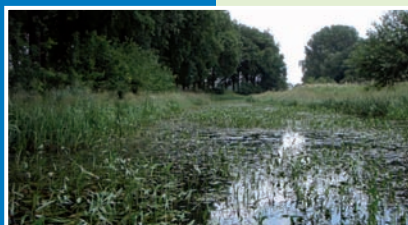


Effecten van extensiever waterbeheer op ecologie en hydrologie

Een pilot in het stroomgebied van de Raam



R.J.W. van de Haterd
M.A.M. van Dorst
D.M. Soes
C. Heunks



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Effecten van extensiever waterbeheer op ecologie en hydrologie

Een pilot in het stroomgebied van de Raam

R.J.W. van de Haterd
M.A.M. van Dorst
D.M. Soes
C. Heunks



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

opdrachtgever: Waterschap Aa en Maas

27 februari 2009
rapport nr. 08-217

Status uitgave: eindrapport
Rapport nr.: 08-217
Datum uitgave: 28-2-2009
Titel: Effecten van extensiever waterbeheer op ecologie en hydrologie
Subtitel: Een pilot in het stroomgebied van de Raam
Samenstellers: Drs. R.J.W. van de Haterd
Drs. M.A.M. van Dorst (WaterID / BWZ-ingenieurs)
Ir. D.M. Soes
Drs. C. Heunks
Aantal pagina's inclusief bijlagen: 53
Project nr.: 08-200
Projectleider: Drs. R.J.W. van de Haterd
Naam en adres opdrachtgever: Waterschap Aa en Maas
Postbus 5049, 5201 GA Den Bosch
Referentie opdrachtgever: Orderbon nr. 2008/5852, 8-5-2008
Akkoord voor uitgave: Teamleider aquatische ecologie
drs. J. Spier
Paraaf:



Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Waterschap Aa en Maas

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2000.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 - 512710, Fax 0345 - 519849
e-mail wbb@buwa.nl website: www.buwa.nl

Voorwoord

Binnen de "gebiedspilot waterkwaliteit Hooge Raam" onderzoekt het Waterschap Aa en Maas met welke maatregelen het ecologisch functioneren van het watersysteem kan worden verbeterd. Één van de deelprojecten is het project "Toepassen ecologisch beheer en onderhoud". Doel van dit project is het krijgen van inzicht in de effecten van beheer en onderhoud op het ecologisch functioneren van het watersysteem. Waterschap Aa en Maas heeft Bureau Waardenburg bv opdracht verleend voor dit deelproject. Het project is uitgevoerd door een projectteam van Bureau Waardenburg, aangevuld met Marcel van Dorst (WaterID/BWZ-ingenieurs):

- Rob van de Haterd (projectleiding, eindredactie, biotoopkartering, vegetatie, libellen);
- Marcel van Dorst (biotoopkartering, hydrologie);
- Menno Soes (vissen, macrofauna);
- Camiel Heunks (vogels);
- Joost Bergsma (veldwerkondersteuning profielen);
- Dimitri Emond (zoogdieren);
- Arjenne Bak (advies waterkwaliteit).

Jappe Beekman was projectleider van waterschap Aa en Maas voor deze opdracht. Vanuit het district hebben Jan Derks, Piet van der Ven en Sjaak Robben nuttige gebiedsinformatie aangeleverd. Graag willen wij alle genoemde personen bedanken voor hun bijdrage.

Inhoud

Voorwoord.....	3
Samenvatting.....	7
1 Inleiding.....	9
2 Materiaal en methoden	11
2.1 Biotoopkartering.....	11
2.2 Selectie representatieve trajecten	11
2.3 Vegetatie.....	11
2.4 Macrofauna	12
2.5 Libellen	12
2.6 Vissen	12
2.7 Vogels	13
2.8 Zoogdieren (das)	13
2.9 Onderhoud en beheer	14
2.10 Waterkwaliteit.....	14
2.11 Waterbeheersing.....	14
3 Gebiedsbeschrijving en trajectselectie	17
3.1 Gebiedsbeschrijving en streefbeelden.....	17
3.2 Selectie representatieve trajecten	18
4 Resultaten onderzoek.....	19
4.1 Effecten op ecologie.....	19
4.1.1 Vegetatie op de trajecten.....	19
4.1.2 Macrofauna	23
4.1.3 Libellen.....	25
4.1.4 Vissen	26
4.1.5 Broedvogels in 1998 en 2006	30
4.1.6 Zoogdieren.....	31
4.2 Effecten op hydrologie, hydromorfologie, waterbeheersing en beheer	33
4.2.1 Waterkwaliteit	33
4.2.2 Hydromorfologie.....	34
4.2.3 Gevolgen voor de waterbeheersing.....	36
4.2.4 Beheer en onderhoud	39
5 Discussie.....	41
5.1 Vegetatie.....	41
5.2 Fauna	41

5.3	Waterbeheersing.....	42
5.4	Beheer en onderhoud	42
6	Conclusies en aanbevelingen.....	43
6.1	Beantwoording onderzoeksvragen	43
6.2	Eindconclusie	44
6.3	Aanbevelingen.....	44
7	Literatuur.....	45
	Bijlage 1: Kaart met het onderzoeksgebied.....	48
	Bijlage 2: Vegetatieprofielen	49
	Bijlage 3: Geanalyseerde macrofaunagegevens.....	52
	Bijlage 4: Bepaling Km-waarde hydrologie	53

Samenvatting

Binnen de "gebiedspilot waterkwaliteit Hooge Raam" onderzoekt het Waterschap Aa en Maas met welke maatregelen het ecologisch functioneren van het watersysteem kan worden verbeterd. Sinds 1997 is er veel minder beheer en onderhoud gepleegd op de sterk over-gedimen-sioneerde Raam. Daarnaast zijn sinds 1996 een aantal oevertrajecten van de Raam verflauwd en is in het achterland is natuur ontwikkeld. Bureau Waardenburg heeft in opdracht van Waterschap Aa en Maas onderzocht wat de effecten zijn op ecologie en waterbeheersing in relatie tot de -kosten.

De maatregelen leiden tot bredere oeverbegroeiingen en meer watervegetatie. Hierdoor is de vegetatie volgens de KRW-maatlat in een 'goede' ecologische toestand, terwijl deze voorheen in een 'matige' ecologische toestand was. De toename van vegetatie leidt tot hogere aantallen libellen en vissen. Het zijn echter de eurytope en limnofiele soorten die toenemen, niet de rheofiele. Doordat de rheofiele soorten niet profiteren draagt dit niet bij aan het bereiken van de KRW-doelen. Bij de macrofauna is er een licht positieve trend, maar ook hier onvoldoende om de doelen te halen. Voor het halen van de faunadoelen van de KRW zal de stroomsnelheid (vooral op momenten met lage afvoer) omhoog moeten. Herinrichting lijkt hiervoor de enige optie en ook het stuwbeheer zal waarschijnlijk enigszins moeten worden bijgesteld (behouden van doorstroming).

Struweelvogels, doelsoorten van de evz, profiteerden van de herinrichting. Ook de overige vogels zijn toegenomen; er zijn maar liefst negen soorten waargenomen die op de rode lijst staan.

De afvoercapaciteit van de Raam is bij de huidige vegetatie-ontwikkeling overal groot genoeg om opstuwing te voorkomen. Op het benedenstroomse deel is dit ook bij maximale vegetatie-ontwikkeling het geval, op het bovenstroomse deel kon dit door gebrek aan gegevens niet worden beoordeeld. De toename van vegetatie leidt dus niet tot onbeheersbare situaties en deze worden ook niet verwacht.

Momenteel wordt ongeveer € 4500 tot € 8500 per jaar uitgegeven aan onderhoud. Voor 1996 was dat ruim € 50.000,- per jaar. De besparing komt doordat het aantal bestede uren sterk is afgenomen, de stortkosten zijn toegenomen.

1 Inleiding

Binnen de "gebiedspilot waterkwaliteit Hooge Raam" onderzoekt het Waterschap Aa en Maas met welke maatregelen het ecologisch functioneren van het watersysteem kan worden verbeterd. Één van de deelprojecten is het project "Toepassen ecologisch beheer en onderhoud". Doel van dit project is het krijgen van inzicht in de effecten van beheer en onderhoud op het ecologisch functioneren van het watersysteem. Het studiegebied voor dit deelproject omvat de Raam (en de directe omgeving), vanaf de stuw net benedenstrooms van de Hapse weg, tot aan het Gemaal van Sasse waar de Raam in de Maas stroomt. Voor 1997 werd de Raam twee tot drie keer per jaar geveegd. Sinds 1997 is er veel minder beheer en onderhoud gepleegd op dit deel van de sterk overgedimensioneerde Raam. Per jaar wordt nu ongeveer een kilometer van het bovenstroomse deel geschoond, waardoor in ongeveer 10 jaar het gehele traject wordt afgewerkt. De vegetatie in de waterloop is hierdoor sterk toegenomen (van de Haterd *et al.* 2007) en plaatselijk zou dit tot wateroverlast voor aanliggende grondeigenaren kunnen leiden. Sinds 1996 is een aantal oevertrajecten van de Raam heringericht. Naast het aanleggen van een flauwe oever is in een strook van ongeveer honderd meter breed natuur ontwikkeld in de vorm van graslanden, struwelen en bosjes. Het waterschap heeft daarom onderzoek uit laten voeren naar de effecten op ecologie, waterbeheersing, waterkwaliteit, profielontwikkeling en beheerkosten. Centraal staan daarbij de volgende onderzoeksvragen:

- dragen de maatregelen bij aan de realisatie van de doelen van de Kaderrichtlijn Water?
- dragen de maatregelen bij tot realisatie van andere doelen (zoals het streefbeeld uit beken en kreken)?
- heeft de rijkere vegetatie effect op de waterkwaliteit?
- veroorzaken de maatregelen knelpunten in waterbeheersing?
- zo ja, wat is de aard en omvang van deze knelpunten?
- wat zijn de beheerkosten en hoe staan die in verhouding tot regulier beheer?

2 Materiaal en methoden

2.1 Biotoopkartering

Op 29 mei 2008 is een kartering van de aanwezige biotopen uitgevoerd. Deze biotopenkartering is uitgevoerd op basis van luchtfoto's (Google Earth) en een controle in het veld. Tijdens deze biotoopkartering zijn min of meer homogene trajecten uitgezet die in lengte variëren van 0,5 tot 2 km. Per traject is het volgende vastgelegd:

- aanwezige / dominante watervegetatietype(n);
- percentage water dat begroeid en onbegroeid is (vulling waterkolom);
- oevervegetatietype (liesgras/riet/struweel enz.);
- biotoop achterland, conform KRW-handboek hydromorfologie tot op 5-10 meter van de waterloop (bouwland/agrarisch grasland/natuurgrasland/struweel/bos);
- aanwezigheid beschoeiing conform KRW-handboek hydromorfologie;
- aanwezigheid erosie- en sedimentatiestructuren conform KRW-handboek hydromorfologie;
- mate van beddingverandering (zandtransport/slibophoping).

2.2 Selectie representatieve trajecten

Op basis van de biotoopkartering zijn vier trajecten geselecteerd die representatief zijn voor de Raam. Bij de keuze van de trajecten is zoveel mogelijk rekening gehouden met de ligging van bestaande meetpunten (o.a. monitoring oevers, macrofauna, waterkwaliteit). Twee trajecten liggen in het benedenstroomse deel (Graafsch Raam) en twee trajecten in het bovenstroomse deel (Lage Raam).

2.3 Vegetatie

Op elke van de vier trajecten is een dwarsprofiel uitgezet. Elk dwarsprofiel bestaat uit een serie plots die 2 tot 5 meter uit elkaar liggen. Op 30 juni 2008 is voor elke plot van 1 m² genoteerd:

- maximale diepte
- dikte slib/detrituslaag
- substraat
- stroming

-aanwezige soorten (planten) met bedekking en vulling van de waterkolom

Daarnaast is per dwarsprofiel de totale breedte van de watergang en de breedte van de emerse zones (langs de oever) genoteerd. Bij KRW-bemonstering worden trajecten van 100 meter bemonsterd. Daarom is 100 meter bovenstrooms van ieder dwarsprofiel geïnventariseerd op (aanvullende) soorten. Deze zijn met hun geschatte bedekking toegevoegd aan de soortenlijst. Tevens is gecontroleerd of de bedekkingen per soort in de dwarsprofielen niet significant afweek van die op het 100 meter traject.

De Raam is (als geheel) ingedeeld in KRW-type R5 "langzaam stromende midden-/benedenloop op zand". Omdat de GET niet voor alle onderdelen kan worden gehaald, wordt de Raam aangemerkt als sterk veranderd water. Door uitvoering van maatregelen, kan ten opzichte van de huidige situatie de ecologische toestand zoals omschreven in de Default R5-landbouw bereikt worden. Voor het onderdeel vegetatie is de maatlat overigens gelijk aan de maatlat voor natuurlijke wateren (GEP=GET=0,6) (Beekman *et al.* 2008).

2.4 Macrofauna

In de Raam zijn, binnen het reguliere monitoringsprogramma, door het GWL drie monsterpunten bemonsterd op macrofauna (bijlage 1). In de Graafsche Raam is punt oGRAARA100 in totaal 44 keer bemonsterd in de periode 1980-2007. In de Lage Raam zijn de punten oLAGERA370 en oLAGERA490 bemonsterd in de periode 1980-1989; punt oLAGERA520 is 3 keer bemonsterd in de periode 2004-2007. Er zijn binnen het project geen aanvullende bemonsteringen uitgevoerd. Op basis van de bestaande gegevens is onderzocht of de macrofaunagemeenschap is veranderd als gevolg van het gewijzigde beheer. Doordat in de loop der tijd de aanpak van macrofauna-bemonsteringen en de analyse hiervan flink is veranderd is alleen gebruik gemaakt van de jaren 1998-2007 op punt oGRAARA100 en de jaren 2004-2007 op oLAGERA520. Voor de macrofauna is de GEP vastgesteld op 0,55 (Beekman *et al.* 2008).

2.5 Libellen

Voor een volledige libelleninventarisatie zijn minstens 6 bezoeken vereist. Niet alle libellensoorten zijn echter even relevant in dit kader. Bovendien zijn in het kader van het monitoringsproject 'Ecologie van oevers' op twee locaties (bij de Vissteeg en bij het gemaal van Sasse) uitgebreide libelleninventarisaties uitgevoerd door Bureau Waardenburg. Daarom is voor dit project alleen voor de meest belangrijkste soortgroepen een extra inspanning gedaan. Dit zijn de rheofiele soorten (weidebeekjuffer, blauwe breedscheenjuffer, beekrombout en metaalglanslibel) en enkele vrij kritische soorten van voedselrijke wateren (smaragdlibel, glassnijder, vuurjuffer, bruine korenbout, vroege glazenmaker). De aanwezigheid van deze soorten kan worden vastgesteld met twee bezoeken. De eerste rond is gecombineerd met de biotoopkartering op 29 mei 2008. Op 30 juni 2008 zijn de vier proefvlakken geïnventariseerd. Op basis van deze gegevens is de aan- of afwezigheid van genoemde soorten goed vast te stellen.

2.6 Vissen

Er zijn visgegevens uit 1994 van een bevissing van de Graafsche Raam, uitgevoerd door de OVB. In 2003/2004 is een visstandsmonitoring door RAVON/Natuurbalans uitgevoerd in de Raam (Spikmans *et al.* 2004). In 2008 is op de vier representatieve

trajecten een elektrische bevissing uitgevoerd in het najaar. Hiervoor is een traject van 300 meter aangehouden om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de methoden van visstandsbemonstering (Anonymus 2001). Daarnaast zijn aanvullend steekproeven genomen met een schepnet, speciaal voor soorten die moeilijk te vangen zijn met elektrische bevissing.

Door de brede riet en liesgrasoevers was het bijzonder moeilijk om de aanwezige vis te vangen. Een deel van de vis verschool zich in deze oevers en ontsnapte daardoor aan de bemonstering. Er is geen KRW-beoordeling van het onderdeel vis uitgevoerd, omdat de visstandsbemonstering daar niet geschikt voor is.

2.7 Vogels

Door de Provincie Noord-Brabant zijn de verspreidingsgegevens van vogels langs de Lage Raam ter beschikking gesteld. Als selectie is een strook van 100 meter aan weerszijden van de Lage Raam gehanteerd. Binnen deze strook zijn over de gehele lengte van het pilotgebied gegevens uit 1986 en 2006 beschikbaar. De meest algemene soorten (o.a. merel en winterkoning) zijn in beide jaren niet in kaart gebracht.

De aantalsontwikkeling van alle soorten is in tabel en kaart in beeld gebracht. Extra aandacht is besteed aan de soorten van de Rode Lijst (LNV 2004) en de soorten die als struweelvogels zijn beschouwd binnen het streekplan van de Provincie Noord-Brabant (tabel 2.1).

Tabel 2.1 *Struweelvogelsoorten uit het streekplan van de Provincie Noord-Brabant (Franken et al. 2006).*

<i>roodborsttapuit</i>	<i>grasmus</i>
<i>geelgors</i>	<i>patrijs</i>
<i>blauwborst</i>	<i>paapje</i>
<i>boomleeuwerik</i>	<i>rietzanger</i>
<i>nachtegaal</i>	

2.8 Zoogdieren (das)

Op basis van het landschap en kennis over het voorkomen van burchten is bepaald welke stukken van de Raam kansrijk zijn voor het voorkomen van das. Vervolgens is een veldbezoek gebracht op 7 oktober 2008, met als doel te bepalen of de das gebruik maakt van de oevers van de Raam als migratie- en/of fourageergebied.

2.9 Onderhoud en beheer

De gegevens over onderhoud en beheer in het verleden en de kosten daarvan die waren opgenomen in Van Duynhoven & Manders (2004) zijn gebruikt. Op 7 oktober 2008 heeft een gesprek plaatsgevonden met Jan Derks, Piet van de Ven en Sjaak Robben van het district Raam. Tijdens dat gesprek is onder meer besproken:

- waar, wanneer en hoe het beheer en onderhoud is uitgevoerd inclusief de kosten;
- locaties met wateroverlast (of klachten daarover), oorzaak en mitigerende maatregelen;
- problemen met andere functies, zoals recreatie.

De verkregen informatie is gebruikt bij de verwerking en bespreking van de veldgegevens en het opstellen van aanbevelingen.

2.10 Waterkwaliteit

Van helofytenvegetaties is bekend dat deze een zuiverende werking kunnen hebben door opname van voedingsstoffen. Aan de andere kant kunnen afstervende planten in het najaar juist voor extra input van voedingsstoffen zorgen. De beschikbare waterkwaliteitsgegevens zijn gebruikt om te zien of dergelijke trends herkenbaar zijn, er zijn geen aanvullende metingen gedaan.

2.11 Waterbeheersing

Om te bepalen of de vegetatie een opstuwend effect heeft op de waterstanden, staan twee methoden ter beschikking. De meest directe manier om te bepalen of er opstuwende effecten zijn, is te kijken naar de relatie tussen debieten en waterstanden. De tweede methode om de effecten van onderhoud en vegetatie op de waterbeheersing te onderzoeken is de afvoercapaciteit van de Raam te berekenen. Voor het berekenen van de afvoercapaciteit is gebruik gemaakt van de formule van Manning. Deze formule is als volgt opgebouwd:

$$Q = A * R^{2/3} * K_m * S^{1/2}$$

Q = debiet (m³/s)

A = natte oppervlakte (m²); zie figuur 1

R = hydraulische straal (m)

K_m = wandruwheidsfactor (m^{1/3}/s)

S = waterpeilverhang (m/m)

waarin:

$$Q = v * A$$

Q = debiet (m³/s)

v = gemiddelde stroomsnelheid (m/s)

A = natte oppervlakte (m²)

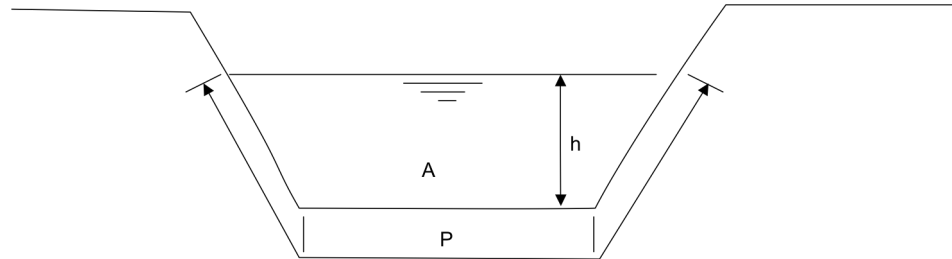
en:

$$R = A / P$$

R = hydraulische straal (m);

A = natte oppervlakte (m²); zie figuur 1

P = natte omtrek (m); zie figuur 1



Figuur 1: aanduiding Natte oppervlakte (A) en -omtrek (P) en waterdiepte (h)

In deze formule wordt gebruik gemaakt van een wandruwheidsfactor (Km). In de loop der tijd zijn door verschillende onderzoekers voor verschillende stadia van begroeiing en vegetatietype in waterlopen bijbehorende ruwheden (Km) bepaald (Anonymus 2000; Pot 2003).

Met de formule wordt de invloed van de vegetatie op de stroming onderzocht. Voor de invulling van de parameters in deze formule is gebruik gemaakt van:

- de door het waterschap aangeleverde afvoer- en peilgegevens van de stuw Kammerberg van de afgelopen vijf jaar. Omdat het hier gaat om nog niet gecontroleerde gegevens, zijn alle extreme debietwaarden boven de 4 m³/s uit de gegevens verwijderd. Deze uitschieters zijn waarschijnlijk veroorzaakt door verdrinken situaties (mondeline mededeling van de heer A. Peters, Waterschap Aa en Maas);
- de inventarisatie van vegetaties (bijlage 1);
- Km waarden uit literatuur (zie boven en bijlage 4);
- de gemeten dwarsprofielen in 2008, waaruit een verhanglijn is berekend;
- waterstandsmetingen stuw Hollanderbroek en Hapse weg (Memo S. Robben).

3 Gebiedsbeschrijving en trajectselectie

3.1 Gebiedsbeschrijving en streefbeelden

De Raam vindt zijn oorsprong ten zuiden van Wanroij en stroomt vandaar in noordwestelijke richting. Het pilotgebied begint bij de stuw ten noorden van de Hapse weg (zie bijlage 1). De Lage Raam ligt hier in een agrarisch landschap, heeft een ongeveer 8 meter brede, rechte loop en heeft als doeltype 'Beekgraaf' (Buskens 2002). Langs een behoorlijk deel is één- of tweezijdig natuur ontwikkeld. Hier zijn de oevers flauwer (1:5 tot 1:10) en een strook van enkele tientallen tot maximaal 100 meter is omgezet in moeras, half-natuurlijk grasland en bos. Benedenstrooms hiervan ligt het landgoed Tongelaar, dat in feite ook als een natuurgebied opgevat kan worden. De voornaamste vegetatie in de Lage Raam zijn dichte begroeiingen met drijvend fonteinkruid en pijlkruid, die over vrijwel de gehele lengte voorkomen. De oevers zijn begroeid met liesgras of rietvegetaties. Op enkele plaatsen breiden de rietvegetaties zich sterk in de breedte uit, waardoor de Raam over (vrijwel) de gehele breedte met riet is begroeid (foto 1).



Foto 1. Soms steekt riet de watergang over.

Benedenstrooms van het landgoed Tongelaar komen de Biestgraaf en het Peelkanaal uit in de Raam, die vanaf hier Graafsche Raam heet. De Raam verandert hier ook sterk van karakter; hij wordt breder (>10m), stroomt langzamer en krijgt een meer minder rechte loop. Dit deel van de Raam ligt gezien de bodemkaart in een oorspronkelijk beekdal. Het doeltype is hier 'traagstromende beek' (Buskens 2002). Het bovenstroomse deel van de Graafsche Raam ligt in een natuurgebied; op de aanliggende gronden liggen graslanden

die matig voedselrijk zijn en extensief worden gemaaid of begraasd. Meer benedenstrooms stroomt de Graafsche Raam door agrarisch gebied om vervolgens via de grachten van Grave in de Maas uit te komen. In Grave wordt water ingelaten vanuit de Maas en uitgelaten in de Hertogswetering. In de Graafsche Raam bestaat de oevervegetatie uit een smalle strook liesgras of riet, met daarlangs een enkele meters brede zone met gele plomp. Benedenstrooms van Escharen komen weinig submerse waterplanten voor. Plaatselijk staat hier sterrenkroos, naaldwaterbies en submerse bladeren van egelskop en pijlkruid (slierten), maar de bedekkingen zijn laag. Bovenstrooms van Escharen zijn over een behoorlijke afstand dichte vegetaties met glanzig fonteinkruid aangetroffen. Daarnaast komt hier plaatselijk sterrenkroos voor. In dit deel zijn ook een aantal moeraszones van een tiental meter breed langs de raam aangelegd, die begroeid zijn met een vrij soortenrijke liesgrasvegetatie.

Binnen de KaderRichtlijnWater is het onderzochte deel van de Raam ingedeeld in type R5 "langzaam stromende midden- en benedenloop op zand". De Raam is aangemerkt als een sterk veranderd water. Voor de beoordeling van de Raam aan de KRW is gebruik gemaakt van de ontwerp Ecologische doelen en maatlatten KRW (Beekman *et al.* 2008). Hierin is de Raam aangeduid als R5-Landbouw.

3.2 Selectie representatieve trajecten

Er zijn vier trajecten geselecteerd (voor ligging zie bijlage 1):

- Traject 1, benedenstrooms van Escharen, weinig submerse vegetatie;
- Traject 2, bovenstrooms van Escharen, vegetatie met glanzig fonteinkruid;
- Traject 3, bij landgoed de Tongelaar, vegetatie met drijvend fonteinkruid en pijlkruid;
- Traject 4, bij de vissteeg, watergang bijna geheel dichtgegroeid met riet.

4 Resultaten onderzoek

4.1 Effecten op ecologie

4.1.1 Vegetatie op de trajecten

Er is een vegetatie-opname uit 1999 van de Raam bij de Vissteeg (Albers 1999), exact op hetzelfde locatie als traject 4. In 1999 zijn de gegevens niet verzameld met het oog op een KRW-beoordeling (de KRW bestond toen nog niet). Op grond van de beschikbare gegevens wordt verwacht (expert-inschatting) dat zowel de abundantie groeivormen als de soortensamenstelling 'matig' scoren. In de huidige toestand scoren de vier trajecten samen als 'goed', traject 4 is daarbij één van de best ontwikkelde trajecten (zie ook tabel 4.1). De inrichting als evz en het extensieve beheer hebben de score op de KRW-maatlat dus duidelijk verhoogd. Dit komt vooral door de hoeveelheid vegetatie in het water (groeivorm submers+drijvend+emers) en door het bos en struweel op de oever (inrichting stapstenen).

Tabel 4.1 Bedekkingspercentages van groeivormen op de vier trajecten en de score op deelmaatlat abundantie groeivormen van KRW-maatlat R5. De GEP is in dit geval gelijk aan de GET (0,6).

Groeivormen	1	2	3	4	Gemiddeld EKR	Beoordeling
submers+drijvend+emers	15	60	55	60	47,5	0,92 zeer goed
draadwier/flab	4	4	2	4	3,7	>0,6 goed
kroos	1	7	1	1	2,5	1,0 zeer goed
oeverbegroeiing (bos)	10	20	50	50	32,5	0,53 matig
totaal					0,72	goed

Tabel 4.2 Aangetroffen soorten op de vier trajecten, hun abundantie volgens de KRW-schaal (1=weinig, 2=matig, 3=veel) en hun score op deelmaatlat soortensamenstelling macrofyten voor type R5.

Soort	Abundantie	score
<i>callitriche platycarpa</i>	Gewoon sterrenkroos	0,4
<i>eleocharis acicularis</i>	Naaldwaterbies	0,4
<i>elodea nuttallii</i>	Smalle waterpest	0,4
<i>glyceria maxima</i>	Liesgras	1,6
<i>hydrocharis morsus-ranae</i>	Kikkerbeet	0,8
<i>iris pseudacorus</i>	Gele lis	0,4
<i>lemna minor</i>	Klein kroos	1,0
<i>lemna minuta</i>	Dwergkroos	1,0
<i>nuphar lutea</i>	Gele plomp	0,8
<i>nymphaea alba</i>	Witte waterlelie	0,4
<i>phragmites australis</i>	Riet	1,5
<i>potamogeton lucens</i>	Glanzig fonteinkruid	1,1
<i>potamogeton natans</i>	Drijvend fonteinkruid	1,1
<i>potamogeton pectinatus</i>	Schedefonteinkruid	0,4
<i>rorippa microphylla</i>	Slanke waterkers	0,4
<i>sagittaria sagittifolia</i>	Pijlkruid	1,4
<i>sparganium emersum</i>	Kleine egelskop	1,2
<i>sparganium erectum</i>	Grote egelskop	0,6
<i>typha latifolia</i>	Grote lisdodde	0,4
<i>utricularia vulgaris</i>	Groot blaasjeskruid	0,4
<i>phalaris arundinacea</i>	Rietgras	0,4
<i>salix cinerea</i>	Grauwe wilg	0,4
Totaalscore		17 ->42%
		EKR=0,6 GOED!

De vier opgenomen trajecten zijn uitgewerkt in een profiel (bijlage 2). In deze profielen naast de waterdiepte en de slibdikte ook een indruk gegeven van de structuur en abundantie van de vegetatie en de aanwezige soorten.

Profiel 1 ligt het meest benedenstrooms. De Raam is hier maar liefst 27 meter breed, bijna 2 meter diep en over ongeveer de helft vrij van vegetatie. De doorstroming wordt hier dan ook niet belemmerd. Langs beide oevers groeit een smalle strook liesgras en daarbuiten een zone met gele plomp, die overigens vrij ijl is. Relatief bijzonder is de vrij uitgebreide submerse vegetatie met de minder algemene naaldwaterbies. Er was geen waarneembare stroming over het gehele profiel. Opvallend is dat er geen slibophoping in de oevers plaats vindt (en wel in het begroeide deel van de bedding). De trage stroming wordt in deze flauwe binnenbocht en door de vegetatie blijkbaar zo ver afgeremd dat het slib uitzakt. Daarnaast kan er in de oevers wel slib aanwezig zijn, maar in de dichte liesgrasvegetaties kan de dikte nauwelijks gemeten worden.



Foto 2 *In Grave is de Raam breed en grotendeels onbegroeid, net als ter hoogte van profiel 1.*

Profiel 2 ligt ruim een kilometer stroomopwaarts van profiel 1. Ondanks dat de watergang even diep is, groeit hier wel vegetatie op de bodem. Belangrijkste verklaring is een betere waterkwaliteit (doorzicht) als gevolg van een natuurlijker achterland. Ook hier was de stroming niet waarneembaar, ook niet in het relatief open deel 15m uit de linkeroever. De slibophoping vindt hier plaats langs de linkeroever, in de beschutting van de relatief dichte velden glanzig fonteinkruid. Glanzig fonteinkruid is een leuke soort, die karakteristiek is voor dit soort benedenlopen. De soort biedt ook veel vrij structuur voor macrofauna en vis. De vegetatie vormt waarschijnlijk wel een belemmering voor de stroming, maar veroorzaakt geen waterbeheersingsproblemen: bij stijging van de waterspiegel stroomt het water er gewoon overheen.



Foto 3 De Raam in de buurt van profiel 2 begin oktober, wanneer glanzig fonteinkruid lokaal de hele watergang begroeit. Zie ook kaft.

Profiel 3 ligt ter hoogte van het landgoed de Tongelaar in de Lage Raam. De watergang is hier een stuk smaller en de soortensamenstelling verschilt sterk van de vorige profielen. De watergang is vrijwel geheel dichtgegroeid met drijvend fonteinkruid en pijlkruid. De bedekking van het wateroppervlak is uitermate hoog: 40-90%. De vulling van de waterkolom is echter aanzienlijk minder door de dunne stengels van de drijvende bladeren: slechts 10%-20%. Dit type vegetatie heeft minder invloed op de doorstroming dan de glanzig fonteinkruidvegetaties. In het midden van de watergang is de stroomsnelheid visueel geschat op een orde-grootte van 1 cm/s.



Foto 4 De Raam bij profiel 3 op 29 mei.

Profiel 4 ligt net ten noorden van de Vissteeg en is een typisch voorbeeld van een heringerichte oever die geheel begroeid geraakt is met riet. Slechts een smalle strook van ongeveer drie meter breed bestaat nog uit open water, waarin schedefonteinkruid en kleine egelskop (vooral ondergedoken 'slierten') groeien. Tussen het riet was geen waarneembare stroming, rietvegetaties hebben ook een hoge weerstand. In het open deel werd de stroming visueel geschat op een orde-grootte van 1 cm/s. In de vegetatie hoopt zich slib en detritus op. Dit is voor een deel (en misschien wel een groot deel) afkomstig van de rietvegetatie zelf.



Foto 5 De Raam bij profiel 4 op 8 mei met het 's-winters overstaande riet.

4.1.2 Macrofauna

Het KRW-watertype van de Raam is R5 (langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand). De Raam is als sterk veranderd water ingedeeld bij default-R5-landbouw (Beekman *et al.* 2008). Voor macrofauna is de GEP daarin vastgesteld op 0,55. De genomen macrofaunamonsers zijn beoordeeld volgens de KRW-macrofaunamaatlat R5 (tabel 4.3). De Raam scoort vrijwel altijd in de klasse ontoereikend. Dit komt omdat de Raam wordt gedomineerd door negatief dominante taxa, terwijl positief dominanten en kenmerkende taxa slechts beperkt aanwezig zijn. Begin jaren tachtig lag de gemiddelde ekr wel wat lager dan tegenwoordig (mogelijk komt dit door de slechte waterkwaliteit toendertijd). Het aantal taxa is vanaf 1998 een stuk hoger dan daarvoor (bijlage 3). Vanwege het abrupte karakter en het jaartal ligt dit niet aan het beheer (dat vanaf 1999 gewijzigd is), maar wordt eerder gedacht aan een methodisch verschil. Belangrijker is dat er geen verschil is tussen de ekr in de periode 1987-1998 ($\text{gem} \pm \text{stdfout} = 0,361 \pm 0,034$) en de periode 2000-2007 ($0,331 \pm 0,021$). Het gewijzigde beheer heeft dus niet aantoonbaar bijgedragen aan een betere beoordeling op de KRW-maatlat.

Tabel 4.3. Beoordeling van de macrofaunamonsters op de KRW-maatlat met QBWat versie 4.18. De beoordeling van de klasse is achteraf handmatig berekend op basis van $GEP=0,55$.

location	year	type	Beoordeling R5-landbouw		abundantie-klassewaarden	positief dom. + kenm. taxa%	negatief dom. %	kenmerkende taxa %
			eqr	(GET=0,55)				
oGRAARA100	1980	R5	0,227	ontoeikend	30	0	43,3	0
oGRAARA100	1981	R5	0,290	ontoeikend	40	0	27,5	0
oGRAARA100	1982	R5	0,277	ontoeikend	52	0	30,8	0
oGRAARA100	1983	R5	0,283	ontoeikend	46	2,2	30,4	0
oGRAARA100	1984	R5	0,303	ontoeikend	64	1,6	25,0	0
oGRAARA100	1985	R5	0,345	ontoeikend	53	7,6	32,1	4,8
oGRAARA100	1986	R5	0,165	slecht	23	4,4	60,9	0
oGRAARA100	1987	R5	0,310	ontoeikend	31	0	22,6	0
oGRAARA100	1988	R5	0,304	ontoeikend	50	0	24,0	0
oGRAARA100	1989	R5	0,349	ontoeikend	70	0	12,9	0
oGRAARA100	1990	R5	0,525	matig	13	7,7	23,1	16,7
oGRAARA100	1995	R5	0,366	ontoeikend	94	0	8,5	0
oGRAARA100	1998	R5	0,312	ontoeikend	174	1,7	23,0	0
oGRAARA100	1999	R5	0,270	ontoeikend	118	2,5	33,9	0
oGRAARA100	2000	R5	0,285	ontoeikend	102	1,0	36,3	2,3
oGRAARA100	2001	R5	0,314	ontoeikend	133	3,8	29,3	2,0
oGRAARA100	2002	R5	0,396	matig	95	9,5	26,3	6,8
oGRAARA100	2003	R5	0,393	matig	159	7,6	23,9	6,1
oGRAARA100	2005	R5	0,287	ontoeikend	150	4,7	40,0	3,1
oGRAARA100	2007	R5	0,313	ontoeikend	149	3,4	28,2	1,6
oLAGERA520	2004	R5	0,333	ontoeikend	251	2,8	21,1	1
oLAGERA520	2006	R5	0,303	ontoeikend	91	7,7	35,2	2,3
oLAGERA520	2007	R5	0,304	ontoeikend	168	4,8	31,0	1,5

De voor dit watertype kenmerkende, positief dominante en negatief dominante soorten zijn als uitgangspunt genomen voor de bespreking van de macrofauna van de Raam. De soortgegevens zijn opgenomen in bijlage 3.

Kenmerkende soorten

Van de in totaal 12 kenmerkende soorten zijn er acht alleen met één exemplaar per monster vastgesteld. Aan dergelijke incidenteel aangetroffen soorten kan geen indicatieve waarde worden gegeven, aangezien onduidelijk is in hoeverre er daadwerkelijk populaties van deze soorten aanwezig zijn. De vier soorten die met meerdere exemplaren per monster zijn vastgesteld zijn: ronde beekmuts (*Ancylus fluviatilis*), *Procleon bifidum*, *Cyrnus trimaculatus* en *Triaenodes bicolor*.

De ronde beekmuts (*Ancylus fluviatilis*) is een slak kenmerkend voor rheofiele habitats. Dit kan zowel stromend water zijn als de oeverzone van grote plassen en meren. De ronde beekmuts is één maal aangetroffen in de Graafse Raam. Deze soort is gebonden aan hard substraat en is alleen te bemonsteren door het afkrabben van bijvoorbeeld steen of hout. Dat de soort niet vaker is aangetroffen is dan ook mogelijk een bemonsteringskwestie.

De haft *Procleon bifidum* is een vrij zeldzame soort van langzaam stromende en vegetatierijke wateren. De soort is tweemaal aangetroffen in de Graafse Raam in de periode na de start van het aangepaste beheer.

De beide kokerjuffers *Cyrnus trimaculatus* en *Triaenodes bicolor* zijn algemene soorten van allerlei stilstaande en stromende wateren en worden bijvoorbeeld ook in voedselrijke

sloten aangetroffen. Beide soorten nemen echter significant toe in zuurstofrijke wateren met een goede waterkwaliteit.

Positief dominante soorten

In totaal zijn er drie positief dominante soorten aangetroffen: *Gammarus pulex*, *Polypedilum scalaenum* en *Potamopyrgus antipodarum*.

P. scalaenum is een vrij algemene dansmug van stromend water. Een belangrijke voorwaarde voor het voorkomen van deze soort is de aanwezigheid van zand. In slibrijke wateren wordt de soort dan ook zelden aangetroffen.

Zowel de vlokreeft *G. pulex* als de slak *P. antipodarum* zijn in Nederland zeer algemeen in zowel stilstaande als stromende wateren. Beide soorten verdragen geen lage zuurstofgehalten of een slechte waterbodempkwaliteit en zijn daardoor indicatief voor betere ecologische omstandigheden.

Negatief dominante soorten

In totaal zijn in de Raam 36 verschillende soorten negatief dominante soorten aangetroffen. Het gaat hierbij om soorten die vooral algemeen zijn in voedselrijke wateren. Deze kunnen zowel stilstaand als langzaam stromend zijn. Typische voorbeelden zijn de waterpissebed *Asellus aquaticus*, de haft *Cloeon dipterum* en de bloedzuiger *Helobdella stagnalis*. Dergelijke soorten zijn ook bij een hoge ecologische waterkwaliteit aanwezig zijn, maar zullen in die gevallen niet dominant aanwezig zijn.

Macrofaunagemeenschap

Zowel in de Graafse Raam als in de Lage Raam wordt de macrofaunagemeenschap gedomineerd door soorten van voedselrijke wateren die stilstaand of langzaam stromend kunnen zijn. Typische stromingsminnende soorten zijn amper aanwezig en worden veelal alleen incidenteel aangetroffen. De macrofaunagemeenschap kan dan ook worden getypeerd als een gemeenschap van een voedselrijk, langzaam stromend water.

Effecten gewijzigd beheer

Alleen van de Graafse Raam zijn gegevens aanwezig die het mogelijk maken de situatie voor en na het aangepaste beheer te vergelijken. Een positieve trend lijkt er te zijn in de diversiteit in kenmerkende taxa. Verder uitspraken over trends is op basis van voorliggende data niet goed mogelijk gezien het beperkte aantal bruikbare data van voor het aangepaste beheer.

4.1.3 Libellen

Allereerst komen een aantal gewone, weinig kritische soorten voor zoals de gewone oeverlibel, grote keizerlibel, kleine roodoogjuffer en het lantaarntje. De grote roodoogjuffer wordt vooral in het benedenstroomse gedeelte van de Raam aangetroffen, net als de drijvende bladeren van gele plomp en witte waterlelie waaraan deze soort vrij sterk is gebonden. In de Raam zijn ook soorten van (matig) voedselrijke wateren aangetroffen die iets meer eisen stellen aan hun milieu. Het gaat om de vuurjuffer, variabele

waterjuffer, azuurwaterjuffer, glassnijder en smaragdlibel. Voor deze soorten is de aanwezigheid van structuurrijke water- en oevervegetaties van belang. Benedenstrooms van Escharen zijn de helofytenzones relatief smal en ontbreken waterplanten grotendeels. De genoemde juffers komen hier nog wel voor (maar in lage aantallen), de beide libellen ontbreken geheel. Meer zeldzame limnofiele soorten, zoals de vroege glazenmaker en bruine korenbout, zijn niet aangetroffen. Wel is de vrij zeldzame vuurlibel ten zuiden van Escharen waargenomen. Boven de velden glanzig fonteinkruid bovenden zich maar liefst vier dieren, waaronder een ei-afzettend vrouwtje.

De stroomminnende weidebeekjuffer komt langs het gehele onderzochte deel van de Raam voor, maar de aantallen zijn laag. Zelfs op de regelmatig getelde trajecten bij de Vissteeg en bij het gemaal van sasse worden maar 2-5 exemplaren per jaar gezien. In 1999-2002 werd de soort echter nog minder gezien op deze locaties. De aantallen zijn iets hoger nabij het landgoed de Tongelaar, net benedenstrooms van de beide stuwen, hier werden 10-20 exemplaren gezien op 100 meter. In langzaam stromende wateren is de zuurstofhuishouding meestal beperkend, en net benedenstrooms van een stuw is wat meer zuurstof aanwezig. De weidebeekjuffer is een relatief weinig kritische stroomminnende soort. Aangezien deze soort slechts in lage aantallen voorkomt, is het niet verbazingwekkend dat andere rheofiele soorten ook ontbreken of zeer schaars zijn. De blauwe breedscheenjuffer komt geheel niet voor en de metaalglanslibel wordt jaarlijks in zeer laag aantal gezien (bij de Vissteeg). De beekrombout is in 2008 niet aangetroffen. Vermoedelijk zijn de in eerdere jaren waargenomen dieren toch zwervers van de Maas geweest. Bij de vissteeg is in 2008 voor het eerst een kanaaljuffer waargenomen. Deze soort breidt zich landelijk sterk uit en kan zich mogelijk op de Raam vestigen.

Van de aangetroffen soorten wordt op de KRW-macrofaunamaatlat alleen de weidebeekjuffer genoemd als kenmerkende soort voor type R5. Kanaaljuffer is een kenmerkende soort van type R6, maar niet van R5. De soorten van stilstaand water (vuurjuffer, variabele waterjuffer, azuurwaterjuffer, glassnijder en smaragdlibel) worden wel genoemd als kenmerkende soorten van ondiepe, gebufferde meren (type M14/M27). Het zijn dus wel positief gewaardeerde soorten voor natuurlijke beekdalen, maar tellen niet mee voor de doelbereiking van de beek zelf. De conclusie luidt dan ook dat de natuurwaarde op het gebied van libellen toeneemt, maar dat dit nauwelijks gevolgen heeft voor de score op de KRW-maatlat.

4.1.4 Vissen

Visfauna 2008

De aangetroffen visfauna werd met 74% gedomineerd door zogenaamde eurytope vissoorten, zie tabel 4.4. De meest talrijke eurytope soort was de blankvoorn, gevolgd door de baars. Op de vier monsterpunten in totaal drie rheofiele (stroomminnende) vissoorten aangetroffen, ieder met één exemplaar: biermpje, riviergrondel en winde. De rest (28%) van de gevangen vissoorten – rietvoorn, snoek en zeelt – waren limnofiele soorten. Er zijn geen exoten aangetroffen; de karper is immers ingeburgerd.

Tabel 4.4 Visfauna van de Raam in 2008

		1	2	3	4	totaal
startpunt x		179502	179772	181996	182994	
startpunt y		417002	415774	413578	413103	
eindpunt x		179410	179854	182267	183248	
eindpunt y		417289	415495	413472	412957	
baars	eurytoop	108	37	9	13	167
bermpje	rheofiel	1				1
blankvoorn	eurytoop	120	66	186	151	523
brasem	eurytoop	1	2	2		81
brasem/kolblei juv.	eurytoop	46	16		14	76
kolblei	eurytoop	2				2
karper	eurytoop				2	2
paling	eurytoop	3	6	8	4	21
rietvoorn	limnofiel	36	103	31	37	207
riviergrondel	rheofiel				1	1
snoek	limnofiel	46	18	10	14	88
winde	rheofiel	1				1
zeelt	limnofiel	2	4	3	5	14
	totaal	364	252	249	241	1184

Bespreking per monsterpunt

Monsterpunt 1 is gelegen bij de brug over de Graafse Raam bij Escharen. Deze locatie is zowel in 1994, 2003 als in 2008 bevist, zie tabel 4.5. Tussen de visfauna van 2003 en 2008 lijken geen grote verschillen aanwezig te zijn. De vergelijking wordt enigszins bemoeilijkt doordat in 2003 wel met een zegen is gevist, in tegenstelling tot 2008. De elektrische bevissing is in beide jaren wel vergelijkbaar uitgevoerd.

In beide jaren wordt de visfauna gedomineerd door baars, blankvoorn, brasem/kolblei, rietvoorn en snoek. De verhouding blankvoorn : rietvoorn lijkt vrij constant circa 3 : 1 te zijn. De resultaten van 1994 wijken duidelijk af door het lage aantal brasem/kolblei (5) en de verhouding blankvoorn (2) : rietvoorn (1). Hierdoor heeft de visfauna van 1994 een visfauna die meer wordt gedomineerd door limnofiele vissoorten dan de visfauna's van 2003 en 2008.

Tabel 4.5 Visgegevens monsterpunt 1

	22-11-1994	30-09-2003	29-9-2008
alver	1		
baars	51	197	108
bermpje			1
blankvoorn	52	151	120
brasem	4		1
brasem/kolblei juv.			46
driedoornige stekelbaars	2		
kleine modderkruiper		3	
kolblei	1	39	2
paling	2		3
pos	3		
rietvoorn	23	43	36
snoek	23	49	46
winde			1
zeelt	8	13	2

Monsterpunt 2 (tabel 4.6) lag benedenstrooms van de eerste stuw in de Lage Raam net ten zuiden van het Estersbroek. Deze locatie is alleen in 2008 bemonsterd. Een vergelijking met het monsterpunt uit 2003 dat verder stroomop lag is mogelijk. Deze locatie lag echter wel een stuk dichterbij de stuw. In beide jaren is de bemonstering alleen met elektrovisapparatuur uitgevoerd. Op het monsterpunt in 2003 domineerde de limnofiele soorten, op het monsterpunt in 2008 hielden de eurytope en limnofiele soorten elkaar meer in evenwicht.

Tabel 4.6. Visgegevens monsterpunt 2

	30-09-2003	29-9-2008
baars	10	37
blankvoorn	29	66
brasem	1	2
brasem/kolblei juv.	46	16
paling	5	6
rietvoorn	143	103
snoek	13	18
zeelt	1	4
vetje	9	



Foto 6. Jonge vis tussen de glanzig fonteinkruidvegetatie op traject 2.

Monsterpunt 3 (tabel 4.7) lag benedenstrooms de tweede stuw in de Lage Raam. Dit pand is zowel in 2003 als in 2008 bemonsterd. In beide jaren is de bemonstering alleen met elektrovisapparatuur uitgevoerd. In 2003 zijn zowel het bierpje als de kleine modderkruiper gevangen. In 2008 ontbraken deze soorten. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat men in 2003 de stuw zelf heeft meegenomen. Dit is in 2008 niet gebeurd. Ander opvallende verschil is het veel grotere aantal zeelten dat in 2003 is gevangen en het grote verschil in aantal gevangen blankvoorns. In 2003 waren dit er 5 en in 2008 186. In beide jaren zijn relatief weinig rietvoorns gevangen. Door het grote aantal blankvoorns wordt de fauna op deze locatie in 2008 gedomineerd door eurytope vissoorten, terwijl in 2003 de limnofiele soorten domineerde.

Tabel 4.7. Visgegevens monsterpunt 3

	30-09-2003	29-9-2008
baars	6	9
bermpje	6	
blankvoorn	5	186
brasem		2
driedoornige stekelbaars	1	
kleine modderkruiper	3	
paling	3	8
rietvoorn	17	31
snoek	9	10
zeelt	23	3

Het monsterpunt 4 lag bovenstrooms de tweede stuw ter hoogte van de brug van de Vissteeg over de Lage Raam. Ook dit pand is zowel in 2003 als 2008 op een vergelijkbare wijze bevestigd. De eurytope baars is in 2003 beduidend meer gevangen, maar dit geldt ook voor de limnofiele snoek. De rietvoorn is in 2008 meer aangetroffen. In beide jaren waren de eurytope vissoorten talrijker dan de limnofiele soorten, echter is de verhouding in 2008 wel richting de eurytope soorten geschoven.

Tabel 4.8. Visgegevens monsterpunt 4

	30-09-2003	29-9-2008
baars	54	13
blankvoorn	152	151
brasem/kolblei juv.		14
driedoornige stekelbaars	2	
karper		2
kleine modderkruiper	1	
paling	3	4
rietvoorn	15	37
riviergrondel	2	1
snoek	73	14
zeelt	22	5
zonnebaars	9	

Trend

De visfauna is op basis van de hierboven besproken bemonsteringen in de periode 2003-2008 redelijk gelijk gebleven op het monsterpunt in de Graafse Raam. De visfauna van de Lage Raam lijkt echter opgeschoven te zijn richting de meer eurytope vissoorten.

Door de genomen maatregelen, waaronder het extensieve beheer, zijn rheofiele vissoorten niet toegenomen. Dit ondanks dat de structuren die zijn ontstaan, zoals de liesgrasmatten waaronder vis kan weggkruipen, zeer worden gewaardeerd door soorten als het bermpje. Goed ontwikkelde vegetaties, zolang ze niet te dicht worden, worden bijvoorbeeld door de riviergrondel gewaardeerd. Door het voor rheofiele vissoorten te langzaam stromende water zijn het echter de eurytope en limnofiele soorten die hebben kunnen profiteren. Bij toetsing volgens de KRW-vismaatlat voor R5 zullen dan ook zowel de Graafse Raam als de Lage Raam dan niet goed scoren.

4.1.5 Broedvogels in 1998 en 2006

Het totaal aantal broedvogels langs de Lage Raam is in de periode 1998-2006 fors toegenomen van 308 territoria in 1998 naar 540 in 2006 (tabel 4.9). Het totaal aantal soorten is in dezelfde periode toegenomen van 42 naar 47 (de meest algemene soorten als winterkoning en merel zijn hierbij niet in beschouwing genomen). Onder de soorten die in 2006 langs de Lage Raam broedden zijn zestien soorten die hier in 1998 nog niet broedden. Onder deze, nieuwe, soorten bevinden zich vier soorten van de Rode Lijst (tortelduif, steenuil, groene specht en grauwe vliegenvanger) en één soort die in het kader van het streekplan is aangemerkt als struweelvogel (blauwborst). Onder de tien soorten die in 2006 niet meer als broedvogel werden vastgesteld bevinden zich geen soorten van de Rode lijst en/of struweelvogels.

De struweelvogels doen het over het algemeen goed langs de Lage Raam. Met uitzondering van de nachtegaal is voor alle aanwezige soorten sprake van een positieve trend. Boomleeuwerik, patrijs, paapje en rietzanger werden in beide jaren niet vastgesteld. Voor deze soorten is ofwel niet voldoende geschikt habitat aanwezig of ze zijn ook op grotere schaal (regionaal of landelijk) schaars. De trend voor grasmus en geelgors vertoont een positieve afwijking van de landelijke trend. Beide soorten hebben geprofiteerd van de verruiging van riet en grasland langs de oevers van de Lage Raam. Andere soorten die hiervan geprofiteerd hebben zijn blauwborst en roodborsttapuit, de toename van de tortelduif is in landelijk perspectief opvallend. De soort heeft in de omgeving van de Tongelaar waarschijnlijk geprofiteerd van het natuurlijke beheer in en rond de landbouwpercelen. De heggen en kruidenrijke perceelsranden bieden tijdens het broedseizoen geschikt foerageerhabitat. Daarnaast heeft de soort waarschijnlijk geprofiteerd van struweelvorming en de ontwikkeling van bos. Andere soorten die hiervan geprofiteerd hebben zijn zanglijster, spotvogel, braamsluiper, tuinfluiter, zwartkop, fitis, grauwe vliegenvanger en wielewaal. In landelijk opzicht is de toename van wielewaal opvallend. De wielewaal heeft een voorkeur voor populierenbos met een minimale leeftijd van 6-8 jaar (Bijlsma 1995). De kloon (soort/vorm), structuur en het voedselaanbod van het bos bepalen de geschiktheid. Kennelijk heeft het bos langs de Lage Raam zich ten aanzien van deze aspecten op veel plekken ten gunste van de wielewaal ontwikkeld. Natuurlijke successie heeft hierbij een belangrijke rol gespeeld. Er zijn geen aanwijzingen dat het beheer langs de Lage Raam hier direct invloed op heeft gehad.

De ontwikkeling van rietmoeras heeft op veel plekken langs de Lage Raam geleid tot een forse toename van kleine karekiet en, in mindere mate, rietgors. Met name in de middenloop hebben nieuw afgegraven moerasjes, poelen, geulen en verbrede rietoevers tot een forse toename van het aantal kleine karekieten geleid.

Voor watervogels zijn de ontwikkelingen in de periode 1998-2006 minder eenduidig. Het aantal territoria van de fuut, nijlgans, slobbeend en meerkoet is afgenomen terwijl soorten als dodaars, knobbelzwaan, grauwe gans en waterhoen in aantal zijn toegenomen. Vergeleken met de landelijke trend is over het algemeen sprake van een minder gunstige ontwikkeling van watervogels in de Lage Raam. Voor de herbivore watervogels (o.a. grauwe gans en slobbeend) zijn de foerageermogelijkheden in de

omliggende graslanden met extensief beheer niet optimaal. Voor viseters (fuut, ijsvogel) zijn de foerageermogelijkheden waarschijnlijk beperkt door het op uitgestrekte schaal voorkomen van drijvende watervegetaties. De enorme afname van het aantal meerkoeten is waarschijnlijk een omissie in de beschikbare dataset.

4.1.6 Zoogdieren

Op grond van de ligging van burchten leek de kans op dassen het grootst op het traject Escharen-stuw Garrisveld, daarom is dat traject afgezocht. Daarbij werden vooral op het traject tussen de stuw Kammerberg en de stuw Garisveld veel sporen gevonden. Het betrof niet alleen wissels en graafsporen, maar ook uitwerpselen met resten van bramen en mais. De dassen fourageren in dit gebied op maisakkers en op de bramen die (vooral) op het talud langs de Raam groeien. De evz vervult hier dus een functie als fourageer- en migratiegebied. Gezien de aanwezigheid van een dassenburcht nabij het Langven is het waarschijnlijk dat dassen via de Kammerberg naar het landgoed de Tongelaar lopen (mond. meded. Staatsbosbeheer).

Op het landgoed de Tongelaar zit een bever (mond. med. R. van Eekelen). Deze is waarschijnlijk afkomstig van de populaties langs de Maas. Direct langs de Raam zijn geen sporen van bevers gevonden (zoals knaagsporen).

Tijdens het veldwerk werd geconstateerd dat de Graafsche Raam tussen Escharen en de stuw Kammerberg plaatselijk geschikt lijkt voor waterspitsmuis. Het gaat dan met name om de oostoever; de westoever is vrij steil en er vindt te veel recreatie door wandelaars met honden plaats.

Tabel 4.9 Overzicht van het aantal vastgestelde territoria van broedvogels langs de Lage Raam in 1998 en 2006. Weergegeven is het aantal territoria dat binnen een straal van 100 meter aan weerszijden van de beek werd vastgesteld op de verschillende trajecten (middenloop, benedenloop en monding). Vogelsoorten die als struweelvogel zijn beschouwd binnen het streekplan zijn vet gemarkeerd en vogels van de Rode Lijst zijn gemarkeerd met (R). De aantalsontwikkeling is samengevat in de trend: ++ sterke toename, + matige toename, 0 stabiel, - matige afname en -- sterke afname. Ter illustratie is tevens de landelijke trend weergegeven (van Dijk et al. 2008). Bron: gegevens Provincie Noord-Brabant.

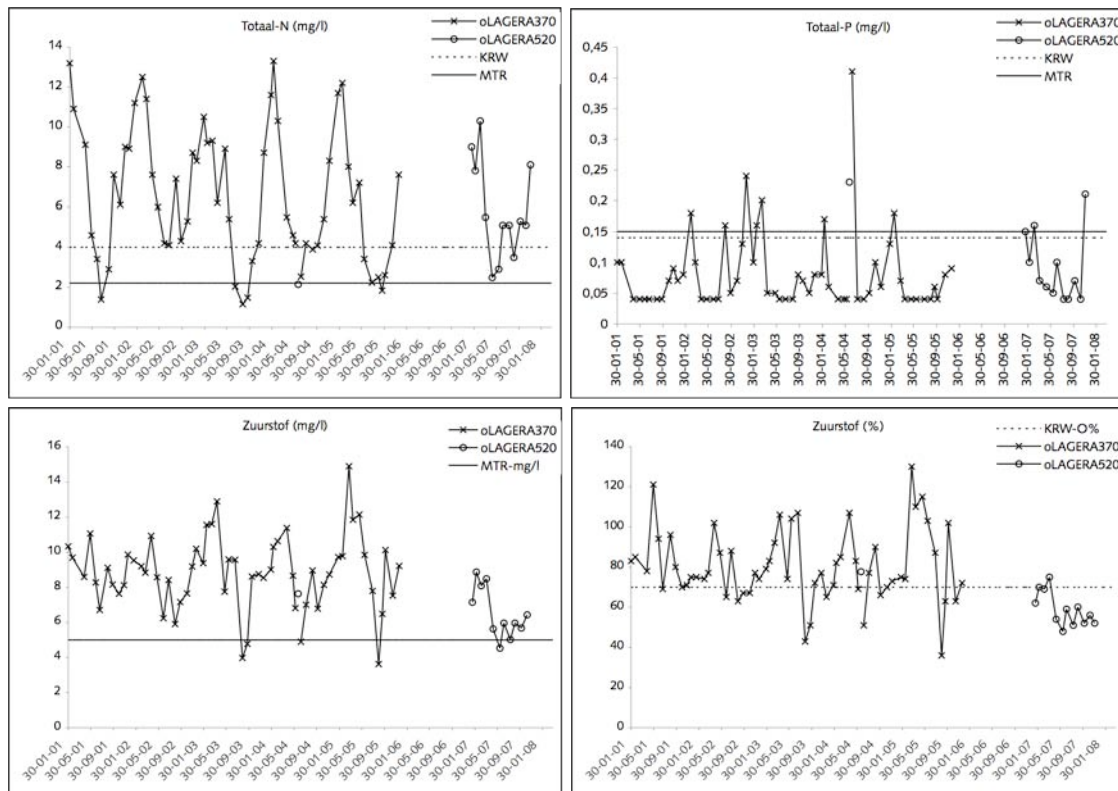
soort	Middenloop		Benedenloop		Monding		Totaal		Trend	
	1998	2006	1998	2006	1998	2006	1998	2006	Lage Raam	NL
dodaars	0	0	0	2	0	0	0	2	+	++
fuut	0	0	4	1	0	1	4	2	-	0
knobbelzwaan	4	6	0	2	0	0	4	8	+	+
grauwe gans	0	0	0	4	1	5	1	9	++	++
zwarte kraai (groep)	40	0	15	0	0	0	55	0	0	+
canadese gans	0	0	1	0	0	0	1	0	0	++
nijlgans	2	1	2	1	0	0	4	2	-	++
krakeend	0	1	0	0	0	0	0	1	0	++
slobeend (R)	1	0	1	0	0	0	2	0	-	-
kuifeend	0	0	0	2	1	0	1	2	+	+
buizerd	2	1	1	1	0	0	3	2	0	+
fazant	0	7	0	0	0	0	0	7	++	-
waterhoen	6	13	1	7	1	4	8	24	++	0
meerkooit	21	0	9	0	1	0	31	0	--	0
scholekster	3	1	1	0	0	0	4	1	--	-
kleine plevier	1	0	0	0	0	0	1	0	0	+
kievit	3	4	3	4	0	0	6	8	0	-
holenduif	8	0	0	0	0	0	8	0	--	0
turkse tortel	2	0	1	0	0	0	3	0	-	0
tortelduif (R)	0	5	0	0	0	0	0	5	++	-
koekoek (R)	0	4	2	0	0	0	2	4	+	-
steenuil (R)	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
ijsvogel	0	1	0	0	0	0	0	1	0	++
groene specht (R)	0	4	0	1	0	0	0	5	++	+
grote bonte specht	0	4	1	1	0	0	1	5	++	+
kleine bonte specht	1	2	0	1	0	0	1	3	+	++
boompieper	0	5	0	1	0	0	0	6	++	+
gele kwikstaart	0	0	0	2	0	0	0	2	+	-
nachtegaal (R)	4	4	0	0	0	0	4	4	0	0
blauwborst	0	3	0	0	0	0	0	3	+	+
zwarte roodstaart	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-
gekraagde roodstaart	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
roodborsttapuit	2	3	0	2	0	0	2	5	++	++
zanglijster	1	13	3	3	0	0	4	16	++	+
grote lijster	0	3	2	0	0	0	2	3	0	-
bosrietzanger	7	4	1	3	0	1	8	8	0	0
kleine karekiet	21	104	14	34	0	2	35	140	++	0
spotvogel	1	4	1	1	0	1	2	6	++	-
braamsluiper	0	0	0	2	0	1	0	3	+	-
grasmus	17	30	5	14	0	2	22	46	++	+
tuinfluit	15	23	8	11	1	0	24	34	+	-
zwartkop	12	33	6	15	1	5	19	53	++	+
fitis	5	28	1	8	0	0	6	36	++	-
goudhaan	0	0	0	1	0	0	0	1	0	+
grauwe vliegenvanger	0	2	0	1	0	0	0	3	+	-
staartmees	0	2	0	0	0	0	0	2	+	-
matkop (R)	1	3	1	1	0	0	2	4	+	+
kuifmees	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
boomklever	0	1	0	0	0	0	0	1	0	+
boomkruiper	2	4	1	4	0	0	3	8	++	+
wielewaal (R)	1	6	0	1	0	0	1	7	++	-
vlaamse gaai	2	4	0	2	0	0	2	6	+	+
ekster	2	0	1	0	0	0	3	0	-	-
zwarte kraai	5	0	5	0	0	0	10	0	--	+
groenling	1	9	1	4	0	0	2	13	++	0
kneu (R)	1	3	0	0	1	0	2	3	+	-
geelgors	6	14	2	5	0	0	8	19	++	+
rietgors	1	10	4	5	0	0	5	15	++	+
aantal soorten	34	40	30	33	7	9	42	47		
aantal territoria	202	371	99	147	7	22	308	540		

4.2 Effecten op hydrologie, hydromorfologie, waterbeheersing en beheer

4.2.1 Waterkwaliteit

Binnen het studiegebied liggen drie meetpunten waterkwaliteit langs de Raam (bijlage 1). Het punt 830 ligt bij het inlaatpunt en wordt sterk beïnvloed door het ingelaten Maaswater. Omdat de kwaliteit van het Maaswater in het kader van deze studie weinig interessant is, is dit meetpunt niet meegenomen. Punt 370 ligt net bovenstrooms van het studiegebied, langs de Hapse weg. Punt 520 ligt ter hoogte van de Vissteeg en daarmee ruim binnen het studiegebied. Helaas zijn deze punten gedurende de onderzoeksperiode (1998-2008) niet gelijktijdig gemeten. Daarom is het niet mogelijk effecten van de proef te zien (in punt 520) en deze te koppelen aan de (onveranderde) situatie in punt 370. Wel is het mogelijk in algemene zin iets te zeggen over de kwaliteit, aan de hand van het verloop van nutriënten en zuurstof (figuur 4.1). Bij de bespreking wordt gebruik gemaakt van de MTR en KRW-norm. Toetsing aan de MTR zou op basis van het zomerhalfjaargemiddelde moeten plaatsvinden. Ecologisch gezien zijn echter de pieken en dalen ook relevant, omdat het slechtste moment bepaald welke soorten kunnen overleven. Totaal stikstof is relatief hoog te noemen, zeker in de winter. De waarden liggen vrijwel permanent boven de MTR en meestal ook boven de KRW-waarde (behorende bij watertype R5). De pieken in de winter worden veroorzaakt door afspoeling en uitspoeling van landbouwgronden. Dit blijkt onder meer uit het feit dat gemiddeld 70% van het stikstof uit nitraat en nitriet bestaat (tijdens de pieken zelfs 80%). Indien de pieken veroorzaakt zouden worden door rioolwater zou het percentage organisch N veel hoger liggen. Voor totaal P is de situatie gunstiger. Deze waarde ligt meestal onder de MTR en KRW-waarde en de helft van de tijd zelfs onder de ecologische norm (0,05 mg/l). Ook bij P-totaal treden echter regelmatig pieken op (met name in de winter), die boven de normen uitkomen.

De hoeveelheid zuurstof is gemiddeld redelijk gunstig, en ligt zowel boven de MTR (norm 5 mg/l, linkergrafiek) als boven de KRW-waarde (norm 70% verzadiging, rechtergrafiek). Wel daalt het zuurstofgehalte vrijwel jaarlijks onder de norm; dit kan gevolgen hebben voor de overleving van rheofiele soorten in het water. De hoeveelheid zuurstof is in het voorjaar relatief hoog (februari-juni) en in de najaar relatief laag (augustus-november). Aangezien stroming en watervoerendheid vrij constant zijn, moet dit veroorzaakt worden door de jaarcyclus van planten (inclusief fytoplankton), die in het voorjaar groeit en zuurstof produceert en in het najaar afsterft en zuurstof consumeert. Dit effect treedt op beide meetpunten op, ook op punt 370 waar de vegetatie wel wordt verwijderd. Er zijn geen aanwijzingen dat de zuurstofverzadiging in het najaar op punt 520 (waar de vegetatie niet wordt verwijderd) lager wordt dan op punt 370, maar de meetreeks is te kort (één jaar) voor een definitieve conclusie.



Figuur 4.1 Nutriënten en zuurstof in de Raam.

4.2.2 Hydromorfologie

Tijdens de biotoopkartering zijn een drietal hydromorfologische aspecten onderzocht: het biotoop van het achterland, de aanwezigheid van oeververdediging en de aanwezigheid van erosie en sedimentatiestructuren.

Landgebruik van de oever

Het landgebruik op de oevers is conform het handboek hydromorfologie geclassificeerd in natuurlijk en onnatuurlijk landgebruik. Twijfelgevallen waren de akkers op het landgoed de Tongelaar en de oevers in de bebouwde kom van Grave. De akkers op het landgoed de Tongelaar zijn niet te vergelijken met regulier gebruikte akkers. Ze bevatten kruiden en bloemen en worden waarschijnlijk minder bemest en in het geheel niet bespoten met herbiciden. Daarom is besloten deze als natuurlijk te classificeren. Bebouwd gebied dient als niet natuurlijk te worden geclassificeerd, maar de oevers in Grave bestaan vrijwel geheel uit park (grasland en bos). Het beheer van de graslanden is echter verre van natuurlijk (gazons), er is een hoge recreatiedruk en de bemesting als gevolg van hondenuitlaat dient niet te worden onderschat. Daarom is besloten de bebouwde kom van Grave voor de helft mee te tellen. Op basis van deze uitgangspunten is het landgebruik van de oever van de Lage Raam voor 24% natuurlijk, dat van de Graafsche Raam voor 62%. Voor de totale beek is het landgebruik voor 44% natuurlijk. De Lage Raam scoort hiermee slecht, de Graafsche Raam en het totaal scoren ontoereikend op de deelmaatlat landgebruik oever.

Oeververdediging

De Raam heeft voor het grootste deel van de lengte geen oeververdediging. Alleen binnen de bebouwde kom van Grave worden plaatselijk verdedigde oevers aangetroffen. Het percentage oevers bestaande uit kunstmatig materiaal wordt geschat op minder dan 5%, waarmee de hydromorfologische toestand op dit onderdeel als 'zeer goed' scoort. Dit wil overigens niet zeggen dat de oevers natuurlijk zijn. De meeste oevers zijn weliswaar van natuurlijke materialen (zand/klei), maar zijn technisch uitgevoerd (recht en met een helling van 1:1-1:2).

Erosie en sedimentatiestructuren

Erosie- en sedimentatiestructuren komen in de Raam weinig voor. De bodem bestaat voor een groot gedeelte uit fijn tot grof zand, met plaatselijk slibophoping. De verschillen tussen fijn en grof zand lijken bepaald te zijn door het uitgangsmateriaal, niet door verschillen in stroming. De stroming is veel te gering voor de verplaatsing zandig sediment. Zelfs op kale vergraven oevers (nabij stuw Garisveld) is geen transport van zandig sediment waargenomen. Slibtransport treedt wel op en dit wordt afgezet in de stromingsluwe delen, zoals plaatsen met veel vegetatie (profiel 1 en 2, bijlage 2). Slikken, d.w.z. slibophopingen tot aan de waterspiegel, zijn alleen waargenomen benedenstrooms van de stuw Hollanderbroek, in de stromingsluwte van velden met liesgras en lisdodde (type E24, bijlage 1). Steilkanten ontstaan door ondergraving (erosie) van buitenbochten. Omdat er nauwelijks buitenbochten zijn en de stroming te gering is voor erosie van grover sediment, zijn steilkanten niet te verwachten. Toch werden enkele kleine steilkanten aangetroffen binnen de bebouwde kom van Grave. Het is onduidelijk of deze ontstaan zijn door erosie of door beheer (recht afsteken). Al met al wordt de hydromorfologische toestand op het onderdeel erosie- en sedimentatiestructuren als sterk veranderd beschouwd en daarmee als slecht beoordeeld.

Slibafzetting

In de bedding van de Raam treedt slibafzetting op. Dit slib is afkomstig van afstervende water- en oeverplanten en in het water vallend blad en van afspoeling van bodemdeeltjes. Dit laatste treedt vooral op bij kale bodems, zoals akkers buiten de zomer. In de gemeten profielen 4 en 5 (Tongelaar en Visteeg) is nauwelijks slibafzetting te zien, in tegenstelling tot de andere profielen. Op dit traject bestaat een relatief groot deel van de oever uit bos en er komen geen grote zijwatergangen op uit. De hoeveelheid water- en oeverplanten ter hoogte van dwarsprofiel 4 en 5 is juist erg groot, wellicht vergelijkbaar met profiel 2 en 3, maar zeker groter dan ter hoogte van profiel 1 en 6. Het lijkt er dus op dat afspoeling als bron van slib belangrijker is dan afstervende water- en oeverplanten en bladinvul.

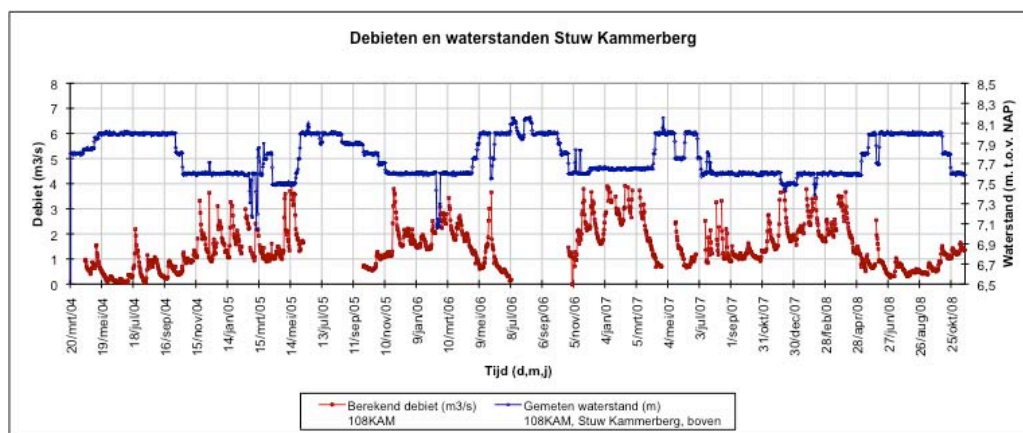
De hoeveelheid slib neemt op de meeste profielen toe. Dit is logisch in een overgedimensioneerde waterloop; de bedding zal net zo lang dichtslippen tot de stroomsnelheid groot genoeg is om slibdeeltjes af te voeren. Uiteraard zal slib altijd in relatief luwe delen (tussen vegetatie) bezinken en in de meer open delen doorstromen. Uit het feit dat slibafzetting over de hele breedte van de watergang optreedt (profiel 1, 2, 3) valt dus op te maken dat de stroomsnelheid daar meestal erg laag is. Bij profiel 6

treedt in de binnenbocht slibafzetting op en de buitenbocht niet meer. Hieruit valt op de maken dat de stroomsnelheid in de buitenbocht inmiddels zo hoog is dat er net zoveel slib wordt aan- als afgevoerd. Bij profiel 4 en 5 treedt nauwelijks slibafzetting op, ook niet in de sterk begroeide delen zonder stroming. Dit komt dan ook niet door stroming, maar door aanbod van slib (zie boven). Slechts op één plaats (meteen stroomafwaarts van stuw Hollanderbroek) is waargenomen dat slibafzetting tot aan het wateroppervlak heeft plaatsgevonden. De gevormde slikken waren begroeid met lisdodde en liesgras.

4.2.3 Gevolgen voor de waterbeheersing

Relatie waterstanden en debiet

Over de afgelopen 5 jaar is bij de stuw Kammerberg het debiet en de waterstand gemeten (zie figuur 2). In figuur 2 valt op dat de waterstanden nagenoeg gelijk zijn aan de ingestelde streefpeilen voor zomer en winter (zomer NAP 8,00 m; winter NAP 7,60 m, volgens legger NAP 7,80 m). Uit de gegevens is niet op te maken wat de oorzaak is van de enkele uitschieters in de waterstanden (naar boven en naar beneden). Er bleek geen verband te zijn tussen de afvoeren (berekend debiet) en de gemeten waterstanden. Dit wordt veroorzaakt door de automatische stuwen die ingesteld zijn op streefpeil en zodoende bij verschillende debieten de waterstanden handhaven. Op basis hiervan is geen verhoging van de streefpeilen waar te nemen en dus is deze methode (in dit geval) ongeschikt om opstuwende effecten (en dus natschade) aan te tonen.

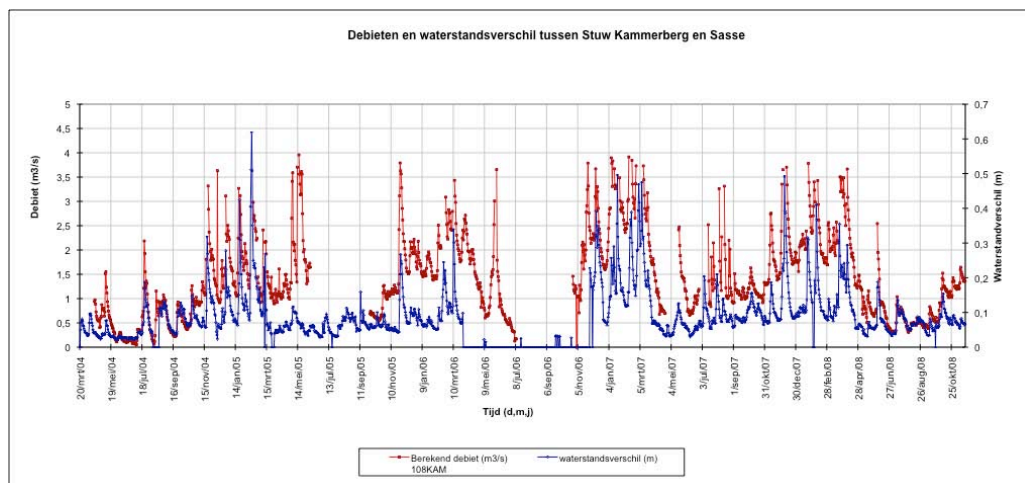


Figuur 2: Debeten (rood) en waterstand (blauw) bovenstrooms bij stuw Kammerberg.

Berekening afvoercapaciteit

Volgens de formule van Manning zal bij een oplopend debiet de stroomsnelheid moeten toenemen om de waterstand gelijk te houden. Een gelijkblijvende waterstand betekent immers geen opstuw. Om de stroomsnelheid te vergroten, zonder dat het natte oppervlak toeneemt, zal het verhang van de waterspiegel groter moeten worden. Dit wordt automatisch geregeld door aanpassing van de stuwkleppen. In figuur 3 is te zien dat het waterstandsverschil het debiet volgt. Deze verandering in waterstandsverschillen toont aan dat de verhanglijn van de waterspiegel met het debiet in de tijd verandert. Op basis van de gemeten dwarsprofielen is het bodemverhang bepaald, dat varieert tussen de 0,00014 en 0,00073 (m/m), met een gemiddelde van 0,00033). Bij deze niet-

eenparige stroming en het genoemde verhang is er sprake van een stuwkromme, waarbij de benedenstroomse waterdiepte groter is dan de evenwichtsdiepte. Bij gelijke evenwichtsdiepte is de waterdiepte gelijk over hele traject en het verhang van de waterspiegel gelijk aan het bodemverhang.



Figuur 3: Debeten (rood) en waterstandsverschil (blauw) tussen stuw Kammerberg en het benedenstroomse gemaal van Sasse.

Voor de berekeningen van de afvoercapaciteit mag dus worden uitgegaan van een gelijkblijvende natte oppervlakte ten gevolge van de handhaving van het streefpeil door de geautomatiseerde stuwen. De voor de berekening gebruikte gegevens zijn weergegeven in tabel 3. De berekening is uitgevoerd voor een scenario met de huidige vegetatie en een worst-case scenario (maximale vegetatie-ontwikkeling). De berekende afvoercapaciteiten bij beide scenario's zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 3: Gebruikte gegevens voor de afvoerberekening. Parameters A, P, R en h-gem zijn bepaald op basis van leggergegevens en dwarsprofielen. Voor de bepaling van Km zie bijlage 4. De maximale verhanglijn (Smax) is voor traject 1 en 2 afgeleid uit de waterstandgegevens van de afgelopen 5 jaar en voor traject 3 en 4 uit de drempelhoogtes in de legger.

traject	A	P	R	h-gem	Km huidig	Km Max	Smax
1	36,5	27,49	1,33	1,35	30	15	0,00010
2	31,55	23,8	1,33	1,37	20	10	0,00010
3	14,45	15,58	0,93	0,96	15	5	0,00035
4	16,93	15,58	1,09	1,01	10	5	0,00020

Tabel 4. Berekende debieten per traject voor beide scenario's

traject	Q huidig (Km huidig)	Q worst-case (Km max)
1	13,23	6,61
2	7,61	3,81
3	3,86	1,29
4	2,53	1,27

Hieruit blijkt dat traject 2 in het worst-case scenario nog een debiet kan afvoeren van 3,8 m³/s. Pas boven deze waarde moet het natte oppervlak en dus de waterhoogte

toenemen. De afvoer over stuw Kammerberg (figuur 3) is vrijwel altijd lager dan deze waarde. Daar komt nog bij dat een deel van het water over de stuw Kammerberg niet uit de Lage Raam komt, maar uit het Peelkanaal. De afvoer door de Lage Raam bovenstrooms van de stuw zal dus nog lager zijn dan de afvoer over de Stuw Kammerberg. Natschade is dus niet te verwachten.

Een opstuwende werking op traject 1 (Sasse-Kammerberg) is evenmin waarschijnlijk. Dit traject heeft een twee keer zo grote afvoercapaciteit als traject 2. Bovendien is een maximale vegetatie-ontwikkeling op dit traject niet waarschijnlijk.

De berekende afvoercapaciteit op trajecten 3 en 4 is een stuk kleiner. Het debiet is hier niet gemeten. Deze is moet aanzienlijk kleiner dan de afvoer van traject 2, omdat er enkele grote zijwatergangen (o.a. Peelkanaal en Sint Anthonisloop) bijkomen. Daarom wordt verwacht dat in de huidige situatie geen knelpunten zullen optreden (de afvoercapaciteit is immers bijna net zo groot als de afvoer over stuw Kammerberg). Dat op traject 4 momenteel geen opstuwend effect optreedt blijkt ook uit drie jaar metingen van het peil bij de stuw Hollanderbroek en de stuw bij de Hapse weg. Hier werd over een afstand van 500 meter een maximaal peilverschil van 10 centimeter gemeten. In het worst-case scenario is de afvoercapaciteit aanzienlijk minder. Of er in dat geval waterbeheersingsproblemen op gaan treden kan op basis van de beschikbare gegevens niet worden beoordeeld.

Evaluatie van klachten m.b.t. wateroverlast

Ten aanzien van de huidige situatie kan daarnaast nog worden gekeken naar klachten m.b.t. wateroverlast. Uit gesprekken met de gebiedsbeheerders van het waterschap kwam naar voren dat er op de volgende drie locaties klachten zijn geweest over wateroverlast:

- percelen bij De Kolk ten westen van Mill (op 1,5km van de Raam);
- een perceel langs de Raam bij stuw Garisveld;
- percelen van de heer Vloet, ten zuiden van de Hapse weg.

Ten aanzien van de percelen bij De Kolk geldt dat dit van oudsher laaggelegen percelen zijn op 1,5 km van de Raam. De waterafvoer vanaf deze percelen geschiedt door middel van een diep ingesneden sloot in een hoger gelegen gebied. Het is niet het peil van de Raam dat hier een probleem vormt, maar de moeizame afwatering van dit laaggelegen gebied via deze sloot.

Ten aanzien van het perceel bij Garisveld geldt dat dit perceel direct bovenstrooms ligt van de stuw. Hierdoor kan het waterpeil zeer direct worden beïnvloed door het stuwbeheer. Van een opstuwende werking als gevolg van vegetatie kan op zo'n korte afstand tot de stuw geen sprake zijn. Het eventueel optreden van wateroverlast op dit perceel heeft dan ook eerder te maken met het stuwbeheer en de afweging die gemaakt moet worden tussen natschade op de laaggelegen percelen tegenover droogteschade op de hooggelegen percelen.

Ten aanzien van het perceel van de heer Vloet heeft het waterschap een tijd lang de waterstanden op stuw Hollanderbroek en bij de Hapse weg gemeten (MEMO 7 juli 2008). Hieruit bleek dat er maar een zeer gering waterstandsverschil was (maximaal 10 centimeter) op een afstand van 500 meter, zodat van een opstuwende werking geen sprake is. Daarnaast bleek de drooglegging altijd voldoende te zijn. Wateroverlast is hier dan ook niet veroorzaakt door het onderhoud, maar komt waarschijnlijk door stagnerend regenwater op de vrij venige bodem (beekeerdgrond).

4.2.4 Beheer en onderhoud

Voor 1996 werden alle taluds jaarlijks gemaaid met een maaikorf, het natte profiel werd vier keer per jaar gemaaid met een maaiboot. Het opladen en afvoeren gebeurt met een kraan en trekker met kieper. Van 1999 tot en met 2004 is er geen onderhoud uitgevoerd, waardoor de vegetatie sterk toenam. Plaatselijk nam de vegetatie zo sterk toe dat de waterbeheersing in gevaar zou kunnen komen (bijvoorbeeld riet over de hele breedte van de watergang). Daarom zijn in deze periode wel knelpunten (enkele rietkragen) gemaaid (Van Duynhoven & Manders 2004). Als het waterpeil door overvloedige regenval omhoog gaat, wordt dit overigens zoveel mogelijk aangepakt door het stuwpeil tijdelijk naar beneden te zetten. Slechts in uitzonderingsgevallen wordt een kraan gebruikt om lokale knelpunten op te ruimen (mond. meded. S. Robben/P. v.d. Ven, J. Derks). De hoeveelheid vegetatie nam echter sterk toe, en de oevers werden behoorlijk uniform (riet/liesgras dominantie). Daarnaast blijft in helofytengordels nogal veel slib achter. Vanaf 2005 is daarom het beheer hervat, maar veel extensiever dan vroeger. Op het moment is het voornemen om jaarlijks ongeveer één kilometer van de watergang te doen, zodat in 10 jaar de Lage Raam is beheerd. Bij de bredere Graafsche Raam is beheer in het geheel niet noodzakelijk. Door de grote hoeveelheid vegetatie en slib is het niet mogelijk het beheer met een maaikorf uit te voeren. Daarom wordt noodgedwongen gebruik gemaakt van een rupskraan met dichte bak. Het materiaal wordt op de oever geplaatst zodat het kan uitlekken. Het materiaal wordt opgehaald; afhankelijk van de weersomstandigheden en andere werkzaamheden duurt dit een week tot anderhalve maand. Het tijdelijk laten liggen van het materiaal heeft als voordeel dat een deel van de fauna de weg terug naar het water kan vinden. Het nadeel is dat een groot deel van de voedingsstoffen uitspoelt in de oever. Voorkomen moet dan ook worden dat dit materiaal op plaatsen met een verschalingsdoelstelling terecht komt.

In tabel 4.10 zijn de onderhoudskosten opgenomen in vier jaren. Voor de onderhoudskosten in tabel 4.10 zijn in alle jaren dezelfde eenheidsprijzen gebruikt. Zoals verwacht is het aantal uren sterk afgenomen, waardoor een grote kostenbesparing is gerealiseerd. De stortkosten zijn toegenomen, maar netto is toch een kostenbesparing in de orde van € 40.000,- tot € 50.000,- (excl. BTW) gerealiseerd. Opvallend is dat de hoeveelheid afgevoerd materiaal van 70 ton per 14 km per jaar (dus 5 ton/km/jaar) is gestegen naar 185 ton per km per 9 jaar (dus 21 ton/km/jaar). Dit komt deels door de aanleg van natuurvriendelijke oevers (op een flauwe oever staat meer biomassa), maar belangrijker is het in de oevervegetatie ingevangen slib. Van Duynhoven en Manders (2004) berekenden dat het baggeren van de in 2003 opgebouwde hoeveelheid slib bijna € 87.000,- zou kosten, ongeveer € 6200,- per km. Aangenomen wordt dat het huidige

onderhoud de watergang voldoende open houdt en dat baggeren ook op langere termijn niet nodig is.

Tabel 4.10. Overzicht onderhoudskosten (excl BTW). Om vergelijking mogelijk te maken zijn voor alle jaren dezelfde eenheidskosten gebruikt. Bron: voor 1996 & 2003: (Van Duynhoven & Manders 2004), overige gegevens schrift. med. S. Robben.

		Voor 1996	2003	2005	2008
werktijd(uren)	maaiboot	800	4		
	rupskraan				18
	kieper	32		4,25	19,5
	kraan	32		10,5	4
	begeleiding	4	8	4	4
stort (ton)		70	0	120	185
kosten	maaiboot	€ 60,00	€ 60,00	€ 60,00	€ 60,00
(euro/uur)	rupskraan	€ 72,50	€ 72,50	€ 72,50	€ 72,50
	kieper	€ 50,00	€ 50,00	€ 50,00	€ 50,00
	kraan	€ 46,00	€ 46,00	€ 46,00	€ 46,00
	begeleiding	€ 30,00	€ 30,00	€ 30,00	€ 30,00
(euro/ton)	stort	€ 32,00	€ 32,00	€ 32,00	€ 32,00
kosten uren		€ 51.192	€ 480	€ 816	€ 2.584
kosten stort		€ 2.240	€ -	€ 3.843	€ 5.920
totale kosten		€ 53.432	€ 480	€ 4.658	€ 8.504

5 Discussie

5.1 Vegetatie

Het extensiveren of vrijwel achterwege laten van onderhoud heeft tot gevolg dat de vegetatie sterk toeneemt. Over het gehele traject van de middenloop en ongeveer de derde van de benedenloop is watervegetatie aanwezig. Alleen in het meest stroomafwaarts gelegen deel, waaronder de stadsgrachten van Grave, is de vegetatie weinig ontwikkeld: buiten de zone met emerse planten komt alleen een zone met gele plomp voor. Door de matige waterkwaliteit en de grotere diepte (>2m) bereikt het licht de bodem niet meer waardoor hier geen planten kunnen groeien.

De deelmaatlat soortensamenstelling macrofyten voor type R5 heeft niet bijzonder strenge criteria. Een watergang met wat vegetatie scoort vrij makkelijk goed op de deelmaatlat soortensamenstelling. Voor het bereiken van een goede totaalscore moet dus vooral naar de abundantie groeivormen gekeken worden. Kroos en flab komen in enigszins stromende wateren vrijwel nooit in grote hoeveelheden voor. De score op deze deelmaatlat is dus eenvoudig 'goed' te krijgen door te zorgen voor voldoende vegetatie in het water (dus een extensief beheer) en ontwikkelen van voldoende bos op de oever.

Hoewel de vegetatie dus volgens de KRW-maatlat goed ontwikkeld is, valt daar ecologisch gezien wel wat op af te dingen. Het water is redelijk ontwikkeld, met drijvend fonteinkruid, pijlkruid en kleine egelskop in de middenloop en glanzig fonteinkruid, gele plomp en naaldwaterbies in de benedenloop. De oeverbegroeiing wordt echter grotendeels gedomineerd door riet of liesgras, en heeft daardoor nauwelijks ecologische waarde. Dit komt door de hoge voedselrijkdom van het water, in combinatie met het niet natuurlijke peilbeheer ('s-winters hoger dan 's-zomers i.p.v. andersom).

Langs de oevers worden de riet- en liesgrasvegetaties breder. Plaatselijk worden rietvegetaties zo breed dat de hele watergang dicht groeit.

5.2 Fauna

Toename van vegetatiestructuren heeft over het algemeen een positieve uitwerking op de visfauna. Door de te lage stroming profiteren in de Raam vooral de eurytope vissen en in mindere mate de limnofiele soorten. Rheofiele vissoorten hebben niet geprofiteerd, terwijl dit juist de doelsoorten van dit type in de KRW zijn. De stroomsnelheden zijn en blijven te laag voor rheofiele vissoorten.

De libellen hebben geprofiteerd van de maatregelen, waaronder enkele kritische soorten van stilstaand water. Van de rheofiele libellen komen alleen de weidebeekjuffer en de metaalglanslibel voor en beide in zeer lage aantallen. De oorzaak hiervan ligt in de zeer langzame stroming en de periodiek lage zuurstofgehalten. In het verleden werden beide

soorten echter nog minder gezien, dus er is mogelijk wel een positieve trend. Dit lijkt bevestigd te worden door de (overige) macrofauna, waarbij een licht positieve trend te zien is voor type R5 kenmerkende soorten. Opvallend is echter dat de negatieve indicatoren dominant zijn over de positieve en kenmerkende soorten en dat dit ondanks de licht positieve trend niet snel zal veranderen.

De gestelde KRW-doelen voor type R5 zijn momenteel niet haalbaar voor de Raam. Dit komt omdat de stroming in de brede watergang te laag is voor rheofiele soorten. Af en toe valt de stroming zelfs helemaal weg; het water stagneert dan op de stuwen. Omdat het vergroten van het debiet niet mogelijk is, kan de noodzakelijke stroming alleen bereikt worden door het verkleinen van het profiel. Echter, een klein profiel vereist meer onderhoud en levert risico's op voor de waterbeheersing. Een oplossing zou kunnen zijn om kleine geulen (ordegrootte natte oppervlakte 1-3 m²) aan te leggen, parallel aan de huidige waterloop. In de huidige waterloop kan een drempel worden gemaakt, zodat het grootste deel van de afvoer door de nieuwe geul gaat. (zoals in de Astense Aa nabij Liessel). Hierdoor ontstaat een geul met sneller stromend water (voor de rheofiele soorten), terwijl de bestaande waterloop behouden blijft voor het afvoeren van piekafvoeren en voor de (aanwezige) natuurwaarden van stilstaand water. Bij voorkeur moet het stuwbeheer zo worden ingericht dat ook in perioden met lage waterstanden enige afvoer door de geulen aanwezig blijft. Voor het aanleggen van dit soort geulen komt vooral het deel bovenstrooms van stuw Kammerberg in aanmerking. Benedenstrooms daarvan is de stroming en inrichting in overeenstemming met de landschappelijke context van een benedenloop en worden dit soort maatregelen niet aanbevolen.

5.3 Waterbeheersing

De automatische stuwen, die zijn ingesteld op streefpeil, zorgen ervoor dat er geen relatie is tussen de afvoeren en waterstanden. Daarom is daadwerkelijk opstuwing niet vast te stellen. Er is daarom gekozen de maximale afvoercapaciteit van de watergang te berekenen op basis van bekende parameters. Hieruit bleek dat de afvoercapaciteit van de Raam bij de huidige vegetatie-ontwikkeling groot genoeg is om opstuwing te voorkomen. Dit blijkt ook uit het feit dat er in de afgelopen periode geen klachten over wateroverlast zijn geweest die veroorzaakt waren door het gewijzigde onderhoud. Op de trajecten Sasse-Kammerberg en Kammerberg-Garisveld is de afvoercapaciteit ook bij maximale vegetatie-ontwikkeling voldoende. Of dat ook in het bovenstroomse traject het geval is kon niet worden beoordeeld.

5.4 Beheer en onderhoud

Door de grote hoeveelheid vegetatie en slib kan niet meer worden gewerkt met een maaikorf maar moet een dichte bak worden gebruikt. Vanuit ecologie is het gebruik van een dichte bak minder gewenst, tegelijkertijd is een gefaseerd beheer (jaarlijks 1/10 van de watergang) juist zeer gewenst. Ons inziens weegt het gefaseerde beheer in dit geval ruimschoots op tegen het gebruik van de dichte bak.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Beantwoording onderzoeksvragen

1. **Dragen de maatregelen (inrichting & extensivering beheer) bij aan de realisatie van de doelen van de Kaderrichtlijn Water?**

De maatregelen leiden tot bredere oeverbegroeiingen en meer watervegetatie. Hierdoor is de vegetatie volgens de KRW-maatlat in een 'goede' ecologische toestand, terwijl deze voorheen in een 'matige' ecologische toestand was.

De toename van vegetatie leidt tot hogere aantallen libellen en vissen. Het zijn echter de eurytope en limnofiele soorten die toenemen, niet de rheofiele. Doordat de rheofiele soorten niet profiteren draagt dit niet bij aan de bereiking van de KRW-doelen. Bij de macrofauna zijn de negatieve indicatoren in de meerderheid ten opzichte van de kenmerkende en positieve indicatoren. De positieve en kenmerkende KRW-soorten laten een licht positieve trend zijn, maar dit is onvoldoende om de doelen te halen. Voor de fauna als geheel leiden de maatregelen dus hooguit tot een marginaal betere score op de KRW-maatlat. Uit het feit dat rheofiele soorten nauwelijks profiteren, kan tevens geconcludeerd worden dat het aanwezig zijn van meer vegetatie onvoldoende leidt tot hogere stroming in (smallere) onbegroeide delen.

Voor het halen van de doelen van de KRW zal de stroomsnelheid (vooral op momenten met lage afvoer) omhoog moeten. Herinrichting lijkt hiervoor de enige optie.

2. **Dragen de maatregelen bij tot realisatie van andere doelen?**

In streefbeelden beken en kreken wordt ook het landschap nadrukkelijk meegenomen in de doelbereiking. Het natuurlijk inrichten van de oevers past dus goed binnen dit streefbeeld.

Struweelvogels gelden als doelsoorten voor de evz. De struweelvogels profiteren duidelijk van de aanleg van meer struweel, de extensivering van het beheer van de graslanden en de ontwikkeling van meer riet. Ook de overige vogels zijn toegenomen, zowel qua aantal broedparen (75% toename) als qua aantal soorten (12% toename). Van deze nieuwe soorten staan er vier op de rode lijst.

3. **Heeft de rijkere vegetatie effecten op de waterkwaliteit?**

Op basis van de huidige meetgegevens kan niet worden vastgesteld of er effecten op de waterkwaliteit zijn.

4. **Veroorzaken de maatregelen knelpunten in waterbeheersing?**

De afvoercapaciteit van de Raam is bij de huidige vegetatie-ontwikkeling groot genoeg om opstuwung te voorkomen. Op de trajecten Sasse-Kammerberg en Kammerberg-Garisveld is de afvoercapaciteit ook bij maximale vegetatie-ontwikkeling voldoende. Of dat ook in het bovenstroomse traject het geval is kon niet worden beoordeeld. De

toename van vegetatie leidt dus niet tot onbeheersbare situaties en deze worden ook niet verwacht. Op enkele plaatsen worden rietvegetaties zo breed dat de hele watergang dicht groeit, maar dit is vrijwel altijd met slechts geringe lengte (enkele meters).

5. Wat zijn de beheerkosten en hoe staan die in verhouding tot regulier beheer?

Momenteel wordt ongeveer € 4500 tot € 8500 per jaar uitgegeven aan onderhoud. Voor 1996 was dat ruim € 50.000,- per jaar. De besparing komt doordat het aantal bestede uren sterk is afgenomen, de storkosten zijn toegenomen.

6.2 Eindconclusie

Het extensiveren van het beheer leidt in overgedimensioneerde watergangen tot hogere natuurwaarden en lagere kosten. De vegetatiedoelen van de KRW zijn hiermee haalbaar. Voor de faunadoelen van de KRW is dit onvoldoende, omdat stroming voor deze soorten vele malen belangrijker is. Hiervoor zal de stroomsnelheid, vooral op momenten met lage afvoer, omhoog moeten. Herinrichting lijkt hiervoor de enige optie en ook het stuwbeheer zal waarschijnlijk enigszins moeten worden bijgesteld (behouden van doorstroming).

6.3 Aanbevelingen

Het onderzoek leidt tot de volgende aanbevelingen:

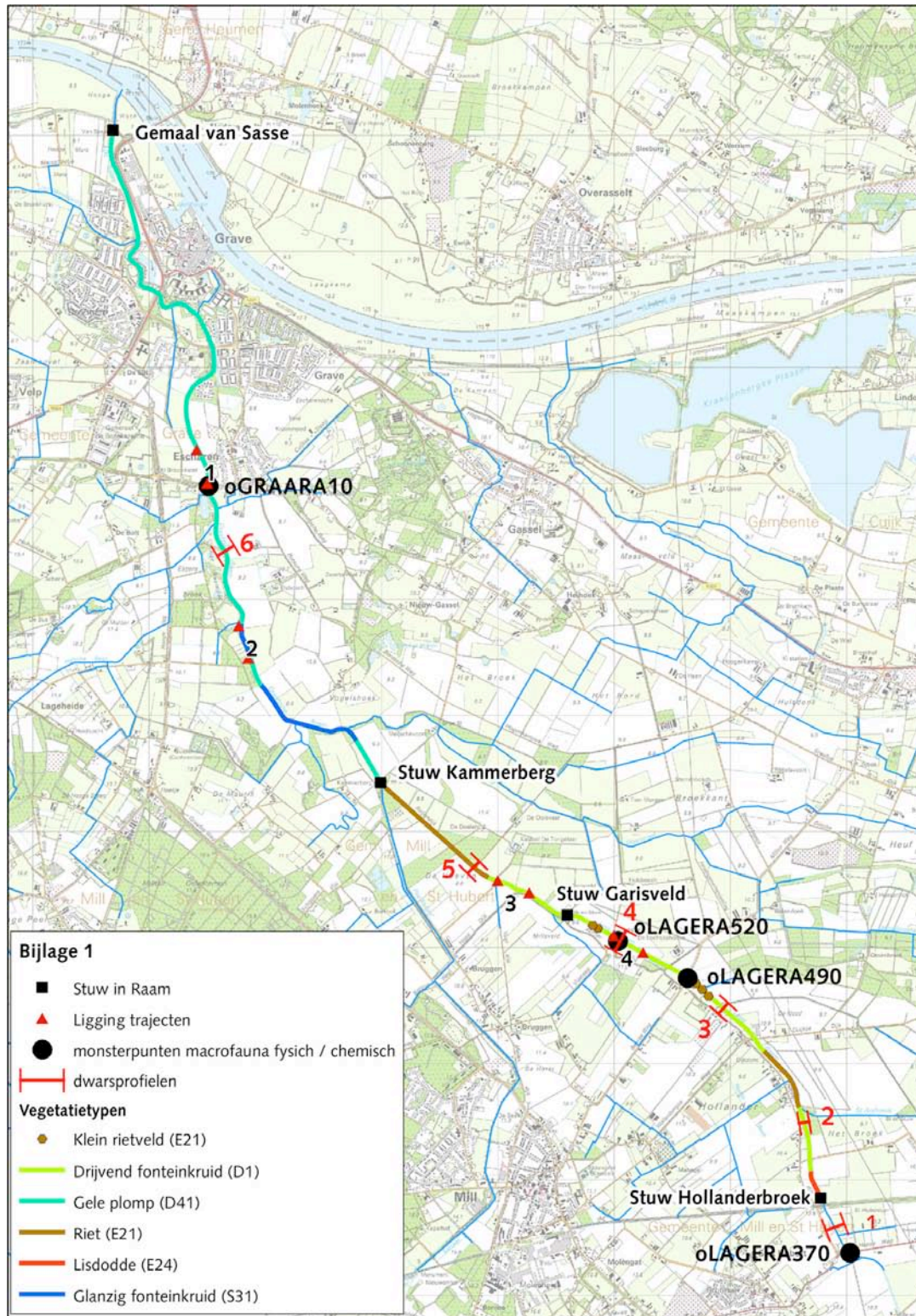
- Pas indien mogelijk het peilbeheer zodanig aan dat altijd enige doorstroming aanwezig blijft. Onderzoek of het mogelijk is het huidige tegennatuurlijke peil te veranderen in een natuurlijk peilbeheer ('s-zomers lager dan 's-winters).
- Ga door met het huidige gefaseerde beheer (1 km per jaar).
- Als er knelpunten met betrekking tot de waterbeheersing ontstaan door het dichtgroeien van de watergang (meestal met riet), pas dan maatwerk toe (helpt verwijderen).
- Overweeg de aanleg van smalle nevengeulen voor de rheofiele fauna.
- Pas extensief beheer op meer plaatsen toe in het beheersgebied van Aa en Maas.
- Het verplaatsen van meetpunten (chemie, macrofauna) moet zoveel mogelijk worden voorkomen, omdat dit een breuk in de dataset oplevert. Als verplaatsing onvermijdelijk is meet dan minimaal twee jaar simultaan op het oude en het nieuwe punt.

7 Literatuur

- Albers, K., 1999. Monitoring van oevers en natuurontwikkelingsprojecten. Project functiegerichte monitoring 1999. Rapport Ecologica, Maarheeze.
- Anonymus, 2000. Cultuurtechnisch vademecum. Handboek voor inrichting en beheer van het landelijk gebied. Vereniging voor landinrichting / Elsevier, Doetinchem.
- Anonymus, 2001. Handboek visstandbemonstering en -beoordeling. Eindconcept 14 december 2001. Witteveen + Bos Raadgevende ingenieurs, Deventer.
- Beekman, J., B. Arends & H. de Bruin, 2008. Ontwerp Ecologische doelen Kaderrichtlijn Water. Ontwerp Ecologische maatlatten. Waterschap Aa en Maas, 's-Hertogenbosch.
- Bijlsma, R.G., 1995. Wielewalen Oriolus oriolus en populieren Populus spec. beneden zeeniveau. Limosa 68(1): 21-28.
- Buskens, R., 2002. Streefbeelden voor beken en krekens in Noord-Brabant. Rapport Provincie en Waterschappen Noord-Brabant, Royal Haskoning, 's-Hertogenbosch.
- van Dijk, A.J., A. Boele, F. Hustings, K. Koffijberg & C.L. Plate, 2008. Broedvogels in Nederland in 2006. SOVON monitoringsrapport 2008/01. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Franken, F., H. van Maar, P. Martens & M. van Rossum, 2006. Handreiking Ecologische Bouwstenen. Voor de GHS en AHS in het Streekplan Noord-Brabant 2002. Provincie Noord-Brabant, Noord-Brabant.
- van de Haterd, R.J.W., B. Achterkamp & A. Bak, 2007. Monitoring van oevers en natuurontwikkelingsprojecten 2006. Waterschap Aa en Maas, districten Hertogswetering, Raam, Boven Aa en Beneden Aa. Rapport 07-015. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- LNv, 2004. Besluit Rode lijsten flora en fauna. Rapport Ministerie van LNv, Den Haag.
- Pot, R., 2003. Monitoring- en beoordelingssysteem voor het beheer en onderhoud van de watergangen op basis van vegetatie Waterschap Regge en Dinkel / Roelf Pot, Almelo / Oosterhesselen.
- Spikmans, F., A. van Rijsewijk & G. Hoogerwerf, 2004. Vissen in het beheersgebied van Waterschap Aa en Maas. Rapport RAVON, Bureau Natuurbalans / Limes Divergens, Nijmegen.
- Van Duynhoven, M. & T. Manders, 2004. Beheersadvies waterloop de Raam. Studentenverslag. Helicon MBO, Velp.

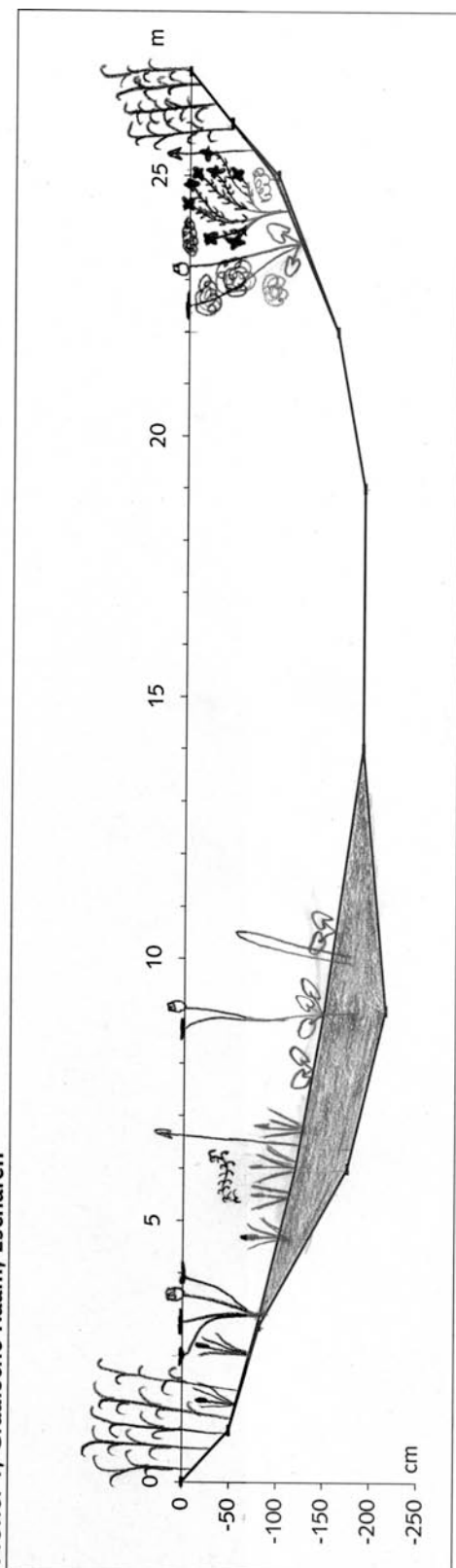
Bijlagen

Bijlage 1: Kaart met het onderzoeksgebied

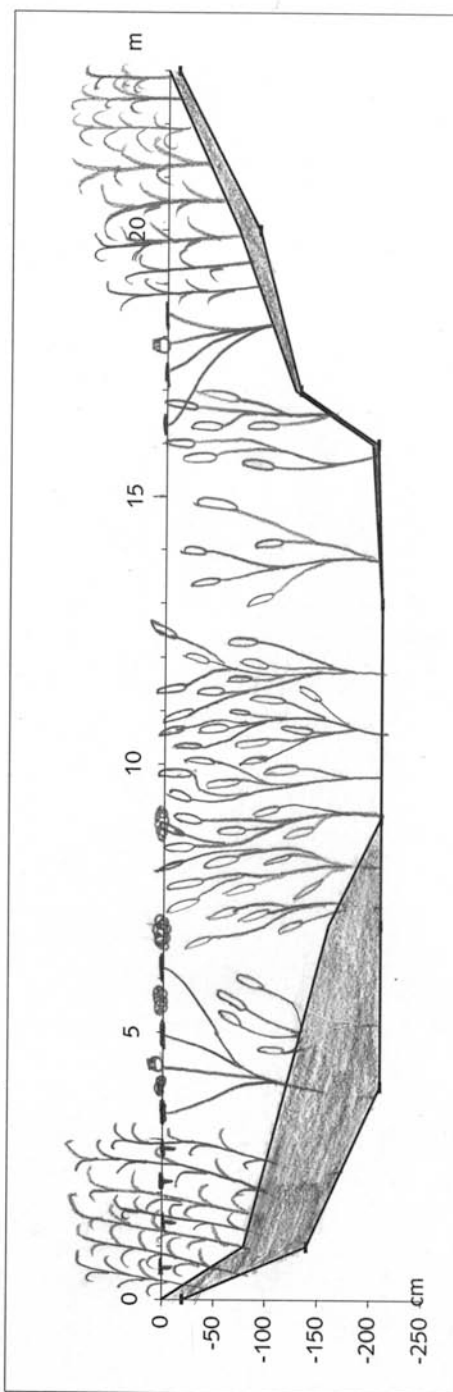


Bijlage 2: Vegetatieprofielen

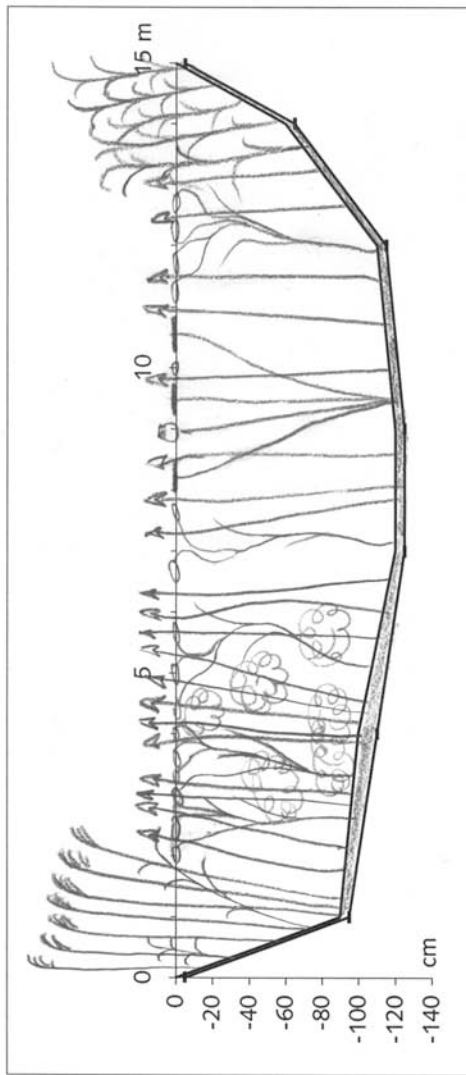
Profiel 1, Graafsche Raam, Escharen



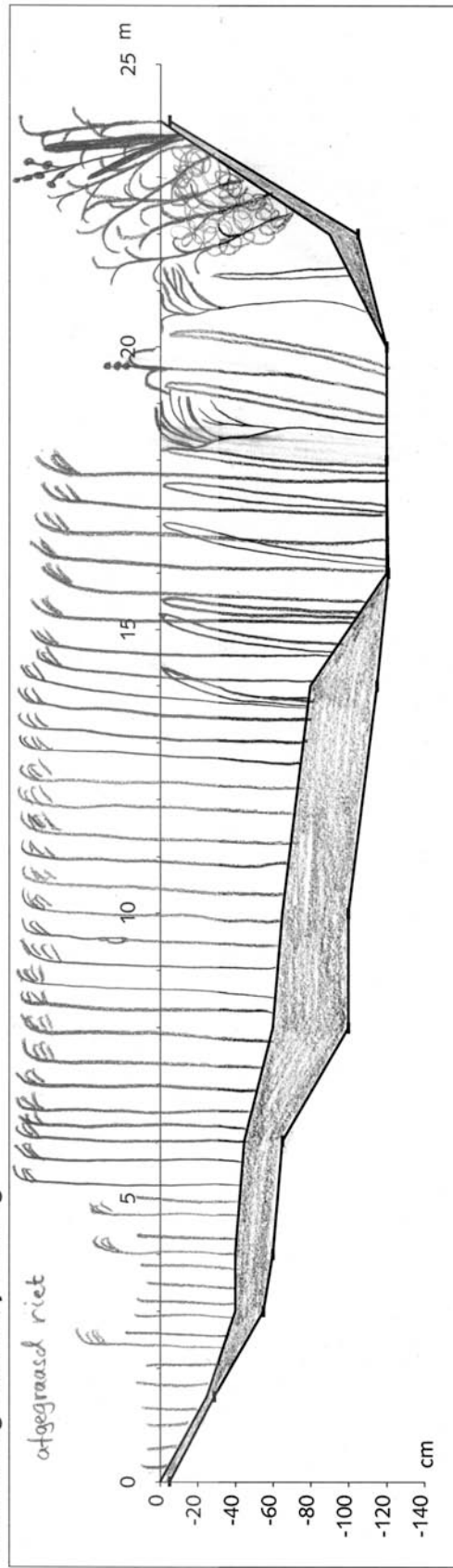
Profiel 2, Graafsche Raam, Esters Broek

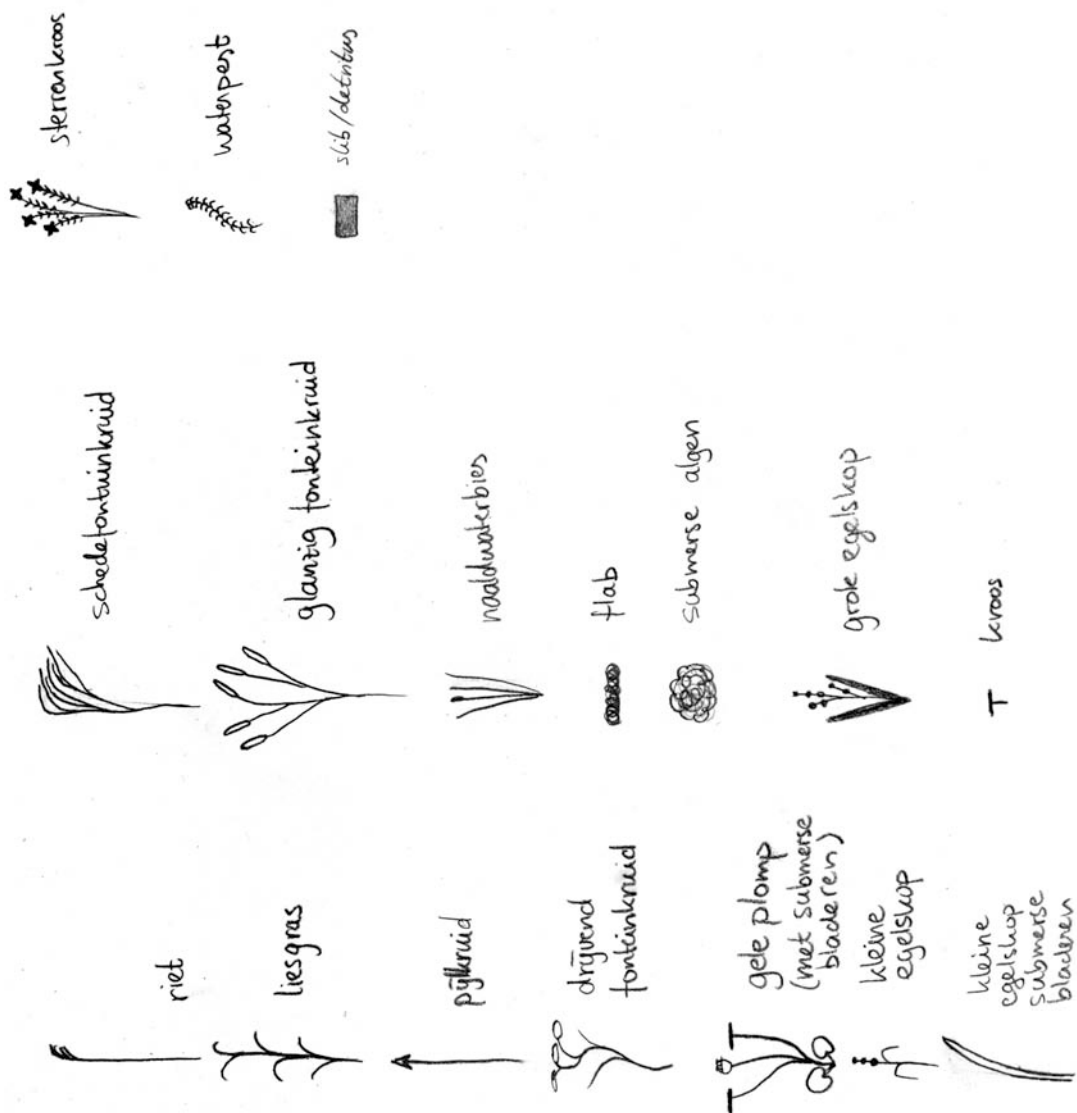


Profiel 3, Lage Raam, landgoed de Tongelaer



Profiel 4, Lage Raam bij Vissteeg





Bijlage 3: Geanalyseerde macrofaunagegevens

Taxon		Graafse Raam								Lage Raam, vissteeg		
		7-8-1998	27-9-1999	23-8-2000	30-8-2001	5-8-2002	14-8-2003	23-8-2005	3-9-2007	22-6-2004	21-8-2006	3-9-2007
Anabolia nervosa	K						1			1		
Ancylus fluviatilis	K						31					
Cyrrus trimaculatus	K						1		1		2	
Demicyptochironomus vulneratus	K							1				
Halipilus laminatus	K			1		1						
Molanna angustata	K						1					
Mystacides azurea	K					1						
Nebrioporus depressus elegans	K					1						
Polypedilum bicrenatum	K					1						
Procloeon bifidum	K				8			10				
Trienodes bicolor	K	35	6	5		5	1	8	3	23	6	3
Velia	K						1			1		
totaal	K	35	6	6	8	9	36	19	4	25	8	3
Anisus vortex	N		42	4	2	6	7	6	1	80	1	18
Arrenurus globator	N								2	14		
Asellus aquaticus	N	71	106	144	12	114	18	33	22	508	63	43
Bathymphalus contortus	N									2		
Bithynia leachi	N									2		
Bithynia tentaculata	N	2	5	3	2	9	2	7	1	7	3	2
Caenis horaria	N	2	36	23	8536	13	43	15	35	21	2	179
Chironomus	N	25			2		2	1		22		
Clinotanytus nervosus	N	7	2		6		2	10		26	3	7
Cloeon dipterum	N	53	473	22	49	30	267	100	14	5	81	48
Crangonyx pseudogracilis	N							1	32		17	32
Cricotopus gr sylvestris	N	22			4			3	17			7
Cryptochironomus	N	3		2	2			3	2	4		
Endochironomus albipennis	N			2				3	4			
Erpobdella octoculata	N	4	3		1			1		4	1	2
Glyptotendipes	N				2			1				
Gyraulus albus	N	10	37	3	6	3	32	33	4	11		46
Helobdella stagnalis	N	22	6	10				2			5	
Limnesia undulata	N								1			
Lumbriculus variegatus	N											2
Lymnaea stagnalis	N	1		1			1	1				1
Musculium lacustre	N			1								
Ophidoniais serpentina	N							18				
Planorbis planorbis	N	6	4					1				
Polypedilum gr sordens	N	1			44							
Polypedilum nubeculosum	N			9			5	2	23			3
Proasellus coxalis	N			5							14	
Radix ovata	N	2										
Radix peregra	N			2								
Radix peregra/ovata soortsgroep	N					4	9	2	1	3		2
Sigara falleni / longipalis / iactans soortsgroep v	N											1
Sigara striata	N	1						3				4
Stylaria lacustris	N							78	84			10
Tubificidae juveniel met haarsetae	N							7	7		1	17
Tubificidae juveniel zonder haarsetae	N							1			4	1
Valvata piscinalis	N	2		4			2	1	1	1		
totaal	N	234	714	235	8668	179	390	333	251	710	195	425
Gammarus pulex	P	7	5			81	1	7	32	210	60	114
Polypedilum scalanum	P				2							
Potamopyrgus antipodarum	P					1	13					
totaal	P	7	5	0	2	82	14	7	32	210	60	114

Bijlage 4: Bepaling Km-waarde hydrologie

De stroming in een open waterloop wordt in bepaalde mate geremd door de ruwheid van bodem, taluds en plantengroei. Deze remmende invloed wordt in de formule van Manning tot uitdrukking gebracht in de ruwheidsfactor Km. In het cultuurtechnische vademecum worden Km-waarden genoemd in relatie tot de begroeiingstoestand (zie tabel 1).

Tabel 1. Km-waarden in waterlopen, afhankelijk van de begroeiingsstoestand (Anonymus 2000).

Toestand waterloop	Km-waarde in $m^{1/3}/s$
Zeer schoon	45 – 30
Schoon	35 – 20
Licht begroeid	25 – 15
Matig begroeid	20 – 10
Vrij sterk begroeid	16 – 5
Zeer sterk begroeid	< 10

Met behulp van tabel 1 is voor de Lage Raam per traject de Km-waarde geschat op basis van de toestand van het geïnventariseerde profiel (zie tabel 2). Daarnaast is met behulp van de studie van R. Pot de maximale Km-waarde gebruikt per biotoop type (zie tabel 2). De biotooptypen worden toegelicht in voorgaande paragrafen. Deze ruwheden worden gebruikt in de formule van Manning (zie tabel 3).

Tabel 2. Km-waarden per traject (profiel) (Pot 2003).

traject	biotoop hoofdtype	Km huidig ($m^{1/3}/s$)	Km maximaal ($m^{1/3}/s$) ²
1	D41	30	15
2	S31	20	10
3	D1	15	5
4	D1	10	5



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl