

Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen



# **Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen**

## **IV Bepaling van ecologische effecten van herstelmaatregelen**

**Rebi Nijboer  
Judith Bosman**

**Alterra-rapport 1366**

**Alterra, Wageningen, 2006**

## REFERAAT

Nijboer, R.C. & P.F.M. Verdonschot, 2006. *Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen; IV Bepaling van ecologische effecten van herstelmaatregelen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1366. 88 blz.; 14 fig.; 31 tab.; 22 ref.

Dit rapport is het vierde in de reeks: 'Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen'. Het beschrijft de resultaten de evaluatie van de ecologische effecten van vijf herstelprojecten. Deze evaluatie is uitgevoerd door macrofaunagegevens van monsters genomen voor het uitvoeren van de herstelmaatregelen te vergelijken met gegevens verkregen na uitvoering van de maatregelen. Voor deze evaluatie zijn verschillende methoden gebruikt: beoordeling van de ecologische kwaliteit met de KRW macrofaunamaatlat en met het AQEM beoordelingssysteem, het tellen van doel- en indicatorsoorten uit het Aquatisch Supplement bij het Handboek Natuurdoeltypen, het tellen van zeldzame soorten en het toedelen van monsters aan de beken- of slotentypologie. Uit de analyses bleek dat in alle projecten herstel was opgetreden. Een combinatie van verschillende methoden is het beste om effecten van herstel te evalueren.

Trefwoorden: herstel, macrofauna, Kaderrichtlijn Water, beoordeling, ecologische kwaliteit, zeldzame soorten, indicatorsoorten, doelsoorten

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door € 20,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1366. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2006 Alterra  
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland  
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

# Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Kennislacune	11
1.3 De database en website AQUAHERSTEL	12
1.4 Doelstelling	12
1.5 Leeswijzer	13
2 Methode	15
2.1 Selectie van herstelprojecten	15
2.2 Evaluatie van effecten van maatregelen	15
2.3 Zeldzame soorten	16
2.4 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement	16
2.5 EKO: beken- en slotentypologie	17
2.6 Kaderrichtlijn Water maatlat macrofauna	18
2.6.1 Tellen van KRW indicatoren	18
2.6.2 Ecologische beoordeling met KRW maatlat	19
2.7 Ecologische beoordeling met AQEM	19
3 Nooitgedacht	21
3.1 Gebiedsbeschrijving	21
3.2 Herstelmaatregelen	21
3.3 Monitoringsgegevens	21
3.4 Zeldzame soorten	23
3.5 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement	23
3.6 Slotentypologie	25
3.7 Is herstel opgetreden?	25
4 Emmertochtsloot	27
4.1 Gebiedsbeschrijving	27
4.2 Herstelmaatregelen	27
4.3 Monitoringsgegevens	27
4.4 Zeldzame soorten	30
4.5 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement	30
4.6 Slotentypologie	31
4.7 Is herstel opgetreden?	32
5 Tongelreep	33
5.1 Gebiedsbeschrijving	33
5.2 Herstelmaatregelen	33
5.3 Monitoringsgegevens	33

5.4	Zeldzame soorten	35
5.5	Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement	37
5.6	Bekentypologie	38
5.7	Ecologische beoordeling met KRW maatlat	39
5.8	Ecologische beoordeling met AQEM	42
5.9	Is herstel opgetreden?	43
6	Keersop	45
6.1	Gebiedsbeschrijving	45
6.2	Herstelmaatregelen	45
6.3	Monitoringsgegevens	45
6.4	Zeldzame soorten	47
6.5	Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement	49
6.6	Bekentypologie	51
6.7	Ecologische beoordeling met KRW maatlat	52
6.8	Ecologische beoordeling met AQEM	54
6.9	Is herstel opgetreden?	54
7	Hierdense Beek	57
7.1	Gebiedsbeschrijving	57
7.2	Herstelmaatregelen	57
7.3	Monitoringsgegevens	57
7.4	Zeldzame soorten	59
7.5	Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement	60
7.6	Bekentypologie	62
7.7	Ecologische beoordeling met KRW maatlat	63
7.8	Ecologische beoordeling met AQEM	65
7.9	Is herstel opgetreden?	65
8	Discussie	67
8.1	Is herstel opgetreden?	67
8.2	Zeldzame soorten	68
8.3	Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement	68
8.4	EKO: beken- en slotentypologie	69
8.5	Ecologische beoordeling met KRW maatlat macrofauna	69
8.6	Ecologische beoordeling met AQEM	70
8.7	Aanbevelingen voor monitoring	70
	Literatuur	73
	<b><i>Bijlagen</i></b>	
1	Aantal taxa per distributieklass: Nooitgedacht	75
2	Aantal taxa per distributieklass: Hierdense beek	77
3	Chemische variabelen: Nooitgedacht	81

## Woord vooraf

Het Nederlandse waterbeheer was in het verleden vooral gericht op het zo snel mogelijk afvoeren van het water. Dit heeft geleid tot verdroging en eutrofiëring van oppervlaktewateren en natte natuurgebieden. Momenteel is in het waterbeheer een omslag gaande. Hierbij wordt het water zo lang mogelijk vastgehouden, wordt de afvoer vertraagd en wordt water geborgen om het in schaarse perioden te kunnen gebruiken. Om deze nieuwe benadering van de waterhuishouding te realiseren zijn hydrologische maatregelen nodig. Er is een groot aantal potentiële maatregelen. Het is moeilijk hierin een afgewogen keuze te maken, omdat het ecologisch rendement van de verschillende maatregelen niet bekend is. Daarom is het van groot belang om effecten van maatregelen goed te monitoren en de gegevens te verzamelen om vergelijkingen te kunnen maken tussen het effect van verschillende maatregelen in verschillende situaties.

Het uiteindelijke doel van dit project is het ontwikkelen van een expertsysteem waarmee water- en natuurbeheerders voor een bepaalde situatie de hydrologische maatregel met het hoogste ecologisch rendement kunnen kiezen. Echter, in voorgaande fasen is gebleken dat hiervoor nog te weinig gegevens van effecten van uitgevoerde herstelprojecten beschikbaar zijn. Daarom is begonnen met het aanleggen van een database (AQUAHERSTEL) waarin verzamelde gegevens over herstelprojecten zijn opgenomen. Deze database dient als basis voor het te ontwikkelen expert systeem. Dat systeem zal in eerste instantie alleen mogelijke maatregelen voor een bepaalde situatie genereren zonder een kwantitatieve prioritering te geven op basis van te verwachten effecten.

Ondertussen moet meer kennis verkregen worden over effecten van maatregelen en over de methoden om effecten te meten. In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van de evaluatie van effecten op de macrofauna in vijf herstelprojecten. De effecten zijn met verschillende methoden geëvalueerd, zodat ook duidelijk wordt welke methode in welke situatie geschikt is om ecologische effecten te meten. Dit kan weer gebruikt worden in het te ontwikkelen expert systeem.

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het DLO onderzoeksprogramma 'Veranderend Waterbeheer voor een duurzame Groene Ruimte' (417) van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Het rapport is het vierde in de reeks 'Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen'. Zie voor de andere drie delen Nijboer (2004), Nijboer & Groeneveld (2004) en Nijboer et al. (2004).

Ten slotte willen we de waterbeheerders bedanken voor het aanleveren van informatie over de herstelprojecten.





## Samenvatting

Dit rapport beschrijft de resultaten van de evaluatie van vijf herstelprojecten. Het onderzoek had twee doelstellingen:

1. Onderzoeken of herstelprojecten ecologisch effect hebben opgeleverd. Aangezien er nog weinig inzicht is in het ecologisch rendement van verschillende maatregelen is het belangrijk hierover informatie te verzamelen. Er zijn vijf herstelprojecten geselecteerd waarvan gegevens beschikbaar waren. Met behulp van deze gegevens, afkomstig van monsters genomen voor en na het uitvoeren van herstelmaatregelen, is bepaald of er effecten zijn opgetreden.
2. Doordat er nog nauwelijks effecten van herstelprojecten op eenduidige wijze zijn bepaald, heeft dit onderzoek zich ook gericht op het onderzoeken van methoden om effecten op de ecologie te meten. De doelstelling was het evalueren van de geschiktheid van methoden voor het evalueren van herstelmaatregelen in verschillende situaties. Welke methoden laten effecten het beste zien?

Vijf herstelprojecten waarvan voldoende gegevens beschikbaar waren van voor en na het uitvoeren van de herstelmaatregelen zijn geselecteerd: Twee herstelprojecten in sloten (polder Nooitgedacht en Emmertochtsloot) en drie in beken (Tongelreep, Keersop en Hierdense beek). De evaluatie is uitgevoerd door macrofaunagegevens van monsters genomen voor het uitvoeren van de herstelmaatregelen te vergelijken met gegevens verkregen na uitvoering van de maatregelen. Om te bepalen of effect is opgetreden zijn verschillende methoden gebruikt: beoordeling van de ecologische kwaliteit met de KRW macrofaunamaatlat en met het AQEM beoordelingssysteem, het tellen van doel- en indicatorsoorten uit het Aquatisch Supplement bij het Handboek Natuurdoeltypen, het tellen van zeldzame soorten en het toedelen van monsters aan de beken- of slotentypologie.

Het is gebleken dat in alle vijf herstelprojecten herstel is opgetreden. In sommige projecten was het herstel niet direct waarneembaar. Dit hangt ook van de methode af, want bijvoorbeeld zeldzame soorten verschijnen meestal pas jaren later. De methoden lieten niet telkens dezelfde resultaten zien. Alleen het aantal zeldzame soorten nam in alle herstelprojecten toe. Daarom is niet een keuze te maken voor 1 methode. Voor de Kaderrichtlijn Water zal de bijbehorende maatlat gebruikt moeten worden maar voor andere doeleinden is het goed met verschillende methoden de gegevens te analyseren.

De belangrijkste aanbevelingen voor het monitoren en evalueren van herstelprojecten zijn:

- Gedurende 5 tot 10 jaar monitoren;
- Twee monsters per jaar nemen;
- Ook de nulsituatie gedurende minstens 3 jaar voorafgaand aan het uitvoeren van de maatregelen monitoren;

- Evenveel monsterpunten kiezen in het heringerichte traject en daarbuiten (bij beken);
- Monsterpunten kiezen in heringerichte sloten en niet-heringerichte sloten die verder vergelijkbaar zijn;
- Monsters per jaar met elkaar vergelijken;
- Niet alleen ecologische beoordelingsmethoden gebruiken maar ook kijken of het aantal bijzondere soorten is toegenomen (bijvoorbeeld zeldzame soorten, doelsoorten of indicatorsoorten);
- Meer methoden tegelijk gebruiken om de gegevens te analyseren.

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Jarenlang is het waterbeheer gericht geweest op ont- en afwatering. Dit draagt veel bij aan zowel wateroverlast in perioden van hevige regen, als aan verdroging. Bovendien moet hierdoor in de zomer ten behoeve van de landbouw veel gebiedsvreemd water worden aangevoerd wat vaak eutrofiëring tot gevolg heeft. Daarom is in het waterbeleid en -beheer een omslag gaande (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 1998; Commissie Waterbeheer 21<sup>e</sup> eeuw 2000). Hierbij wordt het water zo lang mogelijk vastgehouden, wordt de afvoer vertraagd en wordt water geborgen om de veiligheid te waarborgen. Ook kan het geborgen water in schaarse perioden gebruikt worden ter voorkoming van verdroging. Om dit te bereiken zijn tal van waterbeheersmaatregelen mogelijk. Behalve op de hydrologie hebben deze maatregelen echter ook effecten op de waterkwaliteit en het ecosysteem. Daarbij komt nog dat de Europese Kaderrichtlijn Water (Europese Commissie 2000) van de lidstaten eist dat de oppervlaktewateren in 2015 een goede ecologische kwaliteit hebben. Hiervoor moet de situatie in een groot aantal Nederlandse wateren verbeterd worden. Hiervoor worden maatregelenpakketten opgesteld. Echter, de keuze van de meest effectieve maatregel (met een zo groot mogelijk ecologisch effect en zo laag mogelijke kosten) is geen eenvoudige. Er zijn veel maatregelen mogelijk, gericht op hydrologie, morfologie of waterkwaliteit. Er is op dit moment echter onvoldoende inzicht in het effect van diverse maatregelen op de ecologische kwaliteit van aquatische systemen. Om waterbeheerders in de toekomst in staat te stellen de beschikbare middelen effectiever aan te wenden, dient een instrument te worden ontwikkeld waarmee het effect van hydrologische maatregelen op de ecologie gekwantificeerd kan worden. Een expert systeem dat voor een bepaalde situatie de meest geschikte maatregel weergeeft met het te verwachten effect zou de keuze van maatregelen vergemakkelijken. Beheerders willen graag weten wat het eindresultaat is van de uit te voeren (herstel)maatregelen. De te behalen ecologische kwaliteit is dan goed af te wegen tegen de effectiviteit en de kosten van de (herstel)maatregelen.

## 1.2 Kennislacune

Voor het bouwen van een expertsysteem voor de keuze van de meest optimale hydrologische maatregel(en) is het nodig om kennis te verzamelen over het ecologisch rendement van maatregelen. Hiermee is begonnen door het uitvoeren van een literatuuronderzoek naar de effecten van hydrologische maatregelen in het kader van vernatting en de-eutrofiëring op de aquatische natuur (Nijboer 2004). Daaruit is gebleken dat er nog weinig bekend is over de relatie 'hydrologische maatregel-ecologisch effect'. Dit heeft verschillende redenen:

- Veranderingen recent opgetreden in het waterbeheer- en beleid zijn vaak nog niet in het uitvoeringsstadium. Er worden wel veel plannen gemaakt voor het nemen

- van hydrologische maatregelen zoals peilverhoging, instellen van een natuurlijk peil, waterconservering, etc.;
- In veel studies zijn de effecten van de geplande maatregelen gemodelleerd maar deze zijn nog niet in het veld gemeten;
  - Vaak zijn de effecten van de maatregelen alleen beschreven in termen van hydrologische effecten. De effecten op de aquatische organismen ontbraken in veel gevallen of waren niet eenduidig;
  - In veel gevallen zijn combinaties van maatregelen uitgevoerd, waarbij hydrologische maatregelen gecombineerd worden met directe waterzuivering of baggeren. Het effect op het ecosysteem is dan niet terug te leiden tot de hydrologische maatregel.

Er is dus een grote kennisleemte, die langzaam aangevuld kan worden als meer meetgegevens beschikbaar komen.

### **1.3 De database en website AQUAHERSTEL**

Een volgende stap in het project was het verzamelen van informatie over reeds uitgevoerde herstelprojecten (bijvoorbeeld doelstelling, maatregelen, kosten, wat is gemonitord). Om een goed overzicht te krijgen van bestaande herstelprojecten en hieruit eenvoudig projecten te kunnen selecteren is begonnen met het maken van de database AQUAHERSTEL. Deze database bevat informatie van projecten die in een uitgebreide inventarisatie zijn beschreven (Nijboer et al. 2004). De doelstelling van deze database is het uitwisselen van kennis en ervaring tussen waterbeheerders aan de hand van reeds uitgevoerde herstelprojecten. Waterbeheerders kunnen op deze manier vergelijkbare projecten opzoeken en een beeld krijgen van de kosten en effecten en eventueel contact opnemen met de uitvoerende organisatie. Dit kan ondersteuning bieden bij de keuze van maatregelen in een bepaalde situatie. Tevens biedt de database een goede mogelijkheid om alle projecten centraal te verzamelen, zodat informatie niet langer alleen versnipperd voorkomt. Ook was gebleken dat veel projecten die in het verleden zijn uitgevoerd recent bij medewerkers van waterschappen niet meer bekend zijn. Het centraal opslaan van informatie over alle projecten kan voorkomen dat relevante informatie verloren gaat. De database wordt gebruikt als basis voor het te ontwikkelen expert systeem. Dit systeem zal voor een gegeven situatie een lijst geven met mogelijke maatregelen en daaraan gekoppeld de projecten waarin deze maatregelen eerder zijn uitgevoerd. Aangezien over effecten nog weinig bekend is, zal het expert systeem geen kwantitatieve effecten van maatregelen geven, hooguit een prioritering gebaseerd op theoretische kennis.

### **1.4 Doelstelling**

Om het expertsysteem in de toekomst verder te kunnen ontwikkelen moeten te verwachten effecten van maatregelen op de aquatische ecologie kwantitatief in beeld gebracht kunnen worden. Hiervoor zijn twee dingen nodig, namelijk informatie over effecten van maatregelen (verkregen uit gegevens van monitoring van herstelprojecten) en een methode om effecten uit te drukken in een getal. Effecten

moeten gemeten kunnen worden. Er is nog geen inzicht in de geschiktheid van methoden om effecten van herstelmaatregelen te meten. Voor KRW doeleinden moeten de KRW maatlatten gebruikt worden om de kwaliteit van oppervlaktewateren te bepalen. Deze maatlatten moeten dan ook gebruikt worden om te bepalen of de maatregelen hebben geleid tot een hogere kwaliteitsklasse. Er zijn echter ook andere methoden mogelijk. In dit onderzoek is een aantal methoden voor ecologische kwaliteitsbepaling getoetst voor het meten van effecten van maatregelen. De onderzoeksvraag is dan ook: Komt het effect van maatregelen het beste tot uiting in de toename van indicatoren, zeldzame soorten, ecologische kwaliteitsklassen of een combinatie van mogelijkheden?

Dit onderzoek heeft twee doelstellingen:

1. Onderzoeken of herstelprojecten ecologisch effect hebben opgeleverd. Aangezien er nog weinig inzicht is in het ecologisch rendement van verschillende maatregelen is het belangrijk hierover informatie te verzamelen. Er zijn vijf herstelprojecten geselecteerd waarvan gegevens beschikbaar waren. Met behulp van deze gegevens afkomstig van monsters genomen voor en na het uitvoeren van herstelmaatregelen is bepaald of er effecten zijn opgetreden.
2. Doordat er nog nauwelijks effecten van herstelprojecten op eenduidige wijze zijn bepaald, heeft dit onderzoek zich ook gericht op het onderzoeken van methoden om effecten op de ecologie te meten. De doelstelling was het evalueren van de geschiktheid van methoden voor het evalueren van herstelmaatregelen in verschillende situaties. Welke methoden laten effecten het beste zien?

De effecten van de geëvalueerde herstelprojecten uit dit rapport kunnen samen met de overige informatie over deze projecten worden ingevuld in de database AQUAHERSTEL en het te ontwikkelen expert systeem. Beide zijn zodanig gebouwd dat telkens nieuwe informatie toegevoegd kan worden, zodat het in de praktijk van het waterbeheer steeds bruikbaar wordt.

## **1.5 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 beschrijft de selectie van de herstelprojecten en de methoden die gebruikt zijn om effecten van herstelmaatregelen te evalueren. In de hoofdstukken 3 t/m 7 zijn per herstelproject de resultaten besproken. Hoofdstuk 8 bevat de discussie over het gebruik van de verschillende methoden en het al dan niet optreden van effecten door de uitgevoerde maatregelen.



## **2 Methode**

### **2.1 Selectie van herstelprojecten**

Voor het berekenen van ecologische effecten van herstelmaatregelen is een aantal herstelprojecten geselecteerd. De projecten moesten aan een aantal eisen voldoen. Van elk project moest de nulsituatie gemonitord zijn en er moesten gegevens zijn van ten minste vijf jaar na de uitvoering van de maatregelen. Voor de selectie van herstelprojecten is gebruik gemaakt van een voorgaande inventarisatie van hydrologische herstelprojecten (Nijboer et al. 2004). Uiteindelijk zijn twee slootprojecten (polder Nooitgedacht en Emmertochtsloot) en drie beekherstelprojecten (Tongelreep, Keersop en Hierdense beek) geselecteerd. Aangezien van de meeste herstelprojecten alleen macrofaunagegevens beschikbaar waren is ervoor gekozen alleen deze gegevens te analyseren.

Van ieder project is een korte gebiedsbeschrijving opgenomen. Tevens is het meest geschikte referentietype gekozen binnen de Aquatische Supplementtypen (Verdonschot 2000 voor beken en Nijboer 2000 voor sloten), de Natuurdoeltypen (Bal et al. 2001) en de Kaderrichtlijn Water typologie (Elbersen et al. 2003). Vervolgens zijn de uitgevoerde maatregelen beschreven en is een kort overzicht gegeven van de beschikbare gegevens.

### **2.2 Evaluatie van effecten van maatregelen**

Voor de vijf geselecteerde projecten zijn de gegevens van de periode voorafgaand aan het herstel (nulsituatie) vergeleken met de gegevens van de monitoring na de uitvoering van de herstelmaatregelen. Hiervoor zijn verschillende methoden gebruikt. Enerzijds om beter het ecologisch effect van een herstelproject te kunnen weergeven anderzijds om te kunnen onderzoeken welke methode het meest geschikt is om effecten van maatregelen te bepalen.

Voor de slootprojecten zijn in eerste instantie vier methoden gebruikt: berekenen van de KRW maatlat macrofauna, tellen van doel- en indicatorsoorten uit het Aquatisch Supplement (AS), tellen van zeldzame soorten en toedelen aan de slotentypologie. Later bleek dat de KRW maatlat niet geschikt is, omdat sloten niet een eigen maatlat hebben (het gebruiken van de maatlat voor kleine plassen bleek niet geschikt). De beekprojecten zijn met vijf methoden geëvalueerd: berekenen van de KRW maatlat macrofauna, tellen van doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement, ecologische beoordeling met het AQEM beoordelingssysteem, tellen van zeldzame soorten en toedelen aan de bekentypologie.

De methoden zijn in de volgende paragrafen beschreven. De beschreven methodieken zijn alle gebaseerd op macrofaunagegevens. In de KRW maatlat en de Aquatisch Supplementtypen zijn ook andere organismegroepen opgenomen. In dit

rapport is echter alleen gerekend met de macrofauna, omdat alleen van deze groep gegevens beschikbaar waren voor elk herstelproject en deze groep in elke methodiek toepasbaar is.

### **2.3 Zeldzame soorten**

Nijboer & Verdonschot (2001) hebben 1544 macrofaunataxa (voornamelijk soorten) op basis van hun frequentie van voorkomen in Nederlandse wateren ingedeeld in 6 categorieën: zeer algemeen (>12% van de locaties), algemeen (>4-12%), vrij algemeen (>1.5-4%), vrij zeldzaam (>0.5-1.5%), zeldzaam (>0.15-0.5%), en zeer zeldzaam (0-0.15%). Het aantal zeldzame soorten en de verhouding tussen de aantallen soorten per categorie kan gebruikt worden voor de evaluatie van de effecten van de herstelprojecten. Als herstel is opgetreden wordt een groter aantal zeldzame soorten verwacht, omdat zeldzame soorten in Nederland veelal gerelateerd zijn aan natuurlijke habitats (waar er nog weinig van over zijn). Een hoog aantal zeldzame soorten duidt dus op een hoge ecologische kwaliteit (Nijboer 2006).

De macrofaunataxa uit de monsters zijn toegedeeld aan de zes categorieën. Niet voor ieder taxon was de categorie bekend. Dit is aangegeven. De aantallen per categorie voor en na het uitvoeren van de herstelmaatregelen zijn met elkaar vergeleken. Tevens is gekeken welke zeldzame en zeer zeldzame soorten verdwenen of juist verschenen zijn na herstel.

### **2.4 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement**

Het Aquatisch Supplement bevat de aquatische achtergronddocumenten bij het Handboek Natuurdoeltypen (Bal et al. 2001). Hierin is van een groot aantal watertypen een beschrijving opgenomen van de referentietoestand (ecologisch optimale toestand) door middel van lijsten van indicatorsoorten en doelsoorten. Indicatorsoorten zijn indicatief voor een type, dat wil zeggen dat ze in het betreffende type vaker en in hogere aantallen voorkomen dan in andere typen. Doelsoorten zijn soorten die aan twee van de drie volgende criteria voldoen: ze zijn zeldzaam, ze vertonen een afnemende trend, ze zijn van internationaal belang (Nederland vormt een groot deel van hun areaal/habitat). Doelsoorten zijn niet typespecifiek, maar opgenomen bij alle typen, waarin ze voor zouden moeten kunnen komen.

Hoe meer indicatorsoorten en doelsoorten in een waterlichaam worden gevonden, des te dichter wordt de referentietoestand benaderd. Door gegevens van de nulsituatie van de herstelprojecten te vergelijken met de gegevens van de monitoring na het uitvoeren van de maatregelen kan worden onderzocht of de situatie de referentietoestand dichter heeft benaderd. Hiervoor zijn zowel de doelsoorten als de indicatorsoorten voor en na herstel geteld. In het achtergronddocument 'beken' wordt bij de indicatorsoorten nog onderscheid gemaakt tussen begeleidende en kenmerkende soorten. Deze zijn apart geteld. Voor beken is gebruik gemaakt van het



achtergronddocument ‘beken’ (Verdonschot 2000) voor sloten van het achtergronddocument ‘sloten’ (Nijboer 2000). Er is gekozen om alleen naar lijsten uit het Aquatisch Supplement te kijken en niet naar de Natuurdoeltypen. De typologie in het Aquatisch Supplement is gedetailleerder en daardoor kan een passender type gekozen worden. Alleen voor de doelsoorten zijn de libellen uit het Handboek Natuurdoeltypen toegevoegd (deze zijn niet opgenomen in het Aquatisch Supplement). Verder is het betreffende Natuurdoeltype genoemd bij de gebiedsbeschrijving van ieder herstelproject.

## 2.5 EKO: beken- en slotentypologie

EKO (ecologische karakterisering van oppervlaktewateren) is een programma waarmee een macrofaunamonster kan worden toegedeeld aan één van de typen in de typologie (tabel 2.1). EKO geeft een nationaal referentiekader voor de oppervlaktewateren in Nederland. Op dit moment zijn de modulen beken en sloten operationeel. Deze zijn gebaseerd op de nationale bekentypologie (Verdonschot & Nijboer 2004) en de nationale slotentypologie (Nijboer et al. 2003). De nationale bekentypologie is uitgebreid met een aantal regiospecifieke typen uit het AQEM project (Vlek et al. 2003) en het ‘Streefbeeld Limburg’ project (Verdonschot et al. 2000). De nationale sloten module is uitgebreid met een aantal regionale typen uit het EKO-Overijssel project (Verdonschot 1990). De watertypen zijn beschreven in termen van overeenkomstige taxasamenstellingen en gemiddelde milieuomstandigheden.

De monsters kunnen worden toegedeeld aan de typologie met behulp van de macrofaunasamenstelling (Verdonschot 1990) op basis van de techniek ASSOCIA (Van Tongeren 2000) die in EKO is opgenomen (Verdonschot et al. 2003). Een monster wordt altijd toegedeeld aan het meest gelijkende type (dus het type met de meest overeenkomende macrofaunasamenstelling).

Om te bepalen of een monster wel goed past in een type (het kan voorkomen dat een monster eigenlijk buiten de typologie valt) is de 95-percentielgrens berekend van het beek- of sloottype. Hiervoor zijn de monsters die ten grondslag liggen aan de typologie toegedeeld aan hun eigen type. Deze toedeling geeft per monster een score voor de ‘combined index’ (deze maat geeft aan hoe goed een monster bij een type past, Van Tongeren 2000), waarvan per type de 95-percentielgrens bepaald is. Bij een correcte toedeling heeft een monster een combined index voor een type die kleiner is dan de berekende 95-percentielgrens voor dat type.

Tabel 2.1 Verklaring van de codes van beek- en sloottypen, die in dit onderzoek voorkomen.

Bekentypologie	
A-02	Snelstromende halfnatuurlijke bovenlopen van stuwwalbeken
B1	Plantenrijke, genormaliseerde bovenlopen
B3a	Snelstromende, half-natuurlijke boven-middenlopen
B9	Belaste bovenlopen
B10	Sterk belaste, langzaam stromende boven-middenlopen
B15	Sterk belaste bovenloopjes-lopen
B19	Half-natuurlijke benedenlopen
B21	Snelstromende, bijna natuurlijke bovenloopjes
B24a	(Snel) stromende, bijna natuurlijke bovenlopen
B24b	(Snel) stromende, bijna natuurlijke bovenloopjes-lopen
Od	Zeer snelstromende diepe, brede benedenlopen
Slotentypologie	
MP	Matige grote plantenrijke eutrofe sloten
MPn	Subtype, de meer natuurlijke sloten binnen type MP
MO	Matig grote zandsloten met een organische belaste bodem
MH	Matig grote hypertrofe sloten met een krooslaag

## 2.6 Kaderrichtlijn Water maatlat macrofauna

Voor de implementatie van de Europese Kaderrichtlijn Water (Europese Commissie 2000) zijn referenties opgesteld en maatlatten ontwikkeld voor wateren die van nature voorkomen in Nederland (bijvoorbeeld beken). Sloten zijn (soms) lang geleden gegraven in Nederland en zijn dus niet van natuurlijke oorsprong, ondanks dat sloten unieke, specifieke ecologische levensgemeenschappen bevatten, die niet in andere watersystemen voorkomen. Voor sloten zijn daarom geen referenties opgenomen en geen landelijke maatlatten ontwikkeld. De watersystemen die de levensgemeenschap van sloten het dichtst benaderen zijn de plassen en meren. Het type 'Kleine, ondiepe, gebufferde plas' (M11) was het meest van toepassing op de herstelprojecten Nooitgedacht en Emmertochtsloot. Echter bijna 80% van de indicatorsoorten opgenomen in de referenties voor dit type kwamen niet in de monsters voor. Blijkbaar zijn deze slootgemeenschappen toch niet vergelijkbaar met kleine plassen. Daarom is de KRW methode voor beide slootprojecten niet verder uitgewerkt.

Voor beken kon de KRW methode wel gebruikt worden. Hiervoor zijn referenties beschreven en maatlatten ontwikkeld (Stowa 2004a en b). Het aantal verschillende typen indicatoren voor en na de maatregelen is geteld en de macrofaunamaatlat is berekend.

### 2.6.1 Tellen van KRW indicatoren

De basis van de KRW maatlat wordt gevormd door indicatorenlijsten. Om meer inzicht te krijgen in het effect van maatregelen is naast het berekenen van de maatlat gekeken hoeveel en welke indicatoren er verdwijnen en verschijnen na het uitvoeren van de maatregelen. Er zijn drie typen indicatoren opgenomen in de lijsten: kenmerkende soorten (deze soorten zijn indicatief voor het watertype), positief

dominante soorten (dit zijn soorten die in het monster voorkomen in hoge aantallen en een goede kwaliteit indiceren) en negatief dominante indicatoren (deze indicatoren komen ook in hoge aantallen per monster voor maar indiceren juist een slechte kwaliteit).

De taxa uit de drie groepen zijn geteld in de monsters voor en na het uitvoeren van de maatregelen. Tevens is onderzocht of naast een verandering in aantallen indicatoren er ook een verandering in samenstelling van indicatoren heeft plaatsgevonden. Zijn er taxa verdwenen of bijgekomen na het uitvoeren van de maatregelen?

## **2.6.2 Ecologische beoordeling met KRW maatlat**

Het programma QBWat is ontwikkeld om de berekeningen uit te voeren voor alle deelmaatlaten die ontwikkeld zijn voor het toepassen van de KRW ([www.roelfpot.nl](http://www.roelfpot.nl)). In dit onderzoek is alleen de macrofaunamaatlat berekend. Het rekenmodel QBWat leest een bestand met abundanties van macrofauna taxa in een waterlichaam in. Het berekent de ecologische kwaliteitsklasse (1=slecht, 2=ontoereikend, 3=matig, 4=goed en 5=zeer goed) volgens de maatlaten die zijn ontwikkeld volgens de voorschriften van de Kaderrichtlijn Water (Stowa-rapporten 2004-42 en 2004-43). In sommige gevallen waren handmatige aanpassingen nodig om de taxonomie geschikt te maken voor het berekenen van de maatlat.

## **2.7 Ecologische beoordeling met AQEM**

In het project; “The development and testing of an integrated assessment system for the ecological quality of streams and rivers throughout Europe using benthic macroinvertebrates” (AQEM) is het AQEM beoordelingssysteem ontwikkeld. Dit systeem is gebaseerd op een multimetrische benadering die door ieder deelnemend land op eigen wijze verder is ingevuld. Het systeem is geschikt voor de beoordeling van de ecologische kwaliteit van beken op basis van macrofaunagegevens. Het voldoet aan de KRW eisen en is gebaseerd op een Europese typologie voor stromende wateren. De beken worden beoordeeld ten opzichte van de referentietoestand en worden gekwalificeerd aan de hand van vijf ecologische klassen, zie paragraaf 2.3.

De ecologische kwaliteitsklasse van een monsterpunt wordt berekend door een set van indices te berekenen die het meest geschikt zijn voor het betreffende beektype (Hering et al. 2004). In het Nederlandse systeem is er een combinatie van individuele indices voor iedere kwaliteitsklasse. Samen met de klassengrenzen vormt dit het beoordelingssysteem (Vlek et al. 2003). Doordat in Nederland geen gebruik is gemaakt van een “stressor specifieke benadering” waarbij beektypen zijn geselecteerd met slechts één dominante stressor, kan het ontwikkelde beoordelingssysteem alleen algemene degradatie beoordelen. Deze benadering is gekozen omdat in Nederland vaak sprake is van meer stressoren tegelijk (bijvoorbeeld hydromorfologische verstoring en een slechte waterkwaliteit). (Vlek et al. 2003). De AQEM methodiek is

gebruikt om te analyseren of de ecologische kwaliteitsklasse verandert na het nemen van de maatregelen. Hiervoor zijn macrofaunagegevens van de monsterpunten voor en na het uitvoeren van de herstelmaatregelen ingevoerd in het programma en is de kwaliteit berekend.

## 3 Nooitgedacht

### 3.1 Gebiedsbeschrijving

In het veenweidegebied van de Krimpenerwaard ligt het natuureservaat Nooitgedacht (20 ha). Het is een polder met sloten met een veenbodem en een eutroof karakter. In de polder bevindt zich een eendenkooi met daarbij een stukje bos.

De referentietoestand voor deze sloten is:

- Aquatisch Supplementtype: 'Mesotrofe veensloot' of 'Eutrofe veensloot' (afhankelijk van doelstelling en haalbaarheid)
- Natuurdoeltype: 'Gebufferde sloot'
- Kaderrichtlijn Watertype: 'Kleine, ondiepe, gebufferde plas' (voor sloten zijn geen typen omschreven, aangezien het kunstmatige wateren betreft).

### 3.2 Herstelmaatregelen

Voorafgaand aan het uitvoeren van de maatregelen stonden de poldersloten in contact met een wetering, waardoor in tijden van droogte gebiedsvreemd water werd aangevoerd. Dit water verspreidde zich door de gehele polder. Dit zorgde voor een hoge nutriëntenbelasting. De genomen maatregelen zijn gericht op het verminderen van de inlaat van gebiedsvreemd water. Deze situatie is gecreëerd door het vasthouden van gebiedseigen water, het verbreden van de watergangen en het voeren van een meer natuurlijk waterpeil. Het inlaten en afvoeren van water gebeurt na het uitvoeren van de maatregelen op één inlaatpunt, zodat delen van de polder, verder gelegen vanaf het inlaatpunt, meer geïsoleerd raken en minder onder invloed staan van ingelaten water. De maatregelen zijn uitgevoerd in de winter van 1993/1994.

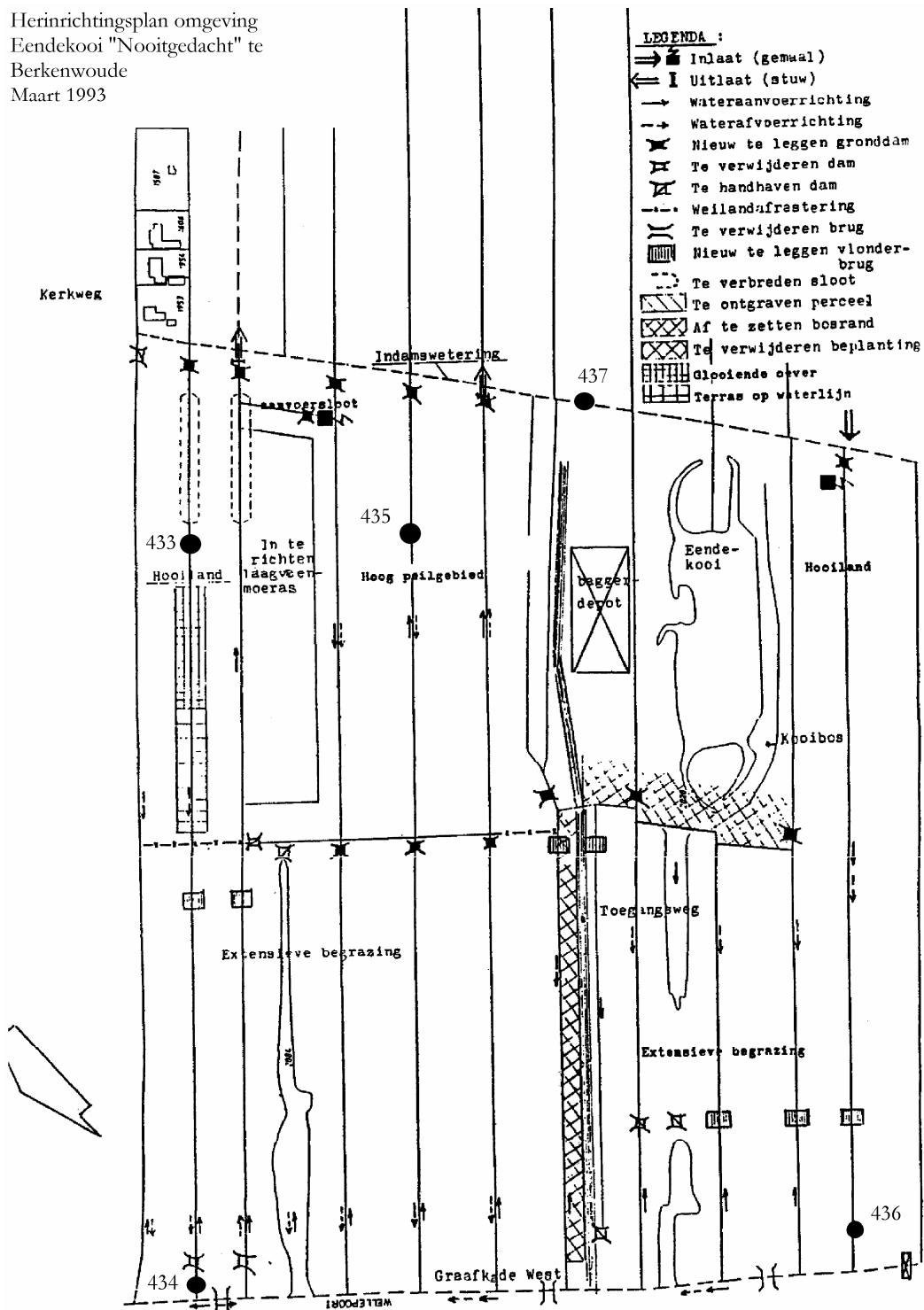
### 3.3 Monitoringsgegevens

Er zijn vijf monsterpunten in de polder (figuur 3.1). De monsterpunten 433 en 435 liggen ver weg van het inlaatpunt van gebiedsvreemd water en er wordt verwacht dat deze punten hier geen invloed van ondervinden. Het monsterpunt 433 ligt in de middensloot van een hooiland, punt 435 in de middensloot in het gebied met een hoger waterpeil. De punten 434 (achteraan) en 436 (halverwege) liggen dicht bij het waterinlaatpunt (Project beschrijving Nooitgedacht 1993).

Voorafgaand aan de uitvoer van het herstelproject is in 1993 de nulsituatie in het voor- en najaar vastgelegd. De eerste bemonstering werd een jaar na uitvoer van de maatregelen uitgevoerd in het voor- en najaar van 1994. Daarna zijn nog monsters genomen in het voor- en najaar van 1995, 1997, 2000 en 2001. De gegevens bestaan uit macrofauna, vegetatieopnames en de chemische samenstelling van het

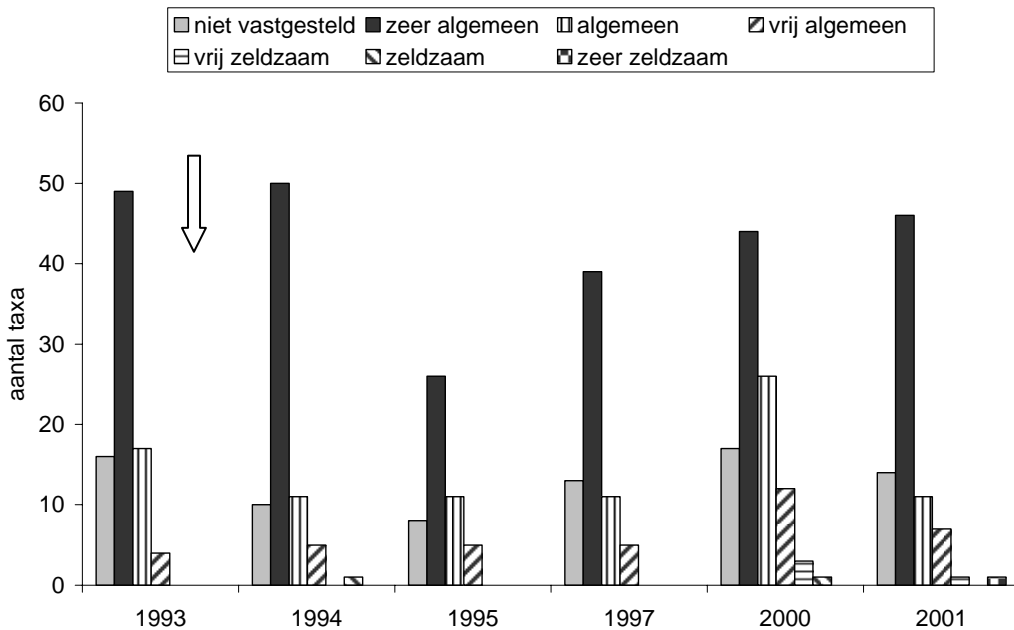
oppervlaktewater. Alleen de macrofauna en chemische gegevens zijn in de analyse gebruikt.

Herinrichtingsplan omgeving  
Eendekooi "Nooitgedacht" te  
Berkenwoude  
Maart 1993



Figuur 3.1. Het herinrichtingsplan van de reservaat "Nooitgedacht" te Berkenwoude (Projectbeschrijving Nooitgedacht 1993). De stippen geven de macrofauna monsterpunten weer.

### 3.4 Zeldzame soorten



Figuur 3.2 Het aantal taxa per distributieklaas op monsterpunt 433 in de polder Nooitgedacht voor de jaren 1993-2001. De herstelmaatregelen (pijl) zijn in de winter van 1993/1994 uitgevoerd.

In het eerste jaar na uitvoering van de maatregelen is er weinig effect op het aantal zeldzame taxa waar te nemen (figuur 3.2). In 1995 zijn de soorten uit de klasse zeer algemeen in aantal gedaald. Dit geldt voor alle monsterpunten (zie bijlage 1). Vanaf 1997 nemen de soorten in de klassen, zeer algemeen, algemeen, vrij algemeen en vrij zeldzaam toe. In 2000 zijn de zeldzame soorten *Frontipoda musculus* en *Encobrus fuscipennis* gevonden, de laatste was ook in 1994 aangetroffen. In 2001 is voor het eerst de zeer zeldzame soort *Halipilus ruficollis* aangetroffen. De figuren van de andere drie monsterpunten zijn opgenomen in bijlage 1. Zeldzame en zeer zeldzame soorten zijn op de andere monsterpunten niet gevonden.

### 3.5 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement

Als referentie voor de sloten in Nooitgedacht zijn de Aquatische Supplementtypen 'Mesotrofe veensloot' en 'Eutrofe veensloot' geschikt. De sloten zullen eerst eutroof worden (er vanuit gaande dat ze nu hypertroof zijn) en in een later stadium, als de maatregelen voldoende effect hebben mesotroof kunnen worden. In eerste instantie is een mesotrofe sloot waarschijnlijk niet haalbaar.

In het natuurreservaat is één doelsoort aangetroffen uit het Aquatische supplement namelijk *Leptocerus tineiformis*. De abundanties van deze soort op de monsterpunten zijn weergegeven in tabel 3.1. De doelsoorten *Limnephilus binotatus* en *Limnephilus marmoratus* zijn niet aangetroffen.

In 1993, voor de uitvoer van de herstelmaatregelen is *Leptocerus tineiformis* niet gevonden. Opvallend is dat de soort na de uitvoer van de maatregelen het meeste aangetroffen is op punt 434, in de waterinlaatsloot. Op monsterpunt 433 is de soort niet gevonden. Op de andere monsterpunten is de soort in wisselende aantallen gevonden en niet in alle jaren.

Tabel 3.1. Abundanties van de doelsoort *Leptocerus tineiformis* in het natuurreservaat Nooitgedacht. In de winter van 1993/1994 zijn de maatregelen uitgevoerd.

monsterpunt	1993	1994	1997	2000	2001
433	0	0	0	0	0
434	0	16	52	12	21
435	0	7	0	1	0
436	0	5	0	-	0

Tabel 3.2. Het aantal indicatoren uit Aquatisch Supplementtypen 'Mesotrofe veensloot' en 'Eutrofe veensloot' dat alleen voor het uitvoeren van de maatregelen voorkomt, alleen erna en zowel ervoor als erna.

monsterpunt	Mesotrofe veensloot			Eutrofe veensloot		
	alleen voor herstel	alleen na herstel	voor en na herstel	alleen voor herstel	alleen na herstel	voor en na herstel
433	0	2	2	0	9	20
434	1	4	2	3	11	20
435	0	3	2	0	15	15
436	0	3	3	2	13	18
hele gebied	1	4	3	3	14	26

Van het Aquatische Supplementtype 'Mesotrofe veensloot' zijn de indicatoren *Anabolia nervosa*, *Arrenurus stecki*, *Leptocerus tineiformis* en *Viviparus contectus* na 1993 in het gebied aangetroffen, de indicator *Arrenurus knauthei* is na 1993 niet meer gevonden. Van het Supplementtype 'Eutrofe veensloot' zijn de veertien indicatoren, *Agabus undulatus*, *Anacaena limbata*, *Arrenurus bifidicodulus*, *Bathyomphalus contortus*, *Caenis horaria*, *Glyptotendipes caulicola*, *Guttipelopia guttipennis*, *Hygrotus decoratus*, *Laccophilus hyalinus*, *Limnesia connata*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Peltodytes caesus*, *Piona nodata* en *Tricholeiobiton fagesi* in Nooitgedacht aangetroffen na 1993. De drie indicatoren *Arrenurus integrator*, *Enochrus testaceus* en *Segmentina nitida* zijn na 1993 niet meer teruggevonden.

Tabel 3.3 Het aantal indicatorsoorten uit de Aquatisch Supplementtypen, aangetroffen op de monsterpunten in de jaren 1993-2001. De herstelmaatregelen zijn eind 1993 uitgevoerd.

monsterpunt	mesotrofe veensloot				eutrofe veensloot			
	433	434	435	436	433	434	435	436
1993	2	3	2	3	19	23	16	20
1994	2	3	3	2	17	21	18	19
1995	2	3	3	4	13	20	11	22
1997	3	5	4	3	17	17	22	19
2000	4	5	5	-	17	18	15	-
2001	3	3	0	1	18	9	12	15

De aantallen indicatoren schommelen tussen de jaren (tabel 3.3). Wel zijn er meer nieuwe soorten indicatoren bijgekomen (4 respectievelijk 14 voor de typen 'Mesotrofe veensloot' en 'Eutrofe veensloot', tabel 3.2). Deze komen echter niet op



alle locaties en in alle jaren voor, waardoor er geen toename in aantallen indicatoren te zien is.

### 3.6 Slotentypologie

Alle sloten in natuurreservaat Nooitgedacht zijn toegedeeld aan het sloottype ‘Matig grote plantenrijke eutrofe sloten’ (MP). De waarden voor de combined index overschrijden soms de waarden voor de 95-percentielgrens (tabel 3.4), wat betekent dat deze monsters niet goed in het type passen. Het sloottype MP komt het meest voor in Nederland. Deze sloten zijn soortenrijk maar bevatten vooral zeer algemene en algemene macrofaunasoorten (Nijboer et al. 2003). In dit type sloten wordt vaak gebiedsvreemd water ingelaten, wat ook het geval is bij de sloten in de polder Nooitgedacht, vooral voor het uitvoeren van de herstelmaatregelen. Er is na het nemen van de maatregelen geen verandering opgetreden richting een sloottype met een betere ecologische kwaliteit, ondanks het feit dat op de monsterpunten 433 en 435 de invloed van het inlaatwater zou moeten zijn afgenomen.

Tabel 3.4 De toedeling van de monsters uit de polder Nooitgedacht aan de slotentypologie (MP=‘Matig grote plantenrijke eutrofe sloten’).

monsterpunt	jaar	sloottype	combined index	95-percentielgrens
433	1993	MP	302.9	354.1
	1994	MP	299.4	354.1
	1995	MP	179.6	354.1
	1997	MP	229.4	354.1
	2000	MP	424.1	354.1
	2001	MP	294.5	354.1
434	1993	MP	339.5	354.1
	1994	MP	333.6	354.1
	1995	MP	367.2	354.1
	1997	MP	402.7	354.1
	2000	MP	377.2	354.1
	2001	MP	296.1	354.1
435	1993	MP	388.8	354.1
	1994	MP	299.8	354.1
	1995	MP	183.9	354.1
	1997	MP	360.1	354.1
	2000	MP	352.4	354.1
	2001	MP	258.9	354.1
436	1993	MP	328.7	354.1
	1994	MP	266.7	354.1
	1995	MP	299.9	354.1
	1997	MP	345.1	354.1
	2000	geen monster		
	2001	MP	240.6	354.1

### 3.7 Is herstel opgetreden?

Het aantal soorten per distributieklaas is in het eerste jaar na herstel nog hetzelfde als ervoor. Pas een jaar later treedt de eerste verandering op: het aantal zeer algemene

soorten is sterk gedaald. Daarna neemt het aantal soorten in meer categorieën toe. Pas in 2000 en 2001 zijn zeldzame respectievelijk zeer zeldzame soorten gevonden. Waarschijnlijk is herstel wel degelijk ingezet maar duurt het een aantal jaren voordat de macrofaunagemeenschap zich aangepast heeft en nieuwe soorten zich hebben gevestigd.

De doelsoort *Leptocerus tineiformis* is na herstel op alle punten aangetroffen. In het jaar voor herstel is de soort niet gevonden. Echter, alleen in de waterinlaatsloot is de soort ieder jaar gevonden. Op de andere punten slechts in 1 jaar en op punt 433 helemaal niet. Dit is niet volgens verwachting, immers de punten 433 en 435 zouden de hoogste ecologische kwaliteit moeten krijgen doordat ze het meest geïsoleerd liggen en daardoor het minst onder invloed staan van inlaatwater. Maar doelsoorten zijn niet specifiek aan een bepaald milieu gebonden, ook al zijn ze zeldzaam. Blijkbaar is de kwaliteit van de inlaatsloot voldoende voor deze soort.

Het aantal kenmerkende soorten uit beide Aquatisch Supplementtypen is toegenomen, vooral uit het type eutrofe veensloten. Het aantal kenmerkende soorten uit mesotrofe veensloten is beduidend lager. Dit duidt erop dat de nutriëntengehalten nog niet gedaald zijn tot mesotroof niveau. Er is geen verschil zichtbaar tussen de meer geïsoleerde monsterpunten en de punten in de waterinlaatsloot. Dit betekent dat ofwel ook de kwaliteit in de waterinlaat sloot gestegen is ofwel dat het herstel nog niet veel effect heeft gehad. Voor het tellen van de aantallen kenmerkende soorten zijn de monsters genomen na herstel samengevoegd. Hierdoor kan een vertekend beeld ontstaan.

In de toedeling aan de slotentypologie is geen verandering waar te nemen. Waarschijnlijk zijn de verschillen nog niet zo groot dat de monsters in een ander type terecht komen. Bovendien is de variatie binnen type MP groot (door het grote aantal monsters waarop dit type is gebaseerd), waardoor monsters een grote kans hebben om binnen dit type te vallen.

In dit project is enig herstel opgetreden. Dit is zichtbaar in de verschuivingen in de aantallen soorten in de verschillende distributieklassen en in het aantal doel- en indicatorsoorten uit het Aquatisch Supplement. De veranderingen zijn nog niet sterk genoeg om van sloottype MP naar MPn te veranderen. Dit kan ook aan de aantallen soorten liggen. Het is van belang om de monitoring nog een aantal jaren vol te houden. Waarschijnlijk is de soortensamenstelling nog niet in evenwicht.

Van dit project zijn ook chemische variabelen beschikbaar. Deze variabelen laten duidelijk herstel zien na het uitvoeren van de maatregelen in het reservaat. De nutriëntengehalten zijn afgenomen evenals macro-ionen die inlaatwater indiceren zoals chloride, bicarbonaat en sulfaat (bijlage 3).

## 4 Emmertochtsloot

### 4.1 Gebiedsbeschrijving

In het gebied van het waterschap Groot-Salland zijn twee voormalige ‘laaglandbeken’ heringericht. De Marswetering en de Emmertochtsloot zijn beide gelegen in het gebied langs de Vecht ter hoogte van Dalfsen op een zandige bodem met een voedselrijk karakter (figuur 4.1). De situaties in de Emmertochtsloot en Marswetering zijn vergelijkbaar.

Waarschijnlijk waren deze wateren vroeger de afvoerende watergangen van een uitgestrekt moerasgebied. De oorspronkelijke situatie is echter zodanig veranderd dat men nu van sloten spreekt. De omgeving en het karakter van de Emmertochtsloot zijn in de loop van de jaren zodanig veranderd, dat het onhaalbaar is deze te veranderen in een stromende natuurlijke beek. De Emmertochtsloot is volledig ingericht als een sloot en wordt ook als zodanig beheerd. Om deze reden zijn de referentietypen voor de Emmertochtsloot sloottypen.

De referentietoestand voor deze sloten is:

- Aquatisch Supplementtype: ‘Zwakzure gebufferde zandsloten’ en/of ‘Oligomesotrofe zandsloten’;
- Natuurdoeltype: ‘Zwakgebufferde zandsloot’;
- Kaderrichtlijn Watertype: ‘Kleine, ondiepe, gebufferde plassen’ en/of ‘Kleine, ondiepe, zwakgebufferde plassen’ (voor sloten zijn geen typen omschreven, aangezien het kunstmatige wateren betreft).

### 4.2 Herstelmaatregelen

De Emmertochtsloot is heringericht in 1999/2000. Om droogval in de zomer tegen te gaan, zijn enkele zijsloten van de Emmertochtsloot en de sloot zelf verbreed en verdiept. Ook zijn er in het midden- en benedentraject natuurvriendelijke oevers aangelegd. Bij de herinrichting van het gebied is tevens een plas aangelegd vlak langs de Vecht, die gevoed wordt met kwelwater uit de Vecht. Het ‘schone’ water uit de plas wordt bij een dreigend tekort aan water in de Emmertochtsloot en de Marswetering ingelaten om droogval te voorkomen. Deze plas is in winter van 2001/2002 aangekoppeld aan de sloten.

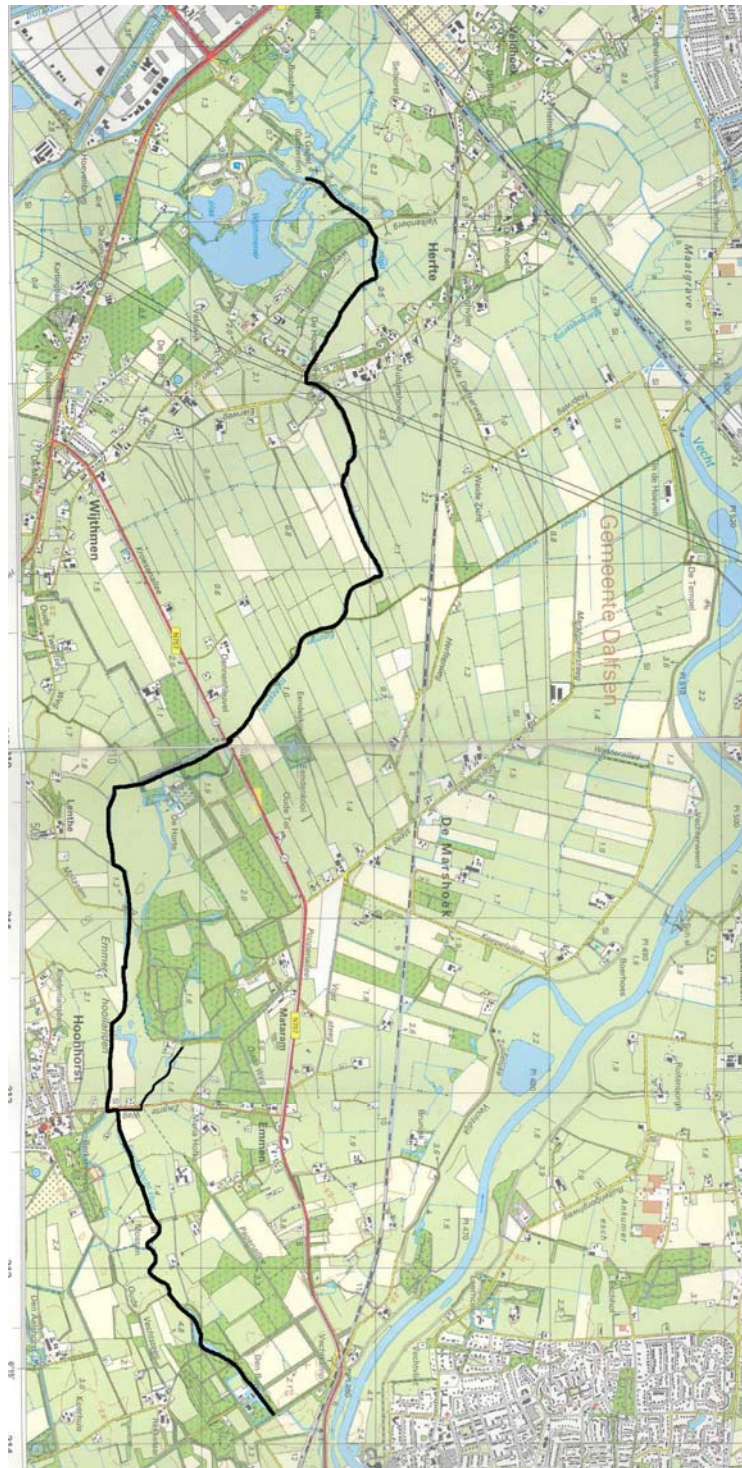
### 4.3 Monitoringsgegevens

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de macrofaunabemonsteringen in de Emmertochtsloot. De nulsituatie is vastgelegd in de periode 1992-1999. In 1999 is begonnen met het uitvoeren van de maatregelen. Dit heeft tot in 2002 geduurd. In 2003 zijn de eerste bemonsteringen en metingen na herstel uitgevoerd. De gegevens

bestaan uit macrofauna, macrofyten en diatomeeën. Alleen de macrofaunagegevens zijn geanalyseerd. Er zijn monsters genomen op verschillende plekken op verschillende data (tabel 4.1). In de analyse zijn de gegevens van deze monsters per jaar samengevoegd. De gegevens van de Marswetering zijn niet geanalyseerd.

*Tabel 4.1 Aantal macrofaunamonsters per maand en jaar genomen in de Emmertochtsloot.*

maand	1992	1994	1995	1996	1999	2003
april						
mei						
juni		3				
juli		2				
augustus				4	6	6
september					3	4
oktober	2		2			

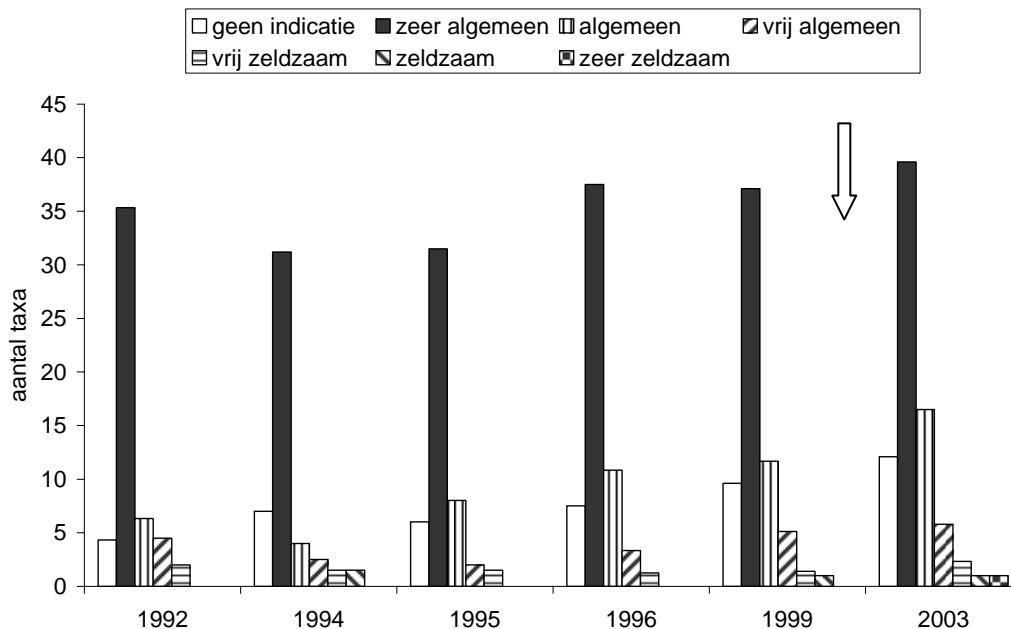


Figuur 4.1. De Emmertochtsloot bij Dalfsen. Vooral in het zuidelijke traject zijn de maatregelen genomen. Water vanuit de plas bij de Vecht wordt in het zuiden ingelaten om droogval tegen te gaan (Bron: Topografische Dienst 2002).

#### 4.4 Zeldzame soorten

In Emmertochtsloot zijn na de herstelmaatregelen twee zeer zeldzame soorten, *Caenis rivulorum* en *Tanytarsus verralli* aangetroffen in de bemonstering van 2003. Voor het uitvoeren van herstelmaatregelen waren de zeldzame soorten, *Arrenurus muelleri*, *Helophorus stigifrons* en *Phalacrocera replicata* in 1994 aangetroffen. In 1999 het jaar voor de uitvoering zijn *Aquarius paludulum* en *Chaoborus pallidus* aangetroffen.

Van de zeldzame soorten die aanwezig waren voor uitvoer van de herstelmaatregelen zijn de meeste in 2003 niet meer aangetroffen. Alleen *Aquarius paludulum* is in 2003 op hetzelfde monsterpunt als in 1999 aangetroffen en daarnaast op een tweede monsterpunt. In 2003 is ook de zeldzame soort *Rhynchelmis limosella* in de Emmertochtsloot aangetroffen. Er lijkt een stijgende trend te zijn in het totale aantal soorten dat gevonden wordt (figuur 4.2). Dit kan veroorzaakt worden door een stijgende kwaliteit maar ook door verbeterde bemonstering of determinatie van meer taxa tot op soort.



Figuur 4.2 Het aantal taxa per distributieklaas in de Emmertochtsloot voor de jaren 1992-2003. De herstelmaatregelen (pijl) zijn in de winter van 1999/2000 uitgevoerd.

#### 4.5 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement

In de Emmertochtsloot zijn in 2003 drie doelsoorten aangetroffen namelijk *Brachytron pratense*, *Leptocerus tineiformis* en *Caenis rivulorum* in 2003 (tabel 4.2). *Leptocerus tineiformis* en *Caenis rivulorum* kwamen samen voor in een monster, *Brachytron pratense* werd in twee andere monsters aangetroffen.

Tabel 4.2 Abundanties van de drie doelsoorten in de Emmertochtsloot. In de winter van 1999/2000 zijn de maatregelen uitgevoerd.

jaar	<i>Brachytron pratense</i>	<i>Caenis rivulorum</i>	<i>Leptocerus tineiformis</i>
1994	0	0	0
1995	0	0	0
1996	0	0	0
1999	0	0	0
2003	3	14	3

De Emmertochtsloot heeft de potentie om zich tot het Aquatische Supplementtype, '(Zwak) zure zandsloten' of 'Oligo- tot mesotrofe zandsloten', te ontwikkelen. Van deze typen zijn respectievelijk elf en vijf indicatoren aangetroffen in de monsters (tabel 4.3). De indicatoren *Agabus sturmi*, *A. undulatus*, *Enochrus melanocephalus*, *Haliphys heydeni*, *Helochares lividus*, *Hydrobius fuscipes*, *Hydroporus angustatus* en *H. erythrocephalus* van het type '(Zwak) zure zandsloten' zijn zowel voor als na uitvoer van de maatregelen aangetroffen, de indicatoren *Acilius canaliculatus*, *Arrenurus batillifer* en *Dixella amphibia* zijn na 1999 aangetroffen. Van het type 'Oligo- tot mesotrofe zandsloten' zijn de indicatoren *H. angustatus* en *Pisidium subtruncatum* aangetroffen voor en na het uitvoeren van de maatregelen, de indicatoren *A. canaliculatus*, *A. batillifer* en *D. amphibia* zijn na 1999 aangetroffen in de Emmertochtsloot.

Tabel 4.3 Het aantal indicatoren uit de Aquatisch Supplementtypen '(Zwak) zure zandsloten' en 'Oligo- tot mesotrofe zandsloten' dat alleen voor het uitvoeren van de maatregelen voorkomt, alleen erna en zowel ervoor als erna.

	alleen voor herstel	alleen na herstel	voor en na herstel
'(Zwak) zure zandsloten'	0	3	8
'Oligo- tot mesotrofe zandsloten'	0	3	2

## 4.6 Slotentypologie

Tabel 4.4 De toedeling van de monsters uit de Emmertochtsloot aan de slotentypologie.

jaar	sloottype	combined index	95-percentielgrens
1992	MPn	197.87	379.1
1994	MH	157.7	223.8
1994	MPn	224.43	379.1
1995	MO	191.7	330.0
1995	MPn	216.1	379.1
1996	MPn	214.3	379.1
1996	MP	212.95	354.1
1999	MP	225.1	354.1
1999	MH	113.6	229.6
1999	MPn	256.58	379.1
2003	MP	386.48	354.1
2003	MPn	306.2	379.1

De monsters van de Emmertochtsloot worden over het algemeen ingedeeld in het type 'matig grote plantenrijke eutrofe sloten' (MP) met als subtype, de natuurlijkere sloten binnen dit sloottype (MPn) (tabel 4.4). In 1994 en 1999 zijn monsters toegedeeld aan het type, matig grote hypertrofe sloten met een krooslaag (MH). In

1995 is een monster toegeëld aan het type ‘matig grote zandsloten met een organische belaste bodem’ (MO).

Het type MPn is wat betreft ecologische kwaliteit het beste type. Dit kwam zowel voor als na het uitvoeren van de maatregelen voor. In 2003 werden enkele monsters aan MP en enkele aan MPn toegeëld. De typen MH en MO die kwalitatief het slechtste zijn, komen in 2003 niet voor.

#### **4.7 Is herstel opgetreden?**

Na uitvoering van de maatregelen zijn de aantallen soorten in iedere distributiecategorie licht toegenomen. Er zijn twee zeer zeldzame soorten gevonden. Voor het uitvoeren van de maatregelen was dit niet het geval. Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen zijn drie doelsoorten gevonden in 2003. Voorafgaand aan de maatregelen zijn geen doelsoorten gevonden. Tevens zijn er drie kenmerkende soorten gevonden. Er zijn geen kenmerkende soorten verdwenen. De aantallen doel- en indicatorsoorten en het aantal zeldzame soorten duidt dus op een positief herstel na het uitvoeren van de maatregelen.

De slotentypologie geeft type MP en MPn aan voor 2003. Het laatste type, MPn, is een natuurlijkere variant van MP. Echter dit type is verschillende malen voorafgaand aan herstel ook al gevonden. Het is dan ook niet direct aan de herstelmaatregelen te koppelen.

De toename van het aantal bijzondere soorten duidt op herstel, ook al is dit met behulp van de slotentypologie niet aan te tonen. Deze methode laat veel schommelingen zien tussen de jaren. Het herstel is niet specifiek aan één van de maatregelen te relateren.



## 5 Tongelreep

### 5.1 Gebiedsbeschrijving

De Tongelreep ontspringt in België en heet dan de Warmbeek. Via de gemeente Valkenswaard stroomt de beek Nederland binnen (figuur 5.1). Het heringerichte traject van de Tongelreep is rond 1890 genormaliseerd. Door veranderingen in het grondgebruik is het afvoerregime van de Tongelreep veranderd, waardoor overtollige neerslag snel wordt afgevoerd. Dit leidt tot grote schommelingen in de afvoer en de stroomsnelheid. De waterkwaliteit van de Tongelreep was vroeger erg slecht, omdat tot 1970 de bodem zwaar belast was met zware metalen (zink, cadmium) door de zinkverwerkende industrie. Daarnaast loosde de gemeente Hamont-Achel (België) het huishoudelijke afvalwater direct op de Tongelreep. In 1996 is een nieuwe RWZI in gebruik genomen. De waterkwaliteit wordt nu nog altijd negatief beïnvloed door het inlaten van Maaswater via het kanaal Bocholt-Herentals bij lage waterstanden (in de zomer) (Bierens 2005).

De referentietoestand voor deze beek is:

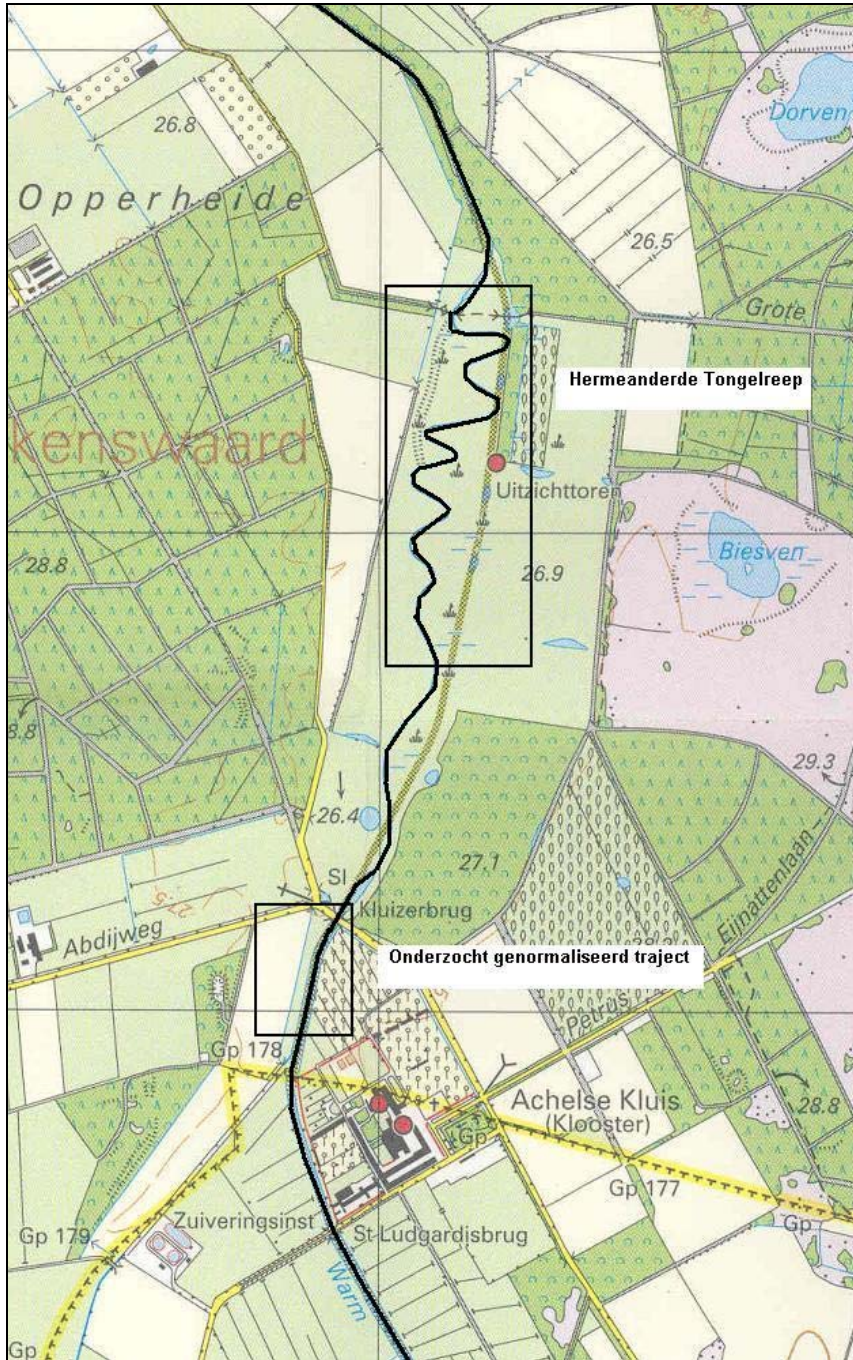
- Aquatisch Supplementtype: 'Langzaam stromende bovenloop' en 'Langzaam stromende middenloop';
- Natuurdoeltype: 'Neutrale, langzaam stromende bovenlopen' en/of 'Neutrale, langzaam stromende midden- en benedenlopen';
- Kaderrichtlijn Watertype: 'Langzaam stromende bovenloop op zand' en/of 'Langzaam stromende middenloop-benedenloop op zand'.

### 5.2 Herstelmaatregelen

In de winter van 1993/1994 is in het beekdal een meanderende beekloop gegraven en de oude genormaliseerde loop gedempt. Langs een gedeelte van het traject is een bypass aangelegd voor het opvangen van piekafvoeren. Langs de nieuw ingerichte oevers is houtige vegetatie aangeplant.

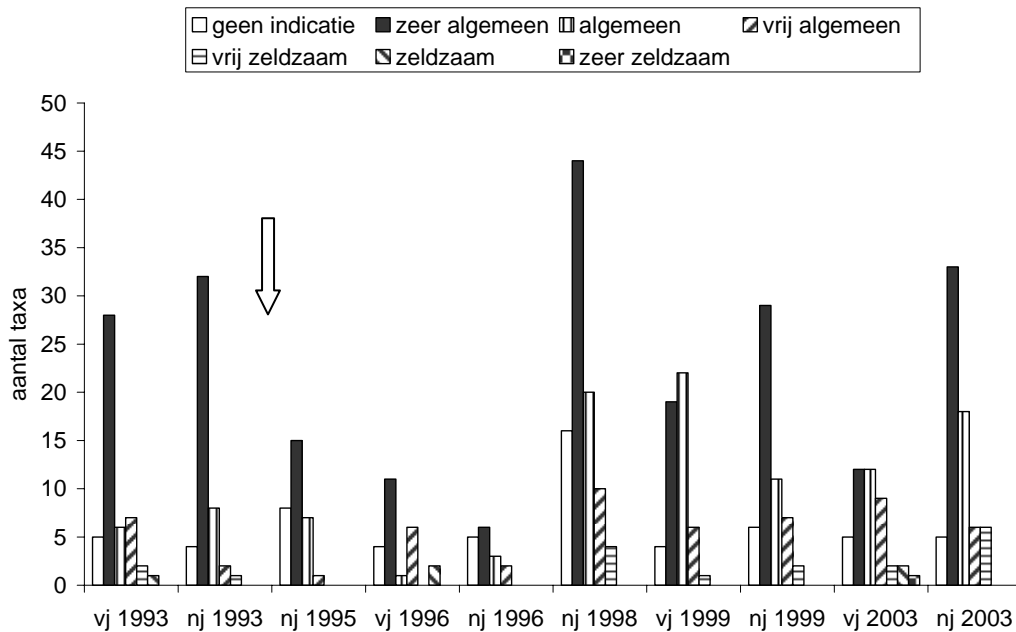
### 5.3 Monitoringsgegevens

In de Tongelreep werd de macrofauna al gemonitord sinds 1980. In de genormaliseerde Tongelreep is bemonsterd op de Belgisch-Nederlandse grens bij Kluizenberg (code N) in de periode 1980-1982, 1986-1995 en 1998-2003. In 1986, 1989 en 2003 is incidenteel bemonsterd bij de drie bruggen bij Valkenswaard (code N3). In 1993 is voorafgaand aan het nemen van de herinrichtingsmaatregelen een voor- en najaarsbemonstering uitgevoerd. Na de uitvoer van de maatregelen is er voor het eerst bemonsterd in het najaar van 1995. Daarna is er bemonsterd in het voor- en najaar van 1996, 1998, 1999 en 2003. De monsters uit het heringerichte traject hebben code H.



Figuur 5.1 Ligging van de Tongelreep en het onderzochte heringerichte en genormaliseerde traject. De beek stroomt van zuid naar noord (naar: Topografische Dienst 2000).

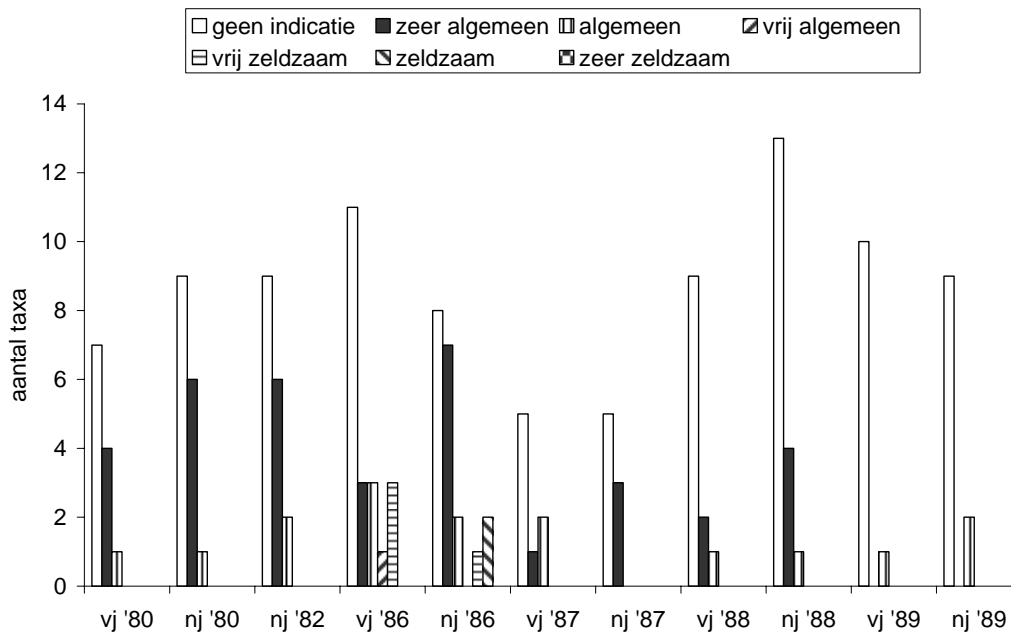
## 5.4 Zeldzame soorten



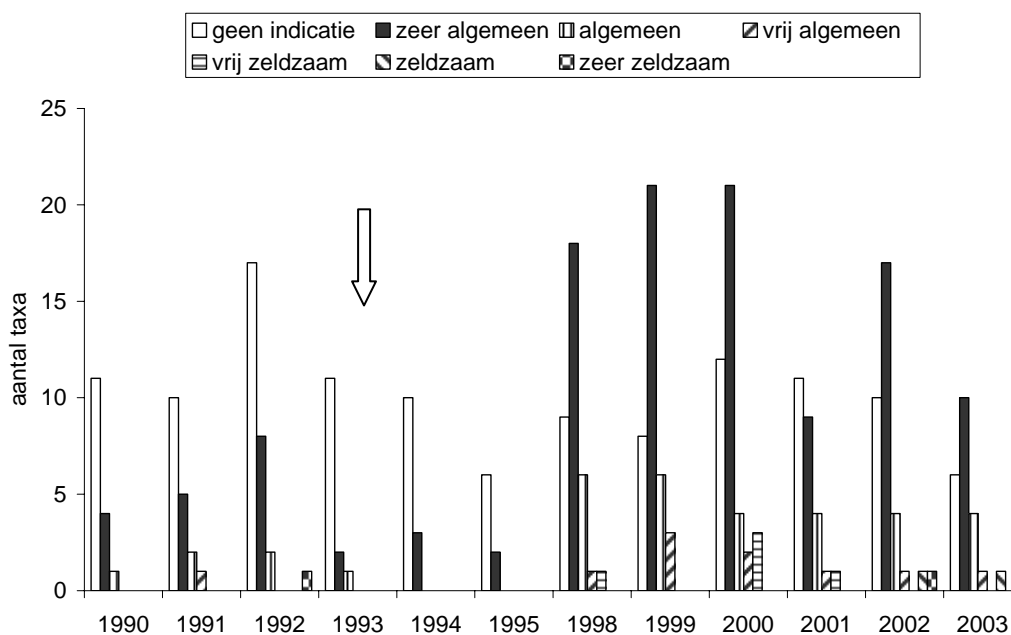
Figuur 5.2 Het aantal taxa per distributieklassie in het heringerichte traject van de Tongelreep voor de jaren 1993-2003. De herstelmaatregelen zijn in de winter van 1993-1994 uitgevoerd.

Het aantal soorten in het heringerichte traject daalt na uitvoering van de maatregelen in 1993 (figuur 5.2). Vooral de zeer algemene soorten nemen in aantal af. Na 1996 (RWZI in gebruik) is een plotselinge stijging te zien in het totale aantal soorten verdeeld over de klassen, zeer algemeen, algemeen, vrij algemeen en vrij zeldzaam.

In 1993 is tijdens het vastleggen van de nulsituatie van de Tongelreep de zeldzame soort *Cricotopus gr. fuscus* aangetroffen. Deze zeldzame soort is niet meer aangetroffen na uitvoering van de herinrichtingsmaatregelen. In 1996 zijn de eerste twee zeldzame soorten gevonden in het heringerichte traject, namelijk *Pseudosmitta* sp. en *Nanocladius rectinervis*. In 2003 zijn nog twee zeldzame soorten aangetroffen, namelijk *Gyrinus distinctus* en *Sperchon clupeifer*. In het voorjaar van 2003 is de zeer zeldzame soort *Polypedilum convictum* aangetroffen.



Figuur 5.3 Het aantal taxa per distributieklasse in het genormaliseerde traject van de Tongelreep voor de jaren 1980-1989. De herstelmaatregelen zijn in de winter van 1993-1994 uitgevoerd.



Figuur 5.4. Het aantal taxa per distributieklasse in het genormaliseerde traject van de Tongelreep voor de jaren 1990-2003. De herstelmaatregelen zijn in de winter van 1993-1994 uitgevoerd.

Het aantal soorten in het genormaliseerde traject was in de jaren tachtig erg laag en het percentage soorten zonder zeldzaamheidsindicatie was hoog (figuur 5.3). Dit komt doordat in die jaren de taxonomie nog niet zo goed ontwikkeld was en veel taxa niet tot op soort gedetermineerd konden worden. In de jaren 1980-1989 zijn er weinig soorten gevonden die in de klassen vrij zeldzaam, zeldzaam of zeer zeldzaam

voorkomen. Alleen in 1986 zijn eenmaal de zeldzame soorten *Calopteryx virgo* en *Echinogammarus berrilloni* aangetroffen en de vrij zeldzame soorten *Goera pilosa*, *Hydropsyche pellucidula* en *Lype reducta*.

In de jaren 1990-1995 zijn er nog steeds weinig soorten gevonden in de genormaliseerde Tongelreep en bijna alleen uit de klasse zeer algemeen, behalve de zeer zeldzame soort, *Rhantus latitans* in 1992 (figuur 5.4). Vanaf 1996 zijn de aantallen soorten ook in het genormaliseerde traject sterk gestegen en zijn er soorten gevonden uit de klassen, zeer algemeen, algemeen, vrij algemeen en vrij zeldzaam. In 2002 en 2003 is de zeldzame soort *Chironomus bernensis* en in 2002 zijn de zeer zeldzame soorten, *Rhantus latitans* en *Sigara hellensii* gevonden. Het in gebruik nemen van de RWZI in 1996 had dus een groter effect dan de herinrichtingsmaatregelen alleen.

## 5.5 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement

In de Tongelreep zijn de vier doelsoorten, *Agrypnia obsoleta*, *Goera pilosa*, *Hydropsyche pellucidula* en *Calopteryx virgo*, aangetroffen. De doelsoorten *A. obsoleta*, *G. pilosa* en *C. virgo* zijn al voor de herinrichting van de beek verdwenen. De doelsoort *H. pellucidula* is voor de uitvoer van de herstelmaatregelen aangetroffen en in het genormaliseerde traject en heringerichte traject na uitvoering van de maatregelen (tabel 5.1).

Tabel 5.1 Abundanties van de vier doelsoorten in de Tongelreep van 1986-2003 (in niet genoemde jaren kwamen geen doelsoorten voor). In de winter van 1993/1994 zijn de herinrichtingsmaatregelen uitgevoerd. De monsters hebben een code bestaande uit N = genormaliseerd of H = heringericht, vj = voorjaar of nj = najaar en jaartal.

monster	<i>Agrypnia obsoleta</i>	<i>Calopteryx virgo</i>	<i>Goera pilosa</i>	<i>Hydropsyche pellucidula</i>
N vj 1986	0	0	3	20
N nj 1986	0	1	0	35
N nj 1989	1	0	0	0
H nj 1998	0	0	0	2
H vj 2003	0	0	0	1
N nj 2003	0	0	0	6

Tabel 5.2 Het aantal indicatoren uit de Aquatisch Supplementtypen langzaam stromende bovenloop (02-12) en langzaam stromende middenloop (02-13) dat alleen voor het uitvoeren van de maatregelen voorkomt, alleen erna en zowel ervoor als erna. De aantallen zijn apart vermeld voor het genormaliseerde, het heringerichte en beide trajecten samen (N = genormaliseerd, H = heringericht, N+H = in beide trajecten aangetroffen).

type indicator	alleen na herstel			alleen voor herstel			voor en na herstel
	H	N	H+N	H	N	H+N	hele traject
‘Langzaam stromende bovenloop’							
Begeleidend	0	1	0	6	1	0	1
Kenmerkend	0	4	0	4	1	0	3
‘Langzaam stromende middenloop’							
Begeleidend	0	3	0	6	4	0	2
Kenmerkend	0	2	0	2	1	0	4

In totaal zijn uit het type 02\_12 in de Tongelreep 21 verschillende indicatoren gevonden (tabel 5.2). Na 1993 zijn tien nieuwe indicatoren gevonden in het heringerichte traject, namelijk zes begeleidende soorten, *Agabus didymus*, *Nebrioporus*

*depressus elegans*, *Odontomesa fulva*, *Polypedilum uncinatum*, *Simulium ornatum* en *Zavrelimyia* sp., en vier kenmerkende soorten, *Ephemera danica*, *Lebertia insignis*, *Nanocladius rectinervis* en *Polypedilum pedestre*. In het genormaliseerde traject neemt het aantal indicatoren toe met één begeleidende, *Athripsodes cinereus*, en één kenmerkende, *Sigara hellensii*, soort.

Vijf indicatoren zijn alleen gevonden voor 1993, waarvan vier kenmerkende, *Calopteryx virgo*, *Goera pilosa*, *Hydroporus discretus* en *Limnephilus extricatus*, en één begeleidende, namelijk *Stictotarsus duodecimpustulatus*. *C. virgo* en *G. pilosa* zijn al vanaf 1986 niet meer gevonden in de beek. Deze soorten zijn dus niet door het uitvoeren van de maatregelen maar al eerder verdwenen.

Het type 02\_13 heeft in totaal 24 indicatoren. Na 1993 zijn vier kenmerkende, *C. virgo*, *G. pilosa*, *Echinogammarus berrilloni* en *H. discretus*, en drie begeleidende, *Paracladopelma nigritula*, *Pottbastia longimanus* en *S. duodecimpustulatus*, indicatoren niet meer gevonden. Daarentegen zijn in het heringerichte traject zes begeleidende, *Aeshna cyanea*, *A. didymus*, *Mystacides azurea*, *N. depressus elegans*, *O. fulva* en *Simulium erythrocephala*, en twee kenmerkende, *Limnephilus lunatus* en *N. rectinervis*, indicatoren voor het eerst aangetroffen in de Tongelreep. Ook in het genormaliseerde traject zijn nieuwe soorten aangetroffen, namelijk vier begeleidende indicatoren, *Athripsodes cinereus*, *Micronecta scholtzi*, *M. azurea* en *N. depressus elegans*, en de kenmerkende indicator *S. hellensii*.

## 5.6 Bekentypologie

De monsters van de Tongelreep uit de periode 1980 tot 1989, een genormaliseerde beek, zijn voornamelijk toegedeeld aan het beektype ‘Sterk belaste, langzaam stromende boven-middenlopen’ (B10) (tabel 5.3). In 1993 zijn de maatregelen uitgevoerd. In de periode van 1994 tot 1999 worden de monsters van zowel het genormaliseerde traject als het heringerichte traject eveneens toegedeeld aan het beektype ‘Sterk belaste, langzaam stromende boven-middenlopen’. Na 1999 is de belasting (van nutriënten) sterk verlaagd. De monsters van 2003 worden toegedeeld aan het beektype ‘Halfnatuurlijke, langzaam stromende boven-middenlopen’.

Tabel 5.3 De toedeling van de monsters uit de Tongelreep aan de beektypologie (N = bij de Belgische grens, N3 = bij Valkenswaard, H = heringerichte traject, vj= voorjaar en nj = najaar). Zie voor codes van de beektypen paragraaf 2.7\*.

genormaliseerde traject				heringerichte traject			
monster	beek- type	combined index	95- percentiel- grens	monsterpunt	beek- type	combined index	95- percentiel- grens
N vj 1980	B3a	56	101.2	H vj 1993	B10	256.7	386.1
N nj 1980	B10	62.2	200.6	H nj 1993	B10	173.8	386.1
N vj 1981	B9	80.1	122.1	H nj 1995	B10	133.2	386.1
N nj 1981	B10	69.7	200.6	H vj 1996	B9	122.9	232.8
N nj 1982	B10	66.2	148.5	H nj 1996	B9	86.8	122.1
N vj 1986	B3a	98.8	243.2	H nj 1998	B10	313.6	386.1
N nj 1986	Od	75.1	156.9	H vj 1999	B10	237.2	386.1
N3 nj 1986	B1	72	250.8	H nj 1999	B19	225.6	339.8
N vj 1987	B9	36.6	94.6	H nj 2001	B3a	96.2	243.2
N nj 1987	B10	28.5	121.0	H vj 2003	B3a	179.4	243.2
N vj 1988	B10	35.5	121.0	H nj 2003	B19	331.5	339.8
N nj 1988	B15	40.1	116.4				
N vj 1989	B9	35.9	122.1				
N nj 1989	B9	33.8	122.1				
N3 nj 1989	B10	49.5	121.0				
N nj 1990	B9	55.1	122.1				
N nj 1991	B10	54.8	200.6				
N nj 1992	B10	107.1	200.6				
N nj 1993	B9	32.5	94.6				
N nj 1994	B9	23.5	94.6				
N nj 1995	B9	29.6	122.1				
N nj 1998	B10	183.8	386.1				
N nj 1999	B10	155.3	386.1				
N nj 2000	B10	134	386.1				
N nj 2002	B10	140.3	386.1				
N nj 2003	B10	94.4	200.6				
N3 nj 2003	B3a	172.6	243.2				

## 5.7 Ecologische beoordeling met KRW maatlat

De referentie voor de Tongelreep wordt in de Kaderrichtlijn Water beschreven als langzaam stromende bovenloop op zand (R4) en/of langzaam stromende middenloop-benedenloop op zand (R5).

Tabel 5.4. Aantallen kenmerkende, negatief dominante en positief dominante soorten uit de KRW typen R4 en R5, aangetroffen in de Tongelreep voor, na en zowel voor als na het uitvoeren van de maatregelen (H = alleen gevonden in het heringerichte traject, N = alleen gevonden in het genormaliseerde traject, H+N= in beide trajecten aangetroffen.)

type indicatoren	alleen voor herstel			alleen na herstel			voor en na herstel
	H	N	H+N	H	N	H+N	hele traject
Type R4							
kenmerkend	1	0	4	6	1	1	2
negatief dominant	0	0	5	9	2	6	22
positief dominant	0	0	0	2	1	1	5
Type R5							
kenmerkend	1	0	7	11	6	5	10
negatief dominant	0	0	3	7	1	3	17
positief dominant	0	0	0	1	0	1	4

Vijf kenmerkende indicatoren uit het type R4 (tabel 5.4), *Bithynia tentaculata*, *Calopteryx virgo*, *Goera pilosa*, *Hydroporus discretus* en *Limnephilus extricatus*, zijn na het uitvoeren van de maatregelen niet meer waargenomen. Dit geldt tevens voor vijf negatief dominante indicatoren, *Culex* sp., *Dicrotendipes nervosus*, *Ophidonais serpentina*, *Sphaerium corneum* en *Valvata cristata*.

In het heringerichte traject zijn zes nieuwe kenmerkende indicatoren gevonden, namelijk *Ephemera danica*, *Eukiefferiella claripennis*, *Gyrinus substriatus*, *Lebertia insignis*, *Nanocladius rectinervis* en *Simulium erythrocephala*. Ook zijn twee positief dominante indicatoren aangetroffen: *Simulium ornatum* en *Simulium trifasciatum*. Daarentegen zijn er ook 9 nieuwe negatief dominante soorten aangetroffen.

In het genormaliseerde traject zijn veel minder nieuwe soorten gevonden. Het gaat om één kenmerkende indicator, *Sigara bellensii*, één positief dominante indicator, *Tvetenia* sp., en twee negatief dominante indicatoren aangetroffen.

De kenmerkende indicator, *Polypedilum pedestre*, en de positief dominante indicator, *Baetis vernus*, zijn na het uitvoeren van de maatregelen in beide trajecten gevonden. Tevens waren er 6 nieuwe negatief dominante indicatoren die in beide trajecten voorkwamen na het uitvoeren van de maatregelen.

Van het type R5 zijn acht kenmerkende indicatoren, *Bithynia tentaculata*, *Calopteryx virgo*, *Goera pilosa*, *Echinogammarus berilloni*, *Stictotarsus duodecimpustulatus*, *Potthastia longimanus*, *Paracladopelma nigrifulva* en *Limnephilus extricatus* en drie negatief dominante indicatoren, *Glyptotendipes* sp., *Ophidonais serpentina* en *Sphaerium corneum* niet meer aangetroffen na het uitvoeren van de maatregelen.

In het heringerichte traject zijn elf nieuwe kenmerkende indicatoren gevonden, namelijk *Agabus didymus*, *Ephemera danica*, *Eukiefferiella claripennis*, *Lebertia insignis*, *Mideopsis crassipes*, *Nanocladius rectinervis*, *Odontomesa fulva*, *Polypedilum convictum*, *Sperchobon clupeifer*, *Zavrelimyia* sp., en *Simulium erythrocephala* en één positief dominante indicator, *Simulium ornatum*. In het genormaliseerde traject zijn zes nieuwe kenmerkende



indicatoren, *Athripsodes cinereus*, *Atrichops crassipes*, *Demicryptochironomus vulneratus*, *Molanna angustata*, *Tvetenia* sp. en *Sigara hellensii* aangetroffen. Vijf nieuwe kenmerkende indicatoren, *Dicranota bimaculata*, *Mystacides azurea*, *Nebrioporus depressus elegans*, *Polypedilum scalaenum* en *Polypedilum pedestre*, en één positief dominante indicator, *Hydroptila* sp. kwamen na het uitvoeren van de maatregelen in beide trajecten voor. meer aangetroffen.

Het is gebleken dat na het uitvoeren van herstel meer nieuwe soorten zijn verschenen dan dat er soorten zijn verdwenen die voor het uitvoeren van de maatregelen wel voorkwamen. Toch is het niet wenselijk dat bijzondere soorten verdwijnen (of dat aan de uitgevoerde maatregelen ligt, is niet met zekerheid te zeggen). Verder valt op dat er in het heringerichte traject meer soorten zijn bijgekomen dan in het nog steeds genormaliseerde traject. Helaas geldt dit ook voor de negatief dominante soorten, die eveneens in aantal zijn toegenomen vooral in het heringerichte traject.

Tabel 5.5 Beoordeling van de ecologische kwaliteit met de KRW macrofauna deelmaatlat (1=slecht, 2=ontoereikend, 3=matig, 4=goed, 5=zeer goed) voor de typen R4 en R5. In de winter van 1993/1994 zijn de maatregelen uitgevoerd. De monsterpunten hebben een code bestaande uit N = genormaliseerde traject of H=heringerichte traject, vj = voorjaar of nj = najaar en jaartal.

genormaliseerde traject			heringerichte traject		
monster	Ecologische kwaliteitsklasse		monster	Ecologische kwaliteitsklasse	
	R5	R4		R5	R4
N nj 1980	1	1	H vj 1993	2	2
N vj 1980	2	2	H nj 1993	2	1
N vj 1981	1	2	H nj 1995	1	1
N nj 1981	1	1	H vj 1996	2	1
N nj 1982	1	1	H nj 1996	1	1
N vj 1986	4	2	H nj 1998	3	3
N nj 1986	3	3	H vj 1999	3	3
3N nj 1986	2	1	H nj 1999	3	3
N vj 1987	1	2	H vj 2003	4	3
N nj 1987	1	1	H nj 2003	3	3
N vj 1988	1	1			
N nj 1988	1	1			
N vj 1989	1	1			
N nj 1989	1	1			
N nj 1990	1	1			
N nj 1991	1	2			
N nj 1992	1	1			
N nj 1993	1	1			
N nj 1994	1	1			
N nj 1995	1	1			
N nj 1998	3	3			
N nj 1999	3	3			
N nj 2000	3	2			
N nj 2001	3	3			
N nj 2002	3	3			
N nj 2003	2	2			
3N nj 2003	4	3			

De monsters uit het genormaliseerde traject van de beek scoren in 1986 voor het type R5 goed in het voorjaar en matig in het najaar, voor type R4 scoort het voorjaar

slecht en het najaar matig (tabel 5.5). De monsters van 1980-1982 en 1987-1995 scoren zeer slecht tot slecht voor zowel het type R4 als R5. Er is een toename in de ecologische kwaliteit vanaf 1998, met in het najaar van 2003 bij de Drie bruggen, Valkenswaard een goede ecologische kwaliteit voor het type R5.

In het heringerichte traject van de beek scoren de monsters van 1993 tot 1996 zeer slecht (1) tot slecht (2) voor type R4 en R5. Vanaf 1998 scoort de beek matig (3) voor beide type, met in het voorjaar van 2003 een klasse goed (4) voor type R5. In 1996 is een RWZI in België in gebruik genomen die het huishoudelijke afvalwater eerst zuivert voordat het geloosd wordt op de Tongelreep. Waarschijnlijk heeft dit meer effect gehad op de ecologische kwaliteit dan de herinrichting in 1993, waarvan geen effect op de kwaliteitsklassen zichtbaar is. Hermeanderen levert dus geen betere ecologische kwaliteit op zolang de chemische kwaliteit slecht is.

## 5.8 Ecologische beoordeling met AQEM

De Tongelreep monsters zijn beoordeeld met het ecologisch beoordelingssysteem AQEM. Hierbij worden de monsters toegedeeld aan een van de vijf ecologische kwaliteitsklassen (1 = zeer slecht, 2 = slecht, 3 = matig, 4 = goed, 5 = zeer goed). Tabel 5.6 geeft de resultaten weer.

*Tabel 5.6. Beoordeling van de ecologische kwaliteit met het AQEM beoordelingssysteem (1=slecht, 2=ontoereikend, 3=matig, 4=goed, 5=zeer goed). De maatregelen zijn uitgevoerd in de winter van 1993/1994. De monsterpunten hebben een code bestaande uit N = genormaliseerde traject bij de Belgische grens, N3 = genormaliseerde traject bij Valkenswaard of H = heringerichte traject, vj = voorjaar of nj = najaar en jaartal.*

monster	klasse	monster	klasse	monster	klasse
N vj 1980	2	N3 nj 1986	1	H vj 1993	2
N nj 1980	1	N3 nj 1989	2	H nj 1993	2
N vj 1981	1	N3 nj 2003	4	H nj 1995	2
N nj 1981	1			H vj 1996	2
N nj 1982	1			H nj 1996	2
N vj 1986	4			H nj 1998	1
N nj 1986	2			H vj 1999	3
N vj 1987	2			H nj 1999	2
N nj 1987	2			H vj 2003	4
N vj 1988	2			H nj 2003	1
N nj 1988	2				
N vj 1989	2				
N nj 1989	1				
N nj 1990	2				
N nj 1991	1				
N nj 1992	1				
N nj 1993	2				
N nj 1994	2				
N nj 1995	2				
N nj 1998	2				
N nj 1999	2				
N nj 2000	3				
N nj 2001	2				
N nj 2002	2				
N nj 2003	2				

Over het algemeen is de kwaliteit volgens AQEM slecht in de Tongelreep. In het begin van de jaren tachtig is de klasse 1=slecht. Daarna scoren de meeste monsters klasse 2= ontoereikend. Betere monsters uit de genormaliseerde beek komen uit het voorjaar van 1986 en het najaar van 2003 en scoren de klasse goed. Ook het voorjaarsmonster uit 2003 uit het heringerichte traject scoort de klasse goed. Daarentegen levert het najaarsmonster weer klasse 1 op. AQEM laat geen verandering zien na het uitvoeren van de herstelmaatregelen in 1993. Ook het in gebruik nemen van de RWZI in 1996 is niet terug te zien in de kwaliteitsklassen.

## 5.9 Is herstel opgetreden?

Na 1993 is het aantal soorten in alle categorieën afgenomen. Vanaf 1998 is het aantal soorten weer sterk toegenomen, in 2003 zijn zelfs zeldzame en zeer zeldzame soorten gevonden. In het aantal doelsoorten en hun abundanties is geen verbetering te zien. In de laatste jaren zijn behalve *Hydropsyche pellucidula* geen doelsoorten aangetroffen. Het aantal kenmerkende en begeleidende soorten uit het Aquatisch Supplementtype is wel toegenomen, vooral in het heringerichte traject.

De bekentypologie laat pas een verbetering zien vanaf 1999 en dan alleen in het heringerichte traject waar de monsters worden toegedeeld aan half natuurlijke beken. In het genormaliseerde traject gebeurt dit alleen bij het najaarsmonster van 2003, de overige monsters vallen onder belaste beken, evenals de monsters uit eerdere jaren uit het heringerichte traject.

De KRW maatlat macrofauna laat een duidelijke omslag zien na 1996, toen de waterkwaliteit verbeterd is. De herstelmaatregelen van 1993 laten geen verandering zien, waarschijnlijk kunnen bijzondere soorten door de slechte waterkwaliteit toch niet terugkeren, hoewel de tellingen van soorten uit de maatlat laten zien dat er vooral in het heringerichte traject een aantal soorten is gevonden dat voor de uitvoering van de herstelmaatregelen nog niet was aangetroffen. Er is ook een goede waterkwaliteit nodig om het voorkomen van bepaalde soorten mogelijk te maken.

De AQEM beoordeling laat na 1993 geen verbetering zien. Ook na 1996 is geen duidelijke verandering waarneembaar. De resultaten in de laatste jaren schommelen tussen klasse 1 en klasse 4. Voor 1996 was het resultaat in de meeste gevallen klasse 2.

De meeste methoden laten herstel zien. Alleen in het aantal doelsoorten en met AQEM is geen verbetering zichtbaar. Een probleem is wel dat de hydromorfologische herstelmaatregelen in 1993 gevolgd zijn door een verbetering van de waterkwaliteit in 1996. Van de laatste maatregelen zijn de effecten veel duidelijker, waarschijnlijk omdat beide problemen toen waren opgelost.



## 6 Keersop

### 6.1 Gebiedsbeschrijving

De Keersop ontspringt ten oosten van Luyksgestel na samenvloeiing van de Elzenloop en de Boschwijerloop (figuur 6.1). Ten zuiden van Westerhoven mondt ook nog de Beekloop uit in de Keersop. De Keersop is als gevolg van deze samenvloeiingen een overgangsgebied van een bovenloop gevoed door ijzerrijk kwelwater, naar een bredere middenloop, die aansluit op het beekstelsel van de Boven-Dommel.

De Keersop is omstreeks 1880 op verschillende stukken sterk vergraven. Het gevolg hiervan was een verhoging van de stroomsnelheid en een verminderde stromingsvariatie. Tevens ging dit ten koste van de natuurlijke substraatdiversiteit. Door het grote verhang reageert de Keersop bij neerslag snel met toenemende afvoeren. De waterkwaliteit is goed, als gevolg van de toestroming van relatief veel kwelwater. De incidentele belasting door rioolwateroverstorten was rond 1992 nog vrij groot. Het is ons niet bekend wat nu de stand van zaken is.

De referentietoestand voor deze beek is:

- Aquatisch Supplementtype: 'Langzaam stromende middenloop' en 'Langzaam stromende benedenloop';
- Natuurdoeltype: 'Neutrale langzaam stromende midden-/benedenloop';
- Kaderrichtlijn Watertype: 'Langzaam stromende middenloop-benedenloop op zand'.

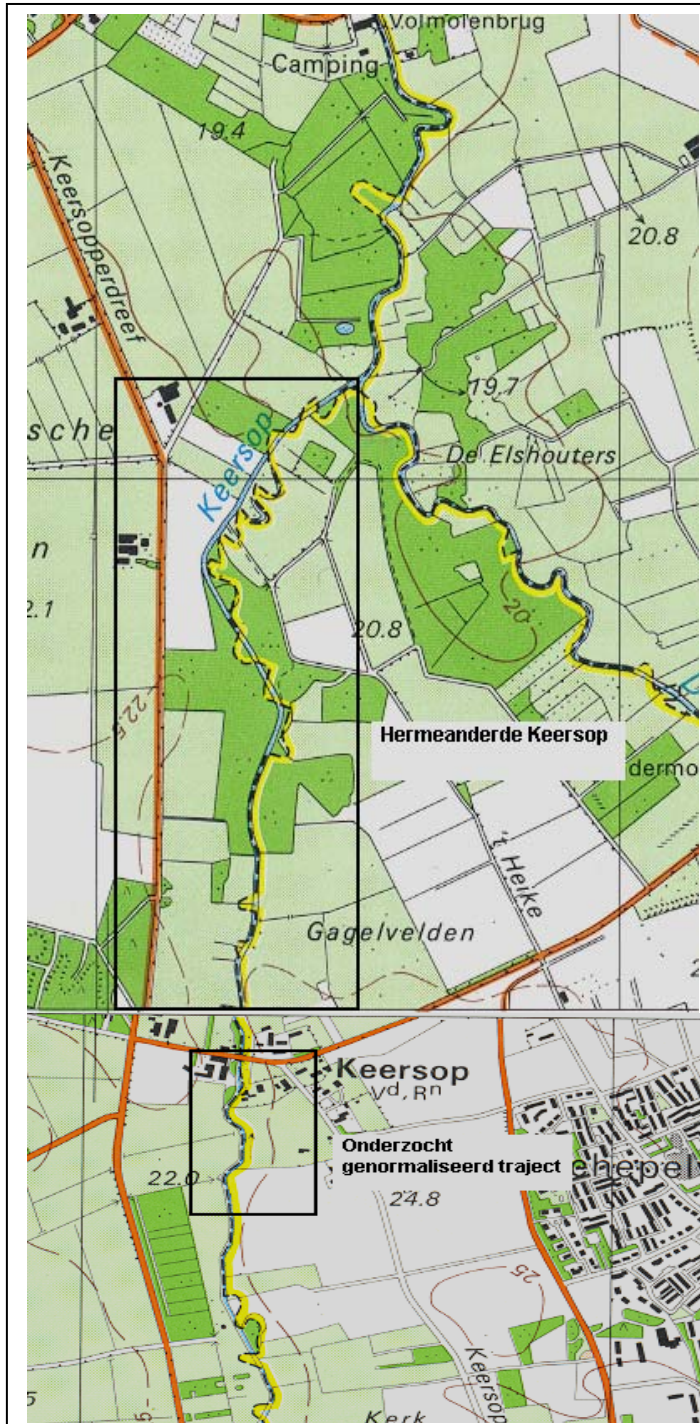
### 6.2 Herstelmaatregelen

In de winter van 1993/1994 zijn herinrichtingsmaatregelen uitgevoerd in de Keersop. Het heringerichte traject heeft een lengte van 1.5 km en is gebaseerd op de oude natuurlijke loop. Acht afgesneden meanders zijn weer hersteld en boven- en benedenstrooms van het traject zijn zandvangen aangelegd. Voor de opvang van piekafvoeren is de oude genormaliseerde stroom omgevormd in een bypass. Tevens is er variatie in de oeverstructuur aangebracht. Ook zijn langs de oevers houtige gewassen aangeplant (Bierens 2005).

### 6.3 Monitoringsgegevens

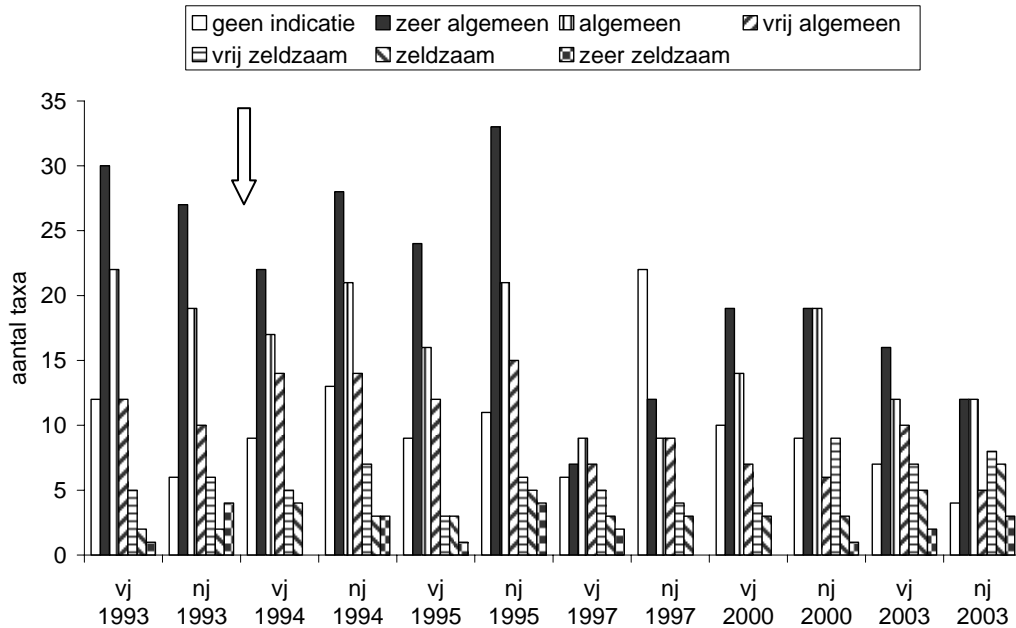
In de Keersop is de macrofauna al langer gemonitord, de eerste data komen dan ook uit 1980. In de genormaliseerde beek is gemeten bij te Westerhoven (code WN) in de periode 1980-1985. Het traject waar later de herinrichtingsmaatregelen uitgevoerd zijn, bij de voormalige Keersoppermolen (code N), is in de periode 1980-1988 bemonsterd. In het voorjaar van 2002 en 2003 zijn nogmaals monsters genomen in

het genormaliseerde traject bovenstrooms van het herinrichtingstraject. De herinrichtingsmaatregelen zijn uitgevoerd in 1994 bij de Galgenvelden. In het voor- en najaar van 1993 is de nulsituatie in dit deel vastgelegd. Na het uitvoeren van de maatregelen is er nog gemonsterd in het voor- en najaar van 1994, 1995, 1997, 2000, 2002 en 2003. De monsters uit het heringerichte traject hebben code H.



Figuur 6.1 Ligging van het onderzochte genormaliseerde traject en het heringerichte traject van de Keersop. De beek stroomt van zuid naar noord (naar: Wolters-Noordhoff Atlasproducties 1990).

## 6.4 Zeldzame soorten



Figuur 6.2. Het aantal taxa per distributieklaas in het heringerichte traject van de Keersop voor de jaren 1993-2003. De herstelmaatregelen zijn in de winter van 1993-1994 uitgevoerd (pijl).

Na herstel in de winter van 1993/1994 is het aantal soorten in het voorjaar van 1994 afgenomen. In het najaar van 1994 heeft zich dit weer hersteld (figuur 6.2). Opvallend is dat in 1997 weinig soorten gevonden zijn maar dat de aantallen daarna weer toenemen tot in 2000. In 2003 zijn de aantallen weer lager. Het is niet duidelijk of deze verschuivingen met de herstelmaatregelen te maken hebben, aangezien ze pas veel later optreden.

In de nulmeting voor de uitvoering van de herinrichtingsmaatregelen zijn vier zeer zeldzame soorten gevonden: *Aeshna affinis*, *Epoicocladus flavens*, *Gomphus vulgatissimus* en *Micronecta griseola*. Na de herinrichtingsmaatregelen zijn in de Keersop de zeer zeldzame soorten, *Aeshna affinis* en *Micronecta griseola* niet meer aangetroffen. Wel zijn er zes nieuwe zeer zeldzame soorten namelijk, *Brachycercus harrisella*, *Heptagenia flava*, *Lebertia porosa*, *Micronecta poweri*, *Nautarachna crassa* en *Potthastia gaedii* aangetroffen. In tabel 6.1 zijn de zeer zeldzame soorten weergegeven met de maand en jaar van vangst.

Tabel 6.1 Abundanties van zeer zeldzame soorten in het heringerichte traject van de Keersop (maatregelen winter 1993/1994).

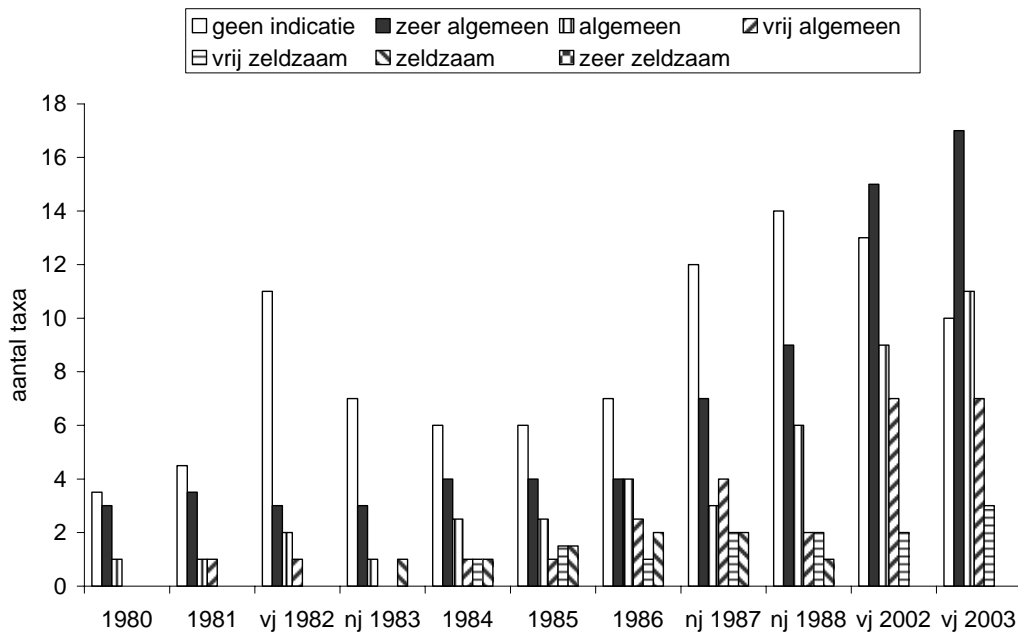
soort	monsters uit het heringerichte traject (maand-jaar)									
	04-1993	09-1993	08-1994	03-1995	08-1995	04-1997	09-1997	08-2000	04-2003	07-2003
<i>Aeshna affinis</i>		1								
<i>Brachycercus harrisella</i>			2		2					5
<i>Epicocladus flavens</i>	3	1				7	4		12	1
<i>Gomphus vulgatissimus</i>		2	4			1			6	3
<i>Heptagenia flava</i>			7	2	4			2		
<i>Lebertia porosa</i>							1			
<i>Micronecta griseola</i>		7								
<i>Micronecta poweri</i>					10					
<i>Nantarachna crassa</i>					3					
<i>Potthastia gaedii</i>							2			

In de Keersop zijn naast de zeer zeldzame soorten ook zeldzame soorten aangetroffen. In tabel 6.2 staan de zeldzame soorten die in het heringerichte traject zijn aangetroffen. In de nulmeting voor de maatregelen zijn er vier zeldzame soorten aangetroffen, na 1993 zijn daar nog elf andere zeldzame soorten bij gekomen. Het hoogste aantal zeldzame soorten is gevonden in de monsters van 2003.

Tabel 6.2 Abundanties van zeldzame soorten in het heringerichte traject van de Keersop (maatregelen winter 1993/1994).

taxon	monsters uit het heringerichte traject (maand-jaar)											
	04-1993	09-1993	04-1994	08-1994	03-1995	08-1995	04-1997	09-1997	04-2000	08-2000	04-2003	07-2003
<i>Acentria ephemerella</i>	2											1
<i>Adicella reducta</i>									1			
<i>Agabus uliginosus</i>								1				
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>		1	1	2		4	5	10		11	30	12
<i>Atherix</i> sp									18	2		2
<i>Calopteryx virgo</i>						1			1			
<i>Ephemerella ignita</i>				4		16		1		4		17
<i>Hygrobatas fluvialtilis</i>												2
<i>Notidobia ciliaris</i>												3
<i>Orectochilus villosus</i>		1	8		1						2	
<i>Pedicia rivosa</i>					1							
<i>Procloeon bifidum</i>						11						
<i>Sperchon clupeifer</i>			1		3	1	3	4			3	2
<i>Wettina podagriva</i>	9		9								2	
Totaal aantal zeldzame taxa	2	2	4	2	3	5	2	4	4	3	5	7





Figuur 6.3 Het aantal taxa per distributieklasse in het genormaliseerde traject van de Keersop voor de jaren 1980-2003. In de periode van de herinrichting zijn in dit traject geen monsters genomen.

In tegenstelling tot het heringerichte traject zijn in het genormaliseerde traject in 2002 en 2003 geen zeldzame en zeer zeldzame soorten aangetroffen (figuur 6.3). In de jaren tachtig zijn wel vijf zeldzame soorten, *Aphelocheirus aestivalis*, *Atherix* sp., *Calopteryx virgo*, *Ephemera ignita* en *Polycentropus irroratus* waargenomen, waarvan *P. irroratus* later niet meer is teruggevonden in het heringerichte gedeelte van de Keersop.

## 6.5 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement

In de Keersop zijn in de loop der jaren de doelsoorten *Brachycercus harrisella*, *Calopteryx virgo*, *Goera pilosa*, *Gomphus vulgatissimus*, *Heptagenia flava*, *Hydropsyche pellucidula*, *Lype phaeopa* en *Notidobia ciliaris* aangetroffen. De doelsoorten *B. harrisella*, *H. flava* en *N. ciliaris* zijn alleen aangetroffen in het heringerichte traject. De soorten *C. virgo*, *G. pilosa* en *H. pellucidula* zijn voor en na de maatregelen aangetroffen. De soorten *G. vulgatissimus* en *L. phaeopa* zijn voor het eerst aangetroffen in de nulmeting en wisten zich ook na de herinrichting te handhaven (tabel 6.3).

Tabel 6.3 Abundanties van de doelsoorten in de Keersop. In de winter van 1993/1994 zijn de maatregelen uitgevoerd. De monsterpunten hebben een code bestaande uit N = genormaliseerde traject of H = heringerichte traject, vj = voorjaar of nj = najaar en jaartal.

monster	doelsoorten							
	<i>Brachyercus harrisella</i>	<i>Calopteryx virgo</i>	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	<i>Goera pilosa</i>	<i>Heptagenia flava</i>	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	<i>Lype phacopa</i>	<i>Noitidobia ciliaris</i>
N vj 82				5				
N vj 84		2				1		
N nj 84		3		1		30		
N vj 85		4				2		
N nj 85				3		7		
N vj 86		1				2		
N nj 86		2				8	1	
N nj 87				6		25		
N nj 88						30		
H vj 93							1	
H nj 93			2					
H vj 94							4	
H nj 94	2		4		7	3		
H vj 95					2	1		
H nj 95	2	1			4	23		
H vj 97			1	1		4		
H nj 97				5		27		
H vj 00		1						
H nj 00					2	8		
H vj 03			6			1		
N vj 03							1	
H nj 03	5		3					3

De Keersop heeft als referentie de Aquatische Supplementtypen 'Langzaam stromende middenloop' en 'Langzaam stromende benedenloop'.

Tabel 6.4 Het aantal indicatoren uit de Aquatisch Supplementtypen langzaam stromende middenloop (02-13) en langzaam stromende benedenloop (02-14) dat alleen voor het uitvoeren van de maatregelen voorkomt, alleen erna en zowel ervoor als erna. De aantallen zijn apart vermeld voor het genormaliseerde, het heringerichte en beide trajecten samen (N = genormaliseerd, H = heringericht, N+H = in beide trajecten aangetroffen). De maatregelen zijn in de winter van 1993/1994 uitgevoerd.

type indicator	alleen voor herstel			alleen na herstel			voor en na herstel
	H	N	N+H	H	N	N+H	
'Langzaam stromende middenloop'							
begeleidend	0	1	0	8	0	1	6
kenmerkend	0	3	0	7	0	0	13
'Langzaam stromende benedenloop'							
begeleidend	0	3	0	7	0	1	7
kenmerkend	0	0	0	5	0	0	10

Van het Aquatische Supplementtype 'Langzaam stromende middenloop' zijn in totaal 38 indicatoren aangetroffen in de Keersop (tabel 6.4). Na de herinrichting zijn de begeleidende soort *Plectrocnemia conspersa* en de kenmerkende soorten *Arrenurus cylindratus*, *Deronectes latus* en *Polycentropus irroratus* niet meer gevonden.

In het heringerichte traject zijn acht nieuwe begeleidende indicatoren gevonden na 1993, namelijk *Agabus didymus*, *Brillia flavifrons*, *Centroptilum luteolum*, *Micronecta scholtzi*, *Nebrioporus depressus elegans*, *Odontomesa fulva*, *Paracladopelma nigrigula* en *Platambus maculatus*. Daarnaast zijn zeven nieuwe kenmerkende indicatoren gevonden: *Heptagenia flava*, *Hygrobates fluviatilis*, *Lype reducta*, *Physa fontinalis*, *Procloeon bifidum* en *Simulium angustipes*. De begeleidende soort *A. didymus* is in beide trajecten aangetroffen na 1993.

Van het type 'Langzaam stromende benedenloop' zijn in totaal 32 indicatoren aangetroffen in de Keersop. Na het uitvoeren van de maatregelen zijn drie begeleidende indicatoren verdwenen, namelijk *Oxyethira* sp., *Paramerina cingulata* en *P. conspersa*. Na 1993 zijn zeven nieuwe begeleidende soorten: *A. didymus*, *B. flavifrons*, *C. luteolum*, *Chaetopteryx villosa*, *Harnischia* sp., *P. nigrigula* en *Platambus maculatus* aangetroffen in het heringerichte traject. *A. didymus* is in beide trajecten aangetroffen na 1993. Verder zijn de vijf kenmerkende indicatoren, *Brachycercus harrisella*, *Caenis macrura*, *H. fluviatilis*, *N. ciliaris* en *Sperchon clupeifer*, alleen aangetroffen in het heringerichte traject van de Keersop.

## 6.6 Bekentypologie

De monsters van de Keersop zijn toegedeeld aan verschillende beektypen (tabel 6.5). In de periode voor herstel is in de genormaliseerde beek bemonsterd vanaf 1980 tot 1989. De monsters uit de jaren 1980-1982 zijn plantenrijke, bijna natuurlijke beeklopen (B24a/b). De monsters genomen vanaf 1983 zijn toegedeeld aan 'Snelstromende, half-natuurlijke boven-middenlopen' (B3a). Het heringerichte traject van de beek wordt eveneens toegedeeld aan dit type. Monsters tijdens en net na de herstelmaatregelen (1993-1995) passen niet zo goed in dit beektype want ze hebben een combined index score boven de 95-percentielgrens. Er is dus geen verandering opgetreden na de herstelmaatregelen (monsters van nulsituatie vallen in hetzelfde type als monsters in het heringerichte traject na het uitvoeren van de maatregelen). Ook is er geen verschil in 2003 tussen het genormaliseerde traject en het heringerichte traject.

Tabel 6.5. De toedeling van de monsters uit de Keersop aan de bekentypologie (N = genormaliseerde traject bij Keersoppermolen, WN = genormaliseerde traject bij Westerhoven, H = heringerichte traject, vj= voorjaar en nj = najaar). Zie voor codes van de beektypen paragraaf 2.7\*.

genormaliseerde traject				heringerichte traject			
monster	beektype	combined index	95-percentiel-grens	monster	beektype	combined index	95-percentiel-grens
N nj 1980	B24b	14.6	61.8	H vj 1993	B3a	336.2	243.2
N vj 1980	B24a	21.6	101.2	H nj 1993	B3a	214.9	243.2
N vj 1981	B24b	26.4	61.8	H vj 1994	B3a	267.7	243.2
N nj 1981	B24b	15.8	61.8	H nj 1994	B3a	314.6	243.2
N nj 1982	B24a	33.3	101.2	H vj 1995	B3a	257.9	243.2
N nj 1983	B3a	42.7	131.4	H nj 1995	B3a	371.9	243.2
N nj 1984	Od	57.5	156.9	H vj 1997	B3a	126.4	243.2
N vj 1985	B3a	60.4	243.2	H nj 1997	B3a	201.4	243.2
N nj 1985	B3a	80.8	243.2	H vj 2000	B3a	185	243.2
N vj 1986	B3a	75.9	243.2	H nj 2000	B3a	210.8	243.2
N nj 1986	B3a	87	243.2	H vj 2003	B3a	217.9	243.2
N nj 1987	B3a	87.9	243.2	H nj 2003	B3a	190.4	243.2
N nj 1988	B1	101.4	250.8				
N vj 2002	B3a	126.4	243.2				
N vj 2003	B3a	151.4	243.2				
WN vj 1980	B21	5.9	82.2				
WN nj 1980	B3a	29.5	129.3				
WN vj 1981	B10	58.3	200.6				
WN nj 1981	B24b	31.7	91.3				
WN vj 1982	B3a	61	131.4				
WN nj 1982	B3a	43.9	131.4				
WN vj 1983	B3a	48.7	129.3				
WN nj 1983	B3a	62.3	129.3				
WN vj 1984	B3a	65.9	243.2				
WN nj 1984	B3a	62.9	131.4				
WN nj 1985	B3a	67.5	129.3				

## 6.7 Ecologische beoordeling met KRW maatlat

De referentie voor de Keersop wordt in de Kaderrichtlijn Water beschreven als een 'Langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand' (R5).

Tabel 6.6 Aantallen kenmerkende, negatief dominante en positief dominante soorten uit KRW type R5, aangetroffen in de Keersop voor, na en zowel voor als na het uitvoeren van de maatregelen (H = alleen gevonden in het heringerichte traject, N = alleen gevonden in het genormaliseerde traject, H+N= in beide trajecten aangetroffen.)

type indicator	alleen voor herstel			alleen na herstel			voor en na herstel
	H	N	H+N	H	N	H+N	
kenmerkend	0	0	6	27	0	2	34
negatief dominant	0	0	1	6	1	2	11
positief dominant	0	0	0	2	0	0	5

Van het type R5 zijn in het heringerichte traject en het genormaliseerde traject zes kenmerkende indicatoren niet meer aangetroffen na 1993 (tabel 6.6): *Polycentropus*

*irroratus*, *Plectrocnemia conspersa*, *Arrenurus cylindratus*, *Brillia modesta*, *Deronectes latus* en *Enoicyla pusilla*. Eén negatief dominante indicator, *Glyptotendipes* sp. is na het uitvoeren van de herstelmaatregelen niet meer aangetroffen. In het heringerichte traject zijn 27 nieuwe kenmerkende indicatoren gevonden vanaf 1993 (tabel 6.7).

Tabel 6.7 De kenmerkende indicatoren uit het KRW type R5, aangetroffen in de Keersop na het uitvoeren van herstelmaatregelen.

<i>Hydroporus memnonius</i>	<i>Micronecta poweri</i>	<i>Polypedilum bicrenatum</i>
<i>Nanocladius bicolor</i>	<i>Nautarachna crassa</i>	<i>Polypedilum pedestre</i>
<i>Brillia flavifrons</i>	<i>Platambus maculatus</i>	<i>Mideopsis crassipes</i>
<i>Cyrmus trimaculatus</i>	<i>Proclleon bifidum</i>	<i>Odontomesa fulva</i>
<i>Simulium angustipes</i>	<i>Atherix ibis</i>	<i>Sperchon clupeiifer</i>
<i>Paracladopelma nigrifula</i>	<i>Lebertia porosa</i>	<i>Brachycercus harrisella</i>
<i>Pedicia rivosa</i>	<i>Adicella reducta</i>	<i>Hygrobates fluvialilis</i>
<i>Centroptilum luteolum</i>	<i>Forelia liliacea</i>	<i>Notidobia ciliaris</i>
<i>Chaetopteryx villosa</i>	<i>Heptagenia flava</i>	<i>Micropsectra atrofasciata</i>

Na de uitvoering van de herinrichting zijn in dat traject de twee positief dominante indicatoren, *Simulium ornatum* en *Hydroptila* sp. voor het eerst aangetroffen. Twee nieuwe kenmerkende indicatoren: *Agabus didymus* en *Nebrioporus depressus elegans*, kwamen na de herinrichting voor in beide trajecten. Tevens zijn er in totaal 9 negatief dominante indicatoren bijgekomen na herstel, waarvan de meeste (6) alleen in het heringerichte traject.

Tabel 6.8 Beoordeling van de ecologische kwaliteit met de KRW macrofauna deelmaatlat (1=slecht, 2=ontoereikend, 3=matig, 4=goed, 5=zeer goed) voor het type R5. In de winter van 1993/1994 zijn de maatregelen uitgevoerd. De monsterpunten hebben een code bestaande uit N = genormaliseerde traject bij de Keersoppermolen, WN = genormaliseerde traject bij Westerhoven, of H=heringerichte traject, vj = voorjaar of nj = najaar en jaartal.

genormaliseerde traject		heringerichte traject	
monster	ecologische kwaliteitsklasse	monster	ecologische kwaliteitsklasse
N vj 1980	3	H vj 1993	4
WN vj 1980	3	H nj 1993	4
N nj 1980	4	H vj 1994	4
N nj 1980	3	H nj 1994	4
N vj 1981	4	H vj 1995	4
WN vj 1981	2	H nj 1995	4
N nj 1981	3	H vj 1997	4
WN nj 1981	2	H nj 1997	4
N vj 1982	3	H vj 2000	4
WN vj 1982	3	H nj 2000	4
N nj 1982	3	N vj 2002	4
WN nj 1982	2	H vj 2003	4
WN vj 1983	3	N vj 2003	4
N nj 1983	4	H nj 2003	4
WN nj 1983	3		
WN vj 1984	4		
N nj 1984	4		
WN nj 1984	4		
N vj 1985	4		
N nj 1985	4		
WN nj 1985	3		
N vj 1986	4		
N nj 1986	4		
N nj 1987	4		
N nj 1988	4		

De monsters van de periode 1980-1983 scoorden veelal de klassen zeer slecht tot matig (tabel 6.8). In de periode 1984-1988 en de periode 2002-2003 zijn de monsters goed met uitzondering van het matige najaarmonster 1985 bij Westerhoven. De monsters uit het heringerichte traject hebben vanaf 1993 (dus al voor het uitvoeren van de maatregelen) de kwaliteitsklasse 'goed'.

## 6.8 Ecologische beoordeling met AQEM

Tabel 6.9 Beoordeling van de ecologische kwaliteit met het AQEM beoordelingsstelsel (1=slecht, 2=ontoereikend, 3=matig, 4=goed, 5=zeer goed). De maatregelen zijn uitgevoerd in de winter van 1993/1994. De monsterpunten hebben een code bestaande uit N = genormaliseerd bij Keersoppermolen, WN = genormaliseerd bij Westerhoven, of H = heringericht, vj = voorjaar of nj = najaar en jaartal.

monster	Ecologische kwaliteitsklasse	monster	Ecologische kwaliteitsklasse	monster	Ecologische kwaliteitsklasse
WN vj 1980	2	N vj 1980	2	H vj 1993	3
WN nj 1980	4	N nj 1980	4	H nj 1993	2
WN vj 1981	4	N vj 1981	4	H vj 1994	4
WN nj 1981	1	N nj 1981	4	H nj 1994	4
WN vj 1982	3	N vj 1982	4	H vj 1995	3
WN nj 1982	3	N nj 1982	4	H nj 1995	4
WN vj 1983	4	N nj 1983	5	H vj 1997	4
WN nj 1983	4	N nj 1984	4	H nj 1997	4
WN vj 1984	5	N vj 1985	4	H vj 2000	4
WN nj 1984	5	N nj 1985	5	H nj 2000	2
WN nj 1985	4	N vj 1986	4	H vj 2003	4
		N nj 1986	5	H nj 2003	4
		N nj 1987	4		
		N nj 1988	4		
		N vj 2002	4		
		N vj 2003	4		

De monsters van de Keersop zijn toegedeeld aan de vijf ecologische kwaliteitsklassen van AQEM (tabel 6.9). De monsters uit de genormaliseerde Keersop bij Westerhoven hebben in de periode 1980-1982 een wisselende kwaliteit van zeer slecht tot goed. In de periode 1983-1985 heeft dit traject een goede tot zeer goede kwaliteitsklasse. Van de monsters bij de Keersoppermolen scoort het voorjaarsmonster 1980 slecht, terwijl de rest goed tot zeer goed scoort. In het heringerichte traject heeft de nulmeting de kwaliteitsklasse slecht-matig. Na de uitvoering van de herinrichting scoren de meeste monsters de klasse goed, met uitzondering van het voorjaarsmonster uit 1995 en het najaarsmonster uit 2000. Het is de vraag of dit een effect is van de herinrichting. In het genormaliseerde traject is de klasse ook 4 (goed).

## 6.9 Is herstel opgetreden?

De herstelmaatregelen van 1993 laten geen effect zien in de direct daarop volgende jaren. Het aantal soorten per distributieklassie blijft ongeveer gelijk. Vanaf 1997 is het aantal soorten veel lager, vooral de zeer algemene soorten zijn in aantal afgenomen.

Vanaf 2000 worden weer zeer zeldzame soorten gevonden. In het genormaliseerde traject zijn in 2000 en 2003 geen zeldzame en zeer zeldzame soorten gevonden. Dit duidt op een betere kwaliteit in het heringerichte traject.

In de jaren na het uitvoeren van de maatregelen zijn 3 doelsoorten meer aangetroffen dan in de jaren daarvoor (8 respectievelijk 5). Enkele van de doelsoorten die al aanwezig waren zijn wel in lagere aantallen gevonden (*Calopteryx virgo*, *Hydropsyche pellucidula*). Veel van de doelsoorten komen voor in lage abundanties en worden niet in ieder jaar gevonden. Het aantal kenmerkende en begeleidende soorten uit de Aquatisch Supplementtypen is sterk toegenomen in het heringerichte traject. Hier is duidelijk een effect van de herstelmaatregelen merkbaar.

De bekentypologie laat geen verschil zien tussen 1993 en de jaren daarna. Dit geldt voor zowel het genormaliseerde als het heringerichte traject.

De berekening van de ecologische kwaliteitsklasse met de KRW maatlat macrofauna laat geen verschil zien tussen voor en na het uitvoeren van de maatregelen. Wel is het aantal kenmerkende soorten sterk toegenomen na het nemen van de maatregelen. Waarschijnlijk zijn de abundanties echter te laag om dit effect ook met de maatlat te verkrijgen.

De ecologische kwaliteitsklasse, beoordeeld met het AQEM systeem, is in het heringerichte traject ten opzichte van 1993 verbeterd. Echter, in vroegere metingen in het genormaliseerde traject was de kwaliteit ook al goed tot zeer goed.

Door het ontbreken van monsters uit het genormaliseerde traject in dezelfde periode is niet te achterhalen of het positieve effect daadwerkelijk komt door de herinrichting.

In tegenstelling tot de Tongelreep is de chemische kwaliteit in deze beek al langer veel beter. Ook is de stroomsnelheid goed. Dat uit zich in een hoge kwaliteitsklasse al voor het uitvoeren van de maatregelen. Desalniettemin hebben de maatregelen geleid tot een nog betere ecologische kwaliteit in het heringerichte traject.





## 7 Hierdense Beek

### 7.1 Gebiedsbeschrijving

De Hierdense Beek is een typische laaglandbeek, die ontspringt in een dalvormige laagte bij Uddel, gelegen tussen de stuwwallen van Garderen en de Oost-Veluwe (figuur 7.1). De hydrologische basis van de bovenloop wordt gevormd door een kleilaag, die is afgezet in de voorlaatste ijstijd. Hier ontvangt de beek vrij ondiep lokaal grondwater dat in het zandpakket boven de kleilaag is geïnfiltrerd. In de benedenloop ontvangt de beek ook regionaal grondwater.

De referentietoestand voor deze beek is:

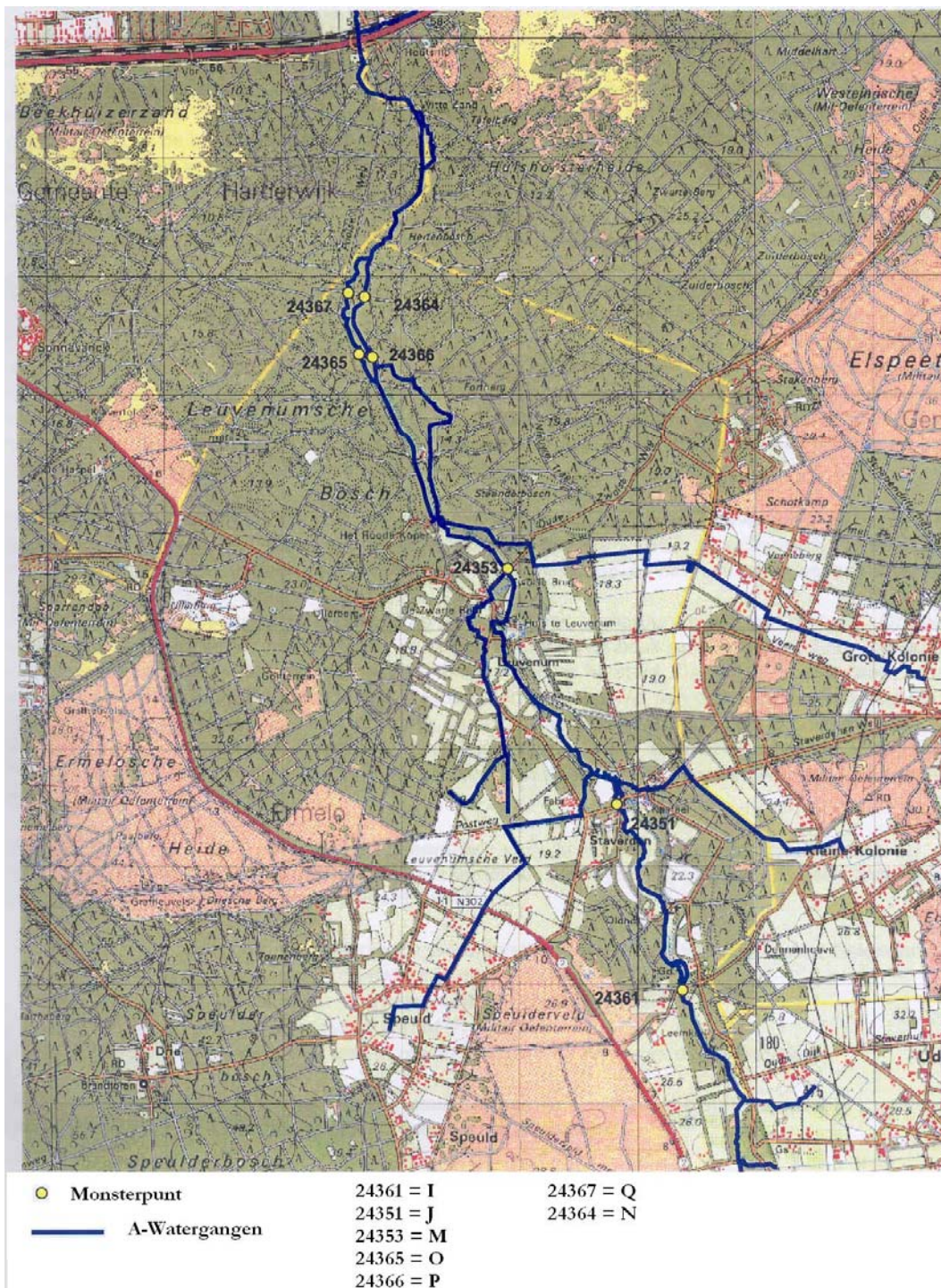
- Aquatisch Supplementtype: 'Langzaam stromende bovenloop' en 'Langzaam stromende middenloop';
- Natuurdoeltype: 'Neutrale, langzaam stromende bovenloop' en/of 'Neutrale, langzaam stromende midden- en benedenloop';
- Kaderrichtlijn Watertype: 'Langzaam stromende bovenloop op zand' en/of 'Langzaam stromende middenloop-benedenloop op zand'.

### 7.2 Herstelmaatregelen

In 1994 is een deel van de oorspronkelijke beekloop in het Leuvenumse bos hersteld. Daarnaast is in 1996-1997 een omvangrijk beheers- en onderhoudsplan uitgevoerd. Een deel van de maatregelen was gericht op verhoging van de natuurwaarde van de beek. Om een gelijkmatige afvoer te bewerkstelligen zijn langs de beek retentiebekkens aangelegd en zijn in het Leuvenumse bos oude beekmeanders hersteld. De rechte, parallelloop, waar de beek tot 1994 doorheen stroomde is afgedamd en ontvangt via een duiker in de dam een gedeelte van het beekwater. Het grootste deel van het beekwater stroomt sinds 1994 door de oude, smalle, kronkelende bedding (Cuppen 2003).

### 7.3 Monitoringsgegevens

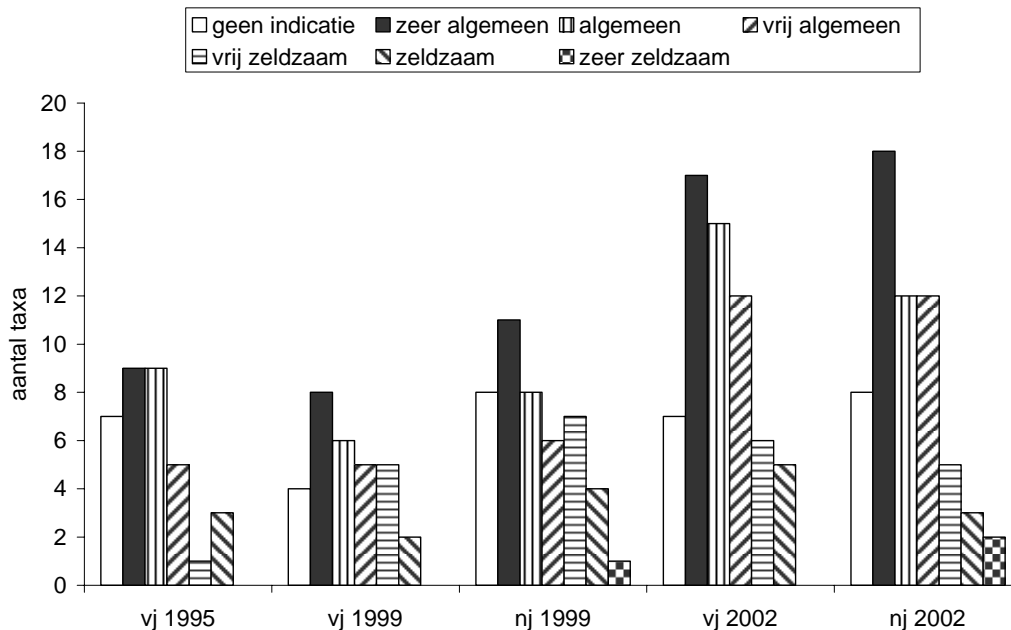
In het voorjaar van 1995 is de nulsituatie vastgelegd (macrofaunabemonstering) en is de eerste bemonstering gedaan in het net heringerichte traject. Er zijn drie monsterpunten gelegen in de bovenloop (I, J, M) en vier in de middenloop, waarvan twee in heringerichte traject (O en Q) en twee in de oude beekloop (P en N). De data uit het voor- en najaar van 1999 en 2002 zijn niet alleen vergeleken met de gegevens van de nulsituatie uit 1995 maar ook met gegevens uit 1972, die zijn verzameld naar aanleiding van een onderzoek naar het effect van bietenpulplozingen op het beekstelsel (Higler & Repko 1988).



Figuur 7.1 De Hiedense Beek met de monsterpunten in het bovenstroomse traject (I, J, M) en in het benedenstroomse beringerichte traject (in het Leuvenumsche Bosch, N, O, P, Q) (Cuppen 2003).

## 7.4 Zeldzame soorten

Het aantal soorten dat is gevonden in de bovenloop van de Hierdense beek is over het algemeen toegenomen in de periode 1995-2002 (figuur 7.2). Dit geldt voor vrijwel alle categorieën. Zeer zeldzame soorten zijn alleen gevonden in het najaar van 1999 en 2002. Alleen in de bovenloop zijn in 1999 individuen van de zeer zeldzame soort *Baetis tracheatus* gevonden. De zeer zeldzame soorten *Epoicocladius flavens* en *Nemoura avicularis* zijn in 2002 in de boven- en de middenloop aangetroffen.

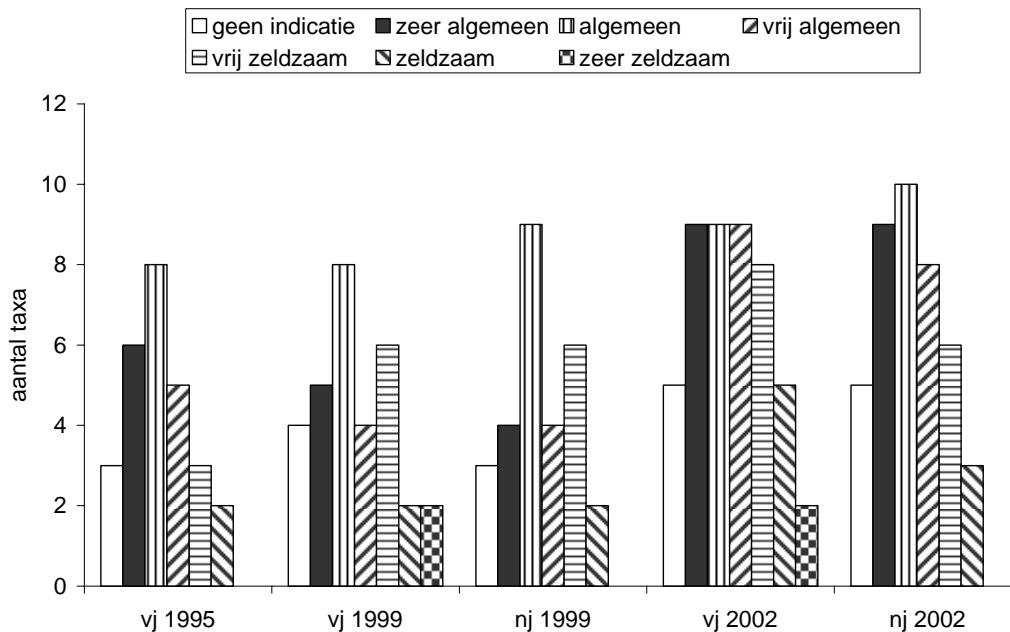


Figuur 7.2 Het aantal taxa per distributieklaas in het bovenstroomse traject (monsterpunt J) van de Hierdense beek voor de jaren 1995-2002. Het heringerichte traject is in 1994 in gebruik genomen.

De volgende zeldzame soorten zijn alleen in de bovenloop gevonden: *Gerris gibbifer* en *Heterotanytarsus apicalis* in 1995, *Hydroporus melanarius* en *Agabus montanus* in 2002, *Limnius volckmari* in 1999 en 2002 en *Tinodes assimilis* de gehele periode. De zeldzame soorten *Hygrobatas fluvialis*, *Leptoplebia marginata*, *Micropsectra fusca*, *Nanocladius rectinervis*, *Orectochilus villosus*, *Osmylus fulvicephalus*, *Silo nigricornis* en *Wettina podagrica* zijn over de gehele periode ook in de middenloop aangetroffen.

Ook in de heringerichte middenloop is het aantal soorten in totaal gestegen. Het aantal zeldzame soorten is vooral in het voorjaar van 2002 hoog (figuur 7.3).

De drie zeldzame soorten *Corynoneura celeripes*, *Sigara limitata* en *Sperchon setiger* zijn in 1995 alleen in de middenloop aangetroffen. De laatstgenoemde twee soorten zijn alleen aangetroffen in het heringerichte traject. De zeer zeldzame soort *Lebertia rivulorum* is alleen gevonden in 1999 in het heringerichte traject. Bijlage 2 geeft de figuren voor de andere monsterpunten.



Figuur 7.3 Het aantal taxa per distributieklaas in het beringerichte traject (monsterpunt O) van de Hierdense beek voor de jaren 1995-2002. De maatregelen zijn eind 1994 uitgevoerd.

## 7.5 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement

Tabel 7.1 Abundanties van de doelsoorten op de monsterpunten in de Hierdense beek. De aanwezigheid van de doelsoorten in 1972 is eveneens aangegeven. In 1995 is het beringerichte traject (monsterpunten O en Q) in gebruik genomen.

monsterpunt en jaartal	doelsoorten				
	<i>Baetis tracheatus</i>	<i>Hydropsyche pellucidula</i>	<i>Leptophlebia marginata</i>	<i>Lype phaeopa</i>	<i>Nemoura avicularis</i>
M 1995	2	0	0	0	0
J 1995	0	0	0	1	0
P 1995	0	0	1	0	0
J 1999	0	3	0	0	0
N 1999	0	1	0	0	0
O 1999	0	8	0	2	0
Q 1999	0	5	0	0	0
M 2002	0	0	0	0	17
I 2002	0	6	0	0	2
J 2002	0	1	3	0	41
N 2002	0	1	0	1	15
P 2002	0	0	3	0	3
O 2002	0	1	5	7	16
Q 2002	0	0	3	1	7
In 1972	-	x	x	x	x

In deze beek zijn vijf doelsoorten gevonden (tabel 7.1). De doelsoort *Baetis tracheatus* is alleen in de bovenloop gevonden in 1995. *Leptophlebia marginata* en *Lype phaeopa* zijn zowel voor als na de herinrichting gevonden. De soort *Hydropsyche pellucidula* is in 1999 en 2002 gevonden. *Nemoura avicularis* is in 2002 in de gehele beek voor het eerst

aangetroffen. Behalve *Baetis tracheatus* zijn alle doelsoorten ook al in historische data van 1972 aangetroffen.

Tabel 7.2 Het aantal indicatoren uit de Aquatisch Supplementtypen langzaam stromende bovenloop (02-12) en langzaam stromende middenloop (02-13) dat alleen vlak na het uitvoeren van de maatregelen voorkomt (1995), alleen vanaf 1996 en in beide perioden. De maatregelen zijn eind 1994 uitgevoerd.

type indicator	vlak na herstel (1995)	na herstel (vanaf 1996)	beide perioden (1995-2002)
‘Langzaam stromende bovenloop’			
begeleidend	1	3	8
kenmerkend	0	9	13
‘Langzaam stromende middenloop’			
begeleidend	1	6	7
kenmerkend	0	9	11

Na het uitvoeren van de herstelmaatregelen zijn er begeleidende en kenmerkende soorten bijgekomen (tabel 7.2). Van beide Aquatisch Supplementtypen is slechts 1 begeleidende soort verdwenen.

Uit het Aquatisch Supplementtype ‘Langzaam stromende bovenloop’ zijn in totaal 34 indicatoren gevonden. De begeleidende soort *Paratrichocladius rufiventris* is na het uitvoeren van de maatregelen niet meer gevonden. De begeleidende soorten *Nebrioporus depressus elegans*, *Simulium ornatum*, en *Agabus didymus* zijn pas gevonden na 1995. Deze soorten kwamen in de gegevens uit 1972 ook al voor. De kenmerkende indicatoren *Deronectes latus*, *Enoicyla pusilla*, *Limnius volckmari*, *Elmis aenea*, *Microsectra notescens*, *Micropterna lateralis* en *Paratendipes albimanus* zijn na het uitvoeren van de maatregelen in de beek aangetroffen. Ook deze soorten waren in 1971 al in de beek gevonden. De kenmerkende indicatoren *Arrenurus cylindratus* en *Limnebius truncatellus* zijn voor het eerst aangetroffen in de beek na 1995. Deze waren nog niet eerder gevonden.

Van het type ‘Langzaam stromende middenloop’ zijn in totaal 34 indicatoren gevonden. De begeleidende indicator *Paratrichocladius rufiventris* is eenmaal aangetroffen in de middenloop van de beek, tijdens de nulmonitoring (deze soort is niet bekend uit de historische data). De begeleidende indicatoren *Aeshna cyanea*, *Agabus didymus*, *Nebrioporus depressus elegans*, *Odontomesa fulva* en *Platambus maculatus* zijn in de historische data en na 1995 gevonden. De begeleidende soort *Colymbetes fuscus* is voor het eerst gevonden na 1995. De kenmerkende soorten *Bereodes minutus*, *Deronectes latus*, *Elmis aenea*, *Hydropsyche pellucidula*, *Limnius volckmari*, *Microsectra notescens* en *Micropterna sequax* zijn in de historische data en na de uitvoer van de herstelmaatregelen gevonden. De kenmerkende soorten *Arrenurus cylindratus* en *Limnebius truncatellus* zijn voor het eerst aangetroffen in de Hierdense Beek na uitvoer van de herstelmaatregelen.

## 7.6 Bekentypologie

De monsters uit de Hierdense beek zijn toegeedeeld aan verschillende beektypen (tabel 7.3). De monsters van de punten J en M (behalve uit 1995) zijn toegeedeeld aan het type ‘Snelstromende, half-natuurlijke boven-middenlopen’ (B3a). Het voorjaarsmonster van 1995 uit M is toegeedeeld aan het type ‘Sterk belaste, langzaam stromende boven-middenlopen’ (B10). De monsters van punt I wisselen tussen het voor- en najaar van type. In het voorjaar heeft het type ‘(Snel) stromende, bijna natuurlijke bovenlopen’ (B24a) en in het najaar het type ‘Snelstromende, half-natuurlijke boven-middenlopen’ (B3a). Het voorjaarsmonster van 1995 heeft het type ‘Snelstromende half-natuurlijke bovenlopen van stuwwalbeken’ (A-02). De monsters van monsterpunt J, genomen in het voor- en najaar van 2002, hebben een combined index score boven de 95-percentielgrens. Deze monsters passen dus minder goed bij het type.

De monsters uit de middenloop zijn over het algemeen toegeedeeld aan het type ‘Snelstromende, half-natuurlijke boven-middenlopen’ (B3a). Alleen de voorjaarsmonsters van 1995 uit O en P hebben een ander type respectievelijk ‘Snelstromende half-natuurlijke bovenlopen van stuwwalbeken’ (A-02) en ‘Sterk belaste, langzaam stromende boven-middenlopen’ (B10). Het lijkt er dus op dat het type is veranderd na de uitvoering van de herstelmaatregelen.

Tabel 7.3 De toedeling van de monsters uit de boven- en middenloop (beringerichte traject, monsterpunten O en Q) van de Hierdense beek aan de beektypologie (vj= voorjaar en nj = najaar). Zie voor codes van de beektypen paragraaf 2.7.

bovenloop-monsters		beek-type	combined index	95-percentiel-grens	middenloop-monsters		beek-type	combined index	95-percentiel-grens
I	vj 1995	A-02	158.6	249.2	N	vj 1995	B3a	238.4	243.2
	vj 1999	B24a	105.3	173.3		vj 1999	B3a	197	243.2
	nj 1999	B3a	212.1	243.2		nj 1999	B3a	250.7	243.2
	vj 2002	B24a	187.2	173.3		vj 2002	B3a	230.7	243.2
	nj 2002	B3a	219.3	243.2		nj 2002	B3a	263.7	243.2
J	vj 1995	B3a	205.2	243.2	O	vj 1995	A-02	245.1	249.2
	vj 1999	B3a	172.3	243.2		vj 1999	B3a	160.4	243.2
	nj 1999	B3a	244	243.2		nj 1999	B3a	178.2	243.2
	vj 2002	B3a	345.9	243.2		vj 2002	B3a	217	243.2
	nj 2002	B3a	345.9	243.2		nj 2002	B3a	261.9	243.2
M	vj 1995	B10	199.4	386.1	P	vj 1995	B10	129.9	386.1
	vj 1999	B3a	132.8	243.2		vj 1999	B3a	114.9	243.2
	nj 1999	B3a	157	243.2		nj 1999	B3a	160	243.2
	vj 2002	B3a	207	243.2		vj 2002	B3a	187	243.2
	nj 2002	B3a	230.4	243.2		nj 2002	B3a	139.3	243.2
				Q	vj 1999	B3a	182.2	243.2	
					nj 1999	B3a	159.1	243.2	
					vj 2002	B3a	177.2	243.2	
					nj 2002	B3a	257	243.2	

## 7.7 Ecologische beoordeling met KRW maatlat

De referentie voor de Hierdense Beek is R4 voor de bovenloop en R5 voor de midden/benedenloop. Deze typen worden in de Kaderrichtlijn Water beschreven als 'langzaam stromende bovenloop op zand' (R4) en 'langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand' (R5).

Tabel 7.4. Aantallen kenmerkende, negatief dominante en positief dominante soorten uit KRW type R4 en R5, aangetroffen in de Hierdense beek vlak na herstel (1995) en van 1996-2002 (H = alleen gevonden in het heringerichte traject, N = alleen gevonden in het genormaliseerde traject, H+N = in beide trajecten aangetroffen.) Tevens is aangegeven bij de soorten gevonden vanaf een jaar na herstel of deze in 1972 ook aanwezig waren.

type indicator	vlak na herstel (1995)			vanaf een jaar na herstel 1996-2002 (en in 1972)		
	H	N	H+N	H	N	H+N
<b>R4</b>						
kenmerkend	1	2	0	1 (1)	7(5)	6 (6)
negatief dominant	0	2	1	0	6 (3)	3 (2)
positief dominant	0	0	0	0	0	3 (2)
<b>R5</b>						
kenmerkend	0	3	1	2 (1)	6 (4)	6 (5)
negatief dominant	0	0	0	0	6 (3)	1 (1)
positief dominant	0	0	0	0	0	2 (1)

Van het type R4 is in het heringerichte traject één kenmerkende indicator, *Sperchon setiger*, niet meer aangetroffen na 1995 (tabel 7.4). In het genormaliseerde traject zijn de twee kenmerkende indicatoren, *Gerris gibbifer* en *Heterotanytarsus apicalis* en twee negatief dominante indicatoren, *Alboglossiphonia heteroclita* en *Dero digitata*, niet meer aangetroffen. In beide trajecten van de beek is de negatief dominante indicator, *Nais communis*, niet meer aangetroffen.

In het heringerichte traject is één nieuwe kenmerkende indicator, *Elmis aenea*, gevonden. In het genormaliseerde traject zijn zeven kenmerkende indicatoren aangetroffen vanaf 1995. De indicatoren *Bereodes minutus*, *Gyrinus substriatus*, *Limnius volckmari* en *Osmylus fulvicephalus* zijn ook aangetroffen in de data uit 1972. *Arrenurus cylindratus*, *Limnebius truncatellus* en *Sperchon squamosus* zijn niet in de data uit 1972 aangetroffen. In het heringerichte en genormaliseerde traject zijn zes kenmerkende indicatoren, *Deronectes latus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Micropterna lateralis*, *Micropterna sequax*, *Nemoura avicularis* en *Sialis fuliginosa*, opnieuw gevonden. Daarnaast zijn drie positief dominante indicatoren aangetroffen, namelijk *Micropectra notescens*, *Simulium ornatum* en *Hygrobates nigromaculatus*. Deze laatste komt niet voor in de gegevens uit 1972. Na 1995 zijn er 9 negatief dominante soorten bijgekomen.

Van het type R5 is in het heringerichte traject één kenmerkende indicator, *Sperchon setiger*, niet meer aangetroffen na 1995. In het genormaliseerde traject zijn drie kenmerkende indicatoren, *Agabus didymus*, *Baetis tracheatus* en *Paratrichocladius rufiventris*, niet meer aangetroffen na 1995.

In het heringerichte traject zijn de twee nieuwe kenmerkende indicatoren, *Elmis aenea* en *Lebertia rivulorum*, gevonden, waarvan *L. rivulorum* niet voorkomt in de gegevens uit 1972. In het genormaliseerde traject zijn zes kenmerkende indicatoren aangetroffen vanaf 1995. De indicatoren *Bereodes minutus*, *Gyrinus substriatus*, *Limnius volckmari* en *Osmylus fulvicephalus* zijn ook aangetroffen in de gegevens uit 1972. De indicatoren *Arrenurus cylindricus* en *Limnebius truncatellus* zijn niet in de gegevens uit 1972 aangetroffen. Zes kenmerkende indicatoren, *Deronectes latus*, *Hydropsyche pellucidula*, *Micropterna sequax*, *Platambus maculatus* en *Sialis fuliginosa*, zijn in beide trajecten gevonden, waarvan *Mideopsis crassipes* niet in de historische data is aangetroffen. Daarnaast zijn twee positief dominante indicatoren aangetroffen, namelijk *Simulium ornatum* en *Hygrobates nigromaculatus*, waarbij laatstgenoemde niet in de historische data voorkomt. Het aantal negatief dominante soorten is toegenomen met 7, voor het nemen van de maatregelen kwamen geen negatief dominante soorten voor.

Tabel 7.5 Beoordeling van de ecologische kwaliteit van de monsters uit de Hierdense beek met de KRW macrofauna deelmaatlat (1=slecht, 2=ontoereikend, 3=matig, 4=goed, 5=zeer goed) voor de typen R4 en R5. De maatregelen zijn eind 1994 uitgevoerd.

traject	monsterpunt	voorjaar 1995	voorjaar 1999	najaar 1999	voorjaar 2002	najaar 2002
R4 bovenloop	I	4	4	5	4	5
	J	5	5	5	4	4
	M	4	3	4	4	3
R5	middenloop: bypass	N	5	5	5	5
	middenloop: bypass	P	3	5	5	5
	middenloop: heringerichte	O	5	5	5	5
	traject	Q	-	5	5	5

De monsters van de bovenloop (R4) hebben een goede tot zeer goede ecologische kwaliteit, behalve punt M in het voorjaar van 1999 en in het najaar van 2002 (tabel 7.5). Alle monsters van de midden- en benedenloop (R5) hebben een zeer goede ecologische kwaliteit, alleen het monster uit het najaar van 1995 in de bypass (P) scoort 'matig'.

Het is gebleken dat de grote aantallen *Gammarus pulex*, een positief dominante indicator, grote invloed hebben op de uitkomst van de maatlat. Als dezelfde berekening met lagere aantallen van deze soort werden herhaald, scoorde de maatlat in sommige gevallen wel twee klassen lager (resultaten niet opgenomen).



## 7.8 Ecologische beoordeling met AQEM

Tabel 7.6 Beoordeling van de ecologische kwaliteit van de monsters uit de Hierdense beek met het AQEM beoordelingsstelsel (1=slecht, 2=ontoereikend, 3=matig, 4=goed, 5=zeer goed). De maatregelen zijn eind 1994 uitgevoerd.

traject	monsterpunt	voorjaar 1995	voorjaar 1999	najaar 1999	voorjaar 2002	najaar 2002
bovenloop	M	2	4	4	4	2
	J	4	5	5	2	4
	I	4	4	4	4	4
middenloop: bypass	P	2	4	4	3	3
middenloop: bypass	N	4	4	4	4	4
middenloop: heringerichte	Q		4	5	5	4
traject	O	2	4	5	4	5

In de bovenloop van de Hierdense Beek heeft punt I in de gehele monitoringsperiode een goede ecologische kwaliteit (tabel 7.6). Punt J heeft een goede of zeer goede ecologische kwaliteit, behalve in het voorjaar van 2002, dan scoort dit monsterpunt klasse 2. Punt M scoort slecht in het voorjaar van 1995 en het najaar van 2002. Op de andere bemonsteringsdata scoort het punt goed. De middenloop scoort de gehele monsterperiode goed. De afgesloten arm scoort in de nulsituatie slecht, na het uitvoeren van de maatregelen goed en in 2002 matig. De heringerichte beekloop heeft in de nulsituatie eveneens een slechte kwaliteit. Ook deze verbetert in de jaren na 1995 en wordt goed tot zeer goed.

## 7.9 Is herstel opgetreden?

In de soortensamenstelling is herstel niet direct zichtbaar. Het aantal zeldzame soorten is pas duidelijk hoger in 2002. Een andere trend is dat het totale aantal soorten toeneemt, vooral door een toename van zeer algemene soorten.

Er zijn drie doelsoorten bijgekomen maar één doelsoort is na 1995 niet meer waargenomen. Na 1995 zijn meer kenmerkende en begeleidende soorten waargenomen.

De bekentypologie geeft voor de meeste monsterpunten beektype B3a aan, half natuurlijke beken. Alleen in 1995 komt twee keer het type B10 voor dat belasting aangeeft. Dit betekent dat de situatie na 1995 is verbeterd.

Soorten uit de KRW maatlat zijn na herstel vooral gevonden in het genormaliseerde of beide trajecten. De ecologische kwaliteitsklasse is over het algemeen goed of zeer goed en laat nauwelijks effect zien na uitvoering van de maatregelen. Een kort negatief effect is waargenomen in de bypass bij de heringerichte oude loop van de Hierdense Beek, klasse 2. AQEM laat in 1995 daarnaast op een punt in de bovenloop en een punt in het heringerichte traject een ontoereikende ecologische kwaliteit zien.



## 8 Discussie

### 8.1 Is herstel opgetreden?

In alle projecten is enige mate van herstel opgetreden. Dit was vaak aan te tonen met meer methoden, hoewel niet alle methoden in alle projecten hetzelfde beeld gaven (tabel 8.1). Effecten waren niet in alle gevallen direct waar te nemen. Soms traden ze pas na enkele jaren op. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Bij de Tongelreep bijvoorbeeld verbeterde na een aantal jaren na het eerste herstel ook de waterkwaliteit, waarna de macrofauna pas reageerde. Bij andere projecten heeft herstel tijd gekost omdat soorten niet direct terug kunnen keren. Dit uitte zich vooral in het aantal zeldzame soorten, dat vaak pas een aantal jaren later toenam. Niet alle methoden werken even goed. Uit tabel 8.1 blijkt bijvoorbeeld dat de slotentypologie bij beide slotenprojecten geen verandering liet zien. De bekentypologie deed dit wel voor twee van de drie projecten. Het aantal indicatorsoorten en het aantal zeldzame soorten nam in alle projecten toe. Het aantal doelsoorten in vier van de vijf projecten. De ecologisch beoordeling laat ook niet altijd een verschil zien. Dit geldt voor zowel de AQEM als de KRW methode. Opvallend is dat als de ene methode wel een verandering laat zien, de andere methode dat niet doet. De methoden vullen elkaar dus aan en kunnen het beste in combinatie gebruikt worden. Als slechts 1 methode gebruikt wordt om de gegevens te analyseren kan dat tot verkeerde conclusies leiden.

In het te ontwikkelen expert systeem zullen dan ook alle in dit onderzoek gebruikte methoden worden opgenomen om het effect in uit te drukken:

- Toename aantal zeldzame soorten (vrij zeldzaam, zeldzaam en zeer zeldzaam opgeteld)
- Toename aantal doelsoorten Aquatisch Supplementtype
- Toename aantal indicatorsoorten Aquatisch Supplementtype
- Toename ecologische kwaliteitsklasse sloten/bekentypologie (hiervoor kunnen de kwaliteitsklassen gekoppeld aan de typen worden gebruikt)
- Toename ecologische kwaliteitsklasse KRW maatlatten (macrofauna, macrofyten, fytobenthos/fytoplankton, vissen)
- Toename ecologische kwaliteitsklasse AQEM
- 

Om het effect goed kwantitatief te kunnen beschrijven moet nog wel een oplossing gevonden worden voor de termijn waarover het effect wordt weergegeven (bijvoorbeeld 5 en/of 10 jaar en een gemiddelde per bemonsteringsjaar).

In de volgende paragrafen zijn de voor- en nadelen van de methoden uitgebreider beschreven.

Tabel 8.1 *Overzicht van effecten van herstelmaatregelen berekend met de verschillende methoden (+=positief effect, 0=geen effect, -=negatief effect).*

methode	herstelproject				
	Nooitgedacht	Emmertochtsloot	Tongelreep	Keersop	Hierdense beek
zeldzame soorten	+	+	+	+	+
doelsoorten	+	+	0	+	+
indicatorsoorten	+	+	+	+	+
sloten/bekentypologie	0	0	+	0	+
KRW-soorten	n.v.t.	n.v.t.	+	+	0
ecologische beoordeling KRW	n.v.t.	n.v.t.	+	0	0
ecologische beoordeling AQEM	n.v.t.	n.v.t.	0	+	+

## 8.2 Zeldzame soorten

Het aantal zeldzame soorten is in alle herstelprojecten toegenomen. Dit is een logisch effect van herstel want de Nederlandse zeldzame soorten zijn meestal gerelateerd aan natuurlijke wateren (Nijboer 2006). Door herstel wordt het habitat weer geschikt voor deze soorten. Aangezien zeldzame soorten op weinig plekken voorkomen, kan het even duren voordat ze een hersteld traject opnieuw gekoloniseerd hebben. Vaak is de afstand die ze moeten overbruggen groot. Een toename in aantallen treedt dan ook pas op een aantal jaren na herstel. Voor het gebruik van deze methode is het dus van belang om gedurende een groot aantal jaren te blijven monitoren (5-10).

Sommige zeldzame soorten komen ook in lage abundanties voor (dit hoeft niet altijd zo te zijn!), waardoor de vangkans klein is. Deze soorten zullen niet in elk monster gevangen worden. Daarom moet gekeken worden naar het aantal zeldzame soorten in een monster naast het al dan niet voorkomen van specifieke soorten.

In een aantal van de projecten nam niet alleen het aantal zeldzame soorten toe maar ook het aantal soorten in de andere categorieën. Dit kan betekenen dat het heringerichte water beter geschikt wordt voor soorten uit alle categorieën maar het kan er ook op duiden dat er een vooruitgang is in determinatie van macrofauna. Vooral bij de lange tijdreeksen is dit zichtbaar (bijvoorbeeld: het aantal soorten neemt vanaf de tachtiger jaren sterk toe in de Keersop). Dit is te verklaren door een snelle verbetering van de taxonomische kennis in die periode. In sommige gevallen is er ook in eerste instantie een achteruitgang van het aantal zeer algemene soorten te zien. Dit kan erop duiden dat soorten die tolerant zijn en veel voorkomen in vervuilde of op andere wijze verstoorde wateren verdwijnen.

## 8.3 Doel- en indicatorsoorten Aquatisch Supplement

Het aantal doel- en indicatorsoorten uit de Aquatisch Supplementtypen neemt in alle projecten toe, behalve het aantal doelsoorten in de Tongelreep. Doelsoorten komen vaak in lage aantallen voor en daarom is net zoals bij zeldzame soorten de vangkans klein, wat betekent dat slechts een deel van de soorten gevonden zal worden.

Hierdoor is niet iedere soort in elk monster aanwezig. Het is dus van belang zowel voor als na het uitvoeren van de herstelmaatregelen voldoende monsters te nemen om een goed beeld te kunnen krijgen, zeker ook omdat het aantal doelsoorten altijd laag is (per Aquatisch Supplementtype zijn slechts een paar doelsoorten genoemd). De abundanties van de doelsoorten kunnen goed gebruikt worden om de populatieopbouw te volgen en om te onderzoeken hoe een soort zich handhaaft op een monsterpunt.

De aantallen indicatorsoorten zijn veel groter. Hierdoor zullen er altijd wel een aantal gevonden worden. Het is gebleken dat het aantal indicatorsoorten altijd toenam na herstel. Dit duidt op een positief resultaat van de projecten. Echter, in dit onderzoek is slechts gekeken of er soorten verdwenen zijn na herstel en of er nieuwe soorten zijn bijgekomen. Hiervoor zijn de monsters genomen voor herstel samengevoegd, evenals de monsters na herstel. Dit geeft een goed beeld in de toename van indicatorsoorten maar als er veel meer monsters zijn genomen na herstel dan ervoor (wat voor sommige van de projecten het geval was) dan kan dat een vertekend beeld opleveren. Hoe meer monsters, hoe groter de kans dat indicatorsoorten een keer gevonden worden. Daarom moeten de monsters ook voor deze methode van jaar tot jaar vergeleken worden of er moet een gelijk aantal monsters voor en na herstel genomen zijn. Tevens is het van belang van beide seizoenen een monster te hebben.

#### **8.4 EKO: beken- en slotentypologie**

De slotentypologie laat weinig verandering zien, in tegenstelling tot de bekentypologie, die in twee van de drie projecten een verbetering aanduidt. Dit komt waarschijnlijk doordat er weinig sloottypen zijn (de typologie is minder gedetailleerd dan de bekentypologie). De gegevens die ten grondslag liggen aan de slotentypologie waren minder gevarieerd dan die van de bekentypologie. Bovendien ontbraken er veel natuurlijke sloten, waardoor in de typologie nauwelijks natuurlijke sloottypen zijn opgenomen. Hierdoor is deze typologie niet goed bruikbaar.

De bekentypologie werkte beter. Meestal vond verandering van belaste naar half-natuurlijke typen plaats. Aan de typen is ook een kwaliteitsklasse gekoppeld (van 1 tot 4, zeer goede ecologische toestand ontbreekt in de typologie), zodat ook direct naar de kwaliteit gekeken kan worden. Er is van de typen een uitgebreide beschrijving beschikbaar, waar veel informatie over het monsterpunt uit afgeleid kan worden.

#### **8.5 Ecologische beoordeling met KRW maatlat macrofauna**

Een nadeel van de KRW maatlaten is dat ze tot op heden alleen zijn ontwikkeld voor natuurlijke watertypen. Hierdoor kon deze methode voor sloten niet gebruikt worden (de sloten weken teveel af van het meest gelijkende watertype). In één van de drie beekherstelprojecten gaf de KRW maatlat een verandering weer, namelijk in de Tongelreep na herstel van de waterkwaliteit. In de andere twee projecten was geen duidelijke verandering opgetreden. Wel nam het aantal

indicatoren uit de soortenlijsten toe maar blijkbaar was dit onvoldoende om een verschil in ecologische kwaliteitsklasse te krijgen.

Hoge abundanties van positief dominante soorten of kenmerkende soorten kunnen de deelmaatlat macrofauna sterk in positieve zin beïnvloeden. Hoge aantallen van *Gammarus pulex* in de Hierdense Beek zorgden in enkele gevallen voor een kwaliteitsklasse van 1 of 2 hoger, ook al waren er geen of nauwelijks andere kenmerkende soorten. Inmiddels zijn de maatlatten aangepast en wordt niet meer met absolute abundanties gewerkt.

Het is belangrijk dat de maatlatten wetenschappelijk en in de praktijk van het waterbeheer worden getest en dat problemen in de methode worden opgelost. Op die manier kunnen de maatlatten verbeterd worden.

## **8.6 Ecologische beoordeling met AQEM**

Ook de AQEM methode kon alleen voor de beekherstelprojecten gebruikt worden. Deze methode is ontwikkeld voor stromende wateren in Europa. In twee van de drie projecten was met deze methode een positief resultaat zichtbaar. Een nadeel van deze methode was dat er soms een verschil is tussen twee seizoenen (soms zelfs 2 klassen) waardoor effecten minder duidelijk zijn. Bij het project Tongelreep gaf deze methode in de periode na herstel 4 verschillende klassen als resultaat terwijl de KRW maatlat een duidelijke omslag gaf na 1996. Anderzijds, liet AQEM wel een verschil zien in de andere twee projecten waar het verschil met de KRW methode onopgemerkt bleef. Deze verschillen zijn gerelateerd aan de inhoud van de methoden. AQEM rekent met indexen, de KRW methode gebruikt indicatorsoorten. Om de verschillen goed te kunnen interpreteren moeten de resultaten per monster verder onderzocht worden.

## **8.7 Aanbevelingen voor monitoring**

Uit dit onderzoek zijn een aantal aanbevelingen voor de monitoring van herstelprojecten naar voren gekomen. In deze paragraaf zijn ze op een rijtje gezet. Ten eerste is het van belang om nog lang na het uitvoeren van de herstelmaatregelen te monitoren. Herstel kan vaak jaren duren. Vooral de terugkeer van bijzondere soorten laat op zich wachten. Monitoren is zeker nodig tot tien jaar na herstel. Dit hoeft echter niet elk jaar te gebeuren (behalve als er tussentijdse veranderingen optreden door nieuwe maatregelen). Bemonstering om het jaar is waarschijnlijk voldoende. Het is wel van belang gegevens uit meerdere jaren te hebben, aangezien niet alle soorten ieder jaar gevonden worden (ook al zijn ze wel aanwezig). Ook voor de nulmeting zou het goed zijn om gegevens van een aantal jaren ter beschikking te hebben (bij voorkeur minstens drie jaar voorafgaand aan de herstelmaatregelen). Indien dit niet mogelijk is moet toch in ieder geval voorafgaand aan herstel twee maal gemonsterd worden (in voorjaar en najaar).

Het is goed om in een jaar waarin gemonitord wordt, twee keer te bemonsteren, zodat de variatie over de seizoenen wordt meegenomen. De ideale bemonsteringsperiode hangt af van het watertype (meestal wordt voorjaar en najaar aangehouden).

Het kiezen van monsterpunten in het te herstellen traject en in een traject waarin niets gaat gebeuren maakt het mogelijk om na het uitvoeren van de herstelmaatregelen te onderzoeken of een verandering daadwerkelijk door de herstelmaatregelen is veroorzaakt. In dit geval moet er een verschil zijn tussen het wel en niet heringerichte traject. Hiervoor moet het niet heringerichte traject gekozen worden bovenstrooms van het te herstellen traject. In beide trajecten moeten evenveel monsters op evenveel punten genomen worden, zowel voorafgaand als na het uitvoeren van de herstelmaatregelen.

Bij het analyseren van de resultaten moeten verschillende methoden gebruikt worden. Dit onderzoek heeft laten zien dat de meeste methoden niet in alle gevallen een verandering laten zien. Methoden vullen elkaar aan en juist de combinatie van een aantal analysemethoden geeft meerwaarde.

De monsters moeten per jaar met elkaar vergeleken worden, zodat telkens gelijke aantallen monsters met elkaar worden vergeleken. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de monsterpunten voor en na het uitvoeren van de herstelmaatregelen dezelfde zijn (dit zal niet in alle gevallen mogelijk zijn, bijvoorbeeld bij het graven van nieuwe trajecten).



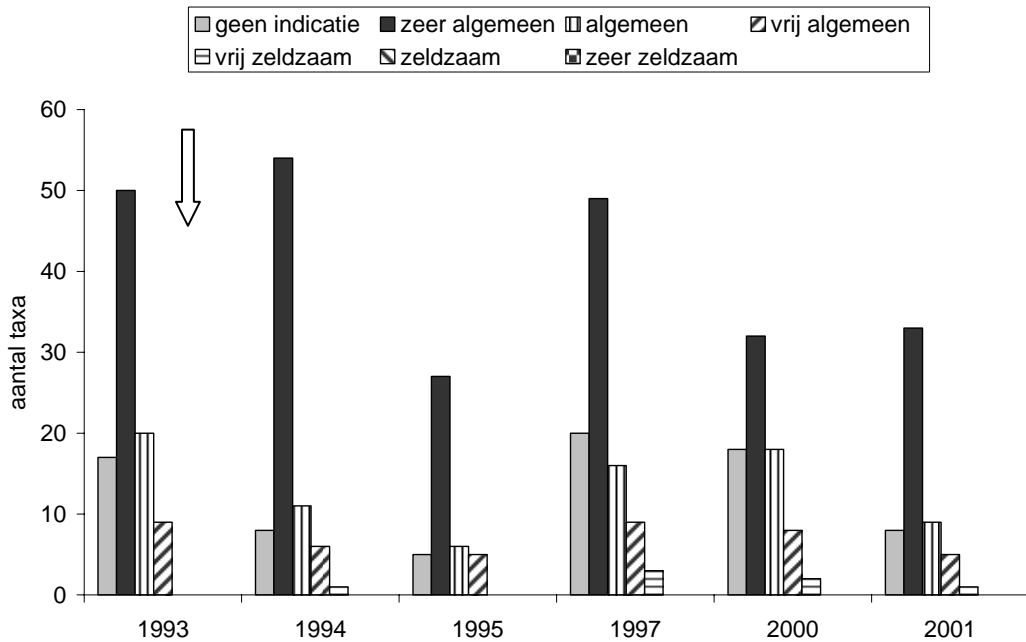


## Literatuur

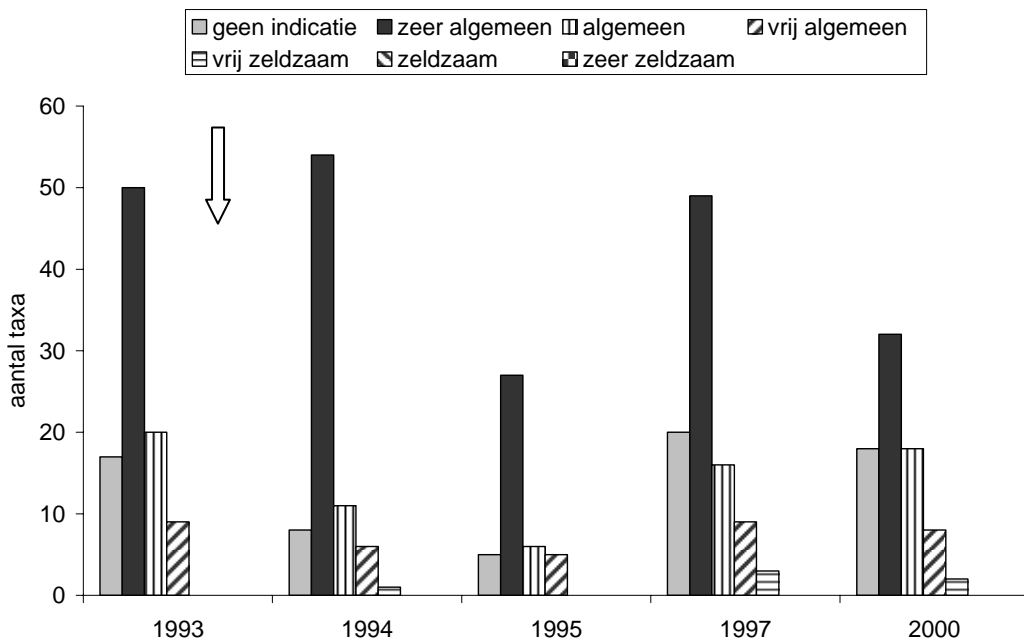
- Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal en F.J. van Zadelhoff 2001. Handboek natuurdoeltypen; tweede, geheel herziene editie. Expertisecentrum LNV. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Wageningen.
- Biersen, B.J.J. 2005. Herstel van de meanderende beekloop. Evaluatie van het rendement na 10 jaar. Alterra, Stichting Bargerveen, Radboud Universiteit Nijmegen. 215 pp.
- Cuppen, H.P.J.J. 2003. Monitoring onderzoek Hierdense Beek 2002. Landschapsecologisch en hydrobiologisch adviesbureau Cuppen.
- Elbersen, J.W.H., Verdonschot, P.F.M., Roels, B. & Hartholt, J.G. 2003. Definitiestudie Kaderrichtlijn Water (KRW); I. Typologie Nederlandse oppervlaktewateren. Alterra-rapport 669, Alterra, Wageningen, 70pp.
- Hering, D., P. Verdonschot, O. Moog en L. Sandin 2004. Developments in hydrobiology: Intergrated assessment of running waters in Europe. Kluwer academic publishers.
- Higler, L.W.G. & F.F. Repko 1988. Analyse van de macrofauna van de Hierdense Beek. RIN-rapport 88/53. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. Leersum.
- Nijboer, R.C. 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 6, sloten. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. Wageningen. Rapport EC-LNV nr. 6 AS-06.
- Nijboer, R.C. & P.F.M. Verdonschot (red.) 2001. Zeldzaamheid van de macrofauna van de Nederlandse binnenwateren. Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, thema-nummer 19.
- Nijboer, R.C., P.F.M. Verdonschot en M.W. van den Hoorn 2003. Macrofauna en vegetatie van de Nederlandse sloten. Een aanzet tot beoordeling van de ecologische toestand. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 688.
- Nijboer, R.C. 2004. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen. I. Literatuurstudie naar hydrologische maatregelen en de effecten op sloot- en beekecosystemen. Alterra-rapport 1066, Alterra, Wageningen.
- Nijboer, R.C. & Groeneveld, R. 2004. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen. II. Mogelijkheden en ontwerp van het systeem. Intern rapport, Alterra, Wageningen.
- Nijboer, R.C., Van Diepen, L.T.A., & Higler, L.W.G. 2004. Een expertsysteem voor de keuze van hydrologische maatregelen: III Inventarisatie van hydrologische herstelprojecten. Alterra-rapport 1067, Alterra, Wageningen.
- Project beschrijving project 'Nooitgedacht' 1993. Gezamenlijk project van: Het Zuidhollands Landschap, Hoogheemraadschap van de Krimpenerwaard, Landinrichtingsdienst en Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden.
- STOWA, Kaderrichtlijn water 2004a. Referenties en concept-maatlatten voor rivieren voor de kaderrichtlijn water. Stowa.
- STOWA, Kaderrichtlijn Water 2004b. Referenties en concept-maatlatten voor meren en plassen voor de kaderrichtlijn water. Stowa.

- Topografische Dienst 2000. Topografische kaart van Nederland 1:25.000. Kaartblad Leende (57E). Emmen.
- Topografische Dienst 2002. Topografische kaart van Nederland 1:25.000. Kaartbladen Zwolle (21G) en Dalfsen (21H). Emmen.
- Verdonschot, P.F.M 1990. Ecologische karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Het netwerk van cenotypen als instrument voor ecologisch beheer, inrichting en beoordeling van oppervlaktewateren. Provincie Overijssel, Zwolle, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum.
- Verdonschot, P.F.M., Nijboer, R.C., Jansen, S.N. en Van den Hoorn, M.W. 2000. Ecologische typologie, ontwikkelingsreeksen en waterstreefbeelden Limburg; Iib: Cenotypenbeschrijvingen. Alterra-rapport 171.3, Alterra, Wageningen.
- Verdonschot, P.F.M. 2000. Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 2, Beken. Achtergronddocument bij het 'Handboek Natuurdoeltypen in Nederland'. Expertisecentrum LNV.
- Vlek, H. E., P. F. M. Verdonschot en R. C. Nijboer 2003. De ontwikkeling van een op macrofauna gebaseerd beoordelingssysteem voor Nederlandse beken in Europees verband. Alterra-rapport 827, Alterra, Wageningen.
- Wolters-Noordhoff Atlasproducties 1990. Grote Provincie Atlas; Noord-Brabant Oost: 1:25.000. Kaartbladen 91, 105. Groningen.

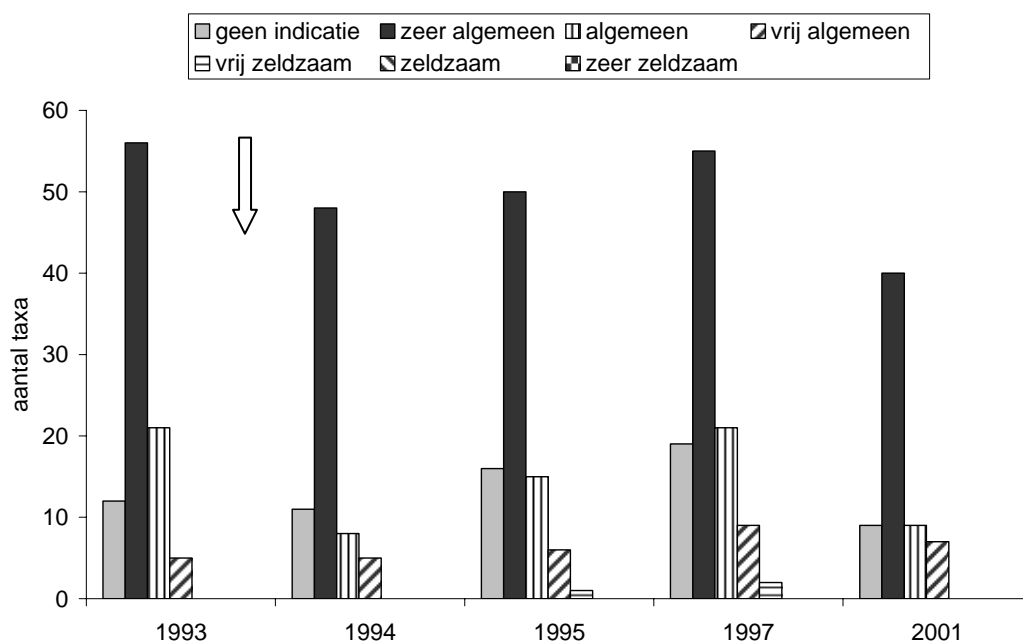
## Bijlage 1 Aantal taxa per distributieklaase: Nooitgedacht



Figuur 1 Het aantal taxa per distributieklaase op monsterpunt 435 in de polder Nooitgedacht voor de jaren 1993-2001. De herstelmaatregelen (pijl) zijn in de winter van 1993/1994 uitgevoerd.

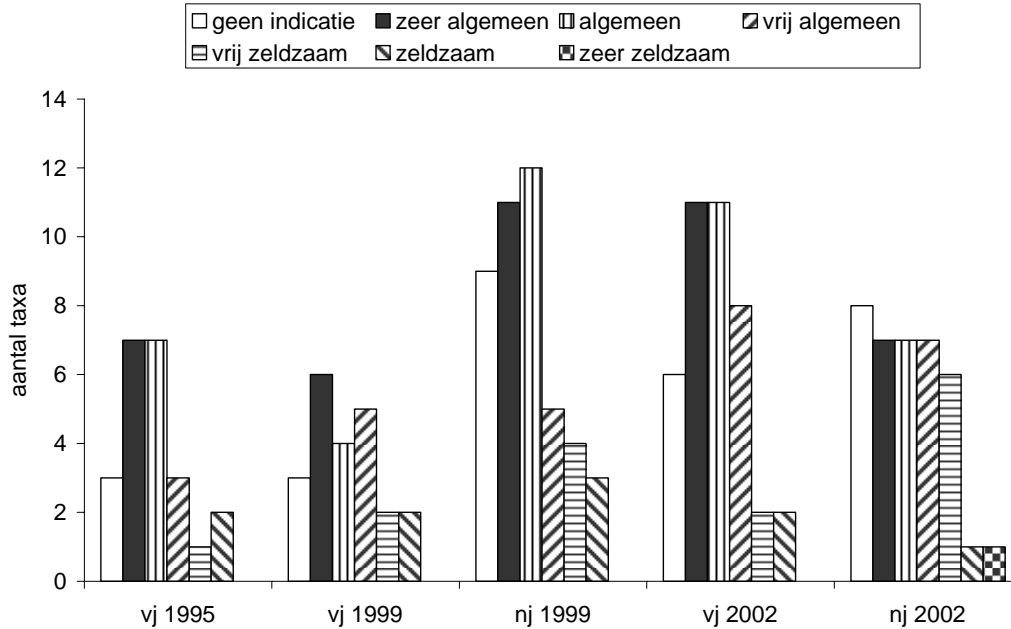


Figuur 2 Het aantal taxa per distributieklaase op monsterpunt 434 in de polder Nooitgedacht voor de jaren 1993-2001. De herstelmaatregelen (pijl) zijn in de winter van 1993/1994 uitgevoerd.

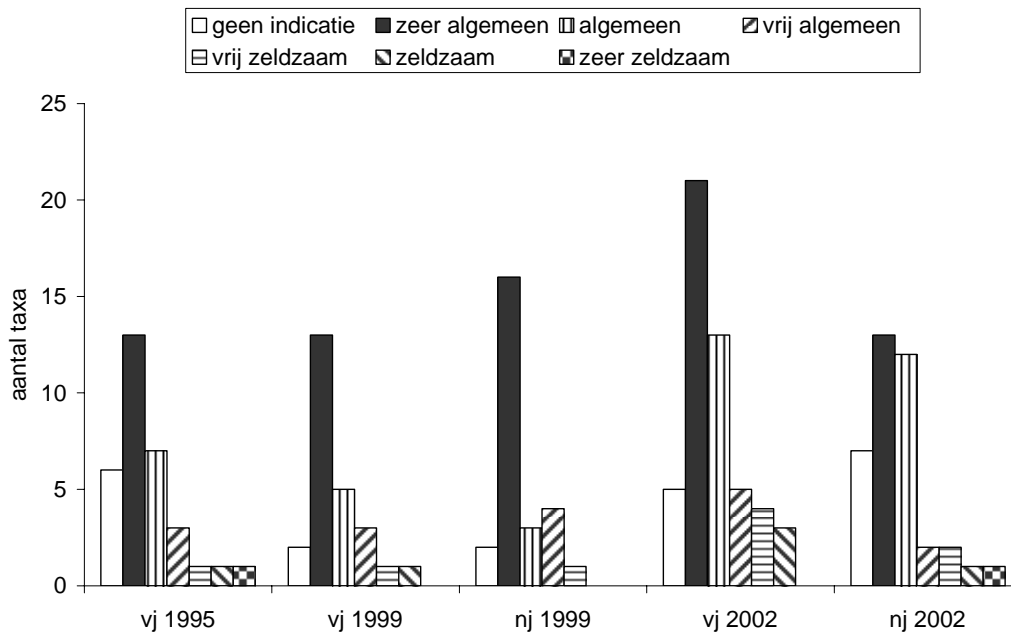


*Figuur 3 Het aantal taxa per distributieklassse op monsterpunt 436 in de polder Nooitgedacht voor de jaren 1993-2001. De herstelmaatregelen (pijl) zijn in de winter van 1993/1994 uitgevoerd.*

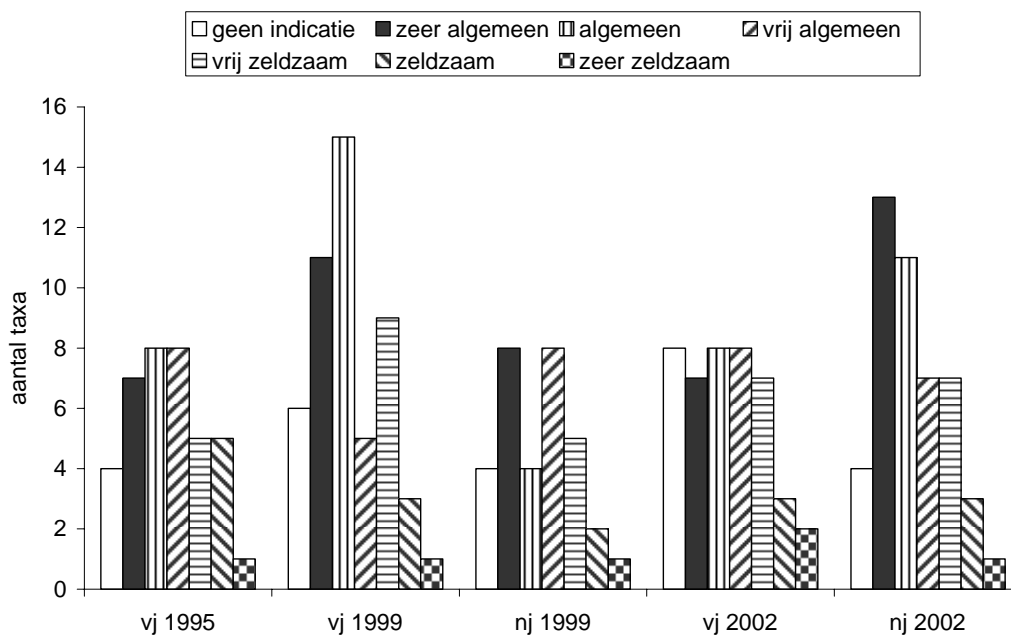
## Bijlage 2 Aantal taxa per distributieklaase: Hierdense beek



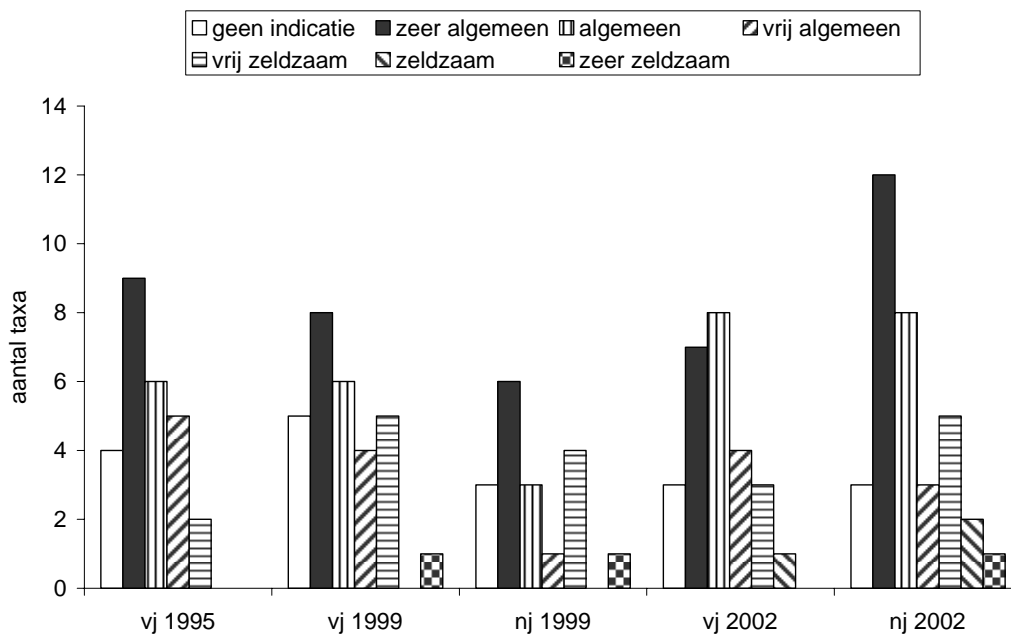
Figuur 1 Het aantal taxa per distributieklaase in het bovenstroomse traject (monsterpunt I) van de Hierdense beek voor de jaren 1995-2002. Het beringerichte traject is in 1994 in gebruik genomen.



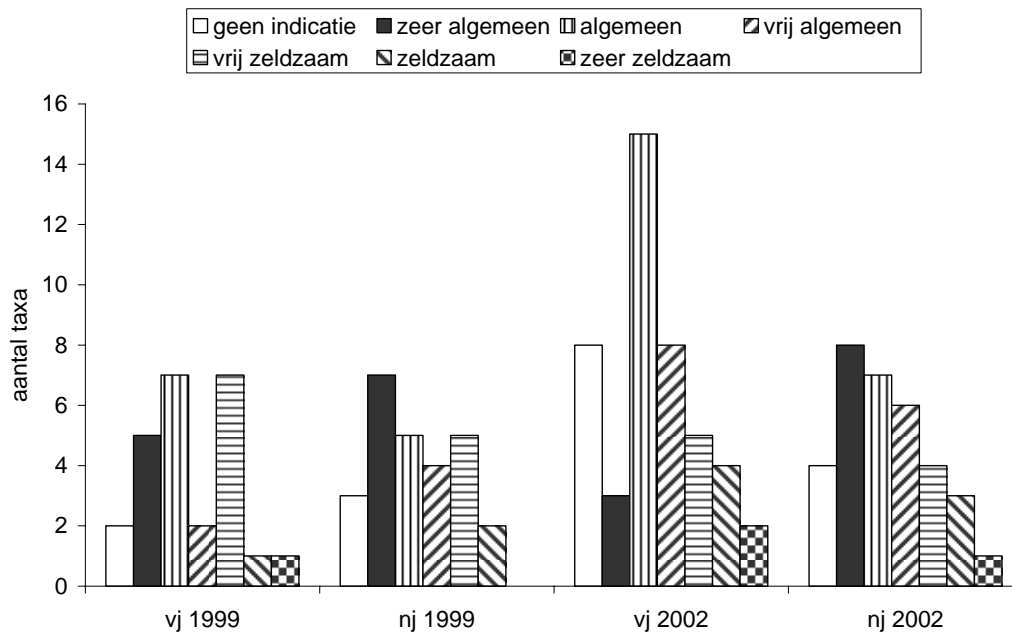
Figuur 2 Het aantal taxa per distributieklaase in het bovenstroomse traject (monsterpunt M) van de Hierdense beek voor de jaren 1995-2002. Het beringerichte traject is in 1994 in gebruik genomen.



Figuur 3 Het aantal taxa per distributieklassie in de middenloop (monsterpunt N) van de Hierdense beek voor de jaren 1995-2002. Het heringerichte traject is in 1994 in gebruik genomen. Monsterpunt N ligt in het oude traject, parallel aan punt Q in het heringerichte traject.



Figuur 4 Het aantal taxa per distributieklassie in de middenloop (monsterpunt P) van de Hierdense beek voor de jaren 1995-2002. Het monsterpunt P ligt in de afgesloten arm bij het heringerichte traject. Vlak voor de monstername in 1995 is het traject in gebruik genomen en de arm afgesloten.



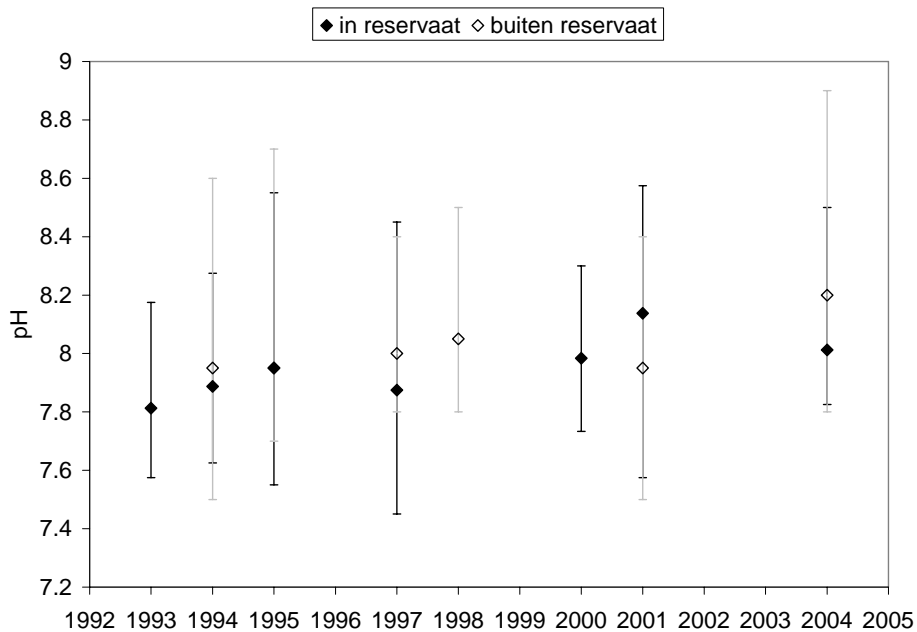
Figuur 5. Het aantal taxa per distributieklasse in de middenloop (monsterpunt Q) van de Hierdense beek voor de jaren 1995-2002. Het monsterpunt Q ligt in het beringerichte traject en parallel aan monsterpunt N in de oude hoofdloop.



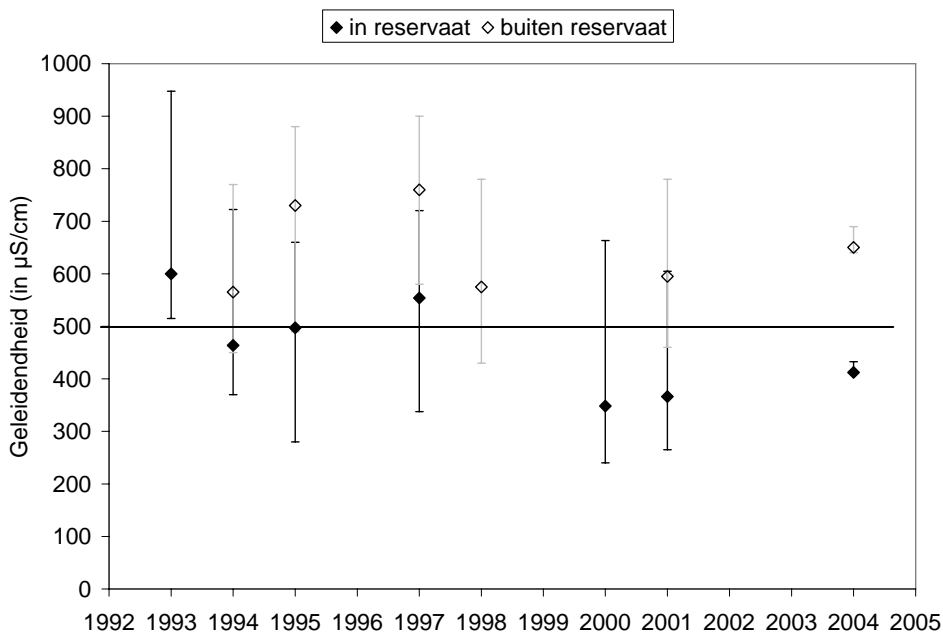


### Bijlage 3 Chemische variabelen: Nooitgedacht

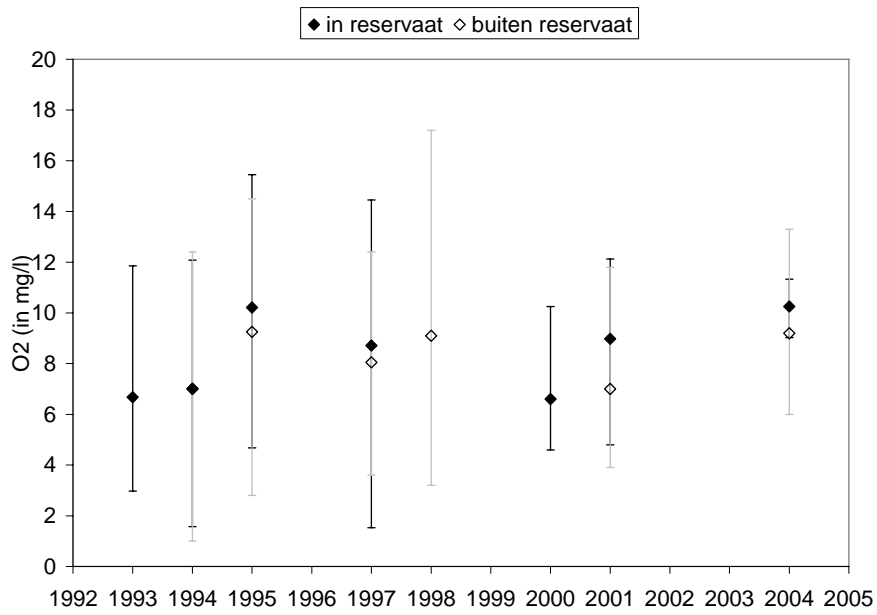
In het natuurreservaat Nooitgedacht en de sloot met inlaatwater net buiten de polder (punt 437) zijn abiotische variabelen gemonitord. De monitoring is begonnen met het vastleggen van de nulsituatie in 1993. Na de uitvoering van de maatregelen is doorgemeten tot 2004. De grafieken geven mediaan, minimum en maximum van de concentratie van de betreffende stof over een kalenderjaar weer.



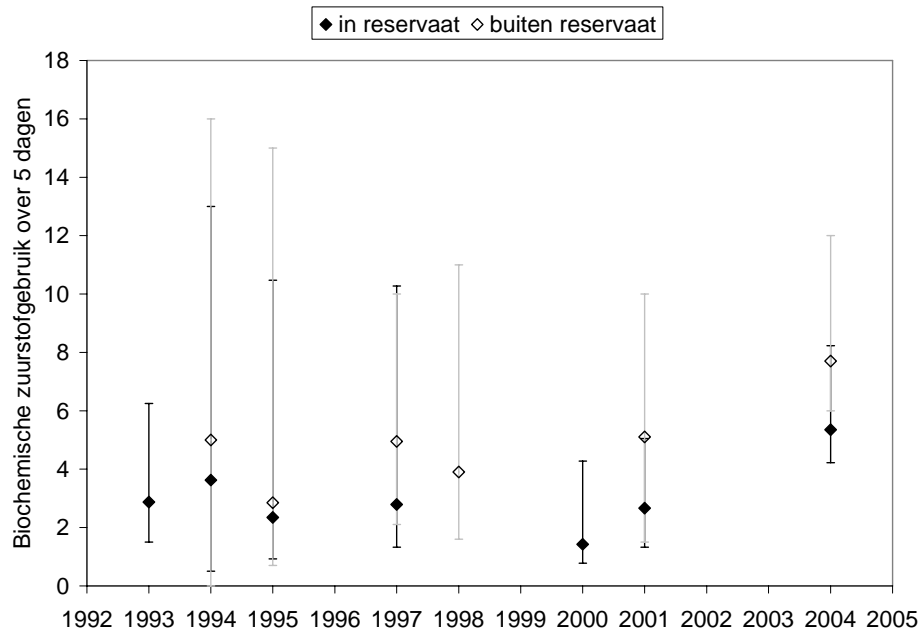
Figuur 1 De mediaan, minimum en maximum pH van 1992-2004.



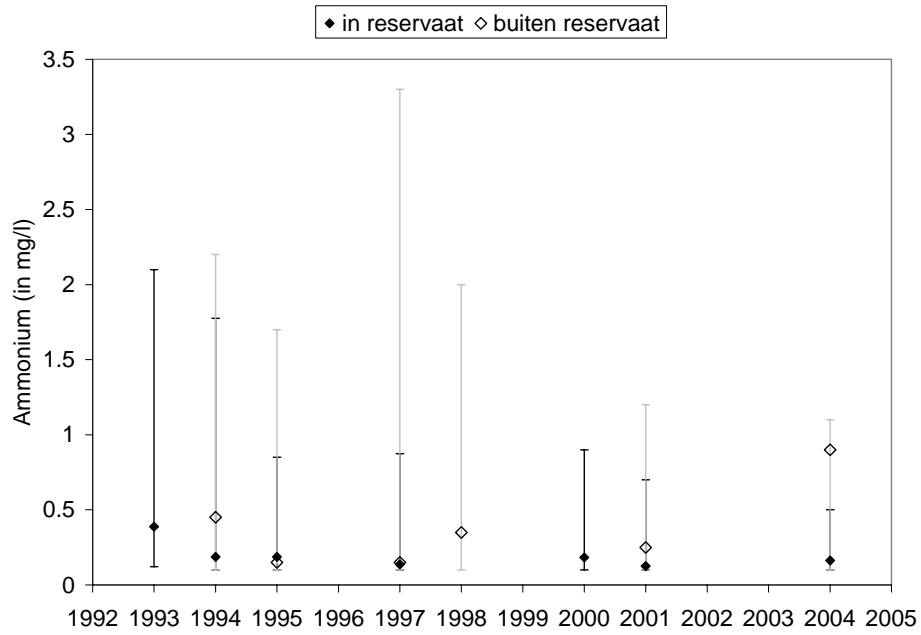
Figuur 2 De mediaan, minimum en maximum voor het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) van 1992-2004.



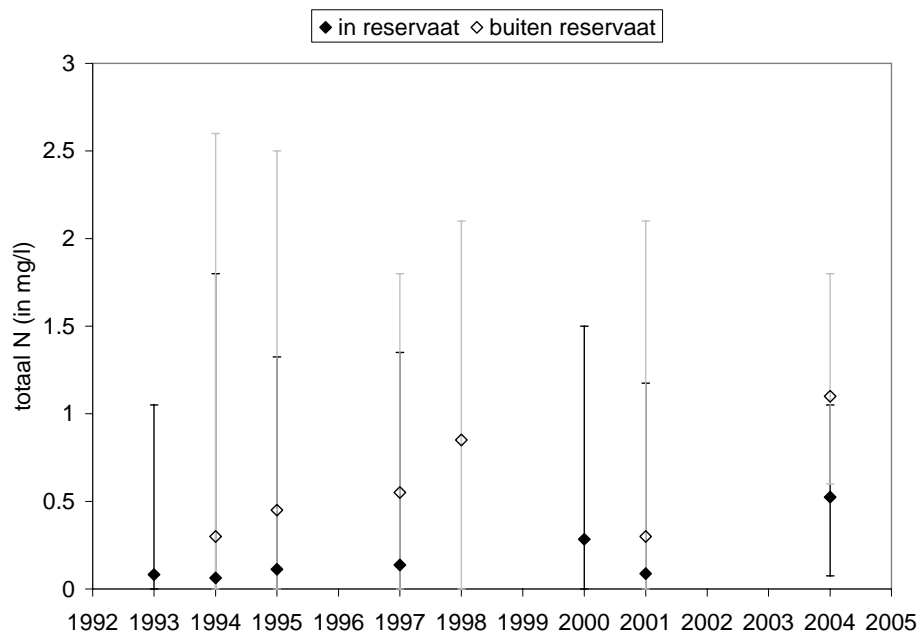
Figuur 3 De mediaan, minimum en maximum zuurstofconcentratie van 1992-2004.



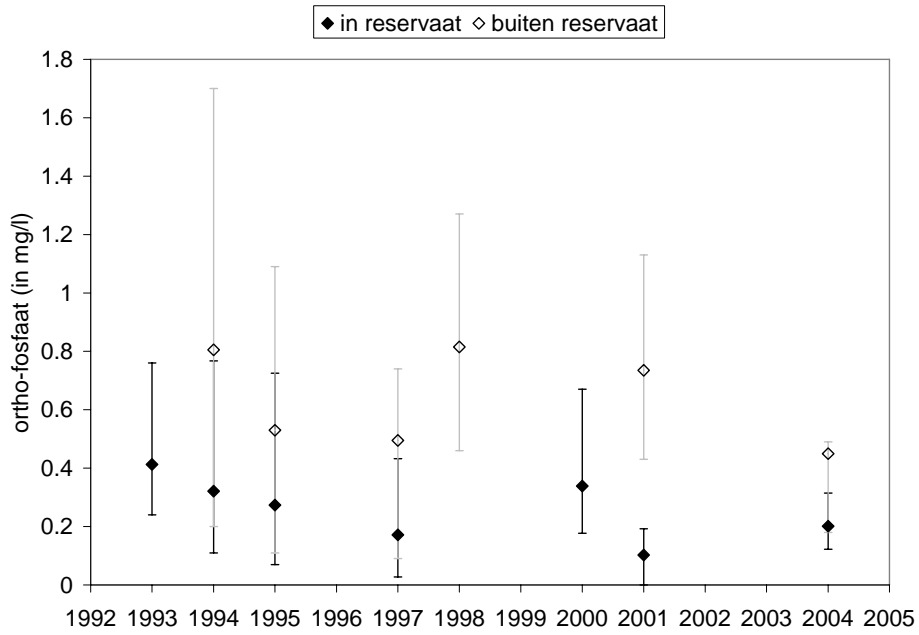
Figuur 4 De mediaan, minimum en maximum van het biochemisch zuurstofverbruik (BZV) van 1992-2004.



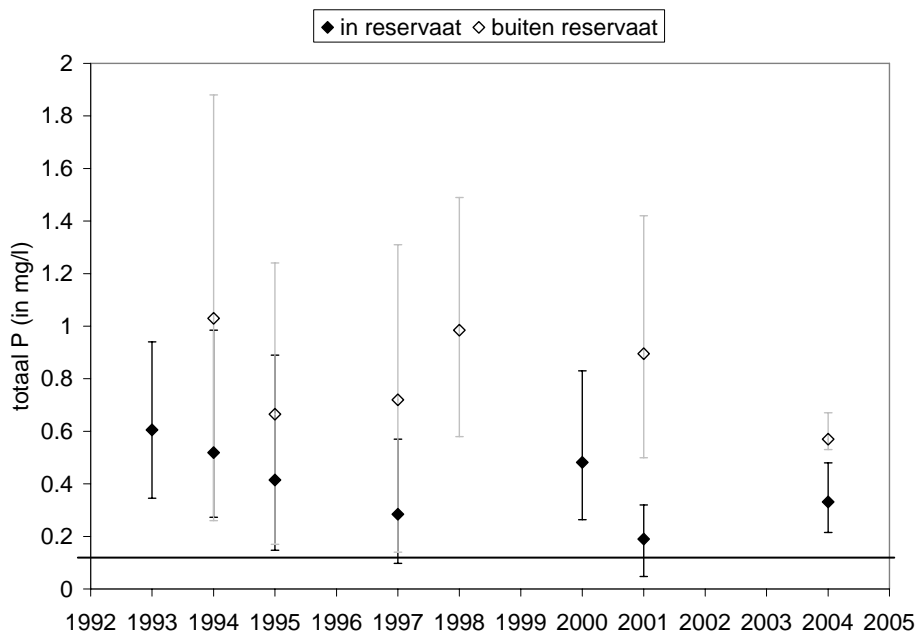
Figuur 5 De mediaan, minimum en maximum ammoniumconcentratie ( $\text{NH}_4^+$ ) van 1992-2004.



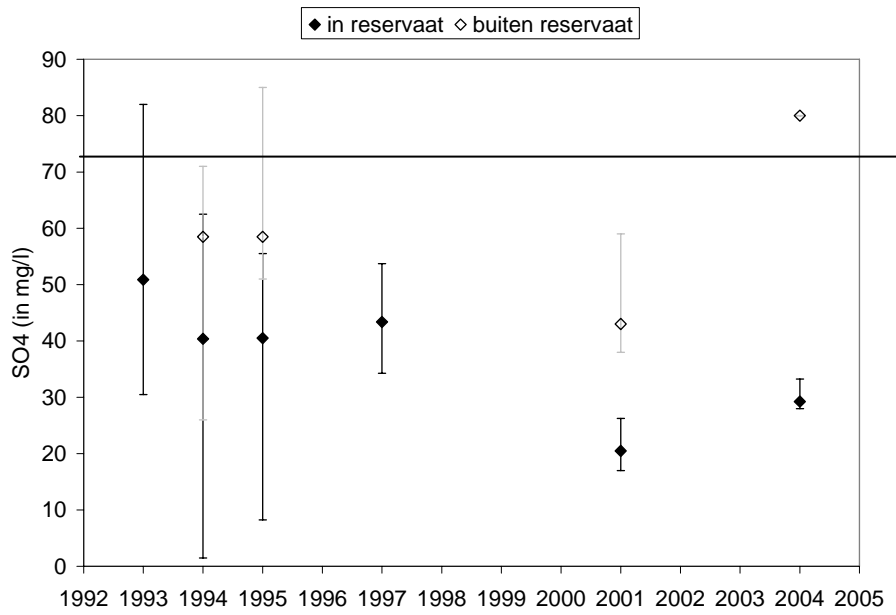
Figuur 6 De mediaan, minimum en maximum totaal stikstofconcentratie (N) van 1992-2004.



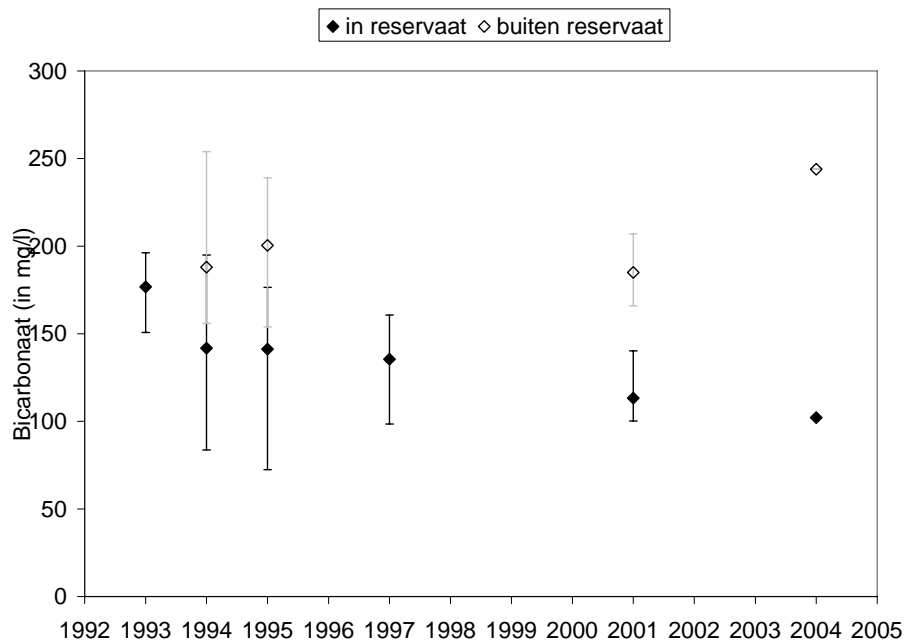
Figuur 7 De mediaan, minimum en maximum orthofosfaatconcentratie ( $o\text{-PO}_4^{3-}$ ) van 1992-2004.



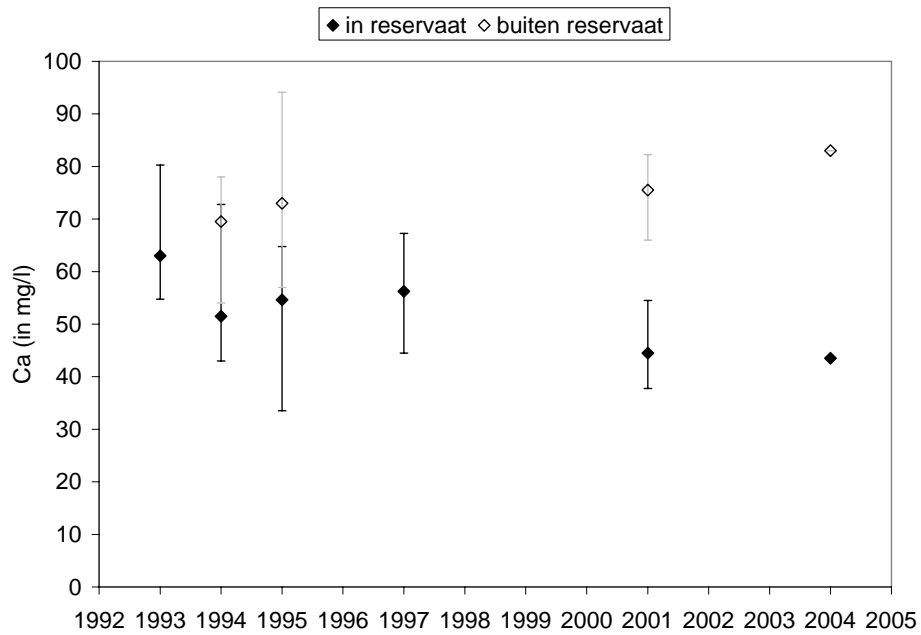
Figuur 8 De mediaan, minimum en maximum totaal fosfaatconcentratie ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) van 1992-2004.



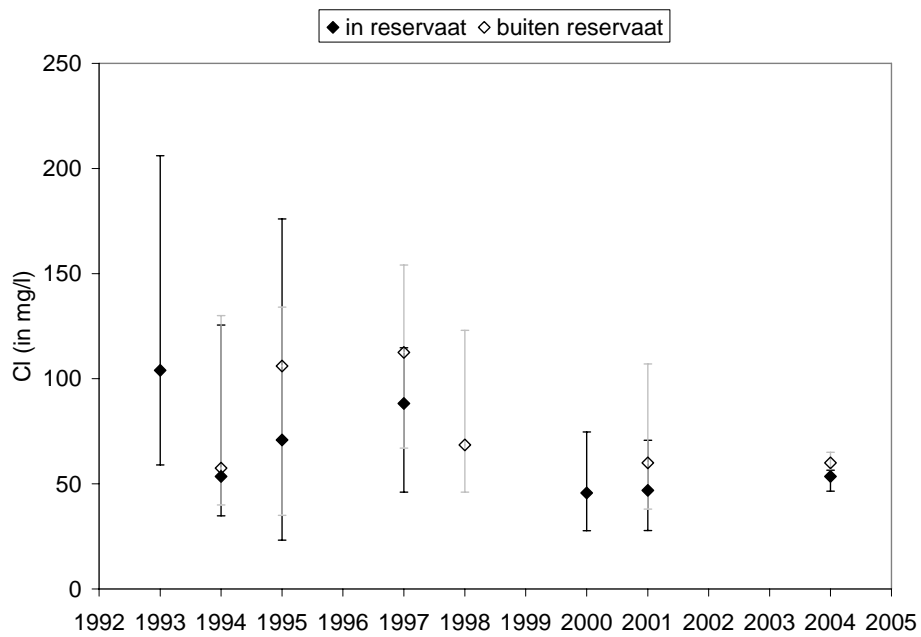
Figuur 9 De mediaan, minimum en maximum sulfaatconcentratie (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) van 1992-2004.



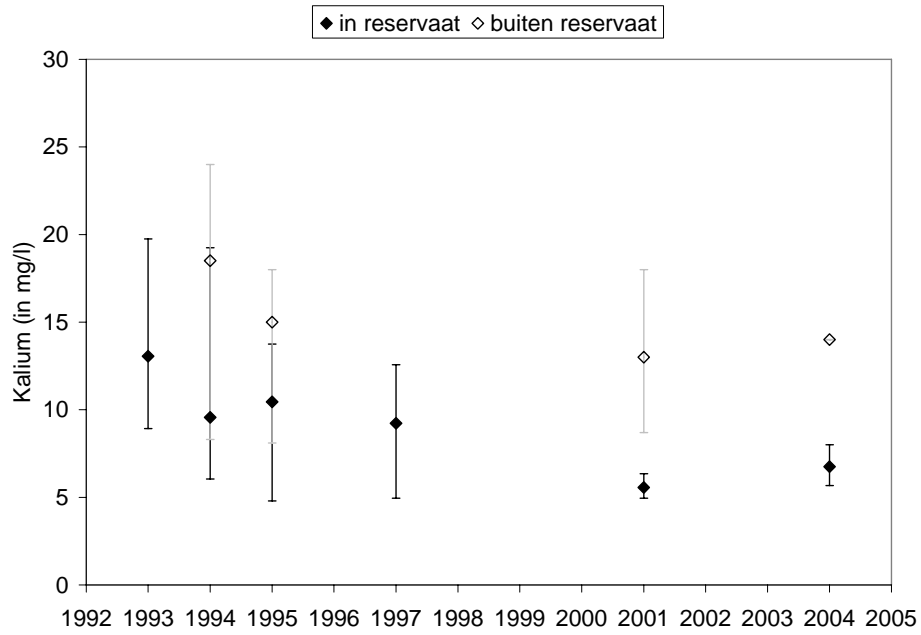
Figuur 10 De mediaan, minimum en maximum bicarbonaatconcentratie (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) van 1992-2004.



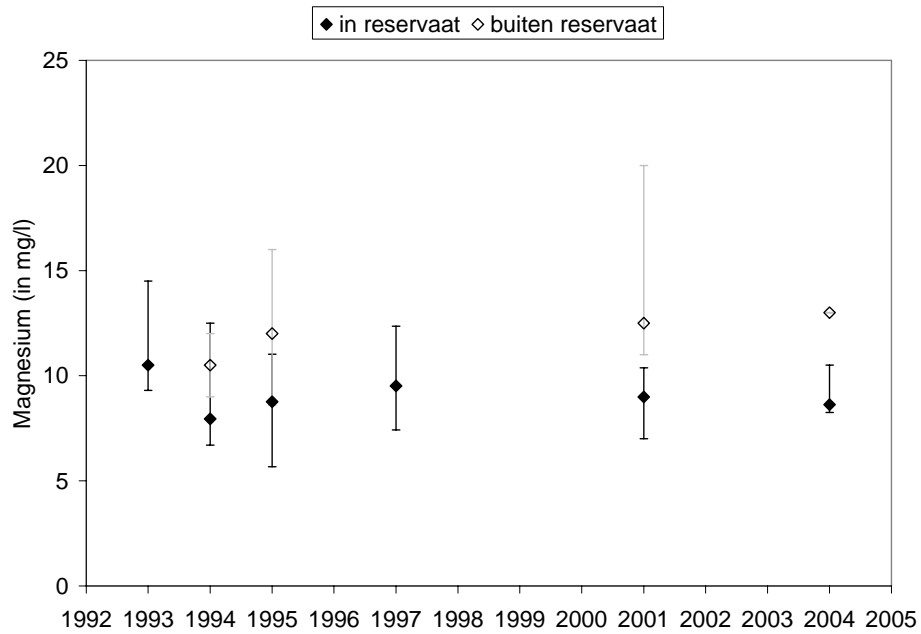
Figuur 11 De mediaan, minimum en maximum calciumconcentratie (Ca<sup>2+</sup>) van 1992-2004.



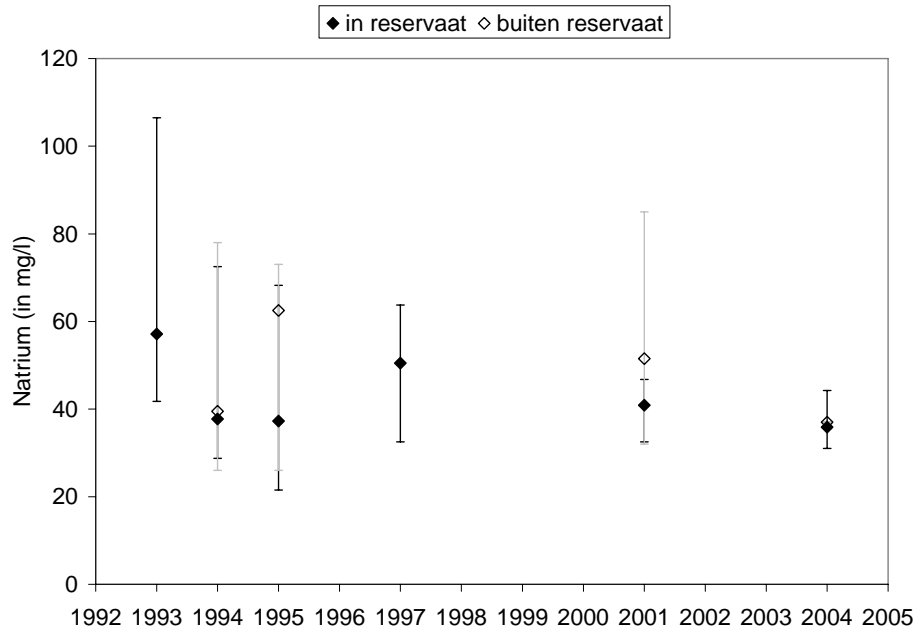
Figuur 12 De mediaan, minimum en maximum chlorideconcentratie (Cl<sup>-</sup>) van 1992-2004.



Figuur 13 De mediaan, minimum en maximum kaliumconcentratie ( $K^+$ ) van 1992-2004.



Figuur 14 De mediaan, minimum en maximum magnesiumconcentratie ( $Mg^{2+}$ ) van 1992-2004.



Figuur 15 De mediaan, minimum en maximum natriumconcentratie ( $\text{Na}^+$ ) van 1992-2004.