



Watersysteemrapportage Maas

projectnummer 0434242.100
definitief 04
11 februari 2020

Watersysteemrapportage Maas

projectnummer 0434242.100

definitief revisie 04
11 februari 2020

Auteurs

B. Reeze

W. Liefveld

J. Postma

H. Barneveld

N. van Kessel

H. van der Jagt

T. Smit

H. Coops

D. Tjabbes - Van der Gaag

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat
Koningskade 4
2596 AA 'S-GRAVENHAGE

datum vrijgave
11-02-2020

beschrijving revisie 04
definitief

goedkeuring
G. Leeuw

vrijgave
T.M. Bruggema

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Aanpak	2
1.4	Scope watersysteemrapportage	2
1.5	Karakteristieken van de Maas als geheel	4
1.6	Leeswijzer	4
2	Hydromorfologie	5
2.1	Algemene karakteristieken	5
2.1.1	Deeltrajecten	5
2.1.2	Stuwen en stuwbeheer	6
2.1.3	Kanalen en beken	8
2.1.4	Hydrologische en morfologische gebeurtenissen	9
2.2	Hydrologie	11
2.2.1	Algemeen beeld	11
2.2.2	Winterseizoen	13
2.2.3	Zomerseizoen en Groeiseizoen	14
2.2.4	Afvoerfluctuaties	18
2.3	Hydraulica	23
2.3.1	Waterstanden	23
2.3.2	Stroomsnelheden	25
2.4	Morfologie en sediment transport	27
2.4.1	Morfologie	27
2.4.2	Sedimenttransport	28
3	Fysisch Chemische waterkwaliteit	33
3.1	Belangrijke gebeurtenissen waterkwaliteit	33
3.2	Algemene waterkwaliteit	33
3.3	Voedingsstoffen (stikstof en fosfor)	36
3.4	Milieuverontreinigingen	38
3.5	Toxiciteit voor waterorganismen	42
4	Biologie	44
4.1	Waterflora	44
4.1.1	Monitoring water- en oeverplanten	44
4.1.2	Ecologische toestand KRW	46
4.1.3	Abundantie en soorten water- en oeverplanten	49
4.1.4	Water- en oeverplanten van Natura 2000	55
4.2	Macrofauna	59
4.2.1	Ondiepe oever	59
4.2.2	Diepe bodem	72

4.2.3	Exoten	74
4.2.4	Kenmerkende riviersoorten	75
4.3	Vissen	78
4.3.1	Monitoring vis	78
4.3.2	Ecologische toestand KRW	79
4.3.3	Ontwikkeling visstand	84
4.4	Trekvis	93
5	Habitat en natuur	100
5.1	Inrichtingsmaatregelen	100
5.2	Ecotopen	112
6	Gebruik en beheer	116
6.1	Landbouw	116
6.2	Visserij	117
6.2.1	Beroepsvisserij	117
6.2.2	Sportvisserij	119
6.3	Scheepvaart	121
6.3.1	Beroepsvaart	121
6.3.2	Recreatievaart	123
6.3.3	Passagiersvaart	123
6.4	Onderhoud	124
6.4.1	Vaarwegonderhoud	124
6.4.2	Oeveronderhoud	126
6.5	Watergebruik	126
6.5.1	Waterverdeling	126
6.5.2	Beperking watergebruik	128
6.5.3	Drinkwater	128

7	Synthese WSR Maas	133
7.1	Samenvatting resultaten per hoofdstuk	133
7.1.1	Hydrologie en morfologie	133
7.1.2	Waterkwaliteit	135
7.1.3	Inrichting, gebruik en beheer	136
7.1.4	Biologie	138
7.2	Thema's	141
7.2.1	Klimaat	141
7.2.2	Exoten	142
7.2.3	Natura 2000	145
7.3	Discussie	146
7.4	Aanbevelingen	151
7.4.1	Maatregelen	151
7.4.2	Monitoring en beoordeling	156
7.4.3	Onderzoek	157
8	Verwijzingen	159

Bijlage 1 Locatie meetpunten

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) vastgesteld in het Europees Parlement. Het doel van de KRW is bescherming van (aquatische) ecosystemen en watervoorraden in heel Europa. De KRW kent een stroomgebiedsgerichte aanpak. Een stroomgebied omvat al het water in een bepaalde regio. De Nederlandse stroomgebieden zijn de Eems, Rijn, Maas en Schelde. Deze watersysteemrapportage heeft betrekking op het stroomgebied Maas.

Er wordt hard gewerkt aan de waterkwaliteit van de Maas. Sinds de Europese Kaderrichtlijn Water van kracht is, gebeurt dit op allerlei fronten tegelijk: er worden maatregelen en regelgeving uitgerold ter verbetering van de fysische en chemische kwaliteit van het oppervlaktewater, de inrichting wordt verbeterd voor waterplanten, macrofauna en vissen, en de grondwaterkwaliteit en -kwantiteit wordt beschermd. De opgaven voor de Rijkswateren vanuit de KRW zijn samen met reeds lopende programma's samengevoegd in het 'Verbeterprogramma Waterkwaliteit Rijkswateren'. Een overzicht en onderbouwing van deze maatregelen is opgenomen in het Beheerplan Rijkswateren (BPRW).

De eerste planperiode voor de KRW (2010-2015) is inmiddels afgerond. De tweede planperiode (2015-2021) is in volle gang, de derde periode is in voorbereiding (2021-2027). Deze maatregelen zijn broodnodig want de meest recente fact-sheets (www.waterinfo.nl 2019) laten zien dat de kwaliteitsdoelen voor de Maas nog niet gehaald zijn. Vooral nog ligt de nadruk op het realiseren van de afgesproken kilometers en hectares, maar in 2027 moeten de kwaliteitsdoelen ook gehaald zijn.

1.2 Doel

Om beter te weten aan welke stuurknoppen de komende planperiodes gedraaid kan en moet worden om aan eisen conform het KRW te voldoen, is het van groot belang inzicht te hebben in de achtergronden achter de KRW-scores. De hoofdvraag is:

Wat is de fysische, chemische en ecologische toestand van de Maas?

Daarbij zijn de volgende subvragen gesteld:

- Welke trends zijn er zichtbaar in de meetdata van de afgelopen 27 jaar, op het gebied van:
 - Chemische waterkwaliteit;
 - Geschiktheid voor vis (paaiplaatsen en visoptrekbaarheid);
 - Leefgebied.
- Welke aspecten vormen de grootste bottleneck voor het behalen van de KRW doelstellingen?

1.3 Aanpak

De watersysteemrapportage kent twee hoofdonderdelen:

1. De huidige toestand en de waargenomen trends op gebied van
 - a. Hydrologie en morfologie
 - b. Fysisch chemische waterkwaliteit
 - c. Biologie
 - d. Habitat en natuur
 - e. Gebruik en beheer (beperkte analyse).
2. Samenhang tussen de gesignaleerde ontwikkelingen.

Om inzicht in te krijgen in de toestand, trends en bottlenecks zijn in deze watersysteem-rapportage de gegevens van het biologisch monitoringsprogramma zoete Rijkswateren (MWTL) geanalyseerd. Ter aanvulling hebben we waar beschikbaar informatie vanuit projectmonitoring gebruikt. Vervolgens hebben we de meetgegevens en bevindingen aan andere onderzoeken gerelateerd.

1.4 Scope watersysteemrapportage

De scope van de voorliggende rapportage is de KRW-kwaliteit. De rapportage biedt een overzicht van de biologie, habitat en natuur in het stroomgebied van de Maas. Daarbij kijken we ook met een schuin oog naar de gerelateerde Natura 2000-doelstellingen, die voor de Maas alleen voor de Natura 2000 gebieden Grensmaas en Maas bij Eijsden van toepassing zijn. De rapportage geeft inzicht in de belangrijkste elementen van de gebruiks- en beheerfuncties die invloed kunnen hebben op de ecologische waterkwaliteit, zodat oorzaken en verbanden beter inzichtelijk worden.

De voorliggende watersysteemrapportage focust zich op de waterlichamen van de Maas, van boven naar beneden: Bovenmaas, Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte Maas, Beneden Maas en Bergsche Maas. Het bovenstroomse deel (in België) en het benedenstroomse deel (in Zuid-Holland) worden zijdelings benoemd maar vormen geen onderdeel van de studie. In de rapportage zijn de genoemde 6 waterlichamen (zie Figuur 1-1) waar mogelijk separaat beschouwd. Daar waar dit niet mogelijk is, door bijvoorbeeld gebrek aan meetdata, zijn de Bergsche Maas, de Beneden Maas en Bedijkte Maas samengevoegd. Een overzicht van de meetpunten is bijgevoegd in bijlage 1.



Figuur 1-1: Overzicht waterlichamen.

1.5 Karakteristieken van de Maas als geheel

Onderstaan zijn puntsgewijs enkele belangrijke karakteristieken van de Maas en de deeltrajecten opgenomen.

- Stroomgebied in Nederland: oppervlakte 7.700 km², lengte 250 km.
- Verval in Nederland: 45 m (waarvan 20 m over de Grensmaas - Borgharen tot Linne). Ter vergelijking: de Rijn overbrugt 7 hoogtemeters in Nederland over 160 km (Waal).
- Voor het grootste deel gestuwd, alleen de Grensmaas tussen Borgharen en Roosteren is vrij afstromend en het traject benedenstrooms van stuw Lith.
- Regenrivier met sterk seizoensafhankelijke afvoer. Winter hoge afvoeren, zomer lage afvoeren. Door de stuwen is de Maas bijna volledig bevaarbaar. Langs de Grensmaas wordt de scheepvaart omgeleid via het Julianakanaal, ter hoogte van de lus van Linne via het Lateraalkanaal.
- Grensmaas (Maastricht tot Roosteren): Stroomt benedenstrooms van de stuw van Borgharen vrij af. Groot verhang; 20 tot 25 meter over 50 km rivier. De bodem bestaat uit grind.
- Maasplassen (Ohé en Laak tot Neer): Gestuwd bereik. Overgang van grind naar zand. De Maas wordt hier gekenmerkt door brede uiterwaarden.
- Zandmaas (Neer tot Gennep): Gestuwd. Loopt door een relatief smal dal met terrassen. De afzettingen en het bodemmateriaal bestaan hier uit zand. Het waterstandsverhang vlakkt hier af ten opzichte van het bovenstroomse traject.
- Bedijkte Maas (Mook tot Lith): hier loopt de Maas het Maasdal uit. De uiterwaarden worden breder en het verhang neemt wat verder af. Hier is de Maas bedijkt en zijn in het verleden veel meanders afgesneden. De stuw bij Lith is de meest benedenstroomse stuw in de Maas.
- Beneden Maas (Lith tot Ammerzoden): Vrij afstromende zandrivier met een getijdewerking van ongeveer 30 cm. Het waterlichaam omvat ook de Afgedamde Maas.
- Bergsche Maas (Ammerzoden tot Amer): gegraven gedeelte van de Maas. De getijdewerking van ongeveer 30 cm wordt veroorzaakt door de vrije verbinding met de zee via de Oude Maas en de Nieuwe Waterweg. De getijdenwerking vanuit zee wordt sterk beïnvloed (en gedempt) door de Haringvlietsluizen.

1.6 Leeswijzer

In het hoofdstuk hydrologie en morfologie (hoofdstuk 2) zijn de belangrijkste hydrologische en morfologische kenmerken van de Maas beschreven. Hierbij wordt ingezoomd op aspecten die van belang zijn voor de ecologische ontwikkeling zoals waterstandfluctuaties en sedimenthuishouding. Hoofdstuk 3 (fysisch chemische waterkwaliteit) gaat in op de waterkwaliteit en de veranderingen die in de afgelopen 20-30 jaar zijn opgetreden. Deze tijdsperiode is gekoppeld aan de start van de biologische monitoring begin jaren '90. Hierbij wordt ook gekeken naar ecotoxicologische aspecten. In hoofdstuk 4 (biologie) zijn de toestand en trends van de belangrijkste biologische kwaliteitselementen van het water en de oever besproken: water- en oeverplanten, macrofauna en vissen. In de daarop volgende hoofdstukken wordt aandacht besteed aan de maatregelen voor habitatherstel en natuurontwikkeling (hoofdstuk 5) en het gebruik van het hoofdwatersysteem (hoofdstuk 6). Deze hoofdstukken dienen als achtergrond en het aanwijzen van mogelijke verklaringen voor de gesignaleerde trends in waterkwaliteit en ecologie. In hoofdstuk 7 (synthese) zijn de belangrijkste resultaten uit de inhoudelijke hoofdstukken samengevat en met elkaar in verband gebracht. Hierbij zijn ook enkele thema's die voor de Maas relevant zijn in beschouwing genomen. Dit leidt in tot aanbevelingen voor beleid, beheer en monitoring van de waterkwaliteit en ecologie van de Maas.

2 Hydromorfologie

De Maas is een regenrivier met een groot verhang. De Grensmaas stroomt vrij af, heeft een zeer sterk verhang en wijkt daarmee af van de rest van de Maas.

De gemiddelde afvoer in de zomermaanden was in de periode 1990-2017 lager dan in de totale gemeten periode, voornamelijk in april en mei.

Sinds de implementatie van het Maasafvoeroverdrag in 1998 komen afvoeren lager dan 10 m³/s nauwelijks meer voor op de Grensmaas.

Afvoerfluctuaties vinden plaats door het beheer van de stuwen in België. Hierdoor kunnen binnen een uur debieten snel toe- en afnemen.

De bodemhoogte van het zomerbed is in de afgelopen eeuw gedaald, met gemiddeld één tot drie meter (Verhaal van de Maas (Asselman, et al. 2017)). In de benedenstroomse delen is die daling lokaal wel vier meter en in de bovenstroomse delen tot wel zelfs zes meter. Een deel van de daling is het gevolg van erosie door graven van de Bergsche Maas, verkorting van de rivier door bochtafsnijdingen en de sterk gereduceerde aanvoer van sediment vanuit België. Een groot deel van de daling is het gevolg van sedimentwinning en de zomerbedverdiepingen (Maaswerken).

Dit hoofdstuk geeft de analyse van de hydrologische, hydraulische en morfologische ontwikkelingen in de Maas voor de periode 1990-2017. Eerst is een korte introductie van de algemene karakteristieken van de Maas opgenomen (paragraaf 2.1). Hierbij wordt de Maas opgedeeld in verschillende gebieden, deze komen overeen met de trajecten die in hoofdstuk inleiding zijn geïntroduceerd. Vervolgens wordt ingegaan op de hydrologie, waarbij de focus ligt op de afvoerstatistiek (paragraaf 2.2). In paragraaf 2.3 (Hydraulica) wordt de afvoer vertaald naar de waterstanden, stroomsnelheden en andere stromingsparameters relevant voor morfologie en ecologie. In paragraaf 2.4 (Morfologie) wordt aan de hand van de beschikbare data een analyse gemaakt van de morfologische ontwikkelingen in de Maas. In deze paragraaf komt ook het zwevend stoftransport aan de orde.

2.1 Algemene karakteristieken

2.1.1 Deeltrajecten

De morfologische en geologische kenmerken van alle deeltrajecten van de Maas (Bovenmaas, Grensmaas, Plassenmaas, Zandmaas, Bedijkte Maas, Getijdenmaas en de Bergsche Maas) maken dat deze trajecten verschillend reageren op variaties in de rivierafvoer zowel op korte als lange termijn. In de onderstaande opsomming worden de belangrijkste kenmerken van de verschillende trajecten benoemd.

- De **Bovenmaas** beslaat de eerste 15 kilometer van de Maas in Nederland. Dit deel loopt van Eijsden tot aan de stuw Borgharen. De waterstand op dit gedeelte is relatief stabiel. Voor de algemene afvoerstatistiek wordt de afvoer bij Borgharen op de Grensmaas als leidend genomen voor alle analyses. Op de Bovenmaas takken twee kanalen af, de Zuid-Willemsvaart/Smeermaas en het Julianakanaal. Samen onttrekken deze kanalen ongeveer 30 m³/s uit de Maas; het totale debiet dat Nederland bij Eijsden binnen stroomt, is daarom over het algemeen 30 m³/s hoger dan in de Grensmaas. De oevers lopen steil op

en de rivier stroomt hier over een harde mergelbodem die zeer erosiebestendig is. Op het meest zuidelijke deel (stroomopwaarts van sluis Ternaaien) is er geen beroepsvaart.

- Vanaf de stuw Borgharen tot aan Roosteren stroomt de Maas vrij af. Omdat de Maas hier de grens tussen Nederland en België vormt heet dit gedeelte de **Grensmaas** of **Gemeenschappelijke Maas**. Doordat de Grensmaas vrij afstroomt, is de waterstand hier gevoelig voor veranderingen in de afvoer. Stroomsnelheden zijn door het sterke verhang, 20 meter over ongeveer 50 km rivier, relatief hoog en variabel. Door deze relatief hoge snelheden is de Grensmaas ook het enige stuk grindrivier in Nederland. Op enkele locaties zijn in 2007 grinddempels aangelegd in de hoofdgeul om te voorkomen dat de laagwaterstanden te laag worden, waardoor (Natura 2000) beekdalen aan de Vlaamse zijde zouden kunnen verdrogen. Deze grinddempels liggen bij Meers, bij rivierkilometer 31 tot 34. De grinddempels zijn van grover materiaal gemaakt dan de alluviale bodem ter plaatse. Op de Grensmaas vindt geen beroepsvaart plaats; de beroepsvaart wordt ter hoogte van de Grensmaas omgeleid via het Julianakanaal.
- De **Plassenmaas** loopt van Thorn tot Roermond door de Roerdalslenk. De rivier wordt gekenmerkt door brede uiterwaarden met vele plassen, het resultaat van grindwinning. De Plassenmaas is volledig gestuwd met de stuwen van Linne en Roermond. Het verhang van de bodem neemt hier opeens sterk af, dit gaat gepaard met een overgang van grind naar zand.
- De **Zandmaas** heeft zijn naam te danken aan de soort afzettingen en het bodemmateriaal. Het water stroomt hier over een zandige bodem, door een dieper dal met hoge terrassen. De rivier loopt hier ook relatief recht met weinig meanders. De Zandmaas loopt van Roermond tot Cuijk. In dit traject liggen de stuwen van Belfeld en Sambeek.
- De **Bedijkte Maas** loopt van Cuijk tot aan de stuw bij Lith. De Bedijkte Maas omvat de stuwpannen Lith en Grave. De Maas stroomt hier het Maasdal uit de Rijn-Maas Delta in. De uiterwaarden worden hier weer breder, de overstromingsvlakte neemt toe. Door verschillende bochtafsnijdingen bij de normalisatie van de rivier is de ligging relatief recht. De oude meanders zijn veelal nog wel zichtbaar in de uiterwaard. Deze riviertak dankt zijn naam aan het feit dat de rivier aan beide zijdes bedijkt is. Door het aanleggen van de dijken heeft de rivier een groot deel van zijn natuurlijke overstromingsvlakte verloren. Het bodemmateriaal is voornamelijk zand.
- Benedenstrooms van Lith stroomt de Maas vrij af richting de Noordzee. Hier is ook het getij merkbaar, vandaar de naam **Getijdenmaas**. Deze tak loopt tot aan Geertruidenberg en in de Getijdenmaas volgt de rivier voor een deel het gegraven traject van de Bergsche Maas. Het bodemmateriaal bestaat uit zand. De getijslag in de Getijdenmaas is ongeveer 30 cm.

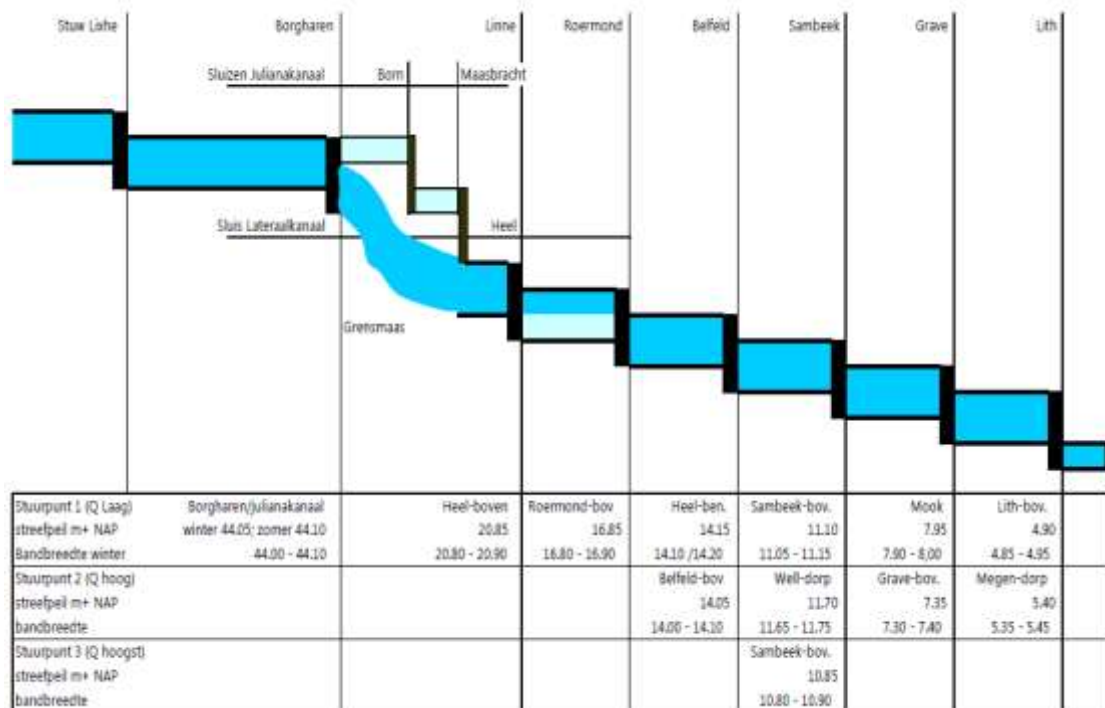
2.1.2 Stuwen en stuwbeheer

De Maas kent in Nederland 7 stuwen. Deze hebben als voornaamste doel om de waterstand in het stuwpan op peil te houden ten behoeve van de scheepvaart. Daarnaast wordt bij de stuwen Linne en Lith stroom opgewekt. Dat is echter niet het hoofddoel van de stuwen.

De sturing van de stuwen wordt gebaseerd op de gewenste waterstanden bovenstrooms van de stuwen. Door beheer van de stuw worden die doelwaterstanden zo goed mogelijk benaderd. Wanneer de stuw volledig gestreken is (open is), wordt de waterstand in het stuwpan geheel bepaald door de afvoer. In de onderstaande opsomming en Figuur 2-1 wordt het stuwbeheer van de stuwen in de Maas weergegeven. De waterstanden en stuwpeilen zijn allen in meters t.o.v. NAP (m t.o.v. NAP).

- Stuw **Borgharen** stuurt op het handhaven van een waterpeil van 44,05 m t.o.v. NAP op het punt waar het Julianakanaal aftakt van de Maas.

- Stuw **Linne** stuurt op het handhaven van een waterpeil van 20,85 m t.o.v. NAP bij Heel.
- Stuw **Roermond** stuurt op het handhaven van een waterpeil van 16,85 m t.o.v. NAP bij Roermond.
- Stuw **Belfeld** stuurt op het handhaven van een waterpeil van 14,15 m t.o.v. NAP bij Heel (in het Lateraalkanaal).
- Stuw **Sambeek** stuurt bij afvoeren tot 620 m³/s op het handhaven van een stuwpeil van 11,10 m t.o.v. NAP bij Sambeek. Zodra de waterstand 11,66 m t.o.v. NAP bij Well wordt bereikt, wordt deze vastgehouden op circa 11,66 m t.o.v. NAP en daalt de waterstand bij Sambeek. Zodra de waterstand bij Sambeek 10,85 m t.o.v. NAP is geworden (afvoer circa 800 m³/s), wordt gestuurd op de waterstand Sambeek van 10,85 m t.o.v. NAP. Wanneer zowel de waterstand van 11,66 m t.o.v. NAP bij Well als 10,85 m t.o.v. NAP bij Sambeek wordt overschreden, wordt de stuw gestreken.
- Stuw **Grave** stuurt op het handhaven van een waterpeil van 7,91 m t.o.v. NAP bij Mook. Dit peil wordt gehandhaafd totdat de waterstand bij Grave is gedaald tot 7,25 m t.o.v. NAP (afvoer circa 950 m³/s). Vanaf dat moment wordt gestuurd op een waterstand van 7,25 m t.o.v. NAP bij Grave. Wanneer ook deze waterstand verder stijgt, wordt de stuw gestreken.
- Stuw **Lith** stuurt op het handhaven van een waterpeil van 4,85 m t.o.v. NAP bij Lith. Dit peil wordt gehandhaafd totdat de waterstand bij Megen is gestegen tot 5,35 m t.o.v. NAP (dit is bij een afvoer van circa 800 m³/s). Vanaf dat moment wordt de waterstand 5,35 m t.o.v. NAP bij Megen gehandhaafd en daalt de waterstand bij Lith. Zodra de waterstand bij Lith is gedaald tot 4,00 m t.o.v. NAP (bij een afvoer van circa 1.250 m³/s) wordt gestuurd op een waterstand van 3,95 m t.o.v. NAP bij Lith. Wanneer zowel de waterstand van 5,35 m t.o.v. NAP bij Megen en 3,95 m t.o.v. NAP bij Lith overschreden worden, dan wordt de stuw gestreken.



Figuur 2-1: Stuwen en stuwbeheer van de verschillende stuwen Nederland. De stuw Lixhe is de laatste stuw in België voor de Nederlandse grens, Implementatie toekomstig stuwbeheer Maas in WAQUA, (Agtersloot 2012).

In Tabel 2-1 is weergegeven bij welk debiet de stuwen volledig gestreken worden. Bij een Maasafvoer van ongeveer 1.250 m³/s zijn alle stuwen benedenstrooms van Borgharen gestreken en kunnen vissen vanaf de Noordzee zonder obstakels doorzwemmen tot en met de Grensmaas. Dit komt gemiddeld 1 à 2 dagen per jaar voor. Stuw Borgharen wordt als laatste (bij de hoogste Maasafvoer) volledig gestreken. Als gevolg van de grote verruiming op de Grensmaas zijn de waterstanden op de Grensmaas lager geworden en kan het stuwpeil op de Bovenmaas langer door de stuw worden geregeld, tot een afvoer van ongeveer 1.800 m³/s. Wanneer alle stuwen gestreken zijn, betekent dit dat de Maas vanaf Eijsden tot aan de Biesbosch vrij afstroomt. Dit gebeurt gemiddeld eens per 3 à 5 jaar (RWS 2018). Voor alle stuwen (afgezien van stuw Belfeld) geldt, dat door verhoging van het stuwpeil (bij Sambeek en Grave) en/of verruiming in de stuwpannen, de afvoeren waarbij de stuwen volledig worden gestreken zijn toegenomen ten opzichte van de situatie voor de Maaswerken. In Tabel 2-1 is in de laatste kolom het geschatte aantal dagen gegeven, dat de stuwen voor de Maaswerken gestreken waren. Deze schatting is gebaseerd op de betrekkinglijnen 1995. Uit de vergelijking blijkt dat door de Maaswerken, het gemiddelde aantal dagen per jaar dat de stuwen zijn gestreken is afgenomen.

Tabel 2-1: Locatie (in rivierkilometers) van de stuwen van de Maas en de debieten waarbij ze volledig gestreken zijn op basis van de waterstanden en de Qh-relatie/afvoerduurlijn (Bron afvoeren: Implementatie toekomstig stuwbeheer Maas in WAQUA (Agtersloot 2012) en Betrekkinglijnen Maas (RWS 2018).

Stuw	Rivier-kilometer	Afvoer bij volledig gestreken [m ³ /s]	Gem. dagen per jaar gestreken	
			Na Maaswerken	Voor Maaswerken 1995
Borgharen	15.4	1.600-1.800	1 keer per 3-5 jaar	4
Linne	68.55	1.250	4	9
Roermond	80.91	1.050	8	20
Belfeld	100.79	850	20	20
Sambeek	146.55	1.150	6	20
Grave	175.65	1.250	4	9
Lith	200.87	1.250	4	4

2.1.3 Kanalen en beken

Net bovenstrooms van de Nederlandse grens takt het Albertkanaal af. Dit kanaal verbindt de haven van Antwerpen met de Maas. De afvoer via dit kanaal komt niet meer terug in de Maas. In Nederland voedt de Maas in Nederland de Zuid-Willemsvaart en het Julianakanaal. Deze kanalen takken af van de Bovenmaas, tussen Eijsden en Borgharen. De afvoer door het Julianakanaal stroomt bij Maasbracht (50 rivierkilometers benedenstrooms van de aftakking) weer terug in de Maas. De afvoer die door de Zuid-Willemsvaart afstroomt, komt via het systeem van beken en kanalen in Noord-Brabant deels weer terug in de Maas rond Den Bosch.

Om een basisafvoer in de Maas, en met name de ongestuwde Grensmaas, te garanderen, hebben Nederland en Vlaanderen in 1995 in het Maasafvoercontract afspraken gemaakt over de verdeling van het water in de Maas. Het verdrag treedt in werking als zodra de ongedeelde Maasafvoer ten Noorden van Luik onder de 130 m³/s komt en regelt dan de verdeling van het water over het Albertkanaal, Julianakanaal, de Zuid-Willemsvaart en de Grensmaas conform Tabel 2-2. In het Maasafvoercontract uit 1995 is afgesproken dat de Maas altijd 10 m³/s tot haar beschikking heeft, voor zover mogelijk.

Tabel 2-2: Verdeling van de afvoer over de verschillende kanalen en de Grensmaas zoals vastgelegd in het Maasafvoeroverdrag van 1995.

Ongedeelde Maas	Albertkanaal	Maas bij Maastricht			
		Totaal	Juliana-kanaal	Zuid-Willemsvaart	Grensmaas bij Borgharen
100	16	84	15	19	50
90	16	74	15	19	40
80	16	64	15	19	30
71	16	55	15	19	21
60	16	44	15	19	10
55	13.5	41.5	15	16.5	10
50	12	38	14.5	13.5	10
45	11.4	33.6	12	11.5	10
40	9.9	30.1	9.5	10.5	10
35	7.4	27.6	7.5	10	10

Binnen het Nederlandse stroomgebied stroomt verder een aantal zijrivieren en beken uit in de Maas; de belangrijkste zijn de Geul, de Roer, de Niers en Dieze (Dommel en Aa). Deze zijrivieren monden, op volgorde, uit in de Bovenmaas (Maastricht), Plassenmaas (Roermond), Zandmaas/Bedijkte Maas (Gennepe) en de Bedijkte Maas (Den Bosch).

De bijdrage van de zijrivieren aan de totale afvoer van de Maas is gemiddeld 15%. De bijdrages van de Roer en de Dommel en Aa (via de Dieze) zijn ieder gemiddeld al 6%. De beken worden net als de Maas voornamelijk door regen gevoed. Aangezien langdurige extreme regenval of langdurige droogte redelijk gelijk is voor het gehele stroomgebied van de Maas, kan ervan uit worden gegaan dat de procentuele bijdrage van de afvoeren van de beken en zijrivieren bij laagwater niet veel afwijkt van die bij gemiddelde afvoeren. Na hevige regenval, hoosbuien, kan in het stroomgebied van een enkele beek een kortdurende afvoerpiek ontstaan die op de Maas loost. Dit zorgt dan voor een kortdurende verhoging van de afvoer op de Maas benedenstrooms van de monding van de betreffende beek.

2.1.4 Hydrologische en morfologische gebeurtenissen

Door de jaren heen hebben verschillende gebeurtenissen op de Maas plaatsgevonden die invloed hebben gehad op de hydraulica en of de morfologie. Deze gebeurtenissen zijn in chronologische volgorde weergegeven in de volgende tabel. De gebeurtenissen helpen veranderingen in de hydraulica en morfologie te duiden. Aangezien de focus van deze watersysteemrapportage ligt op de jaren 1990 tot nu, zijn alleen gebeurtenissen meegenomen die in deze periode hebben plaatsgevonden. Naast ingrepen in de rivier en wijzigingen in het beheer zijn ook natuurlijke gebeurtenissen zoals hoogwater en lange periodes van lage afvoeren toegevoegd. Voor hoogwater zijn alleen pieken meegenomen met een overschrijdingsfrequentie van kleiner dan eens in de 10 jaar (afvoer groter dan 1.975 m³/s). Voor jaren met langdurig laagwater (droogte) is een periode van meer dan 200 dagen van het jaar een afvoer van minder dan 72 m³/s bij Borgharen als criterium aangehouden (Siebolt Folkertsma/RWS Zuid Nederland 2018).

Tabel 2-3: Menselijke ingrepen en hydraulische en hydrologische gebeurtenissen op de Maas.

Datum/periode	Gebeurtenis	Soort	Rivierkilometer
22-12-1993	Piek hoogwater	Afvoer extremen	
31-01-1995	Piek hoogwater	Afvoer extremen	
1996	Droogte	Afvoer extremen	
Juli 1996	Inwerkingtreding Maasafvoer­verdrag	Beleid en beheer	
27-12-1999	Piek hoogwater	Afvoer extremen	
28-01-2002	Piek hoogwater	Afvoer extremen	
27-02-2002	Piek hoogwater	Afvoer extremen	
17-12-2002	Piek hoogwater	Afvoer extremen	
2002	Prinses Máxima Sluizen (2e sluis bij stuw Lith)	Werkzaamheden/ Beleid en beheer	201
04-01-2003	Piek hoogwater	Afvoer extremen	
2003	Droogte	Afvoer extremen	
2005	Start uitvoering Zandmaas	Werkzaamheden	67-182
2007	Droogte	Afvoer extremen	
2007	Start uitvoering Grensmaas­project (prognose tot einde 2027)	Werkzaamheden	16-55
2006-2008	Aanleg 9 grinddempels Grensmaas	Werkzaamheden	23-35
09-01-2011	Piek hoogwater	Afvoer extremen	
2011	Aanpassen sluizencomplex Born	Werkzaamheden	Julianakanaal
2011	Aanpassen sluizencomplex bij Heel	Werkzaamheden	Lateraalkanaal
2011	Droogte	Afvoer extremen	
2012	Aanpassen sluizencomplex Maasbracht	Werkzaamheden	Julianakanaal
2012	Start uitvoering NVO's	Werkzaamheden	
2013	Stuwpeil Grave +30 cm	Beleid en beheer	146-175
2014	Verruimen bocht Steijl	Werkzaamheden	102-103
Juli 2014	Stuwpeil Sambeek +10 cm	Beleid en beheer	101-146
Oktober 2014	Turbines Lixhe traploos ingesteld	Beleid en beheer	België
Juli 2015	Stuwpeil Sambeek +15 cm	Beleid en beheer	101-146
2015	nieuwe (4 ^e) sluis bij Ternaaien (Bovenmaas)	Werkzaamheden/ Beleid en beheer	7
2016	Verruimen bocht Neer	Werkzaamheden	90
Juni 2016	Zomerhoogwater	Afvoer extremen	
29-12-2016	Aanvaring stuw Grave	Incident	175
2018	Keersluis Limmel	Werkzaamheden/ Beleid en beheer	14
2018	Droogte	Afvoer extremen	
2018	Verwijderen ondiepte Venlo	Werkzaamheden	101-108
2019	Peilopzet Julianakanaal Born- Maasbracht	Beleid en beheer	Julianakanaal
Tot 2023	Verbreiding Julianakanaal	werkzaamheden	14-68Z

2.2 Hydrologie

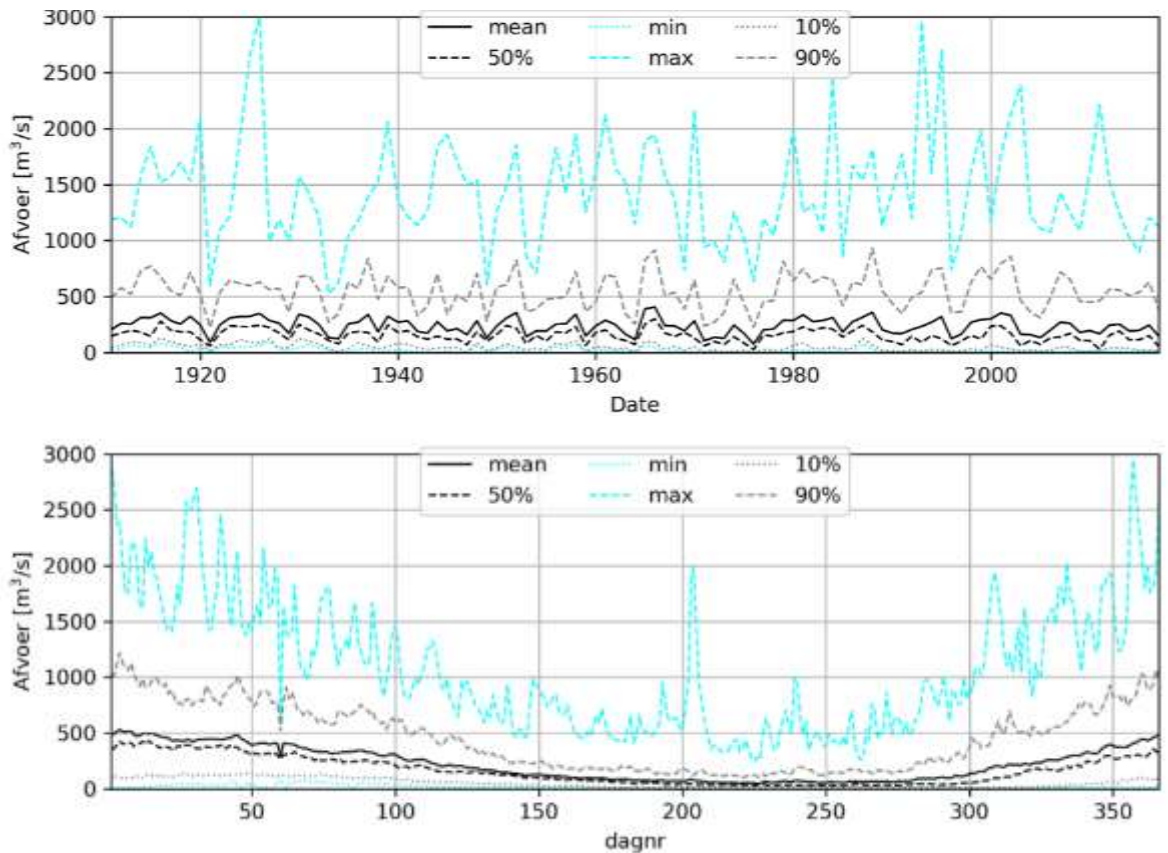
De Maas is een regenrivier, wat betekent dat de afvoer volledig afhankelijk is van de regenval in het stroomgebied. Hierdoor kan de afvoer in de zomer, gedurende lange periodes van droogte, dalen tot onder de 10 m³/s bij Maastricht. De hoogst gemeten piekafvoer tussen 1990 en 2017 bedroeg 2.959 m³/s (hoogwater december 1993).

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op de trends en verschillen door de jaren heen, vanaf het begin van de metingen in 1911. Hierbij ligt de focus op de jaren 1990 tot en met 2017. De gebruikte data voor deze analyse komt uit de dataset van de afvoer bij Borgharen van 1911 tot met 2017 zoals aangeleverd door Rijkswaterstaat Zuid-Nederland. Van dit meetpunt is een afvoerreeks beschikbaar van 1911 tot heden. De afvoeren zijn afgeleid op basis van gemeten waterstanden bij Borgharen en de geldende relaties tussen de waterstand en de afvoer (Qh-relatie).

In 1996 is het meetnetwerk voor waterstanden en afvoeren uitgebreid en is het meetpunt voor de afvoer verplaatst naar St. Pieter. Op dit punt wordt de afvoer direct gemeten. De keuze voor de afvoer bij Borgharen geeft de mogelijkheid om de afvoer over de gehele periode tussen 1990 en het heden te analyseren en te vergelijken met trends uit de afgelopen honderd jaar. Wanneer is afgeweken van de meetreeks bij Borgharen, is dit vermeld in de tekst.

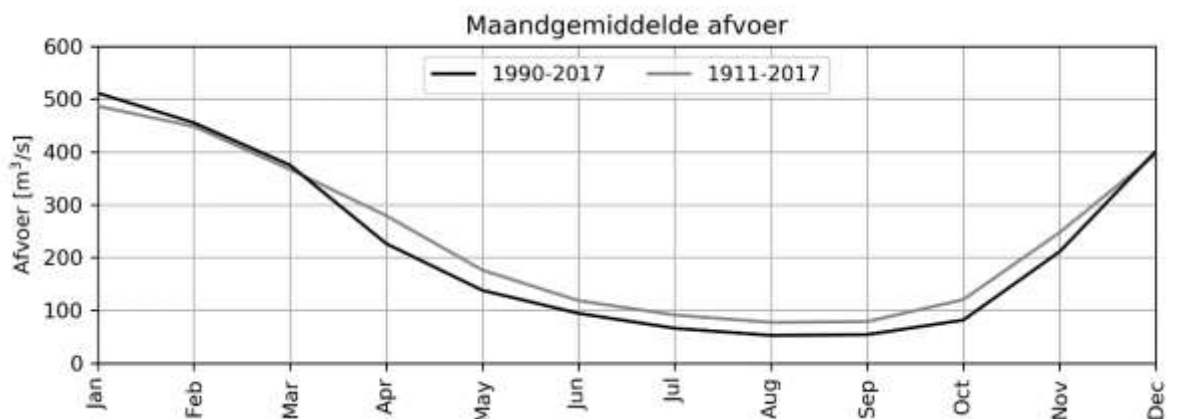
2.2.1 Algemeen beeld

Figuur 2-2 geeft het verloop van de gemiddelde jaarafvoer (boven) en de gemiddelde dagafvoer (onder). In de figuur zijn geen duidelijke veranderingen in de gemiddelde jaarafvoer zichtbaar (boven). De gemiddelde jaarafvoer in de periode 1911-2017 was 221 m³/s. Gedurende het winterhalfjaar is de variëteit in de afvoer groter dan in de zomer (onder). Dit komt door de grotere variëteit in de regenval en de meer langdurige extreme neerslag die zorgt voor hogere afvoergolven.



Figuur 2-2: Gemiddelde jaarafvoer met het 50% interval en de minimale en maximale waarden (boven) en verloop van de gemiddelde dagafvoer over het jaar met het 50% interval en de minimale en maximale waarden (onder).

De maand met de hoogste afvoer is januari met gemiddeld 500 m³/s, zie Figuur 2-3. Van juni tot oktober is de maandgemiddelde afvoer lager dan 100 m³/s. In Figuur 2-3 is de gemiddelde maandafvoer over de periode 1911 tot met 2017 vergeleken met de periode 1990 tot met 2017. In de laatste 25 jaar is de gemiddelde afvoer in de zomermaanden gedaald, voornamelijk in april en mei. De gemiddelde afvoeren in de wintermaanden december tot en met maart liggen iets hoger.

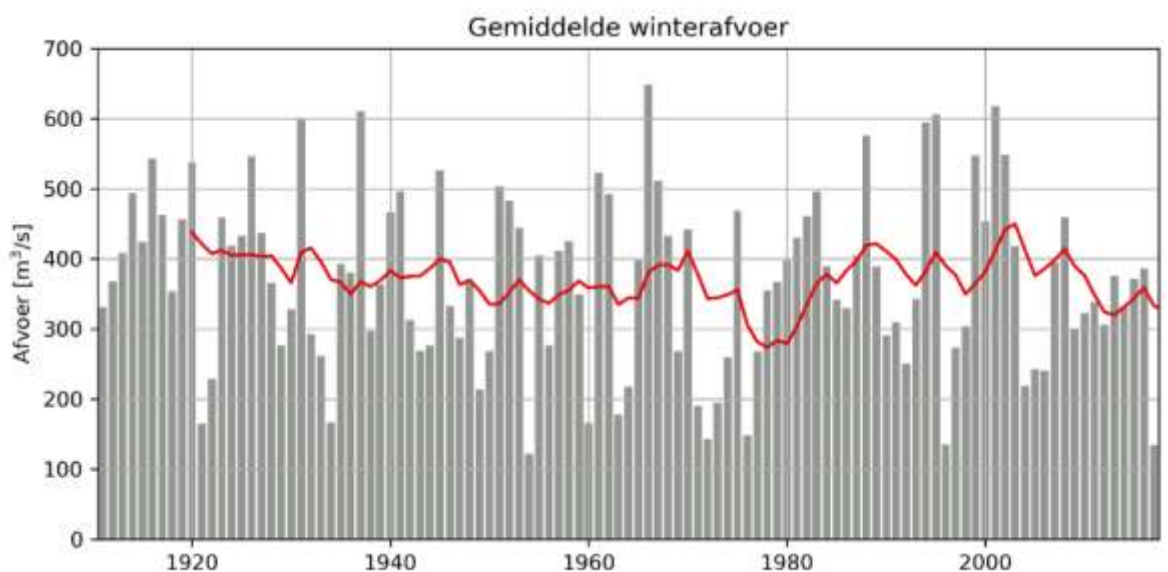


Figuur 2-3: Gemiddelde maandafvoer over de periode 1990-2017 bij Borgharen Dorp

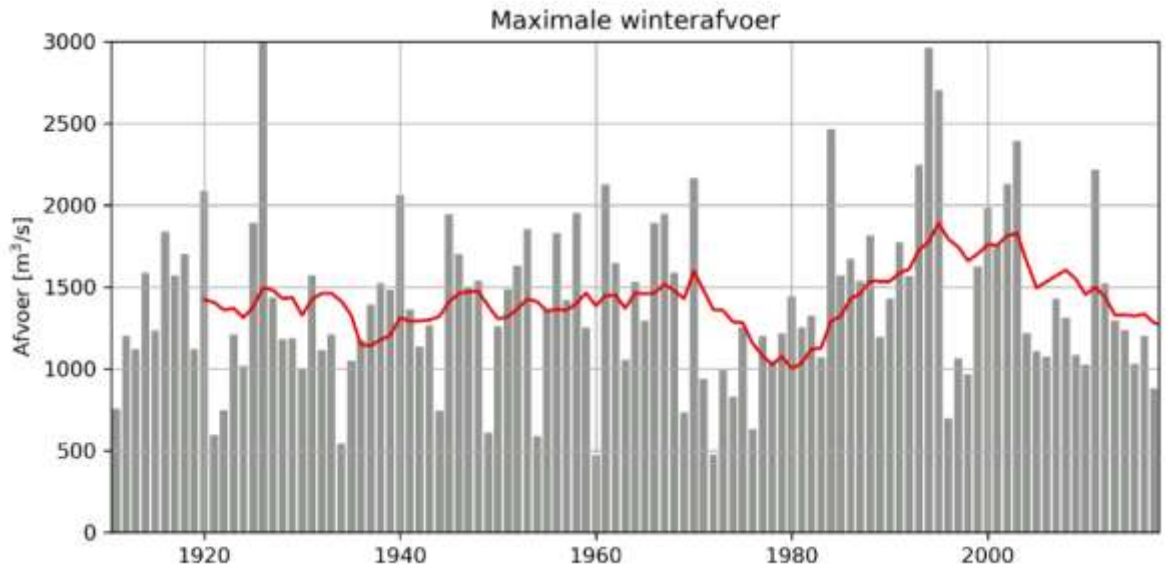
2.2.2 Winterseizoen

In het winterseizoen (november tot met april) is de afvoer gemiddeld boven de 200 m³/s; het langjarige gemiddelde van de winterafvoer ligt tussen 350 en 400 m³/s. De kans op extreme afvoergolven is in deze maanden het grootst. Vanaf het begin van de metingen in 1911 is een licht dalende trend te zien in de gemiddelde winterafvoer (Figuur 2-4), echter deze trend is niet sterk. In het 10 jarig lopende gemiddelde is een sterke daling aan het eind van de jaren 70 zichtbaar, in de jaren 80 herstelt het gemiddelde zich weer. Vanaf 2004 lijkt het gemiddelde licht te dalen. Overigens zijn de maanden november en december bij het winterseizoen van het daaropvolgende kalenderjaar gerekend; het hoogwater van december 1993 valt bijvoorbeeld onder het winterseizoen 1994.

Hoge afvoeren, die voornamelijk in de winter optreden, zijn met name van belang voor de morfologische dynamiek in de Maas. Hoe hoger de afvoer, hoe hoger waterstand, waardoor de uiterwaarden onder water staan. Daarnaast zijn bij hogere afvoeren de stroomsnelheden ook hoger, waardoor meer en grover sediment meegevoerd kan worden. De grotere capaciteit voor het transporteren van sediment en het onderlopen van de uiterwaarden zorgt ook voor uitwisseling en neerslaan van sediment in de uiterwaarden. Vegetatie die minder goed bestand is tegen stroming of inundatie kan verdwijnen. Dit kan weer ruimte geven aan nieuwe vegetatie in het volgende groeiseizoen. In de Grensmaas, waar de bodem relatief vrij kan en mag bewegen, zorgen hoogwaters voor de grootste veranderingen in de ligging van de grindeilanden en oevers. In de daarop volgende zomer, wanneer met laagwater de nieuwe afzettingen droog komen te staan, kan hier nieuwe vegetatie opslaan. Hier wordt verder op in gegaan in de paragraaf over de morfologische ontwikkelingen.



Figuur 2-4: Gemiddelde winterafvoer (nov-apr) in de Maas per jaar [grijze staven] en het doorlopend gemiddelde over de 10 voorgaande jaren [rode lijn]. Het winterseizoen loopt van november tot en met april, de maanden november en december tellen mee voor het winterseizoen van het volgende kalenderjaar.



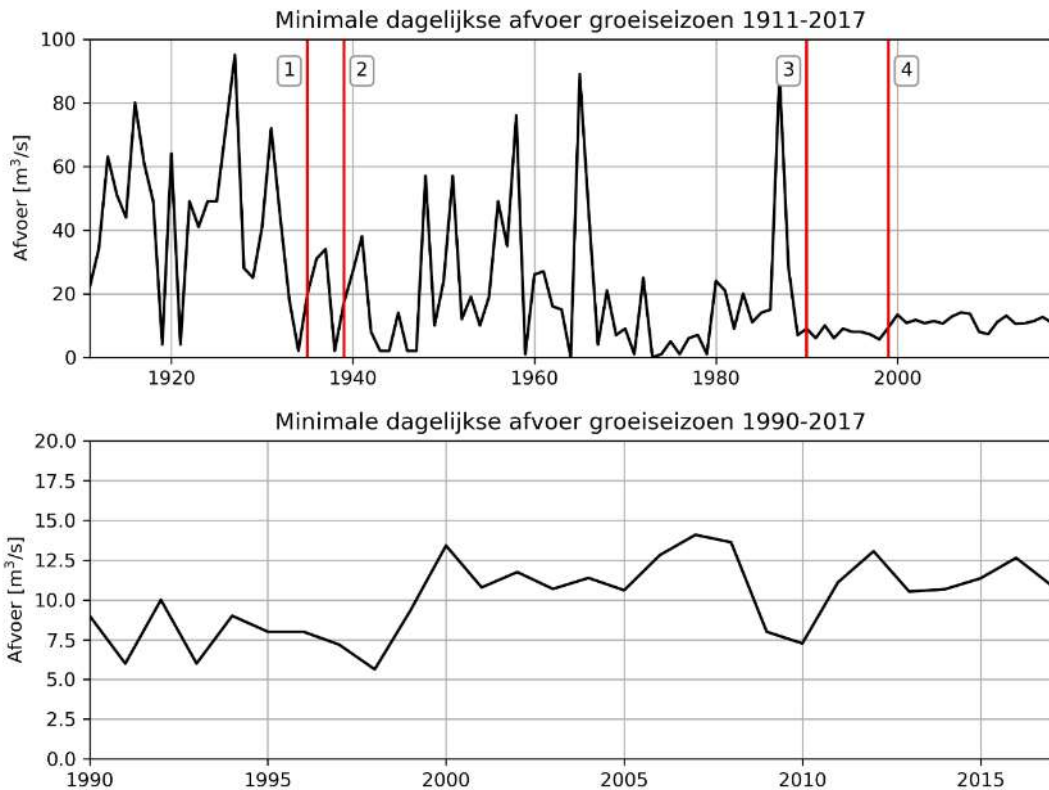
Figuur 2-5: Piekafvoeren in de Maas [grijze staven] en het doorlopend gemiddelde over de 10 voorgaande jaren [rode lijn].

De trend in de gemiddelde piekafvoeren is in de periode 1911 tot met 1970 relatief constant. Daarna nemen de piekafvoeren gedurende 10 jaar gemiddeld af, om daarna tot 1995 toe te nemen. In de jaren na 1995 zijn de hoogwaters van december 1993 en januari 1995 sterk bepalend voor het lopend gemiddelde. Na 2004 zijn nauwelijks meer hogere piekafvoeren ($> 1.500 \text{ m}^3/\text{s}$) waargenomen, maar ook geen uitzonderlijk lage piekafvoeren.

2.2.3 Zomerseizoen en groeiseizoen

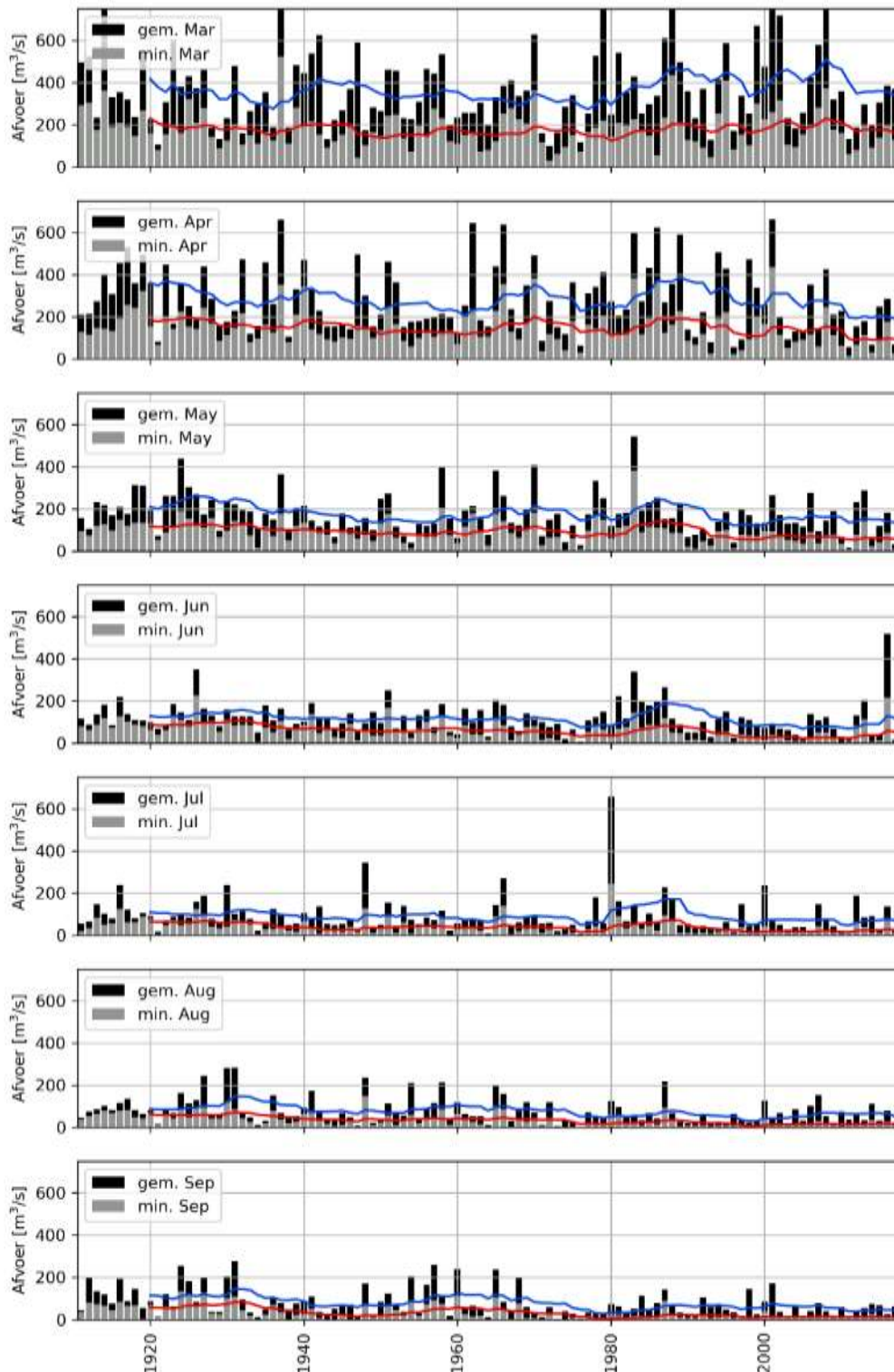
Het zomerseizoen kenmerkt zich door lage afvoeren en relatief weinig variatie in de dagelijkse gemiddeldes. In de analyse zijn twee verschillende tijdperiodes te onderscheiden: de zomerperiode mei-oktober en het groeiseizoen maart-september. Gezien de relevantie voor de ecologie wordt hier gefocust op het groeiseizoen.

Figuur 2-6 geeft een overzicht van de minimale dagelijkse afvoer van bij Borgharen. Tot 1990 hebben drie gebeurtenissen de laagwaterafvoer bij Borgharen beïnvloed. De eerste twee vonden plaats eind jaren 30, namelijk de opening van het Albertkanaal en het Julianakanaal. Deze twee kanalen onttrekken water uit de Maas, wat voornamelijk bij laagwater de afvoer beïnvloedt. De derde factor is de automatisering van stuw Borgharen rond 1990, waardoor de minimale afvoer naar de Grensmaas beter kon worden gestuurd. In de periode vanaf 1990 is het Maasafvoeroverdrag van 1995 de belangrijkste wijziging. In het Maasafvoeroverdrag is de waterverdeling tussen de kanalen en de Grensmaas geregeld (zie paragraaf 2.1.3). Het effect van deze afspraak is zichtbaar vanaf 1998. In de jaren 1990 tot 1998 ligt de gemiddelde laagste afvoer rond $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$. In de jaren daarna ligt de afvoer bijna altijd boven $10 \text{ m}^3/\text{s}$.



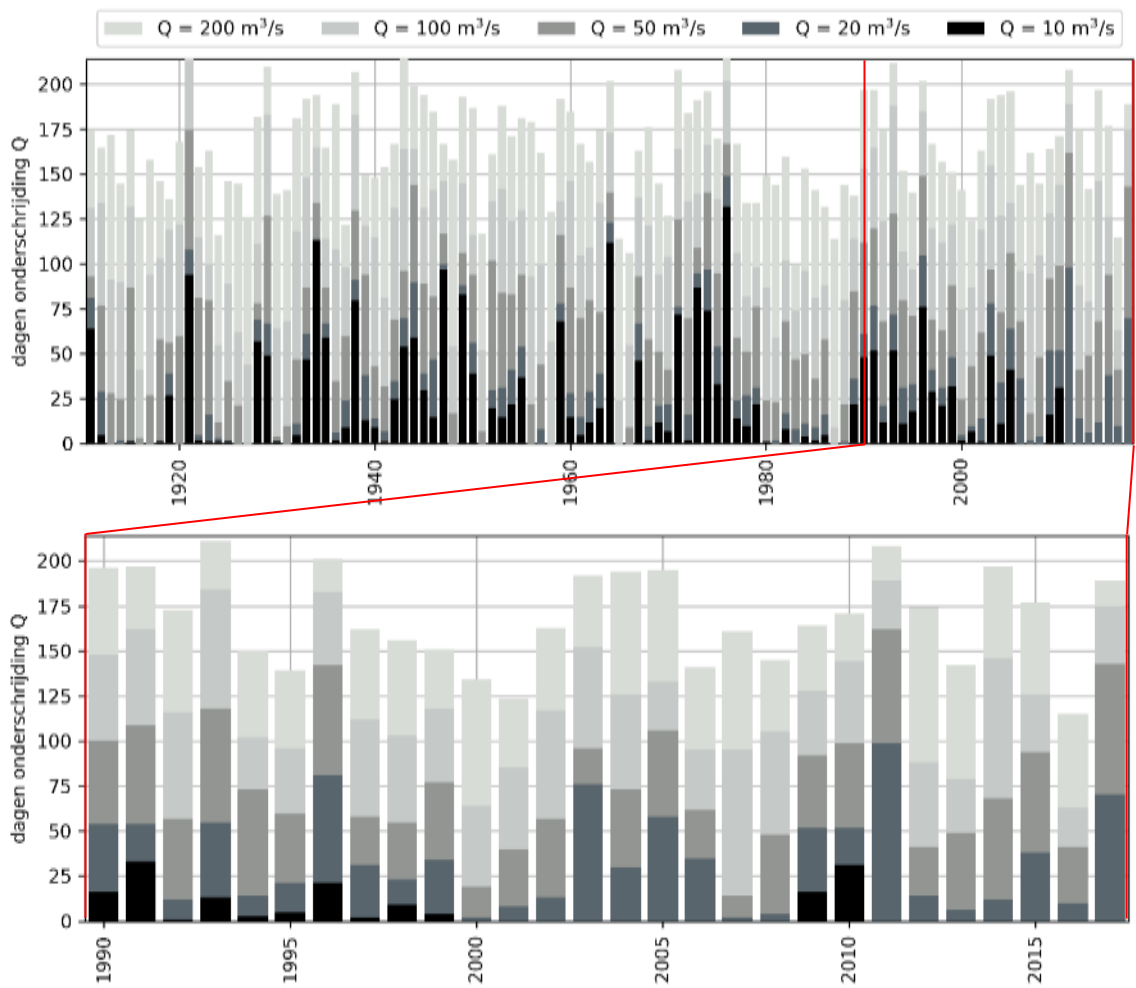
Figuur 2-6: Minimale afvoer bij Borgharen-dorp in het groeiseizoen (maart-september) in de periode 1911-2017 (boven) en 1990-2017 (onder). 1) Opening Albertkanaal in 1935; 2) Opening Julianakanaal in 1939, 3) automatisering van het stuwbeheer bij Borgharen; 4) Verhoging minimale debiet van 7,5 m³/s naar 10 m³/s als gevolg van het Maasafvoeroverdrag (1995).

In Figuur 2-7 zijn de minimale afvoer en de gemiddelde afvoer in het groeiseizoen per maand weergegeven. Maart en april zijn over het algemeen relatief natte maanden en de maanden augustus en september de meest droge maanden. De gemiddelde afvoer door de jaren heen verloopt met eenzelfde trend als de minimale afvoer per maand. In de jaren '90 lijken de afvoeren tijdens de droogste maanden lager te liggen of af te nemen ten opzichte van de jaren daarvoor. Dit is te zien in de blauwe (gemiddelde maandafvoer) en rode (minimale maandafvoer) trendlijnen. Na het jaar 2000 nemen de afvoeren weer wat toe. Door de jaren heen is de afwisseling van relatief droge jaren en relatief nattere jaren ongeveer constant.



Figuur 2-7: Minimale en gemiddelde afvoeren per maand in het groeiseizoen (maart tot met september). De trend gemiddelde maandafvoer wordt weergegeven door de blauwe lijn. De rode lijn geeft de trend in de minimale afvoer weer. (Let op, de pieken in maart zijn groter dan de 800 m^3/s).

In Figuur 2-8 is het aantal dagen weergegeven dat bepaalde lage afvoeren worden onderschreden tijdens het groeiseizoen. Hierin zijn ook dezelfde trends te zien als in de minimale afvoer. Het aantal dagen dat de afvoer van 200 m³/s wordt onderschreden blijft relatief constant rond 150 dagen in het groeiseizoen. Gemiddelde dagafvoeren van minder dan 10 m³/s komen relatief weinig voor en zijn na implementatie van het Maasafvoerungsverdrag in 1998 nog maar in drie jaren voorgekomen (inclusief 1999). Voor de afvoer op de Grensmaas is dit van belang aangezien bij deze zeer lage afvoer de stroomsnelheden ook zeer laag zijn. Voor specifieke riviervegetatie die net in het water groeit, is die stroomsnelheid van belang. In paragraaf 0 wordt verder ingegaan op de effecten van deze lage afvoeren op de stroomsnelheid over de gehele Maas.



Figuur 2-8: Dagen onderschrijding van lage afvoeren, ofwel aantal dagen in het jaar dat een bepaalde afvoer niet bereikt wordt voor de volledige meetreeks (boven) en de periode na 1990 (onder). Dit is gedaan voor grensafvoeren van 200, 100, 50, 20 en 10 m³/s in het groeiseizoen.

2.2.4 Afvoerfluctuaties

De afvoer op de Maas kent sterke (onnatuurlijke) fluctuaties over de dag. Binnen de statistieken wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde dag afvoer. Dit geeft een goed beeld van de algemene trends op de Maas, maar niet van de dagelijkse variatie in de afvoer. Over de dag, en zelfs binnen een uur tijd, kan de afvoer op de Maas sterk fluctueren.

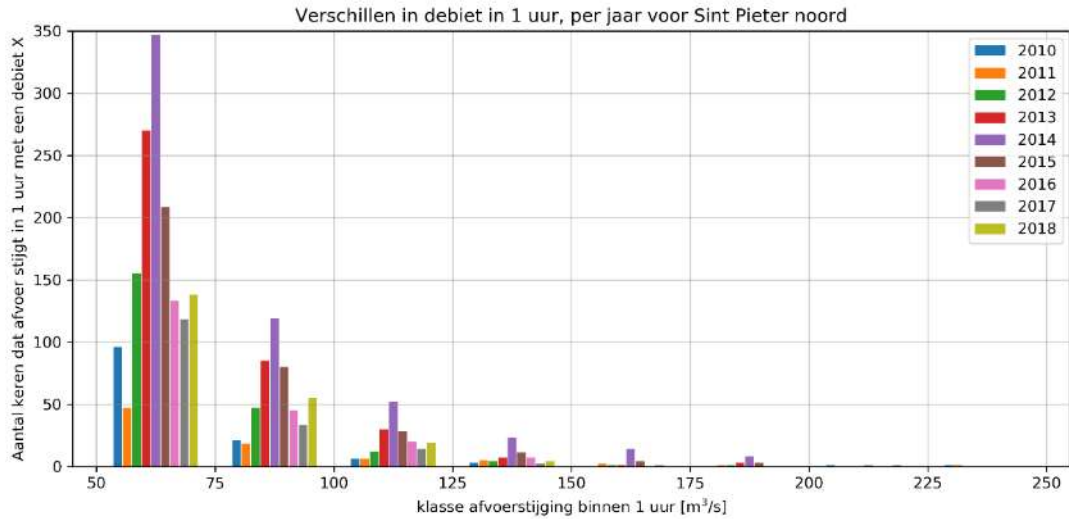
De Maas wordt niet alleen in Nederland maar ook in het Belgische stroomgebied gestuwd. In België overbrugt de Maas een hoogte van 54 meter over 12 stuwen. Naast waterstandsregulering dienen de stuwen in België ook als waterkrachtcentrales. Dit geldt voor de 6 meest benedenstroomse stuwen tussen Namen en de Belgisch-Nederlandse grens (Breukel, et al. 1991). De Belgische stuwen reageren zeer abrupt op schommelingen in de afvoer op de Maas. Bij slechts enkele centimeters waterstandsstijging gaan deze stuwen al open en laten ze veel water door, om vervolgens weer dicht te gaan en bijna niets door te laten om de waterstand weer op peil te brengen. In stroomafwaartse richting worden hierdoor kleine fluctuaties in het waterpeil, en daarmee de afvoer, versterkt (www.waterpeilen.nl/berichten/zondag-3-maart-2019-1503 2019). Ook worden door het bedienen van de vele stuwen en sluizen translatiegolven in het systeem gegenereerd. De stuw bij Borgharen is niet in staat om al deze schommelingen goed op te vangen, waardoor ook op de Grensmaas de sterke fluctuaties, zowel afvoerpieken als dalen, merkbaar zijn. De verwachting was dat door het traploos maken van de stuw bij Lixhe (de meest benedenstroomse stuw in België, net bovenstrooms van de grens met Nederland), in oktober 2014, de afvoerfluctuaties zouden afnemen. Echter lijkt het erop dat de fluctuaties nu ook optreden bij hogere afvoeren en in grootte zelfs zijn toegenomen (www.waterpeilen.nl/berichten/dinsdag-14-maart-2017-1055 2017).

In Figuur 2-9 zijn de afvoerfluctuaties per jaar per categorie van $25 \text{ m}^3/\text{s}$ geplot voor de jaren 2010-2018. Hierbij gaat het om de stijging van de afvoer in 1 uur. Omdat de analyse is gebaseerd op blokken van 1 uur, kan de piek van een fluctuatie ook groter geweest zijn als de stijging langer dan een uur aanhield of over twee uren in de dag gespreid was. De analyse is gebaseerd op de afvoerdata van het meetstation Sint Pieter Noord, waar sinds 1996 direct¹ de afvoer wordt gemeten. Op deze locatie is de dempende invloed van de stuw Borgharen nog niet merkbaar. Om de eventuele invloed van het jaarlijkse afvoerproces te beschouwen, is ook het verloop van de daggemiddelde weergegeven, zie Figuur 2-10. Op basis van Figuur 2-9 en Figuur 2-10 kan het volgende worden geconcludeerd:

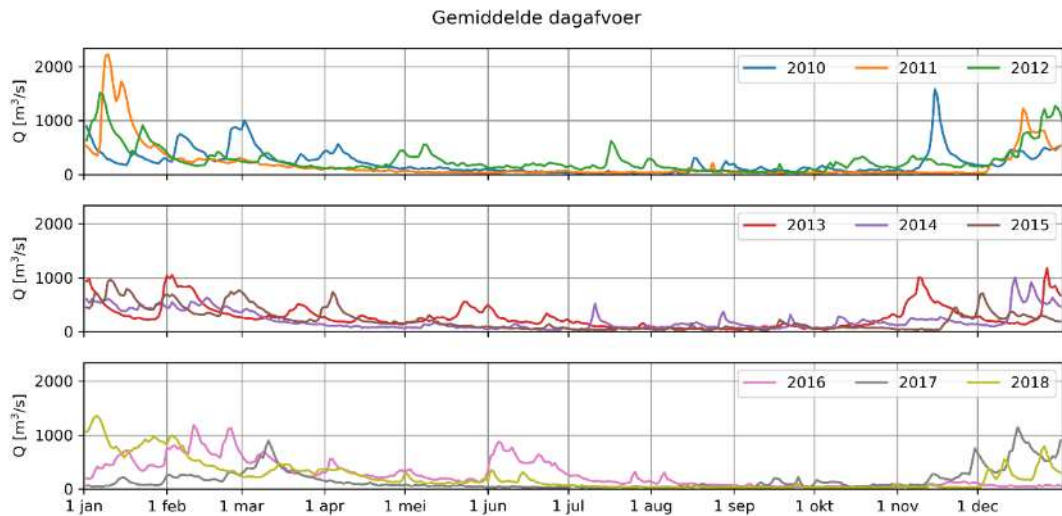
- Het jaar 2014 laat een sterke piek in de afvoerfluctuaties zien. In oktober van dat jaar is de turbine in de stuw bij Lixhe traploos gemaakt (zie Tabel 2-3):
- De hydrograaf van dit jaar komt relatief goed overeen met die van 2012. Het aantal afvoerfluctuaties is in 2014 over het gehele bereik echter veel groter. Vermoedelijk heeft het traploos maken en het opnieuw instellen van het stuwbeheer bij Lixhe in de laatste maanden van 2014 bijgedragen aan de grote hoeveelheid afvoerfluctuaties. Mogelijk heeft dit in 2015 ook nog bijgedragen aan het hoge aantal afvoerfluctuaties.
- Het jaar 2011 is een uitschieter naar beneden. In dit jaar kenmerkt de afvoer zich door een hoogwater in januari waarna de afvoer afneemt en de rest van het jaar relatief laag blijft, zonder andere afvoerpieken. De overige jaren met een relatief lage afvoer, 2017 en 2018, vertonen meer variatie, met name in de eerste drie maanden van het groeiseizoen. In die maanden is de afvoer ook hoger dan in 2011.
- In 2013 was gedurende het gehele jaar de afvoer relatief hoog, zonder echte uitschieters. Ook de grootte van de afvoerfluctuaties was relatief hoog (alleen in 2014 waren er meer grotere fluctuaties).

¹ Met een akoestische debietmeter

- Wanneer in een jaar meerdere, natuurlijke door neerslag gedreven, afvoergolven voorkomen, ligt het aantal niet natuurlijke afvoerfluctuaties hoger.

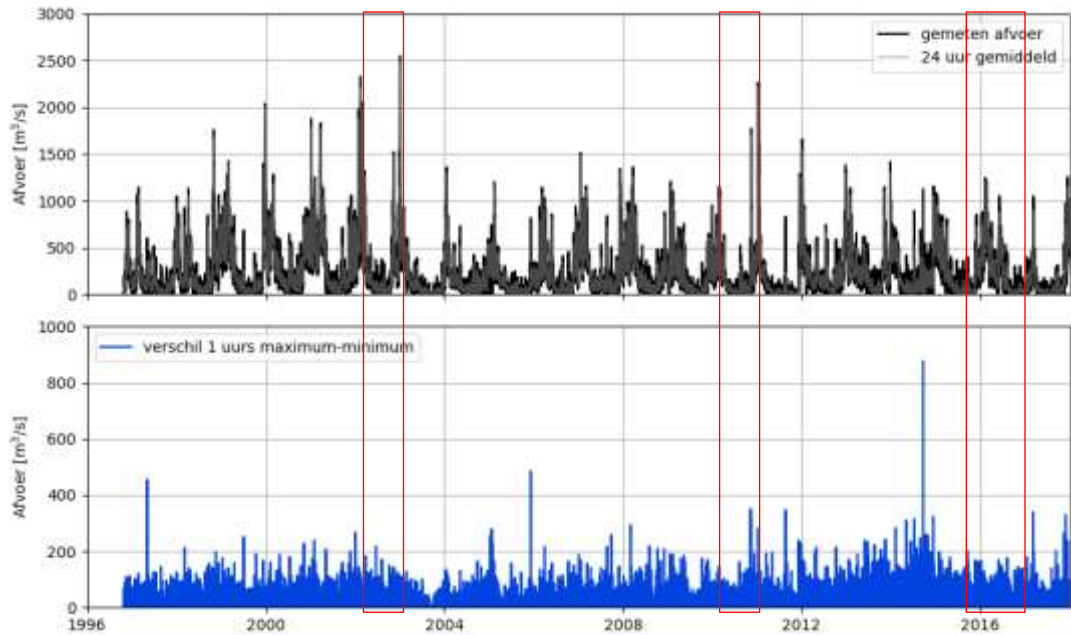


Figuur 2-9: Aantal keren dat de afvoer stijgt met een bepaald debiet voor de jaren 2010 tot met 2018 op basis van het meetpunt Sint Pieter Noord (10 minuten waarnemingen van (www.waterinfo.nl sd).

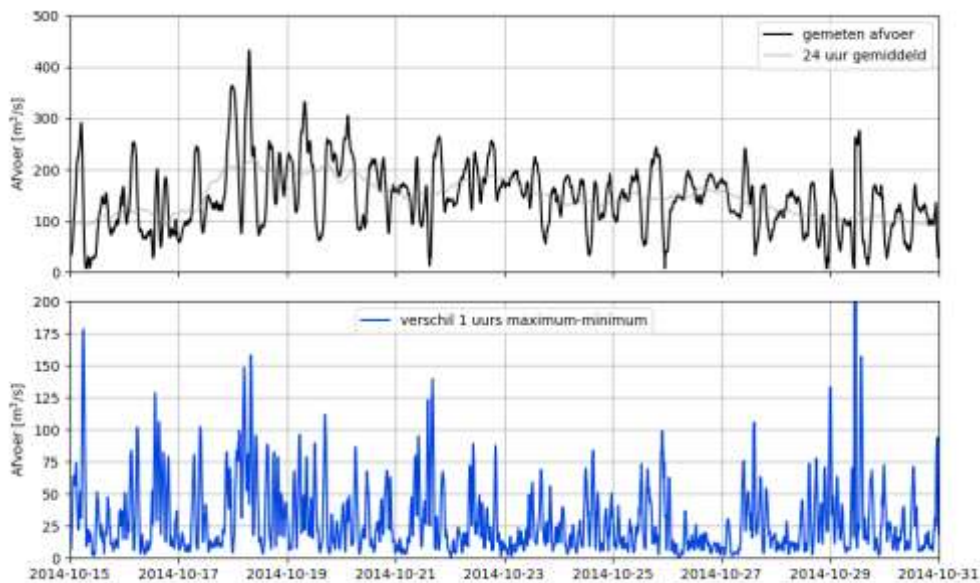


Figuur 2-10: Daggemiddelde afvoeren voor de jaren 2010 tot en met 2018, de kleuren van de jaren komen overeen met Figuur 2-9. Data van meetstation Sint Pieter Noord (www.waterinfo.nl sd).

De onnatuurlijke afvoerfluctuaties komen bij bijna alle afvoeren voor. Tijdens periodes van zeer lage afvoer, wanneer het Maasafvoercontract de afvoer verdeling tussen de Maas en de verschillende kanalen regelt, komen deze afvoerfluctuaties wel een stuk minder voor. En wanneer ze voorkomen zijn de fluctuaties ook minder sterk. Dit is te zien in Figuur 2-11. In de jaren met een relatief lage afvoer in het laagwaterseizoen 2003, 2011, 2017 en 2018 (rode boxen in Figuur 2-11) zijn de groottes van de afvoerfluctuaties ook beperkt. In Figuur 2-12 is een detail voor 2014 gepresenteerd.



Figuur 2-11: Afvoerfluctuaties bij Borgharen-dorp op basis van 10 minuten metingen data tussen november 1996 en begin 2019 (www.waterinfo.nl sd). Boven: in zwart de gemeten waardes Onder: het verschil tussen het lopende maximum en minimum met een tijdsduur van 1 uur. Dit betekent dat wanneer de pieken boven de $200 \text{ m}^3/\text{s}$ uitkomen de afvoer binnen een uur met minimaal $200 \text{ m}^3/\text{s}$ is gestegen of gedaald.



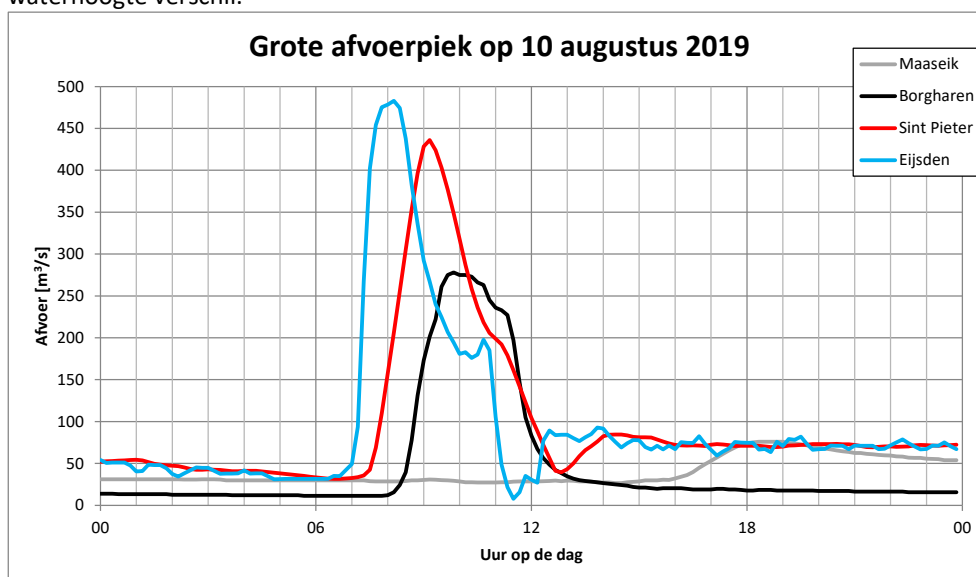
Figuur 2-12: Afvoerfluctuaties bij Borgharen-dorp voor de tweede helft van oktober in 2014. Ingezoomd vanuit Figuur 2-11. Het bovenste paneel toont de grilligheid van de afvoer van de Maas bij Borgharen.

De onnatuurlijke fluctuaties kunnen binnen een uur tijd de afvoer met meer dan $100 \text{ m}^3/\text{s}$ doen stijgen of dalen. Dit kan dus zorgen voor een meer dan een verdubbeling van de afvoer. Op de Grensmaas kan door een afvoertoename van $100 \text{ m}^3/\text{s}$ de waterstand tot wel 50 cm stijgen. Bij de opgetreden afvoerfluctuaties zijn op de Grensmaas de waterstanden in een uur tijd dan ook af en toe met meer dan een meter gestegen of gedaald. Dit heeft zeer veel effect op de inundatie van de oevers. Daar waar bij de basisafvoer de oevers en grindeilanden droog liggen, kan hier tijdens een afvoerfluctuatie binnen een uur anderhalve meter stromend water op komen te staan. Of andersom, wat bij de gemiddelde dagafvoer onder water staat kan plotseling droog komen te liggen. Met name in het paaiseizoen van de vissen kan dit ernstige gevolgen hebben. Paaiplekken kunnen door de fluctuaties opeens niet meer in een stroomluwe plek liggen of droogvallen als gevolg van de fluctuaties.

De afvoerfluctuaties zijn dermate kort en spits en de dempingscapaciteit van de Grensmaas zo groot, dat de onnatuurlijke pieken in de Grensmaas snel afvlakken. Dit is te zien in Figuur 2-13 in de tekstbox op de volgende pagina. Op het meest zuidelijke deel van de Grensmaas, direct benedenstrooms van stuw Borgharen, zijn de consequenties van de grote afvoerfluctuaties dus het grootst. Benedenstrooms van de stuw bij Linne zijn de fluctuaties dusdanig gedempt dat de waterstandsfluctuaties in de orde zijn van de fluctuaties door scheepvaart en translatiegolven door het openen en sluiten van de stuwen (10-20 cm). Hierdoor zijn de afvoerfluctuaties voor de waterstandsdynamiek benedenstrooms van de Grensmaas niet meer relevant.

Afvoerpiek op 10 augustus 2019

Tijdens het schrijven van deze watersysteemrapportage is een opmerkelijk hoge afvoerpiek waargenomen. Deze kwam op 10 augustus 2019 bij Eijsden de grens over. In onderstaande grafiek is het verloop van deze piek op de Maas te zien. Naarmate de golf zich stroomafwaarts beweegt, wordt de piek lager en breder. Bij Eijsden neemt de afvoer binnen een uur toe van 30 naar 480 m³/s. Bij Sint Pieter is de piek al bijna 50 m³/s kleiner en duurt het 1,5 uur voordat de piek is bereikt. De stuw bij Borgharen zorgt voor een nog grotere afname van de piek. Benedenstrooms van Borgharen, op de Grensmaas, dempt de piek vrij snel uit, waardoor bij Maaseik nog maar een debietsverschil van ongeveer 50 m³/s over is. Dit komt doordat op de (door uitvoering van de Maaswerken verruimde) Grensmaas het water al bij lagere afvoeren over de weerden kan stromen, waardoor de afvoergolf wordt gedempt en vertraagd. Dit geeft een goede illustratie van het golfdempende vermogen van de Grensmaas. Onderstaande tabel geeft voor de verschillende locaties de stijging van het debiet, duur tot de piek werd bereikt en het waterhoogte verschil.



Figuur 2-13: Verloop van de afvoergolf op 10 augustus 2019 tussen de Belgisch-Nederlandse grens (Eijsden) en Maaseik op de Grensmaas.

Het effect van deze afvoerfluctuatie op de waterstanden op de verschillende locaties is weergegeven in onderstaande tabel. Borgharen ligt direct benedenstrooms van de stuw. Hier is het effect van de afvoergolf op de waterstand het grootst, omdat de waterstand niet wordt beïnvloed door een benedenstroomse stuw en de afvoerpiek nog nauwelijks is gedempt. Bij Sint Pieter is het waterstandsverschil relatief klein, omdat dit punt dicht bovenstrooms van de stuw Borgharen ligt, waar op de waterstand wordt gestuurd. Bij Maaseik is de golf al grotendeels gedempt, waardoor ook het waterstandeffect klein is. Benedenstrooms van de stuw Linne is geen effect van de afvoergolf meer zichtbaar.

Locatie	Verschil afvoer [m ³ /s]	Verschil waterstand [cm]
Eijsden	450	124
Sint Pieter	405	42
Borgharen	265	175
Maaseik	45	34

Omdat deze piek optrad tijdens het schrijven, was het mogelijk om ook de gegevens van de Maas afvoer en waterstanden in België te bestuderen. In België gebeurde het volgende ([Http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/Actuelle/index.html](http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/Actuelle/index.html)). 2019): Op 9 augustus is op één dag in de Ardennen relatief veel neerslag gevallen, na een periode van droogte. Vervolgens is op alle zijtakken een verhoging in het debiet te zien. Echter verklaart de hoogte van de pieken op de zijtakken niet de hoogte van de afvoerpiek zoals die bij Eijsden over de grens kwam. Wanneer gekeken wordt naar het verloop van de waterstanden bij stuwen in België, valt een specifiek punt op. Op het moment dat de piek passeert is eerst een kleine verhoging van de waterstand zichtbaar. Tijdens het passeren van de piek gaat de stuw open. Echter daalt vervolgens de waterstand met meerdere centimeters en op een aantal plekken enkele decimeters onder het niveau van voor het passeren van de piek. Dit wijst erop dat bij een plotselinge stijging van het debiet te veel water door de stuwen gelaten wordt. Door een cascade effect over de 12 stuwen zorgt dit voor het 'oplieren' van de afvoerpiek. Het stuwbeheer in België vergroot dus de niet-natuurlijke afvoerfluctuaties en deze zijn het grootst bij Lixhe. De nieuwe traploze turbines verergeren de onnatuurlijke fluctuaties zichtbaar.

2.3 Hydraulica

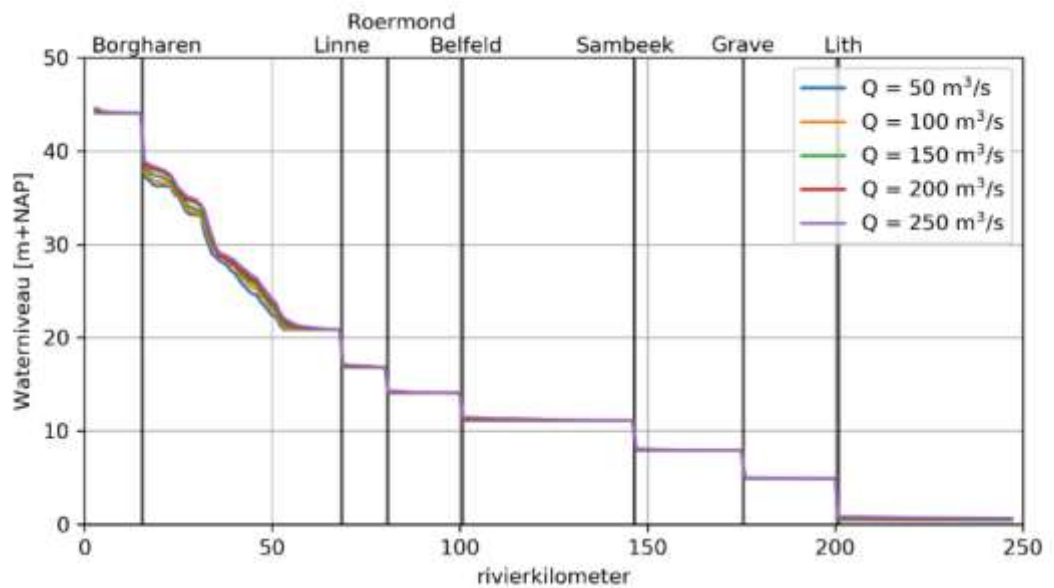
2.3.1 Waterstanden

De Maas is voor het grootste gedeelte van het Nederlandse stroomgebied gestuwd. Alleen de Grensmaas tussen de stuw bij Borgharen en Roosteren en benedenstrooms van de stuw Lith, op de Getijdenmaas, stroomt de Maas vrij af. Op de Grensmaas is de waterstand direct afhankelijk van de afvoer. Op de Getijdenmaas varieert de waterstand over de getijdencyclus met gemiddeld 30 cm. De invloed van getijwerking op de waterstand neemt af naarmate de afvoer toeneemt. In de stuwpannen wordt gestuurd op (veelal constante) waterstanden bovenstrooms van de stuw. Deze paragraaf gaat verder in op de waterstanden en stroomsnelheden die horen bij de statistieken van de hydrologie.

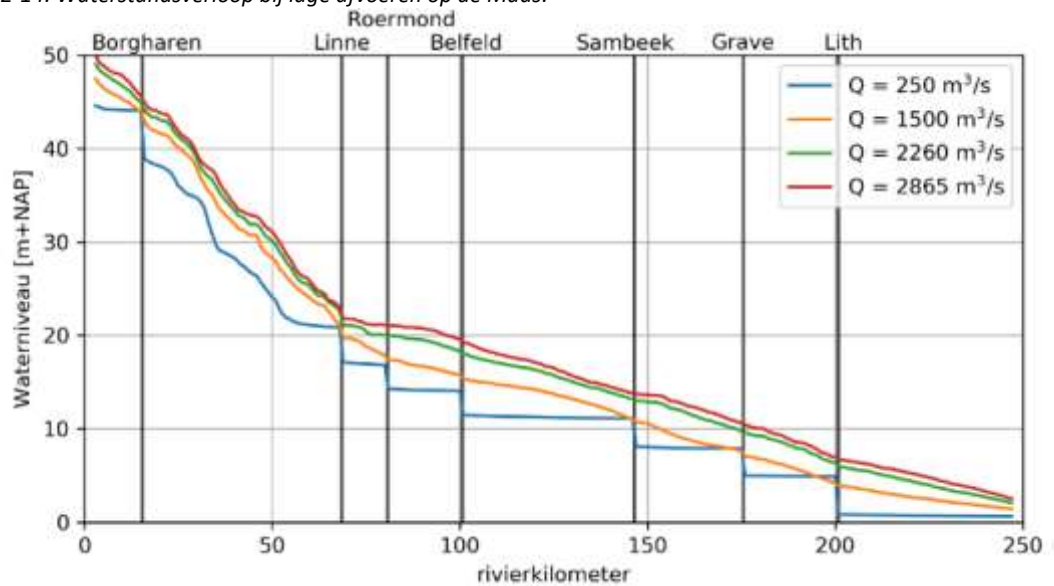
In Figuur 2-14 zijn de waterstanden bij lage, mediane en hoge afvoeren weergegeven zoals berekend met het SOBEK3 model van de Maas (Vieira da Silva & Lokin 2018). Op de Grensmaas is het verschil in waterstand tussen de laagste en de mediane (ca 250 m³/s) afvoer circa 2 m. In die afvoer-range is de Maas verder volledig gestuwd, zie Figuur 2-14. Direct bovenstrooms van stuwen is de peilvariatie tot het moment dat de stuwen worden gestreken nihil. Benedenstrooms van de stuwen nemen de waterstanden in dat gestuwde bereik wel toe met toenemende afvoer. Tot de mediane afvoer is de waterstandsdynamiek nog beperkt tot enkele decimeters. Bij Eijsden is de waterstand bij een mediane afvoer ca 60 cm hoger dan bij een afvoer van 50 m³/s, vanwege het relatief grote bodemverhang nabij Eijsden. Bij Belfeld beneden (station net benedenstrooms van stuw Belfeld) is het waterstandsverschil tussen dezelfde afvoeren ongeveer hetzelfde, omdat het stuwpan Sambeek (waarin Belfeld beneden het meest bovenstroomse punt is) met 46 km lang is. In dit lange stuwpan bouwt de waterstand zich in het bovenstroomse deel makkelijker op dan in een kort stuwpan. De waterstandsdynamiek tussen 50 m³/s en mediane afvoer in de andere, minder steile en minder lange, stuwpannen is met 20 à 30 cm beperkt.

Boven de mediane afvoer tot het strijkdebiet van de stuwen ligt de waterstandsdynamiek boven in de stuwpanden tussen ca 1 meter (in korte en relatief vlakke stuwpand van stuw Belfeld, bovendien wordt stuw Belfeld als een van de eerste stuwen volledig geopend) en ruim 3 meter (stuwpanden van Borgharen, Sambeek en Grave). Deze variaties treden voornamelijk in het winterseizoen op.

De peildynamiek in de stuwpanden is een groot deel van het jaar dus nihil net bovenstrooms van de stuwen. Bovenstrooms in de stuwpanden is de waterstandsdynamiek het grootste en afhankelijk van de afvoer. De dynamiek in de natte wintermaanden, waarin de meeste hoogwatergolven voorkomen, is het grootst. Ook in het begin van het groeiseizoen is onder invloed van kleinere afvoergolven als gevolg van neerslag in het stroomgebied van de Maas nog enige peildynamiek merkbaar. Echter blijven dan de stuwen nog deels gesloten.



Figuur 2-14: Waterstandsverloop bij lage afvoeren op de Maas.



Figuur 2-15: Waterstandsverloop bij mediane en hoge afvoeren op de Maas.

2.3.2 Stroomsnelheden

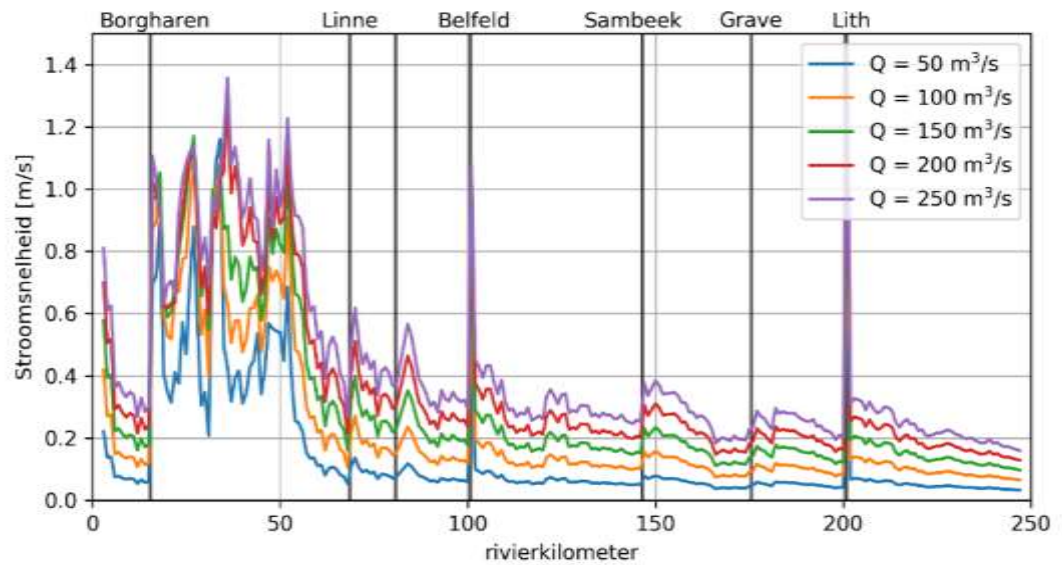
Met behulp van het SOBEK-model zijn ook de gemiddelde stroomsnelheden in de waterkolom berekend voor de verschillende afvoeren. Dicht bij de oever en op de uiterwaarden, als deze meestomen, zullen de stroomsnelheden belangrijk lager zijn.

In Figuur 2-16 zijn de snelheden in de Maas gegeven bij afvoeren tot en met de mediane afvoer. Weer is duidelijk de invloed van de stuwen te zien (de stuwen liggen bij de zwarte verticale lijnen in de figuur; de posities zijn ook aangegeven in Figuur 2-1). Net bovenstrooms van de stuwen is de waterdiepte groot en de stroomsnelheid lager. Meer bovenstrooms in de stuwpannen is de waterdiepte en de invloed van de benedenstroomse stuw op de waterstand kleiner en daarmee de stroomsnelheid groter. De stroomsnelheid neemt (zoals verwacht) toe met toenemende afvoer. De toename in snelheid is daarbij ongeveer evenredig met de toename in afvoer. Het doorstroomprofiel blijft bij veranderende afvoer namelijk ongeveer gelijk in het gestuwde bereik.

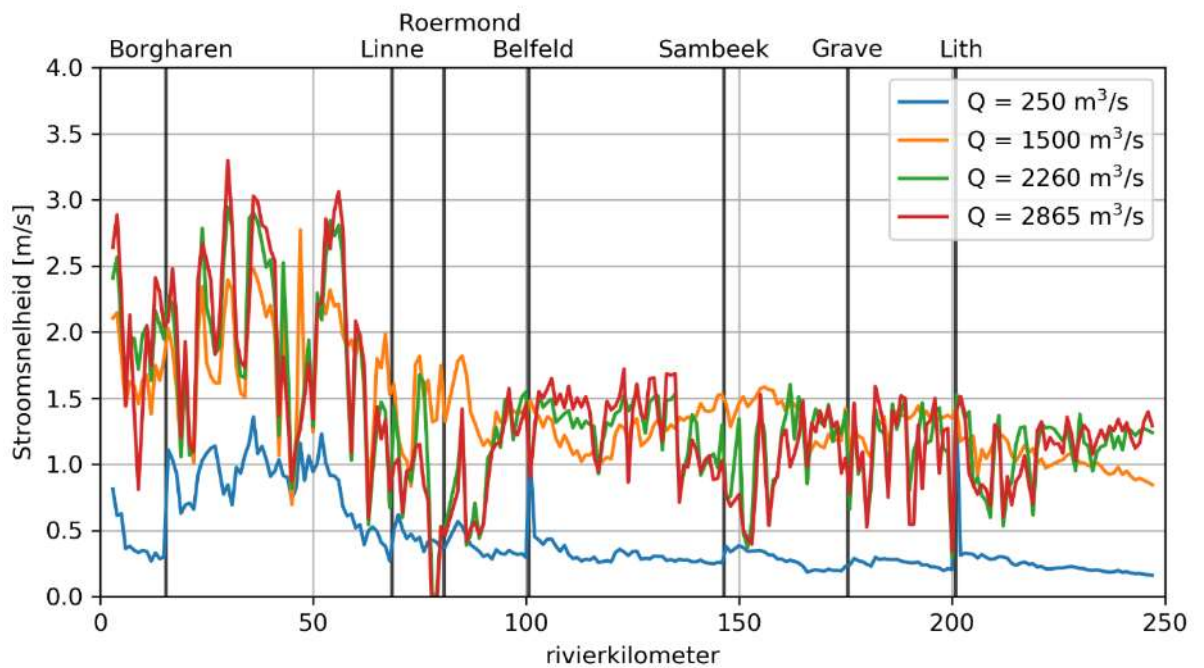
De laagste afvoer waarvoor de berekening is gedaan, is $50 \text{ m}^3/\text{s}$. De stroomsnelheid bij deze afvoer is ongeveer $0,1 \text{ m/s}$. Bij $10 \text{ m}^3/\text{s}$ zal hier ongeveer $1/5^{\text{e}}$ van overblijven, dus $0,02 \text{ m/s}$, omdat het doorstroomprofiel niet zal afnemen. Nabij de oever, waar de waterdieptes laag zijn en de stromingsweerstand hoger, zal het water nagenoeg stil staan. Omdat het water nagenoeg stil staat, blijft dit relatief lang in een stuwpan. Hier vindt dan ook bijna geen verversing van het water plaats. Met name in de tweede helft van het groeiseizoen kan dit zorgen voor afname van de waterkwaliteit.

In de Grensmaas is de stroomsnelheid in het gestuwde bereik aanzienlijk hoger dan in de stuwpannen. Bij $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ligt de gemiddelde stroomsnelheid rond $0,5 \text{ m/s}$. Bij $10 \text{ m}^3/\text{s}$ blijft hier ongeveer de helft van over, $0,25 \text{ m/s}$ gemiddeld. Wel is de stroomsnelheid sterk variabel over de lengte van de Grensmaas. dit komt door variatie in het verhang, bochten en variatie in de stroombreedte.

Bij hoge afvoeren verandert het verloop van de stroomsnelheden. Wanneer de stuwen gestreken zijn, is de stroomsnelheid gerelateerd aan het verhang (Figuur 2-17). Op de Grensmaas liggen de stroomsnelheden rond de 2 m/s met uitschieters tot boven 3 m/s . In de trajecten van de Maasplassen en Zandmaas ligt de gemiddelde stroomsnelheid rond $1,5 \text{ m/s}$. In de Bedijkte Maas neemt de stroomsnelheid geleidelijk af tot 1 m/s in de Getijdenmaas. Bij afvoeren boven de $1.500 \text{ m}^3/\text{s}$ blijven de stroomsnelheden in de hoofdgeul ongeveer gelijk bij toenemende afvoeren. Dergelijke afvoeren komen gemiddeld twee dagen per jaar voor en in dit afvoerbereik is de rivier niet gestuwd (note: stuw Borgharen wordt nog iets later gestreken, namelijk tussen 1.600 en $1.800 \text{ m}^3/\text{s}$). Bij de hogere afvoeren nemen de waterdieptes toe en stroomt meer water via de uiterwaarden, waardoor de stroomsnelheid in de rivier zelf niet verder toeneemt. Hoge stroomsnelheden zorgen wel voor meer sedimenttransport. Wanneer ook voldoende sediment beschikbaar is vanaf bovenstrooms, zal dit niet direct leiden tot algehele bodemerrosie, maar wel tot het verplaatsen van zand en grindplaten in de rivier.



Figuur 2-16: Stroomsnelheden in de Maas bij afvoeren onder de gemiddelde afvoer. In het gestuwde bereik van de Maas verloopt de stroomsnelheid lineair met de afvoer. Stroomsnelheden zijn berekend met een SOBEK model, dit geeft een gemiddelde stroomsnelheid. Een stroomsnelheid van 0,1 m/s is op de schaal van een rivier bijna niet te zien is. De zwarte lijnen geven de locaties van de stuwen weer.



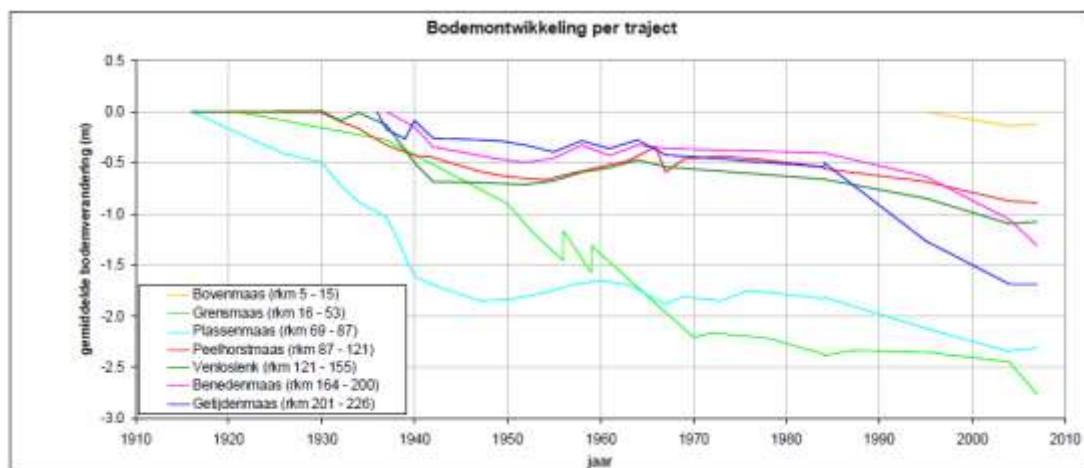
Figuur 2-17: Stroomsnelheden in de Maas bij hoge afvoeren. Bij een 250 m³/s is de Maas nog gestuwd. Bij de overige afvoeren in deze figuur zijn de stuwen gestreken, zie ook Tabel 2-1.

2.4 Morfologie en sediment transport

2.4.1 Morfologie

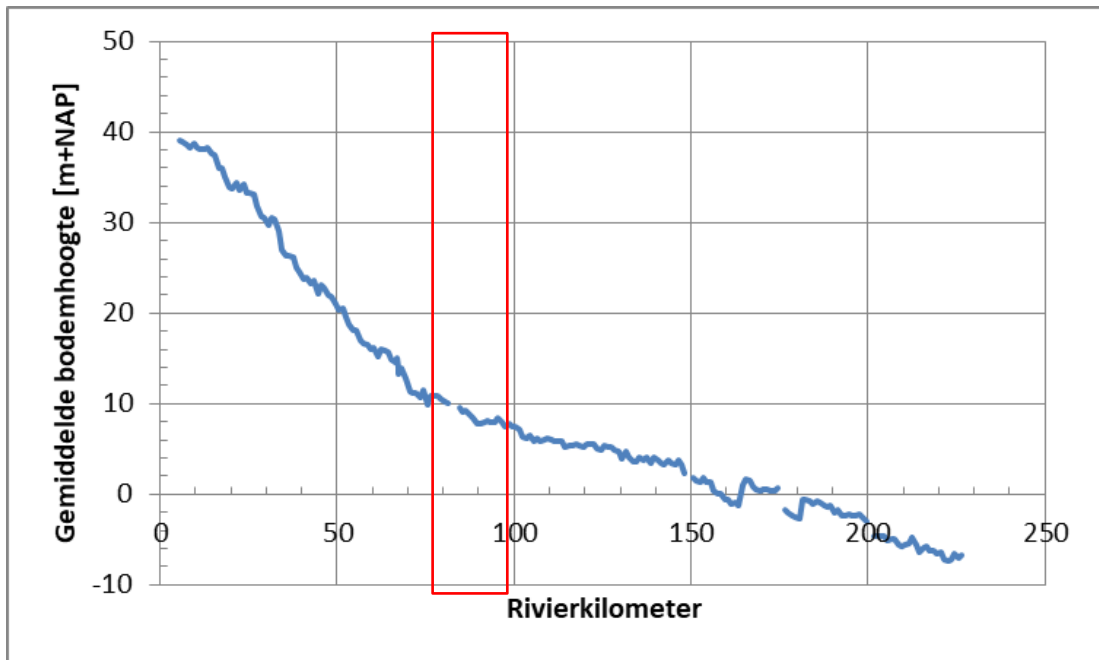
In het Verhaal van de Maas (Asselman, et al. 2017) is informatie over de morfologische ontwikkelingen op de Maas gepresenteerd. Figuur 2-18 toont de ontwikkeling van de gemiddelde bodemhoogte van het zomerbed in de verschillende Maastrajecten. Hieruit blijkt dat het zomerbed de afgelopen eeuw in de hele Maas gedaald is, met 1 meter in de benedenstroomse delen tot 2 meter in de bovenstroomse delen (meander advies 2008).

De bodemdaling wordt deels verklaard door de winning van zand en grind in grote delen van de Maas. Het meest zichtbare gevolg zijn de grote plassen die in de jaren vijftig tussen Maaseik en Roermond (Beessel) door grindwinning zijn ontstaan. Ook in de Grensmaas (jaren veertig en recent) en de Bedijkte Maas (eind vorige eeuw) zijn grote hoeveelheden sediment gewonnen. Op sommige plaatsen is de rivierbodem in de afgelopen honderd jaar met wel 5 meter gedaald. Op de Getijdenmaas benedenstrooms van stuw Lith ging de zandwinning in het zomerbed tot voor kort nog voort. Deze winning is recent gestopt ((RWS) Folkertsma 2019). Op de Beneden Maas wordt regelmatig gebaggerd ten behoeve van de scheepvaart. Dit sediment wordt, anders dan op de Rijntakken, niet elders in de Maas teruggestort.

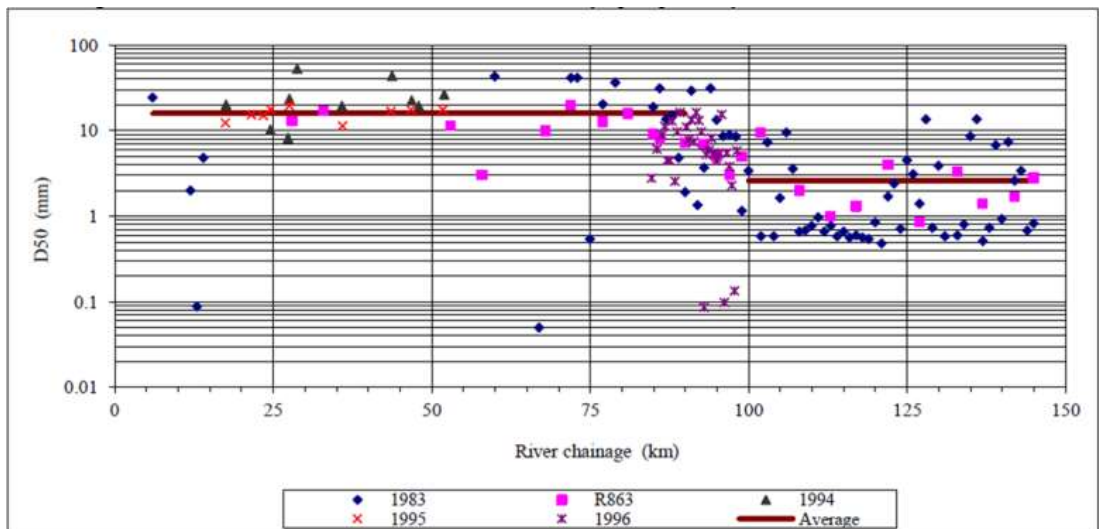


Figuur 2-18: Ontwikkeling gemiddelde bodemhoogte trajecten Maas (meander advies 2008).

In Figuur 2-19 is te zien dat het verhang van de bodem van de Maas een duidelijke knik vertoont rond Roermond (rond rivierkilometer 85). In onderstaande Figuur 2-20 is te zien dat rond dat punt ook een scherpe overgang in het bodemmateriaal van de Maas te zien is. Ten zuiden van Roermond is er sprake van grind. Op de overgang tussen Plassenmaas en Zandmaas (bij Venlo, rivierkilometer 100) is het bodemmateriaal voornamelijk zand met een korreldiameter van bijna een factor 10 kleiner.



Figuur 2-19: Gemiddelde bodemligging Maas in 2007 (meander advies 2008). Het rode vierkant geeft het gebied aan waar de knik in het bodem verhang zit. Hier zit ook de overgangszone voor het sediment. Bovenstrooms is het materiaal grind, benedenstrooms zand. Zie ook Figuur 2-20.



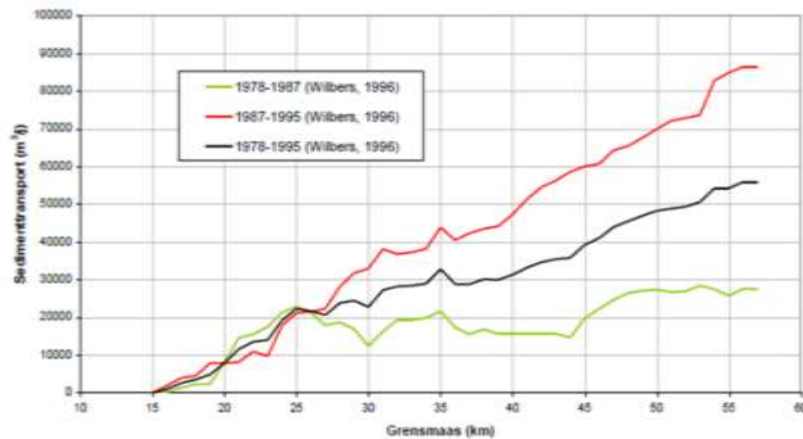
Figuur 2-20: Gemiddelde korreldiameter van het bodemmateriaal van de Maas (Murillo-Muñoz 1998)

2.4.2 Sedimenttransport

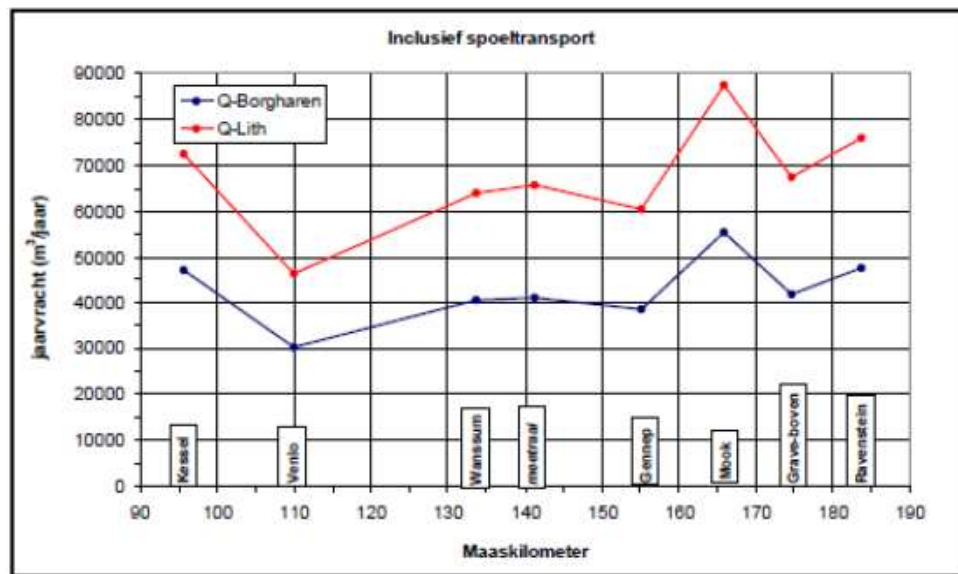
Grind en zand

Ten aanzien van het transport van niet-cohesief materiaal (grind en zand) op de Maas is de verwachting dat er nauwelijks materiaal vanuit België wordt aangevoerd. Op de Grensmaas komt pas bij hogere afvoeren het grovere sediment in beweging en bouwt het sedimenttransport bij toenemende afvoeren op (Verhaal van de Maas (Asselman, et al. 2017)). Dit was al het geval voor uitvoering van de Grensmaasplannen (zie Figuur 2-21); naar verwachting zal dit na uitvoering van de Grensmaasplannen niet veranderen. Dit is echter nog niet bevestigd, bijvoorbeeld door een

sedimentbalans in combinatie met de Zandmaas. Benedenstrooms van de Grensmaas is het doorgaand transport van zandig materiaal vóór uitvoering van de Maaswerken geschat op ca. 40.000 m³/jaar (zie Figuur 2-22). De jaarlijkse transporthoeveelheden na uitvoering van de Maaswerken is niet bekend. Verwachting is dat het doorgaande transport lokaal wordt onderbroken door de grote rivierverruiming. In het Verhaal van de Maas wordt aanbevolen de sedimentbalans voor de Maas na de Maaswerken in beeld te brengen.



Figuur 2-21: Sedimenttransport in de Grensmaas op basis van bodempeilingen (Wilbers 1996).



Figuur 2-22: Sedimenttransport in Zandmaas en Bedijkte Maas vóór uitvoering van de Maaswerken (Schropp, Jesse en Essen 2000).

Zwevend stof

Het aantal metingen van de concentratie zwevend stof is in de tijd significant gestegen. Voor 1994 waren er ongeveer 50 metingen per jaar. In de jaren daarna is het jaarlijkse aantal ruim 400 (zie Figuur 2-23). Alleen voor Borgharen/Eijsden is voor zowel de afvoer (Borgharen) als het zwevend stof (Eijsden) een langjarige reeks aanwezig, echter wel met een verschil in meetmethode. Op de andere locaties is de meetreeks van de afvoeren alleen vanaf 1996 beschikbaar en/of de meetreeks van het zwevend stof een stuk minder compleet (zie Figuur 2-24 en Figuur 2-25).

Voor drie locaties zijn de afvoer en concentratie zwevend stof tegen elkaar uitgezet. Bij Venlo en Megen/Lith zijn geen lange afvoerreeksen beschikbaar en daarnaast is het aantal metingen van de concentratie zwevend stof ook lager dan voor de stations Eijsden/Borgharen. Daarom is hier gekozen om de stations alleen te vergelijken voor de periode waarover gemeten afvoeren beschikbaar zijn.

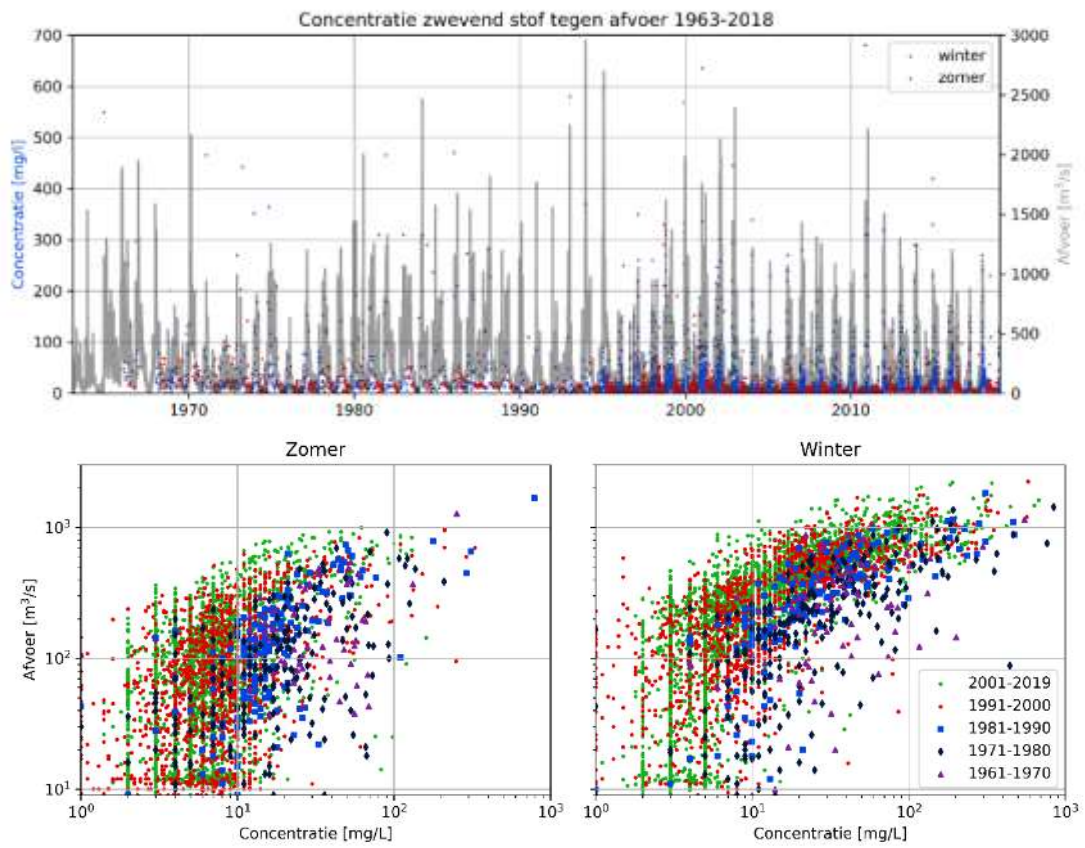
In de grafieken lijkt de concentratie te correleren met de afvoer. Hierbij moet echter rekening worden gehouden met de logaritmische schaal van de grafiek. In de winterafvoer is de concentratie zwevend stof redelijk gecorreleerd aan de afvoer. In de zomer is de relatie minder sterk.

De concentratie zwevend stof wordt bovendien lager naarmate het water verder benedenstrooms komt. De stroomsnelheden zijn lager in de benedenstroomse trajecten. Hierdoor kan meer zwevend stof bezinken en minder materiaal in suspensie worden gebracht en blijven.

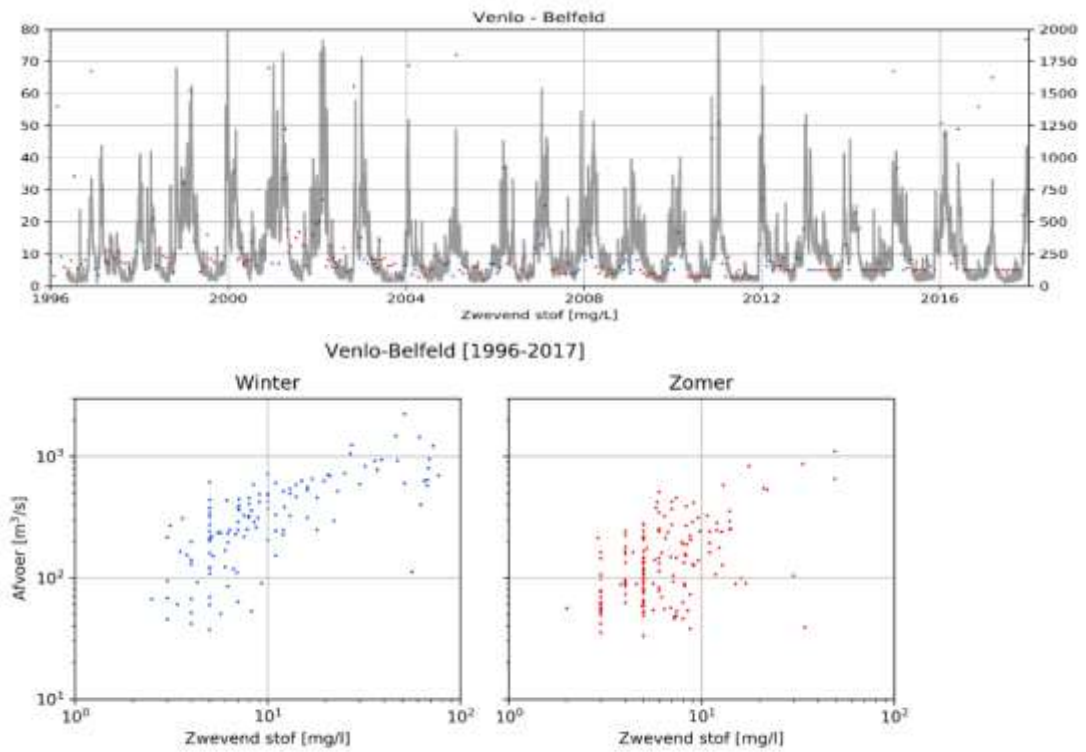
Voor Borgharen/Eijsden is de relatie tussen de afvoer en de concentratie zwevend stof uitgesplitst per decennium. De wolken van voor 1990 liggen voor zowel de zomer als winter verder naar rechts. Bij een zelfde afvoer was de concentratie zwevend stof dus voor 1990 hoger. Verder wordt een relatie tussen afvoer en concentratie zwevend stof pas boven de gemiddelde afvoer, ongeveer $250 \text{ m}^3/\text{s}$, enigszins zichtbaar.

Mogelijke oorzaken voor het verschil tussen de puntenwolken zijn:

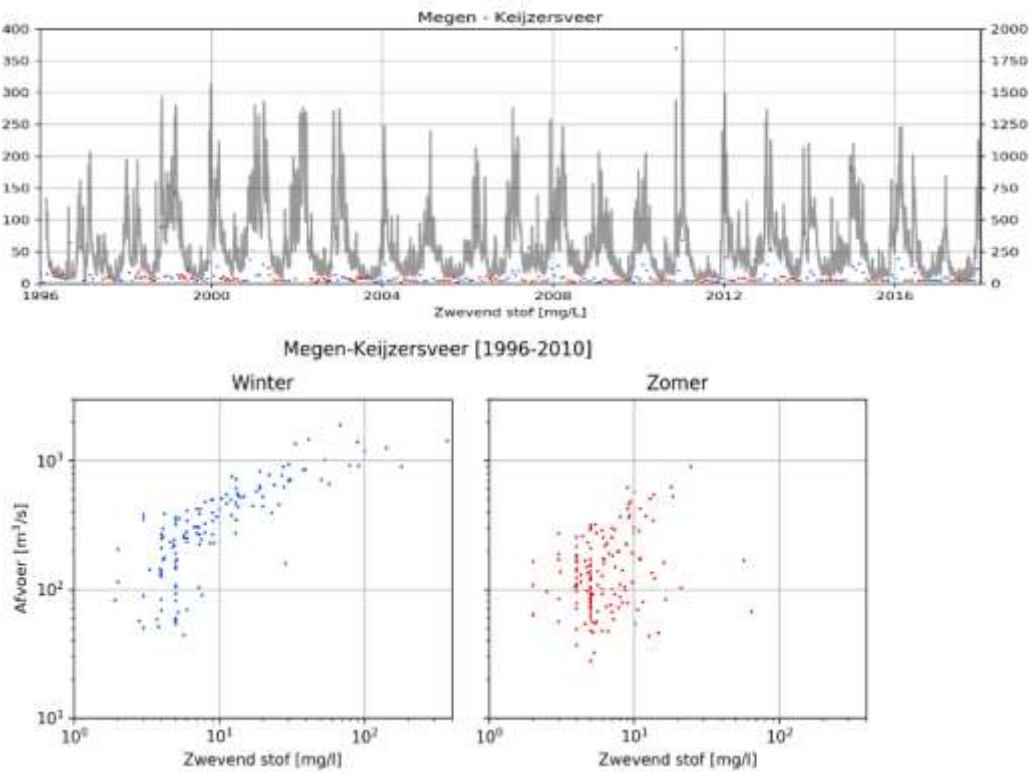
- Afname in beschikbaar materiaal op de rivierbodem;
- Afname lozingen van fijn materiaal (betere zuiveringen, met name bij Luik);
- Veranderd landgebruik in de België (minder afstroming van klei/slib).



Figuur 2-23: Gemeten concentratie zwevend stof bij Eijsden Ponton ten opzichte van het gemeten debiet bij Borgharen.



Figuur 2-24: Gemeten concentratie zwevend stof ten opzichte van het gemeten debiet bij Venlo-Belfeld.



Figuur 2-25: Gemeten concentratie zwevend stof ten opzichte van het gemeten debiet bij Megen-Keizersveer.

3 Fysisch Chemische waterkwaliteit

De fysisch/chemische waterkwaliteit is aanzienlijk verbeterd en heeft in de meeste jaren waarschijnlijk geen dominant negatief effect meer op de aquatische levensgemeenschappen. Een beperkt effect is echter niet uit te sluiten. Zo wordt nog niet aan alle chemische normen voldaan, is de toxische druk licht verhoogd en ook de intrede van nieuwe verontreinigende stoffen zoals medicijnresten en microplastics veroorzaakt mogelijk negatieve effecten. Daarnaast is er het risico van calamiteiten. Gelukkig treden acute effecten van pieken en calamiteiten zelden meer op, maar in voorkomende gevallen kunnen deze nog steeds een sterk effect veroorzaken.

In alle rivierdelen is het gemiddelde zwevend stofgehalte afgenomen en het doorzicht toegenomen. Ook de dalende voedselrijkdom draagt bij aan helderder water doordat de algengroei vermindert.

Door koelwaterlozingen en klimaatverandering is de gemiddelde watertemperatuur in honderd jaar tijd met zo'n 3 graden gestegen. Ook het aantal dagen, dat de watertemperatuur boven de 23 graden stijgt, neemt toe. Het gevoerde lozingenbeleid voor koelwater lijkt deze stijging af te zwakken, maar het vergt een voortzetting van de monitoring om dit daadwerkelijk te bevestigen.

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige situatie en de ontwikkelingen in de fysisch chemische waterkwaliteit aan de hand van enkele belangrijke en kenmerkende stoffen (paragraaf 3.1 t/m 3.3). Per stof wordt in de tekst (en/of figuur) aangegeven of er aan de norm wordt voldaan. In de laatste paragraaf (3.4) wordt besproken in hoeverre de aanwezige milieuverontreinigingen effecten op organismen veroorzaken. Wegens onvoldoende informatie wordt in dit hoofdstuk niet ingegaan op (de effecten van) medicijnresten en microplastics.

De gegevens zijn afkomstig van de locaties, die in het kader van het MWTL-programma al jarenlang routinematig door Rijkswaterstaat worden gemonitord in de Bovenmaas (Eijsden), Grensmaas (Stevensweert), Zandmaas (Belfeld boven) en Bergsche Maas (Keizersveer) (Locaties opgenomen als bijlage 1). In de periode tot 1992 zijn ook andere locaties in de Maas gemonitord, zoals Born, Grave en Hedel. Door het ontbreken van recente gegevens zijn deze echter nu niet beschouwd. Overigens geldt ook dat niet alle parameters in alle jaren op alle locaties zijn gemonitord. Dit levert soms enkele hiaten in de besproken datareeksen op.

3.1 Belangrijke gebeurtenissen waterkwaliteit

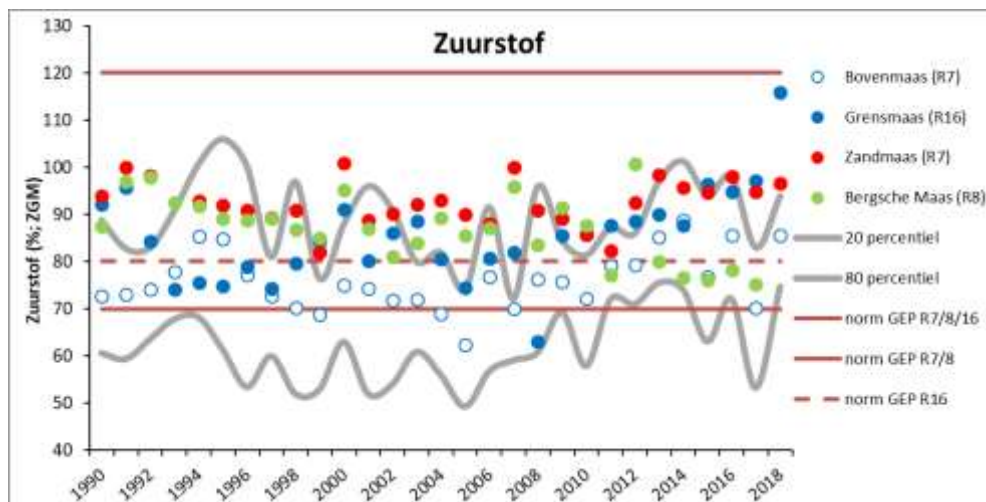
Door de jaren heen hebben verschillende gebeurtenissen op de Maas plaatsgevonden in relatie tot de waterkwaliteit. Deze gebeurtenissen zijn in chronologische volgorde weergegeven in Tabel 3-1. De gebeurtenissen helpen de waarnemingen in waterkwaliteit en ecologie te duiden. Perioden van lage afvoer hebben ook een negatief effect op de waterkwaliteit (temperatuur, zuurstof, concentratie van eutrofiërende en toxische stoffen). Drinkwatermaatschappij Limburg moet gemiddeld 50 x per jaar de drinkwaterinname stoppen vanwege waterkwaliteitsproblemen, zie Figuur 6-9. Deze events zijn hier niet vermeld, m.u.v. die van 2015 omdat deze zeer langdurig was.

Tabel 3-1: Belangrijke gebeurtenissen in relatie tot de waterkwaliteit met potentiële effecten op de Maas. Oranje is negatief effect, groen is positief.

Datum/periode	Gebeurtenis	Rivierkilometer
1988	Calamiteuze lozing cadmium, geen effecten vastgesteld, mogelijk sterfte en drift insecten/vissen	Vanaf Luik
1996	Calamiteuze lozing diazinon (insecticide), grootschalige sterfte insectenlarven (macrofauna)	Vanaf Luik
2001	Calamiteuze lozing diazinon, chloorpyrifos en dimethoat. Geen effect vastgesteld, vermoedelijk sterfte macrofauna	Vanaf Luik
2007	Incident met chloorpyrifos en diazinon (giflozing), grootschalige sterfte vis en vermoedelijke sterfte macrofauna	Vanaf Luik
2008	Ingebruikname grote RWZI Luik	Vanaf Luik
2015	Calamiteuze pyrazool lozing Chemelot, geen vastgestelde effecten	Vanaf Luik
2016	Calamiteuze lozing cadmium	Vanaf Luik

3.2 Algemene waterkwaliteit

Al in de jaren '60-'70 van de vorige eeuw was men zich bewust van de verontreiniging van het oppervlaktewater van de Maas. Zo geeft (Steenvoorden 1970) inzicht in de toenmalige waterkwaliteit op basis van een aantal algemene fysisch/chemische parameters als zuurstof, chloride en nutriënten. Als belangrijkste vervuiliingsbronnen wees hij op de lozingen van huishoudelijk en industrieel afvalwater en de bijdrage van enkele zijbeken als de Jeker, Ur en Geleenbeek. Sindsdien is de waterkwaliteit aanzienlijk verbeterd, mede doordat dit afvalwater steeds beter wordt gezuiverd (Van Gogh en Liefveld 2015). Om de huidige toestand en de effectiviteit van het gevoerde waterkwaliteitsbeleid te kunnen beoordelen, is de analyse gericht op de periode 1990-2018.



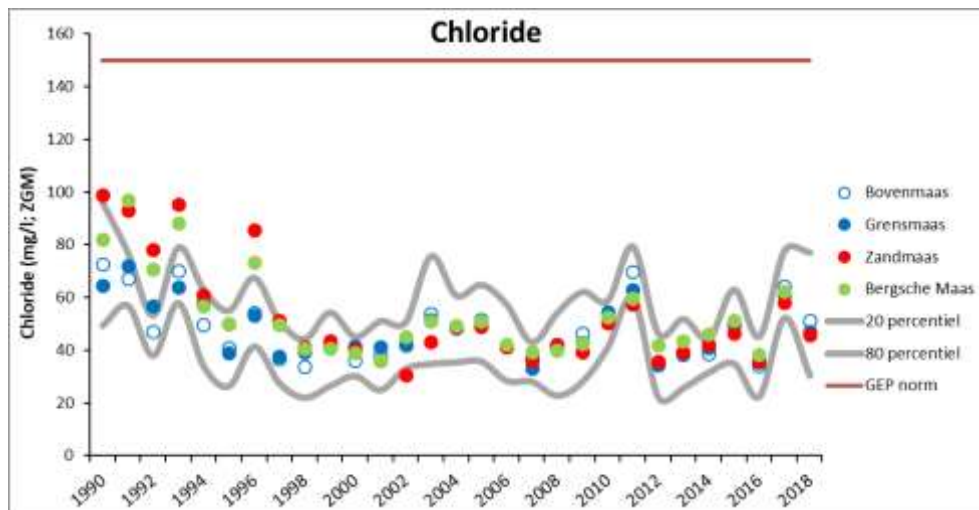
Figuur 3-1: Zuurstofgehalte in de Maas vanaf 1990, weergegeven als het percentage verzadiging (%). Weergegeven zijn de zomergemiddelde waarden voor de vier rivierdelen en de 20 en 80-percentielwaarden voor de meetgegevens van de Bovenmaas (Eijsden)². De oranje lijnen geven de waterkwaliteitsdoelen aan

² Aanvullend op de voor alle locaties opgenomen gemiddelde waarden, geven de 20 en 80-percentielwaarden voor Eijsden een beeld van de temporele variatie binnen het jaar. Deze variatie is van belang bij het beschouwen van verschillen tussen de vier gepresenteerde waterlichamen.

(GEP-waarden). De bovengrens voor zuurstof is voor alle drie watertypen (R7, 8 en 16) gelijk (120%), maar de ondergrens verschilt tussen R16 (80%; gestippeld) en R7, R8 (70%).

Het oppervlaktewater van de Maas voldoet al jaren aan de normen voor de zuurstof- en zoutgehalten. Toch vallen er ook enkele veranderingen op. Tot 2010 was het zuurstofgehalte in de Bovenmaas bijvoorbeeld consequent zo'n 10-20% lager dan in de Zandmaas, Grensmaas en Bergsche Maas (Figuur 3-1). Sinds 2012 liggen de zuurstofgehalten ook in de Bovenmaas geregeld boven de 80%, en valt juist op dat de gehalten in de Bergsche Maas zijn afgenomen.

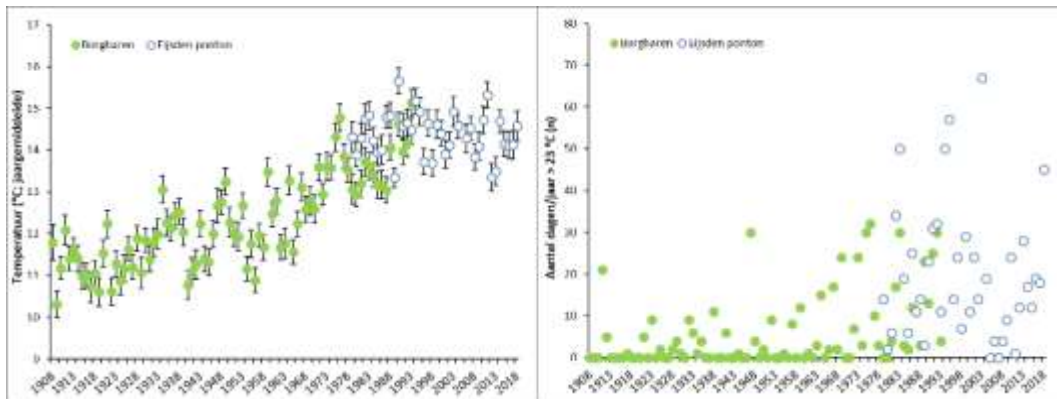
Het zoutgehalte kende in het begin van de jaren '90 relatief hoge waarden oplopend tot 100 mg Cl⁻/l voor de Zandmaas en Bergsche Maas (Figuur 3-2). Aan het einde van de vorige eeuw zijn de zoutgehalten gedaald en sindsdien variëren deze veelal tussen de 40-50 mg Cl⁻/l. Deze waarden liggen ruim onder het GEP van 150 mg Cl⁻/l (voor R8 geldt een GEP van 300 mg/l), maar liggen nog wel hoger dan de jaren '60.



Figuur 3-2: Zoutgehalte in de Maas vanaf 1990, weergegeven als de chloride concentratie (mg/l). Weergegeven zijn de zomergemiddelde waarden voor de vier rivierdelen en de 20 en 80-percentielwaarden voor de meetgegevens van Eijsden. De oranje lijn geeft het waterkwaliteitsdoel aan (GEP-waarde).

De jaargemiddelde temperatuur van het Maaswater bij Eijsden en Borgharen is in de afgelopen 100 jaar 3 graden gestegen en ook het aantal dagen waarop de watertemperatuur boven de 23 °C uitkomt³, ligt momenteel hoger dan in de eerste helft van de vorige eeuw (Figuur 3-3). Het Compendium voor de Leefomgeving concludeert dat ongeveer 2/3 deel van de temperatuurstijging in de grote rivieren is veroorzaakt door de lozing van koelwater en dat de rest grotendeels is toe te schrijven aan de klimaatverandering (www.clo.nl/indicatoren/nl056603-temperatuur-oppevlaktewater 2020). Het ligt in de lijn der verwachting dat het lozingsbeleid voor koelwater zal leiden tot een afzwakking van de stijgende trend. Dat de gemiddelde watertemperatuur in de Maas sinds de jaren tachtig niet verder lijkt te stijgen (Figuur 3-3) (Van Gogh en Liefveld 2015), is wat dat betreft een hoopvol signaal. Dit beeld komt overeen met de Rijn waar de gemiddelde watertemperatuur over de laatste jaren ook niet verder lijkt te stijgen (Reeze, et al. 2017).

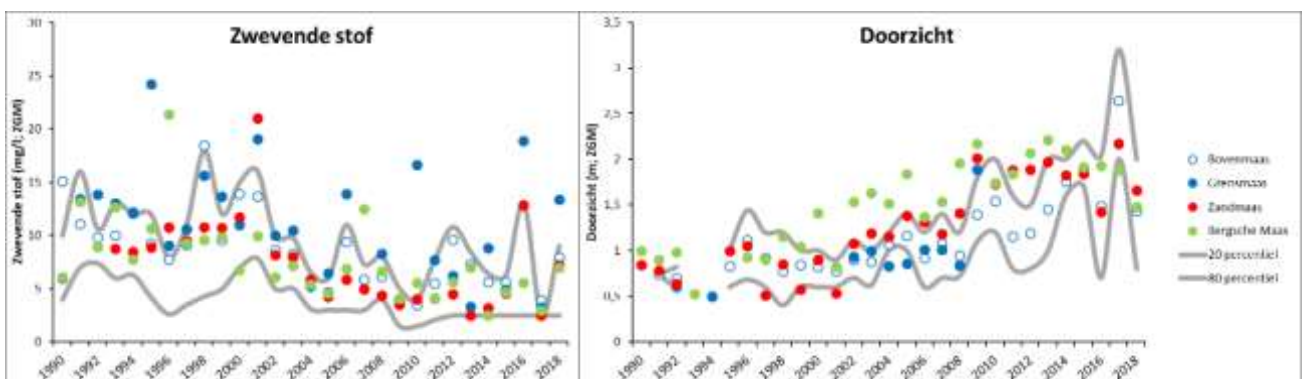
³ Deze waarde is gebruikt als indicatieve grens waarboven ecologische effecten op bijvoorbeeld de visstand steeds waarschijnlijker worden.



Figuur 3-3: Gegevens over de watertemperatuur in de Maas. Het linker figuur illustreert de jaargemiddelde temperatuur sinds 1908 (incl. de standaardfout); de rechter figuur het aantal dagen dat de watertemperatuur boven de 23°C is gekomen.

Het zwevende stof gehalte (de troebelheid van het water) is sinds 1990 in alle vier de rivierdelen met 25-50% afgenomen (Figuur 3.4). Deze afname lijkt vooral te komen doordat er minder piekwaarden in de meetreeksen voorkomen. Zwevende stof gehalten in de Maas vertonen een scheve verdeling, waarbij enkele hoge uitschieters (die overigens niet uitzonderlijk zijn voor een natuurlijke rivier) een relatief sterke invloed op het gemiddelde hebben. Zo valt in Figuur 3-4 op dat de gemiddelde waarde in de Bovenmaas geregeld gelijk is aan de 80-percentiel waarde van dat jaar en soms zelfs groter. In het zomerhalfjaar, de periode die voor de ecologie het meest relevant is, zijn de zwevende stof gehalten wel duidelijk lager dan in het winter halfjaar (Van Gogh en Liefveld 2015).

Deze afnemende troebelheid leidt tot helderder water met een beter doorzicht, waardoor waterplanten meer kans krijgen. In zowel de Bovenmaas, Zandmaas als Bergsche Maas (voor de Grensmaas zijn te weinig gegevens) is het doorzicht sinds 1990 met een meter toegenomen (Figuur 3-4). Wel blijkt het doorzicht in de Bovenmaas over het algemeen iets kleiner te zijn dan in de Zandmaas en Bergsche Maas. Dit komt overeen met het gemiddeld iets hogere zwevende stof gehalte.

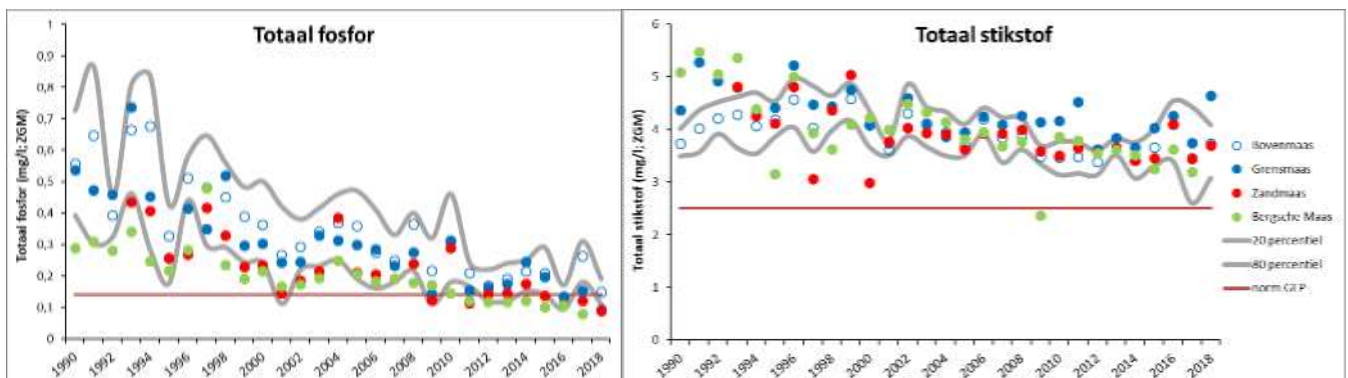


Figuur 3-4: Zwevende stof (troebelheid; mg/l; links) en doorzicht (m; rechts) in de Maas vanaf 1990. Weergegeven zijn de zomergemiddelde waarden voor de vier rivierdelen en de 20- en 80-percentielwaarden voor de meetgegevens van de Bovenmaas (Eijsden).

3.3 Voedingsstoffen (stikstof en fosfor)

Voor de voedingsstoffen stikstof en fosfor zijn sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw flinke verbeteringen opgetreden, mede doordat er steeds meer afvalwater werd gezuiverd. De totaal P concentratie is bijvoorbeeld van 0,7-1,3 mg/l (jaren zeventig; data RWS) gedaald tot waarden rondom de GEP-norm van 0,14 mg/l, terwijl de totaal N concentratie van 5-7 mg/l (data RWS) naar waarden tussen de 3,5 en 4 is afgenomen.

In de Zandmaas en Bergsche Maas wordt ondertussen voldaan aan de norm voor totaal P (Figuur 3-5) en ook de Grensmaas voldeed in 2018 voor het eerst met een zomergemiddelde van 0,09 mg/l (gemiddelde van 2016-2018: 0,13 mg/l). Alleen in de Bovenmaas ligt de totaal P concentratie nog iets te hoog. Deze concentratie ligt echter al vanaf 1990 consequent iets boven de totaal P concentratie in de andere rivierdelen, terwijl de waarden sindsdien een vergelijkbare dalende trend vertonen. De verwachting is daarom dat ook de Bovenmaas in de komende jaren aan de norm voor totaal P zal gaan voldoen. Voor totaal N is nog wel een verdere verbetering nodig, aangezien de GEP-norm van 2,5 mg/l momenteel in geen van de vier rivierdelen wordt gehaald. Aandachtspunt hierbij is dat de lichte verbetering, die vanaf de jaren negentig is opgetreden, over de laatste tien jaar lijkt te stagneren.

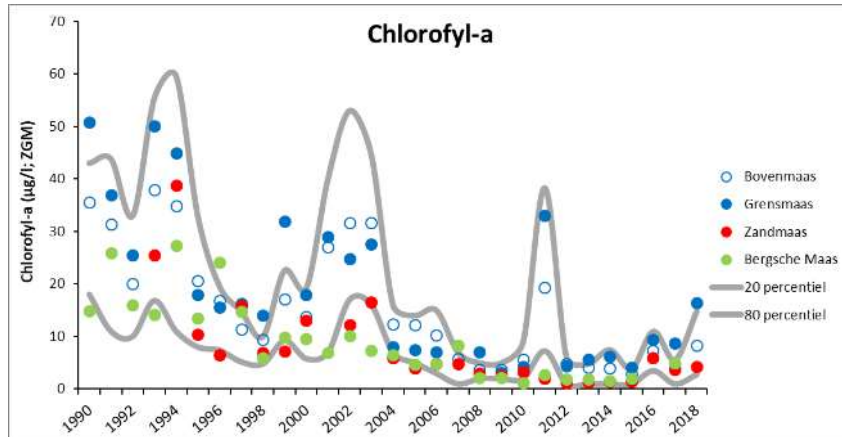


Figuur 3-5: Totaal fosfor (P; links) en totaal stikstof (N; rechts) in de Maas vanaf 1990 (mg/l). Weergegeven zijn de zomergemiddelde waarden voor de vier rivierdelen en de 20 en 80-percentielwaarden voor de meetgegevens van de Bovenmaas (Eijsden). De oranje lijn geeft het waterkwaliteitsdoel aan (GEP-waarde).

Voor een deel is de verbetering van totaal N en P veroorzaakt door het afnemende zwevende stof (Figuur 3-4). Het organisch materiaal in dit zwevende stof bevat namelijk ook stikstof en fosfor. Ook de in water opgeloste concentraties laten echter verbeteringen zien. Zo zijn in alle vier de rivierdelen de concentraties (ortho)fosfaat en ammonium sinds 1990 meer dan gehalveerd. Voor nitraat is de afname kleiner, met zo'n 30% voor de Bergsche Maas en 0-15% voor de andere drie rivierdelen (zie ook (Van Gogh en Liefveld 2015)).

Aangezien de concentraties van deze voedingsstoffen dalen, kan men ook een daling van de algengroei verwachten. Deze daling blijkt inderdaad in alle vier de rivierdelen op te treden, waarbij de zomergemiddelde waarden sinds 1990 met globaal een factor 4 zijn afgenomen (Figuur 3-6). Zo zijn de chlorofyl-concentraties in de Bovenmaas van 20-40 $\mu\text{g/l}$ rond 1990 gedaald tot 2-8 $\mu\text{g/l}$ in de periode 2013-2018. Tegelijkertijd laat Figuur 3-6 ook zien dat er sterke schommelingen in het chlorofylgehalte tussen de jaren op kunnen treden. Dit zal deels komen door schommelingen in de jaarlijkse afvoer, maar ook de maandelijkse fluctuaties in fosfaatgehalten spelen een rol. Zo laat

Bureau Waardenburg (Van Gogh en Liefveld 2015) zien dat de fosfaatgehalten bij Eijsden in 2011 eerder toenemen tot waarden boven het GEP en ook langer hoog blijven (tot in december).



Figuur 3-6: Chlorofyl-concentraties in de Maas vanaf 1990 ($\mu\text{g/l}$). Weergegeven zijn de zomergemiddelde waarden voor de vier rivierdelen en de 20- en 80-percentielwaarden voor de meetgegevens van Eijsden.

3.4 Milieuverontreinigingen

Ondanks de verbeteringen die sinds de jaren '60-'70 van de vorige eeuw zijn opgetreden, voldoet momenteel nog geen enkel waterlichaam van de Maas aan alle binnen de KRW geldende chemische waterkwaliteitsdoelen (Tabel 3-2). Dit geldt voor zowel de prioritairere stoffen, waar Europese normen voor gelden, als voor de specifieke verontreinigende stoffen, waarvoor in Nederland normen zijn opgesteld. In de meeste gevallen worden de resterende normoverschrijdingen veroorzaakt door een aantal metalen (bijv. kwik, nikkel, en koper), ammonium en verschillende organische microverontreinigingen (met name PAKs en in mindere mate HCH en dichloorvos). Om een beeld te krijgen van de huidige toestand en de ontwikkelingen over de laatste jaren is dan ook vooral naar deze normoverschrijdende stoffen gekeken.

Wijze van toetsing

De laatste jaren worden de waterkwaliteitsdoelen van metalen getoetst aan de hand van de opgeloste concentraties. Dalende zwevende stof concentraties, zoals die in paragraaf 3.1 zijn besproken, spelen daarmee geen rol in de toestandsbeoordeling. Dit ligt anders voor de organische microverontreinigingen, aangezien deze stoffen in zogenaamd 'totaal-water' (dus inclusief zwevende stof) worden gemonitord.

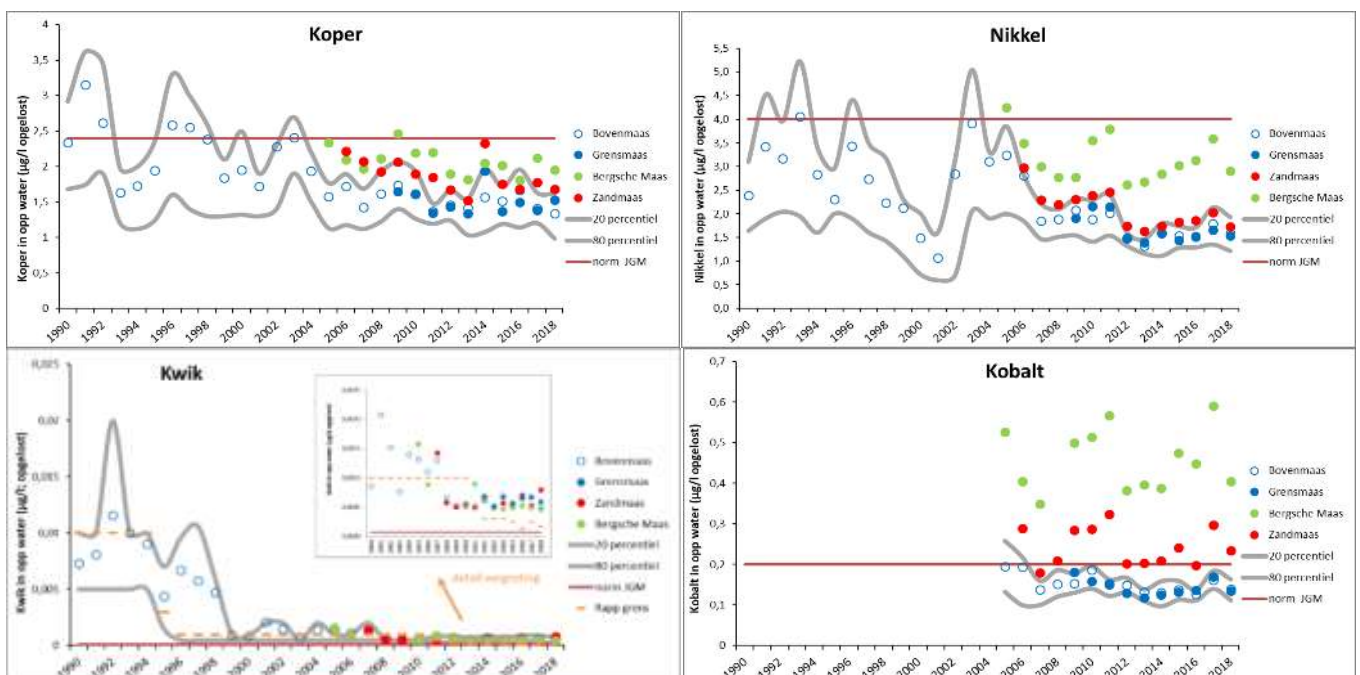
Metalen

Ondanks de verbeteringen in de afgelopen paar decennia, worden er nog steeds in alle waterlichamen normoverschrijdingen van metalen vastgesteld (toetsingen 2018). Dit betreft zowel prioritairere (Hg, Ni) als specifieke verontreinigende stoffen (Co, Cu, Zn, Se, U), waardoor de huidige toestand voor alle waterlichamen als 'voldoet niet' wordt beoordeeld. Voor vier van deze metalen (Cu, Zn, Ni, Hg) zijn er langjarige meetreeksen beschikbaar, waarmee er inzicht in trends ontstaat. Voor de andere metalen beginnen de meetreeksen in 2005 of 2010, waarmee vooral eventuele verschillen tussen de waterlichamen zijn vast te stellen.

Tabel 3-2: Normoverschrijdende stoffen in de vier rivierdelen van de Maas (Toetsingen 2018).

Normoverschrijdende stoffen		Waterlichaam			
		Bovenmaas	Grensmaas	Zandmaas	Bergsche Maas
Prioritaire stoffen					
ubiquitair	BaP				
	BbF				
	BghiPe				
	BKF				
	Hg				
niet ubiquitair	Flu				
	Ni				
	sHCH4				
	dchlvos				
Specifiek verontreinigende stoffen					
	BaA				
	Chryseen				
	Co				
	Cu				
	Zn				
	Se				
	NH4-N				
Fysisch chemisch					
	P-totaal				
	N-totaal				

Zowel koper, zink, nikkel als kwik laten dalende concentraties zien, een trend die ook in eerdere rapporten werd aangetroffen (zie (Van Gogh en Liefveld 2015) voor Cu en Zn). Voor zink voldoet de jaargemiddelde concentratie ondertussen aan de norm (4-8 µg/l t.o.v. een norm van 10,6 µg/l) en worden nog slechts incidenteel overschrijdingen van de norm voor de maximale concentratie vastgesteld (MAC-MKN=15,6 µg/l). Ook voor koper, nikkel en kwik laten de meetreeksen dalende concentraties zien (Figuur 3-7), waarbij de koper en nikkel concentraties het hoogst zijn in de Bergsche Maas. Voor een juiste interpretatie zijn echter wel enkele kanttekeningen te maken.



Figuur 3-7: Opgeloste koper, nikkel, kwik en kobalt concentraties (µg/l) in de Maas vanaf 1990. Weergegeven zijn de jaargemiddelde waarden voor de vier rivierdelen en de 20 en 80-percentielwaarden voor de meetgegevens van de Bovenmaas (Eijsden). De rode lijn geeft het jaargemiddelde generieke waterkwaliteitsdoel aan. De dunne oranje lijntjes bij kwik geven de rapportagegrens van dat jaar aan.

De opgeloste koper en nikkel concentraties liggen momenteel onder de generieke norm (zie de rode lijn in figuur 3-7). Toch werd er in de officiële toetsingen tot en met 2018 af en toe een normoverschrijding vastgesteld. Dit komt omdat er bij de toetsing van deze metalen ook nog rekening werd gehouden met de biobeschikbaarheid, die in de Maas vrij hoog blijkt te zijn. Dit wordt met name veroorzaakt door de relatief lage concentraties aan opgelost organisch materiaal (DOC; 3-4 mg/l) in het water. Met ingang van 2019 is de toetsprocedure echter gewijzigd en wordt deze tweedelijns-toetsing op beschikbaarheid alleen nog uitgevoerd als de metaalconcentraties in de eerstelijnsbeoordeling een normoverschrijding geven (zie Protocol Monitoring en toestandsbeoordeling oppervlaktewaterlichamen KRW; RWS, 2019). Met ingang van 2019 worden daarom geen normoverschrijdingen voor koper of nikkel meer verwacht.

Ook voor kwik laten de jaargemiddelde waarden een duidelijk dalende trend zien. In dit geval wordt de daling echter deels veroorzaakt door verbeterde analytische mogelijkheden met een verlaging van de rapportagegrens als gevolg. Als een kwik-meting onder de detectiegrens ligt, wordt namelijk de helft van deze waarde gehanteerd voor het berekenen van de jaargemiddelde concentratie. Helaas resteren er hierdoor te weinig betrouwbare metingen om een uitspraak te doen over het al dan niet optreden van verbeteringen. Voor kwik is daarom ook naar de gehalten in zwevende stof gekeken (zie hieronder).

Kobalt is sinds 2005 in de monitoring opgenomen. Daarmee is de meetreeks te kort om uitspraken te doen over eventuele trends. Wel valt op dat ook voor kobalt de concentraties in de Zandmaas en vooral Bergsche Maas hoger zijn dan in de Bovenmaas en Grensmaas. De hogere metalenconcentraties in de Bergse Maas en Zandmaas zijn echter geen directe indicatie voor emissies in Nederland. Dit komt omdat ook de biobeschikbaarheid tussen de waterlichamen verschilt, wat invloed heeft op de opgeloste metaalconcentraties. Aangezien verschillende metalen aan opgelost organisch materiaal (DOC) kunnen binden, zal het verschil deels te maken hebben met het feit dat ook de DOC-concentratie in de Bergsche Maas het hoogst is (gemiddeld 4,5 mg/l t.o.v. 3-3,3 mg/l in de andere waterlichamen).

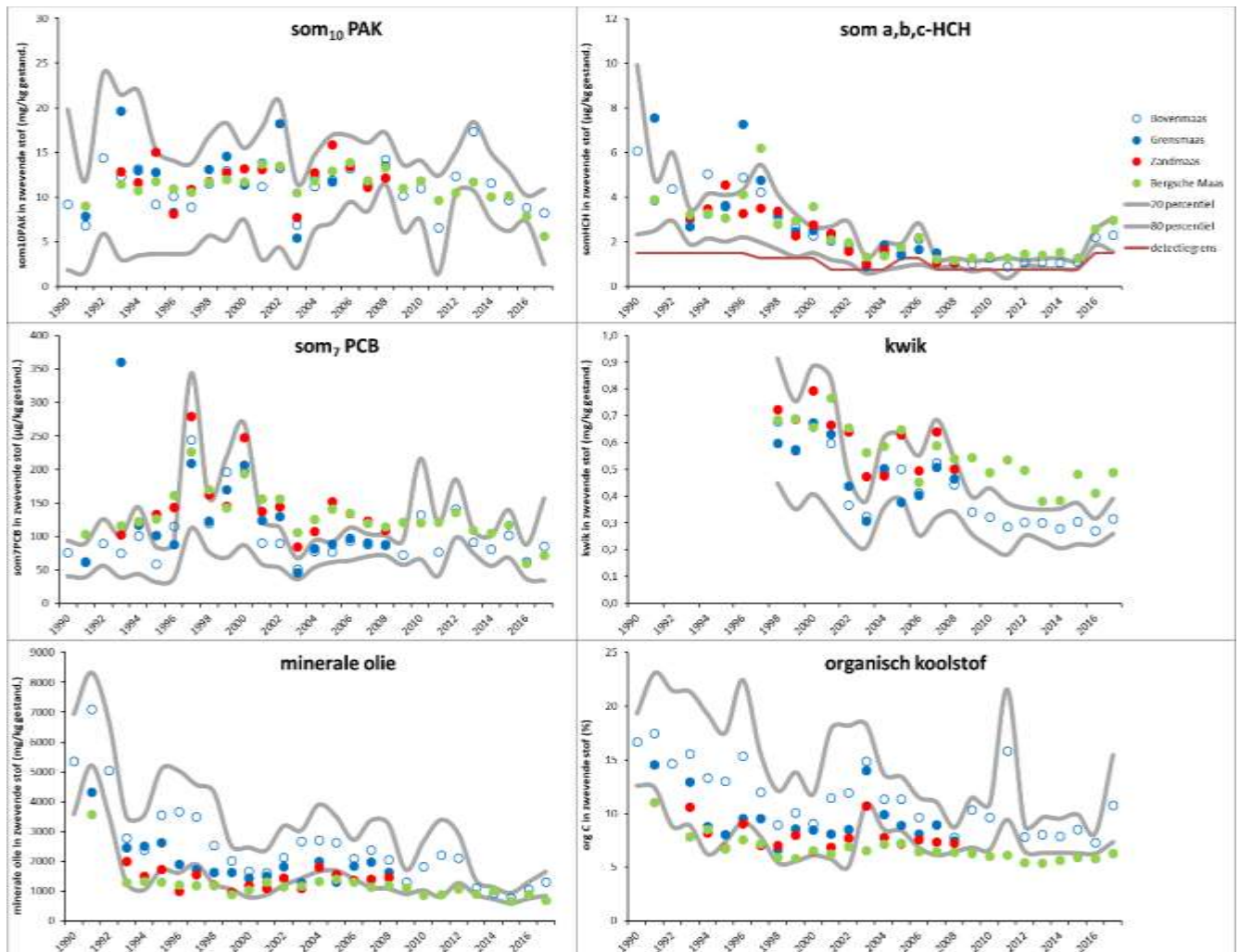
Organische microverontreinigingen

Bij de organische microverontreinigingen worden de problemen met de waterkwaliteit vooral veroorzaakt door PAK's, waarbij stoffen als benzo(a)pyreen, benzo(a)antracene en fluoranthen de normen in alle waterlichamen overschrijden (Tabel 3-2). PAKs zijn Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen, die deels ook kankerverwekkend zijn. De PAK-concentraties in het oppervlaktewater waren aan het einde van de vorige eeuw gemiddeld genomen (iets) hoger dan momenteel. De discussie over detectiegrenzen, zoals hierboven aangehaald voor kwik, speelt echter ook bij veel organische microverontreinigingen een rol. Daarnaast worden de trends voor organische microverontreinigingen sterk beïnvloed door de hoeveelheid zwevende stof. Organische microverontreinigingen binden goed aan zwevende stof en het waterkwaliteitsdoel voor deze stoffen is dan ook op de totale concentratie gebaseerd. Een daling van de hoeveelheid zwevende stof, zoals die in de afgelopen 28 jaar heeft plaatsgevonden (Figuur 3-4), leidt daarmee automatisch tot een dalende trend in de jaargemiddelde concentraties in het oppervlaktewater. Door deze combinatie van dalende detectiegrenzen en dalende zwevende stof concentraties kunnen de dalende concentraties in het oppervlaktewater niet gezien worden als direct bewijs dat ook de milieubelasting van de Maas met deze stoffen daalt.

In Figuur 3-8 zijn daarom de gehalten van enkele kenmerkende organische microverontreinigingen in het zwevende stof gepresenteerd. Deze selectie is gericht op stoffen met een voldoende lange meetreeks (vanaf 1990), die ook analytisch voldoende betrouwbaar zijn vastgesteld. Daarbinnen zijn voorbeelden geselecteerd van normoverschrijdende stoffen in water (vooral PAKs), van stoffen die via bioaccumulatie tot normoverschrijdingen in biota kunnen leiden (zoals kwik en dioxine-

achtige PCBs), van stoffen die een dalende trend laten zien maar ook van stoffen die geen trend laten zien.

Allereerst valt op dat de PAK-gehalten in zwevende stof niet of nauwelijks afnemen. Dit betekent dat de (licht) dalende PAK-concentraties in oppervlaktewater met name zijn veroorzaakt door de dalende gehalten aan zwevende stof en betere analytische mogelijkheden en niet duiden op een daling van de milieubelasting in de Maas als geheel. Dit beeld wijkt af van de Rijn, waar de PAK-gehalten in zwevende stof wel een dalende trend vertonen (Reeze et al, 2017).



Figuur 3-8: Gestandaardiseerde gehalten van meerdere organische microverontreinigingen en kwik in het zwevende stof in de Maas vanaf 1990 (mg/kg of µg/kg). Weergegeven zijn de jaargemiddelde waarden voor de vier rivierdelen en de 20 en 80-percentielwaarden voor de meetgegevens van de Bovenmaas (Eijsden). De metingen zijn gestandaardiseerd op 10% organisch stof. Voor kwik is de standaardisatie op zowel organisch stof als lutum gebaseerd, deze data zijn vanaf 1998 in een uniforme reeks beschikbaar. De gestandaardiseerde kwikgehalten zijn vanaf 1998 opgenomen. In de jaren hiervoor werd kwik ook in zwevende stof geanalyseerd maar was het, voor standaardisatie tevens benodigde, lutumgehalte op een andere methode gebaseerd. Hierdoor ontstond een trendbreuk, die tot onduidelijke conclusies over optredende trends leidde.

Ook de PCB-gehalten in zwevende stof vertonen geen dalende trend, waarbij opvalt dat deze gehalten in de Bovenmaas meestal iets lager liggen dan in de Zandmaas en Bergsche Maas.

Voor andere stoffen treden er wel verbeteringen op, zoals voor kwik, minerale olie en HCH's. De groep HCH's is vooral bekend door het insecticide lindaan, dat door chemici gamma-HCH wordt genoemd. Het gebruik van dit middel is de afgelopen decennia aan banden gelegd en is ondertussen verboden. Het is echter een vrij persistente stof die ondanks dit verbod nog lang in het milieu aanwezig zal blijven. De stijging van de HCH-gehalten in de jaren 2016-2017 is een artefact veroorzaakt door een hogere detectiegrens in deze laatste twee jaar.

Ook de kwik- en minerale oliegehalten dalen in alle vier de rivierdelen. Wel is het opvallend dat de kwikgehalten in de Bovenmaas duidelijk lager zijn dan in de Bergsche Maas, terwijl dat voor het minerale oliegehalte juist andersom is. Dit komt deels door verschillen in het organisch stofgehalte van het zwevende stof. Deze zijn in de Bovenmaas groter dan in de Bergsche Maas, waardoor de gestandaardiseerde gehalten in de Bovenmaas gemiddeld genomen juist iets lager zijn (zoals voor kwik)⁴. Dit maakt de hogere minerale olie gehalten in de Bovenmaas des te opmerkelijker, waarbij moet worden opgemerkt dat de verschillen in de loop der jaren wel duidelijk afnemen.

3.5 Toxiciteit voor waterorganismen

Er zijn meerdere manieren om inzicht te krijgen in de mate waarin de aanwezige milieuverontreinigingen ook daadwerkelijk effecten op organismen veroorzaken. Zo wordt er op het meetstation Eijsden al jaren gebruik gemaakt van een zogenaamd Aqualarm: organismen zoals watervlooien worden aan het oppervlaktewater blootgesteld en er wordt gekeken of de dieren afwijkend gedrag vertonen of zelfs dood gaan. In hun rapport over "Calamiteiten op de Maas" hebben Liefveld & de la Haye (Liefveld & La Haye 2010) een overzicht gegeven van de aqua-alarm meldingen in 2007. Op twee momenten was er een alarm in de biologische bewakingssystemen met de watervlo en beide waren te koppelen aan een piekconcentratie chloorpyrifos. De eerst melding betrof 20 april, maar de belangrijkste calamiteit betrof de chloorpyrifos lozing door Chimac-Agrhar op 31 juli, waarbij ook vele honderden vissen in de Maas stierven. Naast deze twee alarmmeldingen vanuit de biologische bewakingssystemen zijn er ook 14 meldingen geweest vanuit de chemische monitoring. In vier daarvan betrof het onverwacht hoge concentraties aan gewasbeschermingsmiddelen (2x), cafeïne en fluoride, maar in de andere negen kon de specifieke stof niet achterhaald worden. Voor het merendeel van de calamiteiten zijn de gevolgen voor de aquatische levensgemeenschappen daarmee onbekend.

Ook met de resultaten van de chemische monitoring kan men inzicht krijgen in mogelijk toxische effecten. Routinematig worden er, met name in Eijsden, vele tientallen stoffen gemonitord en deze kunnen allemaal bijdragen aan effecten op de organismen in het water. Om hier een indruk van te krijgen, is een inschatting van de toxische druk gemaakt. De hiervoor gebruikte methode is door de STOWA ontwikkeld als onderdeel van het systeem van Ecologische Sleutelfactoren en gebaseerd op het gezamenlijk effect van alle gemeten stoffen (msPAF⁵; Stowa, 2016a). Op basis van een uitgebreide validatiestudie (STOWA, 2016b) zijn voorlopige grenswaarden afgeleid van 0,5 en 10%. Boven de grenswaarde van 0,5% worden de eerste effecten merkbaar; deze grenswaarde komt op ordegruotte overeen met het beschermingsniveau dat de normstelling nastreeft (de zogenaamde

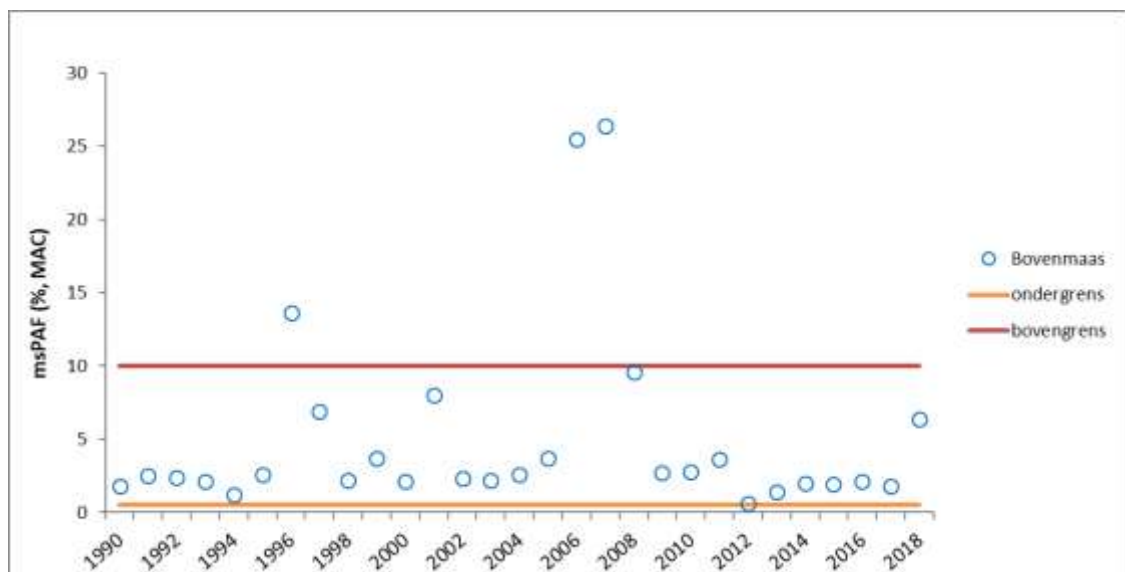
⁴ De hoeveelheid milieuverontreinigingen in de vaste fase (geldt voor sediment maar ook voor zwevende stof) hangt ook af van de hoeveelheid organisch materiaal. Standardisatie leidt daardoor tot een betere onderlinge vergelijking.

⁵ msPAF is de eenheid waarmee men de toxische druk weergeeft. Het is een waarde tussen de 0 en 100%. msPAF staat hierbij voor 'meerdere stoffen Potentieel Aangestaste Fractie'. Het gaat hierbij om het percentage van de aanwezige soorten, waarbij de groei, overleving of reproductie met meer dan 50% afneemt tijdens een kortdurende blootstelling aan het watermonster.

JG-MKN norm). Een msPAF-waarde van 10% kwam in deze validatiestudie overeen met een verlies van ca. 10% aan macrofaunasoorten⁶.

De toxische druk berekeningen zijn uitgevoerd met de monitoringsgegevens van Eijsden, omdat het analysepakket en de meetfrequentie hier veel omvangrijker is dan op andere monitoringslocaties langs de Maas. De toxische druk is op jaarbasis berekend, houdt rekening met de biologische beschikbaarheid en is gebaseerd op de maximale concentraties van alle stoffen die in het betreffende jaar bij het meetstation Eijsden zijn aangetroffen⁷ (zie Figuur 3-9). Uit de berekeningen blijkt dat de toxische druk de indicatieve drempelwaarde van 0,5% geregeld overschrijdt. In de meeste gevallen ligt de toxische druk rond de 1 a 3%.

De gebruikte methode geeft niet alleen een waarde voor de toxische druk maar geeft ook de belangrijkste stoffen, die aan deze toxische druk hebben bijgedragen. Dit zijn een aantal gewasbeschermingsmiddelen (desethylatrazine, ethylchloorpyrifos en cypermethrin), metalen (cadmium, zink), PAK's (met name dibenzo[ah]antraceen) en ammonium. Voor een deel komt dit overeen met de verwachting. Zo worden PAK's en ammonium in normoverschrijdende concentraties aangetroffen. Desethylatrazine is echter minder snel in beeld, mede omdat er geen geactualiseerde norm beschikbaar is en de monitoringsresultaten daarom ook niet worden getoetst.



Figuur 3-9: Toxische druk (msPAF-waarde; %) in de Maas bij Eijsden vanaf 1990. Weergegeven is de toxische druk op basis van de maximaal aangetroffen concentraties conform de methode zoals die is beschreven in STOWA (2016a; 2016b).

Daarnaast worden er af en toe piekconcentraties vastgesteld, die tot een toxische druk >10% leiden. In 1996 betrof dit zink (425 µg/l op 20 augustus), in 2006 een PAK (dibenzo[ah]antraceen; 0,43 µg/l op 19 december) en in 2007 was er in april een incident met chloorpyrifos en diazinon, die ook tot flinke vissterfte leidde.

⁶ De validatiestudie is uitgevoerd met macrofauna. Dit wil niet zeggen dat een verhoogde msPAF-waarde niet ook gevolgen voor andere soortgroepen heeft, maar alleen dat dit niet in de validatie is meegenomen.

⁷ Ook de voorlopige grenswaarden van 0,5 en 10% (Stowa, 2016b) zijn gebaseerd op berekeningen met de maximale concentraties van iedere stof per jaar. De reden is dat ecologische effecten van verschillende piekconcentraties elkaar in de tijd versterken. Dit heeft te maken met de tijd die het een levensgemeenschap kost om te herstellen na een piekconcentraties van een toxische stof.

Dit laatste incident is uitvoerig beschreven door Bureau Waardenburg & Grontmij (Liefveld & La Haye 2010), maar de bijbehorende meetgegevens waren niet in de routinematige chemische gegevens voorhanden. De toxische druk van 2007 is daarom berekend door de maximale concentraties, zoals die op 20-4-2007 zijn vastgesteld handmatig in te voeren. Dit betekent tegelijkertijd dat mogelijke andere incidenten ook niet in *Figuur 3.9* naar voren komen, omdat de meetgegevens van deze incidenten ontbreken in de routinematig verzamelde MWTL-gegevens.

Samenvattend betekent dit dat het gezamenlijke effect van alle milieuverontreinigingen meestal geen sterk dominant effect op de aquatische levensgemeenschap zal hebben. Er is wel sprake van een licht verhoogde druk die bij een chronische blootstelling enige effecten zal veroorzaken. Daarnaast is er het risico van calamiteiten. Gelukkig treden acute effecten van pieken en calamiteiten zelden meer op, maar deze kunnen in voorkomende gevallen nog steeds een sterk effect veroorzaken.

Ten slotte moet men zich realiseren dat zowel het Aqualarm als de toxische druk berekeningen ook hun beperkingen kennen. Het Aqualarm reageert alleen op kortdurende piekbelastingen en de waarde van de toxische druk berekening (die wel inzicht geeft in chronische effecten) wordt beperkt doordat lang niet alle stoffen worden gemonitord. Van de stoffen die wel worden gemonitord is het beeld over de ecologische effecten vaak nog onvolledig. Dit laatste geldt bijvoorbeeld voor veel van de zogenaamde 'nieuwe' stoffen zoals medicijnresten, microplastics en nanomaterialen, maar ook voor stoffen die recent veel in het nieuws zijn geweest als PFAS/PFOS, GenX en pyrazolFysisch chemische waterkwaliteit.

4 Biologie

4.1 Waterflora

De ecologische toestand voor macrofyten en fytobenthos ('overige waterflora') in de Maas is goed in alle waterlichamen, met uitzondering van de Bedijkte Maas (matig). Positief is de (lichte) toename in de hoeveelheid waterplanten in de rivieren en de ecologische kwaliteit ervan. Voor een structureel hogere score moet vooral het aantal soorten toenemen.

De schommelingen in EKR-score zijn voornamelijk te verklaren door de schommelingen in de totale bedekking waterplanten. In de Grensmaas varieert deze score het sterkst door de wisselende hydrologische omstandigheden.

De term 'overige waterflora' omvat binnen de KRW-systematiek water- en oeverplanten (macrofyten) en op substraat aangehechte kiezelwieren (fytobenthos). Dit hoofdstuk gaat in op de KRW-scores (ecologische kwaliteitsratio, EKR) voor de verschillende onderdelen van de waterflora en de achterliggende ontwikkelingen per waterlichaam. Er is speciale aandacht voor de soorten die een Natura 2000 doelstelling hebben. De resultaten van onderzoek naar de effecten van maatregelen op waterplanten zijn terug te vinden in hoofdstuk 5 en 7. Belangrijkste basis voor de analyses vormen de MWTL-data voor water- en oeverplanten, de jaarrapportages en de digitale basisrapportage.

4.1.1 Monitoring water- en oeverplanten

Het aantal meetlocaties van water- en oeverplanten van het MWTL-meetnet varieert per waterlichaam (Figuur 1.1 en tabel 4.1). In de Zandmaas wordt het meest gemeten. Dit is ook het langste Maastraject. Bovendien liggen hier aanvullende meetpunten voor de natuurvriendelijke oevers. In de Bergsche Maas werden tot 2018 geen water- en oeverplanten opgenomen (tabel 1.2). In 2018 is dit waterlichaam voor het eerst gemonitord op acht locaties. Deze data kunnen helaas nog niet meegenomen worden in de huidige rapportage, omdat ze nog niet gevalideerd zijn.

Het MWTL-meetnet voor water- en oeverplanten bestaat sinds 1996. Sinds 2007 bestaat het in de huidige vorm, gericht op de KRW-systematiek en wordt het in principe (sinds 2011) om de drie jaar uitgevoerd.

Tabel 4-1: Aantal meetpunten 'Overige flora' (2018). *De Bergsche Maas is in 2018 voor het eerst bemonsterd en nog niet in de huidige analyses meegenomen.

Waterlichaam	Aantal meetpunten
Bovenmaas	6
Grensmaas	24
Zandmaas	32
Bedijkte Maas	17
Beneden Maas	24
Bergsche Maas*	8

Tabel 4-2: Meetjaren per waterlichaam 'Overige flora'.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Bovenmaas												X	X	X	X	X	X			X		X
Grensmaas	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X
Zandmaas	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X		X
Bedijkte maas	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X		X				X		X
Benedenmaas		X	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X		X				X		X

Bemonstering water- en oeverplanten

Water- en oeverplanten worden met Permanente Quadraten (PQ's) gemonitord op verschillende locaties in de hoofdstroom en een representatieve vertegenwoordiging van nevenwateren. De standaard opnameprocedure bestaat momenteel uit de bemonstering van een traject van 100 meter langs de oever, waarvan de soortensamenstelling en bedekking van de ondiepe zone wordt geschat (o.a. Naber, 2016). De opname wordt uitgevoerd vanaf de waterlijn tot aan de rand van de (vaar)geul, of tot een maximale afstand van 100 m vanaf de waterlijn; het oever-PQ loopt vanaf de waterlijn de oever op tot aan de hoogwaterlijn, of een maximale afstand van 20 m.

Er zijn in de loop der tijd belangrijke wijzigingen in het bemonsteringsprotocol geweest. Van 1996 tot en met 2004 is de MWTL-bemonstering uitgevoerd door van de totale bedekking en soorten de bedekkingsklasse te bepalen (schaal met 7 bedekkingsklassen). PQ's bestonden uit een traject van ca. 100 m, waarin de ondiepe oever (incl. helofytenrand) werd bemonsterd.

In 2005 is het meetnet omgevormd voor KRW-monitoring van de waterlichamen. Toen zijn veel oude locaties vervallen en nieuwe gekozen, waaronder enkele aangetakte geulen (tot dan toe werd alleen de hoofdgeul bemonsterd). De totale bedekkingen van de vegetatie en van de groeivormen submers, emers, drijvend, kroos, flab en draadwieren, en de bedekkingen van de soorten worden sindsdien bepaald, in 16 klassen. Vanaf 2015 worden de locaties bovendien opgedeeld in een aparte water- en een oever-PQ. Voor R8 watertypen werkt ook het effect op het aantal oeversoorten door in de EKR-score. Voor R8-wateren is aanvullend ook nog een apart biezenmeetnet waarbij het biezenareaal gekarteerd en gekwantificeerd wordt. Hierbij wordt een areaalinschatting gemaakt voor het hele waterlichaam op basis van veldbezoek in combinatie met satellietbeelden. De score voor het biezenareaal telt voor 1/6 mee in de EKR-score voor R8-wateren.

De wijzigingen hebben beperkt invloed op de EKR-scores, omdat de effecten op de geschatte bedekkingspercentages zowel positief als negatief uit kunnen werken en de maatlat bovendien een nivellerende klasse-indeling hanteert (3 klassen). Wel kunnen meer metingen in zijwateren tot gemiddeld hogere bedekkingen leiden.

In de loop der jaren zijn de opnames door verschillende personen uitgevoerd, waardoor inconsistenties in de data kunnen voorkomen. Vooral de schattingen van de bedekkingen zijn hier gevoelig voor.

Bemonstering fyto benthos

Fyto benthos wordt in de meeste waterlichamen op één locatie gemeten (in de Bergsche Maas wordt niet gemeten en in de Beneden Maas op twee locaties). Het zijn dezelfde meetpunten als voor het chemisch meetnet. In de Bergsche Maas is geen meetpunt. Voor de KRW-beoordeling 'leent' dit waterlichaam de score van de Beneden Maas. Bij de fyto benthos monitoring worden aangehechte kiezelwieren op rietstengels of kunstmatig substraat op naam gebracht en geteld. De beoordeling ervan vormt 1/3 van het oordeel voor het kwaliteitselement (overige) waterflora volgens de KRW. Fyto benthos is vooral een goede maat voor de trofische toestand van het water en reageert snel op veranderingen.

Maatlatten

De maatlatten voor water- en oeverplanten voor R7, R8 en R16 watertypen zijn opgebouwd uit een deelmaatlat voor abundantie en een deelmaatlat voor de soortensamenstelling. Samen met de deelmaatlat voor fyto bentos bepalen deze deelmaatlatten de EKR-score voor het kwaliteitselement 'overige waterflora'. De abundantie wordt uitgedrukt als percentage van het begroeibaar areaal (= ondiepe en matig diepe ecotopen, < 3 m waterdiepte) voor drijvende en submerse (ondergedoken) waterplanten en oevervegetatie (biezenareaal in R8). De omrekening naar een score is ingewikkeld en houdt rekening met de kenmerkendheid van soorten voor het watertype en de bedekking waarin ze voorkomen. Bepaalde ongewenste soorten leveren afhankelijk van hun bedekking negatieve scores op (zie verder (Van der Molen, et al. 2018)). Voor R8 wateren vormt het areaal aan biezenvegetatie een belangrijke onderdeel van de deelmaatlat abundantie en voor R16 wordt bij de deelmaatlat abundantie ook de bedekking draadwieren en flab beoordeeld (hoge bedekking is negatief) (Van der Molen, et al. 2018).

De ecologische toestand (tabel 4-3) wordt gemiddeld over de laatste drie meetjaren, zodat jaarlijkse fluctuaties minder invloed hebben. In sommige waterlichamen wordt (of werd) nog niet gemeten. In die gevallen worden monitoringsdata overgenomen van het meest gelijkende (meestal aanliggende) waterlichaam. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de flora in de Bergsche Maas. Dit waterlichaam is pas in 2018 voor het eerst bemonsterd. De EKR-scores voor de Bergsche Maas zijn in eerdere jaren gebaseerd op de monitoringsdata van de Beneden Maas. De Bergsche Maas is daarom nog niet in de huidige trendanalyses meegenomen.

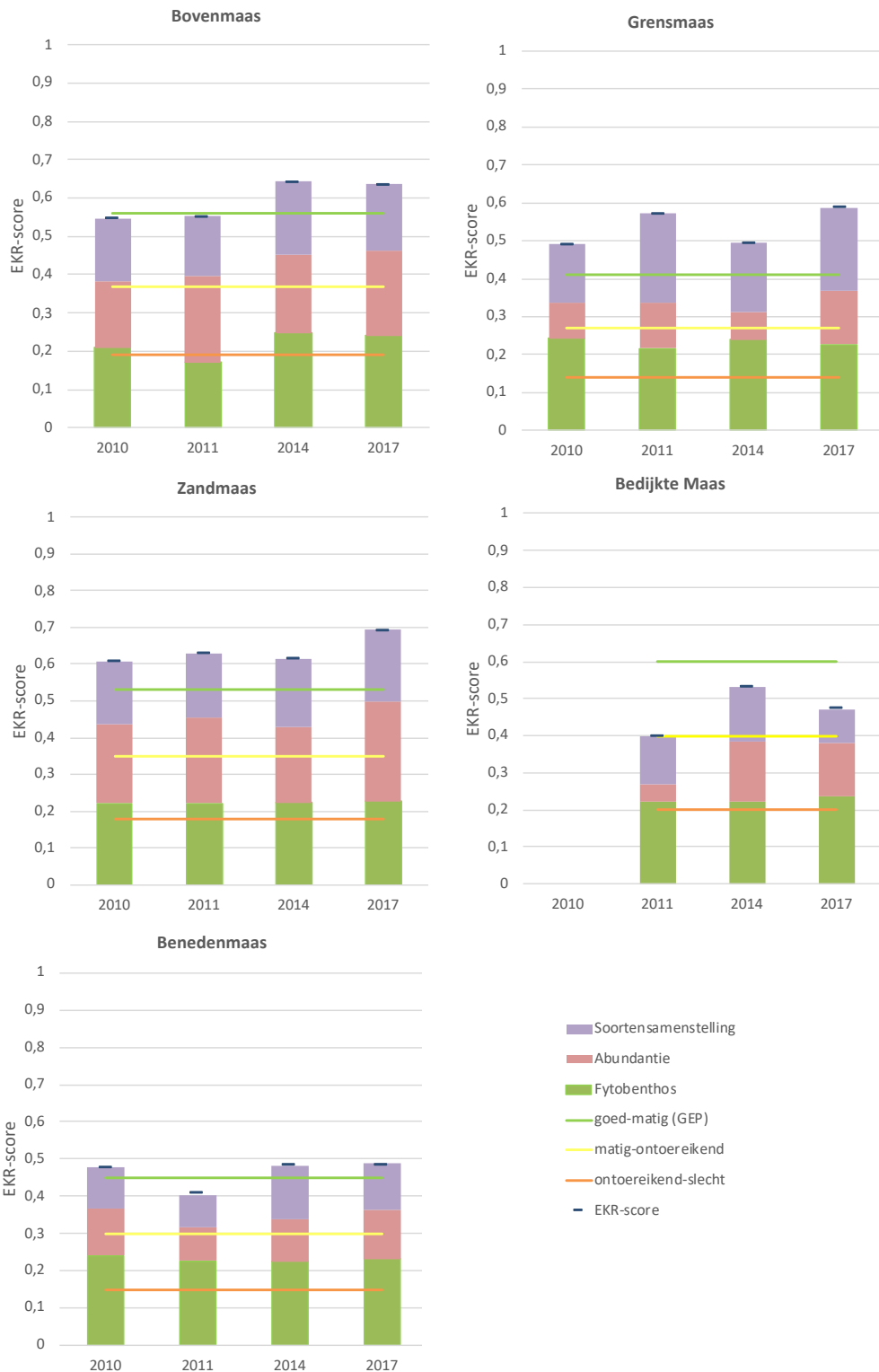
De score op de maatlat geeft aan in hoeverre de toestand afwijkt van de natuurlijke referentie (maximale score 1,0). Als gevolg van onomkeerbare veranderingen in het watersysteem en het gebruik is de KRW-doelstelling lager dan de maximale score. De Bedijkte Maas heeft de hoogste doelstelling (GEP-totaal: 0,6), de Bergsche Maas de laagste (GEP-totaal: 0,39) (tabel 4.3).

4.1.2 Ecologische toestand KRW

De toestand voor overige waterflora is 'goed' voor de Bovenmaas, de Grensmaas en de Zandmaas in de laatste twee beoordelingsperiodes, dat geldt ook voor de Beneden Maas en de Bergsche Maas. Alleen de Bedijkte Maas voldoet nog niet aan de doelstelling (zie Tabel 4-3). Voor de Bedijkte Maas geldt een hogere norm (GEP) dan de andere waterlichamen. De vraag is of dit terecht is gezien de beperkte ruimte voor ondiepe oeverzones. Over de hele lijn lijkt een licht positieve trend in de EKR-score zichtbaar, maar er zijn ook veel fluctuaties.

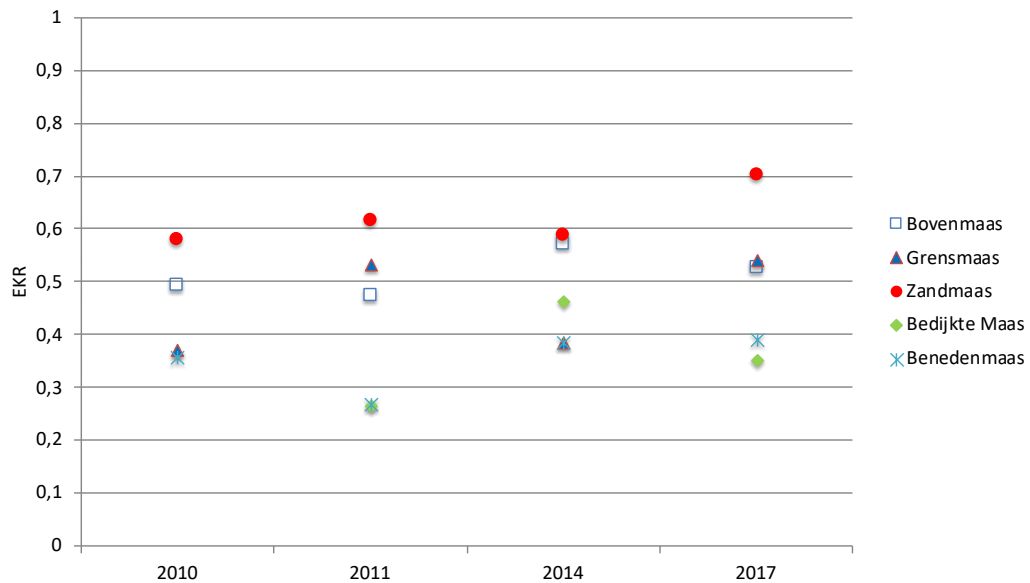
Tabel 4-3: Ecologische toestand water- en oeverplanten en fyto bentos (overige waterflora) (Rijkswaterstaat 2018). De toestand per jaar is gemiddeld met de twee voorgaande meetjaren.

Waterlichaam	GEP 2014	2009	2015	2018
Bovenmaas	≥0,56	goed	goed	goed
Grensmaas	≥0,41	goed	goed	goed
Zandmaas	≥0,53	goed	goed	goed
Bedijkte Maas	≥0,60	matig	matig	matig
Beneden Maas	≥0,45	matig	goed	goed
Bergsche Maas	≥0,39	matig	goed	goed



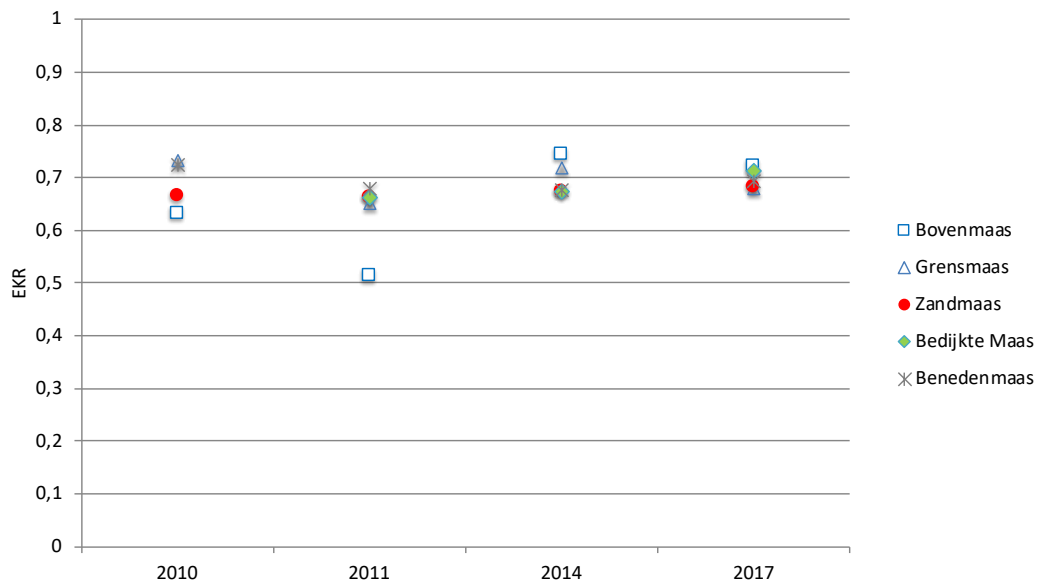
Figuur 4-1: Ontwikkeling relatieve bijdrage per deelmaatlat (abundantie, soortensamenstelling water- en fytobenthos) aan de ecologische toestand (EKR-score) van 'overige waterflora'.

De EKR-score voor overige flora is opgebouwd uit de deelmaatlaten soortensamenstelling water- en oeverplanten, abundantie water- en oeverplanten en fyto-benthos. De deelmaatlaten voor water- en oeverplanten (Figuur 4-2) fluctueren in de tijd meer dan die voor fyto-benthos (figuur 4-3). De Zandmaas laat over alle jaren de hoogste scores zien voor water- en oeverplanten. Hieraan draagt de abundantie iets meer bij dan de soortensamenstelling (figuur 4-1). De Zandmaas heeft ook de hoogste bedekkingspercentages van de gehele Maas (figuur 4-4). De Bedijkte Maas laat in de meeste jaren de laagste scores zien. Voor dit waterlichaam zijn de doelen juist hoog gesteld (Figuur 4-1). In de meeste jaren blijft ook hier de soortensamenstelling achter op de abundantie.



Figuur 4-2: Ontwikkeling van de ecologische toestand (deelmaatlat) van water- en oeverplanten (abundantie en soortensamenstelling) per waterlichaam (data: RWS).

Voor fyto-benthos is de ecologische toestand relatief constant, hoewel de soorten elkaar wel afwisselen. Ze indiceren echter voor eenzelfde waterkwaliteit, waardoor dit geen effect op de score heeft. De verschillen tussen de jaren zijn klein: de hoogste en laagste score komen in de Bovenmaas voor: tussen 0,74 en 0,51 (figuur 4-3). Op deze laagste waarde na liggen alle waarden boven de 0,6, en indiceren dus 'goed'. Het is een maatlat die vooral indicatief is voor waterkwaliteit en niet direct te beïnvloeden is door inrichtingsmaatregelen. In de meeste waterlichamen is slechts 1 meetpunt voor fyto-benthos.



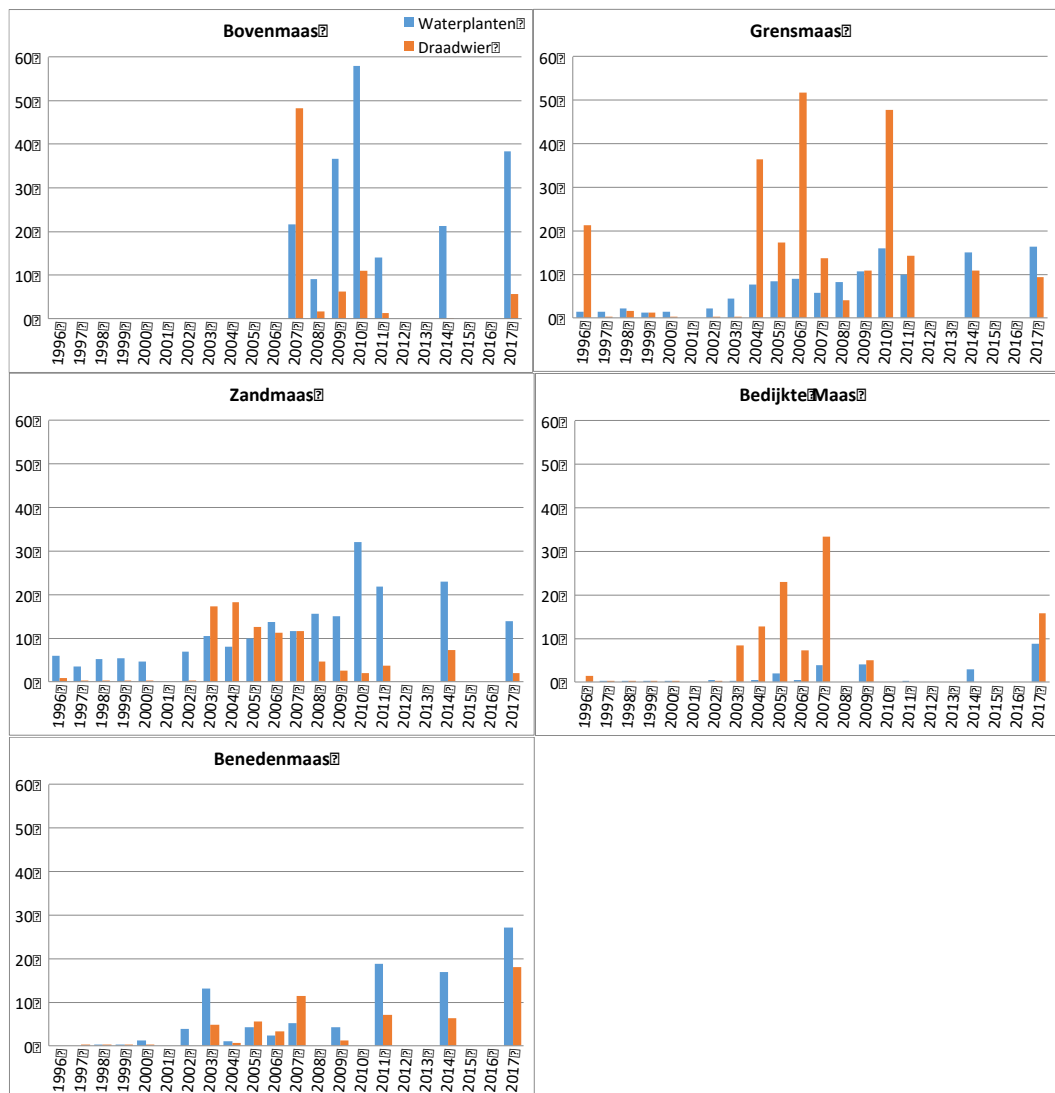
Figuur 4-3: Ontwikkeling van de ecologische toestand (deelmaatlat) van fyto benthos per waterlichaam (data: RWS).

4.1.3 Abundantie en soorten water- en oeverplanten

Abundantie

De trends in groeivormen en de totale bedekkingspercentages (abundantie) zijn in de figuren 4-4 t/m 4-7 weergegeven. De bedekking van waterplanten en draadwieren is over het geheel genomen tot en met 2002 laag. Tussen 2003 en 2007 is er een explosie van draadwier met daaronder een toename van waterplanten, en vervolgens weer een afname van draadwier en verdere groei van waterplanten (2010 in de Grensmaas is een uitzondering). De Beneden Maas lijkt relatief minder last te hebben van draadwieren. De draadwierbedekking kan binnen een zomerseizoen overigens enorm fluctueren in verband met de variatie in temperatuur, licht, hydrologie en nutriëntenpulsen.

De waterplantengroei wordt sterk beïnvloed door de waterpeilfluctuaties (Van Geest, De Niet en Teurlincx 2011). Dit is bijvoorbeeld te zien in 2010 als de afvoer in de Maas lange tijd stabiel laag is vanaf het voorjaar, wat hoge bedekkingen van waterplanten voor de opleverde in de Bovenmaas, de Grensmaas als de Zandmaas. In alle waterlichamen, behalve de Bedijkte Maas domineren inmiddels waterplanten de bedekkingen en zijn deze hoger dan een decennium geleden.

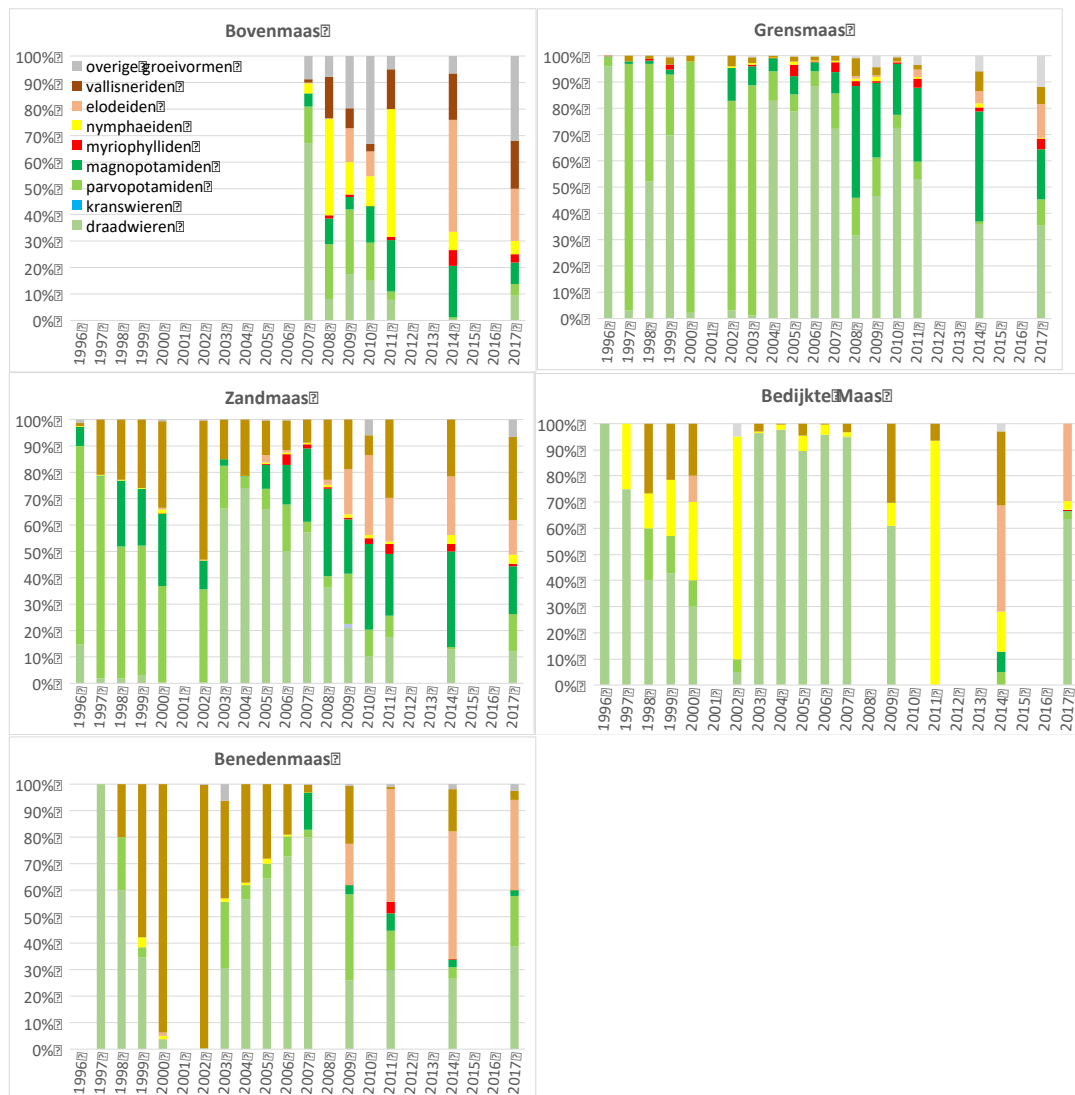


Figuur 4-4: Totale bedekking (%) van de Bovenmaas, Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte Maas en Beneden Maas voor waterplanten (inclusief oeverplanten) en draadwieren. Voor een overzicht van de meetjaren, zie tabel 4-2.

Als we bekijken welke soortgroepen voorkomen en daarbij inzoomen op de meest voorkomende groeivormen zien we in de periode 1996-2018 een toename van de diversiteit in alle waterlichamen (figuur 4-5). De verhouding tussen de groeivormen zegt iets over de fysisch/chemische waterkwaliteit. Tot ca. 2003 domineren de smalbladige fonteinkruiden (parvopotamiden, in dit geval vooral schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*)). Ze groeien vooral in de relatief ondiepe zone en zijn niet expliciet kenmerkend voor R7 of R16 rivieren (ze komen voor in allerlei watertypen en zijn niet kritisch t.a.v. waterkwaliteit). De recente daling van soorten met deze groeivorm is dus positief vanuit KRW-perspectief. In de Zandmaas komen in de diepere zone in steeds meer planten met lintbladeren voor (vallisneriden, vooral kleine egelskop (*Sparganium emersum*)). Soorten uit van laatste groeivorm horen in lage dichtheden bij R7-watervoren (niet bij R16). Ze komen voor bij geregeld stagnerende, helder-water condities in het groeiseizoen, bijvoorbeeld in de zijwateren van een R7-rivier.

Zowel in de Zandmaas als in de Grensmaas is vanaf ca. 2005 een sterke toename van breedbladige fonteinkruiden zichtbaar (magnopotamiden, vooral doorgroeid-, gekroesd- en rivierfonteinkruid

(*Potamogeton perfoliatus*, *crispus* en *nodosus*)). Dit is een positieve ontwikkeling want dit zijn echt kenmerkende doelsoorten voor R7 en R16 (diep, helder, traag stromend water). Vanaf ca. 2005 (Grensmaas) en 2008 (Zandmaas) valt een (relatieve en absolute) toename van diverse groepen wortelende waterplanten op. Aarvederkruid (myriophylliden, *Myriophyllum spicatum*) en smalle waterpest (elodeiden, *Elodea nuttallii*) duiden erop dat de nutriëntenvoorziening vanuit de bodem relatief belangrijker wordt doordat de voedingsgraad (P) van waterkolom afneemt, in combinatie met toegenomen doorzicht.



Figuur 4-5: Relatieve abundantie (%) van de meest voorkomende groeivormen van de Bovenmaas, Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte Maas en Benedenmaas 1996-2018.

Soortensamenstelling

In de hoofdgeul van de Maas zijn de vestigingsmogelijkheden voor planten beperkt door de sterke waterbewegingen (met name veroorzaakt door schepen) en het gebrek aan ondiepe zones. Daarom komen in dit soort wateren vooral soorten tot ontwikkeling die lange stengels hebben of die in een korte periode hun gehele levenscyclus volbrengen (Van Geest, De Niet en Teurlincx 2011). In meer stabiele uiterwaardwateren of zeer beschutte plaatsen in de hoofdstream komen

wel vegetaties voor die een langere ontwikkeltijd nodig hebben, maar deze locaties liggen vaak buiten het meetnet.

Wat opvalt in de resultaten van de soortensamenstelling per waterlichaam (Figuur 4-6) is dat de verhoudingen in de soortensamenstelling sterk verschillen per waterlichaam: elk waterlichaam heeft zijn eigen karakter dat samenhangt met de lokale omstandigheden: de Bovenmaas met instroom van soorten uit Belgische zijrivieren, de vrij afstromende Grensmaas, de gestuwde lange Zandmaas met veel NVO's, de gestuwde Bedijkte en Beneden Maas met nog veel verharde oevers.

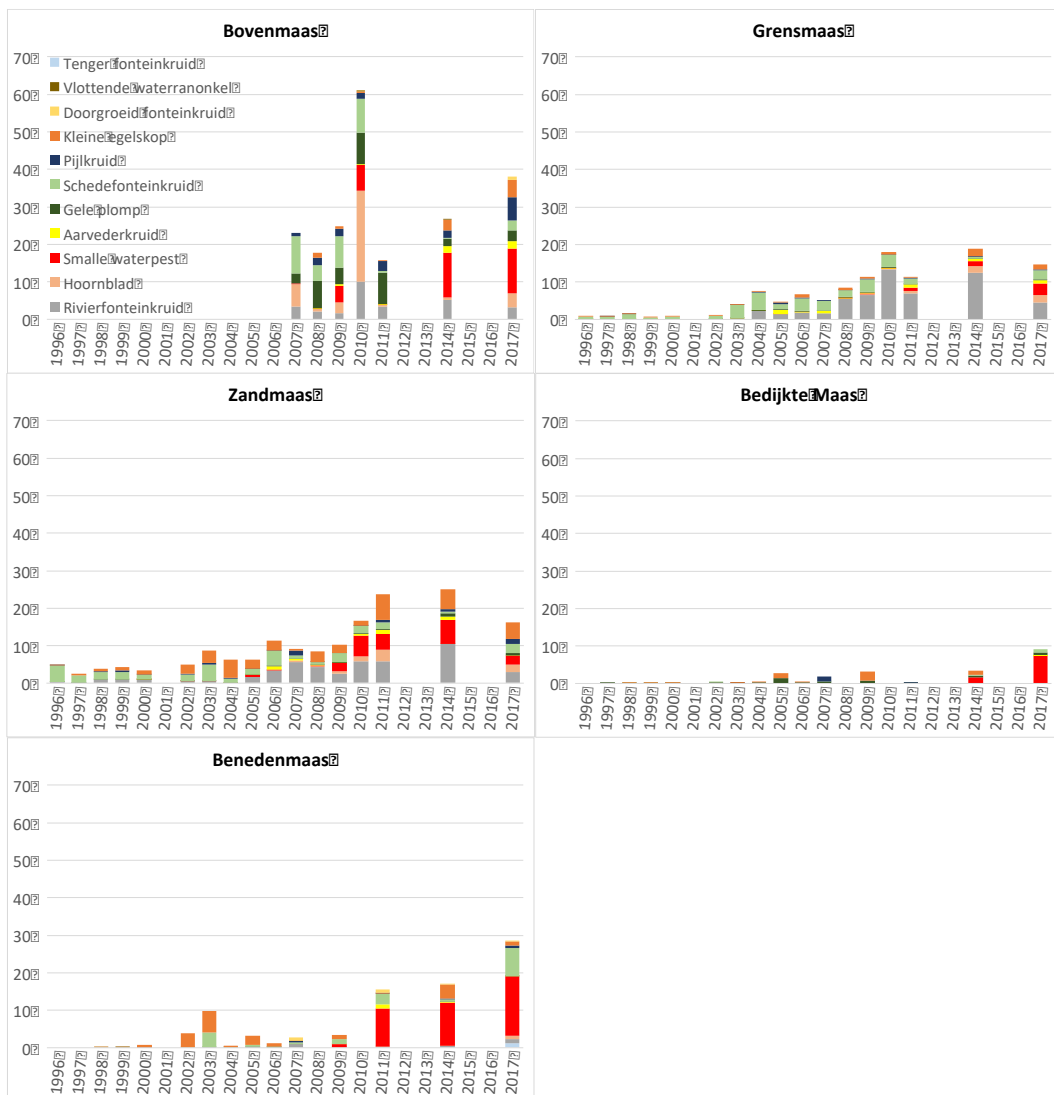
In de Bovenmaas vallen de hoge bedekkingen op, met een duidelijke uitschieter in 2010. De laatste twee bemonsteringsjaren laten een dominantie van smalle waterpest zien. Er zijn weinig typische (KRW-)riviersoorten aangetroffen, behalve rivierfonteinkruid. Vlottende waterranonkel kwam in 2014 nog op twee plekken voor, maar is in 2017 helemaal niet meer gevonden (Coops 2019).

In de Grensmaas zijn sinds de jaren 90 veel soorten sterk toegenomen. Vooral rivierfonteinkruid, grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*), smalle waterpest en pijlkruid (*Sagittaria sagittifolia*). Daarnaast is ook doorgroeid fonteinkruid, gekroesd fonteinkruid, tener fonteinkruid (*Potamogeton pusillus*) en zannichellia (*Zannichellia palustris*) toegenomen (niet in figuur vermeld). Schedefonteinkruid lijkt de laatste jaren wat af te nemen. Mogelijk heeft dit te maken met een dalende nutriëntenrijkdom (en de verdringing door de eerder genoemde soorten die daarvan het gevolg was). Rivierfonteinkruid is aan een sterke opmars bezig in verschillende delen van de grote rivieren. In de Maas is dit vooral in de Grensmaas goed zichtbaar. De soort is kenmerkend voor de grote stromende rivieren. De laatste jaren komt de soort veel voor in de IJsselmonding en de Biesbosch. De opmars in Nederland is overigens begonnen in de Zandmaas ter hoogte van de Maasplassen (Coops *pers. com.*). De recente toename van smalle waterpest heeft (waarschijnlijk) vooral te maken met de toegenomen helderheid van het water waardoor op grotere diepte nog voldoende licht de waterbodem bereikt en het begroeibaar areaal toeneemt.

Vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*) is in de Nederlandse grote rivieren vrijwel uniek voor de Grensmaas (de soort werd in het verleden ook wel in de Boven Maas en een enkele maal in de benedenstroomse delen van de Maas en in de Rijntakken aangetroffen). De soort is in de Grensmaas in zeer lage bedekkingen aangetroffen en de presentie wisselt sterk van jaar tot jaar: Tussen 1998 en 2004 en in 2009 is de soort bijvoorbeeld compleet afwezig in de PQ's, terwijl hij twee jaar later in de helft van de PQ's aanwezig is. De soort heeft deels vaste groeilocaties en is waarschijnlijk afhankelijk van ondiep stromend water (de plant kan direct CO₂ assimileren) met voldoende doorzicht en stabiele waterbodem (zie ook paragraaf 4.1.4) en is in belangrijke mate afhankelijk van hervestiging na aanvoer uit zijriviertjes.

In de Zandmaas is kleine egelskop over de gehele meetreeks een veelvoorkomende soort. Rivierfonteinkruid is (in 2017 in iets lagere dichtheden) ook goed vertegenwoordigd, naast smalle waterpest.

In de Bedijkte Maas valt op dat smalle waterpest (jaarlijks) toeneemt en recent (2017) meer dan de helft van de bedekking voor zijn rekening neemt. Ook schedefonteinkruid komt als tweede soort recent in hoge bedekking voor. Dit vertaalt zich naar wat lagere scores voor dit waterlichaam (Figuur 4-1) Positief is de (bescheiden) toename van rivierfonteinkruid als kenmerkend riviersoort. Kleine egelskop neemt af en kwam in de Bedijkte Maas niet meer voor in de PQ's 2017. Gele plomp (*Nuphar lutea*) is toegenomen in 2017. Deze soort wordt in de KRW in lage bedekkingen als kenmerkend voor zowel R7 als R16-wateren beschouwd (Van der Molen, et al. 2018).



Figuur 4-6: Bedekking (%) van veel voorkomende soorten waterplanten (exclusief draadwier) in het KRW-waterlichamen Grensmaas, Bovenmaas, Zandmaas, Bedijkte maas en Beneden Maas 2007-2017. De bedekkingspercentages van de individuele soorten zijn hier gecumuleerd.

Het gaat niet goed met de biezenvegetaties in de Maas. Het areaal biezen is een belangrijk onderdeel van de maatlat voor R8-watervoren (Van der Molen, et al. 2018). Deze worden apart gekarteerd. Zowel in de Beneden Maas (Afgedamde Maas) als in de Bergsche Maas is het areaal biezenvegetaties afgenomen. In de Beneden Maas is in 2019 nog maar 348 m² biezenvegetatie aangetroffen (Coops 2019). In de Bergsche Maas is dit in 2018 nog slechts 45 m² (Eimers 2018). In de Beneden Maas (Afgedamde Maas) kwam opvallend veel driekantige bies voor (kenmerkende pioniersoort). In de Grensmaas komt overigens ook nog mattenbies voor (Coops 2019), midden in de ondiepe delen van de hoofdstroom, maar dit is niet relevant voor watertype R16.

Tabel 4-4: Referentieareaal en gekarteerde arealen van biezen (in ha) op natuurlijke bodem en op oevers met steenbedekking in 2012, 2018 en 2019 voor de Beneden Maas en Bergsche Maas (R8-wateren). De Bergsche Maas is in 2019 niet gekarteerd (Coops 2019).

Waterlichaam	Referentie	Natuurlijke bodem (slib, zand)			Steenoevers			Trend
		2012	2018	2019	2012	2018	2019	
Beneden Maas	10	0,055	0	0,033	0	0	0,003	-
Bergsche Maas	niet bekend	0	0	-	0,009	0,005	-	-

4.1.4 Exoten

Door de toename aan verbindingen in het watersysteem komen de laatste decennia steeds meer exoten in de Nederlandse wateren voor. Een soort wordt pas als ingeburgerd beschouwd als ze sinds 1900 in Nederland zijn gevestigd en zich sindsdien succesvol hebben voortgeplant. Van de 16 uitheemse waterplanten die de meeste problemen veroorzaken in of op de oevers van Nederlandse waterlichamen zijn alleen grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*), ongelijkbladig vederkruid (*Myriophyllum heterophyllum*) en smalle waterpest aangetroffen in de Maas. Smalle waterpest is al lang in Nederland gevestigd (1925-1948), maar wordt nog wel als ongewenste exoot beschouwd en scoort negatief op de maatlat. Grote waternavel heeft zich tussen 1975 en 1999 in Nederland gevestigd en is inmiddels abundant in o.a. de Niers (zijbeek van de Zandmaas) en verspreidt zich van daaruit naar verschillende (nieuwe aangetakte) uiterwaardwateren langs de Maas. Ook in de Grensmaas en de Bedijkte Maas is de soort inmiddels gevonden.

Ook in de oeverzone worden verschillende exoten gevonden, zoals in 2017 in de Zandmaas late guldenroede (*Solidago gigantea*), oranje springzaad (*Impatiens capensis*), reuzenbalsemien (*Impatiens glandulifera*), rijstgras (*Leersia oryzoides*), en enkele soorten amaranten (*Amaranthus* spp.). Deze soorten komen al langer voor langs de Maas, maar worden nu met de opname van de amfibische zone ook in de MWTL bemonsteringen aangetroffen.



Figuur 4-7: Grote waternavel in de geul bij Batenburg. (foto: W. Liefveld)

4.1.5 Water- en oeverplanten van Natura 2000

Er zijn in het zomerbed van de Maas twee Natura 2000-gebieden relevant voor water- en oeverplanten: de Grensmaas en de Maas bij Eijsden. Het laatste gebied is nog in de aanmeldingsprocedure. In dit gebied is dan ook nog geen habitattypenkartering uitgevoerd. Voor de Grensmaas is dit wel het geval (Inberg, et al. 2017). Deze kartering kan als aanvulling op de MWTL-monitoring beschouwd worden. Belangrijk verschil is dat de habitattypenkartering gericht is op enkele specifieke vegetatietypen en dat de kartering gebiedsdekkend wordt uitgevoerd (binnen de begrenzing van het betreffende Natura 2000-gebied). Doel is de omvang en de kwaliteit van de aangewezen habitattypen vast te stellen en in kaart te brengen.

In beide gebieden is (onder andere) het habitatype H3260B: Beken en rivieren met waterplanten/grote fonteinkruiden aangewezen. Tot dit habitatype behoren de associatie van doorgroeid fonteinkruid en de associatie van vlottende watteranonkel (Figuur 4-8). Daarnaast is de Grensmaas aangewezen voor het habitatype H3270: Slikkige rivieroever. Dit habitatype wordt gekenmerkt door pioniervegetaties van het tandzaad-verbond (*Bidens*, associatie van rode ganzevoet (*Chenopodium rubrum*) en beklierde duizendknoop (*Persicaria lapathifolia*) en de slijkgroen-associatie (*Limosella aquatica*). Het type komt voor op zandige, slikkige, maar ook op grindige oevers, die meestal laat in het jaar droogvallen waardoor de periode waarin de vegetatie tot ontwikkeling kan komen heel kort is. Dit type omvat geen waterplanten, maar wel oeverplanten.

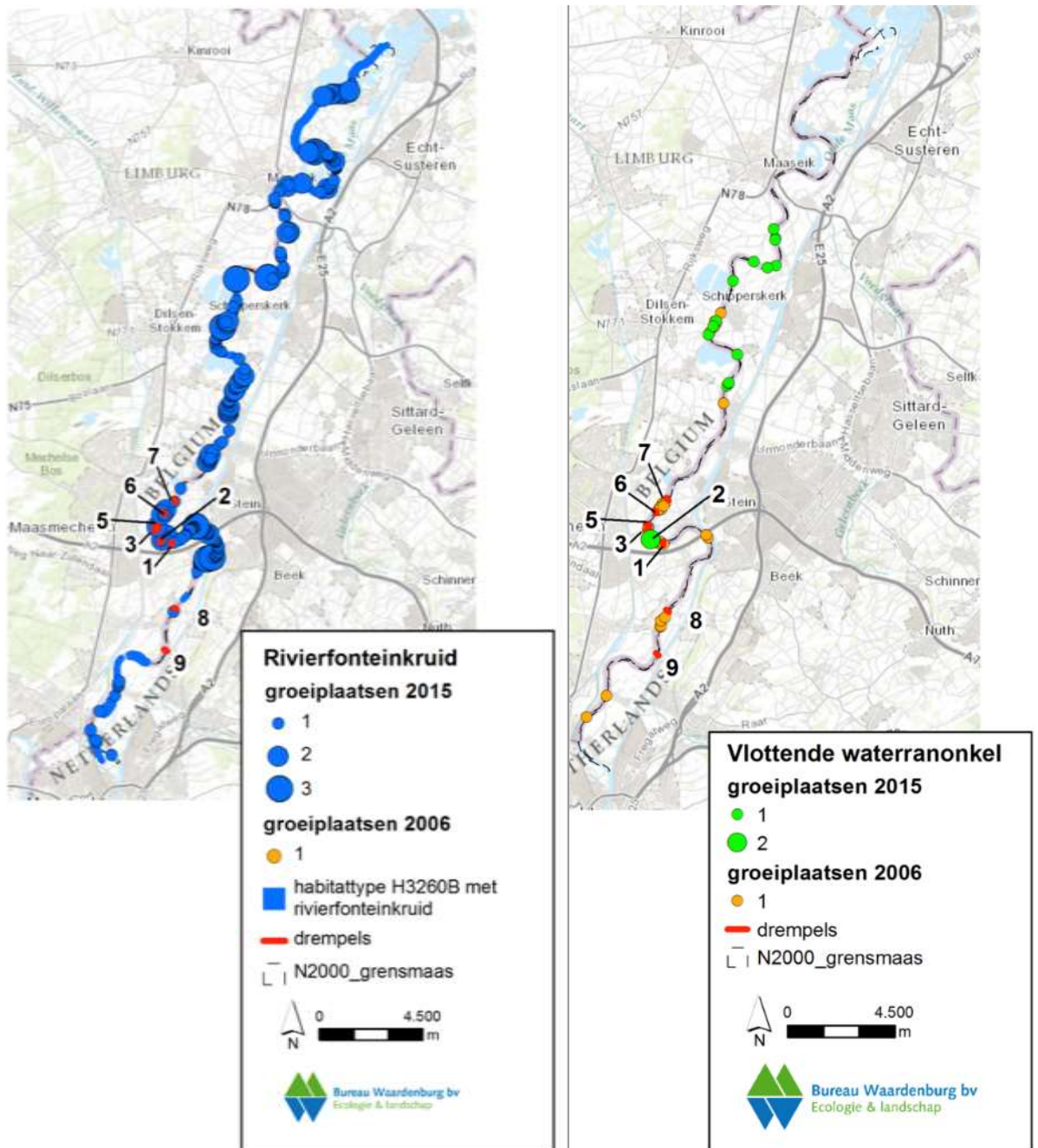


Figuur 4-8: Vlottende waterranonkel (links) en rivierfonteinkruid (rechts) in de Grensmaas (Inberg, et al. 2017).

In totaal is bij de habitattypenkartering voor de Grensmaas in 2015 Grensmaas (Inberg, et al. 2017) 12 ha van het habitatype Beken en rivieren met waterplanten/ grote fonteinkruiden gekarteerd binnen de Natura 200-begrenzing en 32 ha als buiten de begrenzing wordt meegeteld. Het jaar 2015 was een zeer goed waterplantenjaar als gevolg van constant lage waterstanden vanaf het voorjaar. Het habitatype was dan ook abundant aanwezig in de gehele Grensmaas.

Rivierfonteinkruid was bij de habitattypenkartering in 2015 (net als bij de MTWL-bemonstering in 2014) in ruime mate aanwezig. Vlottende waterranonkel kwam (wel voor op verschillende plekken in de Grensmaas, maar in lage oppervlaktes van hooguit enkele pollen (Figuur 4-9).

Ook het habitatype H3270: Slikkige rivieroever, kwam veelvuldig voor bij de habitattypenkartering in 2015: in totaal is 8,5 ha (12,2 ha als buiten de begrenzing wordt meegeteld). Het habitatype kwam vooral veel voor op de recent opgeleverde natuurontwikkelingslocaties met heringerichte oevers. Bij voldoende dynamiek zal het habitatype zich steeds op nieuwe plekken kunnen ontwikkelen, vooral op de dynamische grindige rivieroever langs de hoofdstroom of langs geulen.



Figuur 4-9: Voorkomen van rivierfonteinkruid (links) en vlottende waterranonkel (rechts) in de Grensmaas in 2015 (Inberg, et al. 2017). Getal geeft aantal planten weer. In de figuur is een vergelijking gemaakt met een waterplanteninventarisatie die in 2006 voor Maas in Beeld is uitgevoerd (www.maasinbeeld.nl). De getallen in de legenda geven de oppervlakte weer van de groeiplaatsen: 1 = 1m², 2 = 2-5 m², 3 => 3m².



Figuur 4-10: Brede zone Slikkige rivieroever (vegetatie rechts) bij de brug bij Maaseik (Roosteren) (Inberg, et al. 2017).

4.2 Macrofauna

De huidige ecologische toestand voor macrofauna is 'ontoereikend', met uitzondering van de Bergsche Maas, hier is de ecologische toestand 'goed'. Dit laatste hangt samen met de veel lagere doelstelling voor dit waterlichaam.

Exoten hebben een belangrijk aandeel in de levensgemeenschap. Op stenen in de oeverzone behoort tot 90% van het aantal individuen tot deze groep. In de Grensmaas en Bovenmaas is de waargenomen dominantie van exoten minder groot.

In de jaren rondom 2008 is het aantal soorten en soortgroepen (taxa) in de ondiepe en diepe bodem beduidend lager dan de periode ervoor en erna. In de Grensmaas is het aantal taxa na 2008 verdubbeld ten opzichte van de periode ervoor.

In de Maas worden nauwelijks kenmerkende riviersoorten aangetroffen. Bovendien zijn veel soorten achteruit gegaan of verdwenen.

In het water leven talloze kleine ongewervelde waterdieren, oftewel de macrofauna. Ze zijn met het blote oog zichtbaar, maar lastig te vinden omdat ze vaak verborgen zitten tussen waterplanten, bladeren, stenen of in de waterbodem. Er zijn duizenden soorten elk met een eigen habitatvoorkeur, voedingswijze en bewegingsgedrag. Voorbeelden van enkele soortengroepen zijn de slakken, kokerjuffers, eendagsvliegen en kevers.

Deze paragraaf beschrijft de resultaten van de (najaars)monsters van de ondiepe oever (paragraaf 4.2.1) en de diepe bodem (paragraaf 4.2.2). Daarnaast zijn ook monsters beschikbaar uit het voorjaar en van kunstmatig substraat (knikkerkorfjes en stenezakken) in Eijsden en Grave. Deze monsters zijn alleen gebruikt voor de analyse van exoten en kenmerkende riviersoorten (paragraaf 4.2.3 en 4.2.4).

4.2.1 Ondiepe oever

Bemonstering

In de ondiepe oever van de grote rivieren worden twee 'biotopen' onderscheiden: stenen en de zachte ondiepe (onderwater)bodem. Deze biotopen worden apart bemonsterd indien ze aanwezig zijn op de monsterlocatie. De stenen worden bemonsterd door vijf grote stenen van (ver) onder de waterlijn te verzamelen en af te borstelen. De ondiepe bodem wordt bemonsterd met een handnet. Hierbij worden alle voorkomende substraten (grind, zand, slib, waterplanten, rivierhout) naar rato van voorkomen bemonsterd (multi-habitat bemonstering). De monsters van de twee biotopen worden los van elkaar geanalyseerd op de aanwezige soorten en aantallen (abundantie).

Om de resultaten van de waterlichamen en de verschillende jaren met elkaar te kunnen vergelijken, is hier gebruik gemaakt van de (najaars)monsters van de locaties met een lange meetreeks. Voor de analyse van de ecologische toestand volgens de KRW is gebruik gemaakt van de beschikbare locaties per waterlichaam; het aantal locaties loopt uiteen van één (Bovenmaas, Bedijkte Maas en Beneden Maas tot 2010/2011) tot drie (Grensmaas en Beneden Maas vanaf 2010/2011). De overige analyses zijn uitgevoerd op basis van de volgende clustering van locaties: Grensmaas (Elslo, Berg en Ohé), Zandmaas en Bedijkte Maas (Belfeld, Bergen en Grave) en Getijden Maas (Gewande, Drongelen en Keizersveer).

Ecologische toestand (KRW)

De meetgegevens van de ondiepe oever geven de beste indicatie van de ecologische toestand en worden dan ook gebruikt voor de toestandbepaling voor de EU Kaderrichtlijn Water (KRW). Hierbij worden per locatie de monsters van de stenen en van de zachte bodem samengevoegd, voor zover beschikbaar. Bij de beoordeling van de zoete getijdenwateren (R8) worden daarnaast ook de monsters van de diepe bodem gebruikt.

In Tabel 4-5 is de ecologische toestand voor macrofauna weergegeven zoals opgenomen in de 'factsheets oppervlaktewater 2018' (Rijkswaterstaat 2018). De huidige toestand wordt voor alle waterlichamen beoordeeld als 'ontoereikend' met uitzondering van de Bergsche Maas, hier is de ecologische toestand 'goed'. Dit hangt samen met de lage doelstelling voor dit waterlichaam, zie Tabel 4-5, tweede kolom. Voor enkele waterlichamen is sprake van achteruitgang ten opzichte van het jaar 2009 en/of 2015, waarbij moet worden aangetekend dat de toestandsbeoordeling voor 2009 (deels) was gebaseerd op een expertoordeel (en dus niet op meetgegevens).

Tabel 4-5: Ecologische toestand macrofauna (Rijkswaterstaat 2018).

Waterlichaam	GEP*	2009	2015	2018
Bovenmaas	≥ 0,50	matig	matig	ontoereikend
Grensmaas	≥ 0,60	matig	ontoereikend	ontoereikend
Zandmaas	≥ 0,55	matig	matig	ontoereikend
Bedijkte Maas	≥ 0,58	ontoereikend	matig	ontoereikend
Beneden Maas	≥ 0,56	ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend
Bergsche Maas	≥ 0,16	matig	goed	goed

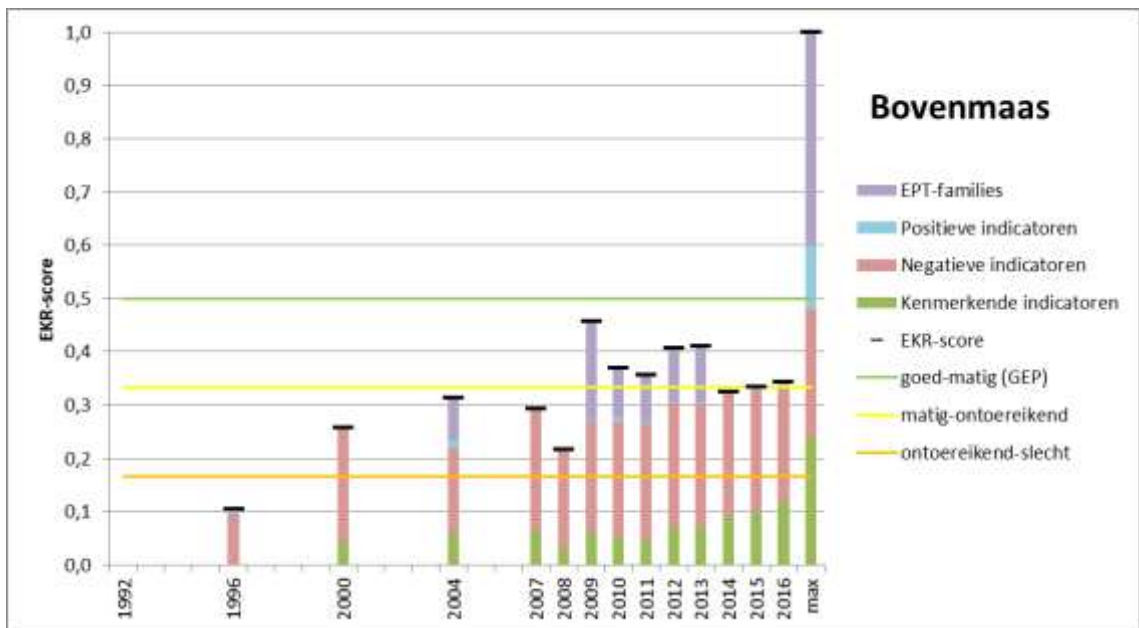
*Goed Ecologisch Potentieel, KRW-doelstelling op de maatlat voor natuurlijke wateren

In Figuur 4-11 tot en met Figuur 4-16 is de ontwikkeling van de ecologische toestand weergegeven als score op de KRW-maatlat voor macrofauna (EKR-score, zwarte lijntjes). Hierbij zijn de scores van de beschikbare locaties gemiddeld. De score op de maatlat geeft aan in hoeverre de macrofauna afwijkt van de natuurlijke referentie (maximale score 1,0). Als gevolg van onomkeerbare veranderingen in het watersysteem en het gebruik, is de KRW-doelstelling (het 'GEP') lager dan die maximale score.

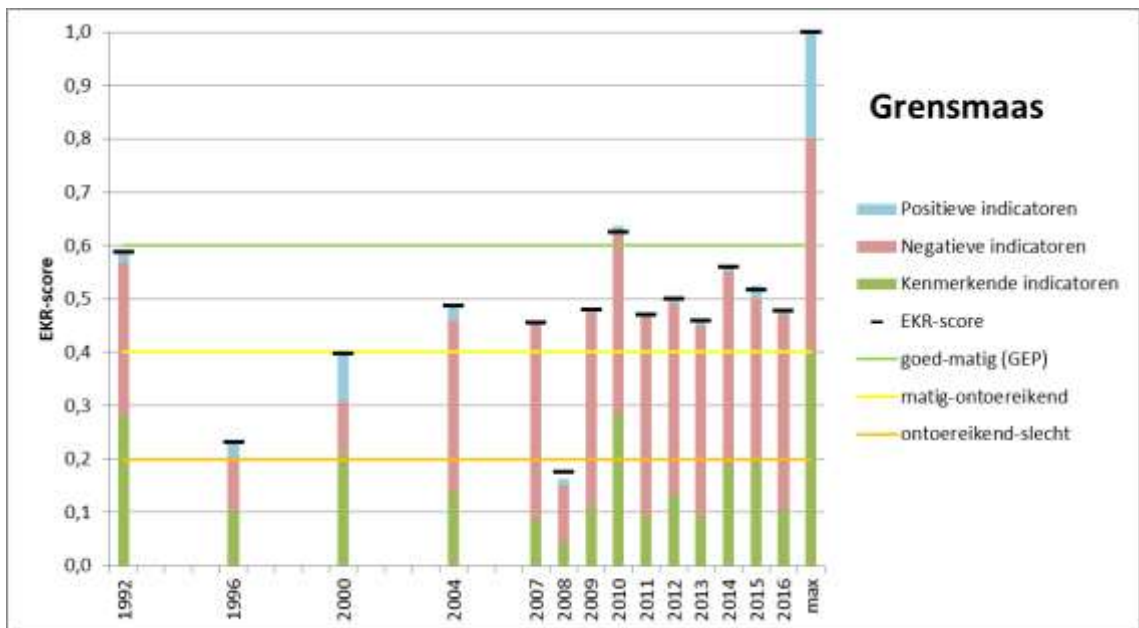
In de figuur is ook de 'bijdrage' van de deelmaatlaten aan de score weergegeven. Voor de Grensmaas (watertype R16) en de Bovenmaas, Zandmaas en Bedijkte Maas (watertype R7) zijn dit de aanwezigheid van kenmerkende, negatieve en positieve indicatoren en voor het watertype R7 bovendien het aantal families eendagsvliegen (*Ephemeroptera*), steenvliegen (*Plecoptera*) en kokerjuffers (*Trichoptera*) ('EPT-families'). Voor de Beneden Maas en Bergsche Maas (watertype R8) zijn dit de ondiepe oever, algemene verstoring en sedimentvervuiling. Deze weergave is een benadering; het totaal van de balkjes komt soms niet exact overeen met de EKR-scores.

De ontwikkeling van de ecologische toestand verschilt per waterlichaam.

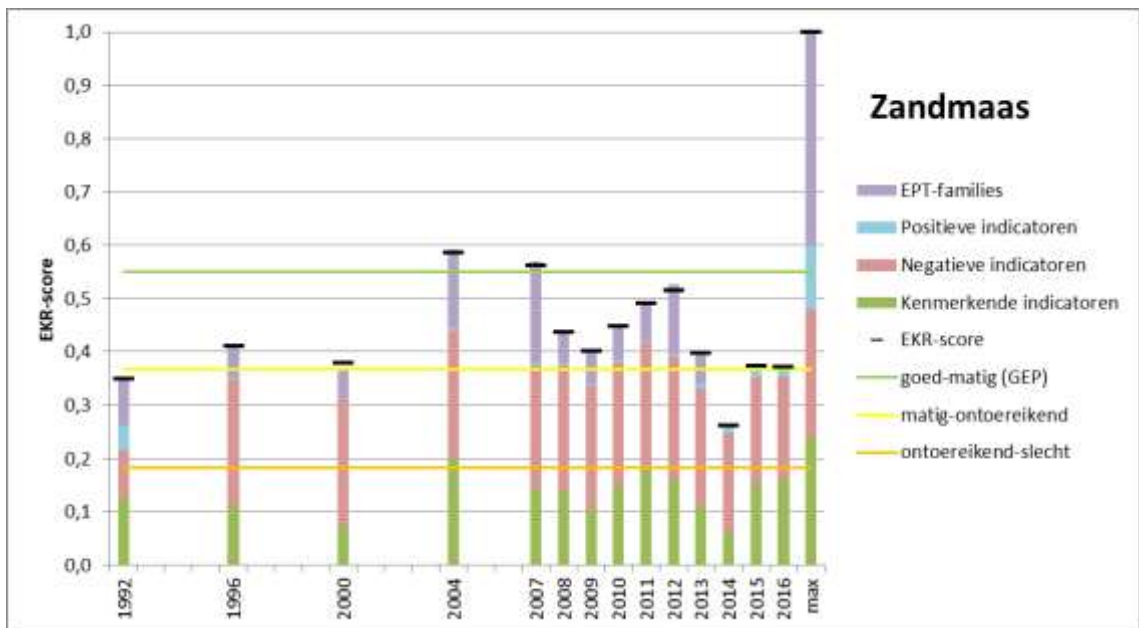
In de *Bovenmaas* is de ecologische kwaliteit sinds 1996 flink verbeterd. De huidige toestand ligt rond de grens matig-ontoereikend (score rond 0,33). In de periode 2009-2013 was dit hoger dankzij de aanwezigheid van meer EPT-families.



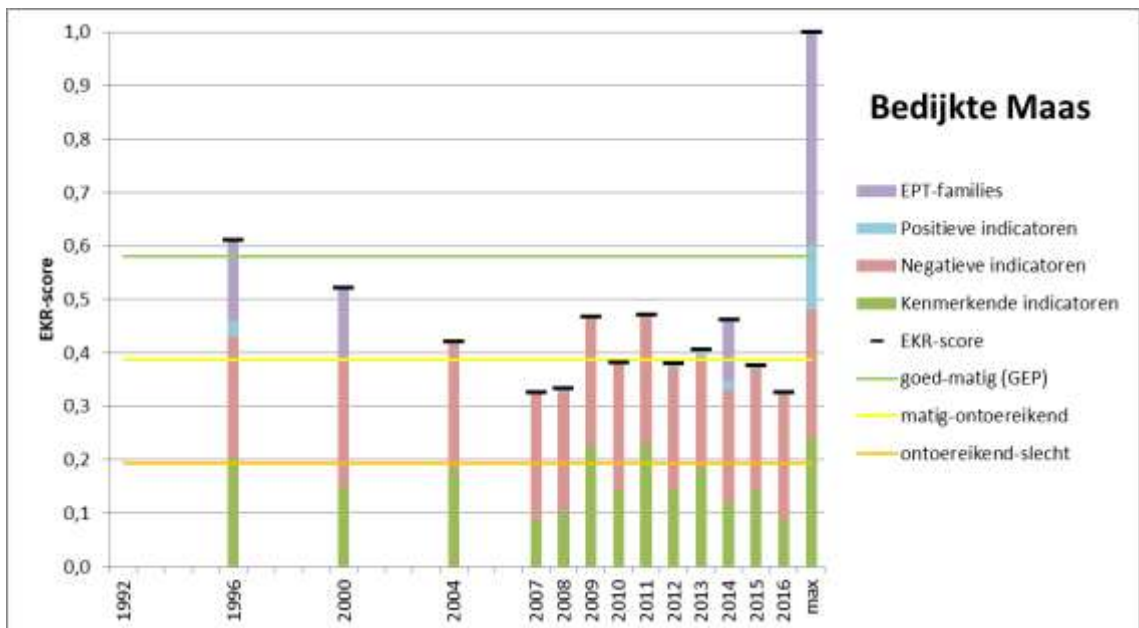
Figuur 4-11: Ontwikkeling van de ecologische toestand voor macrofauna Bovenmaas



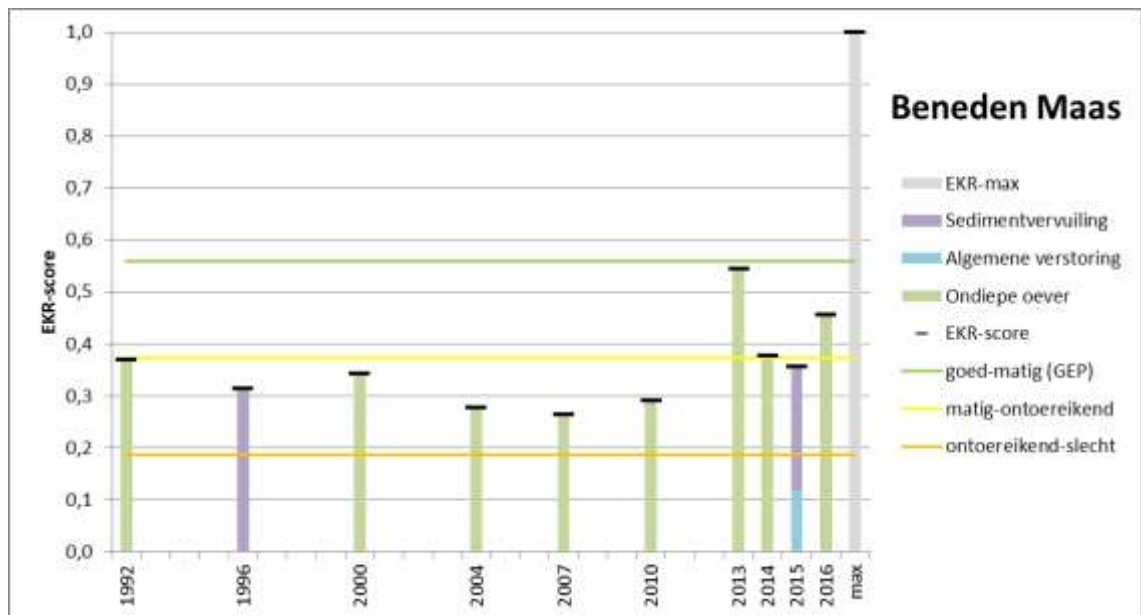
Figuur 4-12: Ontwikkeling van de ecologische toestand voor macrofauna Grensmaas.



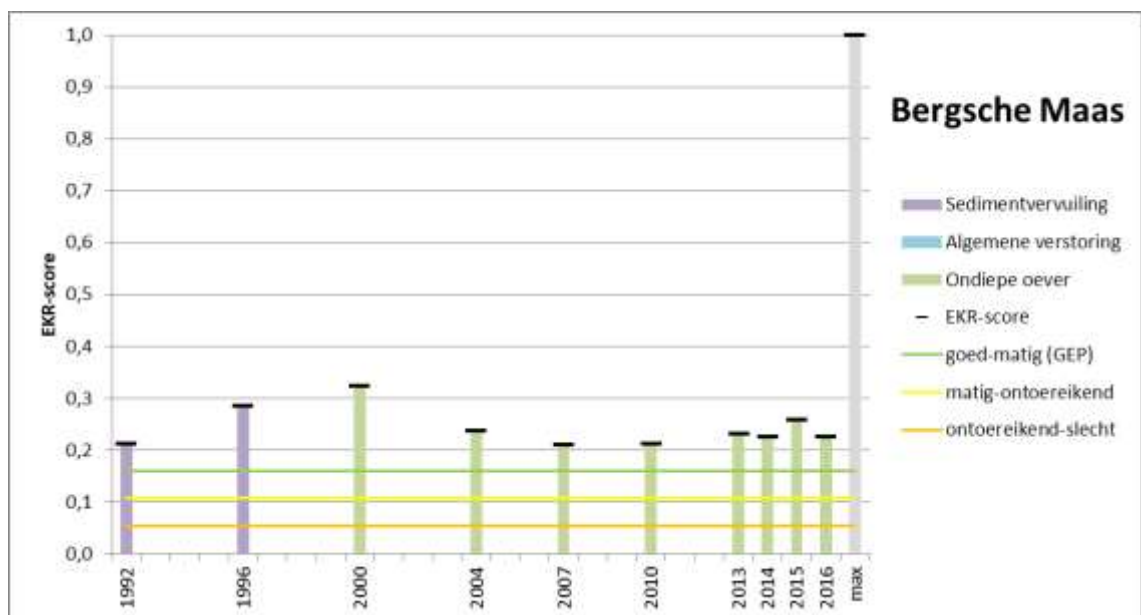
Figuur 4-13: Ontwikkeling van de ecologische toestand voor macrofauna Zandmaas.



Figuur 4-14: Ontwikkeling van de ecologische toestand voor macrofauna Bedijkte Maas.



Figuur 4-15: Ontwikkeling van de ecologische toestand voor macrofauna Beneden Maas.



Figuur 4-16: Ontwikkeling van de ecologische toestand voor macrofauna Bergsche Maas.

De ecologische toestand voor de *Grensmaas* wordt met scores rond de 0,5 in de gehele beschouwde periode beoordeeld als 'matig'. Er zijn enkele jaren met (flinke) uitschieters naar beneden (1996 en 2008). Het geschetste beeld van de ecologische toestand komt niet goed overeen met de gerapporteerde toestand in de factsheets (Tabel 4-5). Dit hangt waarschijnlijk samen met de selectie en voorbereiding van de monsters die voor deze rapportage is uitgevoerd om een betrouwbare ontwikkeling in de tijd te kunnen schetsen.

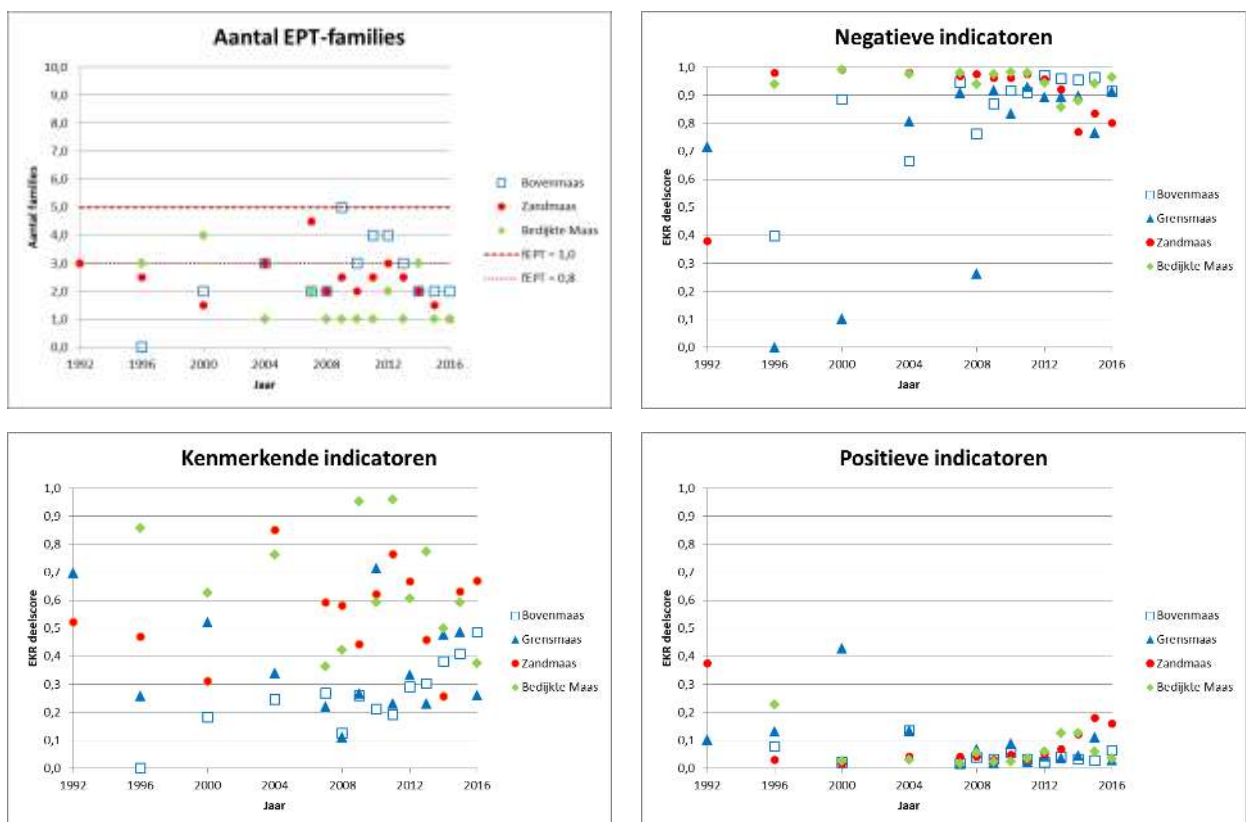
De *Zandmaas* scoort (net als de *Bovenmaas*) de laatste drie jaren lager dan de periode ervoor. Ook hier kan het verschil met de periode ervoor worden verklaard door de afname van het aantal EPT-families. De ecologische kwaliteit ligt op (en soms onder) de grens matig-ontoereikend. Er is geen kwaliteitsverbetering zichtbaar.

Ook de ecologische kwaliteit van de *Bedijkte Maas* ligt rond de grens matig-ontoereikend. Over de periode vanaf 1996 is eerder sprake van een verslechtering dan van een verbetering.

De *Beneden Maas* scoort de laatste vier jaren 'matig' (2013-2016) en daarmee een stuk beter dan de gehele periode ervoor. Dit hangt samen met de bemonsterde locaties en de bemonsteringswijze: vanaf 2010 worden naast de locatie Gewande (Beneden Maas, stenen) ook twee locaties in de Afgedamde Maas bemonsterd en meegenomen in de beoordeling (Veen en Nederhemert, handnet).

In absolute zin scoort de *Bergsche Maas* met scores tussen de 0,20 en 0,25 het laagste van alle waterlichamen. De toestand wordt echter beoordeeld als 'goed'. Dit hangt samen met de doelstelling die naar beneden is bijgesteld (zie Tabel 4-5, tweede kolom) vanwege het sterk veranderde karakter van dit deel van de Maas: de oevers zijn geheel verdedigd met stortsteen.

De ontwikkeling van de afzonderlijke deelmaatlaten voor de waterlichamen met het watertype R7 en R16 is afgebeeld in onderstaande afbeelding. Het blijkt dat het aantal families eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers (EPT-families) laag is. Hierdoor kan de EKR-score in veel gevallen niet hoger komen dan 0,6. De variatie van jaar tot jaar is vrij groot. Desondanks is voor de Bovenmaas een duidelijke toename en daarna weer een afname zichtbaar. In de Zandmaas is het aantal EPT-families in de laatste drie jaren beduidend lager dan de periode ervoor.

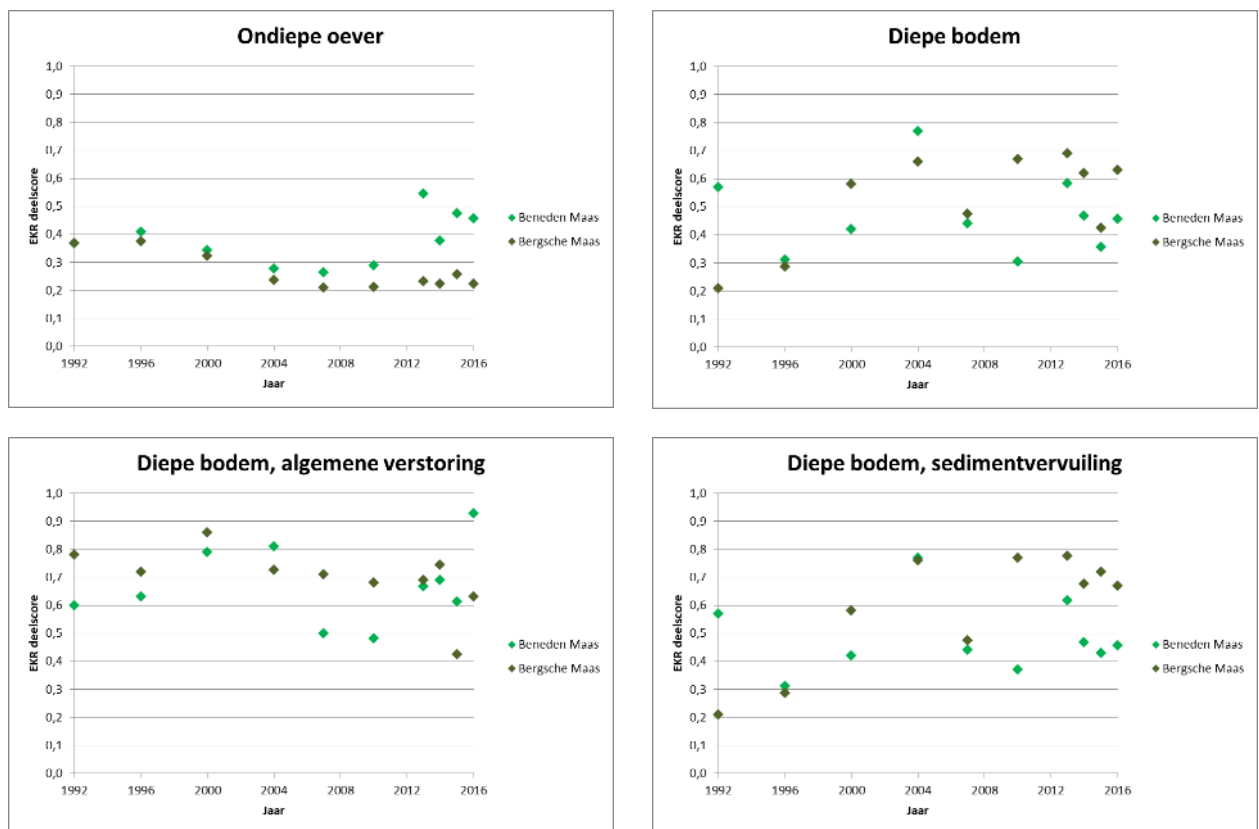


Figuur 4-17: Ontwikkeling van het aantal families haften, steenvliegen en kokerjuffers (EPT-families) en de deelscores voor de kenmerkende, negatieve en positieve indicatoren (maatlat R7 en R16).

De jaarlijkse variatie is nog groter voor de deelmaatlat kenmerkende indicatoren. De Bovenmaas vertoont de duidelijkste trend: hier neemt het aandeel kenmerkende riviersoorten gestaag toe vanaf 1996. Voor de Grensmaas zijn vooral de lagere scores in de periode 2004-2008 opvallend. In de Zandmaas en de Bedijkte Maas is het aandeel kenmerkende riviersoorten zeer variabel, waarbij vooral opvalt dat de deelmaatlat in de Bedijkte Maas regelmatig hoog is.

De negatieve en de positieve indicatoren vertonen een stabiel beeld. De deelscores voor de negatieve indicatoren zijn de laatste 10 jaar vrij hoog, wat betekent dat er relatief weinig negatieve indicatoren in de levensgemeenschap aanwezig zijn. Het ontbreken van negatieve indicatoren draagt in alle waterlichamen flink bij aan de totale score, zie de rode balkjes in figuur Figuur 4-11 tot en met Figuur 4-14. In de periode ervoor worden nog regelmatig veel negatieve indicatoren gevangen, met name in de Bovenmaas en de Grensmaas. Het aandeel positieve indicatoren is de laatste 10 jaar (veel) te laag en draagt nauwelijks bij aan de totale KRW-score (blauwe balkjes in Figuur 4-11 tot en met Figuur 4-14).

De KRW-score voor de zoete getijdenwateren Beneden Maas en Bergsche Maas (watertype R8) wordt bepaald door de laagste score van de deelmaatlat 'ondiepe oever' en 'diepe bodem' (zie ook paragraaf 4.2.2). Uit Figuur 4-15 en Figuur 4-16 blijkt dat dit in de meeste gevallen de score voor de ondiepe oever is (groene balkjes). Waar de score voor de diepe bodem bepalend is voor de score, wordt dit vooral bepaald door de sedimentvervuiling (paarse balkjes).



Figuur 4-18: Ontwikkeling van de deelscores voor de ondiepe oever en diepe bodem (boven) en de deelmaatlaten voor de diepe bodem: algemene verstoring en sedimentvervuiling (onder) (maatlat R8).

In Figuur 4-18 is de ontwikkeling van de scores voor de deelmaatlaten weergegeven, evenals de scores voor de deelmaatlaten van de 'diepe bodem' (algemene verstoring en sedimentvervuiling).

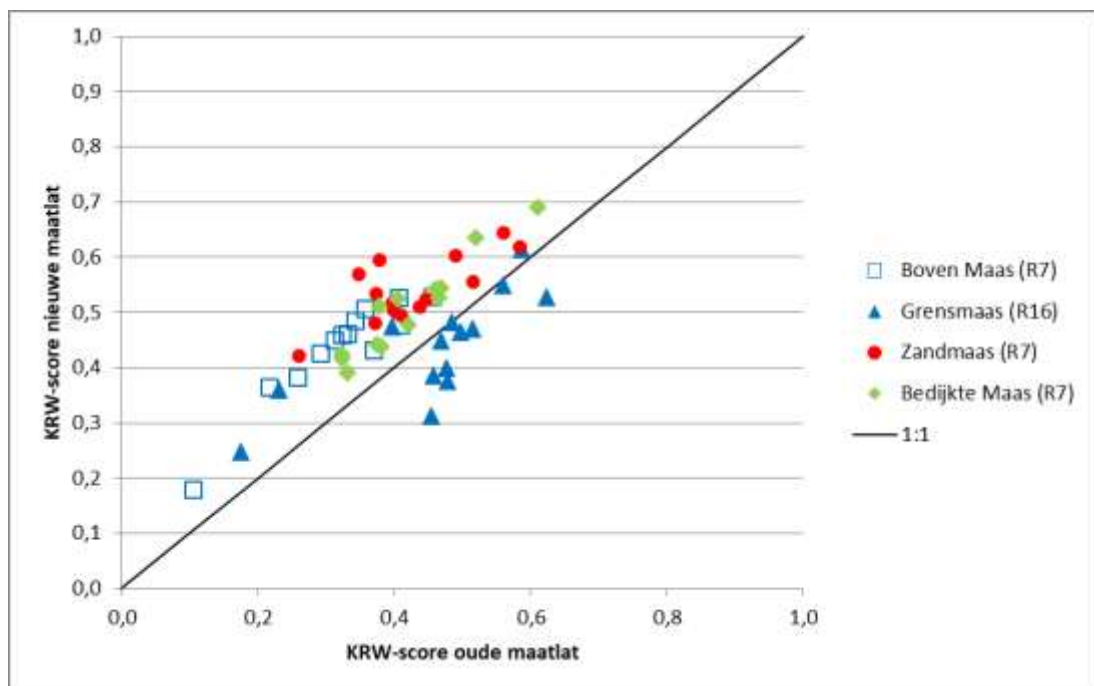
De scores voor de ondiepe oever (stenen) zijn wat afgenomen sinds 1992. De toename van de score voor de Beneden Maas is het gevolg van de (veel) hogere scores van de monsters op de locaties in de Afgedamde Maas (Veen en Nederhemert, worden meegenomen sinds 2010). Hier is een wat natuurlijker ondiepe bodem aanwezig, hier is de diversiteit (aantal genera) een stuk groter dan in de steenbestortingen. In de Beneden Maas en Bergsche Maas ontbreekt deze ondiepe oever.

De scores voor de diepe bodem zijn variabel, maar over het algemeen vrij goed. Hier valt vooral de toename van de score voor de Bergsche Maas op in de periode 1992-2000; deze is vooral te danken aan een toename van de score voor de voor sedimentvervuiling (dus minder vervuiling indicators). Vanaf 2000 scoort de Bergsche Maas over de hele linie beter op de maatlat sedimentvervuiling dan de Beneden Maas.

Wijziging maatlaten

Voor de planperiode 2022-2027 zijn de maatlaten voor macrofauna voor het watertype R7 en R16 aangepast. In de nieuwe maatlaten telt het ontbreken van EPT-families minder zwaar mee (watertype R7) en is er geen maximum meer gesteld voor het aandeel negatieve indicatoren ('DNmax' is vervallen). Daarnaast is de lijst met kenmerkende soorten bijgewerkt.

Uit een vergelijking van de oude en nieuwe maatlatscores uit de dataset van de Maas blijkt dat de scores op de nieuwe maatlat voor R7 0,1 tot 0,2 hoger liggen dan de scores op de oude maatlat, zie Figuur 4-19. Hier zal rekening mee gehouden moeten worden bij het afleiden van de doelen voor de volgende planperiode (de zogenaamde 'technische doelaanpassing').



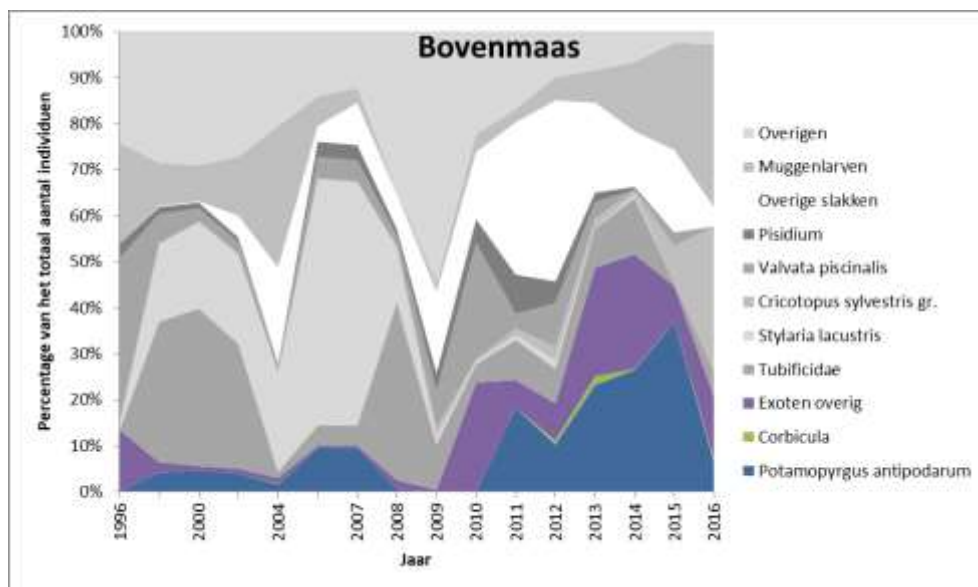
Figuur 4-19: Vergelijking van de oude maatlatscores voor watertype R7 en R16 (x-as) met de nieuwe maatlatscores (y-as).

Dominante soorten

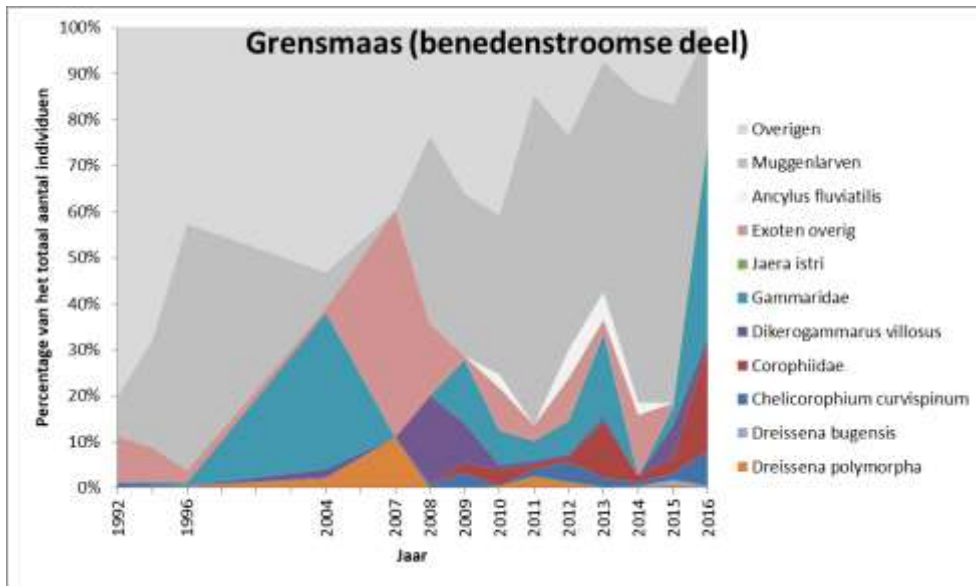
In Figuur 4-20 tot en met Figuur 4-23 zijn de dominante soorten en hun aandeel in de levensgemeenschap op stenen in de oever weergegeven; dit is op de meeste plekken het enige

beschikbare (en bemonsterde) habitat langs de oevers van de Maas. Hierbij zijn de uitheemse soorten ('exoten') met een kleur weergegeven en de overige soorten in grijs tinten. De overgang van kleur naar grijs tinten markeert het percentage exoten op de stenen.

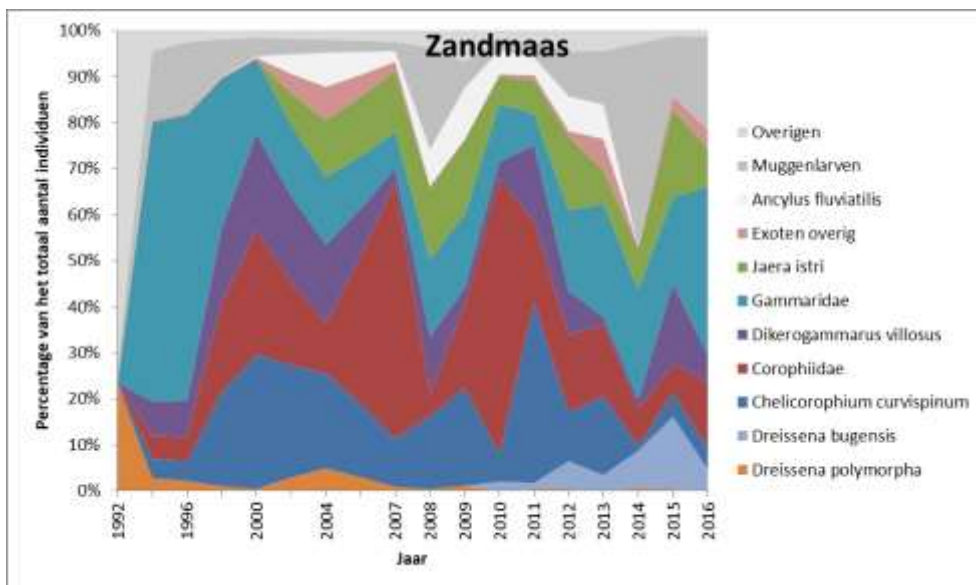
Het eerste wat opvalt, is dat de dominantie van exoten in de Grensmaas (benedenstrooms deel) en de Bovenmaas een stuk kleiner is dan in de Zandmaas en Getijden Maas: in de laatste twee waterlichamen is tot meer dan 90% van het aantal individuen op stenen 'exoot'. Verder valt op dat het aandeel van de dominante soorten in de levensgemeenschap van jaar tot jaar verschilt. In de loop van de tijd wordt de rol van de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) geleidelijk overgenomen voor de quaggamossel (*Dreissena bugensis*) en is er sprake van nieuwe soorten die achtereenvolgens de Maas 'binnen komen': de Kaspische slijkgarnaal (*Chelicorophium curvispinum*/*Corophiidae*), de Pontokaspische vlokreeft (*Dikerogammarus villosus*/*Gammaridae*) en de Donaupissebed (*Jaera istri*). In sommige jaren bestaat meer dan de helft van de levensgemeenschap uit één soort.



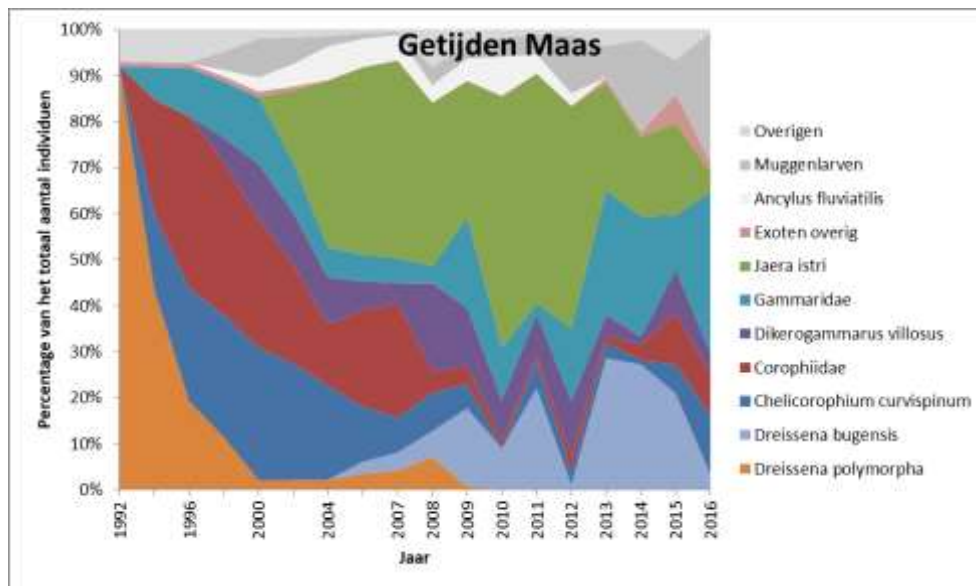
Figuur 4-20: Dominante soorten en ontwikkeling van de relatieve abundantie in de ondiepe oeverzone, bemonsterd met een handnet. In de figuur zijn de exoten met een kleur weergegeven en de overige soorten in grijs tinten. De overgang van kleur naar grijs tinten markeert het percentage exoten.



Figuur 4-21: Dominante soorten en ontwikkeling van de relatieve abundantie op stenen in de oeverzone. In de figuur zijn de exoten met een kleur weergegeven en de overige soorten in grijsinten. De overgang van kleur naar grijsinten markeert het percentage exoten op de stenen.



Figuur 4-22: Dominante soorten en ontwikkeling van de relatieve abundantie op stenen in de oeverzone. In de figuur zijn de exoten met een kleur weergegeven en de overige soorten in grijsinten.



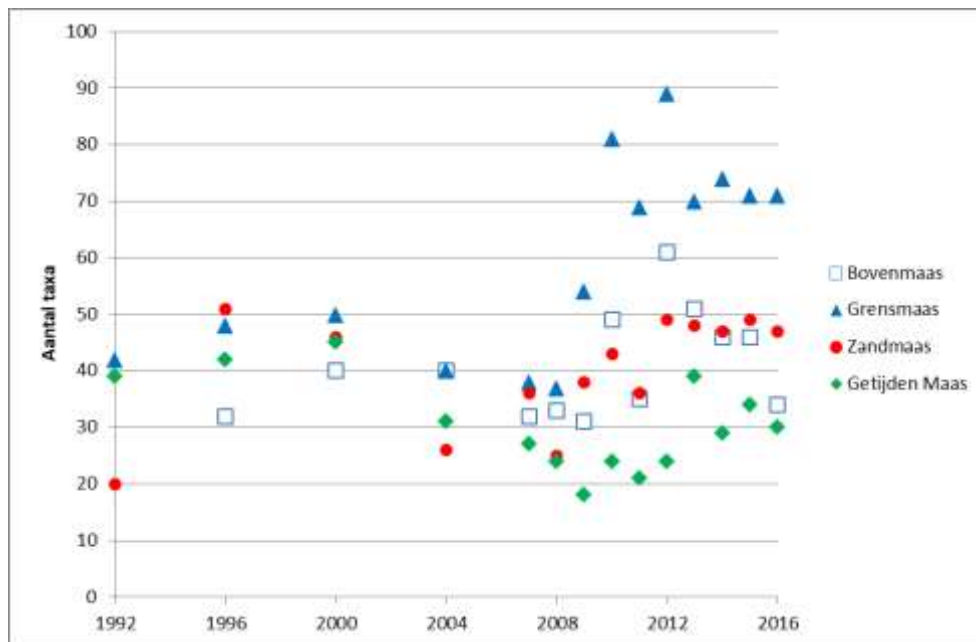
Figuur 4-23: Dominante soorten en ontwikkeling van de relatieve abundantie op stenen in de oeverzone. In de figuur zijn de exoten met een kleur weergegeven en de overige soorten in grijs tinten. De overgang van kleur naar grijs tinten markeert het percentage exoten op de stenen.

Van de 'inheemse' soorten is de ronde beekmuts (*Ancylus fluviatilis*, een afgeplat, mutsvormig slakje) de enige soort die zich qua aantallen kan meten met de exoten. Van de overige groepen zijn de muggenlarven het meest dominant. Deze groep bestaat uit zeer veel soorten.

Soortendiversiteit

In Figuur 4-24 is de ontwikkeling van het totaal aantal soorten en soortgroepen ('taxa') in de ondiepe oever weergegeven. De bemonsteringsinspanning in de Bovenmaas (met 1 bemonsteringslocatie) is kleiner dan in de overige riviertakken (3 bemonsteringslocaties), waardoor de kans op het vangen van soorten daar een stuk lager is.

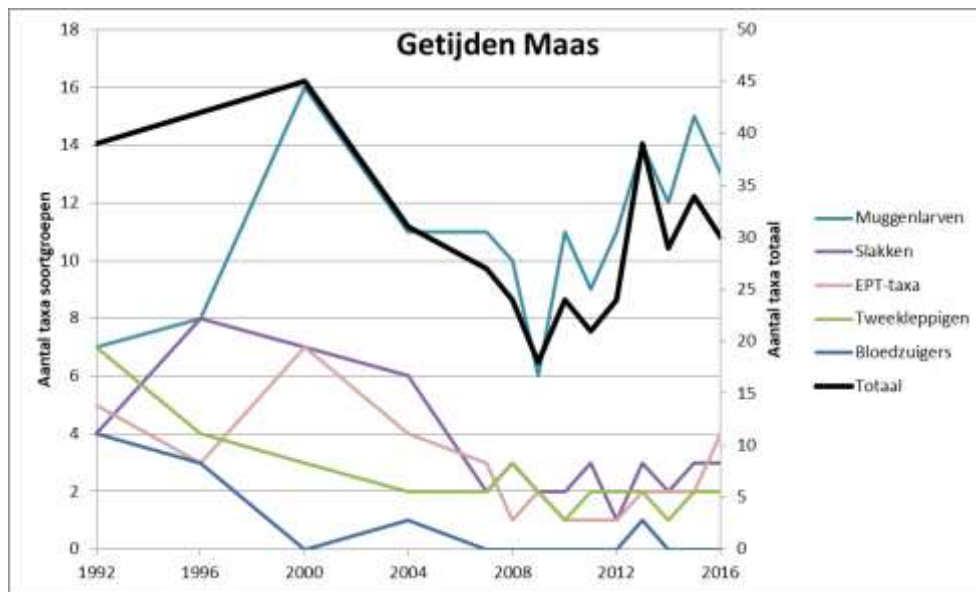
De soortendiversiteit is het hoogst in de Grensmaas en het laagst in de Getijden Maas. Na ca. 2008 is het aantal taxa in de Grensmaas sterk gestegen, terwijl het aantal taxa in de Getijden Maas eerder iets gedaald lijkt. Wat verder opvalt in de tijdreeks is het lage aantal taxa in de periode 2004-2008 in alle riviertakken. In de Getijden Maas is het aantal taxa daarna nog iets verder weggezakt tot net iets meer dan 20 taxa in de periode 2008-2012. Daarna heeft het aantal taxa zich weer enigszins hersteld.



Figuur 4-24: Ontwikkeling van het aantal soorten en soortgroepen (aantal taxa) in de ondiepe oever.

De ontwikkelingen in het aantal taxa wordt voornamelijk bepaald door de muggenlarven, zie bijvoorbeeld Figuur 4-25. Dit is een soortgroep met veel soorten. Daarnaast is het aantal taxa bloedzuigers en platwormen in alle riviertakken afgenomen tot nul. Voor de overige soortgroepen verschilt de ontwikkeling van het aantal taxa per riviertak. Zo is in de Grensmaas het aantal taxa wormen en EPT-taxa toegenomen, terwijl in de Bovenmaas vooral het aantal taxa van de kreeftachtigen, tweekleppigen en EPT-taxa is toegenomen. In de Getijden Maas is juist een afname van vooral de slakken, EPT-taxa en tweekleppigen zichtbaar, zie Figuur 4-25.

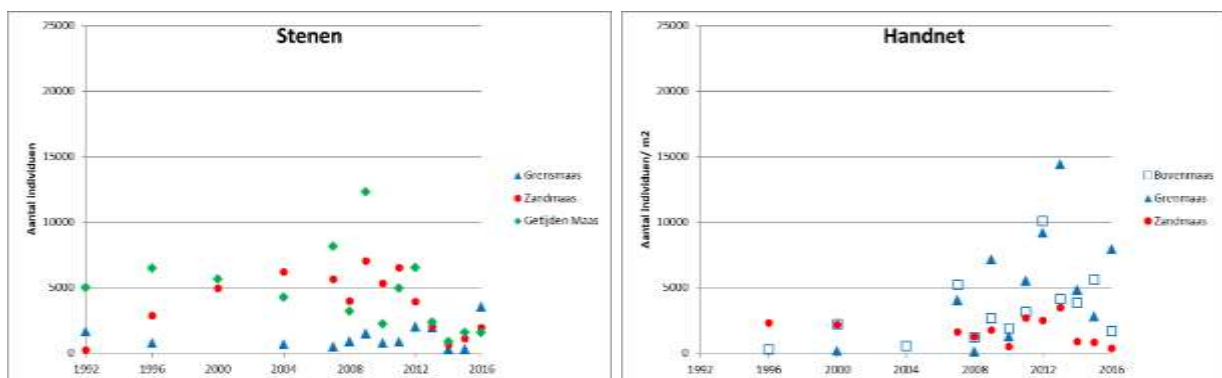
De interpretatie van de ontwikkelingen in het aantal taxa wordt bemoeilijkt door wijzigingen in de analysemethoden op het laboratorium (Postma 2018). Sinds 2006 worden de verzamelde monsters niet meer in zijn geheel geanalyseerd ('uitgezocht'), maar gedeeltelijk. In 2015-2016 lag de uitgezochte fractie voor handnetmonsters gemiddeld op 1/10 tot 1/15 deel van het totale monster. Dit wordt maar deels ondervangen door de 'screening' van de rest van het monster. Bovendien worden van allerlei kenmerkende groepen macrofauna minder individuen gedetermineerd dan geadviseerd vanuit het RWS-protocol en/of Hydrobiologisch handboek. Hierdoor is de kans op het aantreffen van soorten die in lage aantallen voorkomen verlaagd (Postma 2018), met een lager aantal taxa tot gevolg. Of dit ook een effect heeft op de beoordeling van de ecologische toestand (EKR-score) is onduidelijk en moet nog worden uitgezocht (Postma 2018).



Figuur 4-25: Ontwikkeling van het aantal soorten en soortgroepen (taxa) per hoofd-soortgroep (linker as) en totaal (rechter as) in de Getijden Maas.

Dichtheden

Ten slotte is in Figuur 4-26 de ontwikkeling van de gemiddelde dichtheden op stenen en in de ondiepe bodem weergegeven. De dichtheden op stenen bedragen tussen de 500-5.000 individuen op 5 stenen. Opvallend is dat de dichtheden in de Grensmaas lager zijn dan in de overige riviertakken en dat de dichtheden de laatste 4 jaren niet meer boven de 2.000 individuen zijn uitgekomen. In de ondiepe bodem, bemonsterd met een handnet, zijn de dichtheden in de Bovenmaas en Grensmaas vanaf ca. 2008 toegenomen tot 10.000-15.000 individuen per m². In de Zandmaas is deze toename niet waargenomen, wel zijn de dichtheden hier de laatste 3 jaren net als op de stenen (veel) lager dan voorheen.



Figuur 4-26: Ontwikkeling van de dichtheden op 5 stenen in de oever (links) en in de ondiepe bodem (bemonsterd met het handnet, aantal individuen per m²) (rechts).

Net als bij de ontwikkeling van de soortendiversiteit geldt ook hier dat de resultaten worden beïnvloed door wijzigingen in de analysemethode sinds 2006 (Postma 2018). De berekende totale dichtheid neemt sindsdien sterk toe. Of dit een gevolg is van de monsteranalyse of andere ontwikkelingen in het waterlichaam is moeilijk causaal vast te stellen, maar vanuit laboratoria wordt aangegeven dat dit zeker ook samenhangt met wijzigingen van de monsteranalyse (Postma 2018).

4.2.2 Diepe bodem

Bemonstering

De diepe bodem wordt bemonsterd vanaf de boot. Afhankelijk van de samenstelling van het substraat wordt hierbij een (van Veen) happer gebruikt (fijn zand) of een werpkorf (grof zand en grind). De bemonstering met de happer is kwalitatief; dat wil zeggen dat het bemonsterde oppervlak niet betrouwbaar is vast te stellen. Bij de bemonsteringen met de werpkorf wordt alleen de hoeveelheid opgehaald grind genoteerd (in liters); van deze bemonsteringen is het bemonsterde oppervlak onbekend. De diepe bodem wordt om de ca. drie jaar bemonsterd.

Voor de analyse van de diepe bodem is gebruik gemaakt van de beschikbare locaties met een lange meetreeks: Ohé (Grensmaas), Belfeld, Bergen en Grave (Zandmaas en Bedijkte Maas) en Gewande, Drongelen en Keizersveer (Getijden Maas). In het bovenstroomse deel van de Grensmaas wordt de diepe bodem niet bemonsterd. De Bovenmaas wordt niet meer bemonsterd sinds 2010 vanwege problemen bij de monsternamen (harde bodem).

Dominante soorten

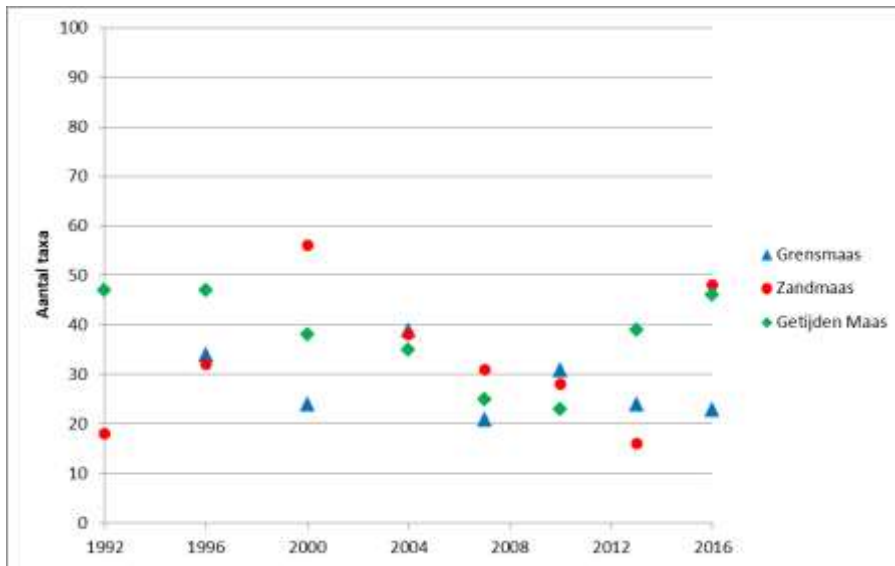
De diepe bodem wordt vooral bevolkt door mosselen (*Dreissena* en *Corbicula*), wormen (*Tubificidae* en *Hypania invalida*), kleine vlokreeften (*Gammaridae*), de Kaspische slijkgarnaal (*Chelicorophium curvispinum*) en de Donaupissebed (*Jaera istri*), zie Tabel 4-6. Dit zijn grofweg dezelfde soorten als in de ondiepe oever (zie paragraaf 4.2.1). Ook in de diepe bodem is de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) vanaf 2007 geleidelijk verdrongen door de Quaggamossel (*Dreissena bugensis*).

Tabel 4-6: Top-7 dominante soorten wat betreft presentie (percentage aanwezigheid in het totaal aantal monsters) en abundantie (percentage van het totaal aantal individuen) in de diepe bodem. Exoten zijn aangeduid met een *.

Presentie		Abundantie	
<i>Dreissena polymorpha/ bugensis</i> *	94%	<i>Chelicorophium curvispinum</i> *	19%
Tubificidae	92%	<i>Dreissena polymorpha/ bugensis</i> *	15%
<i>Corbicula fluminea</i> *	88%	<i>Corbicula fluminea</i> *	11%
Gammaridae*	78%	<i>Hypania invalida</i> *	10%
<i>Hypania invalida</i> *	76%	Tubificidae	6%
<i>Chelicorophium curvispinum</i> *	58%	Gammaridae*	5%
<i>Jaera istri</i> *	54%	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> *	3%

Soortendiversiteit

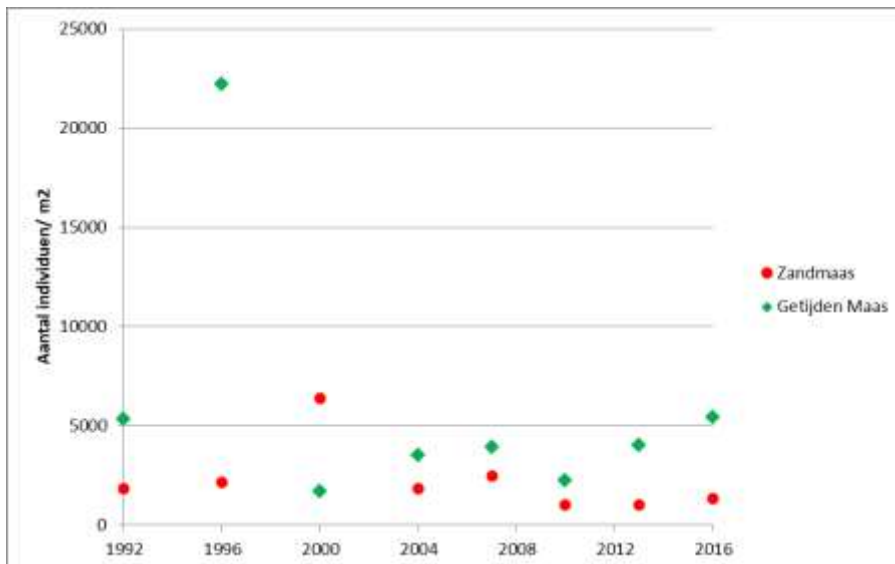
In Figuur 4-27 is de ontwikkeling van het aantal soorten en soortgroepen (taxa) in de diepe bodem weergegeven. Het aantal aangetroffen taxa is redelijk stabiel, met een 'dip' in 2007 en 2010. In de Getijden Maas en de Zandmaas heeft het aantal soorten zich nadien weer hersteld, dit was niet het geval in het benedenstroomse deel van de Grensmaas (locatie Ohé).



Figuur 4-27: Ontwikkeling van het aantal soorten en soortgroepen (aantal taxa) in de diepe bodem.

Dichtheden

In Figuur 4-28 is de ontwikkeling van de dichtheden in de diepe bodem van de Zandmaas en Getijden Maas weergegeven. De resultaten zijn indicatief en er zijn niet van alle riviertakken gegevens bekend, zie onder 'monstername'. Uit de figuur blijkt dat de dichtheden vrij stabiel zijn tot gemiddeld 5.000 individuen per m². De dichtheden in de Getijden Maas liggen hierbij hoger dan in de Zandmaas. Dit hangt samen met de samenstelling van de bodem: de benedenstroomse delen zijn geschikter voor de meeste macrofaunasoorten vanwege de fijnere, minder dynamische en voedselrijkere bodems die daar voorkomen. De middentrajecten met dynamische zandbodems zijn daarentegen voor weinig soorten geschikt.



Figuur 4-28: Ontwikkeling van de dichtheden in de diepe bodem (indicatief, aantal individuen per m²).

4.2.3 Exoten

Eerste waarnemingen

Exoten zijn soorten die niet van oudsher in Nederland voorkomen, maar zich in de loop van de tijd in Nederland hebben gevestigd. Bij de start van de biologische monitoring in 1992 zijn er al behoorlijk wat soorten exoten aanwezig in de Maas. De meeste van deze soorten worden nog steeds frequent aangetroffen, m.n. de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*), de Kaspische slijkgarnaal (*Chelicerophium curvispinum*), het Jenkins' waterhoren (*Potamopyrgus antipodarum*) en de Aziatische korfmossel (*Corbicula fluminea*). Een aantal van de toen aanwezig soorten exoten zijn inmiddels (vrijwel) verdwenen, waaronder de vlokreeft *Proasellus meridianus* (laatste waarneming 1998), de platworm *Giardia tigrina* (2005) en de vlokreeft *Gammarus tigrinus* (sterk achteruit gegaan, nu vrijwel verdwenen).



Figuur 4-29: Quaggamossel (links, boven), Driehoeksmossel (links, onder) en Aziatische korfmossel (met kleine quaggamosselen) (rechts).

Tabel 4-7: Eerste waarneming (wn) van de meest frequent voorkomende exoten-soorten in de Maas na 1992.

Soort	Nederlandse naam	Wn	Opmerkingen
<i>Dikerogammarus villosus</i>	Pontokaspische vlokreeft	1996	
<i>Hypania invalida</i>	- (borstelworm)	1998	
<i>Jaera istri</i>	Donaupissebed	1999	
<i>Limnomysis benedeni</i>	Kaspische slanke aasgarnaal	2000	
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	Donauplatworm	2001	Verdwenen (v.a. 2013)
<i>Dreissena bugensis</i>	Quaggamossel	2007	
<i>Chelicerophium robustum</i>	- (slijkgarnaal)	2008	
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	- (vlokreeft)	2010	
<i>Chelicerophium sowinskyi</i>	- (slijkgarnaal)	2013	Verdwenen (v.a. 2015)
<i>Caspihalacarus hyrcanus</i>	- (watermijt)	2015	
<i>Murchisonella</i>	Vreemde speldhoren	2017	
<i>Katamysis warpachowskyi</i>	- (aasgarnaal)	2017	

In Tabel 4-7 is de eerste waarneming van de overige meest frequent voorkomende exoten-soorten in de Maas weergegeven. De meeste van deze soorten arriveren in de Maas 1 à 2 jaar na hun eerste waarneming in de Rijntakken (zie (Reeze, et al. 2017)). Uitzonderingen zijn de quaggamossel die gelijktijdig in Rijn en Maas arriveren en de slijkgarnaal *Chelicerophium robustum* die pas 5 jaar

later voor het eerst opduikt in de Maas. Meest recente aanwinsten (in 2017) zijn de vreemde speldhoren (*Murchisonella*, voor het eerst waargenomen in 2014 in het Krammer-Volkerak) en een derde aasgarnaal uit het Kaspische gebied: *Katamysis warpachowskyi* (in 2016 in de Rijn). Beide soorten lijken zich snel uit te breiden in het rivierengebied.

Dominantie van exoten

De meest frequent voorkomende soort in de hele dataset van de Maas is de inheemse muggenlarve *Dicrotendipes nervosus*, zie Tabel 4-8. Deze soort is ongevoelig voor (organische) belasting en wordt in de KRW-maatlat aangeduid als 'dominant negatief', wat wil zeggen dat de soort bij hoge abundanties negatief meetelt voor de KRW-score. De soort met het hoogste aantal individuen in de dataset in het Jenkins' waterhoren (*Potamopyrgus antipodarum*). Met uitzondering van de muggenlarven *Dicrotendipes nervosus* en *Cricotopus bicinctus* en de wormen (*Tubificidae*) zijn alle soorten in Tabel 4-8 'exoot'. Op basis van de aangetroffen soorten geldt dit ook voor de soortgroep van de vlokreeften (*Gammaridae*).

De (ontwikkeling van de) dominantie van de exoten wordt verder goed geïllustreerd aan de hand van Figuur 4-21 tot en met Figuur 4-23. De overgang van kleur naar grijs tinten markeert hier het totale percentage exoten. Uit de figuur blijkt dat het aandeel van de exoten op stenen in de oeverzone van de Zandmaas en Getijden Maas tot 90% kan bedragen en hoog blijft. In het benedenstroomse deel van de Grensmaas is deze dominantie een stuk lager.

Tabel 4-8: Top-7 dominante soorten wat betreft presentie (percentage aanwezigheid in het totaal aantal monsters) en abundantie (percentage van het totaal aantal individuen). Exoten zijn aangeduid met een *.

Presentie		Abundantie	
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	75%	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> *	13%
<i>Gammaridae</i> *	68%	<i>Tubificidae</i>	8%
<i>Dreissena polymorpha</i> *	62%	<i>Gammaridae</i> *	6%
<i>Chelicorophium curvispinum</i> *	61%	<i>Chelicorophium curvispinum</i> *	5%
<i>Cricotopus bicinctus</i>	60%	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	5%
<i>Dikerogammarus villosus</i> *	55%	<i>Jaera istri</i> *	4%
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> *	54%	<i>Dreissena polymorpha</i> *	4%

Dit geldt ook voor de Bovenmaas (Figuur 4-20) en het bovenstroomse deel van de Grensmaas (niet getoond), maar dit verschil kan ook worden verklaard door het beschikbare habitat en de bijbehorende monsternamemethode. In de genoemde watersystemen is de ondiepe bodem bemonsterd en zijn de stenen niet (aanvullend) bemonsterd. Uit de analyse van de Rijntakken blijkt dat het aandeel exoten in de ondiepe bodem lager is dan op stenen en bovendien afneemt (Reeze, et al. 2017). Overigens zijn er ook verschillen in de (ontwikkeling van) het aantal soorten tussen stenen en de ondiepe bodem (Reeze, et al. 2017). Met behulp van de monsters van de natuurvriendelijke oevers (vanaf 2011) is een vergelijkbare analyse mogelijk en kan de ontwikkeling in de ondiepe bodem worden vergeleken met de ontwikkeling op stenen.

4.2.4 Kenmerkende riviersoorten

Waar exoten van oorsprong niet thuis horen in de Nederlandse rivieren, doen kenmerkende riviersoorten dat juist wel. De kenmerkende riviersoorten komen vooral uit de groep van de eendagsvliegen (haften), steenvliegen, kokerjuffers en libellen. Deze soortgroepen komen als larve in het water voor, waarna ze uitvliegen, paren en via de eieren weer terugkeren in het water. Er zijn geen macrofaunasoorten aangewezen als Habitatsoort voor de Maas in het kader van Natura 2000.

In

Tabel 4-9 zijn de meest frequent voorkomende soorten uit deze groepen gepresenteerd. De meest frequent voorkomende kenmerkende riviersoort is de kokerjuffer *Ecnomus tenellus*, een soort die vooral te vinden is op hard substraat in de oeverzone. Daarnaast is de eendagsvliegen *Caenis luctuosa* zeer frequent aanwezig. Voor de KRW-maatlat geldt *Ecnomus tenellus* echter niet als kenmerkende soort, *Caenis luctuosa* wel.

Opvallend in deze groep is dat de soorten ofwel tolerant zijn, d.w.z. niet zo gevoelig voor verstoring en vervuiling, ofwel niet meer in de monsters zijn aangetroffen, zie

Tabel 4-9. Steenvliegen zijn in het geheel niet aangetroffen. Net als bij de ontwikkeling van de soortendiversiteit van de ondiepe oever wordt de interpretatie van de resultaten voor kenmerkende riviersoorten bemoeilijkt door wijzigingen in de analysemethoden op het laboratorium. Hierdoor is de kans op het aantreffen van soorten die in lage aantallen voorkomen sinds 2006 afgenomen (Postma 2018). Dit kan voor een aantal soorten een verklaring zijn voor de waargenomen afname, maar niet voor alle.

Wat verder opvalt, is dat enkele bekende kenmerkende riviersoorten niet als larve zijn aangetroffen in de Maas (alle monsters van Rijkswaterstaat sinds 1992), met name zomersneeuw (*Ephoron virgo*) de rivierrombout (*Gomphus flavipes*) en de beekrombout (*Gomphus vulgatissimus*).

Zomersneeuw wordt als adult vooral gezien langs de Zandmaas. Tijdens de najaarsbemonstering is de soort voornamelijk als ei aanwezig, de kans om de soort aan te treffen in de monsters is dan dus niet zo groot, maar ook in het voorjaar is de soort nooit gevonden (947 monsters, waarvan 206 in het voorjaar, m.n. kunstmatig substraat ('knikkerkorfjes') in Eijsden en Borgharen).



Figuur 4-30: Schoraaas (*Ephoron virgo*), 'veroorzaker' van 'zomersneeuw' (links) (foto: Daan Drukker) en rivierrombout, net uitgeslopen (rechts) (foto: John Lenssen).

Voor de rivierrombout en de beekrombout geldt dat volwassen libellen veel gemakkelijker te vinden zijn dan hun larven. De larven leven meerdere jaren onderwater in zandig substraat van rivieroever en beken. Na enkele jaren als larven te hebben geleefd, sluipen ze uit en zijn dan als libel te vinden veel rond oeverruigtes langs de rivier (Buijse, et al. 2019).

De rivierrombout wordt sinds enkele jaren (ca. 2014) weer aangetroffen langs de Beneden Maas. Er zijn hier ook huidjes van larven aangetroffen (www.waarneming.nl 2019), wat duidt op lokale voorplanting (Buijse, et al. 2019). De Beneden Maas is veruit het meest geschikte Maastraject met relatief veel

zandige oevers en kribvakken met enige zanddynamiek. Vermoedelijk is rivierrombout 'over komen waaien' vanuit de Waal.

De beekrombout is tussen 2008 en 2011 langs verschillende oevers langs de Zandmaas en de Bedijkte Maas aangetroffen, steeds in beperkte aantallen. De beekrombout heeft momenteel weer

goede populaties in de grotere beken van Limburg (Roer, Swalm, Leubeek, Niers) (Buijse, et al. 2019). De locaties en de lage aantallen ondersteunen het vermoeden dat het vaak om drift vanuit de zijbeken gaat en dat de gestuwde Maas geen optimaal biotoop vormt voor deze soort.

Tabel 4-9: Voorkomen van enkele kenmerkende riviersoorten en hun presentie (percentage van het totaal aantal monsters) in de dataset van de Maas (1992-2016).

Soort	Nederlandse naam	%	Opmerkingen
Eendagsvliegen, steenvliegen, kokerjuffers en libellen, frequent voorkomend			
<i>Ecnomus tenellus</i>	- (kokerjuffer)	46	Tolerant
<i>Caenis luctuosa</i>	Ochtendslijkhaft	44	Tolerant
<i>Tinodes waeneri</i>	- (kokerjuffer)	17	Toegenomen
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	- (kokerjuffer)	8	Afgenomen (v.a. 1997)
<i>Cyrnus flavidus</i>	- (kokerjuffer)	5	Verdwenen (v.a. 1997)
Baetidae	- (eendagsvlieg)	5	Vrijwel verdwenen
<i>Ceraclea dissimilis</i>	- (kokerjuffer)	4	Verdwenen (v.a. 2007)
<i>Hydropsyche contubernalis</i>	- (kokerjuffer)	4	Verdwenen (v.a. 2004)
<i>Nereclipsis bimaculata</i>	- (kokerjuffer)	3	Verdwenen (v.a. 2008)
<i>Cloeon dipterum</i>	Gewone tweevleugel	3	Tolerant
<i>Calopteryx splendens</i>	Weidebeekjuffer	2	
Overigen			
<i>Ancylus fluviatilis</i>	Ronde beekmuts	34	Afnemend (v.a. 2014)
Elimidae	Echte beekkevers	3	
<i>Rheotanytarsus</i>	- (muggenlarve)	8	
<i>Rheopelopia</i>	- (muggenlarve)	2	Verdwenen (v.a. 1999)
Simuliidae	- (muggenlarve)	2	Verdwenen (v.a. 2008)
Zeldzame soorten			
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	Kiezelzwemwants	0,2	
<i>Heptagenia sulphurea</i>	Zwavelhaft	0,5	

Andere 'icoonsoorten' zijn maar zeer zelden waargenomen, zoals de kiezelzwemwants *Aphelocheirus aestivalis* (2 waarnemingen) en de zwavelhaft *Heptagenia sulphurea* (5 waarnemingen). Deze soorten zijn de laatste 15 jaren niet meer waargenomen. Omdat ze wel in de Geul, Roer en Swalm voorkomen, mag aangenomen worden dat de Grensmaas en Zandmaas (nog) niet geschikt zijn voor deze soorten.

Van de overige kenmerkende riviersoorten is de ronde beekmuts (*Ancylus fluviatilis*) het meest frequent voorkomend. Deze soort gaat echter sterk achteruit. Twee andere soorten uit de groep 'overigen' worden al 10 jaar niet meer waargenomen.

4.3 Vissen

De EKR scores zijn in het algemeen laag, met name door (relatief) lage abundanties van reofiele doelsoorten. Positieve scores zijn meestal het gevolg van lage doelen voor het betreffende waterlichaam.

De omvang van het totale visbestand vertoont een negatieve trend. Met name de biomassa loopt terug, het aantal soorten blijft vrijwel gelijk. Dit komt vooral door de afname in biomassa van brasem in de hele Maas en in de Grensmaas ook van kopvoorn en barbeel.

Rivierdonderpad is als gevolg van de opkomst van uitheemse Ponto-Kaspische grondels verdwenen uit de Maas.

Behalve aal, worden trekvis in de Maas weinig aangetroffen. De aanwezigheid wordt mogelijk onderschat als gevolg van de huidige monitoringstechniek.

Dit hoofdstuk beschrijft de ecologische toestand voor vanuit KRW-perspectief op basis van de reguliere KRW-monitoring. Vervolgens wordt ook de visstand beschouwd vanuit een breder perspectief. De basis hiervoor vormen de gegevens uit het MWTL-monitoringprogramma, aangevuld met anekdotische gegevens uit andere monitoringsprogramma's. Specifiek wordt hierbij aandacht besteed aan de toestand en trends van exoten, trekvis en enkele specifiek beschermde soorten.

4.3.1 Monitoring vis

Het MWTL-monitoringprogramma omvat voor vissen zowel een actieve als een passieve monitoring. De actieve vismonitoring vindt plaats met behulp van actieve vangtuigen: elektrovisserij en boomkorvisserij. In de Grensmaas wordt vanwege de geringe waterdiepte alleen bemonsterd middels elektrovisserij. De monitoring vindt plaats in het najaar en/of in het voorjaar. Niet elk waterlichaam is altijd in dezelfde jaren bemonsterd.

De passieve vismonitoring met fuiken en zalmsteken vormde jarenlang een aanvulling op de actieve vismonitoring, met name voor de soortenrijkdom en de aantalsontwikkeling van minder algemene en zeldzame soorten. Als gevolg van het Nederlandse Aalbeheerplan (Staatscourant 2009) en het jaarrond vangstverbod op aal in 2011, wordt deze monitoring nog maar op zeer beperkte schaal uitgevoerd en is dit onderdeel inmiddels uit de maatlat voor vis gehaald. De EKR-scores voor alle voorgaande jaren zijn met deze nieuwe maatlat doorgerekend om een goede vergelijking mogelijk te maken.

Nieuwe uiterwaardwateren, als nevengeulen en strangen worden langs de Maas maar beperkt meegenomen in de MWTL-bemonstering. Alleen enkele zijwateren als plassen en havens worden bemonsterd (tot nu toe zijn deze echter niet meegenomen in de EKR-berekeningen). Onderzoek laat zien dat het ruimtelijk gebruik van vissen sterk verschilt tussen hoofdstroom en uiterwaardwateren en dat uiterwaardwateren in vergelijking met de hoofdstroom hoge dichtheden vis kunnen bevatten (Grift 2001); (Kranenbarg, et al. 2010); (Dorenbosch, Kessel en Kranenbarg, et al. 2011)). De beschreven bestandschattingen geven daarom een beeld van het visbestand gedurende het vroege voorjaar en najaar in de hoofdstroom van de rivier, maar kunnen niet worden gebruikt om uitspraken te doen over het visbestand in de tussenliggende periode en in uiterwaardwateren.

Voor het bepalen van de ecologische toestand voor de KRW en trends voor vissoorten zijn primair de resultaten van het MWTL-monitoringsprogramma gebruikt. Ter aanvulling is ook geput uit resultaten die uit de andere monitoringsactiviteiten naar voren komen.

Zo wordt al sinds 1994 met behulp van transponders gemonitord op stroomopwaarts trekkende zalm en zeeforel. Dit onderzoeksprogramma richt zich vooral op inzicht krijgen over de connectiviteit in (het Nederlandse deel van) de trekroute van deze soorten. Ook vindt incidentele monitoring plaats van vis bij vistrappen, waterkrachtcentrales, natuurvriendelijke oevers en in beken en beekmondingen.

4.3.2 Ecologische toestand KRW

Maatlatten en deelmaatlatten

De maatlat voor vis maakt onderscheid in de deelmaatlat soortensamenstelling en abundantie. Binnen de deelmaatlat soortensamenstelling wordt het aantal reofiele, diadrome en limnofiele soorten gescoord. Binnen de deelmaatlat abundantie scoort de relatieve dichtheid van reofiele en limnofiele soorten. Voor de watertypen R7 (Bovenmaas, Zandmaas en Bedijkte Maas) en R8 (Beneden Maas en Bergsche Maas) wordt de abundantie berekend op basis van aantalspercentage (dus ten opzichte van het totale visbestand), bij R16 (Grensmaas) wordt gerekend met het gewichtspercentage (Van der Molen, et al. 2018). Soorten die niet in de maatlat opgenomen zijn, tellen alleen mee in de deelmaatlat abundantie. Hoe meer niet-kenmerkende soorten (bijvoorbeeld exoten of soorten kenmerkend voor meren) voorkomen, hoe lager de abundantie van KRW-soorten en hoe lager de EKR-score.

Tabel 4-10: Indeling in gilden van vissoorten in grote riviertypen: R = reofiel, D = diadroom en L = limnofiel. Sommige soorten worden tot twee gilden gerekend (Van der Molen, et al. 2018).

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	R7	R8	R16
Siberische steur	<i>Acipenser baerii</i>	R	R	R
Atlantische steur	<i>Acipenser sturio</i>	DR	DR	DR
Gestippelde alver	<i>Alburnoides bipunctatus</i>			R
Alver	<i>Alburnus alburnus</i>	R	R	R
Elft	<i>Alosa alosa</i>	DR	DR	DR
Fint	<i>Alosa fallax</i>		D	
Aal/paling	<i>Anguilla anguilla</i>	D	D	D
Bermpje	<i>Barbatula barbatula</i>			R
Barbeel	<i>Barbus barbus</i>	R	R	R
Kroeskarper	<i>Carassius carassius</i>	L	L	L
Sneep	<i>Chondrostoma nasus</i>	R	R	R
Kleine modderkruiper	<i>Cobitis taenia</i>	R	R	R
Noordzeehouting	<i>Coregonus oxyrinchus</i>	DR	DR	DR
Rivier- en/of beekdonderpad	<i>Cottus</i>	R	R	R
Driedoornige stekelbaars	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	D	D	
Riviergrondel	<i>Gobio gobio</i>	R	R	R
Rivierprik	<i>Lampetra fluviatilis</i>	DR	DR	DR
Vetje	<i>Leucaspis delineatus</i>	L	L	L
Kopvoorn	<i>Leuciscus cephalus</i>	R	R	R
Winde	<i>Leuciscus idus</i>	R	R	R

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	R7	R8	R16
Serpeling	<i>Leuciscus leuciscus</i>	R	R	R
Kwabaal	<i>Lota lota</i>	R	R	R
Grote modderkruiper	<i>Misgurnus fossilis</i>	L	L	L
Spiering	<i>Osmerus eperlanus</i>		D	
Zeeprik	<i>Petromyzon marinus</i>	DR	DR	DR
Elrits	<i>Phoxinus phoxinus</i>			R
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	D	D	
Bittervoorn	<i>Rhodeus amarus</i>	L	L	L
Atlantische zalm	<i>Salmo salar</i>	DR	DR	DR
Forel	<i>Salmo trutta</i>			R
Rietvoorn/ruisvoorn	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	L	L	L
Zeelt	<i>Tinca tinca</i>	L	L	L

Indeling ecologische gilden

Vissoorten kunnen worden ingedeeld in stromingsgildes die ook in de KRW-maatlatten een belangrijke rol spelen:

- *Reofiele* soorten zijn soorten die tenminste voor een deel van de levenscyclus een voorkeur hebben voor stromend water.
- *Limnofiele* soorten zijn soorten die een voorkeur hebben voor langzaam stromend tot stilstaand en plantenrijk water.
- *Eurytope* soorten hebben geen stromingsvoorkeur en komen voor in allerlei watertypen.

Daarnaast zijn er de *diadrome* soorten, de zogenaamde trekvissen, die voor een deel van hun levenscyclus naar een ander watertype trekken. Ook deze soorten worden apart beoordeeld in de KRW. Deze soorten kunnen tegelijk ook ingedeeld zijn in een stromingsgilde (Tabel 4-10).

Uitheimse soorten ('exoten') komen sinds jaar en dag voor in de Nederlandse wateren, maar zijn de laatste decennia sterk toegenomen. Invasieve exoten worden vaak als negatief beschouwd omdat kenmerkende inheemse soorten en de biodiversiteit erdoor achteruitgaan en het ecosysteem verstoord kan raken. Exoten die al lang voorkomen, worden uiteindelijk vaak als inheems (ingeburgerd) beschouwd (b.v. karper, snoekbaars). In de vissenmaatlat voor de KRW zijn exoten niet opgenomen, maar ze drukken indirect wel hun stempel op de scores omdat de relatieve abundantie van KRW-soorten erdoor beïnvloed wordt.

KRW-beoordeling

De ecologische toestand voor vis voldoet sinds 2015 alleen in de Bovenmaas en de Bergsche Maas (tabel 4-11). De overige waterlichamen scoren momenteel ontoereikend (Grensmaas en Bedijkte Maas) tot slecht (Zandmaas en Beneden Maas). Omdat in de Bovenmaas en de Bergsche Maas geen KRW-vismonitoring plaatsvindt, krijgen deze waterlichamen hun score toegekend op basis van visgegevens uit respectievelijk de Grensmaas en de Beneden Maas.

Tabel 4-11: Het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) en de toestand van de onderscheiden waterlichamen van de Maas voor vis in de jaren 2009, 2015 en 2018. Informatie op basis van beoordelingsdata KRW 2018 van RWS WVL. * = Beoordeling gebaseerd op een expert-oordeel.

Waterlichaam	GEP 2014	Jaar		
		2009	2015	2018
Bovenmaas	≥0,35	matig*	goed	goed
Grensmaas	≥0,6	ontoereikend*	matig	ontoereikend
Zandmaas	≥0,52	ontoereikend*	ontoereikend	slecht
Bedijkte Maas	≥0,35	matig*	ontoereikend	ontoereikend
Beneden Maas	≥0,34	matig*	ontoereikend	slecht
Bergsche Maas	≥0,1	matig*	goed	goed

Bovenmaas

Het waterlichaam Bovenmaas 'leent' de EKR-score van het waterlichaam Grensmaas omdat in de Bovenmaas geen vis bemonsterd wordt. De lagere doelen voor de Bovenmaas resulteren in een goede toestand voor vis in 2015 en 2018. Er zijn ook geen andere bemonsteringsprogramma's plaats waarbinnen vis op regelmatige basis wordt gemonitord. Hoewel het waterlichaam 'goed' scoort, is de werkelijke toestand van de visstand dus onduidelijk.

Grensmaas

In de Grensmaas worden de hoogste EKR-scores gehaald van de gehele Maas (Figuur 4-31). Omdat het doel (GEP) echter hoog ligt, is de toestand voor vis maximaal matig. Vooral de recente jaren 2015 en 2017 zijn teleurstellend. Opvallend is de relatief hoge score voor 'soortenrijkdom limnofiel' en 'abundantie reofiel'. Het aantal limnofiele soorten dat aanwezig dient te zijn om goed te scoren is vrij laag (n=4) en bovendien makkelijk te halen: Vrijwel overal in de Grensmaas kunnen de limnofiele bittervoorn (*Rhodeus amarus*), rietvoorn (*Scardinius erythrophthalmus*) en zeelt (*Tinca tinca*) worden aangetroffen. Zeelt kan bovendien in relatief hoge aantallen worden aangetroffen, waardoor in sommige jaren deelmaatlat 'abundantie limnofiel' (op basis van gewichtsaandeel) ook hoog scoort.

De Grensmaas zou als enige Nederlandse snelstromende grindrivier echter vooral reofiele soorten in hoge dichtheden moeten herbergen. Hoewel in de Grensmaas het hoogste aantal reofiele soorten wordt aangetroffen (Figuur 4-32), is de score voor 'soortenrijkdom reofiel' laag. De maatlat voor R16 vereist voor een goede toestand een hoog aantal soorten: 19 van de 21 reofiele KRW-soorten (Tabel 4-12). Dit is niet realistisch omdat hieronder zeer zeldzame of uitgestorven soorten als elft (*Alosa alosa*), Atlantische steur (*Acipenser sturio*), rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) of kwabaal (*Lota lota*) vallen die bovendien mogelijk niet met de huidige voorjaars-elektro bemonstering gevangen worden. Recent is rivierdonderpad als gevolg van de opkomst van uitheemse grondels bovendien nagenoeg verdwenen (Van Kessel, Dorenbosch en Kranenbarg, et al. 2016). Diadrome soorten worden in de Grensmaas niet of nauwelijks aangetroffen, deels door de beperkte bemonsteringsinspanning. Van de diadrome soorten zijn hierbij alleen aal (*Anguilla anguilla*) en Atlantische zalm (*Salmo salar*) aangetroffen, waarbij de laatste zeer waarschijnlijk afkomstig zijn van herintroductieprogramma's.

Zandmaas

De EKR-scores voor de Zandmaas zijn 'ontoereikend tot slecht' en in absolute zin regelmatig het laagste van de hele Maas (Figuur 4-31). De limnofiele soorten bittervoorn en zeelt kunnen op de meeste locaties in de Zandmaas worden aangetroffen, waardoor de score voor 'soortenrijkdom limnofiel' meestal nog vrij hoog is. Ook 'soortenrijkdom diadroom' scoort hier relatief hoog. Het gaat hier om soorten als aal, driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*), rivierprik en Atlantische zalm. De deelmaatlat 'soortenrijkdom reofiel' scoort laag. Ook hier is een hoog aantal

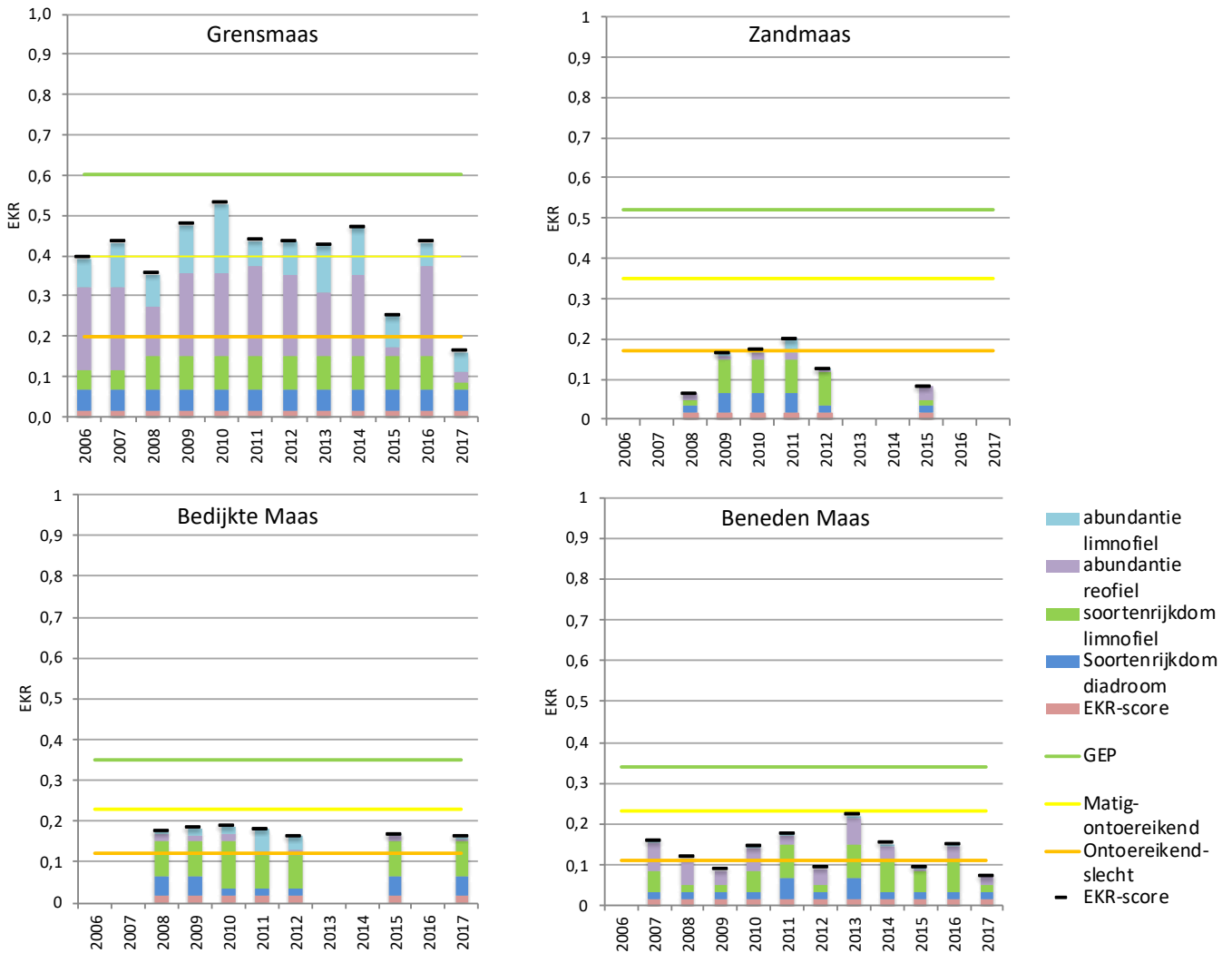
soorten (n=15) nodig om een goede score te behalen voor deze deelmaatlat. Dit is ook in de Zandmaas niet realistisch. Winde, alver en rivierdonderpad zijn in de periode 2006 – 2017 nog met enige regelmaat aangetroffen, maar de overige reofiele soorten, zoals barbeel, kleine modderkruiper, kopvoorn, riviergrondel, rivierprik, serpeling, sneep en zalm zijn zeldzaam of worden slechts zeer sporadisch gevangen en rivierdonderpad is ook hier recent gedecimeerd. De deelmaatlaten 'abundantie reofiel' en 'abundantie limnofiel' scoren zeer laag. Omdat de abundantie in de Zandmaas (R7) wordt bepaald op basis van aantalspercentage, worden de relatieve dichtheden van reofiele en limnofiele soorten negatief beïnvloed door de hoge(re) aantallen van eurytope soorten en exoten in de Zandmaas .

Bedijkte Maas en Beneden Maas

De EKR-scores voor de Bedijkte Maas en de Beneden Maas zijn 'ontoereikend tot slecht' (Figuur 4-31). De deelmaatlat 'soortenrijkdom limnofiel' draagt ook hier het meeste bij aan behaalde scores, met soorten als bittervoorn, rietvoorn, vetje en zeelt. De deelmaatlat 'soortenrijkdom reofiel' scoort ook hier laag. Behalve winde en rivierdonderpad worden hier geen andere reofiele soorten met enige regelmaat gevangen. Ook hier geldt bovendien dat de rivierdonderpad inmiddels nagenoeg is verdwenen. Beide deelmaatlaten van de maatlat 'abundantie' scoren ook hier zeer laag, door een sterke invloed van de hoge(re) aantallen van eurytope soorten en exoten.

Bergsche Maas

Binnen het MWTL-monitoringprogramma wordt de Bergsche Maas niet bemonsterd. Daarom 'leent' dit waterlichaam de EKR-score van het waterlichaam Beneden Maas, waarbij een lagere GEP wordt gehanteerd (Tabel 4-11). Daardoor is de toestandsbeoordeling voor de Bergsche Maas beter dan voor de Beneden Maas. Er zijn in de Bergsche Maas geen andere monitoringsprogramma's waarbinnen vis op regelmatige basis wordt gemonitord. Hoewel het waterlichaam 'goed' scoort, is de status van de visstand dus onduidelijk.



Figuur 4-31: Overzicht van EKR-scores per deelmaatlat van de verschillende visgildes over de jaren 2006-2017. In jaren zonder scores is geen data verzameld. De scores zijn het gemiddelde van de meetpunten binnen het waterlichaam. Omdat in de Bovenmaas en de Bergsche Maas niet gemonitord wordt, zijn deze waterlichamen hier niet opgenomen. Weergegeven zijn de EKR-scores voor de deelmaatlaten, berekend door RWS WV. De EKR-score voor de Zandmaas is voor 2017 niet berekend omdat dat jaar maar een beperkt aantal monsterpunten is bemonsterd.

Tabel 4-12: Bovengrens voor de scores van de deelmaatlatten van de riviertypen R7, R8 en R16 (Van der Molen, et al. 2018). Rood=slecht, oranje = ontoereikend, geel = matig, groen = goed.

Gilde	Bovengrens	R7	R8	R16
Reofiel, aantal soorten	0,3	10	10	14
	0,5	12	12	16
	0,7	15	15	19
	0,9	17	17	21
Diadroom, aantal soorten	0,3	3	5	1
	0,5	5	7	3
	0,7	8	10	6
	0,9	10	12	8
Limnofiel, aantal soorten	0,3	1	1	1
	0,5	2	2	2
	0,7	4	4	4
	0,9	6	6	6
Reofiel, relatieve dichtheid	0,2	10	5	20
	0,4	20	15	30
	0,6	30	25	40
	0,8	40	35	50
Limnofiel, relatieve dichtheid	0,2	1	1	0
	0,4	5	5	1
	0,6	10	10	3
	0,8	15	15	5

4.3.3 Ontwikkeling visstand

De ontwikkeling van de visstand van de Maas in ecologisch perspectief zoomt in op de ontwikkeling van soorten, stromingsgildes, aantallen en biomassa, los van de KRW-maatlatten. Hierbij worden alle soorten in beschouwing genomen, dus niet alleen de soorten die op de KRW-maatlatten voorkomen.

De basis voor de analyses vormen de resultaten van het MWTL-monitoringsprogramma (actieve en passieve vismonitoring) (zie bijlage 1 voor ligging monsterpunten). De ruwe vangstgegevens van de actieve vismonitoring zijn opgewerkt tot bestandschattingen (n/ha en kg/ha) voor het open water (boomkor) en de oevers (elektroschepnet) door deze per deelgebied te sommeren en vervolgens te delen door het bevestig oppervlak. Er heeft geen correctie plaatsgevonden voor vangstrendement.

Sinds 1997 is de bemonstering grotendeels gestandaardiseerd per waterlichaam. Niet alle waterlichamen zijn echter jaarlijks bemonsterd en ook niet op hetzelfde moment in het jaar (Tabel 4-13). Met name het bemonsteren op afwijkende momenten kan een effect hebben op de resultaten van de bemonstering. In de Grensmaas is het bemonsteringsmoment vanaf 2015 veranderd van mei naar april. In de Zandmaas en de Bedijkte Maas varieert het tussen maart en april. Bij de bevissing van de Beneden Maas zijn ook de Afgedamde Maas en het Heusdensch kanaal meegenomen. Hier is in de periode 1997 – 2018 jaarlijks bemonsterd in de maanden oktober en november.

Tabel 4-13: Overzicht van de monitoringsjaren binnen de actieve vismonitoring per waterlichaam voor het stroomgebied van de Maas in de periode 1997 – 2018. + = monitoring uitgevoerd, - = monitoring niet uitgevoerd. In de waterlichamen Bovenmaas en Bergsche Maas vindt geen vismonitoring plaats. E = elektroscaphnet (oever), B = boomkor (open water). De bemonstering van de Zandmaas is steeds verspreid over twee jaren: het ene jaar de bovenstrooms gelegen locaties, het andere jaar de benedenstrooms gelegen locaties.

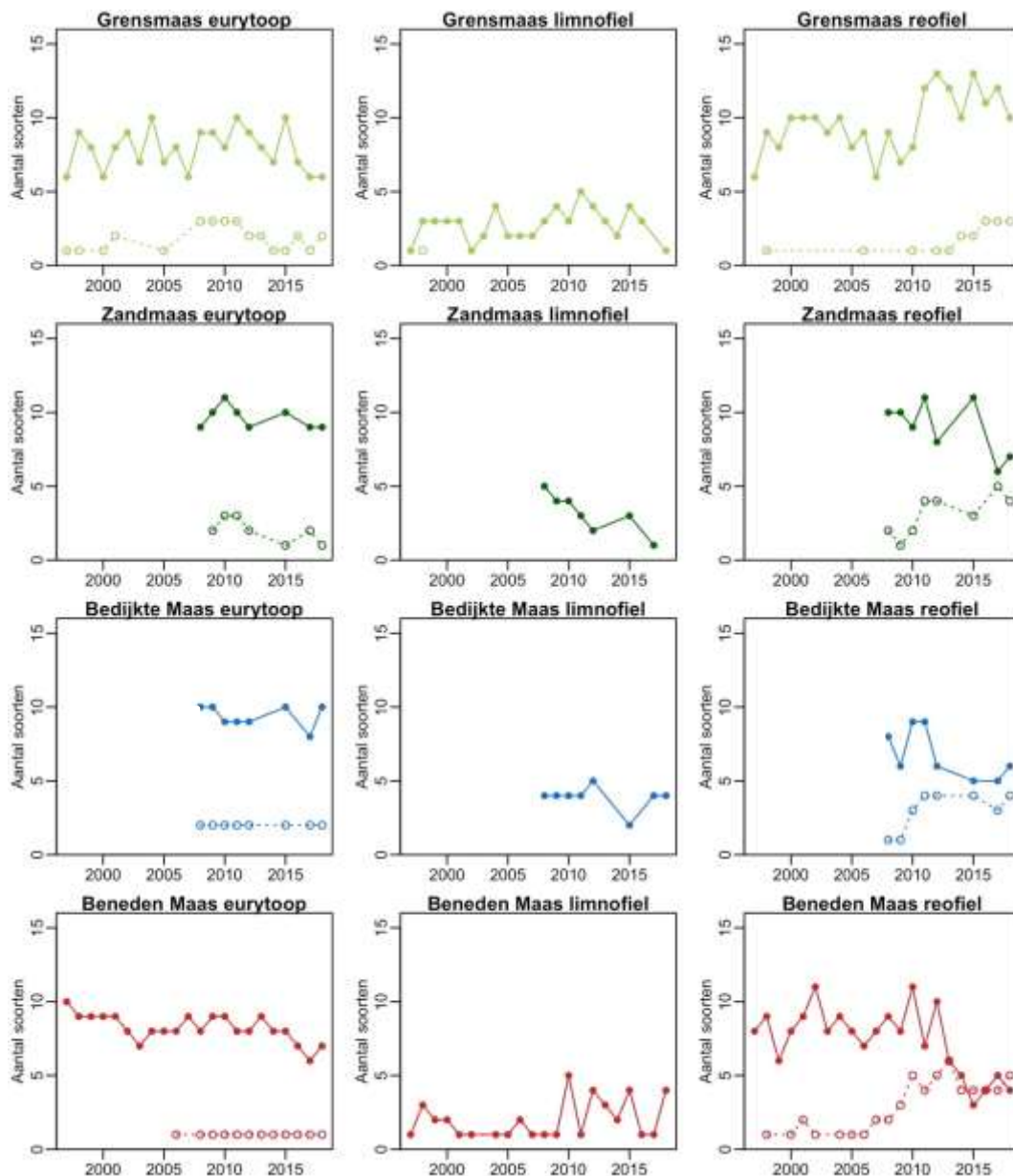
Waterlichaam	Bemonsterings periode	Methode	Monitoringsjaar																				
			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Grensmaas	Voorjaar	E	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zandmaas	Voorjaar	B/E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
Bedijkte Maas	Voorjaar	B/E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+
Beneden Maas	Najaar	B/E	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Soortensamenstelling

In de periode 1997 – 2018 zijn er tijdens de MWTL-monitoring in totaal 51 vissoorten aangetroffen, waarvan circa 25% tot de uitheemse soorten kunnen worden gerekend. Onder de uitheemse soorten worden soorten verstaan die recent de Nederlandse rivieren hebben gekoloniseerd, zoals zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*) en Donaubrasem (*Ballerus sapa*). Karper, snoekbaars en gibel worden in Nederland als ‘ingeburgerd’ (inheems) beschouwd.

De meest algemeen voorkomende soorten zijn door de jaren heen blankvoorn (*Rutilus rutilus*), baars (*Perca fluviatilis*), brasem (*Abramis brama*), zwartbekgrondel en pos (*Gymnocephalus cernua*). Voor zwartbekgrondel is dat opmerkelijk, aangezien de soort pas sinds 2009 aanwezig is (2009 Beneden Maas, 2011 – 2012 Zandmaas en 2014 Grensmaas (Van Kessel, Kranenbarg, et al. 2013).

In de Grensmaas wordt de soortensamenstelling gedomineerd door reofiele soorten, wat past bij dit snelstromende watertype. Het laatste decennium lijkt hier een positieve ontwikkeling in te zijn (Figuur 4-32). Ook eurytope soorten zijn in de Grensmaas echter goed vertegenwoordigd. In de gestuwde Zandmaas wordt de soortensamenstelling vooral bepaald door eurytope soorten en juist minder door reofiele soorten. Het aantal reofiele (en limnofiele) soorten lijkt hier recent juist te dalen. Ook in de Bedijkte Maas en de Beneden Maas lijkt het aantal reofiele soorten in recente jaren wat lager. Ook hier voeren eurytope soorten de boventoon. Eurytope soorten worden in de KRW-maatlatten voor rivieren niet gewaardeerd omdat het soorten zijn die niet specifiek kenmerkend zijn voor rivieren. In alle waterlichamen komen slechts weinig limnofiele soorten voor: de aantallen liggen tussen één en vijf (Figuur 4-32). Voor een goede score op de maatlat zijn er minstens zes nodig (Tabel 4-12). Ook is te zien dat in alle waterlichamen het aantal uitheemse reofiele soorten de laatste jaren wél is toegenomen. Dit zijn vooral de Ponto-Kaspische grondels. Deze tellen niet mee op de KRW-maatlat voor soortenrijkdom.



Figuur 4-32: Aantal eurytope, limnofiele en reofiele soorten in de waterlichamen Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte Maas en Beneden Maas, gedurende de periode 1997 – 2018, waarbij tevens onderscheid is gemaakt tussen inheemse (doorgetrokken lijn) en uitheemse (onderbroken lijn) soorten.

Omvang visbestand

Naast de soortsdiversiteit is ook de hoeveelheid vis een belangrijke indicator voor de kwaliteit van de visgemeenschap. De inschattingen van de omvang van het visbestand zijn aan enige variatie onderhevig, die deels te maken heeft met de bemonsteringsmethode en het gedrag van vissen. Zo vinden de bemonsteringen deels plaats in het vroege voorjaar (Grensmaas, Zandmaas en Bedijkte Maas) en deels in het najaar (Beneden Maas). Er kan variatie tussen de jaren optreden doordat in een koude vroege lente de vissen nog in winterclustering kunnen zitten of doordat in een koud najaar de vissen al winterclusteringen hebben gevormd. Wanneer bij toeval een winterclustering wordt bemonsterd, kan een overschatting van de visstand plaatsvinden, terwijl bij het missen van

een winterclustering het omgekeerde kan gebeuren. In de Grensmaas kan de bemonsteringsefficiëntie bovendien sterk worden beïnvloed door de grote variatie in waterstanden zowel per jaar als gedurende de dag (zie Hoofdstuk 2). De variatie die van jaar tot jaar in alle waterlichamen te zien is in het visbestand, moet dus met de nodige armslag geïnterpreteerd worden.

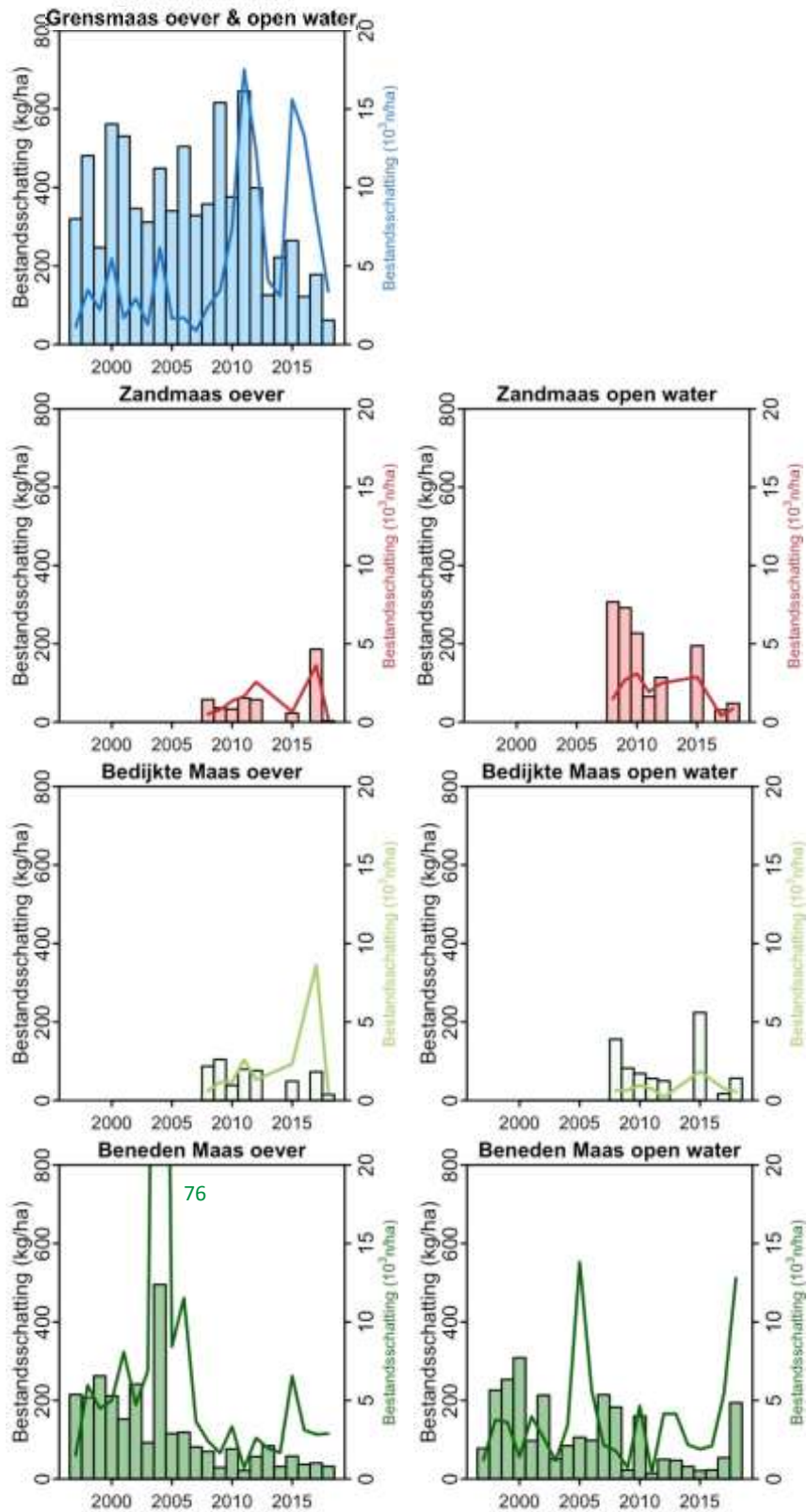
De bestandsschattingen maken onderscheid tussen de oevers (elektro) en het open water (boomkor), behalve voor de Grensmaas. Met name in de oevers kunnen zeer hoge aantallen vis worden aangetroffen. Dit zijn vooral vissen uit de kleinste lengteklassen: zowel juveniele vissen als alle levensstadia van kleine vissoorten (Figuur 4-34). Kleine en juveniele vis zoekt de beschutting op die de oevers bieden, in de vorm van ruimtes tussen stenen (ook stortstenen), water- of oevervegetatie en lokaal bomen aan of in het water. De biomassa wordt vrijwel altijd bepaald door de adulte vissen van de grote vissoorten.

Hoewel de visbiomassa jaarlijks fluctueert, lijkt de biomassa in alle waterlichamen door de oogharen heen af te nemen (met uitzondering van het open water in de Beneden Maas) (Figuur 4-33).

De visbiomassa in de Grensmaas is tot 2013 het hoogst en schommelt globaal tussen de 300 en 600 kg/ha. Sinds 2013 is de biomassa echter sterk afgenomen en inmiddels vergelijkbaar met de andere waterlichamen van de Maas. De biomassa wordt vooral bepaald door de reofiele barbeel en kopvoorn en de eurytope brasem en aal. In eerste instantie nemen de aantallen vis ook na 2013 nog toe, voornamelijk dankzij een toename van (kleine) uitheemse grondels. Recent zakt de populatie echter weer in, waarmee naast de biomassa ook de aantallen vis in de Grensmaas dalen.

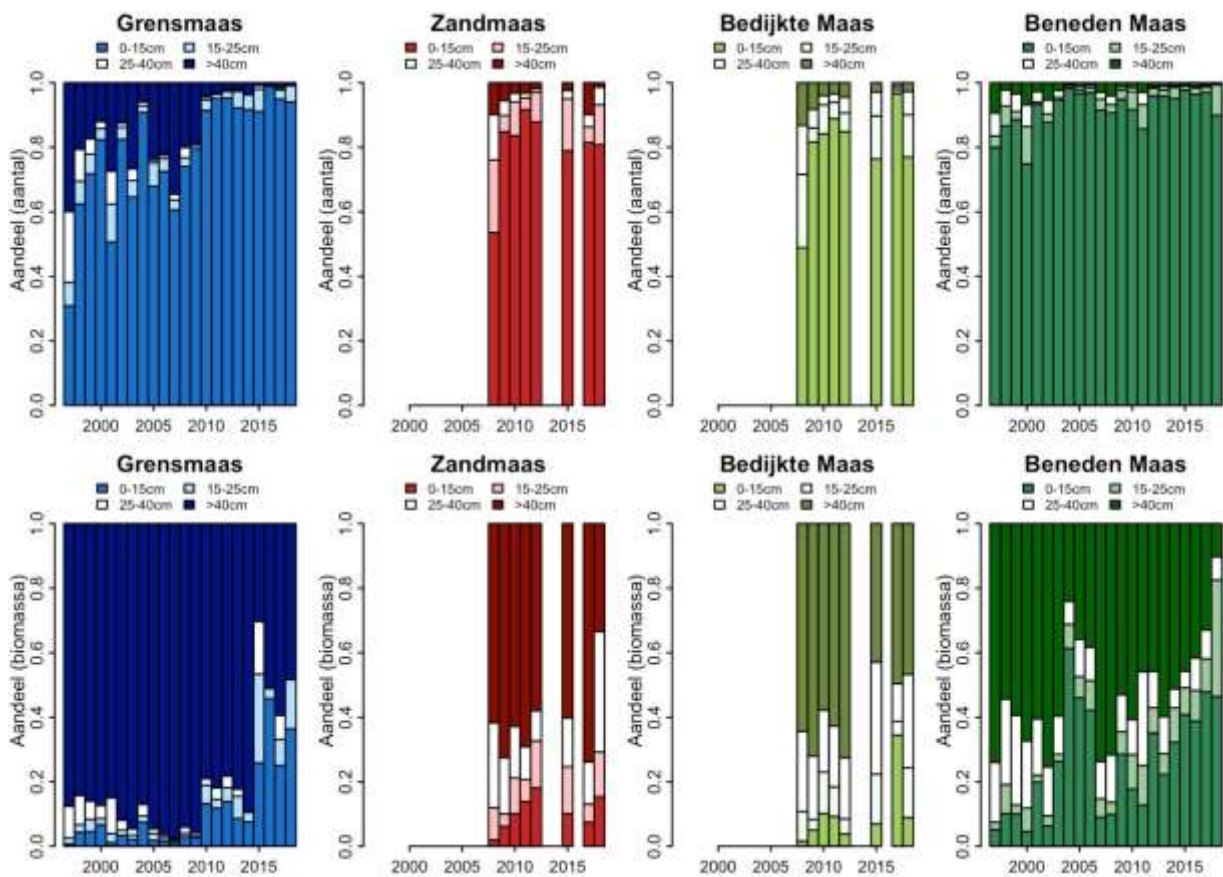
In de Zandmaas en de Bedijkte Maas is het visbestand vooral in de oeverzone relatief laag, zowel in biomassa als in aantal. Vooral de twee meest recente meetjaren laten magere vangsten zien. De biomassa wordt in deze waterlichamen vooral bepaald door eurytope en daarna door limnofiele soorten. Dat laatste ligt vaak aan de vangst van enkele grote snoeken die zwaar meewegen. Van de reofiele soorten levert vooral winde in de oevers van de Zandmaas nog een aanzienlijke bijdrage aan de biomassa.

De Beneden Maas heeft een groter visbestand dan de twee voorgaande waterlichamen, maar ook hier zijn sterke schommelingen te zien, vooral in de aantallen. De biomassa in het open water wordt ook hier voornamelijk bepaald door eurytope soorten, zoals brasem en snoekbaars, terwijl de biomassa in de oevers wordt bepaald door de eurytope blankvoorn, baars, aal, de limnofiele snoek en de reofiele winde. De hoge biomassa in 2004 in de oevers is het gevolg van zeer hoge aantallen eerstejaars blankvoorn.



Figuur 4-33: Bestandschatting van de visstand in de waterlichamen Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte en Beneden Maas in biomassa (kg/ha (staven)) en aantal (n/ha (lijn)) voor het open water (boomkor) en de oevers (elektroschepnet). In de Grensmaas worden het open en de oevers tegelijkertijd met elektro bemonsterd.

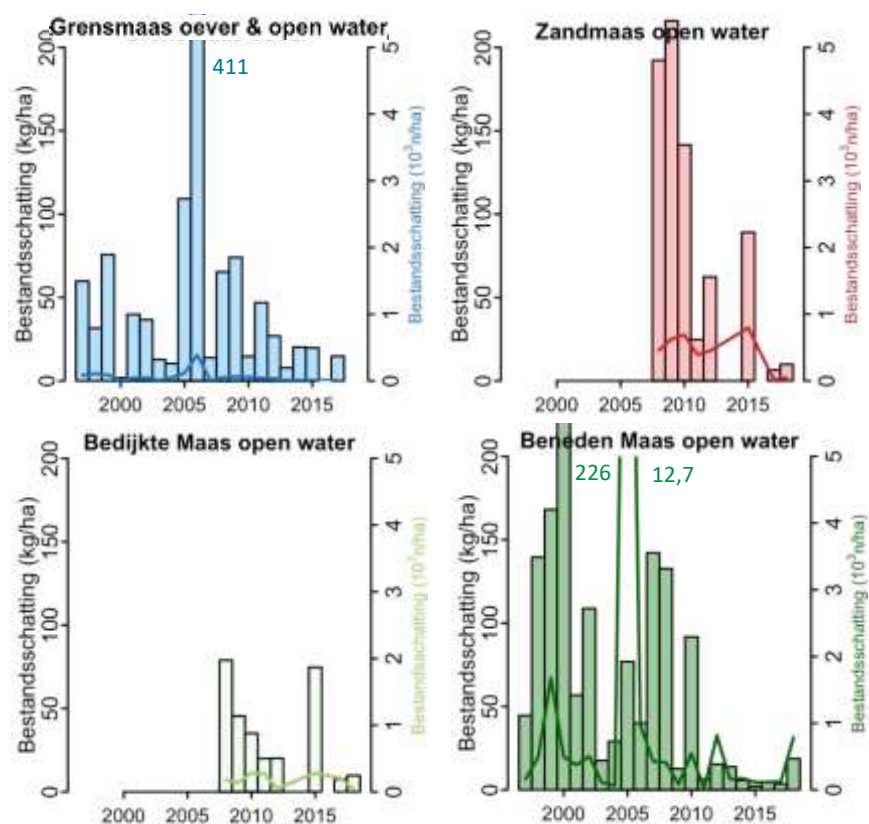
Bij de visbemonsteringen wordt ook de lengte van de vis bepaald (de biomassa wordt hier later van afgeleid). De lengte is afhankelijk van de soort en de leeftijd. In alle vier de waterlichamen zijn vissen in de kleinere lengteklassen altijd al in hogere mate aanwezig. Dit is een natuurlijk patroon. Opvallend is dat het aandeel van de kleinere lengteklassen in alle waterlichamen in de loop der tijd lijkt toe te nemen, zowel voor de aantallen als de biomassa (Figuur 4-34). Deze ontwikkeling is vooral te verklaren door de opkomst van Ponto-Kaspische grondels, die in zeer hoge dichtheden kunnen voorkomen, maar klein van stuk zijn.



Figuur 4-34 Aandelen (aantallen en biomassa) van de verschillende lengteklassen in de visstand van de Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte en Beneden Maas in de periode 1997 – 2018 in het open water en de oevers tezamen.

Ontwikkelingen per soort

Door in te zoomen op soortniveau krijgen we meer inzicht in de verklarende factoren bij de voorgaande bestandsontwikkelingen. Niet alle soorten zijn homogeen over alle waterlichamen binnen de Maas verspreid en niet alle soorten maken eenzelfde ontwikkeling door. Brasem (Figuur 4-36) komt bijvoorbeeld in alle waterlichamen voor, maar met name in het open water en minder in de oevers. In alle Maas-wateren lijkt de biomassa van deze soort een negatieve trend te vertonen, wat ook in andere grote wateren te zien is (Reeze, et al. 2017); (Bos, et al. 2018); (Tien, Griffioen en Keecken 2019). De maximumlengte die brasem bereikt lijkt ook kleiner te worden (niet in figuur opgenomen). Omdat deze soort een belangrijk aandeel vormt in de bestandschattingen (Figuur 4-33), kan achteruitgang van deze soort een deel van de afnemende biomassa verklaren.

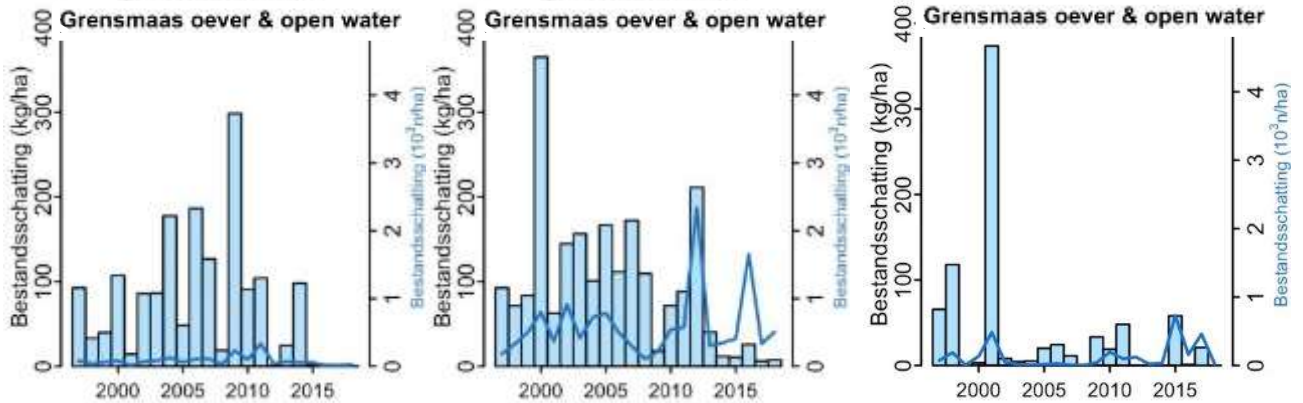


Figuur 4-35: Bestandschatting in biomassa (kg/ha (staven)) en aantallen (n/ha (lijnen)) van **brasem** in het open water van de waterlichamen Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte Maas en Beneden Maas in de periode 1997 – 2018). Bij de Grensmaas is geen onderscheid tussen open water en oevers: hier worden zowel het open water als de oevers met elektro bemonsterd.

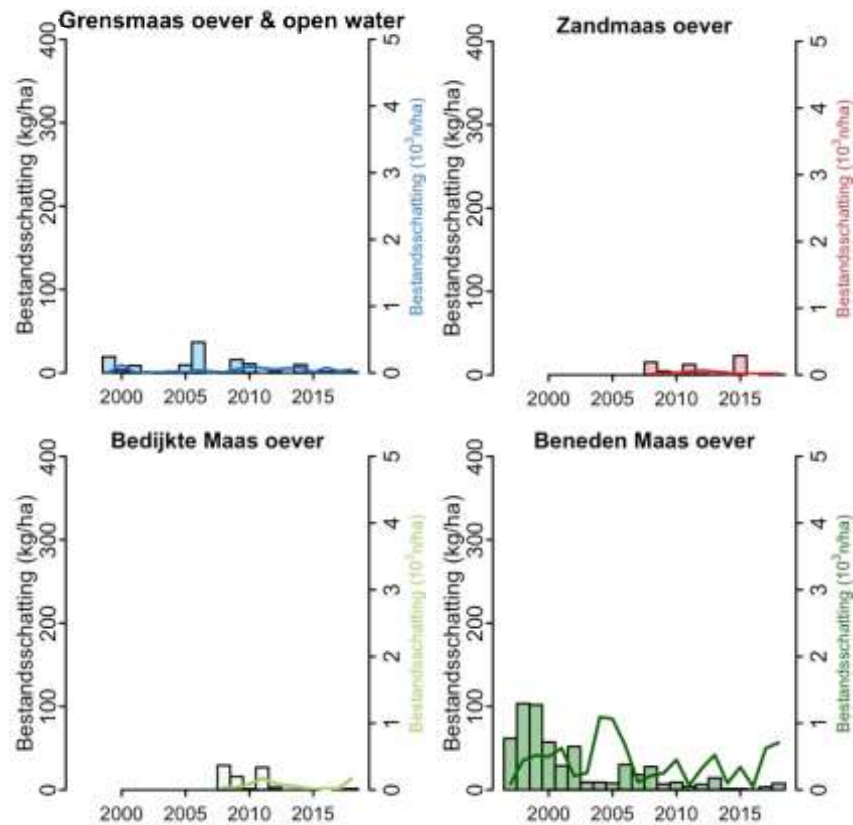
Enkele reofiele soorten komen in de data van de actieve vismonitoring vrijwel alleen voor in de Grensmaas: barbeel, sneep en kopvoorn (Figuur 4-36). Dit ruimtelijke verschil in verspreiding heeft te maken met het stromende karakter op grindig substraat van de Grensmaas en de bijbehorende variatie in habitats. Alleen in de Grensmaas is bijvoorbeeld grindig paaisubstraat voor deze soorten te vinden. Deze omstandigheden ontbreken in de Zandmaas, de Bedijkte Maas en de Beneden Maas. Hier komt wel winde voor als minder kritische reofiele soort die ook op zandig substraat voorkomt, wat volop aanwezig is in de Beneden Maas (Figuur 4-41). Deze gradiënt in reofiele

soorten van boven naar benedenstrooms is ook terug te zien bij de monitoring van natuurvriendelijke oevers langs de Maas (Figuur 4-38).

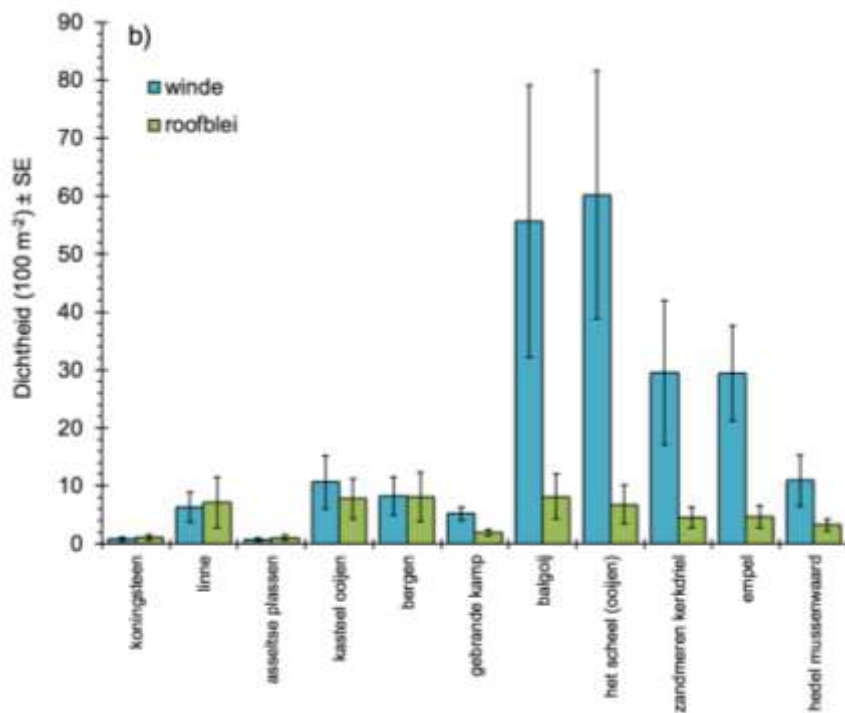
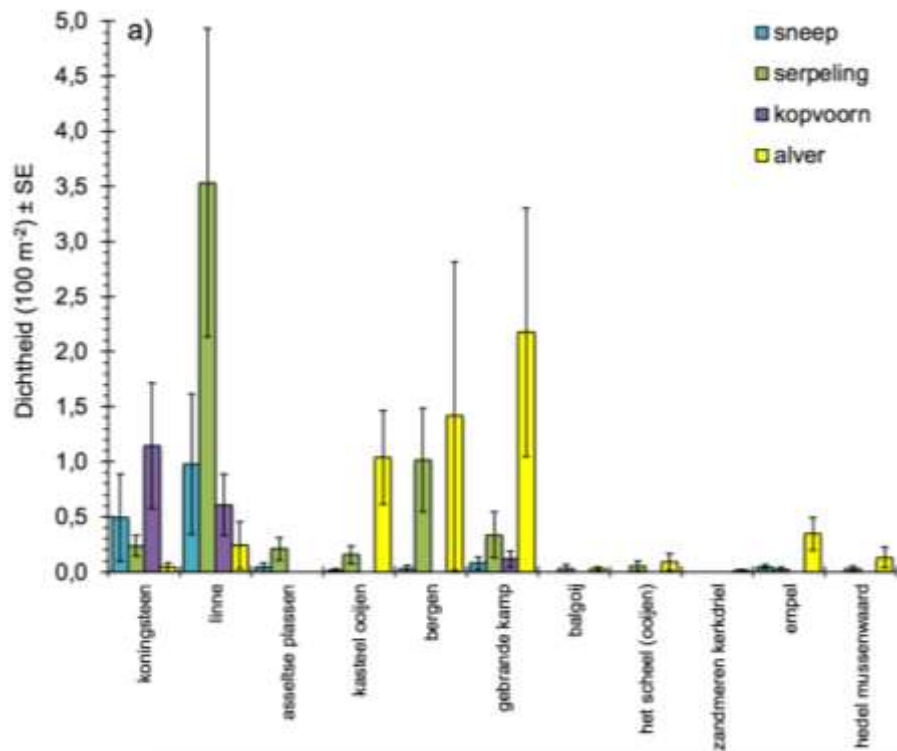
Zorgwekkend is de teruglopende biomassa van de belangrijkste reofiele vissoorten, zowel in de Grensmaas (Figuur 4-36), als in de Beneden Maas (Figuur 4-37).



Figuur 4-36: Bestandschatting in biomassa (kg/ha (staven)) en aantal (n/ha (lijnen)) van **barbeel** (links), **kopvoorn** (midden) en **sneep** (rechts) in de Grensmaas in de periode 1997 – 2018. In de Grensmaas worden zowel het open water als de oevers met elektro bemonsterd.

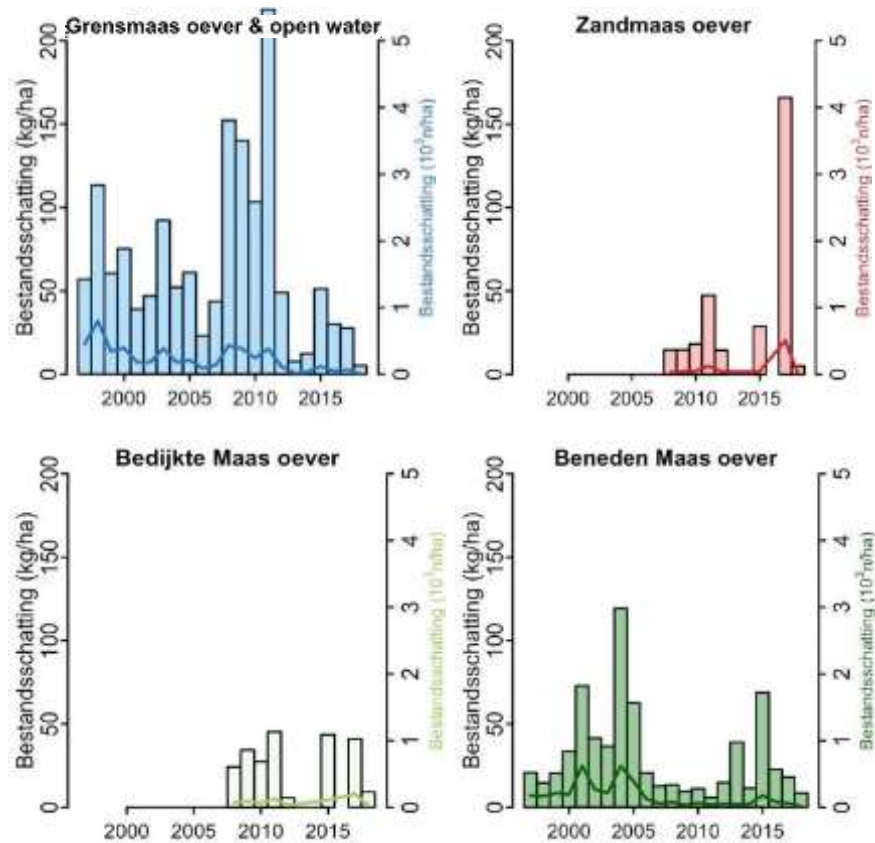


Figuur 4-37: Bestandschatting in biomassa (kg/ha (staven)) en aantal (n/ha (lijnen)) van **winde** in de oevers van de waterlichamen Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte Maas en Beneden Maas in de periode 1997 – 2018). In de Grensmaas worden zowel het open water als de oevers met elektro bemonsterd.



Figuur 4-38: Verschil samenstelling van de **reofiele** visgemeenschap van bovenstrooms naar benedenstrooms (gesorteerd van links naar rechts). Bovenstrooms (Koningssteen, Linne) vooral sneep, serpeling en kopvoorn (boven); benedenstrooms (Balgoij, Ooljen, Kerkdriel, Empel) winde en roofblei (onder). Resultaten uit het monitoringsprogramma natuurvriendelijke oevers Maas, periode 2008-2017 (V. K. Dorenbosch 2017).

Aal is net als brasem aanwezig in alle waterlichamen (Figuur 4-38). In tegenstelling tot brasem, komt aal echter vooral voor in de oevers (stortsteen) van de verschillende waterlichamen. In de Grensmaas en de Beneden Maas lijkt aal een negatieve trend te vertonen. Voor deze soort is al langer bekend dat hij overal in Nederland sterk achteruit is gegaan (Kranenborg & Spikmans 2013).

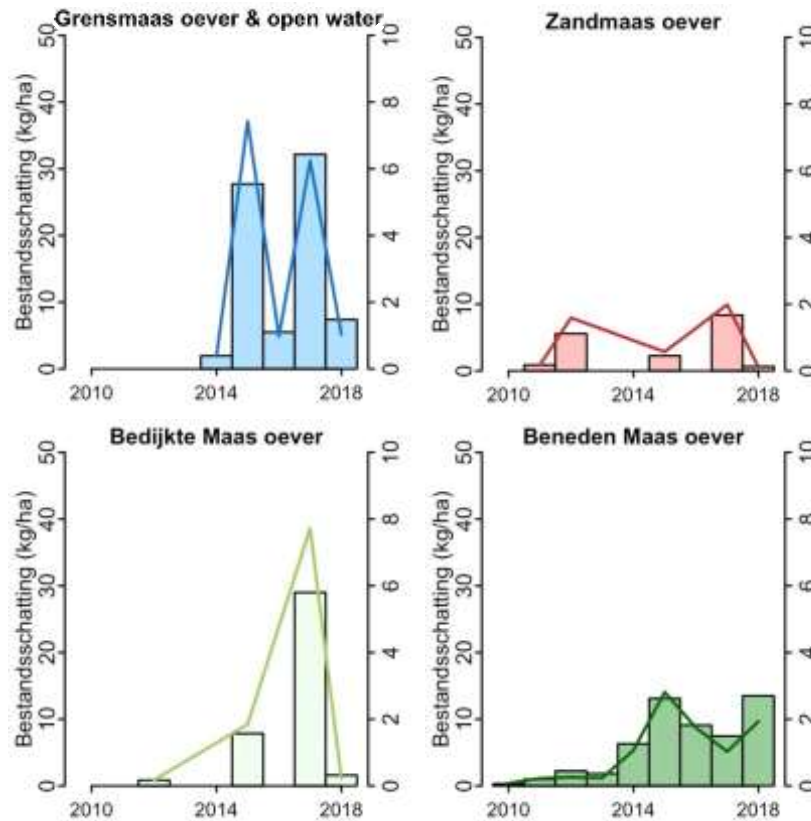


Figuur 4-39: Bestandschatting in kg/ha (staven) en n/ha (lijnen) van aal in de oevers (elektro) van de Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte en Beneden Maas in de periode 1997 – 2018. In de Grensmaas worden zowel het open water als de oevers met elektro bemonsterd.

4.3.4 Exoten

Voor enkele soorten geldt dat zij de laatste jaren in het stroomgebied van de Maas juist sterk zijn toegenomen. Het betreft hier voornamelijk Ponto-Kaspische grondelsoorten: marm grondel (*Proterorhinus semilunaris*), zwartbekgrondel, Kesslers grondel (*Ponticola kessleri*) en Pontische stroomgrondel (*Neogobius fluviatilis*). In Figuur 4.39 staat de bestandschatting weergegeven van zwartbekgrondel in de Maas. De soort wordt hier voornamelijk aangetroffen tussen (stort)stenen. De explosieve toename van deze soort is in meeste waterlichamen van de Maas ten koste gegaan van de inheemse rivierdonderpad, zoals is aangetoond voor de Zandmaas (Figuur 4.39) (Van Kessel, Dorenbosch en Kranenborg, et al. 2016). Recent lijkt populatie zwartbekgrondels echter weer in te zakken, mogelijk door ziektes.

Rivieronderpad kwam tot 2012 relatief veel voor in het stroomgebied van de Maas. Op locaties met rivieronderpad die in 2012 werden gekoloniseerd door zwartbekgrondel verdween de rivieronderpad nagenoeg geheel. Op locaties die in 2012 niet werden gekoloniseerd, was rivieronderpad nog in dezelfde dichtheden aanwezig. Eenzelfde patroon heeft zich voorgedaan in de monding van de Geul en de Grensmaas, als gevolg van de kolonisatie van marmergrondel tezamen met zwartbekgrondel (data MWTL Rijkswaterstaat (Dorenbosch en Kessel, Donderpadden & invasieve grondels in het Maasdal. Mogelijke consequenties voor de Geul. 2011). Het is nu de vraag of de populatie rivieronderpad zich kan herstellen nu zwartbekgrondels in aantal afnemen.



Figuur 4-40: Bestandschatting in kg/ha (staven) en n/ha (lijnen) van zwartbekgrondel in de oevers (elektro) en het open water (boomkor) van de Grensmaas, Zandmaas, Bedijkte en Beneden Maas in de periode 1997 – 2018. (bron: data MWTL Rijkswaterstaat). In de Grensmaas worden zowel het open water als de oevers met elektro bemonsterd.

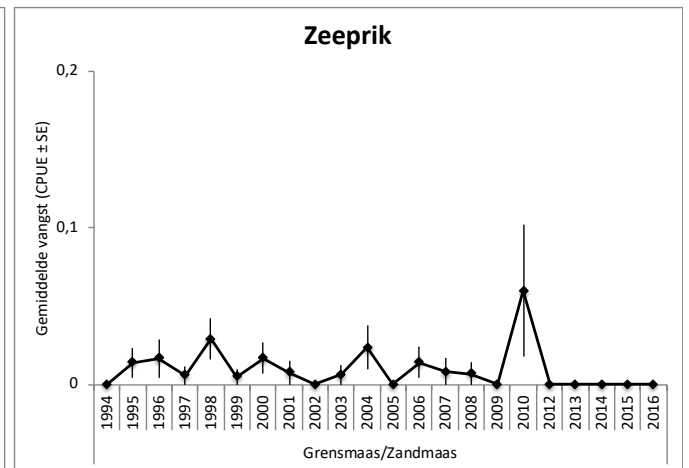
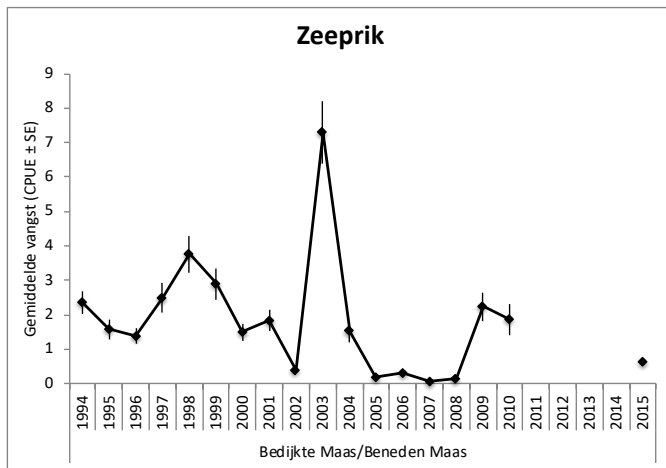
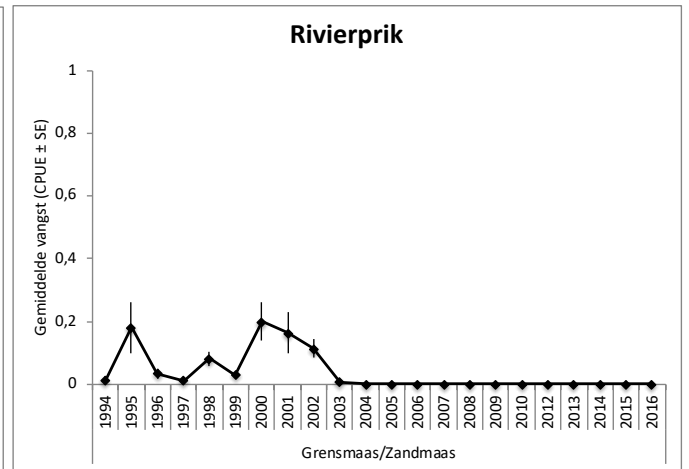
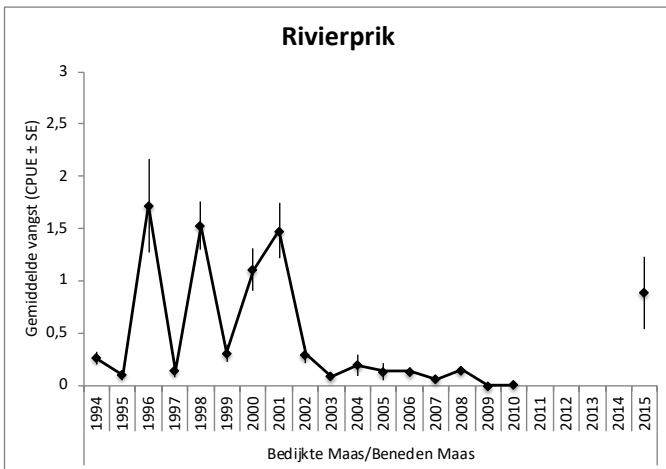
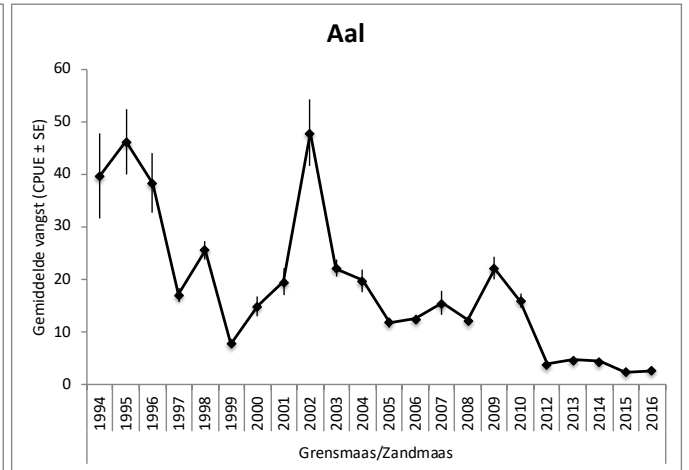
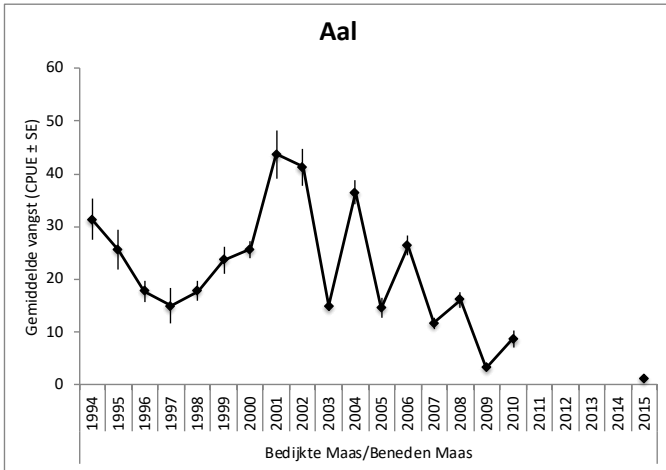
4.3.5 Trekvis

De actieve vismonitoring is een momentopname en de kans dat daarbij trekvis (diadrome vis) wordt gevangen is klein. Ook de vangstmethode en de periode van uitvoering speelt daarbij een rol. De Passieve vismonitoring in combinatie met aanvullende gerichte monitoring voor specifieke vraagstellingen, geeft een aanvullend beeld van de stand van de trekvissen in de Maas. Trekvissen zijn ook van belang in internationaal perspectief en zijn bijvoorbeeld doelsoorten voor Natura 2000 en de Benelux beschikking.

Aal, rivier- en zeeprík

Aal kwam in het verleden talrijk voor in Nederland (en Europa). De intrek van glasaal en jonge aal is in de afgelopen vijftig jaar met circa 95 - 99% afgenomen en ook volwassen aal neemt af ((Kranenbarg & Spikmans 2013); (Quak 2011)). Deze negatieve trend is ook in de Maas waarneembaar. Data van de passieve vismonitoring laat zien dat zowel in de Grensmaas/Zandmaas als in de Bedijkte Maas/Beneden Maas de vangsten sterk zijn afgenomen.

Rivier- en zeeprík worden sinds een tiental jaren nog maar zelden aangetroffen in de Maas. Voorheen kwamen deze soorten vooral voor in de Beneden Maas en de Bedijkte Maas, zie figuur 4-40. Deze gegevens geven waarschijnlijk wel een onderschatting van de aanwezigheid van deze soorten, waarvan het voorkomen sterk seizoensgebonden is. Over de verspreiding en het voorkomen van beide soorten in de Maas is weinig bekend, ondanks het feit dat rivierprík een habitatsoort is (Natura 2000) voor de Grensmaas. Wel zijn zowel adulte als juveniele exemplaren van beide soorten incidenteel gevangen bij verschillende visonderzoeken langs de Maas (Van Kessel, Dorenbosch en Crombaghs, et al. 2009) (Spikmans, A. en Kranenbarg 2016) of in beken als de Kendel (een zijbeek van de Niers) (F. Spikmans 2014) en de Geul (Pasmans 2011), (Crombaghs, et al. 2015).

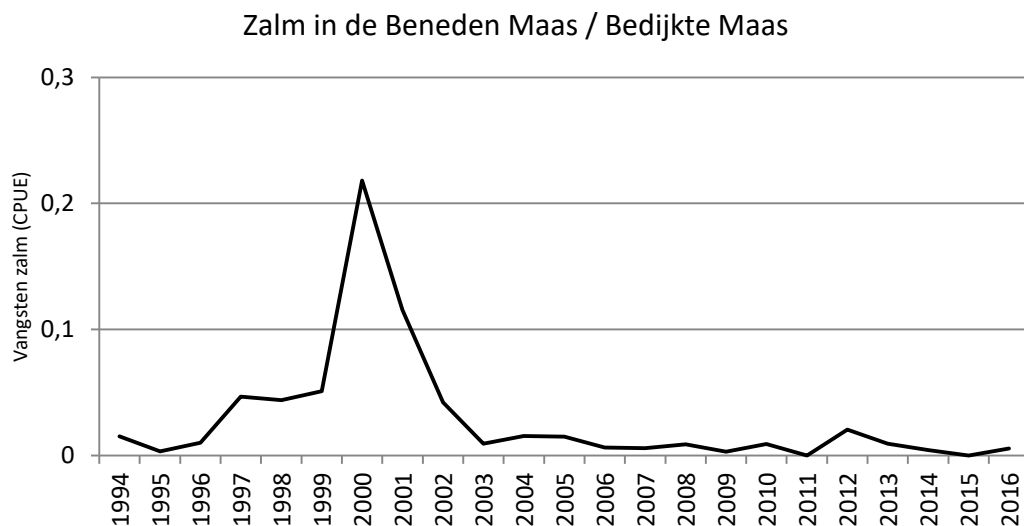


Figuur 4-40: Vangsten (CPUE ± SE) van aal, rivier- en zeeprik in de passieve vismonitoring in de Beneden Maas/Bedijkte Maas (links) en de Zandmaas/Grensmaas (rechts) in de periode 1994 – 2015. Uit de periode 2011 – 2014 zijn voor de Beneden Maas/Bedijkte Maas geen data beschikbaar.

Zalm en (zee)forel

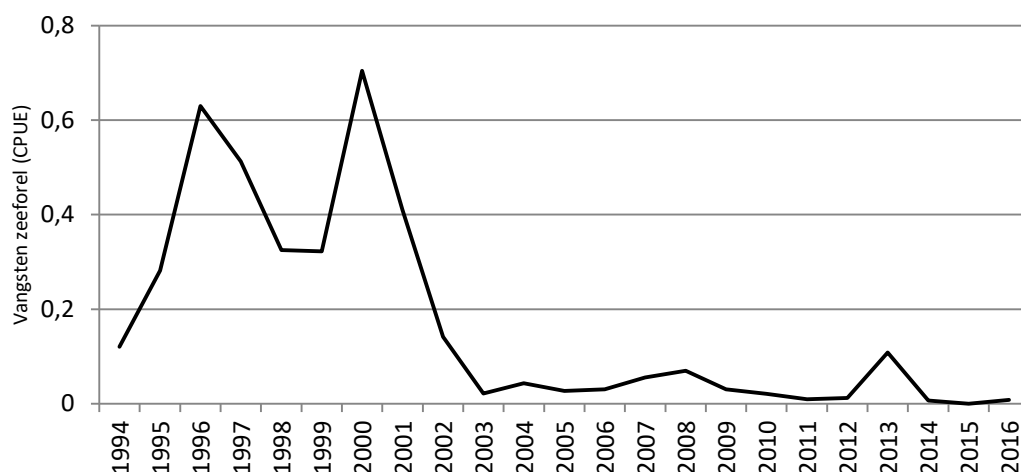
De Maas is alleen als doortrekgebied van belang voor zalm en zeeforel (zeeforel is de naar zee trekkende vorm van forel) zijn in het afgelopen decennium in tal van zijrivieren van de Maas geherintroduceerd, zowel in Nederland (Geul, Roode beek), in België (Ardennen) als in Duitsland (Roer). In de Maas worden de laatste jaren regelmatig volwassen stroomopwaarts migrerende zalmen en zeeforellen waargenomen, bij Lith, bij de Roer en de Geul en bovenstrooms van de Grensmaas, bij Lixhe in België (Gubbels, Belgers en Jochims 2015); (Benitez 2019).

De gegevens van de MWTL passieve monitoring laten echter een negatieve trend zien voor de zalm en zeeforel sinds 2000 (Figuur 4-41 en Figuur 4-42; (Bos, et al. 2018)). Aangezien er wel een toename van beide soorten wordt waargenomen in de Belgische Maas ter hoogte van Lixhe (figuur 4.43), zijn de afnemende vangsten ter hoogte van Lith waarschijnlijk geen gevolg van afnemende aantallen. Mogelijk heeft het te maken met het verbeteren van de bestaande vistrap bij het kunstwerk ter hoogte van Lith. Als gevolg daarvan blijven zalmen en zeeforellen minder lang 'zoeken' naar een doorgang, waardoor de kans op vangst in de zalmsteek sterk afneemt (De Graaf, et al. 2015). Voor de Maas geldt bovendien dat de locatie van het vangtuig is veranderd, waardoor zalm en zeeforel vanaf 2003 minder efficiënt worden gevangen. Vanaf 2003 worden in de Maas bij Lith slechts enkele zalmen gevangen (0-5) gedurende 12 weken per jaar (Tabel 4.14).



Figuur 4-41: Vangsten van zalm (CPUE) tijdens visserij met zalmstekken in de Beneden Maas / Bedijkte Maas gedurende de periode 1994 – 2016. Uit 2015 zijn geen data bekend.

Zeeforel in de Beneden Maas / Bedijkte Maas



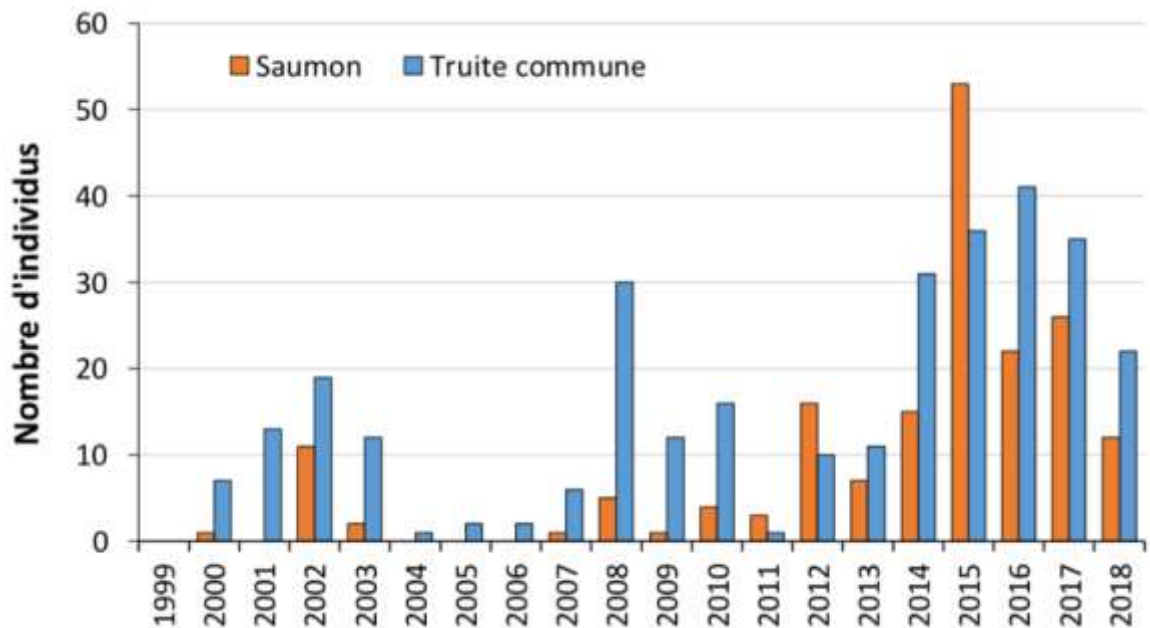
Figuur 4-42: Vangsten van zeeforel (CPUE) tijdens visserij met zalmsteken in de Beneden Maas / Bedijkte Maas gedurende de periode 1994 – 2016. Uit 2015 zijn geen data bekend.

Het trekgedrag van zalm en zeeforel in de Maas wordt al meer dan tien jaar onderzocht met zenderonderzoek (Tabel 4-14). Op basis hiervan kan het beheer en inrichting van de Maas steeds beter worden afgestemd op de behoefte van deze vissoorten.

Tabel 4-14: Aantallen gezenderde stroomopwaarts trekkende zalmen en zeeforellen in de periode 2009 - 2014 ter hoogte van Lith (Vriese en Boerkamp, Meerjaren analyse telemetrie volwassen salmoniden Maas 2009 – 2014, 2015).

Jaar	Zalm	Zeeforel
2009	1	12
2010	7	12
2011	2	8
2012	6	5
2013	3	10
2014	4	4
Totaal	23	51

In tegenstelling tot de teruglopende vangsten in Nederland, worden bij Lixhe in België steeds meer zalmen en zeeforellen geregistreerd, waarbij op het maximum in 2015 in totaal 53 zalmen zijn aangetroffen (Figuur 4-43: Aantalontwikkeling van vangsten van de zalm (oranje) en zeeforel (blauw) bij de vistrap Lixhe (1998-2017. Pas na 2007 waren alle vistrappen in de Maas gereed.). Desondanks is zowel zalm als zeeforel in de Maas nog erg zeldzaam en vooralsnog afhankelijk van uitzettingen. De effecten van waterkrachtcentrales en vispassages op trekvis, en specifiek zalm, zeeforel en aal, worden middels gericht onderzoek geanalyseerd. Dit aspect wordt in hoofdstuk 5.1 behandeld.



Figuur 4-43: Aantalsontwikkeling van vangsten van de zalm (oranje) en zeeforel (blauw) bij de vistrap Lixhe (1998-2017 (Benitez 2019)). Pas na 2007 waren alle vistrappen in de Maas gereed.

Houting

In 2018 zijn in de Maas ter hoogte van Lith tenminste negen paarijpe Houtingen gevangen (Vriese, Merken volwassen salmoniden te Lith, 2018 2019). Adulte (paarijpe) houtingen zijn niet eerder aangetroffen in het stroomgebied van de Maas. Wel zijn er afgelopen jaren in de Maas tijdens verschillende onderzoeken juvenielen aangetroffen. Houting lijkt de afgelopen jaren aan een opmars in de Nederlandse grote rivieren bezig. De aanwezigheid van juvenielen en paarijpe adulten wijst op mogelijke paai van de soort in het stroomgebied.

4.3.6 Vissoorten van de habitatrichtlijn

De Grensmaas is aangewezen als Natura 2000 gebied voor verschillende soorten en habitattypen. Hieronder zijn drie vissoorten: zalm, rivierprik en rivierdonderpad. Voor alle drie geldt een behoudsopgave, voor rivierprik en zalm wordt ook uitbreiding van de populatie beoogd. In de doeluitwerking die ter voorbereiding op de NEA is opgesteld (Liefveld, Van Vliet en Van Winden 2018), is beschreven wat de huidige status van deze vissoorten is (in referentiejaar 2015).

In feite staan alle drie beschermde vissoorten er niet best voor: zalm is volledig afhankelijk van uitzettingen, hoewel er redelijke terugkeerpercentages zijn (Benitez 2019) (Figuur 4-43), rivierprik wordt hoogst zelden aangetroffen en onduidelijk is of de soort zich in de Grensmaas voortplant (Figuur 4-40), en rivierdonderpad is nagenoeg verdrongen door uitheemse grondels (Liefveld, Van Vliet en Van Winden 2018); (Van Kessel, Dorenbosch en Kranenbarg, et al. 2016).

Ook de Maas bij Eijsden is in procedure om als Natura 2000-gebied te worden aangewezen. Hier zijn echter geen vissoorten bij aangemeld. In de Oefelster Meent, het derde Natura 2000-gebied in de Maasuitwaarden (Maasheggengebied bij Sambeek), is kleine modderkruiper als soort van geïsoleerde uiterwaardwateren en slootjes als habitatoort opgenomen.

5 Habitat en natuur

Diverse inrichtingsmaatregelen hebben bijgedragen aan een toename van de diversiteit van planten en dieren in het water en de oeverzones.

Er is een aanzienlijke lengte geulen en natuur(vriende)lijke oevers gerealiseerd. Daarnaast wordt rivierhout toegepast om de structuur onder water te verbeteren.

Het areaal natuurlijke ecotopen is flink toegenomen sinds 1996. De toename is vooral ten gunste gekomen van natuurlijk grasland en ondiep water. De toename van het areaal ondiepe water sluit niet aan bij een ontwikkeling richting de historische referentie.

5.1 Inrichtingsmaatregelen

Herstel van kenmerkende riviernatuur dateert al van ruim vóór de KRW: Langs Maas werd tussen 1990 en 2006 al zo'n 1.500 ha rivier- natuur hersteld (Kurstjens & Peters 2011). Aan de Vlaamse zijde werd ongeveer de helft van de Maasuitwaarden, zo'n 700 ha, in natuur omgezet (Looy, et al. 2019). In deze fase ging het voor een groot deel om terrestrische natuurontwikkeling: landbouwgrond werd omgezet in natuur, grote grazers werden de dagelijkse beheerders. De effecten op waternatuur zijn bij dat soort terrestrische natuurprojecten vooral dat er minder mest en bestrijdingsmiddelen in het water belandt omdat het landbouwkundig gebruik eraf gaat.

Er zijn ook projecten geweest waarbij waternatuur hersteld is. Voorbeelden zijn de herinrichting van de Asseltse plassen in de Zandmaas, de realisatie van proefproject Meers in de Grensmaas en de aanleg van verschillende soorten natuurvriendelijke oevers langs verschillende Maastrajecten. In de meeste gebieden was dit natuurherstel succesvol en nam het aantal soorten dat echt aan het rivierensysteem gebonden is toe (stroomdalflora, rivierfonteinkruid, struweel- en ruigtevogels, libellen, sprinkhanen, bruin blauwtje, bever, das) (Kurstjens & Peters 2011).

Sinds de KRW van kracht is, heeft Rijkswaterstaat een extra motor gezet op het aquatische natuurherstel. Er zijn scherpe doelen gesteld binnen termijnen, er is financiering en er wordt streng meegekeken vanuit Brussel. Halverwege de planperiode is er al veel gerealiseerd (Figuur 5-1). Het gaat om geulen/strangen, uiterwaardprojecten (b.v. uiterwaardverlaging), de aanleg van natuurlijke oevers en herstel van beekmondingen. De komende jaren staat echter nog een flink uitvoeringsprogramma op de rol, waarin ook nieuwe maatregeltypen in beeld zijn, zoals herstel van kwelnatuur en geïsoleerde geulen. De reden hiervoor is dat gedurende het uitvoeringstraject steeds duidelijker wordt welke maatregeltypen op welke locatie kansrijk zijn. Soms moet hierbij het strakke keurslijf van de KRW-maatlatten losgelaten worden en meer aangesloten worden bij de actuele en specifieke kenmerken van de locatie, het zogenaamde DNA van de rivier (www.smartrivers.nl sd). Zo is het in de gestuwde Maastrajecten haast niet mogelijk om ondiep stromend water te realiseren, waar de R7-maatlat toch wel op aanstuurt. Het is dan beter een waardevol en kansrijk alternatief te ontwikkelen dan geforceerd een maatregel uit te voeren die niet het gewenste rendement geeft.

Tabel 5-1: Conservatieve inschatting areaal gerealiseerde natuur langs de Maas per waterlichaam anno 2019 ((RWS) Bakhuizen, J.J. pers. comm. 2019). Natuurvriendelijke oevers zijn hier niet meegerekend. * Helft Grensmaasproject meegeteld. Alleen Nederlandse zijde meegerekend.

Waterlichaam	Areaal natuur (ha)
Bovenmaas	250
Grensmaas*	1000
Plassenmaas	1250
Zandmaas	750
Bedijkte Maas	1000
Beneden Maas	350
Bergsche Maas	?

Een conservatieve schatting van gerealiseerde natuur langs de Maas komt op een totaal van ca. 4700 ha anno nu, zie Tabel 5-1. Hier komt de komende jaren nog veel areaal bij door uitvoering van de KRW-maatregelen waarbij met name het Grensmaasproject en het project Ooijen-Wanssum voor veel nieuwe natuur gaan zorgen. We gaan hier verder in op enkele belangrijke maatregeltypen die de afgelopen jaren langs de Maas zijn uitgevoerd en soms ook gemonitord zijn.



Figuur 5-1: Werklocaties KRW-realisatie langs de Maas. Planperiode 2007-2027. [Klik hier voor de interactieve kaart.](#)

Geulen

Langs de Maas zijn in de eerste tranche van de KRW verschillende typen geulen aangelegd: éénzijdig en tweezijdig aangetakte geulen, geïsoleerde geulen en kwelgeulen. In totaal is zo'n 30 km geulen aangelegd, verdeeld over de gehele Maas, met de meeste kilometers langs de Zandmaas en de Bedijkte Maas. Dit is een uitbreiding van maar liefst 15% van de totale lengte van de rivier met natuurlijk water, zonder scheepvaart en ondieper dan de hoofdstroom.

Niet alle geulen hebben echter een hoog KRW rendement. Zo is hoogwatergeul Lomm vooral ontworpen op hoogwaterveiligheid, wat heeft geresulteerd in een overgedimensioneerde geul met steile oevers en weinig natuurlijke gradiënten en geen stroming. De geulen in de Hemelrijkse waarde zijn weer heel anders: een tweezijdig aangetakte oevergeul met rivierhout en een hele smalle geul die permanent stroomt dankzij een onttrekking. Of zo'n ontwerp inderdaad hogere natuurwaarden oplevert, zal effectmonitoring moeten uitwijzen. Dit gebeurt nu echter mondjesmaat. De verwachting is dat door het wegvallen van de invloed van scheepvaart, en het ondiepere water, de dichtheden waterplanten toenemen en de dichtheden en diversiteit van vis en macrofauna kan toenemen. In geval van een meestromende, tweezijdig aangetakte nevengeul, kunnen ook stromingsminnende soorten een kans krijgen (Schoor *et al.* 2012). De lengte van de geul is van belang omdat in een korte geul nog steeds scheepvaartgolven doordringen. In geval van een korte éénzijdig aangetakte geul, worden deze golven ook nog teruggekaatst. Monitoring de verschillende typen geulen bij Keent laat zien dat vooral plantminnende (in geïsoleerde wateren) en meer algemene vissoorten (in éénzijdig aangetakte geulen) hier profiteren (www.maasinbeeld.nl sd). Met name de plantminnende soorten vormen een aanvulling op de lokale visgemeenschap in de Bedijkte Maas. Omdat er verder geen gerichte monitoring is geweest in geulen langs de Maas (m.u.v. proefproject Meers), weten we niet precies wat het ecologisch rendement is van de andere Maasgeulen.

Tabel 5-2: Overzicht gerealiseerde en geplande geulen langs de Maas.

Waterlichaam	rkm	Naam	Type	Lengte	Oplevering
Bovenmaas	11.5	Kleine weerd	2-zijdig aangetakt	0,4 km	2015
Grensmaas	32-33	geul Meers	grindgeul Julianaplas	1,5 km	2017
	34-35	geul Maasband	grindgeul	2,0 km	2022
	49-50	geul Visserweert	grindgeul	2,0 km	2018
Zandmaas	80-82	Stadsweide Roermond	stuwpasserende nevengeul	2,2 km	2015
	91.5	Rijkelse bemden	kwelgeulen	0,4 km	2017
	108-109	hoogwatergeul Raaijweide	benedenstrooms aangetakt	0,5 km	2012
	115-117	hoogwatergeul Lomm	benedenstrooms aangetakt	1,5 km	2022
	123.5	Roobeek, Arcen	kwelgeulen	0,4 km	2015
	124-125	hoogwatergeul Ooijen	benedenstrooms aangetakt	1,5 km	2020
	130-132	geulen Wansum	kwelgeulen	2,0 km	2020
	134	geul Well	benedenstrooms aangetakt	0,5 km	2015
	136-138	geul Aijen	geulencomplex	2,0 km	2022
	158-159	Gebrende kamp	kwelgeulen	0,5 km	2017
Bedijkte Maas	177-179	oude maasarm Keent	benedenstrooms aangetakt	4,0 km	2014
	178-179	oevergeul Keent	benedenstrooms aangetakt	1,5 km	2014
	183	geul Middelwaard	benedenstrooms aangetakt	0,3 km	2000
	185-186	Batenburg	benedenstrooms aangetakt	1,0 km	2013
	193	geul Maasbommel	geïsoleerd	1,0 km	2016
	197-2000	Hemelrijkse waard	2-zijdig aangetakt	4,0 km	2015
Beneden Maas	218-219	Empelse waard	geïsoleerd met drempel	1,0 km	2015

Natuur(vriende)lijke oevers

In de jaren 90 van de vorige eeuw is Rijkswaterstaat gestart met het natuurlijker inrichten van de Maasoever (Project Natuurvriendelijke Oevers Maas). In 2005 is dit programma in een stroomversnelling gekomen en zijn vele kilometers Maasoever natuurlijker ingericht. Dit is gedaan door de oeverbescherming geheel of ten dele te verwijderen en indien nodig de oever af te graven. Op dit moment is zo meer dan 120 km oever heringericht en natuurlijker geworden. Dit is bijna een kwart van rivier. In de Bovenmaas gaat het om 4,5 km, de Grensmaas 10 km, de Zandmaas 40,2 km, de Bedijkte Maas 26,9 km en in de Beneden Maas 36,7 km. Door de uitvoering van deze maatregel is een groot deel van de oevers in de afgelopen jaren van karakter veranderd: van strakke, versteende oevers naar meer natuurlijke land-water overgangen waar – binnen zekere grenzen - vrije erosie kan plaatsvinden en karakteristieke levensgemeenschappen zich kunnen ontwikkelen (Figuur 5-2).

Doel van de ingreep is om voor vis, waterplanten en macrofauna de ecologische kwaliteit te verbeteren, maar ook voor vogels, insecten, etc. De effecten van deze maatregelen zijn gedurende tien jaar gemonitord op 28 oevertrajecten (Rijkswaterstaat Waterdienst, 2009). Hiermee is het een van de best onderzochte KRW-maatregelen in de Rijkswateren. De resultaten zijn uitgebreid geëvalueerd in (Buijse, et al. 2019). We halen hier kort de belangrijkste bevindingen aan.



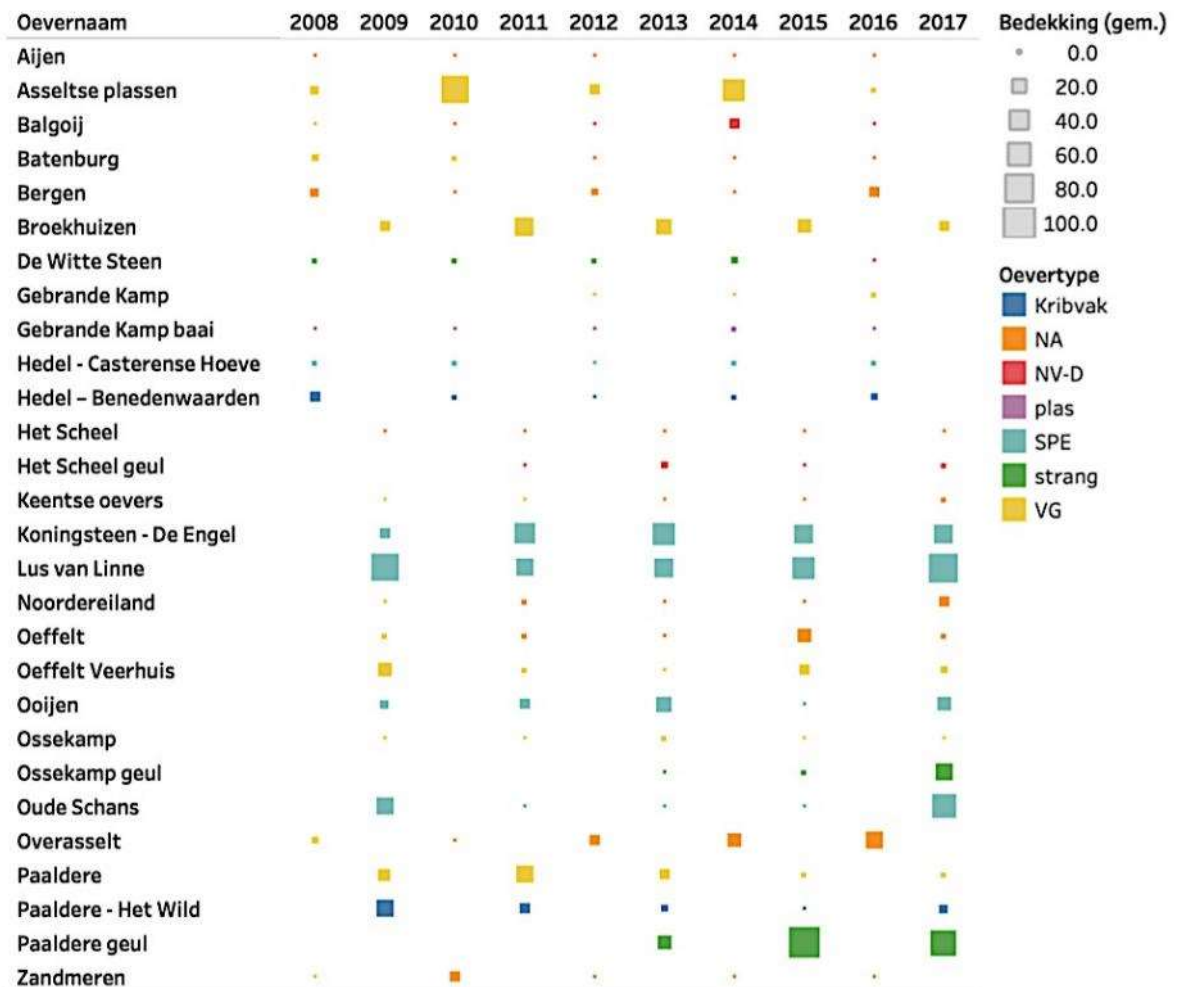
Figuur 5-2: Zijaanzicht (links) en bovenaanzicht NVO (rechts) (Buijse, et al. 2019).

De NVO's hebben een duidelijke en snelle invloed op de visgemeenschap. Vooral inheemse soorten profiteren van de herinrichting. Stromingsminnende soorten als winde en serpeling hebben een duidelijke voorkeur voor heringerichte oevers. Een soort als rivierdonderpad zou juist voordeel hebben bij stortstenen oevers, ware het niet dat deze soort inmiddels verdreven is door uitheemse grondels. Ook rivierhout zou voor rivierdonderpad overigens geschikt leefgebied kunnen vormen. Opvallend is dat reofiele vissoorten meer lijken voor te komen op locaties met veel waterplanten en ook op plekken met veel oevererosie.

Macrofauna blijkt vooral afhankelijk van het type bodemsubstraat. Hoe meer variatie en hoe meer natuurlijk substraat hoe beter. Omdat vrij eroderende oevers zich gevarieerd kunnen ontwikkelen, biedt dit goede perspectieven. De diversiteit van de macrofaunagemeenschap neemt bij de heringerichte oevers toe in de loop van de tijd.

Waterplanten hebben tijd nodig (> 4 jaar) om zich te vestigen en vervolgens uit te breiden. Dit beeld komt duidelijk naar voren in de 10 jaar monitoring. Bij de oevers die niet heringericht zijn (spontaan eroderend of vastgelegd), is de totale bedekking en soortenrijkdom hoger dan bij de heringerichte oevers. Deze oevers hebben een langere ontwikkeltijd gehad.

In de loop van de tijd nemen zowel de bedekkingen als het aantal kenmerkende soorten ondergedoken waterplanten wel significant toe op de NVO-locaties (Buijse, et al. 2019). Het effect van de locatie is echter dominant: bij bepaalde locaties, zoals de Lus van Linne en Koningsteen, zijn de bedekkingen hoger dan op andere locaties en dat blijft ook zo in de gehele onderzoeksperiode (Figuur 5-1). Vermoedelijk speelt scheepvaart een belangrijke rol, maar dit kon niet nader ontrafeld worden in het huidige onderzoek.



Figuur 5-3: De som waterplantenbedekking per oever en oevertype. Deze zijn gemonitord in respectievelijk de even en oneven jaren zoals zichtbaar in de tijdserie. Oevertypen: Kribvak, NA =natuurlijke oever, NV-D=natuurlijke oever met dam, plas = aangetakte plas, SPE= spontaan eroderend VG =vastgelegd (Buijse et al. 2019).

Grensmaasproject

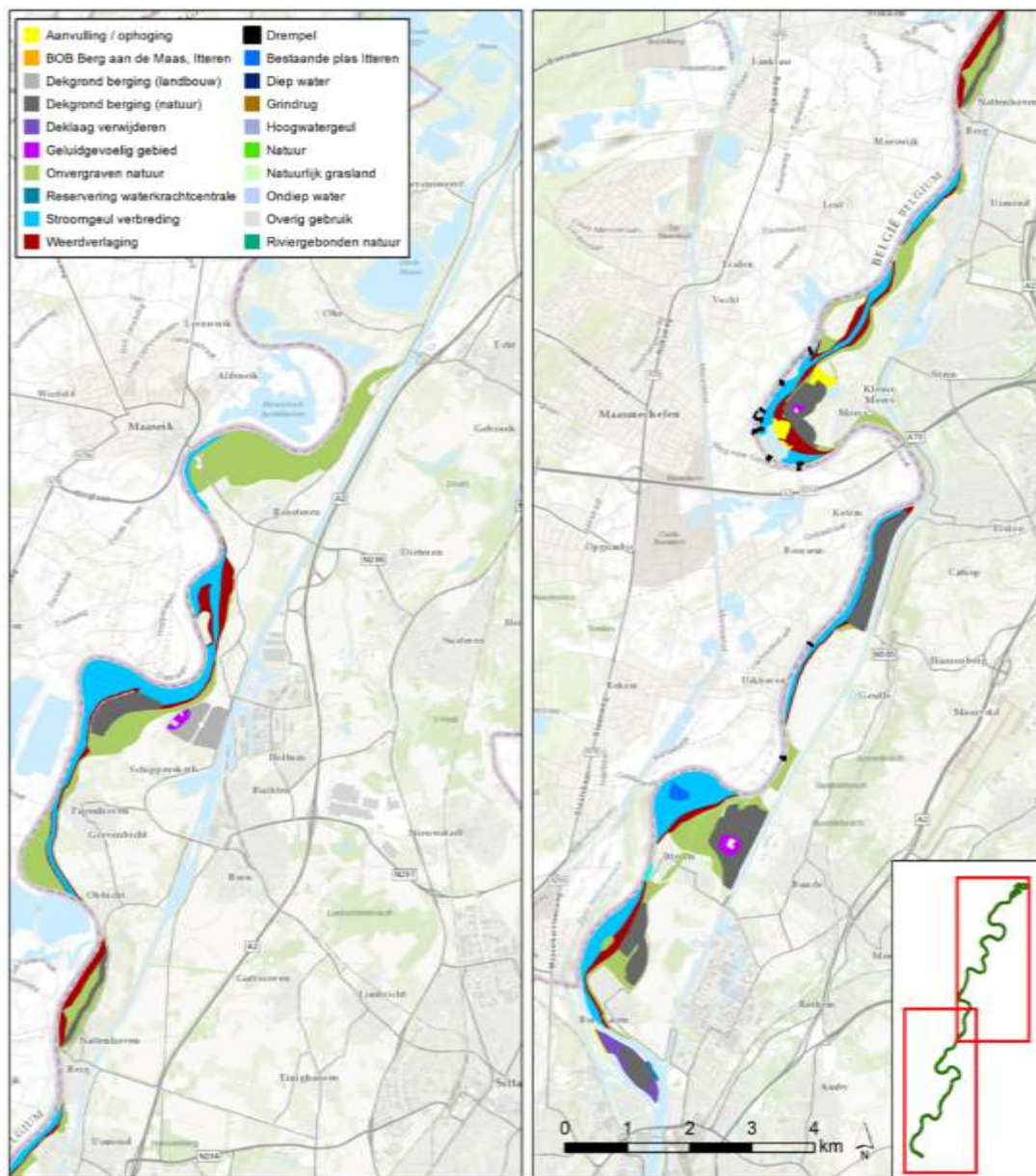
In de Grensmaas wordt in de periode 2007-2024 het Grensmaasproject gerealiseerd, waarbij maatregelen voor hoogwaterbescherming, grindwinning en natuurontwikkeling worden gecombineerd. Het is het grootste natuurontwikkelingsproject langs de Nederlandse rivieren en is uniek door de publiek-private samenwerking. Doel van het project is het verbeteren van de natuurlijke situatie met bijbehorende systeemkenmerken die in het verleden door ingrepen zijn aangetast. Het Grensmaasproject wordt grotendeels uitgevoerd door het Consortium Grensmaas (CG), waarin delfstofwinners, aannemers en de Vereniging Natuurmonumenten deelnemen.

Het Grensmaasproject omvat:

- elf locaties die door het Consortium Grensmaas worden ontwikkeld;
- twee (proef)projecten bij Meers en Roosteren die door RWS ZN zijn uitgevoerd;
- negen grinddrempels (mitigerende maatregelen) die door RWS ZN zijn aangelegd;
- flankerende maatregelen ter bescherming van bodem en oevers (BOB) die door RWS ZN zijn uitgevoerd; ,
- maatregelen die met Nederlandse middelen door De Vlaamse Waterweg NV zijn uitgevoerd (Boertienlocaties).

De basis van de rivierverruimingsmaatregelen wordt gevormd door zomerbedverbreding en weerdverlaging. De rivier krijgt hierdoor meer ruimte, zodat bij hoogwater de waterstanden tot wel een meter worden verlaagd. Tegelijkertijd levert deze rivierverruiming een aantrekkelijker landschap op met afwisselend natte en droge stukken, waar een grotere verscheidenheid aan plant- en diersoorten kan leven. De verlaagde oevers zullen gemakkelijker eroderen en omdat hier geen scheepvaart is, is het geen probleem als dit materiaal zich vervolgens in de hoofdgeul afzet (mits de hoogwatercapaciteit intact blijft). De natuur krijgt zo met het Grensmaasproject in een gebied van ruim 1000 hectare vrij spel om zich te ontwikkelen.

Het Grensmaasproject is ook opgevoerd als KRW-maatregel, verspreid over de drie tranches. Ongeveer de helft van het Grensmaasproject is inmiddels uitgevoerd: proefproject Meers, Borgharen, Itteren en Aan de Maas. Op Trierveld/ Koeweide en Bosscherveld wordt nog gewerkt, andere deelprojecten gaan de komende jaren in uitvoering.



Figuur 5-4: Maatregelen Grensmaasproject (bron: RWS).

Floraveranderingen in het winterbed van de zuidelijke Grensmaas

m.m.v. Kees Groen (Rivieren in Beweging)

Sinds 1996 worden in 237 kilometerhokken in de uiterwaarden van de Maas en de Rijntakken op regelmatige basis plantensoorten geïnventariseerd. Dit is onderdeel van het Floristisch Meetnet Oevers Zoete Rijkswateren, voorheen onderdeel van het MWTL meetnet, maar sinds 2013 op particulier initiatief (Rivieren in Beweging). Langs een deel van de Grensmaas zijn inmiddels al vijf inventarisatierondes uitgevoerd (1996, 2000, 2004, 2013 en 2018), wat een goed beeld geeft van de ontwikkeling van de floristische kwaliteit langs dit deel van de Maas. Het is juist zo'n interessant riviertraject omdat voor het Grensmaasproject de afgelopen jaren op verschillende locaties de weerden verlaagd zijn en het zomerbed verbreed is.

Het Floristisch meetnet is een systematische inventarisatie van de voorkomende plantensoorten, waarbij alle buitendijkse milieus worden meegenomen. Veel breder dus dan de KRW-monitoring. Van algemene soorten wordt alleen de aanwezigheid bepaald, van zeldzamere en indicatieve soorten worden ook de aantallen vastgelegd. De soorten zijn indicatief voor verschillende ecosysteemtypen. De kwaliteit en volledigheid van die ecosysteemtypen wordt bepaald aan de hand van de voorkomende soorten, hun aantallen en hun natuurwaarde. Voor elk ecosysteemtype is bepaald hoeveel er moet voorkomen om te spreken van een goed ontwikkelde situatie. De daadwerkelijke situatie wordt als een percentage van die drempelwaarde uitgedrukt. Belangrijke ecosystemen die langs de Grensmaas voorkomen zijn: Slikkige oever, Zand- en Grindstrand, Stroomdalgrasland en Droge ruigte (Tabel 5-3). Bij Borgharen zijn sinds de herinrichting in 2012 pioniervegetaties van Slikkige oever en Zand- en Grindstrand sterk toegenomen, Stroomdalgrasland heeft er ook wat van geprofiteerd en Droge ruigte is in stand gebleven. Het Stroomdalgrasland op de beide oevers van de Maas is grotendeels gespaard gebleven bij de werkzaamheden, en de Droge ruigte begint zich te ontwikkelen op de uitgestrekte vlakten met open zand en grind.



Figuur 5-5: Graafwerkzaamheden bij Bosscherveld.

De oeverzone van het Geulderveld is vanaf 2013 enkele jaren in gebruik geweest als transportroute voor grindafvoer, maar rond 2016 was de herinrichting van de oeverzone en het rivierbed ook hier gereed. Hetzelfde geldt voor Aan de Maas, waar in 2013 alleen een groot gronddepot en een kaalgeschraapte vlakte aanwezig waren. Het bestaande Stroomdalgrasland bij het Geulderveld is gespaard gebleven en er is een voorzichtige ontwikkeling in die richting bij Aan de Maas. Droge ruigte heeft zich weer snel gevestigd, een typische eigenschap van dit ecosysteem, die ook al na de hoogwaters in 1993 en 1995 zichtbaar was.



Figuur 5-6: Pioniervegetatie van Zand en Grindstrand in Geulderveld.

Bij Itteren lagen bij het begin van het meetnet in 1996 een groot akkergebied en een kleine grindplas met mooie oever, omzoomd door een grote bocht van de Maasoever, waar veel verschillende plantensoorten groeiden. De kwaliteit ging echter jarenlang langzaam achteruit. In 2013 was het oostelijke deel door de weerdverlaging getransformeerd in een plas met grote bergen grind en grond er om heen. In 2017 zijn de werkzaamheden afgerond, het westelijke deel is nu een afwisseling van grindbanken, modderige plassen en geulen. Vooral Slikkige oever en Zand- en grindstrand hebben geprofiteerd van de ingrepen, voor de andere ecosystemen is het nog te vroeg om te zeggen of er herstel, en mogelijk zelfs positieve gevolgen zijn van de grootschalige herinrichting.

Tabel 5-3: De volledigheid van de 4 onderscheiden rivierecosystemen in 5 meetpunten langs de zuidelijke Grensmaas, gedurende 5 meetronden van het Floristisch Meetnet Oevers Zoete Rijkswateren tussen 1996 en 2018. SO=Slikkige Oevers, Z&G= Zand- en Grindstrand, SG=Stroomdalgrasland, DR=Droge ruigte.

Bosscherveld					
	1996	2000	2004	2013	2018
SO	0	40	0	10	10
Z&G	6	18	6	6	18
SG	87	105	92	94	101
DR	62	106	61	61	107
Borgharen					
SO	26	18	0	41	63
Z&G	37	16	18	85	61
SG	57	39	42	61	85
DR	101	86	76	82	98
Geulderveld					
SO	10	10	0	0	51
Z&G	22	28	16	0	79
SG	107	115	120	107	117
DR	58	42	54	45	60
Aan de Maas					
SO	20	33	17	0	70
Z&G	22	22	20	0	71
SG	24	23	20	0	31
DR	40	30	62	0	38
Itteren					
SO	104	83	106	36	127
Z&G	45	37	41	81	83
SG	56	32	37	15	31
DR	109	62	61	84	65

Rivierhout/bakenbomen

In een ver verleden waren de oevers van de Maas begroeid met oibossen. Ook in de rivier zelf lagen daardoor her en der takken en omgevallen bomen in het water. Het rivierhout vormde belangrijk substraat voor kenmerkende macrofaunasoorten en ook vissen gebruikten het om te schuilen, te foerageren en op te groeien. Sinds het bos heeft plaatsgemaakt voor landbouw en de rivier intensief gebruikt wordt voor scheepvaart, wordt elke boom in het water zo snel mogelijk opgeruimd. Tot 2006, toen Rijkswaterstaat haar beleid wijzigde om voortaan omgevallen bakenbomen te laten liggen, stevig verankerd. Ook brengt Rijkswaterstaat actief bomen aan onder water (ook verankerd) op plekken waar geen bomen op de oever groeien. Uit onderzoek blijken deze zoetwaterwaterriffen een ware verrijking voor het onderwaterleven, zowel voor vis als macrofauna (Liefveld, et al. 2017). De bakenbomen in de Maas zijn onderzocht op macrofauna. Het

hout blijkt onder water dicht begroeid met macroalgen die op hun beurt weer begroeid zijn met kiezelalgen. De kiezelalgen vormen weer het bulkvoedsel van de macrofauna die op de bomen leeft. Door de beperkte dynamiek gaat de kolonisatie door kenmerkende soorten niet zo snel als in de Rijntakken, maar in tien jaar is het aantal kenmerkende macrofaunasoorten op het rivierhout toch duidelijk toegenomen (Klink 2016).

Tabel 5-4: Locatie van bomen in het water.

Waterlichaam	rkm	Oever	Locatie	Type	Aantal bomen
Grensmaas	16,8	rechter	Borgharen	buiten de hoofdstroom	3
Zandmaas	131,3-133,6	rechter	Wellerlooi	kribvak	8
	137,7-139,0	linker	Vierlingsbeek	kribvak	6
Bedijkte Maas	169,8 & 170,3	rechter	Overasselt	Maasoever	2
	172,8 & 173,0	linker	Grave	Maasoever	2
	180,7	rechter	Loonse plas	plas	1
	192,6-193,4	rechter	Maasbommel	geïsoleerde geul	2
	196,7-200,0	linker	Hemelrijkse waard	oevergeul en oude Maasarm	18
Beneden Maas	214,6	linker	Gewande	Maasoever	1



Figuur 5-7: Verankerde bakenboom langs de Maas bij Grave (Liefveld & La Haye 2010).

Herstel continuïteit

Voor veel organismen, maar specifiek voor vis, is het belangrijk dat de rivier een verbindend lint vormt waarbinnen de organismen zich vrij kunnen verplaatsen. Voor vis geldt dat deze beweging twee richtingen op moet kunnen: stroomopwaarts en stroomafwaarts. Voor trekvis zijn deze verplaatsingen (migratie) essentieel onderdeel van de levenscyclus. Obstakels als stuwen en waterkrachtcentrales belemmeren de vrije migratie van vis. Daarom bestaat een belangrijk onderdeel van de KRW-maatregelen uit het opheffen of verzachten van deze barrières. Rijkswaterstaat Zuid Nederland is hier al langer mee bezig. In dit kader zijn bijvoorbeeld alle

stuwen in de Maas voorzien van een vispassages. Ook worden de komende jaren veel beekmondingen hersteld. Zo kan vis uit de rivier ook weer de beken op kan trekken, of de beekdelta benutten voor bijvoorbeeld paai. Waterkrachtcentrales krijgen alleen nog een vergunning als de visschade beperkt blijft. Er vindt ook monitoring plaats. Doordat we steeds meer weten over het gedrag van migrerende vis, kunnen we ook betere beschermingsmaatregelen treffen.

Voor trekvis wordt in de Maas veel onderzoek met behulp van zenders gedaan, zowel voor de stroomopwaartse als voor de stroomafwaartse migratie. Zo is in de periode 2009-2014 zenderonderzoek gedaan aan zalm en zeeforel. De waargenomen migratiepatronen zijn zeer variabel: sommige dieren migreren verder stroomopwaarts, andere dieren breken de migratie af en gaan met hun zender terug naar zee. Sommige dieren zwemmen heen en weer. Op de Maas bereikt slechts 12,7% van gemerkte salmoniden België, waar gepaaid kan worden (Vriese, Vissterfte bij passage van stuwen 2017). Van de gemotiveerde stroomopwaarts migrerende zalm is ingeschat dat ongeveer een kwart succesvol paait in België. Slechts een klein percentage keert daarna weer terug naar zee (1,4%). Dit zijn cijfers die vergelijkbaar zijn met buitenlandse rivieren (Vriese en Boerkamp, Meerjaren analyse telemetrie volwassen salmoniden Maas 2009 – 2014. 2015). Het is niet precies bekend waar en wanneer de sterfte van de vissen optreedt bij de neerwaartse migratie. Bij WKC's is een verhoogd sterftepercentage (Van den Berg 2014), maar mogelijk is ook er sprake van verhoogde predatie doordat de vissen gedesoriënteerd raken bij de passage van de stuwen. Dit is echter moeilijk aan te tonen. Wel blijkt de overleving van de neerwaartse migratie in ongestuwde rivieren twee maal zo hoog als in gestuwde rivieren (Vriese, Vissterfte bij passage van stuwen 2017). Komende jaren wordt onderzocht of stuwpasserende nevengeulen hier verbetering in kunnen brengen.

5.2 Ecotopen

Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid. De samenstelling en ontwikkeling van een ecotoop worden bepaald door de 'abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse' (Wolfert 1996). Ecotopen hebben een directe relatie met inrichtings- en beheermaatregelen: de gevolgen van inrichting, beheer of andere processen vertalen zich direct in een andere ecotopensamenstelling. Voor de grote rivieren is het Rivieren Ecotopen Stelsel ontwikkeld (Rademakers en Wolfert 1994). Meer informatie over ecotopen en de monitoring daarvan is te vinden via www.rijkswaterstaat.nl.

Ecotoop, biotoop en habitat, maar wat is nou wat?

De termen ecotoop, biotoop en habitat worden in de praktijk door elkaar heen gebruikt, maar hebben een verschillende betekenis.

Een *ecotoop* is het kleinste, ecologisch nog onderscheidbare gebied in een ecologisch classificatiesysteem van landschappen.

Een *biotoop* is een gebied binnen een uniform landschapstype (ecotoop) waarin een bepaalde levensgemeenschap met organismen kan gedijen.

Binnen een biotoop kunnen *habitats* worden onderscheiden. Een habitat is de specifieke plaats binnen een biotoop waar een bepaald organisme zich ophoudt.

Samengevat gaat het van ecotoop naar habitat van groot naar klein en is de kleinste eenheid (het habitat) altijd gebonden aan een bepaalde soort/ organisme.

Voor de Maas is een ecotopen-kartering uitgevoerd in 1996, 2004, 2008, 2012 en 2017. Op basis van deze karteringen zijn de landschappelijke veranderingen over de afgelopen periode in beeld gebracht, zie Figuur 5-8. Hierbij is de situatie in 2004, 2008 en 2012 buiten beschouwing gelaten;

deze houden het midden tussen 1996 en 2017. De ecotopen zijn geclusterd in ecotoopgroepen conform Tabel 5-5. De ontwikkelingen zijn afgezet tegen een historische referentie uit circa 1850 (Middelkoop, et al. 2003). Dit is de periode vóór grootschalige rivierkundige ingrepen, maar al wel met grootschalige landbouwactiviteiten.

Tabel 5-5: Karakteristieke landschappelijke eenheden van de gehanteerde ecotoopgroepen.

Ecotoopgroep	Karakteristieke landschappelijke eenheden
diep water	(matig) diep zomerbed, nevengeul en aangetakte strang
ondiep water	ondiep zomerbed, nevengeul en aangetakte strang
geïsoleerd water	geïsoleerde strang, plas, kolk
natuurlijke oever	oevers, grind- en zandplaten en slikken
zachthoutoobos	zachthoutoobos, zachthoutstruweel, overig natuurlijk bos
hardhoutoobos	hardhoutoobos, hardhoutstruweel, hoogwatervrij bos
moeras	moeras, riet, rietmoeras
laaggelegen ruigte	uiterwaardruigte
hooggelegen ruigte	rivierduin, oeverwalruigte, hoogwatervrije ruigte
laaggelegen grasland	uiterwaardgrasland
hooggelegen grasland	stroomdalgrasland, hoogwatervrij grasland
cultuur	productiegrasland, akker, productiebos, bebouwd, verhard

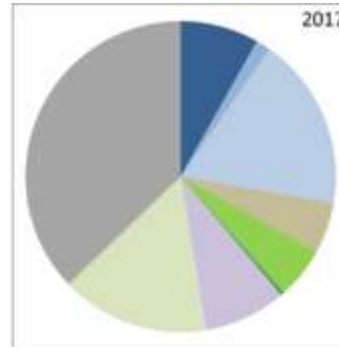
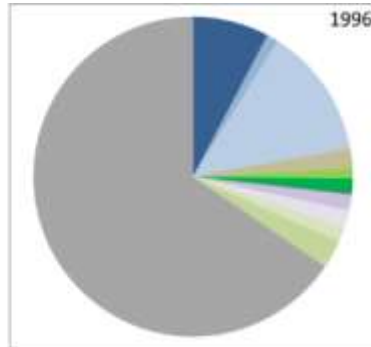
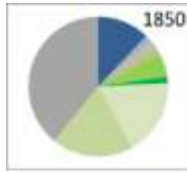
In de huidige situatie domineren de ecotoopgroepen cultuur en diep water. De riviertakken bestaan nog steeds voor het grootste deel uit een diepe, eenvormige vaargeul met intensief bewerkte akkers en productiegrasland.

Als gevolg van de uitvoering van diverse maatregelen in het kader van hoogwaterveiligheid, natuur en de KRW is het areaal van de natuurlijke ecotoopgroepen toegenomen. Deze toename is zichtbaar in vrijwel alle ecotopen. De toename is het grootst bij het areaal natuurlijk (laaggelegen en hooggelegen) grasland en ondiep water. Deze ecotooptypen zijn goed te verenigen met de hoogwaterveiligheid vanwege hun lage ruwheid.

De ontwikkeling van het areaal natuurlijk grasland sluit aan bij een ontwikkeling in de richting van de referentie. In de referentiesituatie was het aandeel natuurlijk grasland in de meeste gevallen echter nog een flink stuk groter dan in de huidige situatie. Het areaal ondiep water was in de referentiesituatie echter een stuk kleiner dan in de huidige situatie. Het is dus de vraag of deze toename wenselijk is, de toename draagt in ieder geval niet aan bij een ontwikkeling richting de referentiesituatie.

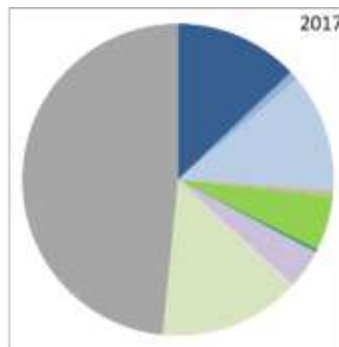
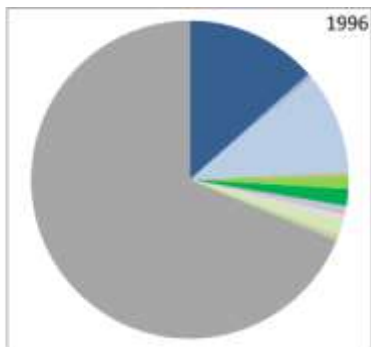
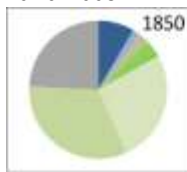
De toename van natuurlijke ecotopen is overall ten koste gegaan van het areaal cultuurgrond, zowel van akkers als van productiegrasland (zie ook paragraaf). Het areaal cultuurgrond was vroeger nog veel kleiner dan in de huidige situatie, met uitzondering van de Grensmaas. Het aandeel in 1850 betrof alleen akkers; de uiterwaardgraslanden uit die tijd zijn door hun extensieve gebruik beschouwd als natuurlijk (laaggelegen) grasland.

Grensmaas



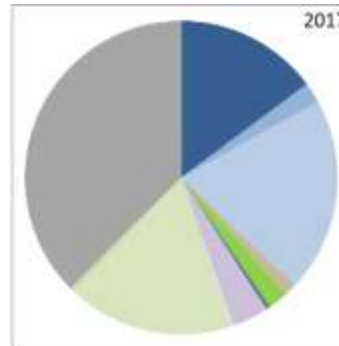
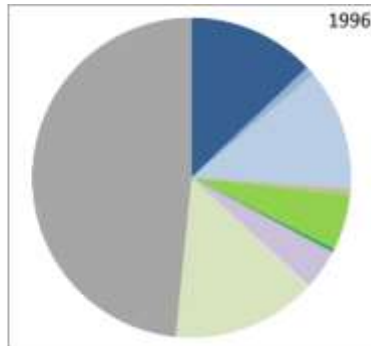
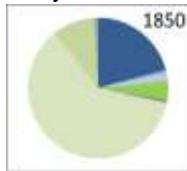
- diep water
- ondiep water
- geïsoleerd water
- natuurlijke oever
- zachthoutoebos
- hardhoutoebos
- moeras
- laaggelegen ruigte
- hooggelegen ruigte
- laaggelegen grasland
- hooggelegen grasland
- cultuur

Zandmaas



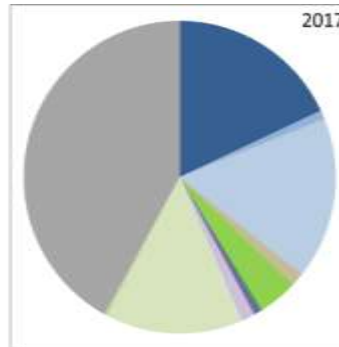
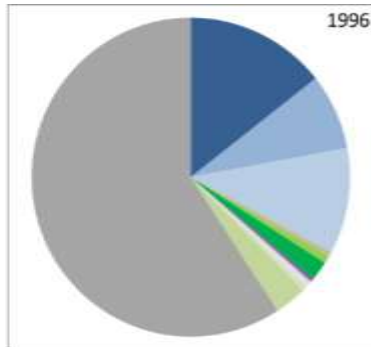
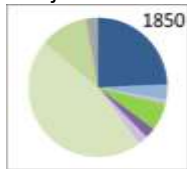
- diep water
- ondiep water
- geïsoleerd water
- natuurlijke oever
- zachthoutoebos
- hardhoutoebos
- moeras
- laaggelegen ruigte
- hooggelegen ruigte
- laaggelegen grasland
- hooggelegen grasland
- cultuur

Bedijkte Maas



- diep water
- ondiep water
- geïsoleerd water
- natuurlijke oever
- zachthoutoebos
- hardhoutoebos
- moeras
- laaggelegen ruigte
- hooggelegen ruigte
- laaggelegen grasland
- hooggelegen grasland
- cultuur

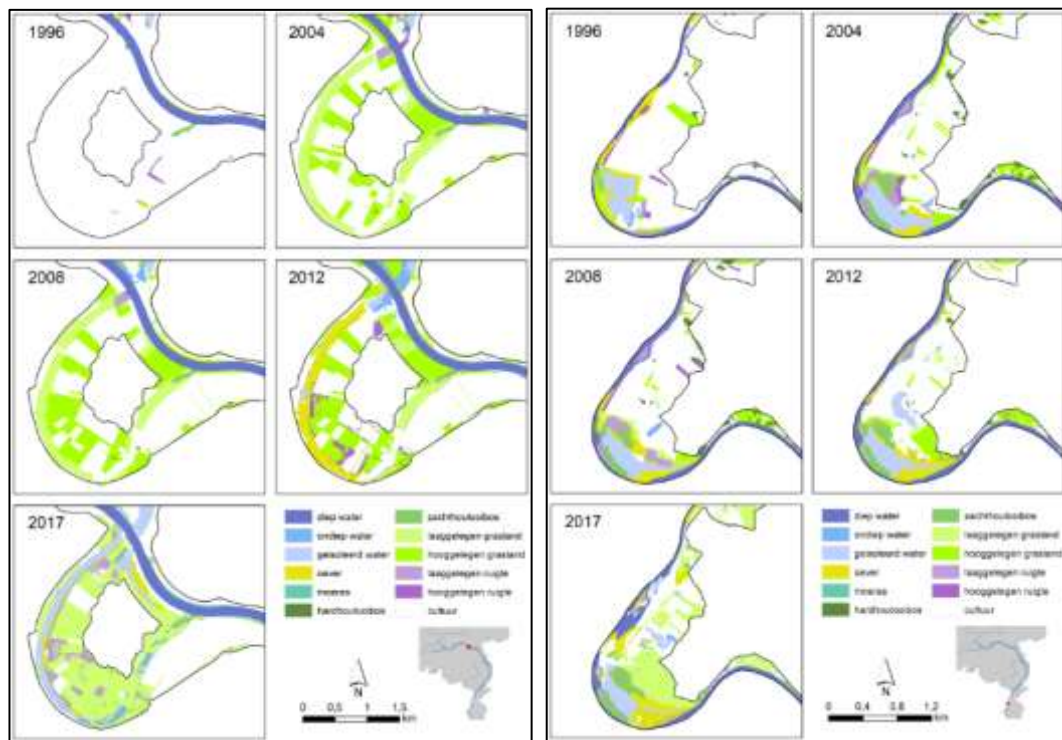
Getijden Maas



- diep water
- ondiep water
- geïsoleerd water
- natuurlijke oever
- zachthoutoebos
- hardhoutoebos
- moeras
- laaggelegen ruigte
- hooggelegen ruigte
- laaggelegen grasland
- hooggelegen grasland
- cultuur

Figuur 5-8: Verdeling van ecotoopgroepen per riviertraject in 1850, 1996 en 2017

Ter illustratie is de ontwikkeling van de ecotopen in de uiterwaarden van Keent en Meers afgebeeld, zie Figuur 5-9. In de serie is een geleidelijke toename van het areaal natuurlijke ecotopen te zien. Verder valt op dat er in de opeenvolgende kaarten diverse kleine veranderingen zichtbaar zijn. Soms lijken deze verschillen eerder het gevolg te zijn van de kartering zelf dan aan werkelijke wijzigingen in het veld, zie bijvoorbeeld de kartering van het grasland en de geul in Keent.



Figuur 5-9: Ontwikkeling van ecotopen in Keent (Bedijkte Maas, links) en Meers (Grensmaas, rechts).

6 Gebruik en beheer

Zowel het areaal dat wordt gebruikt door de landbouw als de emissies vanuit de landbouw zijn sterk afgenomen.

Er is onvoldoende informatie beschikbaar om de (relatieve) omvang en trend van onttrekkingen door de visserij vast te kunnen stellen.

Het aantal scheepvaartbewegingen blijft stabiel of neemt iets af. Daarbij neemt het formaat van de schepen (het aantal vervoerde TEU per passage) toe.

Bij lage waterstanden in de Waal wordt de 'Oost-westtak' (Bedijkte Maas, Beneden Maas en Bergsche Maas) meer gebruikt door de scheepvaart.

De waterkwaliteit van de Maas is nog steeds een aandachtspunt bij de bereiding van drinkwater.

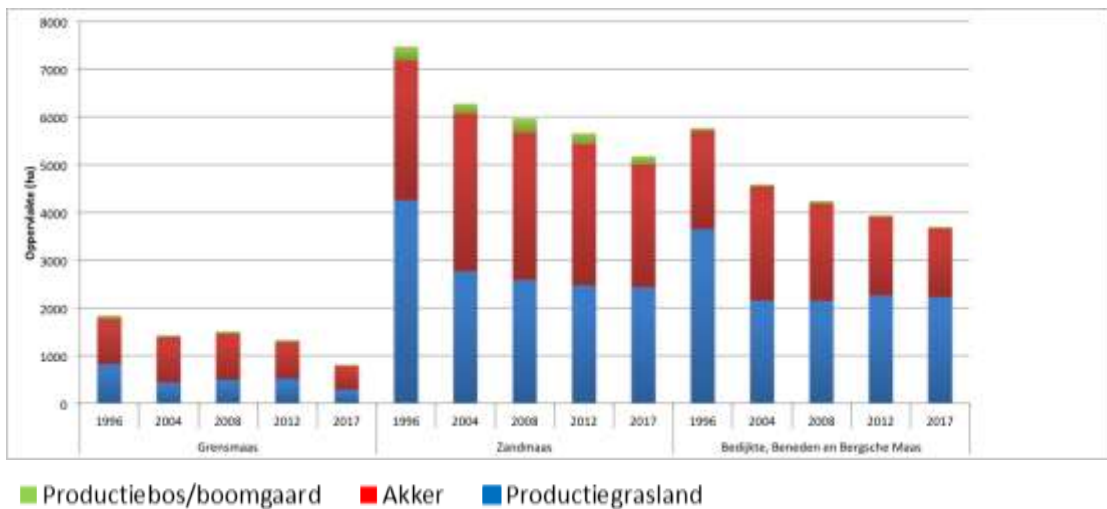
In dit hoofdstuk is nader ingegaan op een aantal aspecten die van belang kunnen zijn voor de kwaliteit en de verandering van de kwaliteit van de Maas. Achtereenvolgens wordt ingegaan op de landbouw (paragraaf 6.1), visserij (6.2), scheepvaart (6.3), onderhoud (6.4) en watergebruik (6.5). De resultaten van dit hoofdstuk vormen input voor de synthese in hoofdstuk 7.

6.1 Landbouw

Een groot deel van de Maasuiteerwaarden is in gebruik als productiegrasland of akkerland). Het totale landbouwoppervlakte neemt in alle waterlichamen gestaag af in de loop der tijd, zie . Dit is een direct gevolg van de omzetting van landbouw areaal in natuur (paragraaf 5.2). Het is een trend die ook langs de Rijntakken zichtbaar is. Langs de Maas werd tussen 1990 en 2006 zo'n 1.500 ha riviernatuur ontwikkeld (Kurstjens & Peters 2011).

Daarbij is de belasting van het oppervlaktewater met voedingsstoffen de afgelopen decennia flink afgenomen (Klein en Rozemeijer 2015). De dalende trends zijn vastgesteld voor zomer- en winterconcentraties, voor de deelgebieden zand, klei en veen en voor verschillende meetperioden en zijn ook van toepassing op de uiterwaarden langs de Maas. De conclusies komen overeen met evaluaties van het Planbureau voor de Leefomgeving (zie onder andere (Van Gaalen et al. 2015)).

De huidige tendens is wel dat de oeverstroken in bezit van Rijkswaterstaat niet meer automatisch door aanpalende natuurbeheerders worden beheerd. Vanwege de nieuwe richtlijnen voor het verpachten van deze oeverstroken (gelijkberechtiging), zijn veel oeverpercelen na jaren van natuurlijk beheer weer in landbouwkundig beheer gekomen. Deze agrariërs kunnen het beheer met behulp van landbouwsubsidies vaak goedkoper uitvoeren dan de natuur beherende organisaties. Over de gevolgen van deze wijziging is nog weinig bekend.



Figuur 6-1: Landbouwkundig gebruik uiterwaarden.

6.2 Visserij

Het beheer van de visstand en de visserij op de grote rivieren wordt vormgegeven in visstandbeheercommissies (VBC's), conform het huidige rijksbeleid (Beleidsbesluit Binnenvisserij). Voor de Maas zijn er twee VBC's: Grensmaas en Zandmaas, beide opgericht in 2005. Voor de Maas benedenstrooms van de stuw bij Lith tot aan de Biesbosch is nog geen VBC.

Sinds 2011 dienen de VBC's visplannen op te stellen voor hun beheergebieden. Het visplan onderbouwt dat er sprake is van een passend en duurzaam beheer door de visrechthebbers. Ook moet hiermee geborgd worden dat er geen strijdigheid optreedt tussen het visserijbeheer en de doelen voor het water- en natuurbeheer. Bevissing (en eventuele uitzettingen) vindt plaats conform deze visplannen. De overheid wil het opstellen en uitvoeren van visplannen op termijn in de Visserijwet gaan verankeren.

Per april 2011 is een vangstverbod ingesteld op de visserij op aal/paling en de Chinese wolhandkrab. Dit geldt zowel voor de beroepsvisserij als voor de sportvisserij. Het sediment van met name het stroomgebied van de Rijn en de Maas bevat te veel dioxine en pcb's. De concentraties in de paling voldoen niet aan de consumptienormen en leveren te grote risico's op voor de voedselveiligheid.

Het is ook verboden om op of in de onmiddellijke nabijheid van deze wateren aal en wolhandkrab in bezit te hebben. Het gebruik van bepaalde aalvistuigen, waaronder de aalfuik, is tevens in het verbod opgenomen. Het wegvallen van de fuikbemonstering voor aal heeft er ook toe geleid dat de passieve vismonitoring uit het MWTL-meetnet is weggefallen (zie hoofdstuk 4.3).

6.2.1 Beroepsvisserij

De beroepsvisserij op de Maas beperkt zich tot oude zakelijke rechten, waaronder visrechten die verhandelbaar en overerfbaar zijn. Bij deze visrechten gaat het vooral om 'Heerlijke visrechten'. Het Heerlijk visrecht strekt zich uit tot alle openbare of bevaarbare wateren binnen de heerlijkheid, zoals die bestonden vóór 1838. De beroepsvissers met deze rechten mogen bijvoorbeeld nog wél op schubvissen vissen.

Er is beperkt inzicht in de hoeveelheid vis die de beroepsvisserij vangt omdat zij geen verplichting hebben een beheerplan op te stellen, de visvangst te tellen en te rapporteren. Hiervoor moet eerst een wijziging plaatsvinden van de visserijwet. Een aantal beroepsvissers hebben wel informatie aangeleverd ten behoeve van het opstellen van visplannen door de VBC's. In onderstaande tabel is de onttrekking op de Zandmaas opgenomen (schatting over 2008 en 2009). Informatie over recentere onttrekkingen ontbreekt.

Tabel 6-1: Gemelde onttrekking (in kilogram) door beroepsvissers op de Zandmaas. Meervallen worden weer teruggezet. Een streep betekent dat er geen onttrekking heeft plaatsgevonden (VBC Zandmaas 2010).

Snoekbaars	Brasem	Voorn	Baars	Meerval	Rivierkreeft / Wolhandkrab
2.670-2.770	600	900	360	500 stuks	-

Naast beroepsvissers met eigen Heerlijke visrechten, zijn er incidenteel ook beroepsvissers die het schubvisrecht huren van de sportvisserij. Hier zijn geen recente onttrekkingsgegevens van. Sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw is duidelijk geworden dat het slecht gaat met de aal/paling: de populatie is sterk afgenomen. Er is veel onderzoek geweest naar de meest effectieve maatregel voor herstel van de palingstand. De Europese aalverordening uit 2007 heeft er toe geleid dat alle Europese lidstaten verplicht een aalherstelplan moeten opstellen. Het Nederlandse Aalherstelplan is in oktober 2009 is goedgekeurd door de Europese Commissie. In 2010 heeft het Ministerie van EL&I een verplichte registratie van aalvangst door beroepsvissers geïntroduceerd. In Tabel 6-2 zijn de gerapporteerde aalvangsten voor de jaren 2010-2012 voor de VBC Zandmaas weergegeven

Tabel 6-2: Overzicht van de geregistreerde aalvangsten (ton/jaar) van beroepsbinnenvisserij van VBC Zandmaas in de periode 2010-2012 (De Graaf en Deerenberg 2015).

Aalvangst in tonnen	2010	2011	2012
VBC Zandmaas	8	<1	*

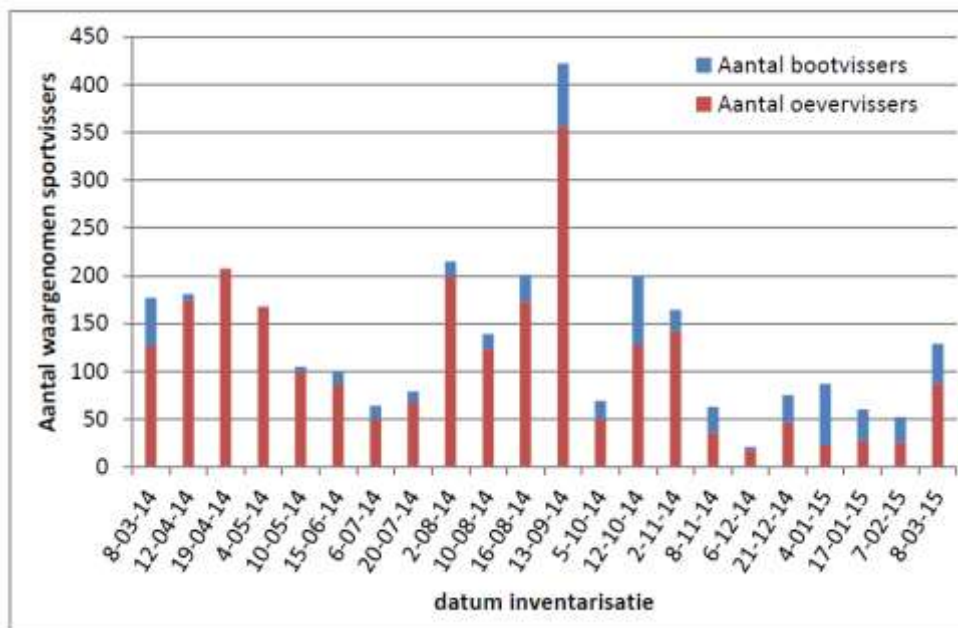
Sinds 2011 wordt de aal gemiddeld steeds langer (ouder), maar de populatie zelf neemt nog steeds af. Dit komt onder meer door weinig intrek van glasaal, ondanks het vangstverbod op de volwassen schieraal. Ook treedt nog steeds sterfte van schieraal op bij waterkrachtcentrales. De schieraal die naar de zee trekt, is bijna 1 meter lang. Dit geeft problemen bij het passeren van de waterkrachtcentrales (WKC's) in de Maas.

Particulieren hebben regelmatig wensen om nieuwe waterkrachtcentrales te realiseren voor het opwekken van 'groene' stroom. De beleidsregel schrijft voor dat er MER-studies gedaan moeten worden om aan te tonen dat het in bedrijf hebben van de WKC niet mag leiden tot een cumulatieve vissterfte van meer dan 10% voor zalm (smolts) en schieraal in het relevante gebied (Borgharen-Lith). De huidige WKC's bij Linne en Lith veroorzaken al veel meer dan 10% sterfte. Voor schieraal wordt dit geschat op ruim 20 % per WKC. Beide WKC's worden momenteel via de beleidsregel en de waterwet gedwongen om visbeschermende maatregelen te nemen en deze te monitoren. Zowel Linne als Lith doen nu experimenten met Early warning systems, waarmee de migratiepieken van schieraal en smolts kunnen worden voorspeld. Tijdens de migratiepieken wordt dan de WKC stilgelegd en kunnen de vissen vrij over de stuw migreren. Nieuwe WKC's kunnen alleen in de Maas worden toegelaten als de extra vissterfte nihil is.

In de Maas wordt sinds 2016 door DUPAN jaarlijks een reddingsactie voor de schieraal uitgevoerd bij de WKC van Lith (project Paling over de Dijk). Schieraal werd vóór de WKC gevangen met fuiken en achter de WKC weer in de Maas gezet. Bij een hogere Maasafvoer, als de aantrek echt op gang komt, kunnen de fuiken niet meer in het water blijven staan.

6.2.2 Sportvisserij

Op de Maas wordt veel gevist door sportvissers. Er worden veel wedstrijden gehouden en het water is bekend vanwege de visserij op witvis, snoekbaars en meerval. De visrechten op de Grensmaas zijn in handen van de sportvisorganisaties Visstandverbetering Maas, Sportvisserij Limburg en de Waalse vereniging Pêche et Loisirs. Op de Zandmaas zijn de visrechten in handen van Sportvisserij Limburg, Hengelsportfederatie Midden Nederland en Sportvisserij Zuidwest Nederland en Federatie Midden Nederland. Binnen deze organisaties zijn negen sportvissersverenigingen.



Figuur 6-2: Waargenomen sportvissers tijdens vliegtuigtellingen (Sportvisserijgebruik 2014-2015, Sportvisserij Limburg 2016).

Op de Maas wordt vooral vanaf de oever gevist. Bootvissen komt maar beperkt voor (zie Figuur 6-2). De grootste kans om oevervissers tegen te komen is langs het Juliankanaal. Het kanaal is bij uitstek geschikt voor wedstrijden omdat hier over lange trajecten sprake is van gelijke visplaatsen (gelijke omstandigheden) en de vangsten over het algemeen goed zijn. De grootste kans om bootvissers tegen te komen is op de Maas rond Maastricht en op het traject tussen Maasbracht en Roermond (Maasplassen) (www.sportvisserijnederland.nl sd). Tabel 6-3 geeft de schatting weer van het aantal vissessies per jaar per onderzocht deelgebied.

Tabel 6-3 Schatting vissessies per jaar (Sportvisserij Nederland 2014)

Deelgebied	Traject lengte [km]	Schatting oevervissers	Schatting bootvissers	Schatting totaal	Totaal per km per jaar
Grensmaas (Eijsden – Maasbracht)	65,7	6.985	5.208	12.193	186
Julianakanaal	34,0	12.426	83	12.509	368
Traject Maasplassen (Maasbracht – Belfeld)	42,3	14.733	3.649	18.382	435
Pand Benfeld – Sambeek	45,6	6.761	1.074	7.834	172
Pand Sambeek – Grave	27,4	17.127	2.729	19.856	725
Pand Grave – Lith	25,2	5.998	1.839	7.838	311

Sportvissers zijn verplicht om bij viswedstrijden de hengelvangstgegevens bij te houden. De visonttrekking door sportvissers voor de Maas is weergegeven in Tabel 6-4. Het is niet bekend hoeveel vissen er onttrokken worden in de hoofdstroom van de Zandmaas.

Tabel 6-4: Geschatte onttrekkingen sportvisserij in kg/jaar (VBC Zandmaas 2010) (VBC Grensmaas 2010)

Waterlichaam	Meeneemlimiet	Snoekbaars
Bovenmaas	Meeneemverbod voor alle vis	
Grensmaas tot aan Geulmonding	Meeneemverbod voor alle vis Jachthaven Sondagh (uitzondering): maximaal 2 snoekbaarzen per dag per visser	150 kg
Grensmaas vanaf monding Geul tot aan Stevensweert	Snoekbaars: maximaal 2 per dag per visser	1.500 kg
Zandmaas	Snoekbaars: maximaal 2 per dag per visser	Onbekend

Sportvissers zetten ook vis uit, zie Tabel 6-5. Op en rond de Grensmaas hebben diverse visuitzettingen plaatsgevonden in het kader van herstelmaatregelen. Ook worden er door de sportvisserijorganisaties vissen uitgezet in zijbeken. Dit vindt plaats in het kader van herstel- of herintroductieprogramma's. Op de Zandmaas hebben sinds 1979 geen visuitzettingen meer plaatsgevonden.

Tabel 6-5: Uitzetten vissoorten in kader van herstelwerkzaamheden Grensmaas (www.visstandbeheercommissie.nl sd)

Aanleiding	Wanneer	Waar /Wie	Uitzet
Stroperij snoekbaars	2000-2002	Grindgat Oost-Maarland; Visstandverbetering Maas	Jaarlijks 2.000 stuks kleine pootsnoekjes en -snoekbaarsjes
Giflozing in Maas België (2007)	2009-2011	nabij Navagne (België); Waalse overheid	In 3 jaar totaal 12.000 kg vis (winde, snoek, blankvoorn, baars)
-	2011-2012	Maas en grindgat ten zuiden van Maastricht; Visstandverbetering Maas	4.900 kg karper, 1.700 kg zeelt, 150 kg blankvoorn en 600 kg karper

Karper is in de sportvisserij een populaire soort om op te vissen. Karpers planten zich echter slecht voort waardoor er een geringe natuurlijke aanwas is in veel wateren binnen Nederland. Voor een goed karperbestand is een gericht beheer en soms uitzet van vis noodzakelijk. De visstand en de beïnvloeding daarvan, zoals uitzet van vis, heeft een relatie met de waterkwaliteit. Uitzet en onttrekking van vis wordt in KRW-termen gezien als menselijke druk en kan rechtstreeks en indirect het behalen van die doelen beïnvloeden. Karpers hebben hierbij specifieke aandacht. In 2016 is een richtlijn opgesteld “beoordelingskader voor de uitzet van karpers”, bedoeld om bij de beoordeling van karperuitzet invulling te geven aan de wettelijke verplichtingen vanuit de KRW (het voorkomen van “achteruitgang” en de “verbeteringsverplichting”). Het is daarom wenselijk om niet teveel karpers in de Maas te hebben in verband met de verslechtering van de waterkwaliteit. In de richtlijn staat een beslisschema, waarmee het uitzetten van karper vrij eenvoudig getoetst kan worden aan een aantal regels:

- Afhankelijk van het type water (waterplantengroei en helderheid) geldt er een maximum van 30 tot 100 kilogram karper per hectare voor een na uitzet volgroeid karperbestand;
- Karper mag na uitzet en groei niet meer dan 20% van het totale visbestand uitmaken;
- Op stedelijk water mag het huidige uitzetbeleid van hengelsportverenigingen worden voortgezet, mits er geen waterkwaliteitsproblemen zijn die samenhangen met uitzet en mits de historische uitzet aantoonbaar is.

Er is ook een rekenhulp ontwikkeld om te berekenen hoe groot een volgroeid bestand is als gevolg van uitzet.

De *zalm* gebruikt in Nederland de grote rivieren uitsluitend als doortrekroute. Sinds midden twintigste eeuw werd de zalm beschouwd als uitgestorven in Nederland. De zalm in de Maas trok naar paaigebieden in België, Frankrijk en via de Roer naar Duitsland. Sinds 1984 hebben herintroductieprogramma's plaatsgevonden waarbij eieren en jonge zalmen van uiteenlopende levensstadia zijn uitgezet in zijriviertjes van de Maas (in de Ardennen en de Roer in de Eifel) en de Rijn (onder andere in de Sieg en Ahr). Het meest succesvol lijkt de herintroductie in de Sieg waar de zalmen weer paaien. Sinds de herintroductieprogramma's worden zalmen weer waargenomen in Nederland, zowel vissen van de zoetwaterfase ('smoltsstadium') als volwassen dieren van de zoutwaterfase (Ministerie van LNV 2008). 'Sinds 2017 wordt in de Geul onderzocht of deze rivier geschikt is als opgroeigebied voor jonge zalm. Hiervoor worden vanaf 2017 jaarlijks 0-jarige zalmpjes uitgezet en gemonitord. De eerste resultaten zijn hoopgevend.'

6.3 Scheepvaart

De Maas is één van de grote transportassen voor de beroepsscheepvaart in Nederland. Naast de beroepsvaart is er ook sprake van recreatievaart. Dit betreft zowel pleziervaart als cruises. Van zowel de beroepsvaart als de pleziervaart zijn geen gedetailleerde studies beschikbaar. In de onderstaande paragrafen is ingegaan op de beschikbare gegevens.

6.3.1 Beroepsvaart

De capaciteit van de vaarwegen wordt bepaald door de vaarbreedte, vaardiepte, doorvaarthoogte van bruggen en de capaciteit van de sluizen. Op de Maas vindt met name bulkvervoer plaats van grind, staal en veevoer. De grootste stroom vindt plaats van Zuid-Limburg naar de haven van Rotterdam.

Scheepvaart zorgt voor veel dynamiek op de rivierbodems en de oevers. Daarnaast is actief beheer noodzakelijk om de vaardiepte en de breedte van de vaarweg in stand te houden (zie paragraaf 6.4.1).

In het meest zuidelijke deel van de Maas, de Grensmaas, is geen scheepvaart mogelijk. De Grensmaas is ongestuwd en is bij laagwater te ondiep en bij hoogwater snelstromend. Langs dit traject vindt scheepvaart plaats op het parallel aan de Grensmaas gelegen Julianakanaal. Afgelopen jaren zijn hier diverse ingrepen geweest ten gunste van de scheepvaart (bochtverruiming, verdieping en aanleg van passeervlakken).

De Maas kent een tweetal belangrijke vaargebieden:

- 1) Maas Noord-Zuid tak Ternaaien - Weurt (Bovenmaas, Grensmaas en Zandmaas), alsmede de verbinding met de Waal;
- 2) Maas Oost-West tak: Heumen - Geertruidenberg (Bedijkte Maas, Beneden Maas en Bergsche Maas).

De Noord-Zuid tak is in de afgelopen 2 a 3 jaren in het kader van het project Maasroute, onderdeel van de Maaswerken, verbeterd naar een klasse Vb-vaarweg. De Maas is in dit traject verdiept, bruggen zijn verhoogd, sluizen verlegd en het Julianakanaal is verbreed. De containervaart naar Zuid-Limburg/België toe bestaat voornamelijk uit 4-laags containervaart.

De Oost-West route (Bedijkte Maas, Beneden Maas en Bergsche Maas) is nagenoeg geheel geschikt voor 4-laags containervaart (9,10m) klasse Va schepen. Alleen de spoorbrug bij Ravenstein vormt regelmatig een bottleneck op de oost-west route vanwege de doorvaarhoogte. Bij laagwater vormt deze brug geen belemmering.

Er is een grote samenhang tussen de scheepvaart over de Maas en de Waal. Veel vervoer vanuit het westen naar Limburg gaat via de Waal en andersom. Er is geen totaal overzicht bekend van de (verandering van) intensiteit van de scheepvaart op de verschillende routes.

Uit tellingen van het aantal scheepvaartbewegingen in de periode 2014-2018 (Rijkswaterstaat, 2019) blijkt dat het gemiddeld aantal passages afneemt, terwijl het gemiddeld vervoerde aantal TEU toeneemt. Een belangrijke trend in de beroepsscheepvaart is het steeds groter worden van de schepen. Er wordt steeds meer met containers gevaren. Het aantal kleinere schepen neemt af.

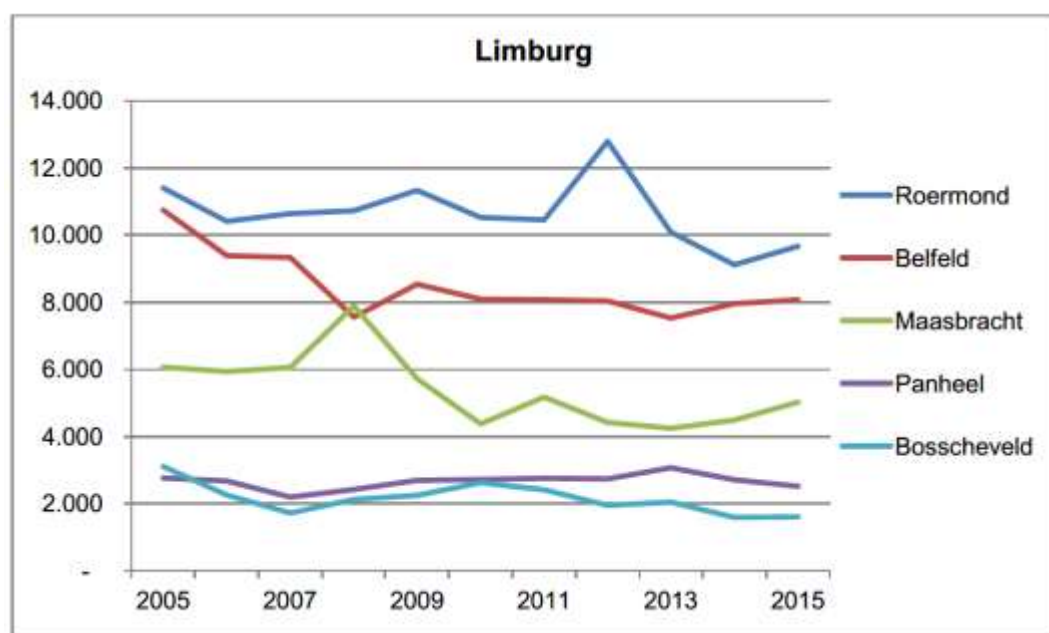
Daarbij neemt het totale transport op de Noord-Zuid route af. Het totale transport op de Oost-West route neemt echter toe. In (o.a.) 2018 is de waterstand in de Waal erg laag geweest, waardoor een verschuiving van de transporten hebben plaatsgevonden van de Waal naar de Oost-west route van de Maas. Ook bij lagere stroomsnelheden op de Maas wordt deze route veelvuldiger gebruikt. Het aantal schepen op de Oost-West route zal door de klimaatveranderingen in de toekomst waarschijnlijk verder gaan toenemen. Om dit mogelijk te maken is wel verhoging van een aantal bruggen noodzakelijk. Daarnaast stagneert het transport over water bij de sluis van Grave omdat maar één sluis kolk beschikbaar is en schepen steeds groter worden. Voor de toekomst is een tweede kolk bij Grave noodzakelijk om de ontwikkelingen in de scheepvaart te blijven ondersteunen.

De zeven stuwen op de Maas zijn binnenkort aan vervanging toe. De vraag is of bij renovatie of vervanging van de stuwen ook de sluizen worden meegenomen. Grave is de eerste stuw die aangepakt moet worden voor de scheepvaart. Daarnaast zijn ondieptes door sluisdrempels en kabels/leidingen ook belangrijke aspecten die aandacht vragen voor de scheepvaart om belemmeringen verder te voorkomen.

6.3.2 Recreatievaart

De recreatievaart op de Maas speelt een ondergeschikte rol ten opzicht van de grote meren in Friesland, Utrecht, Zuid-Holland en de Zeeuwse Delta. Daarentegen vervullen de Maasplassen wel weer een grote rol voor recreatievaart. De recreatievaart in Limburg bestaat vooral uit dagtochten; er is relatief weinig toervaart vanuit andere gebieden (met Limburg als bestemming). Er zijn relatief wel veel ligplaatshouders van Duitsers uit het Ruhrgebied (Waterrecreatie Advies 2012).

Het verkrijgen van inzicht in de scheepvaartbewegingen van de recreatievaart gebeurt alleen door tellingen bij sluisen en het plaatsen van sensoren onder bruggen. Een totaal overzicht is tot op heden niet beschikbaar. De aantallen pleziervaart op de Maas is vrij stabiel (zie Figuur 6-3). In de telling is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende typen pleziervaartschepen.



Figuur 6-3: Telgegevens passages per jaar bij sluisen in Limburg (Waterrecreatie Advies 2012).

De werkzaamheden aan grote sluisen, nabij Born, Maasbracht en Heel (jaar/ periode) hebben er toe geleid dat er een actief beleid is gevoerd om de recreatievaart zoveel als mogelijk via de Willemsroute (via kanaal Wessems-Nederweert, de Zuid-Willemsvaart en de historische route door Maastricht) te leiden. Een aanzienlijke hoeveelheid sluiscapaciteit op het Julianakanaal was niet beschikbaar. Om lange wachttijden te voorkomen is de recreatievaart gevraagd via de Willemsroute te varen.

6.3.3 Passagiersvaart

Een belangrijke trend die door de sluiswachters wordt gezien is de toename van het aantal riviercruiseschepen, de zogenaamde passagiersvaart. De Maas is een betrouwbaardere rivier t.a.v. de waterstanden ten opzichte van de Waal. Er zijn geen specifieke tellingen beschikbaar om de gesignaleerde toename te kunnen onderbouwen.

6.4 Onderhoud

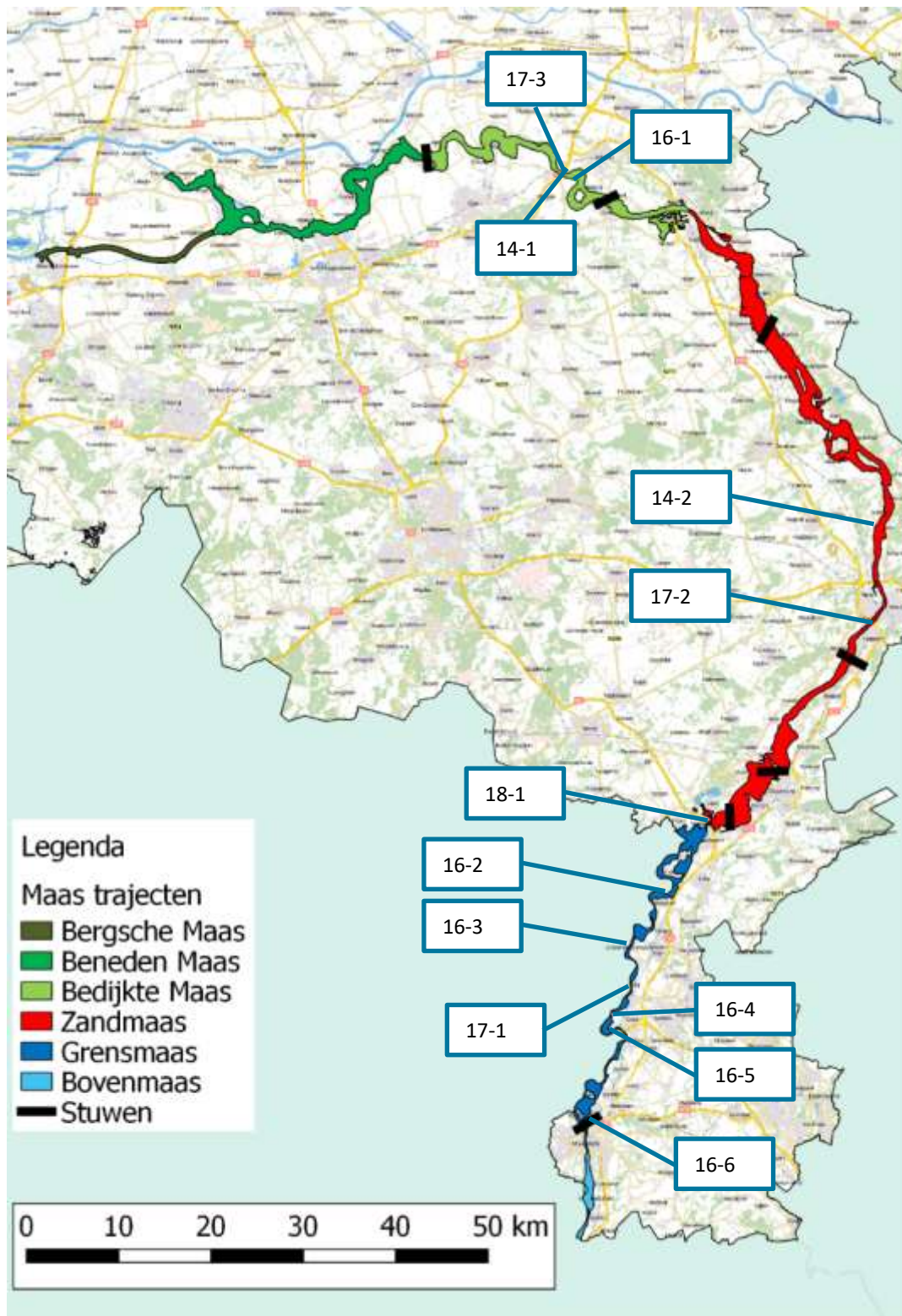
6.4.1 Vaarwegonderhoud

Het vaarwegonderhoud is primair gericht op het behouden van het vaarwegprofiel. Door middel van baggeren wordt het vaarwegprofiel in stand gehouden. Ieder jaar worden gis-kaarten met gewenste baggerprofiel gemaakt aan de hand van meetgegevens. Deze vormen de basis voor de uitvoering van het vaarwegonderhoud. (V. W. (RWS) 2019) en (RWS 2018).

Uit het beheersysteem volgt dat er een aantal opvallende verdiepingen en verondiepingen hebben plaatsgevonden tussen 2014 en 2019. De oorsprong van de verdieping/verondieping is niet achterhaald. Gegevens van voor 2014 zijn niet in het beheersysteem opgenomen.

Tabel 6-6: Verdieping of stijging van de bodem in de periode 2014-2019 (Rijkswaterstaat 2019).

Nr.	Jaartal	Plaats	Waterlichaam	Locatie [rivier km]	Meetbaar effect
14-1	2014-2015	Grave	Bedijkte Maas	173,4 - 174,1	Verdieping van 0,5 tot 2,0 m ter plaatse van de vaargeul
14-2	2014-2015	Arcen	Zandmaas	116 - 120	Verdieping van circa 0,5 tot 2,0 m ter plaatse van de vaargeul
16-1	2016-2017	Nederasselt	Bedijkte Maas	175,9	Lokaal een verdieping van 4 meter
				175,7	Lokaal een stijging van 2 meter
16-2	2016-2017	Illikhoven	Grensmaas	48,2-48,7	Stijging westoever van 2 meter
				48,7-49,2	Verdieping middengeul van 0,5 m
16-3	2016-2017	Grevenbicht	Grensmaas	43,1-44,2	Verdieping westoever van 1 tot 2 meter
					Lokaal stijging van 1 tot 2 meter
16-4	2016-2017	Urmond	Grensmaas	37-38	Verdieping van de oostoever van 1 tot 2 meter
16-5	2016-2017	Meers	Grensmaas	33-34	Verdieping van de oostoever van 1 tot 2 meter
16-6	2016-2017	Borgharen	Grensmaas	15,5-16,7	0,25 – 0,5 meter verdieping, lokaal 1 tot 2 meter stijging (bij km 16,7)
17-1	2017-2018	Meers	Grensmaas	32	lokaal 2 meter stijging
				33,5-34,5	Daling van de oostoever van 1 tot 2 meter
				34,5-35,5	Stijging van de westoever van 1 tot 2 meter.
		Stein		35-37	Verdieping van de vaargeul van 0,5 m
		Urmond		38-39	Verdieping van de westoever van 1 tot 2 meter
				39-40	Verhoging van de westkant van 1 tot 2 meter
Obbicht	41-2	Verhoging van de oostoever van 1 tot 2 meter. (verdieping vaargeul van 0,5 m)			
17-2	2017-2018	Venlo	Zandmaas	101-109	Verdieping van 0,25 tot 1 meter
17-3	2017-2018	Grave	Bedijkte maas	176-181	Verdieping van de vaargeul van 0,25 tot 1 meter
18-1	2018-2019	Stevensweert	Grensmaas	61-62	Verdieping westoever van 1 tot 2,5 m



Figuur 6-4: Locatie verandering bodemhoogte.

6.4.2 Oeveronderhoud

In 2014 is door Rijkswaterstaat de vegetatielegger voor de uiterwaarden vastgesteld. Hierin is de actuele situatie van de uiterwaardvegetatie vastgelegd wat betreft het opstuwend effect voor de doorstroming bij hoog water. De vegetatie is in de vegetatielegger ingedeeld in verschillende begroeiingstypen, die de vegetatieruwheid bepalen: vier homogene klassen en drie mengklassen. De maximaal toegestane ruwheid van de vegetatie wordt aangeduid als het interventieniveau. Zodra in enig vegetatievlak de maximale vegetatieruwheden worden overschreden, moeten de vegetatiehoogte c.q. de vegetatiestructuur met gerichte beheermaatregelen worden teruggebracht tot onder het interventieniveau (Rijkswaterstaat 2014)

Het onderhoud van de oevers van de Maas ligt bij de grondeigenaren. De afhankelijkheid van Rijkswaterstaat van de grondeigenaren voor het onderhoud is de afgelopen jaren groter geworden. Niet alleen om projecten te realiseren maar ook om vervolgens afspraken te maken over het onderhoud. De onteigeningsprocedure kan zelden toegepast worden en daarmee is Rijkswaterstaat afhankelijk van de grondeigenaren. Het tijdspad om (onderhouds)projecten te realiseren is langer geworden en de kosten zijn hoger geworden.

Bij de vrij eroderende oevers in de Zandmaas trad op sommige locaties te snel erosie van de oever op. In enkele gevallen beheermaatregelen genomen om erosie te stabiliseren, bijvoorbeeld door onder water steenstortingen toe te passen. Dit wordt nu in veel ontwerpen standaard toegepast. Het zijn concessies ten aanzien van het ideale ontwerp, maar kan op sommige plekken nodig zijn om de bevaarbaarheid te garanderen.

Door kritisch de maatregelen te bekijken kan overmatige oevererosie beperkt blijven:

- Selectief zijn in waar je bestaande steenbestorting weghaalt;
- Toetsen of de ondergrond geschikt is voor de gewenste maatregelen en de consequenties van optredende erosie;
- Beperkt verwijderen van stortsteen: bewust temperen van erosie;
- Bij aanleg aanbrengen van het gewenste oeverprofiel.

Langs de oevers van de Maas zijn op een regelmatige onderlinge afstand van circa 100 meter bakenbomen aanwezig. De bomen zijn geplant om bij hoogwater om een begeleiding te vormen voor de scheepvaart, om de grenzen van het bevaarbare zomerbed aan te geven. Rijkswaterstaat beheert deze bomen, maar heeft tevens een uitsterfbeleid. Oude bomen die omvallen worden verwijderd. De moderne technieken van de scheepvaart maken de bomen overbodig.

6.5 Watergebruik

6.5.1 Waterverdeling

Tussen Nederland en Vlaanderen

Het Maaswater voedt de kanalen in Vlaanderen en het zuiden van Nederland. Bij watertekort vormt het Maasafvoeroverdrag de leidraad voor de verdeling van het Maaswater (zie verder paragraaf 2.1). Om negatieve effecten op ecologie in de Grensmaas te voorkomen, wordt een minimale afvoer van 10 m³/s op de Grensmaas nagestreefd. Om aan de afspraken van het Maasafvoeroverdrag te voldoen, moeten zowel Vlaanderen als Nederland tijdens watertekorten maatregelen treffen om het watergebruik te beperken, zie paragraaf 6.5.2.

In Figuur 6-5 is de kaart opgenomen van het Vlaams en Nederlands Maaswatergebruik bij een ongedeelde Maasafvoer van 60 m³/s. De afvoer via de gemeenschappelijke Grensmaas afvoer is dan 10 m³/s.



Figuur 6-5: Vlaams en Nederlands Maaswatergebruik

Binnen Nederland

De verdeling van het water binnen Limburg en Noord-Brabant is vastgelegd in het waterakkoord voor de Midden-Limburgse en Noord-Brabantse kanalen (1994 en een update in 2004 en 2012). De prioriteitsvolgorde voor de waterverdeling in de regionale wateren is vastgelegd in een regionale verdringingsreeks; deze is opgenomen in bovenstaande figuur.

Regionale verdringingsreeks voor oppervlaktewater in Limburg

Categorie 1: Veiligheid en voorkomen van onomkeerbare schade:

1. stabiliteit waterkeringen d.m.v. peilhandhaving
2. bescherming Peel restanten d.m.v. peilhandhaving bufferzones

Categorie 2: Nutsvoorzieningen:

1. drinkwatervoorziening
2. energievoorziening

Categorie 3: Kleinschalig hoogwaardig gebruik:

- tijdelijke beregening kapitaalintensieve gewassen,
- proceswater industrie,
- doorspoelen stadswateren

Categorie 4: Overige belangen:

1. aquatische ecologie en waterkwaliteit:

- minimaal debiet in beken met hoge ecologische waarde
- bestrijding botulisme en blauwalgen i.v.m. ernstige risico's volksgezondheid
- minimaal debiet vistrappen (tijdens vismigratie)

2. andere belangen:

- scheepvaart (incl. recreatievaart)
- landbouw
- landnatuur (voor zover geen onomkeerbare schade)
- koelwater industrie
- overige aquatische natuurwaarden

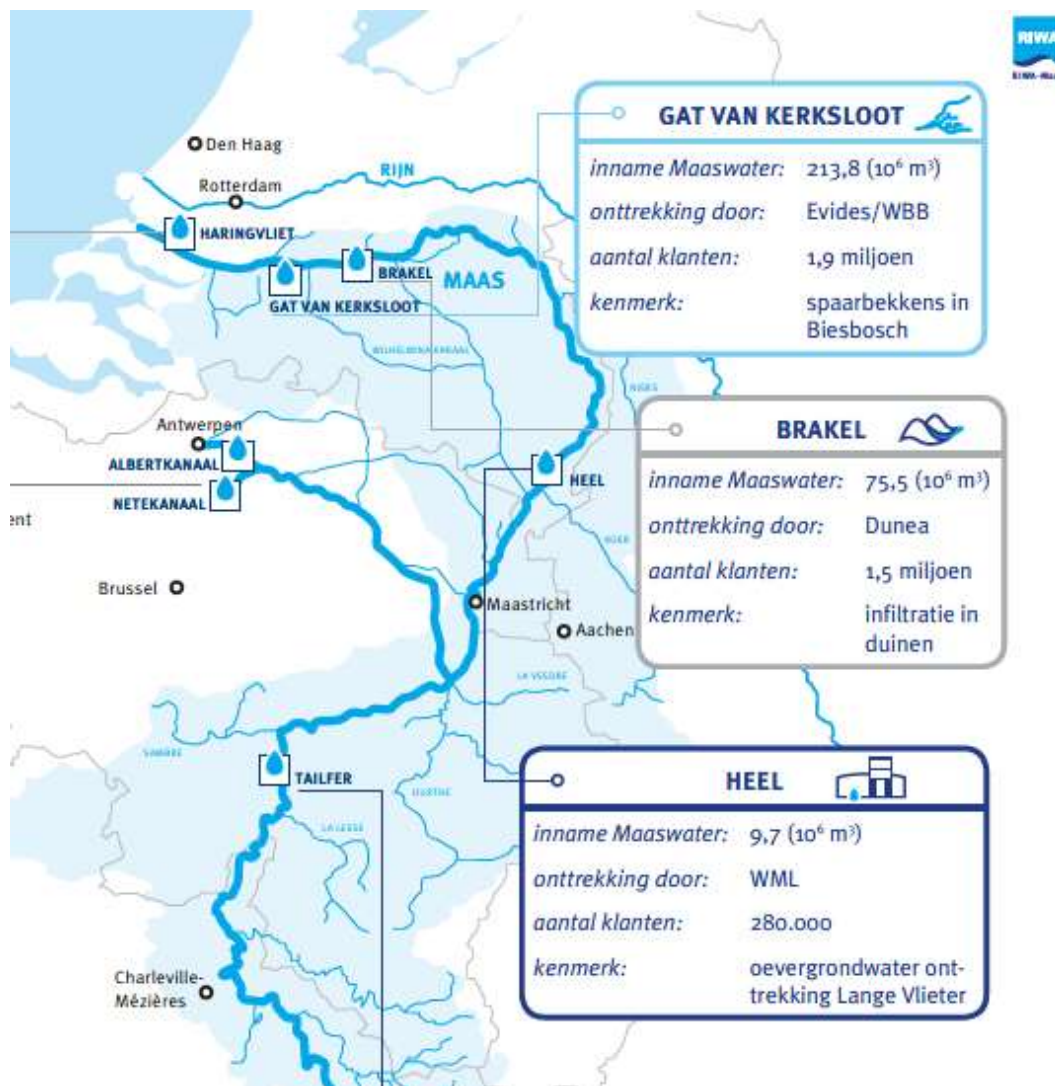
Figuur 6-6: Regionale verdringingsreeks voor oppervlaktewater in Limburg (Bron: provinciaal waterplan 2016-2021).

6.5.2 Beperking watergebruik

De maatregelen om het watergebruik in Nederland te beperken, betreffen vooral het terugpompen van het schutwater op de sluisen van het Julianakanaal. De pompcomplexen liggen bij Panheel, Maasbracht en Born. Ook wordt naar behoefte zuinig of hevelend geschut of met behulp van spaarkommen. Het verval bij de sluis van Panheel beslaat 8,20 meter. Bij het schutten wordt hier gebruik gemaakt van een drietal spaarkommen om een deel van het schutwater in op te vangen. Als deze maatregelen niet voldoende zijn, worden andere gebruikerscategorieën gekort, waarbij de prioritering gebeurt volgens de verdringingsreeks.

6.5.3 Drinkwater

Veel mensen in België en Nederland zijn afhankelijk van Maaswater voor hun drinkwater. In de Maas liggen binnen het aandachtsgebied drie oppervlaktewaterlichamen waar onttrekking voor de productie van drinkwater plaats vindt: de Grensmaas (Roosteren), de Zandmaas (Heel) en de Beneden Maas (Brakel).



Figuur 6-7: Innamepunten en meetpunten van Maaswater voor drinkwaterbereiding in het Maasstroomgebied (RIWA-Maas, Jaarrapport 2018. De Maas. Goede bron voor drinkwater. Droogte toont kwetsbaarheid. 2019).

Heel

Het Waterproductiebedrijf Heel (WPH) is sinds 1998 in gebruik. Tussen de dorpen Heel en Beegden is de waterwinning van Heel gelegen, in de gemeente Maasgouw. Het water wordt vanuit het Lateraalkanaal ingelaten in het waterbekken van het waterproductiebedrijf. Door WPH mag maximaal 20 miljoen m³/jaar oevergrondwater worden opgepompt (Provincie Limburg, 2011). Indien bij een langdurende calamiteit er geen water meer mag worden ingelaten, wordt overgeschakeld op een diepe grondwaterwinning.

Brakel

Op de grens tussen Gelderland en Noord-Brabant onttrekt Dunea bij het innamepunt Brakel uit de Afgedamde Maas een mengsel van Maaswater en uitslagwater (afvoer uit polders) uit de aangrenzende Bommelerwaard. De mengverhouding tussen deze twee waterbronnen is zeer variabel en hangt onder meer af van de lokale neerslag en de waterafvoer van de Maas. Vanuit de Afgedamde Maas wordt het water via een pijpleiding naar Productielocatie Scheveningen gepompt, om met behulp van duininfiltratie drinkwater te bereiden.

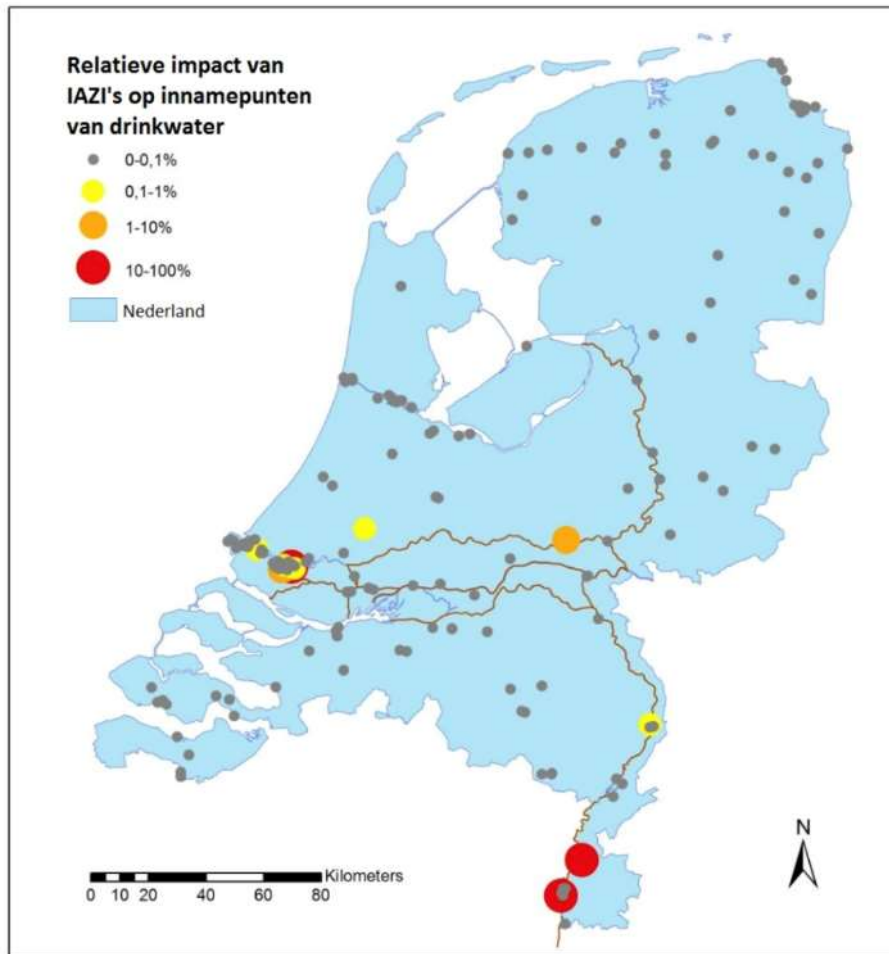
Roosteren

Het gewonnen water van de oevergrondwaterwinning bestaat uit grondwater en oppervlaktewater (Maaswater). De verdeling is afhankelijk van welke onttrekkingsputten worden ingezet. De capaciteit van de drinkwaterwinning bij Roosteren (oevergrondwaterwinning) is sinds 1993 9 miljoen m³/jaar. In november 2006 is de onttrekkingsvergunning gewijzigd. Sindsdien mag er 6,5 miljoen m³/jaar worden gewonnen via de oevergrondwaterwinning uit het eerste watervoerende pakket en 2,5 miljoen m³/jaar uit de diepe pakketten van de Roerdalslenk (Hoogeveen 2014).

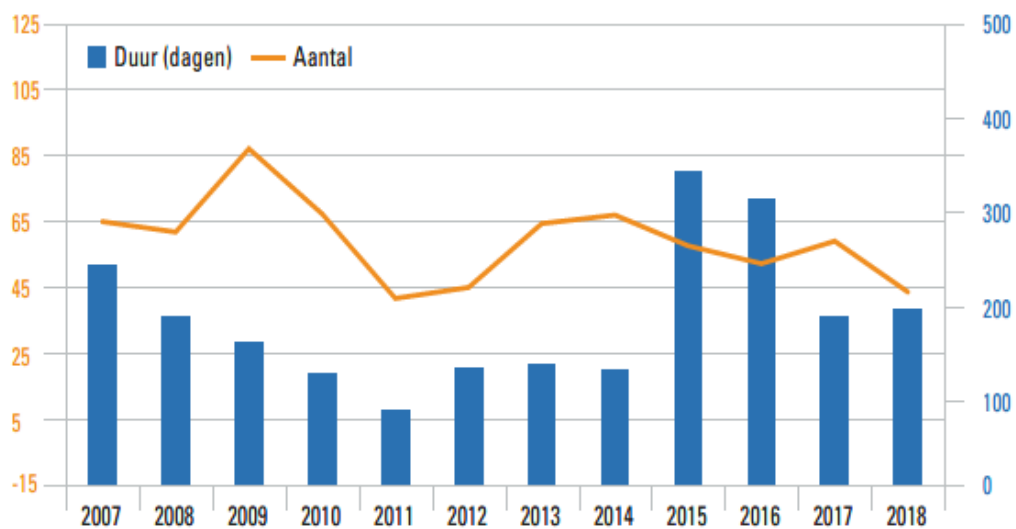
Het is niet bekend wat de jaarlijkse hoeveelheden onttrokken Maaswater te Roosteren precies zijn. In de praktijk wordt sinds 2000 gemiddeld ongeveer de helft van de capaciteit benut. Hiervan is onder reguliere omstandigheden circa 10 % Maaswater. Echter vanwege onvoldoende kwaliteit van het Maaswater, met name bij lage afvoeren, is de helft van de Maaswaterputten (2 van de 4 pompputten) preventief uit bedrijf. Er wordt dus nauwelijks direct Maaswater onttrokken ((WML) Geurts, M. pers. comm. 2019).

Waterkwaliteit

Als er veel regen valt, ontstaan als snel kwaliteitsproblemen door overstorten van riolen en doordat verontreiniging van de grond afspoelt naar het oppervlaktewater. In droge perioden worden verontreinigingen door bijvoorbeeld lozingen van afvalwater juist minder verdund. In perioden met een lage afvoer is vaak meer dan de helft van het water van de Maas in de benedenstroomse trajecten afkomstig rioolwaterzuiveringen (Figuur 6-8). Dit is uiteraard niet bevorderlijk voor de (drink)waterkwaliteit. De drinkwaterinname moet dan ook geregeld worden gestaakt, zie Figuur 6-9. De klimaatverandering heeft naar verwachting een negatief effect op de waterkwaliteit van de Maas als belangrijke drinkwaterbron (RIWA-Maas, Jaarrapport 2017. De Maas. Samenwerken aan (water)kwaliteit 2018).



Figuur 6-8: Industriële Afvalwater Zuiveringsinstallaties (IAZI's) met een grote impact op de drinkwaterfunctie van het Nederlands watersysteem, gemiddeld over 6 gemodelleerde stoffen bij lage afvoer (Van Wezel, et al. 2018).



Figuur 6-9: Innamestops en – beperkingen langs de Maas als gevolg van waterverontreiniging (RIWA-Maas, Jaarrapport 2018. De Maas. Goede bron voor drinkwater. Droogte toont kwetsbaarheid. 2019)

Koelwater

Langs de oevers van de Maas zijn meerdere bedrijven aanwezig die koelwater lozen. In de onderstaande tabel zijn de vergunde lozingen in MWth per jaar weergegeven.

Bedrijf	Vergunde warmtevracht in MWth
Essent Clauscentrale Maasbracht	1675 (activiteiten zijn gestopt op 1-7-2014). Zodra de energiemarkt weer gunstiger wordt voor gasgestookte centrales, wordt opnieuw opgestart.
Nuon Power Buggenum	308 (activiteiten zijn gestopt op 1-4-2013, centrale is definitief ontmanteld)
Sappi Maastricht	60
Friesland Campina Veghel	20
Mars Veghel	15
O-I Maastricht	0,46 ; incidenteel: 15,64
Kappa Roermond	10
Tata Steel Oosterhout	5
PQ Europe Maastricht	2,6
Ineos Maastricht	2,6
Gestopt: Nutricia Cuijk	2,5
Nedri Venlo	2,3
Corus Tubes Maastricht	2
Gestopt: DSM Pharma Venlo	2

7 Synthese

De synthese belicht de belangrijkste ontwikkelingen uit de voorgaande hoofdstukken en brengt ze met elkaar in verband. Dit gebeurt zowel aan de hand van de informatie uit de voorgaande hoofdstukken (paragraaf 7.1) als aan de hand van een aantal specifieke thema's (paragraaf 7.2). De focus ligt hierbij op de ontwikkelingen in de ecologische waterkwaliteit en de factoren die deze ontwikkelingen kunnen verklaren. In de discussie (paragraaf 7.3) worden de resultaten belicht vanuit het oogpunt van de doelen en maatregelen van de Kaderrichtlijn Water: 'hoe staat de Maas er voor?', 'zijn we op de goede weg?' en 'op welke punten is bijsturing nodig?'. In paragraaf 7.4 zijn de aanbevelingen opgenomen voor maatregelen, monitoring en nader onderzoek.

7.1 Samenvatting resultaten per hoofdstuk

7.1.1 Hydrologie en morfologie

In tabel 7-1 zijn de belangrijkste ontwikkelingen in de hydrologie en morfologie weergegeven. Per parameter is aangegeven of er een trend is waargenomen en zo ja, of de trend positief is of negatief (teken). De kleur geeft aan of de gesignaleerde trend positief, negatief of neutraal is voor de ecologie.

Tabel 7-1 Ontwikkelingen van enkele hydrologische en morfologische parameters (tekens) en hun effect op de ecologie (kleur). Het gaat om gemiddelde waarden of frequentie van optreden.

Parameter	Bovenmaas/ Grensmaas	Zandmaas	Bedijkte Maas/ Beneden Maas	Toelichting trend
Zomerafvoeren	-			
Winterafvoeren	0			
Afvoeren < 10 m ³ /s	-			Vanaf 1998
Kortdurende piekafvoeren	+	0	0	Als gevolg van stuwbeheer België
Bodemhoogte zomerbed	0	-	-	
Verstuwingsgraad	+	+	+	Als gevolg van Maaswerken

Verklaring tekens en kleuren

Teken	Trend (1990-2015)	Kleur	Effect op ecologie
+	Stijgend		Positief
0	Neutraal		Neutraal
-	Dalend		Negatief

Er zijn grote morfologische en hydraulische verschillen tussen de rivierdelen van de Maas. De Grensmaas is *ongestuwd* (tot ca. Roosteren) en heeft een groot verhang met daardoor hoge stroomsnelheden (tot 1 m/s), een grindig substraat, en grote variatie van de waterstand, ook in het lagere afvoerbereik (50-250 m³/s). In dit Maastraject is dan ook de potentiële morfodynamiek het grootst.

De overige rivierdelen zijn *gestuwd*, waarbij het substraat stroomafwaarts steeds fijner wordt, van grindig in het bovenstroomse deel van de Zandmaas tot slibbig in de Bergsche Maas. In de gestuwde delen van de Maas zijn de gemiddelde stroomsnelheden laag: een groot deel van het jaar staat het water hier nagenoeg stil. Binnen het stuwpand zijn nog wel verschillen, met de

grootste stroomsnelheden en waterstandsschommelingen in de bovenstroomse delen en lage stroomsnelheid en een vrijwel vast waterpeil in de benedenstroomse delen. Vanaf afvoeren van circa 1.250 m³/s zijn alle stuwen gestreken en stroomt de gehele Maas vrij af.

Er is weinig ontwikkeling waargenomen in het afvoerpatroon. Wel zijn in de periode vanaf 1990 tot heden lagere zomerafvoeren waargenomen ten opzichte van de gehele meetperiode (vanaf 1911), vooral in april en mei. In die periode zijn de gemiddelde winterafvoeren heel licht toegenomen, maar dit is vooral te wijten aan de twee hoogwaters in '93/'94 en '95.

Als gevolg van het Maasafvoerovereenkomst komen sinds 1998 afvoeren onder de 10 m³/s bijna niet meer voor op de Grensmaas. Alleen onder extreem droge omstandigheden kan het voorkomen dat deze minimale afvoer niet haalbaar is. Dit was bijvoorbeeld het geval in 2010, 2018 en 2019. Er zit dus een begrenzer op de minimale afvoer, maar de plotselinge piekafvoeren op de Grensmaas zijn in omvang juist toegenomen. Dit is verergerd sinds de WKC bij Lixhe een traploos stuurbare turbine heeft gekregen. De piekafvoeren zijn het gevolg van het stuwbeheer in bovenstrooms gelegen gebieden in België. Door geautomatiseerd beheer van de serie van stuwen worden kleine fluctuaties in de afvoer steeds verder versterkt doorgegeven. Uiteindelijk resulteert dit in kortstondige afvoerfluctuaties die kunnen oplopen tot een verschil van honderden kuubs binnen het tijdsbestek van één uur. De piekafvoeren dempen geleidelijk uit op de Grensmaas; in de Zandmaas is er al niets meer van te merken.

De bodemhoogte van het zomerbed is in de afgelopen eeuw gedaald, met gemiddeld één tot drie meter. In de benedenstroomse delen is die daling lokaal wel vier meter en in de bovenstroomse delen tot wel zelfs zes meter. Een deel van de daling is het gevolg van erosie door graven van de Bergsche Maas, verkorting van de rivier door bochtafsnijdingen en de sterk gereduceerde aanvoer van sediment vanuit België. Een groot deel van de daling is het gevolg van sedimentwinning en de zomerbedverdiepingen (Maaswerken). Op de Grensmaas is de bodemdaling sinds 2010 tot stilstand gekomen dankzij de rivierverruiming ((RWS) Bakhuizen, J.J. pers. comm. 2019). Hierbij moet opgemerkt worden dat er het afgelopen decennium geen grote hoogwaters meer zijn opgetreden. Grote hoogwaters zonder aanvoer van zand en grind uit België kunnen alsnog tot erosie leiden.

Als gevolg van de grote verruiming op de Grensmaas door de Maaswerken zijn de waterstanden op de Grensmaas lager geworden en kan het stuwpeil op de Bovenmaas langer door de stuw Borgharen worden geregeld, tot een afvoer van ongeveer 1.800 m³/s. In de overige rivierdelen heeft de rivierverruiming er voor gezorgd dat de stuwen minder vaak gestreken hoeven te worden (Tabel 2-1). De rivierverruiming heeft er dus voor gezorgd dat de rivier langer gestuwd blijft en het stromende rivierkarakter verder is afgenomen (de 'verstuwingsgraad' is toegenomen).

Het sedimenttransport van de Maas is beperkt. Door de stuwen en rivierverruiming in België komt er nog nauwelijks grind of zand Nederland binnen. Het grind in de Grensmaas is van Pleistocene oorsprong. Hier wordt lokaal wel grind opgenomen, maar ook weer afgezet in de recente zomerbedverbredingen en weerdverlagingen. Er bestaat echter nog geen goede sedimentbalans van de Maas.

Met uitzondering van de beperking van de (hele) lage afvoeren op de Grensmaas als gevolg van het Maasafvoerovereenkomst, pakken de gesignaleerde trends in de hydrologie en morfologie negatief uit voor de ecologie. Lagere afvoeren in de (vroeg) zomer en een ruimer dwarsprofiel leiden tot lagere stroomsnelheden in de vrij afstromende rivierdelen en meer stagnantie (stilstaand water) in de gestuwde rivierdelen. Karakteristieke stroomminnende soorten verdwijnen hierdoor. Bovendien

kan de watertemperatuur in gestuwde delen sneller oplopen en ontstaan sneller problemen zoals zuurstofgebrek en (blauw)algenbloei.

In de Grensmaas staat de ecologische ontwikkeling daarnaast sterk onder druk als gevolg van de vele en grote afvoerfluctuaties in zeer kort tijdsbestek. Hierdoor zijn ook de waterstanden en stroomsnelheden zeer variabel. Als gevolg hiervan vallen groeiplaatsen droog (of lopen onder water) en spoelen dieren of net afgezette eieren weg. Er zijn maar heel weinig soorten bestand tegen dergelijke zeer onstabiele habitats.

7.1.2 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit is vanaf 1990 duidelijk verbeterd. Bij vrijwel alle algemene waterkwaliteitsparameters, voedingsstoffen, zware metalen en organische microverontreinigingen is een positieve trend waarneembaar, zie tabel 7-2. Logischerwijs zijn dalende concentraties in Eijsden een gevolg van bovenstroomse maatregelen; in het kader van deze rapportage is niet gekeken naar de bijdrage van de verschillende bronnen. Wel is duidelijk dat de verbeteringen voor een deel zijn gerelateerd aan de afname van het zwevende stof-gehalte (o.a. voor totaal fosfor en totaal stikstof), zie verderop in de tekst.

Stikstof is momenteel nog het grootste knelpunt, deze stof voldoet momenteel nog (lang) niet aan de norm. Daarnaast is er nog steeds in alle waterlichamen sprake van diverse normoverschrijdingen voor enkele zware metalen, organische microverontreinigingen en voor ammonium. Vooral de gehalten van PAK's en PCB's lijken te stagneren. Verder vormen 'opkomende stoffen' als medicijnresten en microplastics mogelijk nog een probleem. Hier wordt in deze rapportage niet op ingegaan wegens het ontbreken van voldoende gegevens en een geschikt beoordelingskader (normen).

De belangrijkste ontwikkeling in relatie tot ecologie is dat het zwevend stof-gehalte is afgenomen en het doorzicht is toegenomen. Een verbetering van het lichtklimaat is positief voor de ontwikkeling van met name waterplanten en de macrofauna en vissen (die de planten gebruiken als voedsel, om in te schuilen, eieren op af te zetten en dergelijke). Dit zien we ook terug in een toenemende bedekking met waterplanten in de verschillende Maastrajecten.

Het is niet duidelijk waarom het zwevende stof-gehalte is afgenomen. Mogelijke oorzaken zijn een afname van beschikbaar materiaal op de rivierbodem, een afname van lozingen van fijn materiaal (betere zuiveringen, met name bij Luik) en een veranderd landgebruik (minder afstroming van klei/slib). Verder zou de verbetering van het lichtklimaat samen kunnen hangen met een toename van mosselen (die het water filteren) of de opkomst van de quaggamossel (*Dreissena bugensis*) die ten koste is gegaan van de driehoeksmossel (*D. polymorpha*), maar dit zou nader onderzocht moeten worden.

De meest opvallende ontwikkeling is een afname van het zuurstofgehalte in de Bergsche Maas. De zuurstofgehalten liggen hier de laatste jaren nog wel boven de ondergrens van 70% (zomergemiddeld zuurstof-verzadigingspercentage), maar het is onbekend waar deze afname door veroorzaakt wordt. De Bergsche Maas staat er ook het slechtst voor wat betreft de macrofaunagemeenschap, vis wordt niet gemeten.

Tabel 7-2: Ontwikkelingen in de fysisch chemische waterkwaliteit (tekens) en hun effect op de ecologie (kleur).

Parameter	Bovenmaas/ Grensmaas	Zandmaas	Bedijkte Maas/ Beneden Maas	Toelichting trend
Zuurstof	+/0	0	-	Afname in Bergsche Maas
Chloride	-	-	-	
Temperatuur	0	0	0	Toename van 3°C in 100 jaar
Aantal dagen >23 °C	0	0	0	Toename over periode 100 jaar
Zwevende stof	-	-	-	
Doorzicht	+	+	+	
Voedselrijkdom	-	-	-	Fosfor voldoet (bijna) aan de norm, stikstof niet
Chlorofyl (algen)	-	-	-	
Zware metalen	-	-	-	Biobeschikbaarheid neemt stroomafwaarts toe
PAK, PCB	0	0	0	
Overige organische microverontreinigingen	-	-	-	
Toxische druk	0			Druk overschrijdt drempelwaarde; incidenteel acute effecten

Verklaring tekens en kleuren

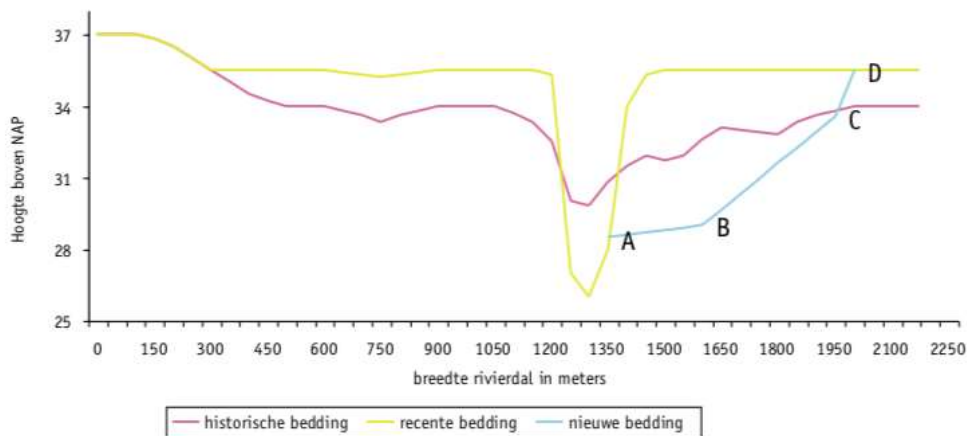
Teken	Trend (1990-2015)	Kleur	Effect op ecologie
+	Stijgend		Positief
0	Neutraal		Neutraal
-	Dalend		Negatief

Ondanks de verbeterde waterkwaliteit overschrijdt de toxiciteit in Eijsden vrijwel altijd de ondergrens van 0,5 (msPAF). Bij waarden boven de ondergrens worden de eerste effecten merkbaar; deze grenswaarde komt op ordegröte overeen met het beschermingsniveau dat de normstelling nastreeft (de zogenaamde JG-MKN norm). Daarnaast zijn er af en toe piekconcentraties, die tot een overschrijding van de bovengrens (van >10%) leiden. Een msPAF-waarde van 10% komt overeen met een verlies van ca. 10% aan macrofaunasoorten. Gelukkig treden acute effecten van pieken en calamiteiten niet vaak op, maar ze kunnen dus nog steeds een sterk effect veroorzaken. Het risico hierop blijft in elk geval aanwezig, met de industrie van Luik en Chemelot direct aan de Maas. De frequente staking van de drinkwaterinname is hier een indicatie van (zie paragraaf 6.5.3). De effecten van calamiteiten zijn lastig te duiden, maar zouden wel eens van grotere invloed kunnen zijn op het ecosysteem dan nu blijkt uit de gemiddelde waterkwaliteitswaarden.

7.1.3 Inrichting, gebruik en beheer

Sinds 1990 is er volop geïnvesteerd in natuurontwikkeling langs de Maas. Het areaal natuur langs de Maas is flink toegenomen; voornamelijk ten koste van landbouwareaal. Hiermee is ook de directe belasting van de Maas vanuit de omliggende uiterwaarden afgenomen. De toename bestaat vooral uit natuurlijk grasland en ondiep water. Opvallend daarbij is dat het areaal ondiep water rond 1850 (veel) kleiner lijkt te zijn dan nu het geval is. In die periode probeerde men de

Grensmaas nog geschikt te maken voor scheepvaart door het zomerbed te verdiepen. In de jaren 1930-1960 werd het zomerbed voor het laatste verlaagd, met zo'n 2 tot lokaal zelfs 3m (Liefveld *et al.* 2000). Sinds begin jaren 90 weet men grindwinning te koppelen aan natuurontwikkeling en verandert de aanpak van de grindwinning in de Grensmaas radicaal met het plan 'Toekomst voor een grindrivier' (Helmer, Overmars en Litjens 1991). Het zomerbed houdt zijn huidige diepte, maar het areaal ondiep water neemt toe (Figuur 7-1).



Figuur 7-1: Historisch dwarsprofiel van de Grensmaas bij Urmond uit circa 1500, uitgezet tegen het huidige dwarsprofiel en het nieuwe profiel dat door de uitvoer van het Grensmaasplan wordt gerealiseerd. A = insteeklijn, B = beddinglijn, C = weerdlijn en D = maaiveldlijn (Winden, Overmars en Hays 2002).

De natuurontwikkeling voor de Kaderrichtlijn Water heeft zich vooral toegespitst op de ontwikkeling van natuurlijke oevers. In de huidige situatie bestaat nu een kwart van de oevers van de Maas uit spontaan eroderende oevers, natuurlijke oevers, natuurvriendelijke oevers of kribvakken (type afhankelijk van de situatie). Daarnaast zijn er geulen aangelegd, zijn beekmondingen hersteld en is er op diverse plekken rivierhout in de rivier geplaatst. In de Grensmaas bestaan de maatregelen vooral uit zomerbedverbreding en weerdverlaging (Figuur 7-1).

Van de uitgevoerde maatregelen zijn vooral de effecten van de aanleg van natuurlijke oevers goed gemonitord (Buijse, *et al.* 2019), maar er is ook onderzoek gedaan naar het effect van rivierhout. Daarnaast is er in het kader van 'Maas in Beeld' een goed beeld ontstaan van de ontwikkelingen van de terrestrische soortgroepen (Kurstjens & Peters 2011). Vooral op de oevers worden goede resultaten geboekt; hier is voor diverse riviergebonden soorten en soortgroepen een verbetering waargenomen. De maatregelen in het water leiden vooral tot een toename van de diversiteit, maar vooralsnog niet tot een significante toename van kenmerkende riviersoorten en een verbetering van scores op de KRW-maatlatten.

Wat betreft het gebruik en beheer is de hoeveelheid informatie die in het kader van deze rapportage beschikbaar is gekomen helaas beperkt. Van de meeste vormen van gebruik en beheer (zoals visserij, onderhoud en watergebruik) is wel enige informatie beschikbaar, maar deze heeft vaak alleen betrekking op de huidige situatie en is vaak onvolledig en beschrijvend (niet onderbouwd met getallen). Alleen van de scheepvaart konden de ontwikkelingen (van de laatste jaren) worden geschetst. De belangrijkste trend is een afname in het aantal scheepvaartbewegingen en een toename van de omvang van de schepen. Verder neemt het belang van de vaarroute over de Bergsche Maas, Beneden Maas en Bedijkte Maas toe. Bij laag water op de Waal gebruiken veel schepen deze route als alternatief.

Wel is duidelijk dat het gebruik en beheer een belangrijke invloed uitoefenen op de ecologische kwaliteit. In de Rijntakken blijken de onttrekkingen van vis door de visserij bijvoorbeeld significant in relatie tot de visstand. Daarnaast is een natuurlijk beheer van de oeverzones van groot belang voor de ecologische ontwikkeling (Kurstjens en Peters, 2011). Extensiever beheer blijkt gunstig voor het voorkomen van kenmerkende en bijzondere soorten vlinders, libellen, sprinkhanen, vogels en planten (Buijse *et al.* 2019). Ruimte voor natuurlijke begrazing en natuurlijke erosie en sedimentatieprocessen heeft dus de voorkeur boven seizoensbegrazing en maai-beheer. Ten slotte is de kwaliteit van het water van belang voor bepaalde vormen van watergebruik. Dit is het meest duidelijk voor het gebruik als drinkwater. Het blijkt dat de waterkwaliteit van de Maas nog regelmatig onvoldoende is voor de bereiding van drinkwater (zie paragraaf 6.5.3).

Tabel 7-3: Ontwikkelingen inrichting, gebruik en beheer (tekens) en hun effect op de ecologie (kleur).

Parameter	Bovenmaas/ Grensmaas	Zandmaas	Bedijkte Maas/ Beneden Maas	Toelichting trend
<i>Inrichting</i>				
Areaal natuur en natuurlijke ecotopen	+	+	+	
Natuurvriendelijke oevers	+	+	+	
Geulen	+	+	+	
Zomerbedverbreding en weerdverlaging	+			Grensmaasproject
Rivierhout/ bakenbomen	+	+	+	
<i>Gebruik</i>				
Belasting vanuit de landbouw	-	-	-	Afname areaal en belasting met voedingsstoffen
Aantal scheepvaartbewegingen	-	-	+	gebruik Oost-west route neemt toe
Omvang van de schepen	+	+	+	

Verklaring tekens en kleuren

Teken	Trend (1990-2015)	Kleur	Effect op ecologie
+	Stijgend		Positief
0	Neutraal		Neutraal
-	Dalend		Negatief

7.1.4 Biologie

In Figuur 7-4 zijn de huidige biologische toestand (EKR) en de gesignaleerde ontwikkelingen in de biologische kwaliteit weergegeven. Van de genoemde parameters is aangegeven of er een trend is waargenomen en zo ja, of de trend positief is of negatief (teken). Met de kleur is aangegeven of de gesignaleerde trend positief, negatief of als neutraal wordt beschouwd.

Tabel 7-4: Ontwikkelingen biologische kwaliteit (tekens) en hun effect op de ecologie (kleur).

Parameter	Bovenmaas/ Grensmaas	Zandmaas	Bedijkte Maas/ Beneden Maas	Toelichting trend
<i>Waterflora</i>				
- EKR toestand	goed	goed	goed	Bedijkte Maas matig
- EKR trend	0	0	0	trend mogelijk licht positief
- Totale bedekking	+	+	+	
- Aantal soorten	+	+	+	
- Riviersoorten	+	+	0	
- Areaal biezten			-	
- Exoten	+			Lokaal
<i>Macrofauna</i>				
- EKR toestand	ontoereikend	ontoereikend	ontoereikend	Bergsche Maas goed
- EKR trend	+ / 0	0	0	Bedijkte Maas achteruit gegaan
- Aantal soorten	+	0	-	
- Dichtheid stenen	0	-	-	
- Dichtheid ondiepe bodem	+	0		
- Dichtheid diepe bodem	0	0	0	
- Riviersoorten	-			komen nauwelijks voor en zijn achteruit gegaan
- Dominantie exoten	klein	groot	groot	
<i>Vis</i>				
- EKR toestand	goed/ ontoereikend	slecht	ontoereikend/ slecht	Bergsche Maas goed
- EKR trend	-	0	0	
- Riviersoorten	-			
- Visbestand (biomassa)	-	-	-	
- Aandeel brasem	-	-	-	
- Exoten	+	+	+	
- Trekvis	-	-	-	weinig aangetroffen
- Rivierdonderpad (N2000)	-	-	-	verdrongen door exotische grondels
- Rivierprik (N2000)	-	-	-	
- Zalm (N2000)	+			vistrap Lixhe

Verklaring tekens en kleuren tabellen

Teken	Trend (1990-2015)
+	Stijgend
0	Neutraal
-	Dalend

Kleur	Effect ecologie
Goed	Positief
Neutraal	Neutraal
Negatief	Negatief

KRW kwaliteitsklasse
Goed
Matig
Ontoereikend
Slecht

Waterplanten

De bedekking en het aantal soorten van waterplanten neemt in alle waterlichamen toe sinds 1996. De belangrijkste reden voor deze toename is de verbetering van het lichtklimaat (doorzicht). Het doorzicht is toegenomen als gevolg van een afname van het zwevend stof gehalte en een toename van de verstuwingsgraad en daarmee stabiliteit van de waterkolom. De waterplantengroei wordt daarnaast sterk beïnvloed door waterpeilfluctuaties. Dit is bijvoorbeeld te zien in 2010, toen de afvoer in de Maas lange tijd stabiel laag was vanaf het voorjaar. Dit leverde hoge bedekkingen van waterplanten op in de Bovenmaas, Grensmaas en Zandmaas (zie paragraaf 4.1).

Daarbij is een sterke toename van kenmerkende soorten zichtbaar, zoals rivierfonteinkruid en andere breedbladige fonteinkruiden. Meer benedenstrooms is ook een toename zichtbaar, maar hier domineren vooralsnog soorten als smalle waterpest en schedefonteinkruid. Dit zijn soorten die weinig gevoelig zijn voor de trofiegraad van het water. Echte stroomminnende soorten zoals vlottende waterranonkel komen nog steeds heel weinig voor in de Maas. Hoewel rivierfonteinkruid een doelsoort is voor de Grensmaas, zowel voor KRW als Natura 2000, indiceert de soort eerder voor langzaam stromend water dan voor het sneller stromende R16-watertype.

Bij de oeervegetaties ontwikkelen vooral de slikkige rivieroevers zich goed, vooral langs de nieuw ingerichte gebieden van het Grensmaasproject. Lokaal ontstaat wel overlast door dominantie van exoten, zoals amaranth en vederesdoorn. Biezenvegetaties komen nauwelijks nog voor langs de Maas, hiervoor is de getijdenwerking te beperkt en ontbreken de vereiste gradiënten. De achteruitgang hangt mogelijk samen met het verdwijnen of verruigen van groeiplaatsen, dit moet nader worden onderzocht (zie aanbevelingen 7.4).

Macrofauna

De macrofaunagemeenschap in de Maas is soortenarm en wordt gedomineerd door exoten, met uitzondering van de Bovenmaas en Grensmaas. Hier zijn ook enkele opvallende positieve trends zichtbaar: het aantal soorten, de dichtheden en het aandeel kenmerkende indicatoren zijn toegenomen, terwijl het aandeel negatieve indicatoren is afgenomen. De verbeteringen zijn vooral het gevolg van een verbetering van de waterkwaliteit in dit deel van de Maas (met name zuurstofgehalte) als gevolg van een verbeterde waterzuivering in België (met name ingebruikname waterzuivering van Luik in 2008). De verbeteringen komen niet tot uiting in de KRW-score. Dit komt omdat de nieuwe soorten niet altijd indicierend zijn voor grote rivieren.

In het algemeen valt op dat het aantal families eendagsvliegen, steenvliegen en kokerjuffers (EPT-families) laag is. Deze soortgroepen bevatten veel kenmerkende riviersoorten. Het vrijwel ontbreken van deze soortgroepen zorgt ervoor de KRW-scores laag blijven. Over de gehele linie komen kenmerkende riviersoorten nauwelijks meer voor en zijn deze soorten achteruit gegaan. Hierbij spelen methodische aspecten mogelijk een rol: in 2007 is methode van analyse zodanig veranderd (uitgezochte fractie wordt steeds kleiner) dat soorten die weinig voorkomen vaker worden gemist. Juist bijzondere soorten die in lage dichtheden voorkomen kunnen daardoor ten onrechte ondervertegenwoordigd lijken (Postma 2018). Een andere mogelijke oorzaak is de opkomst van exoten, met name de komst van de Pontokaspische vlokreeft (*Dikerogammarus vilosus*) en de uitheemse grondels. De eerstgenoemde soort staat bekend als een actieve rover. De zwartbekgrondel en Kesslers grondel blijken echter vooral Ponto-Kaspische vlokreeften, tweekleppigen en slakken te eten, naast visbroed (Van Kessel, Kranenbarg, et al. 2013). Waarschijnlijk komt het ontbreken van de doelsoorten vooral door gebrek aan nabij gelegen bronpopulaties, gebrek aan variatie in natuurlijk substraat (b.v. rivierhout) en periodieke verstoring door hydrodynamiek of lozingscalamiteiten.

Vissen

Bij de visstand in de Maas zijn enkele negatieve ontwikkelingen zichtbaar. Zo is een afname waargenomen van enkele kenmerkende riviersoorten in de Grensmaas, zoals barbeel en kopvoorn, en van de abundantie van diverse trekvissoorten. Deze teruggang is al ruim een tiental jaren zichtbaar (Lengkeek & Liefveld 2009). Eigenlijk nemen alleen exoten, met name grondelsoorten, sinds 2008 in aantal toe. De inheemse rivierdonderpad is hierdoor op de meeste plekken verdwenen. Hoewel de soortenrijkdom in de Maas aanzienlijk is, blijven EKR-scores laag door de over het algemeen lage diversiteit en relatieve abundanties van reofiele vissoorten en lage diversiteit aan diadrome soorten. Een aantal strikt reofiele soorten komt in de Maas relatief lokaal voor omdat ze gebonden zijn aan stromend water, zoals sneep, serpeling, kopvoorn en barbeel. Op de maatlat R7, R8 en R16 staan ook veel reofiele en/of diadrome soorten die niet of nauwelijks voorkomen in de Nederlandse Maas of waarvan de aanwezigheid sterk seizoensafhankelijk is. Deze soorten worden met de gebruikelijke actieve visbemonstering gemakkelijk gemist. Denk aan steur, elft, fint, gestippelde alver, houting en rivier- en zeeprík. Dit maakt het lastig een goede score op deze deelmaatlat te bereiken.

Daarnaast neemt de omvang (in biomassa) van het gehele visbestand af. Deze trend is ook waargenomen in de Rijn en daar in verband gebracht met de afgenomen voedselrijkdom (en voedselbeschikbaarheid), visserij-activiteiten en een mogelijk lagere vangstefficiëntie als gevolg van een toegenomen doorzicht (Reeze, et al. 2017). Daarbij neemt het relatieve aandeel (biomassa) van kleine vis (< 15 cm) toe. Dit is vooral te wijten aan een toename van exotische grondels en in mindere mate aan een relatieve toename van de jongere levensstadia van inheemse vissoorten. Wat in de Maas de oorzaken zijn is niet onderzocht.

7.2 Thema's

7.2.1 Klimaat

Het klimaat verandert. In Nederland wordt het warmer, droger en het neerslagpatroon wordt extremer. De effecten in het rivierengebied zijn onder meer: zeespiegelstijging, langere perioden met zeer lage afvoer, extreme afvoerpieken in de winter en hogere watertemperatuur. Hierdoor verschuiven zoet-zout gradiënten, vallen oevers en nevenwateren langer en vaker droog en neemt de waterkwaliteit af. Periodieke hoogwaterevents zullen extremer worden en het riviersysteem periodiek 'op zijn kop zetten'. Wat betekent dit alles voor de Maas?

We hebben het hier niet meer over morgen, maar over vandaag. Gemiddeld over de afgelopen twintig jaar nemen de afvoeren van de Maas in de zomer af en in de winter toe (Figuur 2-3). Ook extreme situaties doen zich nu al voor. Extreme hoogwaterevents hebben zich sinds 2004 niet meer voorgedaan, maar we hebben recent vooral kennisgemaakt met extreme droogte in combinatie met warmte. Denk aan de zomers van 2018 en 2019. En inderdaad, hebben we in die jaren te maken gehad met droogvallende beken in het stroomgebied van de Maas in Brabant en Limburg. Droogval van de Grensmaas en blauwalgen in nagenoeg alle plassen en aangetakte wateren is voorgekomen, zelfs in de stromende delen van de rivier.

Blauwalgenexplosies komen niet alleen door de langere verblijftijden, maar ook door de hogere watertemperatuur bij deze laagwaterevents (en de hoge voedingsgraad van het water). Hoewel de zomers van 2003, 2018 en 2019 de warmste van deze eeuw waren, neemt gemiddeld de watertemperatuur van de Maas niet meer zo hard toe. Dit komt doordat de bijdrage aan de watertemperatuur door koelwaterlozingen, verantwoordelijk voor 2/3 van de opwarming, juist afneemt door strengere regelgeving (zie hoofdstuk 3). Heel geleidelijk neemt de gemiddelde

watertemperatuur toch toe, volgend op de toenemende gemiddelde luchttemperatuur. De recente warme jaren zijn een voorproefje van omstandigheden waar we vaker mee te maken zullen krijgen.

Soms pakken langdurig lage afvoeren gunstig uit, bijvoorbeeld voor de ontwikkeling van waterplanten, omdat dan grotere delen van de rivier ondiep genoeg zijn. Dit is terug te zien in de waterplantenbedekkingen. We zien echter ook langzaam steeds minder soorten van stroomminnende soorten in het water (vis, waterplanten). Dit is ook een aanwijzing dat de Maas steeds minder stroomt en de 'stuwingsgraad' toeneemt.

Extreme hoogwaters hebben zich sinds de winters van 93-94/95 niet meer voorgedaan. Wel wordt ondertussen de hele Maas op zijn kop gezet en aan alle kanten verruimd, verdiept en verbreed. De hoogwaterstanden zijn hierdoor al aanzienlijk gedaald, dit is ook nodig gezien de verwachte verhoging van de piekafvoeren op de Maas. Ondertussen lijkt de dynamiek door alle verruiming echter eerder af dan toe te nemen, zoals op basis van de toenemende afvoerdynamiek verwacht zou kunnen worden. Dit is vooral zichtbaar in de Grensmaas, waar de vrij gemaakte grindoevers nauwelijks spontaan eroderen.

Op de korte termijn wordt de waterkwaliteit en -kwantiteit van de Maas minstens zo sterk beïnvloed door menselijk gebruik. Zo zorgde de aanvaring van de sluis bij Grave voor complete droogval van het gehele stuwpand gedurende meerdere weken (Figuur 7-2). En de dagelijkse afvoerfluctuaties op de Grensmaas zorgen er voor een verstoring van het evenwicht. De industrie rondom Luik en bij Sittard zorgen voor een permanent risico, met geregeld calamiteuze lozingen van chemicaliën. Waar soorten en ecosystemen nog wel mee kunnen bewegen met de langzame effecten van klimaatverandering zijn dit soort verstoringen te onvoorspelbaar om op te kunnen anticiperen. Het zou wel eens een cruciale factor kunnen zijn voor de ecologische kwaliteit van de Maas.



Figuur 7-2: Drooggevallen Maasoevers in de Oude Maasarm bij Heijen in januari 2017. Het waterpeil in het stuwpand was toen sterk gereduceerd door schade aan de stuw van Grave. Op het harde substraat vond massale sterfte van mosselen plaats. (foto's: T. Violier, RWS ZN)

7.2.2 Exoten

Exoten, of uitheemse soorten, zijn niet meer weg te denken uit het Nederlandse rivierengebied. Er zijn inmiddels ook al zoveel uitheemse soorten ingeburgerd, dat ze het soms zelfs al tot doelsoort geschopt hebben, zoals driehoeksmossel, die positief scoort op de KRW-maatlat. We beschouwen ze vooral als een probleem als ze invasief zijn en daarmee verstoringen werken op de inheemse

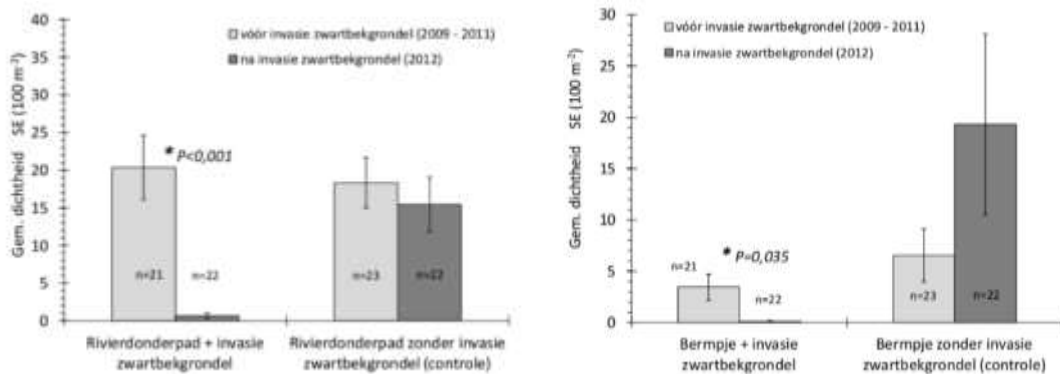
levensgemeenschappen. Vaak zijn ze echter niet de oorzaak, maar het signaal dat een ecosysteem niet meer in balans is. Exoten benutten dan niches die vrijgekomen zijn of onder druk staan door menselijk gebruik (Hobbs & Huenneke 1992). Doordat deze soorten (nog) geen natuurlijke vijanden hebben of door ziektes geplaagd worden, of doordat het sterkere concurrenten zijn, bijvoorbeeld door agressiever foerageergedrag, snellere reproductie of hogere verstoringstolerantie, kunnen ze soms explosief toenemen. Vaak gaat dit op den duur weer naar een lager niveau en nemen ze een meer bescheiden plek in de levensgemeenschap.

In de Maas zien we een aanzienlijke dominantie van exoten, met name in de macrofaunagemeenschap: In grote delen van de Maas is meer dan 90% van het aantal individuen op stenen 'exoot'. In de Grensmaas en de Bovenmaas liggen deze percentages wat lager. Vaak zijn 1 of enkele soorten hierbij zeer dominant. Welke dat zijn verandert weer in de tijd. Zo is de dominantie van driehoeksmossel op veel locaties overgenomen door de quaggamossel en is ook onder de vlokreeften een opvolging in soorten die Nederland binnendruppelen. Het is echter vooral het ontbreken van de doelsoorten wat ervoor zorgt dat de maatlscores voor macrofauna nog niet overal op het gewenste niveau liggen. Exoten hebben net zo goed als inheemse soorten een rol in de voedselketen, al lijken quaggamosselen minder geschikt als voedsel voor duikeenden dan de driehoeksmossel. Een negatief effect kan zijn dat uitheemse soorten plek op het substraat bezet houden voor inheemse soorten of de plek zelfs actief ongeschikt maken, zoals de Kaspische slijkgarnaal doet. Bestrijding van uitheemse macrofaunasoorten bestaat vooral uit het beperken van de instroom van nieuwe soorten (bijvoorbeeld door beperken van de handel in uitheemse dieren en planten waarmee de macrofaunasoorten meeliften). Een andere route is het vernatuurlijken van het aanwezige substraat in de rivieren: meer waterplanten, rivierhout, zand en grind en minder stortsteen. Op de zachte bodem zijn relatief minder exoten dan op de stortstenen oevers (Reeze, et al. 2017).

Ook bij de vissen is een duidelijke ontwikkeling die met exoten te maken heeft: in de Maas hebben de uitheemse grondels de rivierdonderpad nagenoeg verdreven. Ook andere vissoorten, bijvoorbeeld bierpje, zijn lokaal weggeconcurrerd (Figuur 7-3). De vraag is nu of de dichtheden zwartbekgrondels weer naar een lager niveau gaan en de rivierdonderpad een tweede kans krijgt. Er zijn aanwijzingen dat de aantallen zwartbekgrondels recent weer afnemen, mogelijk als gevolg van ziektes. Het is afwachten of de rivierdonderpadpopulatie zich kan herstellen. In sommige zijbeken (Geul) is nog een populatie beekdonderpadden aanwezig, die mogelijk de Maas kan herbevolken.

De dominantie van exoten heeft invloed op de KRW-scores zodra het leidt tot het verdringen van soorten en ook doordat de aantalsverhouding erdoor beïnvloed wordt (Figuur 7-3). Veel exoten, zoals graskarper, gibel en Amerikaanse meerval komen in lagere aantallen voor verspreid over de Maas en vormen geen direct probleem. Sommige (voormalige) exoten als karper, snoekbaars of meerval zijn favoriet bij sportvissers (wat hun aanwezigheid deels ook verklaart). In het algemeen zijn ze onderdeel geworden van de Nederlandse visgemeenschap en hebben ze hun rol in het voedselweb ingenomen tussen de inheemse soorten. Het beperken van dominantie door exotische vissoorten kan door de connectiviteit te beperken, maar dit is weer ongunstig voor inheemse vis waarvoor verspreiding ook belangrijk is. Als er echter nog een beek is die niet door exotische grondels gekoloniseerd is, zoals de Geul, kan het een overweging zijn bestaande obstakels zeer selectief op te heffen en bijvoorbeeld alleen optrekbaar te maken voor gewenste vissoorten. Een ander wapen in de strijd tegen exoten is om de leefgebieden natuurlijker in te richten. Inheemse soorten hebben het naar hun zin in een zo natuurlijk mogelijke omgeving terwijl uitheemse soorten minder verstoringgevoelig zijn en vaak voordeel hebben bij onnatuurlijk substraat, zoals stortsteen (Van Kessel, Kranenbarg, et al. 2013). Dit biedt aanknopingspunten voor beheer en inrichting. Onderzoek aan actief ingebracht rivierhout heeft bijvoorbeeld aangetoond dat de

dichtheid inheemse vissoorten bij het rivierhout hoger is dan bij onnatuurlijke oevers van stortsteen (Liefveld *et al.* 2017). Ook verstoringseffecten zoals scheepvaartgolven, de onnatuurlijke afvoerfluctuaties op de Grensmaas en het geregeld optreden van calamiteuze lozings zouden exoten wel eens in de hand kunnen werken (Britton, Gozlan en Copp 2011). Dit is echter niet gericht onderzocht in de Maas.



Figuur 7-3: Links: Effecten van kolonisatie van oeverbiotopen langs de Maas door de zwartbekgrondel op de dichtheid van de rivierdonderpad. Rechts: Effecten van kolonisatie van oeverbiotopen langs de Maas door de zwartbekgrondel op de dichtheid van bermpje (n: aantal locaties) (Van Kessel, Kranenbarg, *et al.* 2013).

Onder de waterplanten komen de exoten grote waternavel, ongelijkbladig vederkruid en smalle waterpest voor in de Maas (Hoofdstuk 4.1). De laatste soort komt het meeste voor, soms dominant, maar lang niet overal. Smalle waterpest is al een oude bekende: sinds begin vorige eeuw komt de soort in Nederland voor. De soort heeft een rol in de voedselweb, bijvoorbeeld als voedselbron voor vogels, maar ook als schuil- en foerageergebied voor vis. Grote waternavel wordt gegeten door ganzen. Er zijn in de Maasplassen (nog) geen grote problemen met waterplanten en waterrecreatie, zoals in de randmeren, waarschijnlijk doordat de Maasplassen relatief diep zijn. Er groeien in het algemeen veel meer waterplanten in de Maas dan tien-twintig jaar geleden, mede dankzij het verbeterde doorzicht. Dat daar ook een deel exoot van is, levert op dit moment geen grote problemen op. Bestrijding van exotische waterplanten kan het beste gebeuren door de kans te verkleinen dat ze ergens komen. Zo was verspreiding van grote waternavel via de Niers wellicht in de hand te houden geweest als de soort daar actief verwijderd was. Ondertussen hebben ganzen (waaronder wellicht de uitheemse Nijlgans) ontdekt dat waternavel best lekker is en blijft de ontwikkeling van deze soort op deze manier wellicht binnen de perken (Figuur 7-4). Verder is het een voordeel voor inheemse soorten dat de waterkwaliteit (voedselrijkdom- doorzicht) steeds beter wordt. Het frequent optreden van bovengenoemde verstoringen zal echter juist de uitheemse waterplanten bevorderen.

Ook op de droge oevers van de Maas komen veel exoten voor. Tomaten en aardperen komen al sinds jaar en dag voor op de oevers van de Grensmaas, maar in de nieuwe natuurontwikkelingsgebieden komt tegenwoordig ook springbalsemien, ambrosia, late guldenroede en Japanse duizendknoop op. Inmiddels is ook de gevreesde vederesdoorn langs de Grensmaas gearriveerd. Hoewel voor de KRW niet direct een probleem, is het voor de Natura 2000-doelen en algemene natuurkwaliteit wel degelijk een groot risico. De vederesdoorn is een pioniersoort die zich via het water verspreidt, maar zich ook vegetatief vermeerdert doordat hangende takken die de bodem raken weer uitgroeien tot een nieuwe boom. In Frankrijk en Oost-Europa worden veel rivierbossen compleet gedomineerd door een monocultuur van deze soort. Tijdig verwijderen is cruciaal om verdere verspreiding te beperken.



Figuur 7-4: Grote waternavel, afgeknagd door ganzen in de geul van Batenburg (foto Bureau Waardenburg).

7.2.3 Natura 2000

De belangrijkste andere Europese beleidslijnen, naast KRW, in het rivierengebied zijn de Vogel -en Habitatrichtlijn. Deze twee richtlijnen zijn bedoeld om belangrijke natuurgebieden te behouden en te versterken en zo de bijbehorende soorten en habitats op Europees niveau te beschermen. Hiervoor heeft elk land zogenaamde Natura 2000-gebieden aangewezen, volgens Europese criteria. De idee is dat deze gebieden tezamen een robuust netwerk van natuur vormen, dat steviger staat dan de losse elementen op zichzelf.

Er zijn drie Natura 2000-gebieden in of direct langs de Maas:

- De Maas bij Eijsden (zomerbed, oevers en een deel van de Pietersplas)
- De Grensmaas (alleen zomerbed)
- De Oefelter Meent (Maasheggengebied bij Sambeek)

De Bergsche Maas schampt de zuidelijke flank van Natura 2000-gebied de Biesbosch en mondt uit in Natura 2000-gebied het Hollands Diep. Verder liggen er nog Natura 2000-gebieden vlak bij de Maas, zoals de Maasduinen, het Bunder- en Elsoërbos en verschillende beken zoals de Geul, de Schwalm en de Geleenbeek. De Natura 2000-beeksystemen zijn in relatie tot de Maas met name relevant voor enkele mobiele soorten als beekprik, rivierdonderpad of bever. De Maasduinen en het Bunder en Elsoërbos hebben weinig uitwisseling met de Maas (m.u.v. de hydrologische relatie). Het zijn dus vooral de Natura 2000-gebieden in en aan de Maas die in dit verhaal relevant zijn en omdat het hier over het water gaat, vooral de Grensmaas en de Maas bij Eijsden.

De Maas bij Eijsden is het jongste Natura 2000-gebied van Nederland: het is erbij gekomen toen Nederland in 2016 een stukje grond (- en water)gebied uitwisselde met België. Naast enkele habitattypen, zoals zachthoutoobos en beken en rivieren met waterplanten, zijn ook de geijkte zalm, rivierprik en rivierdonderpad aangewezen. De opname van de huidige toestand is nog in volle gang en zal gevolgd worden door uitwerking van het beheerplan.

Voor de Grensmaas is dit traject al veel verder gevorderd: dit gebied werd in 2015 vastgesteld als Natura 2000-gebied en het beheerplan is bijna gereed. Ook hier zijn de bovengenoemde vissoorten en habitattypen van belang, naast onder meer de dynamische slikkige rivieroeveren en de bever. Opmerkelijk is dat voor de Vlaamse helft van de Grensmaas niet het water, maar de natte natuur op de oever is aangewezen ("Uiterwaarden langs de Limburgse Maas en Vijverbroek"). Het gaat hier veelal om laagdynamische soorten als de bittervoorn en kamsalamander, maar ook weer de rivierdonderpad en bever, en zelfs de otter.

Als de doelen van het Natura 2000-gebied enigszins aansluiten bij die van de KRW, zoals het geval is bij de Grensmaas, kunnen de maatregelen ook gesynchroniseerd worden. De KRW maatregelen dragen dan bij aan de Natura 2000-doelen en aanvullende maatregelen voor de Natura 2000-doelen kunnen bijdragen aan een deel van de KRW-doelen. Het Grensmaasproject is een hele grote KRW-maatregel, die ook bijdraagt aan de Natura 2000-doelstellingen. Dit geldt ook voor de algemene verbetering van de waterkwaliteit als gevolg van de KRW. En in het Natura 2000-beheerplan voor de Grensmaas worden onder andere verdergaande maatregelen voorgesteld om de kwaliteit van het zomerbed nog verder te verbeteren en wordt duidelijk het verband gelegd tussen de onnatuurlijke afvoerfluctaties en het achterblijven van het doelbereik voor de beschermde vissoorten. Op deze manier kunnen beide beleidslijnen elkaar ondersteunen en bijdragen aan een integraal herstel van de natuur langs de Maas.

7.3 Discussie

7.3.1 Herstel van natuur onder water blijft uit

Het beeld dat ontstaat van de ecologische toestand op basis van paragraaf 7.1 en 7.2 is niet eenduidig. Er zijn meerdere ontwikkelingen zichtbaar die de ecologische toestand op een verschillende manier beïnvloeden (positief dan wel negatief). Daarnaast verschillen de ontwikkelingen per deel van de rivier. Van bovenstrooms naar benedenstrooms zijn er alleen al grote verschillen qua hydrologie, morfologie en gebruik. Dit maakt dat er niet één beeld is, het verhaal is voor elk deel van de rivier anders. Een eenduidige conclusie over 'de Maas' is daardoor lastig te trekken.

Desondanks zijn er wel enkele algemene patronen zichtbaar. De meest opvallende ontwikkeling is een algehele toename van de bedekking en soortenrijkdom bij de waterplanten. De ecologische toestand voor de waterplanten wordt beoordeeld als 'goed' en ook de score op de KRW-maatlat loopt (licht) vooruit. De verbetering loopt in de pas met de verbetering van de waterkwaliteit, met name van het lichtklimaat (doorzicht). Desondanks lukt het waterplanten niet altijd zich te vestigen, zoals bij nieuw ingerichte (natuurlijke) oevers langs de hoofdgeul (Buijse, et al. 2019). Bij deze oevers ontstaat weliswaar een ondiepe bedding, maar deze is veelal te ondiep en te dynamisch voor waterplanten als gevolg van de scheepvaart.

De ontwikkeling van de waterplanten staat in schril contrast met de ontwikkelingen van de fauna: zowel macrofauna als vissen scoren nog flink onder de maat. Hier is in de afgelopen 10 jaren weinig in veranderd: de KRW-scores blijven op hetzelfde niveau steken. Verder zijn hier vooral negatieve ontwikkelingen zichtbaar, zoals de achteruitgang van diverse kenmerkende, riviergebonden soorten. Het herstel van de waterkwaliteit (zie *Tabel 7-2*) en de grootschalige inrichtingen in het rivierengebied (zie *Tabel 7-3*) hebben dus niet geleid tot een grootschalig ecologisch herstel onder water.

7.3.2 Waarom blijft herstel van de natuur onder water uit?

Nog steeds calamiteiten met de waterkwaliteit

Allereerst moet er nog een kleine nuance worden gemaakt bij de waterkwaliteit: het blijkt namelijk dat er nog steeds calamiteiten met de waterkwaliteit voorkomen, soms zelfs met grootschalige sterfte van vissen en macrofauna tot gevolg. Gelukkig zijn de laatste jaren geen 'grote' calamiteiten meer opgetreden. Daarentegen is de waterkwaliteit nog steeds regelmatig onvoldoende voor drinkwaterwinning, wat laat zien dat de waterkwaliteit in de Maas een aandachtspunt blijft. Bovendien is van veel stoffen nog niet precies bekend wat de effecten op soorten zijn. De kans bestaat dus dat het belang van met name de (periodieke) toxiciteit van het water onderschat wordt.

Stabiel leefmilieu ontbreekt

Er is een aantal mogelijke oorzaken voor het uitblijven van herstel van de natuur onder water. Een belangrijke oorzaak is vaak het ontbreken van een stabiel leefmilieu. Hiervan is in de hoofdloop van de Maas vaak geen sprake als gevolg van grote onnatuurlijke afvoerfluctuaties (Grensmaas) en scheepvaart (rest van de Maas). Grote afvoerfluctuaties in kort tijdsbestek zorgen ervoor dat leefmilieus van het ene op het andere moment ongeschikt worden door een hoog waterpeil en hoge stroomsnelheden of juist door plotselinge droogval. Scheepvaart zorgt voor golfslag, opwerveling van slib en instabiele substraten in de oeverzone, waar veel soorten niet tegen bestand zijn (Collas, et al. 2018).

Onvoldoende variatie in stroming en substraat

Veel van de macrofauna- en vissoorten die kenmerkend zijn voor (de grote) rivieren (type R7 en R16) zijn sterk afhankelijk van stromend water. Stromend water zorgt voor een hoge(re) beschikbaarheid van zuurstof, maar ook voor een grote diversiteit aan bodemsubstraten. Veel soorten hebben meerdere bodemsubstraten nodig om hun levenscyclus te voltooien. Veel vissoorten hebben ondiepe, snelstromende gebieden met een grof bodemsubstraat nodig voor de afzet van eieren. De larven en jonge vissen gebruiken vaak ondiepe, stroomluwe delen om op te groeien. Door normalisatie en verstuwning staat de Maas grote delen van het jaar 'stil' en ontbreken de kenmerkende substraten in grote delen van de rivier.

Beperkte variatie in habitats onder én boven water

Voor macrofauna en vis moet de oorzaak daarnaast worden gezocht in de beperkte variatie in habitats onder én boven water (rivierhout, oeverbegroeiing direct langs het water) (Klink 2016). De huidige situatie in de rivier lijkt op veel plaatsen op een 'woestijn onder water': een kale, vaak onstabiele (zand)bodem zonder al te veel variatie. Maar ook boven water is de variatie onvoldoende. Veel kenmerkende macrofaunasoorten (en met name de kenmerkende steenvliegen, haften en kokerjuffers, maar bijvoorbeeld ook libellen) brengen een deel van hun levenscyclus buiten het water door. Direct langs de rivier ontbreekt vaak houtige oeverbegroeiing (oobos) als leefgebied en als dekking voor predatoren. Eenmaal uitgevlogen vallen de volwassen dieren nu al snel ten prooi aan de wind of langs scherpende zwaluwen (Beekers et al., 2018). Ook tijdens de kwetsbare uitsluitfase kan het mis gaan, als door passerende scheepvaart ineens hogere golven ontstaan waardoor een in eerste instantie geschikte uitsluitplek toch blijkt te overstromen.

Effect van maatregelen nog niet zichtbaar

Daarnaast kan het zijn dat het effect van de maatregelen nog niet zichtbaar is. Wellicht moeten sommige maatregelen nog een 'kritische massa' bereiken, zoals het aanbrengen van rivierhout, voordat er een effect zichtbaar wordt op het niveau van de hele rivier. De soorten die zich blijvend vestigen op dit soort nieuwe plekken kunnen vervolgens als bron gaan fungeren voor andere nieuwe te koloniseren locaties. Ook de ontwikkeling in de tijd speelt een rol: het duurt mogelijk nog even

voordat de effecten zich duidelijk manifesteren: in de regel minstens een jaar of tien (Noordhuis 2016). Daarnaast worden maatregelen helaas soms ook suboptimaal aangelegd of uitgevoerd vanwege restricties vanuit de andere functies. Zo kunnen nevengeulen bijvoorbeeld lang niet altijd meestromend worden aangelegd omdat er anders aanzanding of dwarsstroming optreedt.

Monitoring registreert de veranderingen niet goed

Een andere mogelijke oorzaak is dat (nog) niet alle ontwikkelingen in het rivierecosysteem goed in beeld zijn als gevolg van monitoringsaspecten. Hieronder wordt hier nader op ingegaan.

7.3.3 Niet alle ontwikkelingen zijn goed in beeld

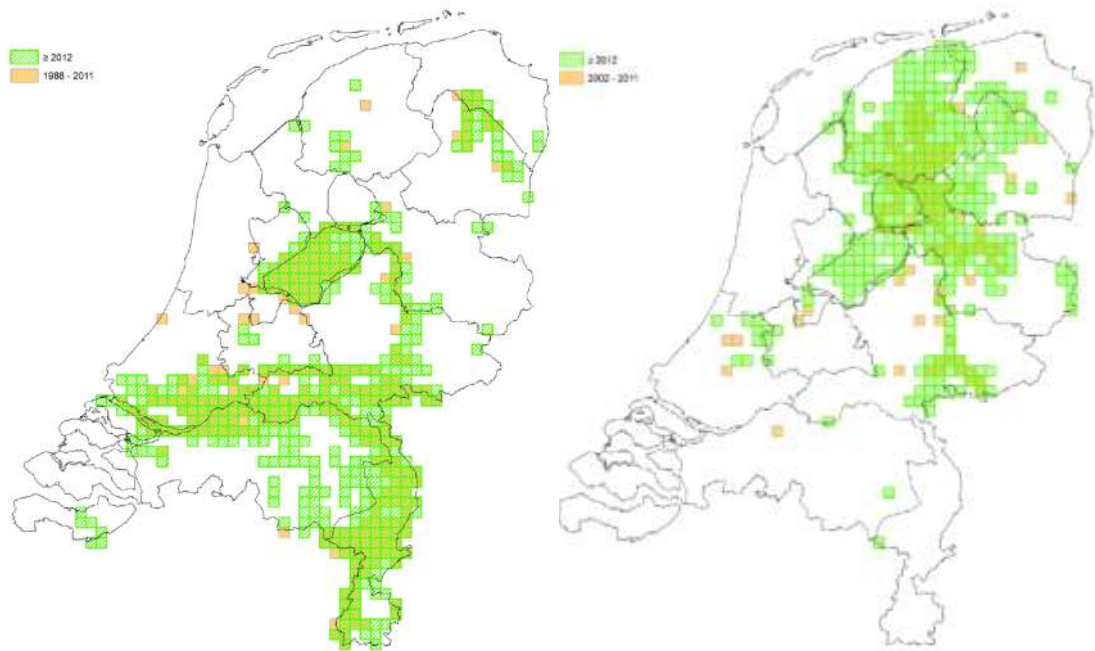
Deze rapportage is primair gebaseerd op de gegevens van het 'standaard' MWTL-meetnet in de Maas, aangevuld met informatie over natuurontwikkeling, gebruik en beheer. Daarnaast zijn rapportages vanuit de projectmonitoring geraadpleegd. Er zijn verschillende redenen om aan te nemen dat met de beschikbare informatie niet alle ontwikkelingen en oorzaken goed in beeld zijn gebracht.

Delen van de Maas geen of weinig informatie

Allereerst valt op dat er voor een aantal rivierdelen geen, of slechts beperkt informatie beschikbaar is. Dit geldt met name voor de Bovenmaas, de Maasplassen, de Afgedamde Maas en de Bergsche Maas. Hiervan zijn de Bovenmaas en de Bergsche Maas KRW-waterlichamen, de Afgedamde Maas maakt deel uit van het waterlichaam Beneden Maas. De resultaten voor deze (delen van) waterlichamen zijn vaak beperkt tot enkele metingen en niet erg betrouwbaar. Dit geldt overigens niet voor de informatie over de waterkwaliteit in de Bergsche Maas (meetpunt Keizersveer).

Consistente datasets in ruimte en tijd

Een ander aandachtspunt is dat de beschikbare ecologische meetdata voor de Maas veel 'gaten' vertonen in ruimte en tijd, veel meer dan bijvoorbeeld in de Rijntakken. Bij de verdeling in de ruimte valt op dat het meetnet (nog) niet lijkt afgestemd op de KRW-waterlichamen: van sommige waterlichamen is veel informatie beschikbaar, van andere waterlichamen weinig tot niets. Het 'inlenen' van informatie uit andere waterlichamen is daarbij inhoudelijk gezien niet altijd een goede oplossing (voor vis wordt de toestand in de Bovenmaas bijvoorbeeld gebaseerd op de metingen in de Grensmaas, een heel ander watertype). In de tijdreeksen valt op dat het aantal meetpunten met een consistente, lange meetreeks (vanaf 1990 of zelfs 2000) zeer beperkt is. Voor een betrouwbaar beeld van de ontwikkelingen in de tijd is de beschikbaarheid van dergelijke langjarige meetreeksen cruciaal.



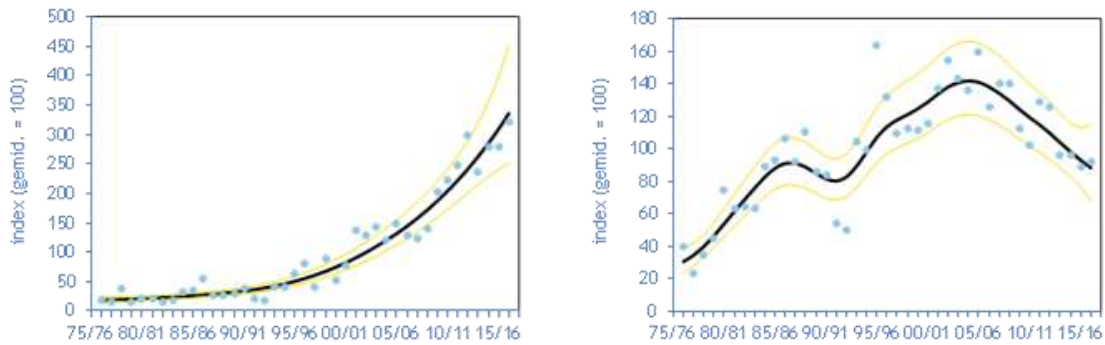
Figuur 7-5: Verspreiding van de bever (links) en otter (rechts) per 5x5 km-hok in de periode na 2012 (groen) en vóór 2012 (oranje) (bron: (Zoogdiervereniging VZZ 2018)).

Effecten van inrichtingsmaatregelen in en buiten de hoofdstroom

Het meetnet is gericht op de ontwikkelingen in de hoofdstroom. Inrichtingsmaatregelen, zoals de aanleg van natuurlijke oevers, leiden tot een lokale verbetering, die echter alleen op de plek van de ingreep meetbaar is. Daarnaast is er een groot aantal (aangetakte) uiterwaardwateren bijgekomen. Op deze plekken worden verbeteringen verwacht en zijn ook verbeteringen zichtbaar. Deze verbeteringen werken echter lang niet altijd door in de hoofdstroom. Dit geldt vooral voor plaatsgebonden organismen zoals waterplanten en macrofauna. Het is dus waarschijnlijk dat het meetnet de opgetreden verbeteringen als gevolg van maatregelen (nog) niet goed detecteert.

Ontwikkeling buiten het water

Het MWTL-meetnet is nu gericht op de KRW en aquatische ecologie. Hier ligt ook de focus van deze rapportage. Er vinden echter ook veel relevante ontwikkelingen buiten het water plaats. Zo is het effect van natuurvriendelijke oevers ook (of misschien wel: vooral) zichtbaar 'op het land', bijvoorbeeld bij de oevervegetatie, stroomdalplanten en vogels ((Kurstjens & Peters 2011), (Buijse, et al. 2019)). Sommige van deze ontwikkelingen staan relatief los van het water, maar diverse resultaten zijn juist sterk gerelateerd aan de ontwikkelingen in het water, zoals bijvoorbeeld de ontwikkeling van libellen en de bever en de otter (zie *Figuur 7-5*). Dit geldt in het bijzonder voor de ontwikkeling van watervogels. Ter illustratie is in *Figuur 7-6* de ontwikkeling van visetende en benthos etende watervogels weergegeven. Deze ontwikkelingen zijn rechtstreeks te relateren aan de ontwikkelingen onder water, maar vragen eerst om nadere duiding voordat conclusies getrokken kunnen worden. Zo hangen de ontwikkelingen in *Figuur 7-6* sterk samen met de ontwikkelingen in de Maasplassen en zijn er voor diverse soorten ook duidelijke verschillen in trends die niet gerelateerd zijn aan de ontwikkelingen onder water (zoals landelijke opgaande of neergaande trends).



Figuur 7-6: Aantalsontwikkeling (index ten opzichte van een referentiejaar) van visetende watervogels (links) en benthos etende watervogels (rechts) (bodemdieren/ macrofauna) in het Zuidelijke Maasdal (Data RWS J-J. Bakhuizen 2019).

Informatie over natuurontwikkeling, gebruik en beheer

Voor een duiding van de ontwikkelingen onder water is een goed beeld van de natuurontwikkeling en de veranderingen die zijn opgetreden in gebruik en beheer van groot belang. De hoeveelheid informatie die in het kader van deze rapportage beschikbaar is gekomen, was helaas beperkt. De informatie die wel beschikbaar was, heeft vaak alleen betrekking op de huidige situatie en is vaak onvolledig en beschrijvend (niet onderbouwd met getallen). Dit maakt het interpreteren van de gesignaleerde ontwikkelingen erg lastig. Belangrijke aandachtspunten zijn de informatie over de natuurontwikkeling (type natuurontwikkeling, jaar van oplevering, omvang), visserij (onttrekkingen door beroepsvisserij), beheer van de oevers en waterkracht.

Niet alle drukfactoren zijn goed in beeld – nieuwe stoffen

Door veranderingen in productieprocessen of in regelgeving komt steeds nieuwe stoffen in het milieu. Tegen de tijd dat de ene giftige stof geïdentificeerd, verboden en teruggedrongen is, is hij al weer vervangen door een nieuwe. Zware metalen, PCB's zijn bijvoorbeeld 'old school', hoewel nog persistent in de waterbodem aanwezig, maar voor micro (en nano)plastics en neonicotinoïden beginnen we net een idee te krijgen van de effecten op het ecosysteem. Voor die laatste stofgroep is al jaren geleden vastgesteld dat haften en kokerjuffers (EPT-soorten) er zeer gevoelig voor zijn (Roessink, et al. 2013). Ook is geconstateerd dat in wateren met normoverschrijding van deze stofgroep twee tot drie keer minder aquatische macrofauna voorkomt (van Dijk *et al.* 2013). In een wereldwijde effectbeoordeling van deze stofgroep is geconstateerd dat het huidige gebruik van deze stoffen niet verantwoord is en de inspanningen voor natuur- en biodiversiteitsherstel ernstig frustreert (Van der Sluijs, et al. 2015). Of dit ook het geval is voor de macrofauna in de Maas is niet bekend.

Voor microplastics zijn de ecologische effecten nog minder in beeld. Onderzoek hiernaar is nog in volle gang, maar dat er effecten op de voedselketen zijn ligt voor de hand. Net zoals potvissen en albatrossen macroplastics eten, blijken ook plankton en macrofauna microplastic te eten. Net als bij grote dieren zijn er effecten te verwachten op de overleving of reproductie van macrofauna. Deze effecten zijn nog niet opgehelderd, laat staan dat het effect op Maasniveau te duiden is.

Werken in de monitoringcirkel: de keten is zo sterk als de zwakste schakel

Ten slotte maakt een monitoringrapportage zoals deze deel uit van de monitoringcirkel, die start met een informatiebehoefte en leidt tot de uitvoering van het MWTL-meetnet. Bij het opstellen van een rapportage komen diverse aandachtspunten aan het licht. Deze aandachtspunten kunnen betrekking hebben op verschillende schakels van de monitoringcirkel of op de raakpunten van deze schakels, zoals bij deze rapportage bijvoorbeeld:

- Structurele fouten in de dataset van de waterplanten (Pot 2017);
- Ontbrekende monsters in de dataset van het project natuurvriendelijke oevers Maas;
- Wijzigingen in het protocol van het uitzoeken van macrofauna (Postma 2018);
- Wijzigingen in bemonsteringsmethode flora;
- Verschillen in de toekenning van ecotopen in achtereenvolgende jaren.

Meer in het algemeen valt op dat de monitoringcirkel in de praktijk steeds meer opgeknipt is geraakt en ondergebracht is bij verschillende diensten van Rijkswaterstaat en marktpartijen. Hierdoor is niet duidelijk waar de auteurs van de verschillende hoofdstukken hun aandachtspunten kunnen adresseren. Daarbij worden de aandachtspunten niet altijd geïdentificeerd en bijgehouden (dat is immers niet het doel van de rapportage). Hiermee vallen belangrijke kansen om de monitoringscyclus te versterken tussen wal en schip.

7.4 Aanbevelingen

Op basis van de resultaten (paragraaf 7.1 en 7.2) en de discussie (paragraaf 7.3) zijn aanbevelingen geformuleerd voor maatregelen om de ecologische kwaliteit onder water te verbeteren (paragraaf 7.4.1), voor monitoring en beoordeling (paragraaf 7.4.2) en nader onderzoek (paragraaf 7.4.3).

7.4.1 Maatregelen

Voor een ecologisch herstel onder water is het van belang om goed te kijken naar de eisen die de soorten van stromend water aan hun leefmilieu stellen. In de basis hebben deze soorten vooral baat bij meer:

- Ondiep stromend zomerbed (zonder scheepvaart);
- Structuur onder water;
- Natuurlijk stuwbeheer.

Daarnaast zijn de volgende aspecten van belang:

- Grip op calamiteiten waterkwaliteit;
- Behoud van goede ecologische verbindingen in de lengterichting van de rivier (van de bron tot de monding bij de Haringvlietsluizen, inclusief passeerbaarheid van waterkrachtcentrales) en in de breedterichting (herstel beekmondingen);
- Versterking van natuurlijke land-waterovergangen (realisatie natuurlijke oevers).

Aangezien deze aspecten al lang in beeld bij zijn bij de maatregelenprogramma's voor de KRW, wordt hier niet nader op ingegaan. Voortzetting van het beleid en deze maatregelen op deze onderwerpen is wel van groot belang.



Figuur 7-7: Ondiep stromend zomerbed in de stuwpasserende nevengeul bij Junne (Overijsselse Vecht) (foto: Bart Reeze).

Ondiep stromend zomerbed (zonder scheepvaart)

Voor de kenmerkende macrofauna- en vissoorten is de aanwezigheid van voldoende ondiep en permanent stromend water zonder turbulentie door de scheepvaart van belang. Hier kan zich een stabiele zand- of grindbodem ontwikkelen met voldoende diversiteit aan habitats. Om verslibbing te voorkomen is de aanwezigheid van voldoende stroming gedurende het hele jaar cruciaal. Daarnaast is het van belang dat er voldoende ruimte is om de natuur zijn gang te laten gaan (niet ingrijpen/ beheren).

In *Figuur 7-9* zijn kansrijke locaties voor de realisatie van ondiep stromend zomerbed (zonder beïnvloeding door de scheepvaart) weergegeven. Hierbij gaat het om de volgende locaties:

- Vrij afstromende delen van de rivier (Bovenmaas tot aan Ternaaien, Grensmaas, Lus van Linne en Beneden Maas) (groene rivierdelen);
- Lange nevengeulen rond de stuwen ('stuwpasserende nevengeulen', blauwe pijlen). In de komende planperiode zijn nevengeulen in beeld rond de stuw van Borgharen en Lith.

Voor de instandhouding van ondiep stromend zomerbed is het van belang dat de sedimentstromen van de vrij afstromende delen in balans zijn, dat wil zeggen dat de aanvoer en afvoer van sediment jaarrond in dezelfde orde van grootte liggen. Vaak wordt de aanvoer van sediment belemmerd, waardoor er sprake is van netto erosie van bodemmateriaal. Omdat de rivier zich niet meer verlegt, worden ook geen nieuwe bodemlagen aangesneden. Dit is bijvoorbeeld het geval in de Grensmaas, zie hoofdstuk 2. Hoewel op de oevers nu vrij erodeerbaar grind beschikbaar is, is de erosieve kracht door de verruiming afgenomen. En als er eens een verlegging is, wordt deze snel gecorrigeerd om rivierkundige effecten te beperken (b.v. bij Meers). In dit soort gevallen wordt aanbevolen om structureel sediment toe te voegen op een bovenstrooms gelegen locatie (zandsuppletie of grindsuppletie). Door verondieping van het zomerbed zal ook de erosieve kracht op de oevers toenemen, waarmee de natuurlijke cyclus hersteld kan worden. In de Grensmaas is de speelruimte voor dit soort maatregelen groter omdat er geen scheepvaart is. Toch blijkt ook

hier een rivierkundig keurslijf te knellen, als was het maar omdat de 'thalweg'⁸ niet van plek mag veranderen.

Structuur onder én boven water: rivierhout

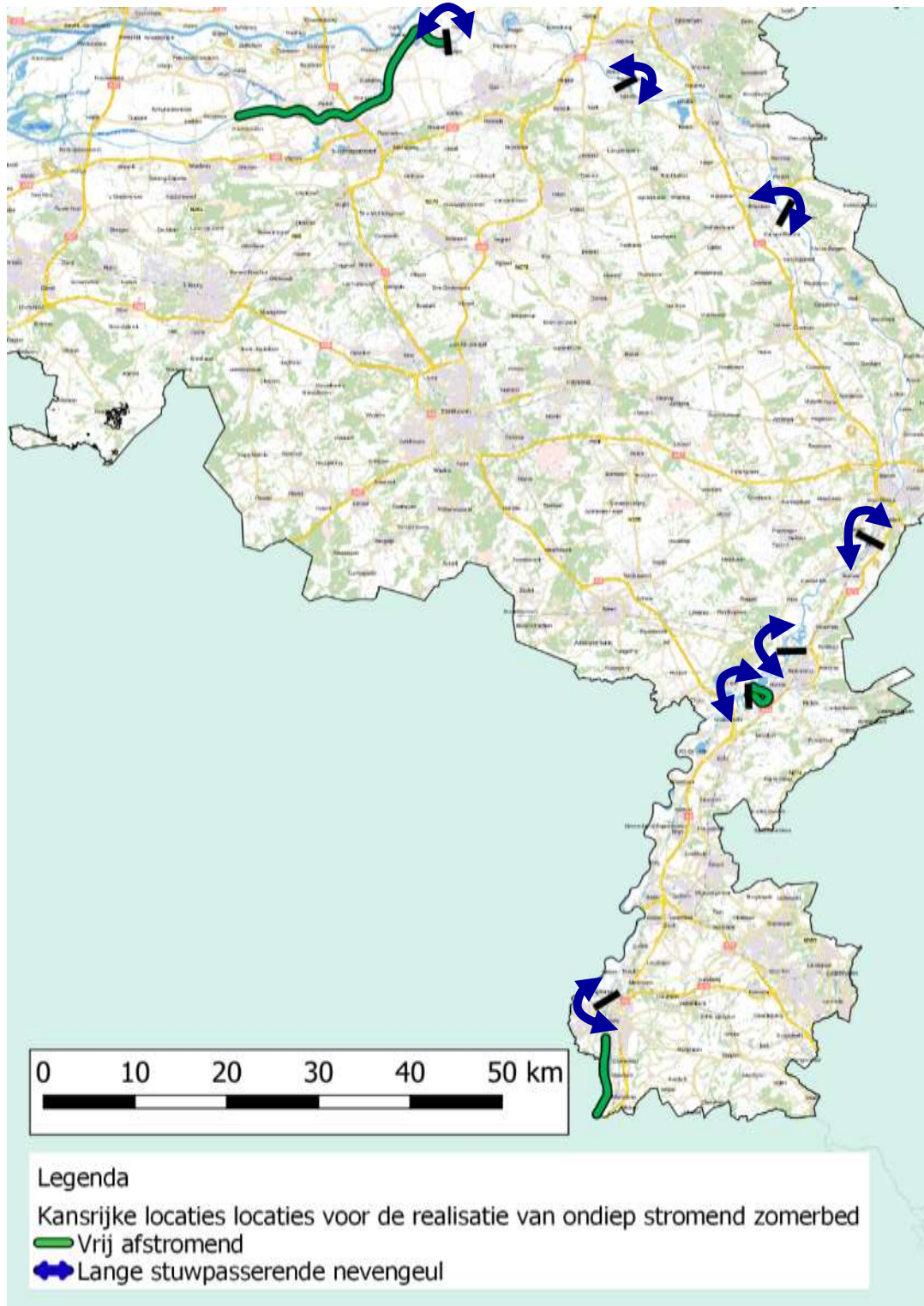
Daarnaast is het van belang dat er meer ruimte komt voor structuur onder én boven water. Onder water kan dat in de vorm van rivierhout, zie Figuur 7-8. Dit wordt inmiddels al toegepast langs de Maas. De eerste ervaringen met het inbrengen van rivierhout zijn positief. De verankerde bomen dragen wezenlijk bij aan de diversiteit van macrofauna en vissen, zie paragraaf 5.1. De meest geschikte habitats liggen in de ondiepe oeverzone's zonder (al te veel) invloed door de scheepvaart (luwe delen) en met name in permanent stromende nevengeulen of zomerbed.

Boven water gaat het om de begroeiing direct in de oeverzone. Het creëren van begroeiing direct in de oeverzone langs de geul blijft vaak nog buiten beeld in de huidige plannen. Rivierbos wordt zelden direct langs de nevengeulen toegestaan vanwege de opstuwende werking. Voorbeelden tonen echter aan dat deze opstuwende werking beperkt kan blijven wanneer de begroeiing in de stroomrichting van het water wordt georiënteerd, zie bijvoorbeeld Wolfert et al. (2009). Inmiddels is ook duidelijk dat beschaduwing van de ondiep waterzones ook van belang is voor de ecologische kwaliteit, zeker in het licht van klimaatverandering. Dit is een extra motivatie om meer bos op rivieroever te ontwikkelen.



Figuur 7-8: Rol van rivierhout bij het creëren van meer structuur onder water (illustratie Jeroen Helmer/ Ark natuurontwikkeling).

⁸ Diepste punt van het zomerbed, markeert de Grens tussen Nederland en België.



Figuur 7-9: Kansrijke locaties voor de realisatie van ondiep stromend zomerbed.



Figuur 7-10: Aanbrengen rivierhout in de Grensmaas in 2019 (foto: J-J. Bakhuizen)

Natuurlijker stuwbeheer

Voor de ecologische ontwikkeling van de Grensmaas is het van groot belang dat de onnatuurlijke afvoerdynamiek die ontstaat als gevolg van het stuwbeheer in het stroomgebied wordt aangepakt. Technisch gezien vraagt dit om het aanpassen van de stuwprogramma's bovenstrooms in het stroomgebied. Dit onderwerp staat al langere tijd op de agenda van internationaal overleg met Wallonië. Het is onduidelijk wat de aanpak van het probleem in de weg staat en welke acties er benodigd zijn.

Ook in de rest van het stroomgebied zijn er mogelijkheden om minder te stuwen/ meer stroming te creëren op de Maas zelf. Een meer natuurlijk peilbeheer kan aanzienlijke meerwaarde hebben voor de ecologische ontwikkeling van de Maas. De mogelijkheden hiervoor zijn onderzocht door (Geerling, Buijse en L. 2010). Omdat peilvariatie vooral in het groeiseizoen relevant is, als de afvoeren lager zijn, is afstemming met de randvoorwaarden voor scheepvaart een belangrijk aspect.

Één locatie waar dit goed zou kunnen is bij de stuw van Roermond (Van Winden, A. mond. med. 2019). Deze zou eventueel kunnen vervallen, omdat hij alleen nog maar opstuwend hoeft te werken tot aan de nabij gelegen Maashaven. Hiervoor moet dan wel het peil in het stuwpannd Belfeld omhoog, mogelijk is 1 meter al voldoende. Het effect daarvan is dan dat de Maas vanaf Roermond t/m Linne vrij kan afstromen. Wel zal de stuw van Belfeld dan pas later gestreken hoeven te worden; het stuwpannd Belfeld zal hierdoor minder dynamisch worden.

Een andere mogelijkheid is het verlagen van de stuwhoogte bij de stuw van Linne/ Heel (Van Winden, A. mond. med. 2019). Deze stuwen het water bijna tot aan Maaseik op. Vooral de haven van Maasbracht is van belang voor de binnenvaart, maar veel verder stroomopwaarts hoeft het water niet opgestuwd te worden. Met het verlagen van de stuwhoogte kan het vrij afstromende deel van de Grensmaas enkele kilometers langer worden.

Nog een andere mogelijkheid is om de stuwen in de Maas op dezelfde wijze te gaan beheren als de stuwen in de Nederrijn. Hier worden de stuwen gestreken op het moment dat er voldoende water stroomt om het peil te handhaven. Ruwweg is dat in de Maas vanaf een afvoer van ca. 250 m³/s. Dat betekent dat er dan ca. 125 dagen per jaar sprake is van een vrij afstromende rivier, vooral in het winterhalfjaar (Van Winden, A. mond. med. 2019). Dit kan een positief effect hebben op de sedimentbalans van de Maas, de morfologische ontwikkeling van de oevers en het 'opruimen' van het bodemslib.

7.4.2 Monitoring en beoordeling

Waterlichamen

De indeling in waterlichamen van de Maas sluit niet precies aan bij de hydromorfologische kenmerken van de rivier (zie hoofdstuk 2) en de indeling volgens Smart Rivers (www.smartrivers.nl). Bovendien levert het grote aantal waterlichamen dilemma's op voor de monitoring. Specifieke aandachtspunten zijn de overgang tussen Grensmaas en Zandmaas (Maasplassen) en de waterlichamen van de Getijdenmaas (Beneden Maas en Bergsche Maas). Aanbevolen wordt om de huidige waterlichaam-indeling nog eens kritisch tegen het licht te houden.

Ecologische doelen

Voor deze rapportage zijn de huidige ecologische doelen (2015-2021) als uitgangspunt genomen en verder niet nader onderzocht. Op basis van de resultaten in hoofdstuk 4 wordt aanbevolen in ieder geval de volgende doelen nog eens kritisch te bekijken:

- Waterplanten: Bedijkte Maas (doel lijkt te hoog);
- Macrofauna: Bergsche Maas (doel lijkt te laag);
- Vissen: Bovenmaas (doel lijkt te laag, toetsen met EKR Grensmaas is niet reëel)
- Alle waterlichamen: Maatlat soortenrijkdom: het aantal reofiele soorten dat nodig is voor een goede score lijkt niet reëel.

Monitoring

De monitoringinspanning kan beter afgestemd worden op KRW-waterlichamen. Zo worden niet alle kwaliteitselementen nu in elk waterlichaam gemeten en blijven de zijwateren nu onderbelicht. Het zou goed zijn de bemonsteringsfrequentie en/of het moment van bemonsteren nog eens goed af te stemmen op de maatlaten of andersom. Denk bijvoorbeeld aan een voorjaarsbemonstering voor macrofauna en een zomer- en/of nachtbemonstering voor vis. Als data heel variabel blijken te zijn (bijvoorbeeld vis), meet dan jaarlijks. Let bij aanpassingen van het meetnet wel op beschikbare meetreeksen die in de afgelopen periode zijn verzameld (langjarige meetreeksen). Zorg in elk geval voor een duidelijk logboek met alle veranderingen (ook historische), zodat de data goed te interpreteren blijven.

Het is zonde van de tijd als voor elke data-analyse uitgegaan moet worden van de basisdata. Er zijn namelijk nog heel wat bewerkingen nodig voor deze data te gebruiken zijn voor dit soort analyses (Pot 2017). Hierbij is expert kennis van het meetnet en de wijze van monitoren onontbeerlijk. Zorg dus voor gecorrigeerde datasets en lever deze aan voor externe analyses in plaats van ruwe data. Het is wel van belang de data op de meest gedetailleerde schaal te kunnen gebruiken en geen geaggregeerde data te verstrekken.

Monitoringscirkel

Het aanstellen van een regisseur meetnet per soortgroep die eindverantwoordelijk en aanspreekpunt is voor functioneren van de hele monitoringscirkel zou goed zijn voor de

kwaliteitsborging en continuïteit. Het is hierbij van belang de inhoudelijk deskundigen van RWS (ook WVL) en de meetnetregisseurs te betrekken bij de totstandkoming van dit soort rapportages.

Nieuwe locaties

Nieuwe uiterwaardwateren, geulen en herstelde oevers moeten sneller opgenomen worden in het meetnet. Nu blijft een belangrijk deel van het watersysteem onderbelicht en wordt de meerwaarde van herstelmaatregelen onvoldoende helder.

Data over maatregelen

Maak een overzicht van uitgevoerde maatregelen met: locatie (GIS: punt, lijn, vlak), type maatregel, status, jaar van realisatie, hoeveelheid (oppervlakte/ lengte) per gerealiseerd habitat. Dit geeft een goed beeld van de uitgevoerde maatregelen en de voortgang, wat van belang is voor rapportage naar de EU in 2027. Deze informatie is nu verspreid in de organisatie beschikbaar. Aanbevolen wordt om hierbij aan te sluiten bij het Geoweb informatiesysteem van Rijkswaterstaat Oost-Nederland.

Effect van maatregelen

Voortzetten van monitoring van de NVO's Maas, omdat op langere termijn duidelijker effecten verwacht worden. Ook andere maatregelen, zoals het Grensmaasproject en de aangelegde geulen komen in aanmerking voor projectmonitoring. Zeker in het geval van de Grensmaas, is er dan ook nog gelegenheid voor bijstelling van het ontwerp, of aanvulling daarop. Voor de meeste herstelmaatregelen geldt dat pas na een jaar of tien de effecten optimaal zichtbaar zijn.

Gebruik en beheer

Het zou goed zijn over meer gegevens te beschikken over onttrekkingen door de beroepsvisserij. Dit is nu een blinde vlek.

Brede blik

De huidige rapportage richt zich vooral op het aquatisch systeem van de hoofdstroom. Het zou goed zijn om een bredere focus te hebben op de ecologische ontwikkeling van de Maas, conform de vroegere watersysteemrapportages. Hierbij zouden ook soortgroepen als vogels, zoogdieren en amfibieën in beeld kunnen komen. Dit versterkt tevens de link naar Natura 2000 en de Programmatische Aanpak Grote Wateren. Een goed voorbeeld zijn de integrale rapportages van Maas in Beeld (www.maasinbeeld.nl).

7.4.3 Onderzoek

Een analyse van gegevens, geeft altijd aanleiding voor nieuwe vragen. We benoemen hier enkele relevante onderzoeksvragen, die in deze watersysteemrapportage naar boven zijn gekomen.

Er bestaat nog geen goede sedimentbalans van de Maas. Met name voor de ontwikkeling van de Grensmaas is dit van belang (afzet slib/ klei op de oevers, gebrek aan grindaanbod), omdat hier grindsuppletie overwogen wordt.

Het is niet duidelijk waarom het zwevend stof gehalte is afgenomen. Mogelijke oorzaken zijn een afname van beschikbaar materiaal op de rivierbodem, een afname van lozingen van fijn materiaal (betere zuiveringen, met name bij Luik) en een veranderd landgebruik (minder afstroming van klei/slib). Het zou ook samen kunnen hangen met een toename van mosselen (die het water filteren).

De zuurstofgehalten in de Bergsche Maas zijn de laatste jaren afgenomen het is onbekend waar deze afname door veroorzaakt wordt.

Onderzoek naar de aanwezigheid en effecten van nieuwe stoffen zoals bestrijdingsmiddelen, medicijnresten en microplastics zou meer duidelijkheid kunnen geven over het belang van deze stoffen op de ecologische kwaliteit van de Maas.

Het is interessant om nader te kijken naar het verloop van de concentraties (chemie) over de Maas. Hoe verloopt de waterkwaliteit vanaf het moment dat het water in Nederland is (in relatie tot de afvoer). Zo wordt een duidelijker beeld verkregen van welke bijdrage in Nederland geleverd wordt aan de waterkwaliteit. Het voorstel is om dit te doen voor temperatuur, zuurstof, chloride, fosfor/stikstof, chlorofyl A gehalte en misschien zwevende stoffen.

Biezenvegetaties gaan achteruit, wat grotendeels aan gebrek aan getij te wijten is, maar wellicht is toch een verbetering mogelijk door slimme inrichtingsmaatregelen (b.v. hele flauwe taluds).

Het zou goed zijn de dynamiek en interactie van exoten beter te volgen, zodat de effecten op inheemse soorten duidelijker worden, maar ook duidelijker wordt wat mogelijke aangrijpingspunten zijn voor maatregelen.

Sommige soorten zijn moeilijk aan te tonen met de huidige bemonsteringswijze door hun verborgen levensstijl, zoals rivierprik en rivierrombout die lokaal in de rivierbodem leven. Het zijn wel belangrijke doelsoorten, dus een gerichte meetcampagne lijkt hier op zijn plaats.

8 Verwijzingen

- (RWS) Bakhuizen, J.J. pers. comm. 2019.
- (RWS) Folkertsma, S. pers. comm. 2019.
- (RWS), Bakker, H. (april 2019).
- (RWS), Heerkens, R. (april 2019).
- (RWS), Van Aubel, P. (maart 2019).
- (RWS), Van Wanrooij, H. (maart 2019).
- (WML) Geurts, M. pers. comm. 2019.
- Agtersloot. „Implementatie toekomstig stuwbeheer Maas in WAQUA.” 2012.
- Asselman, N., H. Barneveld, F. Klijn, en A van Winden. „Verhaal van de Maas.” 2017.
- Benitez, J.P., Dierckx, A., Renardy, S., Nzau Matondo, B., Philippart, J.C., Mandiki, R., Erraud, A., Kestemont, P., Ovidio, M. *Rapport final annuel 2019 au Service Public de Wallonie (DGARNE/DNF-SP) de la Subvention 2018-2019 relative au suivi scientifique de la réhabilitation du saumon atlantique dans le bassin de la Meuse.* Université de Liège et Université de Namur, 159 pag, 2019.
- Bos, O.G., A.B. Griffioen, O.A. Van Keeken, en D.J. Gerla. *Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016; Deel I: trends.* Wageningen Marine Research, Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C033/18. , 2018.
- Breukel, R.M.A., W. Silva, W.E. van Vuuren, J. Botterweg, en R. Venema. *De Maas - Verleden, heden en toekomst nota nr. 91.052 Aangepaste versie, april 1992.* Rijkswaterstaat Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling (RIZA) Hoofdafdeling Watersystemen, afdeling Rivieren, , 1991.
- Britton, J., R.E. Gozlan, en G.H. Copp. *Managing non-native fish in the environment. Fish and fisheries.* , 12 (3), 256-274 , 2011.
- Buijse, T., G. Geerling, C. Chrzanowski, M. Dorenbosch, en B. Peters. „Natuurvriendelijke oevers langs de Maas: toestand en trend na 10 jaar ontwikkeling. Deltares, Utrecht. Rapport 11201679-000-ZWS-0006, 92p.” 2019.
- Collas, F.P.L., et al. „Longitudinal training dams mitigate effects of shipping on environmental conditions and fish density in the littoral zones of the river Rhine.” *Science of the Total Environment* 619-620:1183-1193 (Science of the Total Environment 619-620:1183-1193), 2018.
- Coops, H. *Biezen in het zoetwatergetijdengebied.* . Scirpus Advies in opdracht van RWS WV, 2019.
- Crombaghs, B., N. van Kessel, M. Korsten, D. Lemmens, R. Gubbels, en N. Brevé. *Op weg naar een natuurlijke vislevensgemeenschap in de Geul. Haalbaarheidsstudie naar het behoud en herstel van natuurlijke populaties beekdonderpad, beekprik, rivierprik en zalmachtigen in het stroomgebied van de Geul.* Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen., 2015.
- Data RWS J-J. Bakhuizen. 2019.
- De Graaf, M, en C. Deerenberg. *Report on the eel stock and fishery in the Netherlands 2013.* Wageningen: Imares Wageningen UR on opdracht van ministerie van EZ, 2015.
- De Graaf, M., et al. *Toestand vis en visserij in de Zoete Rijkswateren: 2014. Deel I: Trends van de visbestanden, vangsten en ecologische kwaliteit ratio's.* IMARES Wageningen, IMARES rapport C199/15 , 2015.
- Dorenbosch, M., en N. van Kessel. *Donderpadden & invasieve grondels in het Maasdal. Mogelijke consequenties voor de Geul.* . Natuurbalans – Limes Divergens, Nijmegen., 2011.
- Dorenbosch, M., N. van Kessel, J. Kranenbarg, F. Spikmans, W.C.E.P. Verberk, en R.S.E.W. Leuven. *Nevengeulen in uiterwaarden als kraamkamer voor riviervissen.* Driebergen-Rijsenburg.: Nederlands Centrum voor Natuuronderzoek: Stichting RAVON, Stichting Bargerveen, Radboud Universiteit Nijmegen en Natuurbalans - Limes Divergens, Nijmegen. Rapport nr. 2011/OBN143-RI, 2011.

- Dorenbosch, Van Kessel &. *Vismonitoring natuurvriendelijke oevers Maas. Functionaliteit voor vis in de periode 2011 - 2017*. Culemborg: Bureau Waardenburg Rapportnr. 17- 201., 2017.
- Geerling, G., T. Buijse, en Van Kouwen L. *Ecologische potenties van stuwpeilvariatie in de Maas*. . Deltares rapport nr 1202598-001, In opdracht van RWS WV/L/ZN, 2010.
- Grift, R.E. *How fish benefit from floodplain restoration along the lower River Rhine*. . PhD Thesis, Wageningen University, 2001.
- Gubbels, R.E.M.B., M.H.A.M. Belgers, en H.J. Jochims. *Vismigratie in de benedenloop van de Roer in de periode 2009 – 2014: soortspecifieke migratiekarakteristieken en -patronen. Resultaten van zes jaar monitoring bij de ECI waterkrachtcentrale te Roermond*. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard, 2015.
- Helmer, W., W. Overmars, en G. Litjens. *Toekomst voor een grindrivier: hoofd rapport. Stroming*,. Laag Keppel: Bureau voor natuur- en landschapsontwikkeling b.v., 1991.
- Hoogeveen. 2014.
[Http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/Actuelle/index.html](http://voies-hydrauliques.wallonie.be/opencms/opencms/fr/hydro/Actuelle/index.html)). . 2019.
- Inberg, J.A., et al. *Kartering habitattypen en habitatsoorten Grensmaas. Situatie 2015*. . Culemborg: Bureau Waardenburg Rapportnr. 15-244. , 2017.
- Jesse, P, en W.M. Liefveld. *Minimale afvoer van de Grensmaas, Inschatting van ecologische effecten*. Rijkswaterstaat en RIZA, 2006.
- Klein, J., en J. Rozemeijer. *Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater; Tussenrapportage: update toestand en trends tot en met 2014*. Deltares rapport 1220098-007-BGS-0001., 2015.
- Klink, A.G.,. *2016 KRW-proef: Bomen in de Nederrijn-Lek en IJssel. Evaluatie 2014- 2015 Rapp. Med. HAK 139*. In opdracht van RWS ON , 2016.
- Kranenbarg & Spikmans. *Achtergronddocument Rode Lijst Vissen 2011. Zoetwatervissen*. . Nijmegen: Stichting RAVON, 2013.
- Kranenbarg, J., et al. *Kansen voor riviervissen. Een onderzoek naar het functioneren van oeverbiotopen langs de Maas voor juveniele vis*. Radboud Universiteit Nijmegen, Stichting RAVON & Natuurbalans Limes Divergens, 2010.
- Kurstjens & Peters. „15 jaar ecologisch herstel langs de Maas: hoe reageert de flora?“ (De Levende Natuur) 2011, nr. 112: 11-17 (2011).
- Lengkeek & Liefveld. *Analyse visstandgegevens Grensmaas. Onderzoek naar effecten van een calamiteit in 2007*. . BuWa rapport nr 09-150. In opdracht van RWS ZN, 2009.
- Liefveld & La Haye. *Calamiteiten op de Maas. Ecologische gevolgen van incidentele lozingen en extreem lage afvoer in 2007*. BuWa rapport nr 10-057. In opdracht van RWS WV/L, 2010.
- Liefveld, W.M, Dorenbosch, M., N. Van Kessel, en A.G. Klink. *Evaluatie pilot rivierhout. Effecten op vis, macrofauna en bodem (2014-2016)*. . Culemborg: Bureau Waardenburg Rapportnr. 17-115., 2017.
- Liefveld, W.M., F. Van Vliet, en I. van Gogh & N. van Kessel & R. Lensink Van Winden. *Nadere effectenanalyse huidige activiteiten Grensmaas 2016. Eindconcept, Rapport 17—053*. Culemborg: Bureau Waardenburg, 2018.
- Looy, K. Van, W.M. Liefveld, G. Kurstjens, en J. Hugtenburg. „Ruimte voor de grote rivieren en ecologische herstelprogramma’s. Hoe staat het er twintig jaar later voor?“ *Landschap 2019/2* , 2019: 79-97.
- meander advies. „Zomerbedboderveranderingen van de Maas (1889- 2007). Rapport 10314 / 4500103893.“ 2008.
- Middelkoop, H., E. Stouthamer, M.M. Schoor, en H.P. Wolfert en G.J. Maas. *Kansrijkdom voor rivierecotopen vanuit historisch-geomorfologisch perspectief. Rijntakken – Maas – Benedenrivieren*. NCRpublication 21-2003, 2003.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. „MIRT onderzoek goederenvervoercorridors Oost en Zuidoost.“ 2017.
- Ministerie van LNV. „Profielen Habitatsoorten.“ 1 09 2008.

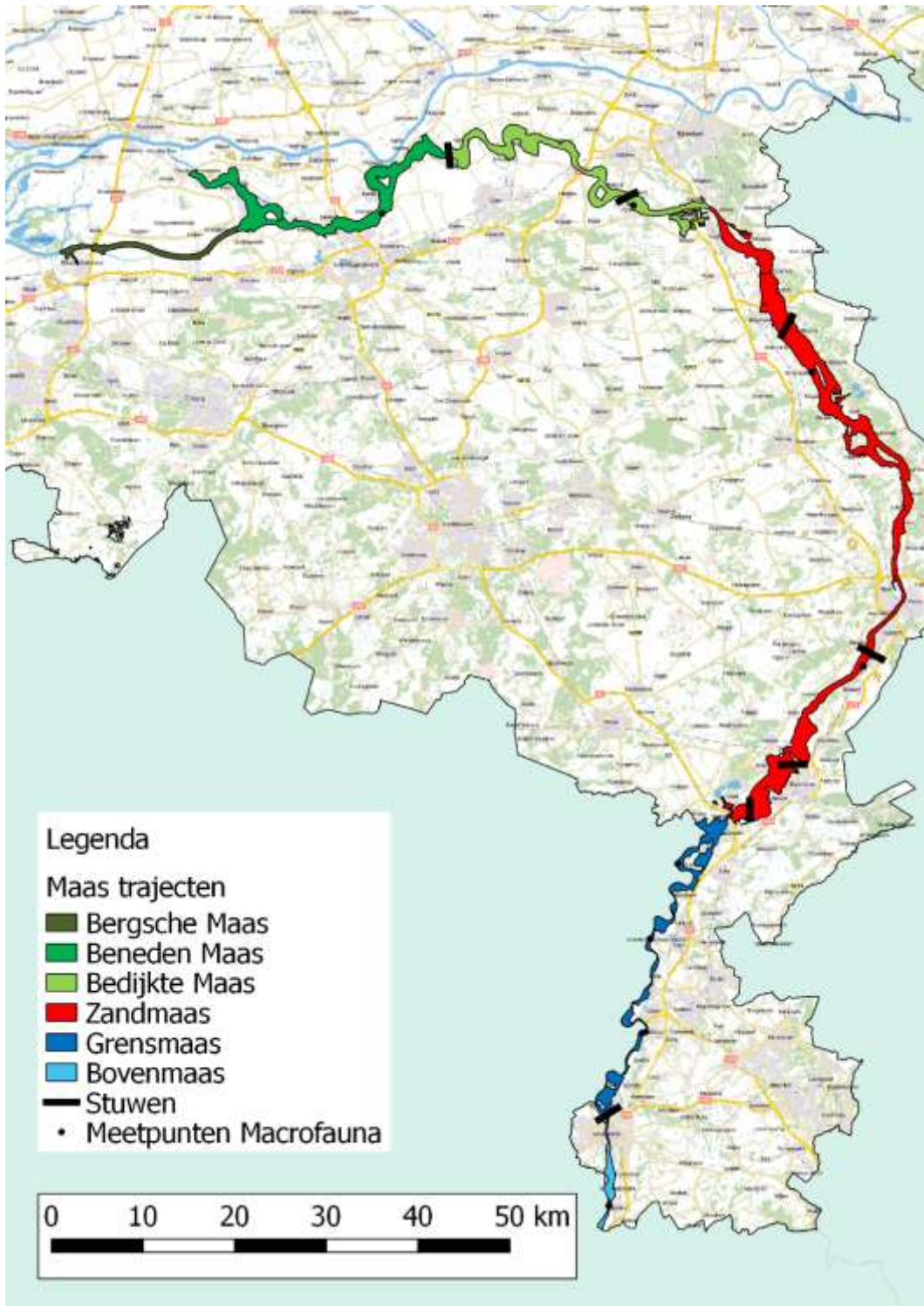
- Murillo-Muñoz, R.E. *Downstream fining of sediments in the Meuse River*. M.Sc. Thesis. International Institute for Infrastructural Hydraulic and Environmental Engineering, 1998.
- Noordhuis, R. *Time-lag effecten in doelbereik bij KRW maatregelen*. Deltares, Rapport 1220984-000, 2016.
- Pasmans, R. *Studie voorjaarsmigratie van vissen vanuit de Grensmaas naar de benedenloop van de Geul en omgekeerd*. Hasselt: Provinciale Hogeschool Limburg, 2011.
- Postma. „Doorlichten MWTL meetnet en macrofauna maatlaten. RoyalHaskoning DHV, Nijmegen. WATBF3698R001F01.” 2018.
- Pot, R. *Dataherstel macrofyten. Overzicht van de aangetroffen fouten in de aangeleverde data over macrofyten voor de watersysteemrapportage Rijntakken 1990-2015*. . In opdracht van RWS ON, 2017.
- Quak, J. *De aal: portret van een uitstervende globetrotter*. RAVON 39: 1-6., 2011.
- Rademakers, J., en H.P. Wolfert. „Het Rivier-Ecotopen-Stelsel: Een indeling van ecologisch relevante ruimtelijke eenheden ten behoeve van ontwerp- en beleidsstudies in het buitendijkse rivierengebied. RIZA, Lelystad.” 1994.
- Reeze, B., A. van Winden, J Postma, R. Pot, Hop. J., en W. Liefveld. *Watersysteemrapportage Rijntakken 1990-2015. Ontwikkelingen waterkwaliteit en ecologie*. Harderwijk: Bart Reeze Water & Ecologie, 2017.
- Rijkswaterstaat. „Factsheet_OW_80_Ministerie_van_Infrastructuur_en_Milieu_Rijkswaterstaat_2018-10-16-03-45-28. Tussentijdse versie ten behoeve van het opstellen van het Stroomgebiedbeheerplan 2022 – 2027.” 2018.
- . „Geoservices Rijkswaterstaat Verschil Bodemligging (RWS ZN).” 2019.
- . „Vegetatielegger.” *Legger rijkswaterstaatswerken*. 2014.
- RIWA-Maas. *Jaarrapport 2017. De Maas. Samenwerken aan (water)kwaliteit*. Rotterdam: RIWA-Maas, 2018.
- RIWA-Maas. *Jaarrapport 2018. De Maas. Goede bron voor drinkwater. Droogte toont kwetsbaarheid*. Riwa-Maas, 2019.
- Roessink, I., L.B. Merga, H.J. Zweers, en P.J. van den Brink. „The neonicotinoid imidacloprid shows high chronic toxicity to mayfly nymphs.” *Environmental Toxicology and Chemistry* 32 (5): 1096–1100., 2013.
- RWS. *Betrekkinglijnen Maas 2017/2018*. RWS-ZN, 2018.
- . „nieuwsbrief 2018 rivierhout Grensmaas.” 2018.
- Schropp, M.H.I., P. Jesse, en J.A.F. van Essen. *Morfologie en zandtransport Maas zomerbedverdieping Gennep – Grave, Monitoringsresultaten 1996 – 1999*. RIZA, 2000.
- Siebolt Folkertsma/RWS Zuid Nederland. „Statistisch overzicht afvoeren en waterhoogten Watersysteem Maas en Kanalen 1991-2015.” 2018.
- Spikmans, de Bruijn A., en J. Kranenbarg. „Spikmans, F., Verkennende studie naar voorkomen larven rivier- en zeepril in de Maas. Stichting RAVON, Nijmegen.” 2016.
- Spikmans, F. „Prikken in het Niersstroomgebied. RAVON 52: 6-10.” 2014.
- Sportvisserij Nederland. „Jaarverslag.” 2014.
- „Sportvisserijgebruik Maas, Grensmaas, Maasplassen en Julianakanaal.” 2014.
- Staatscourant . „13978.” 2009.
- Steenvoorden, J.H.A.M. *Onderzoek naar de achteruitgang van de visstand in Zuid Limburgse beken en de gestuwde Maas ten gevolge van waterverontreiniging*. Verslag natuurbeheer, LUW/IBN- DLO, Wageningen. , 1970.
- Tien, N.S.H., A.B. Griffioen, en O.A. van Keeken. *Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2017. Deel 1: Trends*. Wageningen Marine Research Wageningen UR (University & Research centre), Wageningen Marine Research rapport C084/18. 104 blz, 2019.
- Van den Berg, M. *Toetsingskader voor waterkrachtcentrales in Nederlandse Rijkswateren*. Rijkswaterstaat WVL, 2014.

- Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers, F.C.J. van Herpen, en L.L.J. Nieuwerburgh. *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn water 2021-2027*. STOWA, 2018.
- Van der Sluijs, J.P., V. Amaral-Rogers, Belzunces, en M. F. I. J. van Lexmond L. P. Bijleveld. „Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning.” *Environmental Science and Pollution Research* 22:148–154., 2015.
- Van Gaalen et al. *Waterkwaliteit nu en in de toekomst. Eindrapportage ex ante evaluatie van de Nederlandse plannen voor de Kaderrichtlijn Water*. Den Haag: PBL, 2015.
- Van Geest, G., A. De Niet, en S. Teurlinx. *Waterplanten langs de Nederlandse Rijntakken. Huidige waarden. Aanbevelingen voor inrichting. KRW-Tool*. Rapport, TNO, Delft., 2011.
- Van Gogh, I., en W.M. Liefveld. *Waterkwaliteit Grensmaas 2014. Chemische en ecologische waterkwaliteit in relatie tot KRW en Natura 2000*. Bureau Waardenburg Rapportnr. 15-173 Bureau Waardenburg, Culemborg., 2015.
- Van Kessel, N., et al. *Mitigatie van effecten van uitheemse grondels: Kansen voor natuurvriendelijke oevers en uitgekiende kunstwerken*. Verslagen Milieukunde nr. 436. Natuurbalans - Limes Divergens, RAVON, Radboud Universiteit Nijmegen - Instituut voor Water en Wetland Research, Wageningen Universiteit - Leerstoelgroep Aquacultuur en Visserij, 88 p., 2013.
- Van Kessel, N., M. Dorenbosch, B. Crombaghs, en R. Gubbels. „Indicaties voor voortplanting van de Zeeprik in Nederland. English title summary: Evidence for sea lamprey reproduction in the Netherlands.” (Natuurhistorisch Maandblad 98 (2): 32-37.), nr. 98 (2009).
- Van Kessel, N., M. Dorenbosch, J. Kranenbarg, G. van der Velde, en R.S.E.W. Leuven. „Invasive Ponto-Caspian gobies rapidly reduce the abundance of protected native bullhead. Aquatic Invasions 11(2): 179-188.” 2016.
- Van Wezel, A.P., F Van den Hurk, R.M.A. Sjerps, E. M. Meijers, E.W.M. Roex, en T.L. Ter Laak. *Impact van industriële afvalwaterzuivering installaties op Nederlands oppervlaktewater en drinkwaterbronnen*. KWR Watercycle Research Institute, Deltares, 2018.
- Van Winden, A. mond. med. 2019.
- VBC Grensmaas. „Visplan Grensmaas.” 2010.
- VBC Zandmaas. „Visplan Zandmaas.” Roermond, 2010.
- Vieira da Silva & Lokin. *Jaarlijkse Actualisatie Modellen, Maas 2018*. HKV project 3817.10, juli 2018., 2018.
- Vriese, F.T. *Merken volwassen salmoniden te Lith, 2018*. ATKB in opdracht van RWS ZN, 2019.
- Vriese, F.T. *Vissterfte bij passage van stuwen*. ATKB in opdracht van RWS WV, 2017.
- Vriese, F.T., en A.H.M. Boerkamp. „Meerjaren analyse telemetrie volwassen salmoniden Maas 2009 – 2014. .” Rapportnr. 20141052/rap01. ATKB, 2015.
- Wageningen Marine Research. „Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016.” 2018.
- Waterrecreatie Advies. „inventarisatie Maasplassen.” 2012.
- Waterrecreatieadvies BV. „Prognose ontwikkeling recreatievaart 2030,2040,2050.” 2016.
- Waterspiegel. „RIWA-Maas: ‘Het moet echt anders’ interview directeur van der Ploeg.” (Waterspiegel) 2018, nr. 9 (september 2018).
- Wilbers. „Analyse bodemligging Grensmaas met implicaties voor de schatting van het sedimenttransport in Grensmaas.” 1996.
- Winden, A. Van, W. Overmars, en M.M.A. de la Haye. „Ontwerp Grensmaas en historische referenties.” *Landschap* 19(1), 2002: 37-47.
- Wolfert, H. *Rijkswateren Ecotopenstelsels; Uitgangspunten en plan van aanpak*. RIZA nota 96.050, Rijkswaterstaat Lelystad en DLO Staringcentrum Wageningen, 1996.
- www.clo.nl/indicatoren/nl056603-temperatuur-oppervlaktewater. maart 2020.
- www.helpdeskwater.nl. sd.
- www.maasinbeeld.nl. sd.
- www.smartrivers.nl. sd.

www.sportvisserijnederland.nl. sd. (geopend April 2019).
www.visstandbeheercommissie.nl. sd. (geopend April/mei 2019).
www.waarneming.nl. 2019.
www.waterinfo.nl. 2019.
www.waterinfo.nl. sd.
www.waterpeilen.nl/berichten/dinsdag-14-maart-2017-1055. 2017.
www.waterpeilen.nl/berichten/zondag-3-maart-2019-1503. 2019.
www.wetten.overheid.nl. sd. (geopend April 2019).
Zoogdiervereniging VZZ. 2018.

Bijlage 1 Locatie meetpunten







Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT

E. gertjan.leeuw@anteagroup.com

www.anteagroup.nl

Copyright © 2019

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.