elk inrichtingstype de meest recente meting meegenomen. Van de 46 monsters blijven er dan 21 over, te weinig om ook het inrichtingstype mee te nemen. De permutatietest met 21 metingen laat zien dat de resultaten van deze analyse waarschijnlijk op toeval berusten ($p=0,875$; $\alpha=0,010$).

Om toch ook het inrichtingstype mee te kunnen nemen, is de analyse nogmaals herhaald door naast de meest recente metingen ook de eerste meting mee te nemen, zolang er ten minste vijf jaar tussen beide metingen zit. Dat resulteerde in 30 metingen, genoeg om het inrichtingstype mee te nemen. De permutatietest met 30 metingen laat zien dat de resultaten wederom waarschijnlijk op toeval berusten ($p=0,157$; $\alpha=0,010$).

Om te beoordelen of deze resultaten betekenen dat de metingen niet onafhankelijk zijn door de dubbele meetpunten, of dat ze het gevolg zijn van een te kleine dataset, is de analyse 21x herhaald voor een willekeurige set van 21 en 30 metingen metingen om de significantie van de resultaten te testen. Hiervoor is een aselechte steekproef genomen van 21 of 30 uit de 46 geselecteerde macrofaunametingen door met een random sequence generator (Random.org, 2015) de getallen 1 t/m 46 in willekeurige volgorde te zetten.

De macrofaunametingen zijn vervolgens gesorteerd volgens de willekeurige lijst en de bovenste 21 dan wel 30 metingen zijn geanalyseerd. De bijbehorende p-waarden zijn in onderstaande grafieken weergegeven.



Figuur D.2 p-waarden voor 21 willekeurige selecties van 21 en 30 metingen uit de macrofaunagegevens

Een p-waarde die structureel lager is dan de p-waarde die eerder berekend is voor de overgebleven, niet-willekeurige selectie ($n=21$ of $n=30$) zou een aanwijzing zijn dat de eerder waargenomen verhoging van de p-waarde deels wordt veroorzaakt door het uitsluiten van afhankelijkheid van de meetpunten.

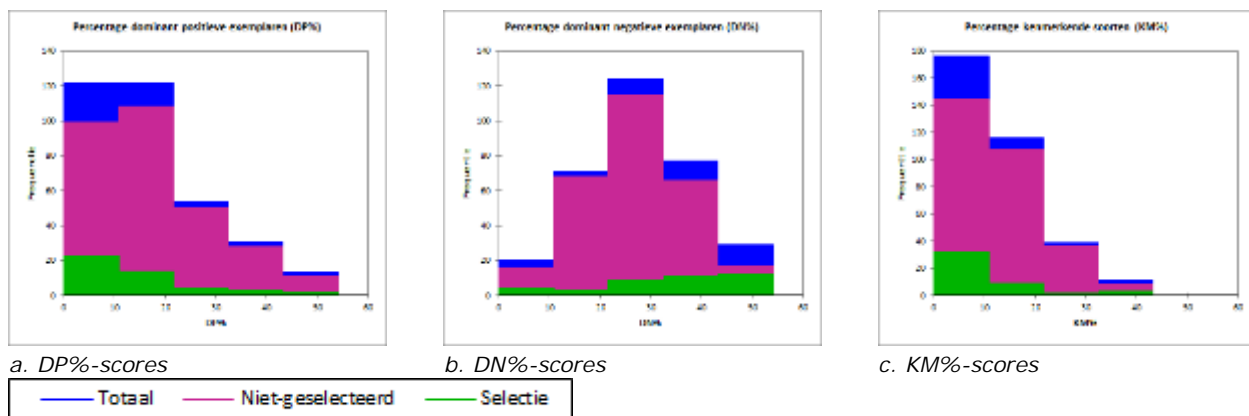
Figuur D.2 laat echter zien dat de p-waarden van de random sets rond de eerder berekende p-waarde liggen. De verhoging van de p-waarde is dus waarschijnlijk het gevolg van het kleinere aantal meetpunten.

D.3 Representativiteit van de selectie

Om te beoordelen of de geselecteerde macrofaunamonsters representatief zijn voor de totale dataset, is de verdeling van macrofaunascores van het totaal vergeleken met die van de verwijderde en van de resterende monsters. Hiertoe zijn monsters gemarkeerd met 'm' voor geselecteerde metingen en 'o' voor niet-geselecteerde metingen. Vervolgens zijn met de functie Histograms van XLSTAT histogrammen gemaakt, met de volgende instellingen:

- Data:
 - 3.1 positief dominanten + kenm. taxa % abund.
 - 3.2 negatief dominanten % abund.
 - 3.3 kenmerkende taxa % aantal
- Number of intervals: 5
- Compare the subsamples to the total sample
- Ordinate: frequency

Dit leverde de volgende grafieken:



Figuur D.3 Frequentieverdeling macrofaunascores in de totale dataset (blauw), de niet-geselecteerde monsters (paars) en de selectie (groen)

De frequenties van de dominant positieve en kenmerkende soorten (DP% en KM%) komen grotendeels overeen met die van het totaal. De dominant negatieve soorten (DN%, Figuur D.3b) lijken oververtegenwoordigd in de selectie van macrofaunamonsters.

Om de macrofaunascores in de totale dataset en de selectie te vergelijken, zijn gemiddelden, minima, maxima en standaarddeviaties berekend. De correlatiecoëfficiënten in de totale dataset komen redelijk overeen met die in de selectie (zie Tabel D.1).

Tabel D.1 Vergelijking macrofaunascores in totale dataset en selectie

	EKR	Aantal	DP%	DN%	KM%
Totale dataset (n=342)					
gemiddelde	0,456	139,2	16,869	30,684	12,041
minimum	0,046	14	0	0	0
maximum	0,872	294	53,11	91,43	39,29
standaarddeviatie	0,176	59,4	12,073	14,654	9,065
<i>correlaties:</i>					
DP-DN/KM				-0,652	0,936
DN-KM					-0,669
Selectie (n=46)					
gemiddelde	0,378	85,6	13,587	39,036	8,848
minimum	0,094	24	0	7,29	0
maximum	0,872	190	53,11	76,40	34,15
standaarddeviatie	0,188	39,8	12,630	17,730	9,254
<i>correlaties:</i>					
DP-DN/KM				-0,596	0,926
DN-KM					-0,637

De frequentieverdelingen van het inrichtingstype in de selectie en in de totale dataset komen minder goed overeen (Tabel D.2).

Tabel D.2 Afkorting en frequentie van het inrichtingstype in de totale dataset (n=342) en in de selectie (n=46)

Afkorting	Inrichtingstype	Frequenties totale dataset (n=342)	in %	Frequenties selectie (n=46)	in %
2f weinig	breed tweefasenprofiel met weinig meandering	1	0,3%		
2f zonder	breed tweefasenprofiel zonder meandering	2	0,6%		
2f-breed	breed tweefasenprofiel	34	9,9%	1	2,2%
2f-smal	smal tweefasenprofiel	7	2,0%		
flauw	flauwe oever	12	3,5%	4	8,7%
keersop	winterbed gescheiden van zomerbed (keersop)	13	3,8%		
kunst	kunstmatig	4	1,2%	2	4,3%
meand	vrije meandering	7	2,0%		
nat	natuurlijk	25	7,3%	4	8,7%
nat-molen	natuurlijk beïnvloed door watermolen	8	2,3%	1	2,2%
nb	onbekend	4	1,2%		
norm	genormaliseerd	191	55,8%	31	67,4%
norm-breed	genormaliseerd met brede oeverzone	12	3,5%		
norm-nat	genormaliseerd met natuurlijke ontwikkeling	19	5,6%	3	6,5%
vrmeand	vrijwel vrije meandering	3	0,9%		

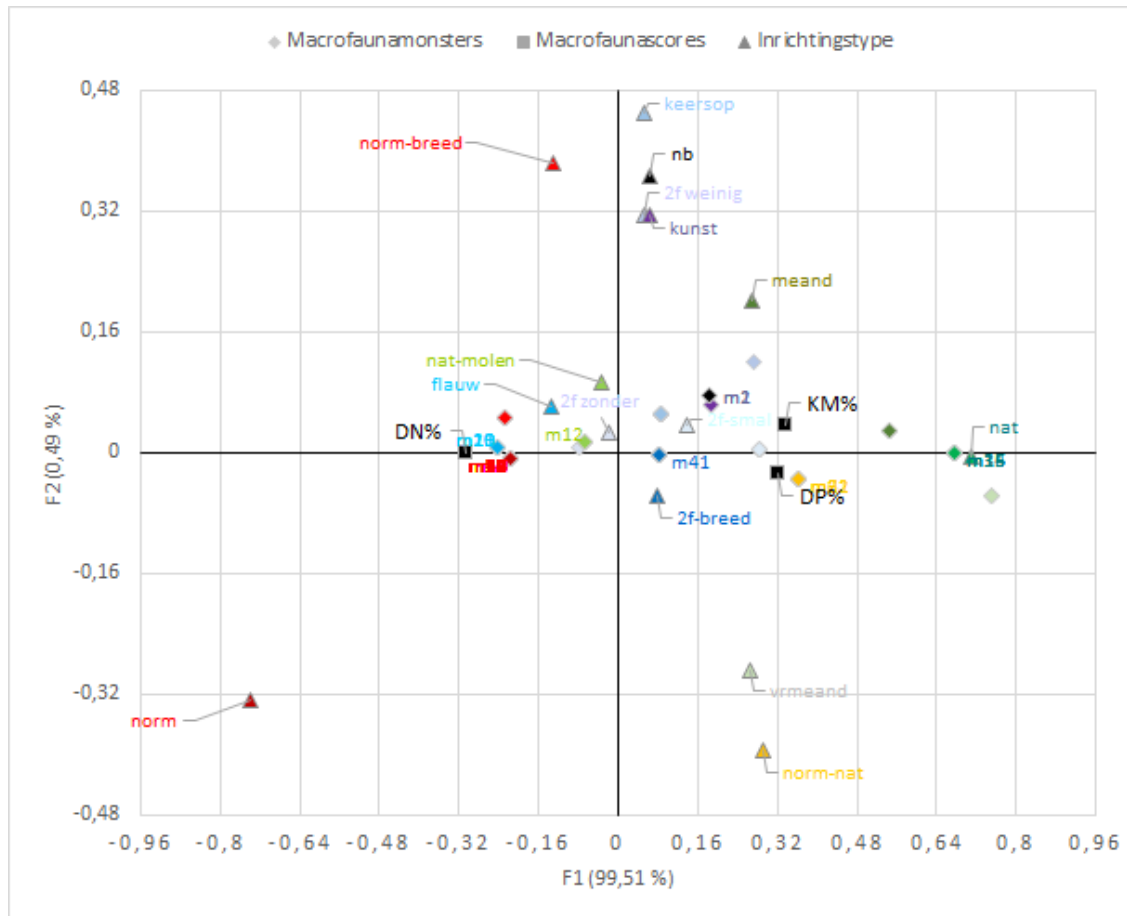
In de selectie zijn de inrichtingstypes 'kunstmatig' en 'flauwe oever' oververtegenwoordigd. Het 'breed tweefasenprofiel' is ondervertegenwoordigd in de selectie. 'Winterbed gescheiden van zomerbed (keersop)' en 'genormaliseerd met brede oeverzone' ontbreken in de selectie, maar komen in de totale dataset vaker dan tien keer voor. De overige ontbrekende inrichtingstypes komen ook in de totale dataset niet vaak voor (minder dan 1%).

Om de representativiteit verder te onderzoeken, is een CCA uitgevoerd op de totale dataset van macrofaunagegevens (Figuur D.4). Voor de duidelijkheid zijn alleen de monsters gelabeld die ook in de selectie voorkomen. Omdat alleen het inrichtingstype als verklarende variabele kon worden meegenomen, vallen de 342 monsters grotendeels samen per inrichtingstype. De verdeling van de monsters in de triplot komt aardig overeen met die in de selectie (Figuur D.5), alleen is de grafiek gespiegeld ten opzichte van het nulpunt.

De inertie van de totale dataset is kleiner dan die van de selectie. Het inrichtingstype verklaart 37% van de inertie van de totale dataset. Voor de selectie is dat 68% (zie Tabel 3.8 in de hoofdtekst), bijna het dubbele.

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Figuur D.4 CCA van de totale dataset (n=342) (macrofaunascoringen en inrichtingstype)



Inertie

	Value	%
Total	0,271	100,000
Constrained	0,101	37,047
Unconstrained	0,171	62,953

Permutatietest

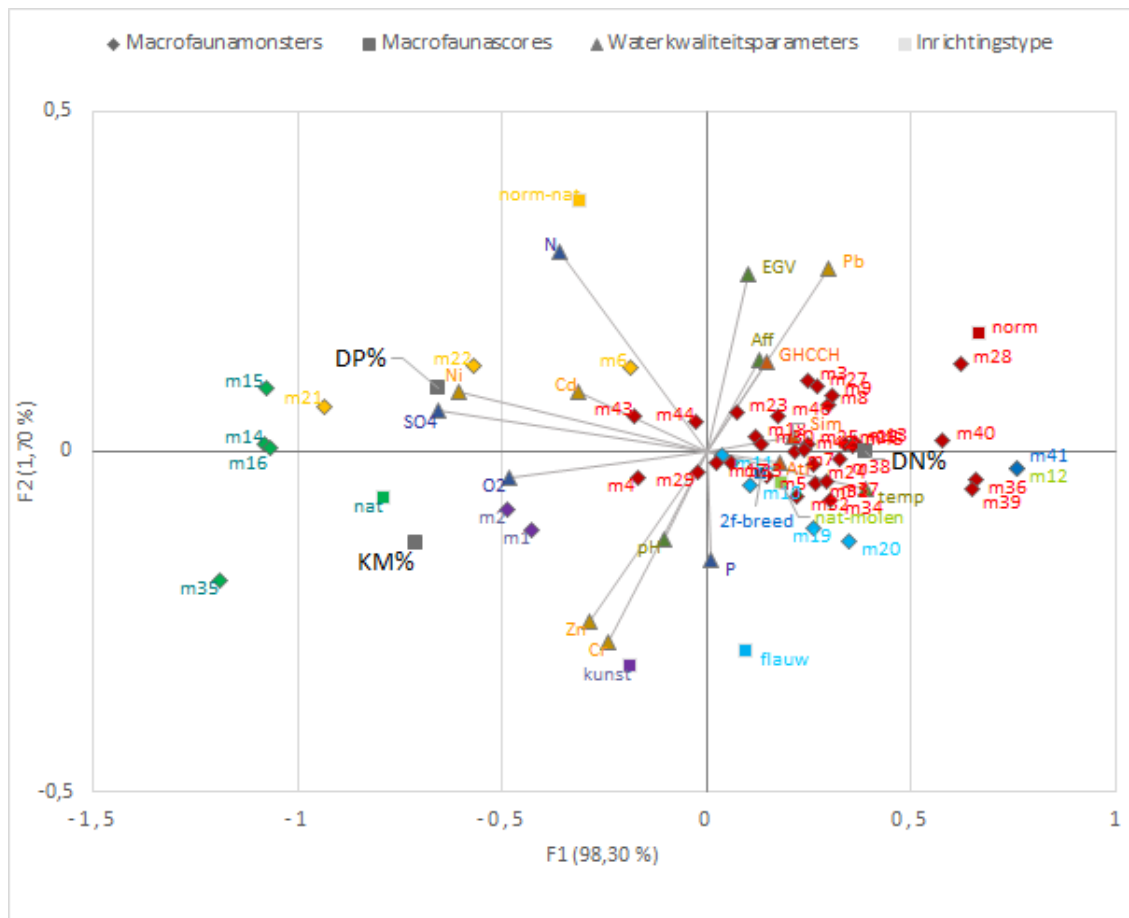
Permutations	500
Pseudo F	0,084
p-value	< 0,0001
alpha	0,010

Eigenvalues and percentages of inertia (CCA)

	F1	F2
Eigenvalue	0,100	0,000
Constrained inertia (%)	99,508	0,492
Cumulative %	99,508	100,000
Total inertia	36,865	0,182
Cumulative % (%)	36,865	37,047

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Figuur D.5 CCA van de selectie (n=46) (percentages DP% en DN%)



Inertie

	Value	%
Total	0,338	100,000
Constrained	0,268	79,431
Unconstrained	0,070	20,569

Permutatietest

Permutations	10.000
Pseudo F	0,351
p-value	0,002
alpha	0,010

Eigenvalues and percentages of inertia (CCA)

	F1	F2
Eigenvalue	0,264	0,005
Constrained inertia (%)	98,303	1,697
Cumulative %	98,303	100,000
Total inertia	78,083	1,348
Cumulative % (%)	78,083	79,431

Bijlage E: Tijdreeksanalyse parameters per meetpunt

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel E2: Gemiddelde waarden nutriënten en BZV per meetpunt

Parameter	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2008	2009	2010	2011	2012	2013																					
Parametermaat	Code beek Meetpunt ID																																								
Tot stikstof	Tot stikstof																																								
ECKE	10,80	12,85	15,30	14,15	8,90	15,35	13,20	15,40	7,65	11,50	7,00	9,79	8,90	8,45	8,26	8,55	8,43	8,27	8,39	7,67	8,41	9,25	8,68	8,74	8,58	7,12	6,53	8,45	6,28	7,04	7,13	8,85	8,02	7,20							
EVER	10,31	7,38	8,25	9,23	9,20	9,64	9,08	9,10	7,12	6,90	7,46	6,59	8,71	7,45	7,57	7,29	6,82	7,61	4,53																						
GRMB	5,99	4,68	4,65	7,20	7,04	6,39	5,96	5,10	4,74	4,58	4,78	4,40	3,92	3,65	3,78	4,18	3,92	3,31	3,67																						
HAEL	8,75	7,37	7,16	8,53	7,89	7,51	7,75	7,16	6,50	7,03	7,14	7,62	7,02	7,48	6,83	7,51	6,32	6,53	7,30																						
KWIS	6,45	8,54	8,64	7,90	8,18	7,68	7,51	6,54	4,73	3,72	7,03	7,14	7,62	7,02	6,70	5,78	5,53	5,20	5,25	6,11																					
LING	16,15	13,70	15,40	8,84	14,00	13,00	12,50	16,40	21,20	13,50	21,80	11,80	13,52	13,95	13,06	11,45	13,31	10,65	10,28																						
LOAF	8,10	11,73	11,31	12,57	6,41	9,05	10,50	10,65	6,85	9,90	8,51	9,89	9,19	8,28	7,50	7,20	5,36	4,74	5,78																						
ROGG	7,31	4,78	5,88	7,52	6,92	7,25	7,09	6,45	4,61	6,56	4,94	5,96	5,80	5,33	4,01	5,19	4,68	3,89	5,09																						
TUNG	3,06	1,45	2,40	1,95	1,68	1,79	1,78	1,79	2,00	1,36	2,10	3,98	4,30	2,89	3,81	2,93	3,46	3,58	4,11																						
Totaal	2,76	1,45	2,40	3,77	1,68	1,79	1,76	1,79	2,00	1,36	2,10	3,98	4,30	2,89	3,81	2,93	3,46	3,58	4,11																						
Totaal	7,46	7,61	8,27	8,03	7,57	7,70	7,39	7,11	5,76	6,17	6,05	7,68	6,61	6,15	5,65	5,65	5,11	4,80	5,77																						

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel E3 : Gemiddelde waarden bestrijdingsmiddelen per meetpunt

Parameter	Maar	Code	beek	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013
Atrazine	MEETPUNT ID																			
	ECKE	OECKE900	0,10	0,10	0,04	0,03	0,19	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				
	Totaal ECKE		0,10	0,10	0,04	0,03	0,19	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				
	EVER	OEVEER900	0,13	0,14	0,06	0,13	0,05	0,05	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02					
	Totaal EVER		0,13	0,14	0,06	0,13	0,05	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02						
	GRMB	OGRMB900	0,18	0,14	0,06	0,09	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
	Totaal GRMB		0,18	0,14	0,06	0,09	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
	HAEL	OAHAE105												0,04	0,09					
		OHAEL900	0,15								0,06						0,02			
		OITTE200	0,10	0,30	0,04	0,10	1,37	0,10	0,07	0,07	0,07	0,46	0,13	0,09		0,06				
		OPANH900				0,15														
		OTHOR900	0,32	9,16	0,07	0,19	0,29	0,15	0,17	0,10	0,04	0,04	0,02	0,02	0,06	0,04				0,03
		OUFFE050	0,10	1,05	0,02	0,06	1,12	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,76	0,16	0,06	0,02	0,02	0,07		
	Totaal HAEL		0,21	6,55	0,06	0,16	0,53	0,13	0,12	0,08	0,29	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,03	0,07	0,03	
	KWIS	OKWIS900	0,13			0,03					0,03				0,02					
Totaal KWIS		0,13			0,03					0,03				0,02						
LING	OLING900	0,11	0,10	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				
Totaal LING		0,11	0,10	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				
LOAF	OAFLE600	0,10																		
	OAFLE750										0,02									
	OAFLE760										0,02									
	OAFLE900	0,10	0,10	0,02	0,02	2,00	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03						
Totaal LOAF		0,10	0,10	0,02	0,02	2,00	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03						
OOST	OOOST300																			
	OOOST900	0,13	0,15	0,06	0,08	0,58	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03					
Totaal OOST		0,13	0,15	0,06	0,08	0,58	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,03					
ROGG	OROGG200	0,10																		
	OROGG3500																			
	OROGG3900	0,11			0,03	0,02			0,02											
Totaal ROGG		0,11			0,03	0,02			0,02											
TUNG	OLEUK600	0,13																		
	OTUNG100	0,10	0,10	0,02	0,05	0,04	0,06	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02					
	OTUNG300	0,10																		
	OTUNG500	0,10																		
	OTUNG900	0,10																		
Totaal TUNG		0,12	0,10	0,02	0,05	0,04	0,06	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,07	0,02	
Totaal Atrazine		0,14	1,06	0,05	0,09	0,21	0,05	0,04	0,05	0,02	0,03	0,06	0,03	0,03	0,07	0,03	0,07	0,02	0,02	

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel E3 : Gemiddelde waarden bestrijdingsmiddelen per meetpunt

Parameter	Code beek	Meetpunt ID	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013
Chloridazon	ECKE	OECKE900	0,20	0,20	0,03	0,10	0,10	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
	Totaal ECKE		0,20	0,20	0,03	0,10	0,18	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
	EVER	OEVER900	0,20	0,20	0,03	0,10	0,16	0,11	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
	Totaal EVER		0,20	0,20	0,03	0,10	0,16	0,11	0,12	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
GRMB	GRMB	OGRMB900	0,20	0,20	0,03	0,10	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13	0,60	0,06	0,03
	Totaal GRMB		0,20	0,20	0,03	0,10	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13	0,60	0,06	0,03
HAEL	HAEL	OAAHE105										0,10	0,10	0,10					
		OHAEL900	0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,23			
		OITTE200	0,20	0,20	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10			
		OPANH900	0,20	0,20	0,03	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,06			0,06
THOR	THOR	OOTHOR900	0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,18	0,24			
	Totaal THOR		0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,18	0,24			
HAEL	HAEL	OUFFE050	0,20	0,20	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,24			0,06
	Totaal HAEL		0,20	0,20	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,24			0,06
KWIS	KWIS	OKWIS900	0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
	Totaal KWIS		0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
LING	LING	OLING900	0,20	0,20	0,03	0,10	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
	Totaal LING		0,20	0,20	0,03	0,10	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
LOAF	LOAF	OAFLE600																	
		OAFLE750	0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
		OAFLE760	0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
	Totaal LOAF		0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
OOST	OOST	OOOST300																	
	Totaal OOST		0,20	0,20	0,03	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
ROGG	ROGG	OROGG900	0,20	0,20	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
		OROGG200	0,20	0,20	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
		OROGG500	0,20	0,20	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
	Totaal ROGG		0,20	0,20	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
TUNG	TUNG	OLEUK600	0,20	0,20	0,02	0,10	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
		OTUNG100	0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
		OTUNG300	0,20	0,20	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
	Totaal TUNG		0,20	0,20	0,02	0,10	0,14	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
Totaal Chloridazon		0,20	0,20	0,03	0,10	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,14	0,24	0,60	0,06	0,03

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel E3 : Gemiddelde waarden bestrijdingsmiddelen per meetpunt

Parameter	Code beek	Meetpunt ID	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013
Dichloorvos	ECKE	OECKE900	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,09	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05				
		Totaal ECKE	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,09	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05				
Dichloorvos	EVER	OEVEE900	0,03	0,14	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05				
		Totaal EVER	0,03	0,14	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05				
Dichloorvos	GRMB	OGRM900	0,15	0,04	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,02	0,05
		Totaal GRMB	0,15	0,04	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,02	0,05
Dichloorvos	HAEL	OAHAE105																	
		OHAEL900	0,04	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Dichloorvos	LING	OITTE200	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
		OPANH900				0,05													
Dichloorvos	LOAF	OTHOR900	0,03	0,03	0,03	0,10	0,05	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,02	0,02
		OUFFE050	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Dichloorvos	KWIS	OKWIS900	0,04	0,03	0,03	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,02	0,02
		Totaal KWIS	0,04	0,03	0,03	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,02
Dichloorvos	LING	OLING900	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
		Totaal LING	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Dichloorvos	LOAF	OAFLE800	0,03																
		OAFLE750																	
Dichloorvos	LOAF	OAFLE760																	
		OAFLE900	0,04	0,03	0,02	2,00	2,00	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Dichloorvos	OOST	OOOST300	0,04	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
		OOOST900	0,04	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Dichloorvos	ROGG	ONPEE900	0,03			0,05	0,05												
		OROGG200	0,03			0,05	0,05												
Dichloorvos	ROGG	OROGG500	0,03			0,05	0,05												
		OROGG900	0,03			0,05	0,05												
Dichloorvos	TUNG	OLEUK600	0,03			0,05	0,05												
		OTUNG100	0,04	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Dichloorvos	TUNG	OTUNG300	0,03			0,05	0,05												
		OTUNG500	0,03			0,05	0,05												
Dichloorvos	TUNG	OTUNG900	0,03			0,05	0,05												
		Totaal TUNG	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Totaal Dichloorvos			0,05	0,05	0,02	0,06	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,02	0,05

Tabel E3 : Gemiddelde waarden bestrijdingsmiddelen per meetpunt

Parameternaam	Code beek	Meetpunt ID	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013		
Endosulfan	ECKE	OECKE900	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03						
		Totaal ECKE	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03					
	EVER	OEVEE900	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03						
		Totaal EVER	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03						
	GRMB	OGRM900	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,00	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01
		Totaal GRMB	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,00	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01
	HAEL	OAHAE105	0,00							0,03			0,03	0,03							
		OHAEL900	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03
	LITTEZ00	OITTEZ00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03
		OPANH900	0,03	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03
OTHOR900	OTHOR900	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
	OUFFE050	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,02	
Totaal HAEL		0,01	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	
KWIS	OKWIS900	0,00	0,00		0,03				0,03			0,03	0,03						0,03	0,03	
	Totaal KWIS	0,00	0,00		0,03				0,03			0,03	0,03						0,03	0,03	
LING	OLING900	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
	Totaal LING	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
LOAF	OAFLE800	0,00																		0,03	
	OAFLE750	0,00	0,00	0,01							0,03								0,03	0,03	
Totaal LOAF	OAFLE760	0,00	0,00	0,01							0,03								0,03	0,03	
	OAFLE900	0,00	0,00	0,01	2,51	2,51	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
OOST	OOOST300	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
	OOOST900	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
Totaal OOST	ONPEE900	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
	OROGG200	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
ROGG	OROGG300	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
	OROGG500	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
Totaal ROGG	OROGG900	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
	Totaal ROGG	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
TUNG	OLEUK800	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
	OTUNG100	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
Totaal TUNG	OTUNG300	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
	OTUNG500	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03				0,03	0,03	
Totaal Endosulfan	OTUNG900	0,00	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	
	Totaal Endosulfan	0,01	0,00	0,02	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,07	0,02	0,03	0,03	0,01	0,01	

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel E3 : Gemiddelde waarden bestrijdingsmiddelen per meetpunt

Parameternaam	Code beek	Meetpunt ID	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013
Gamma-HCC	ECKE	OECNE900	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			
	EVER	OEVER900	0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			
	Totaal EVER		0,01	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			
	GRMB	OGRMB900	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01			0,02
	HAEL	OAABE105										0,02	0,02	0,02	0,02				
		OHAEL900	0,00						0,02						0,02				0,02
		OITTE200	0,01	0,01	0,02	0,02	0,07	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				0,02
		OPANH000			0,05														0,02
		OTHOR900	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
		OUFFE050	0,00	0,01	0,02	0,02	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
	Totaal HAEL		0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,01
	KWIS	OKWIS900	0,01				0,04			0,02			0,02						0,02
	Totaal KWIS		0,01				0,04			0,02			0,02						0,02
	LING	OLING900	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
	Totaal LING		0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
	LOAF	OAFLE600																	0,02
		OAFLE750								0,02									0,02
		OAFLE760								0,02									0,02
		OAFLE900	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
	Totaal LOAF		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
	OOST	OOOST300																	0,02
		OOOST900	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
	Totaal OOST		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
	ROGG	ORNGG900	0,00				0,02												0,02
		OROGG200	0,00				0,02												0,02
		OROGG350	0,00				0,02												0,02
		OROGG900	0,00				0,02		0,02										0,02
	Totaal ROGG		0,00				0,07		0,02			0,02			0,02				0,02
	TUNG	OLEUK600	0,01																0,02
		OTUNG100	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
		OTUNG300	0,01																0,02
		OTUNG500	0,01																0,02
		OTUNG900	0,00																0,02
	Totaal TUNG		0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02			0,02
	Totaal Gamma-HCCH		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02		0,25
Imidacloprid	GRMB	OGRMB900													0,12				0,25
	HAEL	OTHOR900													0,05				0,02
		OUFFE050													0,50				0,02
	Totaal HAEL														0,05	0,50			0,02
	Totaal Imidacloprid														0,09	0,50			0,11

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel E3 : Gemiddelde waarden bestrijdingsmiddelen per meetpunt

Parameternaam	Code beek	Meetpunt ID	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013
Malathion																			
ECKE	OECKE900		0,04	0,04	0,03	0,10	0,10	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
Totaal ECKE			0,04	0,04	0,03	0,10	0,10	0,18	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10				
EVER	OEVER900		0,04	0,04	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10					
Totaal EVER			0,04	0,04	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10					
GRMB	OGRMB900		0,06	0,04	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,11	0,08	0,10	0,10	0,01	0,03
Totaal GRMB			0,06	0,04	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,10	0,11	0,08	0,10	0,10	0,01	0,03
HAEL																			
	OABE105								0,10			0,10	0,10		0,10				
	OHAEL900		0,04	0,04	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10						
	OITTE200		0,04	0,04	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10						
	OPANH900					0,10													
	OTHOR900		0,04	0,04	0,04	0,15	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		0,06				0,01
	OUFFE050		0,04	0,04	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		0,10	0,10			
Totaal HAEL			0,04	0,04	0,03	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,01	0,01
KWIS	OKWIS900		0,04			0,10				0,10			0,10						
Totaal KWIS			0,04	0,04	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
LING	OLING900		0,04	0,04	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Totaal LING			0,04	0,04	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
LOAF	OAFLE800																		
	OAFLE750										0,10								
	OAFLE760										0,10								
	OAFLE900		0,04	0,04	0,02	0,10	2,00	0,11	0,15	0,10	0,10	0,16	0,10						
Totaal LOAF			0,04	0,04	0,02	2,00	0,11	0,11	0,15	0,10	0,10	0,16	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
OOST	OOOST300																		
	OOOST900		0,04	0,04	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Totaal OOST			0,04	0,04	0,03	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
ROGG	ONPEE900		0,04			0,10													
	OROGG200		0,04			0,10													
	OROGG500		0,04			0,10													
	OROGG900		0,04			0,10	0,10		0,10										
Totaal ROGG			0,04	0,04	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
TUNG	OLEUK800		0,04																
	OTUNG100		0,04	0,04	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	OTUNG300		0,04																
	OTUNG500		0,04																
	OTUNG900		0,04																
Totaal TUNG			0,04	0,04	0,02	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Totaal Malathion Metazachlor	GRMB	OGRMB900	0,04	0,04	0,03	0,11	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,01	0,03
Totaal GRMB															0,05				0,01
Totaal HAEL															0,05				0,01
Totaal HAEL															0,07				0,05
Totaal Metazachlor															0,07	0,06	0,05	0,05	0,03

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel E3 : Gemiddelde waarden bestrijdingsmiddelen per meetpunt

Parameternaam	Code beek	Meetpunt ID	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013
Mevinfos																			
ECKE	OECKE900	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
Totaal ECKE		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
EVER	OEVER900	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05					
Totaal EVER		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05					
GRMB	OGRMB900	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01
Totaal GRMB		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01
HAEL																			
HAEL900	OAABE105	0.02													0.05				
HAEL900	OHAEL900	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05					
OITTE200	OITTE200	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05					
OPANH000	OPANH000	0.02	0.02	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06			0.01
OTHOR900	OTHOR900	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05					
OUFFE050	OUFFE050	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06			
Totaal HAEL		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06			0.01
KWIS																			
KWIS	OKWIS900	0.02													0.05				
Totaal KWIS		0.02													0.05				
LING																			
LING	OLING900	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
Totaal LING		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
LOAF																			
LOAF	OAFLE900	0.03	0.02	0.02	0.05	2.00	2.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
LOAF	OAFLE750	0.02																	
LOAF	OAFLE760	0.02																	
Totaal LOAF		0.03	0.02	0.02	0.05	2.00	2.00	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
OOST																			
OOST	OOOST300	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
Totaal OOST		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
ROGG																			
ROGG	OROGG200	0.02																	
ROGG	OROGG3500	0.02																	
ROGG	OROGG900	0.02																	
Totaal ROGG		0.02																	
TUNG																			
TUNG	OTUNG600	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
TUNG	OTUNG100	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
TUNG	OTUNG300	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05				
TUNG	OTUNG500	0.02																	
TUNG	OTUNG900	0.02																	
Totaal TUNG		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
GRMB																			
GRMB	OGRMB900	0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.01
Totaal GRMB		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.01
HAEL																			
HAEL	OUFFE050	0.02																	
Totaal HAEL		0.02																	
Totaal Mevinfox		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.01
Totaal Propoxur		0.02	0.02	0.02	0.05	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.01
Totaal Propoxur																			

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel E3 : Gemiddelde waarden bestrijdingsmiddelen per meetpunt

Parameter	Code beek	Meetpunt ID	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2011	2013	
Simazine	ECKE	OECKE900	0,10	0,10	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02					
	Totaal ECKE		0,10	0,10	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02					
	EVER	OEVER900	0,10	0,11	0,10	0,08	0,06	0,08	0,06	0,03	0,03	0,03	0,10	0,15						
	Totaal EVER		0,10	0,11	0,10	0,08	0,06	0,08	0,03	0,03	0,03	0,10	0,15							
	GRMB	OGRMB900	0,10	0,10	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
	Totaal GRMB		0,10	0,10	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
	HAEL	OAAHE105											0,02	0,02						
		OHAEL900	0,11						0,03							0,03				
		OITTE200	0,10	0,15	0,06	0,07	1,02	0,15	0,16	0,03	0,03	0,06	0,02	0,04		0,07				
		OPANH900			0,20															
	OTHOR900	0,17	0,22	0,09	0,14	0,16	0,13	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04		0,10				0,04	
	OUFFE050	0,10	0,15	0,02	0,03	0,65	0,03	0,04	0,02	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02				
Totaal HAEL		0,13	0,20	0,08	0,14	0,41	0,12	0,05	0,04	0,05	0,04	0,02	0,03	0,02	0,05	0,02			0,04	
KWIS	OKWIS900	0,11				0,05				0,23			0,02							
Totaal KWIS		0,11				0,05				0,23			0,02							
LING	OLING900	0,10	0,10	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02					
Totaal LING		0,10	0,10	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02				0,02	
LOAF	OAFLE600	0,10																		
	OAFLE750									0,02										
	OAFLE760									0,30										
	OAFLE900	0,36	0,10	0,02			2,00	0,10	0,06	0,08	0,05	0,03	0,02							
Totaal LOAF		0,32	0,10	0,02			2,00	0,10	0,06	0,08	0,11	0,03	0,02	0,02	0,02				0,02	
OOST	OOOST300	0,10	0,12	0,05	0,07	0,15	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03						
	OOOST900	0,10	0,12	0,05	0,07	0,15	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03						
Totaal OOST		0,10	0,12	0,05	0,07	0,15	0,15	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03					0,02	
ROGG	ORNGE900	0,10			0,76	0,02						0,02								
	OROGG200	0,10			0,02	0,02						0,02								
	OROGG500											0,35								
	OROGG900	0,10			0,05	0,02			0,03											
Totaal ROGG		0,10			0,27	0,02			0,03			0,21							0,02	
TUNG	OLEUK600	0,10							0,03											
	OTUNG100	0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02							
	OTUNG300	0,10																		
	OTUNG500	0,10																		
	OTUNG900	0,10																		
Totaal TUNG		0,10	0,10	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Totaal Simazine		0,17	0,12	0,05	0,09	0,13	0,13	0,06	0,04	0,05	0,05	0,06	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel B4: Gemiddelde waarden overig fysisch-chemische parameters per meetpunt

Parameternaam	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Amfitreerds																				
Parameternaam	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100	DECKE100
Waarde	5.000	12.250	3.333	6.167	9.083	5.083	5.167	6.167	6.800	6.000	12.000	5.750	4.583	5.000	4.167	5.917	5.000	4.167	10.145	4.500
Parameternaam	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER	EVER
Waarde	5.000	12.250	3.333	6.167	9.083	5.083	5.167	6.167	6.800	6.000	12.000	5.750	4.583	5.000	4.167	5.917	5.000	4.167	10.145	4.500
Parameternaam	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB	GRMB
Waarde	4.917	5.917	5.333	7.167	8.500	7.833	10.375	9.667	8.800	5.250	7.000	4.308	4.308	5.000	5.683	5.000	5.683	5.000	5.683	5.000
Parameternaam	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL	HAEL
Waarde	7.308	17.308	14.333	13.333	13.900	18.750	13.683	11.384	11.500	10.000	9.556	12.600	9.628	9.250	11.421	23.179	7.500	4.833	8.750	17.625
Parameternaam	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB	KNWB
Waarde	17.886	25.726	15.974	21.077	16.875	16.529	16.053	19.333	11.255	10.200	8.970	8.339	10.867	16.204	16.500	18.500	5.667	8.833	7.182	8.500
Parameternaam	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING	LING
Waarde	12.000	14.500	14.667	22.250	14.000	11.250	12.500	13.250	18.400	8.000	56.750	12.500	13.615	14.000	13.800	18.417	13.615	16.750	13.250	15.250
Parameternaam	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF	LOAF
Waarde	7.000	10.500	7.343	8.417	6.880	7.917	11.833	13.000	11.000	9.583	10.600	13.750	12.250	12.500	13.077	13.387	13.750	13.667	13.750	13.667
Parameternaam	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG	ROGG
Waarde	4.833	16.250	6.667	10.778	9.182	20.583	20.583	9.818	8.800	6.250	10.750	4.875	8.083	7.583	11.462	9.444	8.083	7.583	11.462	9.444
Parameternaam	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG	TUNG
Waarde	12.267	10.500	12.571	8.000	12.080	13.333	9.636	13.818	8.333	7.750	9.750	6.750	4.500	6.182	5.683	9.662	5.773	6.250	5.773	6.250
Totaal	7.583	8.600	24.000	9.500	12.083	13.333	8.174	13.818	8.333	7.750	9.200	12.580	9.767	8.682	8.329	9.634	8.128	9.083	9.083	9.083
Totaal Amfitreerds stof	10.629	15.765	11.458	13.351	12.877	20.435	13.178	14.094	11.422	9.202	12.580	9.767	8.682	8.329	9.634	8.128	9.083	9.083	9.083	9.083

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel B4: Gemiddelde waarden overig fysisch-chemische parameters per meetpunt

Parameternaam	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
Ammonium																				
Parameter Code bij Meetpunt ID	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
ECKE DECKE100	0,115	0,230	0,100	0,380	0,200	0,345	0,100	0,100	0,055	0,055	0,000	0,000	0,000	0,001	0,568	0,577	0,355	0,241	0,903	
DECKE100	0,483	0,458	0,400	0,542	0,375	0,242	0,258	0,258	0,340	0,310	0,010	0,001	0,001	0,001	0,615	0,384	0,370	0,279	0,378	
Totaal ECKE	0,431	0,421	0,377	0,519	0,350	0,256	0,246	0,246	0,340	0,094	0,010	0,000	0,000	0,001	0,601	0,388	0,365	0,266	0,538	
EVER DEVER100																0,450				
DEVER100																0,566				
DEVER900																0,417				
Totaal EVER	0,458	0,425	0,408	0,583	0,417	0,350	0,383	0,292	0,420	0,106	0,010	0,001	0,002	0,005	0,805	0,417	0,567	0,345	0,428	
GRMB																				
GRMB200									1,060							4,802				
GRMB250								0,633	0,517							0,808				
GRMB280							0,750	0,300	0,600											
GRMB440																				
Totaal GRMB	0,583	0,582	0,500	0,752	0,480	0,408	0,458	0,400	0,250	0,134	0,010	0,004	0,003	0,002	0,683	0,526	0,413	0,385	0,518	
HAEL																				
HAEL100										0,178	0,010					0,750				
HAEL190																0,684				
HAEL200																0,541				
HAEL300																0,510				
HAEL400																0,888				
Totaal HAEL	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	0,823	
KWIB																				
KWIB300																				
KWIB600																				
KWIB900																				
Totaal KWIB	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	
LING																				
LING300																				
LING800																				
Totaal LING	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	0,516	
LOAF																				
LOAF1000																				
LOAF1750																				
LOAF760																				
Totaal LOAF	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	1,101	
ROGG																				
ROGG100																				
ROGG300																				
ROGG500																				
ROGG800																				
Totaal ROGG	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	0,673	
TUNG																				
TUNG100																				
TUNG300																				
TUNG500																				
TUNG800																				
Totaal TUNG	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	0,464	
Totaal Ammonium-ammoniak	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel B4: Gemiddelde waarden overig fysisch-chemische parameters per meetpunt

Parameters Code bij Meetpunt ID Wintertem	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
HECKE	6,400	5,767	3,800	4,333	5,933	6,133	4,667	7,100	4,800	6,900	7,200	2,200	1,500	5,967	3,333	4,533	5,633	6,200	6,267
Totaal ECKE	6.400	4.500	3.800	4.333	5.933	6.450	4.667	7.100	4.800	6.900	7.200	1.850		5.683	2.525	4.100	4.775	6.867	6.860
EVER	5,400	5,100	2,467	5,167	4,400	4,700	4,633	2,633	2,800	1,500	3,100	8,300	4,733	3,633	2,800	1,800	6,133	4,033	3,833
Totaal EVER	5.400	5.100	2.467	5.167	4.400	4.700	4.633	2.633	2.800	1.500	3.100	8.300	4.733	3.633	2.800	2.100	6.133	4.033	3.833
GRMB	6,400	5,767	3,800	4,333	5,933	6,133	4,667	7,100	4,800	6,900	7,200	2,200	1,500	5,967	3,333	4,533	5,633	6,200	6,267
Totaal GRMB	6.400	5.767	3.800	4.333	5.933	6.133	4.667	7.100	4.800	6.900	7.200	2.200	1.500	5.967	3.333	4.533	5.633	6.200	6.267
HAEI	6,400	5,767	3,800	4,333	5,933	6,133	4,667	7,100	4,800	6,900	7,200	2,200	1,500	5,967	3,333	4,533	5,633	6,200	6,267
Totaal HAEI	6.400	5.767	3.800	4.333	5.933	6.133	4.667	7.100	4.800	6.900	7.200	2.200	1.500	5.967	3.333	4.533	5.633	6.200	6.267
KWIB	2,100	2,900	3,900	4,800	5,650	6,200	3,775	6,900	2,450	7,000	5,150	3,000	4,250	2,867	3,333	4,700	5,033	5,667	4,900
Totaal KWIB	2.100	2.900	3.900	4.800	5.650	6.200	3.775	6.900	2.450	7.000	5.150	3.000	4.250	2.867	3.333	4.700	5.033	5.667	4.900
LING	6,100	6,233	3,833	4,500	5,867	6,000	4,267	6,833	4,150	6,600	7,100	3,200	7,700	6,500	4,433	4,967	5,733	5,700	4,233
Totaal LING	6.100	6.233	3.833	4.500	5.867	6.000	4.267	6.833	4.150	6.600	7.100	3.200	7.700	6.500	4.433	4.800	5.567	5.633	4.367
LOAF	6,050	5,367	4,200	5,933	5,100	6,100	6,100	3,867	5,040	5,967	6,000	4,400	7,375	6,600	3,733	3,125	6,183	5,244	7,144
Totaal LOAF	6.050	5.367	4.200	5.933	5.100	6.100	6.100	3.867	5.040	5.967	6.000	4.400	7.375	6.600	3.733	3.125	6.183	5.244	7.144
OOBT	5,950	5,167	2,533	3,925	4,800	4,633	4,933	4,400	4,750	4,600	7,100	2,800	6,233	5,350	3,033	2,800	5,250	4,767	6,300
Totaal OOBT	5.950	5.167	2.533	3.925	4.800	4.633	4.933	4.400	4.750	4.600	7.100	2.800	6.233	5.350	3.033	2.800	5.250	4.767	6.300
ROGG	7,600	8,300	8,700	7,800	7,800	7,600	7,800	7,800	8,200	8,200	8,200	7,000	7,000	7,267	5,200	5,850	6,850	7,800	7,550
Totaal ROGG	7.600	8.300	8.700	7.800	7.800	7.600	7.800	7.800	8.200	8.200	8.200	7.000	7.000	7.267	5.200	5.850	6.850	7.800	7.550
TUNG	5,300	4,833	3,000	4,700	5,733	9,167	6,950	8,900	5,567	8,200	4,767	6,300	10,333	6,367	5,367	6,080	5,967	6,987	6,467
Totaal TUNG	5.300	4.833	3.000	4.700	5.733	9.167	6.950	8.900	5.567	8.200	4.767	6.300	10.333	6.367	5.367	6.080	5.967	6.987	6.467
Totaal Wintertemperatuur water	5,240	5,300	3,891	3,476	4,971	5,500	5,950	5,033	5,567	4,380	7,155	4,953	4,086	6,115	5,883	3,467	3,411	5,244	5,297
Totaal	5,297	5,800	4,998	4,696	5,206	6,095	5,567	4,967	5,367	4,711	6,115	5,033	4,086	6,115	5,883	3,467	3,411	5,244	5,297

SAMENHANG TUSSEN DE ABIOTISCHE KENMERKEN EN DE MACROFAUNAKWALITEIT VAN R5-BEKEN IN DE PEEL EN MAASVALLEI

Tabel B4: Gemiddelde waarden overig fysisch-chemische parameters per meetpunt

Parameters Code bij Meetpunt ID Zuurgraad	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
EVER																				
OEVEP000																				
OEVEP000																				
OEVEP000																				
OEVEP000																				
Totaal EVER																				
GRMB OGRMB100																				
OGRMB250																				
OGRMB250																				
OGRMB250																				
OGRMB250																				
OGRMB440																				
OGRMB500																				
Totaal GRMB																				
HAEL OAAHE105																				
OAAHE150																				
OAAHE190																				
OAAHE200																				
OPANH000																				
OTHOR000																				
OUFFE050																				
Totaal Hael																				
OKWIS000																				
OKWIS000																				
OKWIS000																				
Totaal KWIS																				
OLING000																				
OLING000																				
OLING000																				
Totaal LING																				
LOAF OAFLE000																				
OAFLE750																				
OAFLE760																				
OAFLE900																				
OLOCO0700																				
Totaal LOAF																				
OOBT OOOOS000																				
OOOS0300																				
OOOS0300																				
Totaal OOST																				
ROGG ONPHE000																				
OROG0200																				
OROG0500																				
OROG0500																				
Totaal ROGG																				
TUNG OLEUK000																				
OTLUNG100																				
OTLUNG300																				
OTLUNG500																				
OTLUNG800																				
OTLUNG820																				
OTLUNG900																				
OTLUNG900																				
Totaal TUNG																				
Totaal Zuurgraad veld																				

Bijlage F: Gecorrigeerde invoerwaarden

Tabel F.1 Gecorrigeerde waarden voor zuurstof in het Looboek afleidingskanaal

Beek	Meetpunt ID	Jaar	Meetwaarde	Meetw 2	Eenheid	Parameter
LOAF	OAFLE900	1996	11.2	11,200	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	11.422	11,422	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	9.847	9,847	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	10.8	10,800	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	11.015	11,015	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	8.675	8,675	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	8	8,000	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	7.529	7,529	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	4.675	4,675	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	3.1	3,100	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	4.675	4,675	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	6.647	6,647	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	7.1	7,100	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	9.519	9,519	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	6.488	6,488	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	8.2	8,200	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	8.032	8,032	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1996	9.098	9,098	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	10.137	10,137	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	11	11,000	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	10.927	10,927	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	10.077	10,077	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	9.953	9,953	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	3.896	3,896	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	8.545	8,545	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	7.85	7,850	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	6.757	6,757	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	7.026	7,026	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	6.559	6,559	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	9.518	9,518	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1997	8.895	8,895	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	14.064	14,064	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	10.179	10,179	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	10.252	10,252	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	11.517	11,517	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	8.532	8,532	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	8.916	8,916	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	8.008	8,008	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	6.38	6,380	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	8.215	8,215	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	7.795	7,795	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	10.084	10,084	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1998	10.693	10,693	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	9.9	9,900	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	11.351	11,351	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	9.705	9,705	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	8.811	8,811	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	8.58	8,580	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	8.347	8,347	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	6.398	6,398	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	6.985	6,985	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	7.304	7,304	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	6.907	6,907	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	9.2	9,200	mg/l	Zuurstof veld
LOAF	OAFLE900	1999	11.8	11,800	mg/l	Zuurstof veld

Tabel F.2 Georrigeerde waarden voor fosfor in de Haelensebeek

Beek	Meetpunt	Jaar	Meetwaarde	Meetw 2	Eenheid	Parameter
HAEL	OITTE200	1996	0.65	0,650	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.51	0,510	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.7	0,700	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.68	0,680	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	1.1	1,100	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	1.811	1,811	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	1.072	1,072	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	1.1	1,100	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.515	0,515	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.616	0,616	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.47	0,470	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	1.193	1,193	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.779	0,779	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.63	0,630	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1996	0.542	0,542	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.48	0,480	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	1.352	1,352	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.323	0,323	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.38	0,380	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.276	0,276	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.51	0,510	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.427	0,427	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	1.096	1,096	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.834	0,834	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	1.4	1,400	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	2.038	2,038	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.98	0,980	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	2.1	2,100	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	2.734	2,734	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.915	0,915	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	0.81	0,810	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1997	1.193	1,193	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1998	1.331	1,331	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1998	0.784	0,784	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1998	0.66	0,660	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1998	0.716	0,716	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1998	0.621	0,621	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1998	0.29	0,290	mg/l	Fosfor (P)
HAEL	OITTE200	1998	0.434	0,434	mg/l	Fosfor (P)



InCompany **Milieuadvies**

faculteit Natuurwetenschappen/School of Science
Open Universiteit
Postbus 2960
6401 DL Heerlen, NL
tel. +31 45 576 2877
nw.sec@ou.nl
www.ou.nl/nw
www.Incompany-milieuadvies.nl

