

Ecologische ontwikkeling grensmaas: nadere uitwerking voor een gebiedsgericht monitoring- en onderzoeksprogramma



bron: RWS / J.v.Houdt

Ecologische ontwikkeling grensmaas: nadere uitwerking voor een gebiedsgericht monitoring- en onderzoeksprogramma

Auteur(s)

Gertjan Geerling

Hans de Mars

Wiebe de Jong

Boy Possen

Martijn Antheunisse

Ecologische ontwikkeling grensmaas: nadere uitwerking voor een gebiedsgericht monitoring- en onderzoeksprogramma

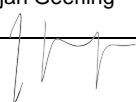

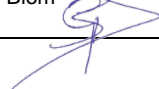
Oprichtgever	Rijkswaterstaat Zuid-Nederland District Limburg, hoofdkantoor Maastricht
Contactpersoon	Martijn Antheunisse
Referenties	
Trefwoorden	Grensmaas, Ecologie, Monitoring

Documentgegevens

Versie	definitief
Datum	11 maart 2021 (update)
Projectnummer	11205234-014
Document ID	11205234-014-ZWS-0004
Pagina's	43
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Gertjan Geerling (Deltares), Hans de Mars (RHDHV), Wiebe de Jong (RHDHV), Boy Possen (RHDHV), Martijn Antheunisse (RWS)	

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
Definitief – update	Gertjan Geerling 	Tom Buijse 	Gerard Blom 	

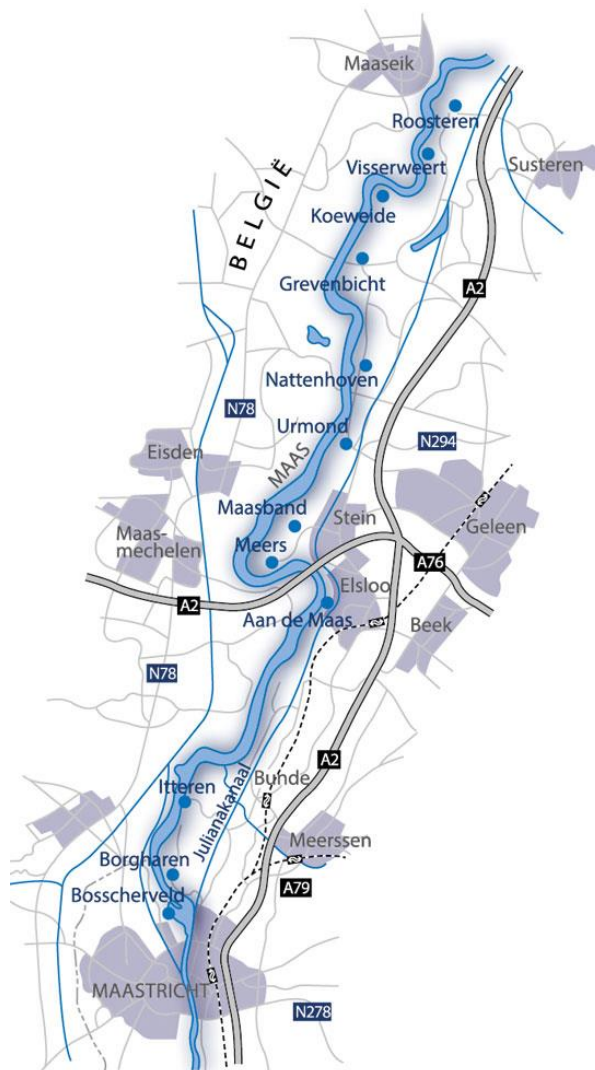
Inhoud

1	Inleiding: uitdagingen, kennisbasis en handelingsperspectief	5
1.1	Aanleiding en doelstelling	5
1.2	Aanpak en leeswijzer	6
2	Kennismontage van de ecologische consequenties van het handelingsperspectief	8
2.1	Systemschets: werking van de Grensmaas	8
2.2	Kennisbehoefte	14
3	Overzicht van de huidige relevante monitoring voor de ecologie	18
4	Identificeren vanuit ecologische perspectief gewenste gebiedsmonitoring	20
4.1	Monitoringspuzzelstukken	20
4.2	Vragen en gekoppelde monitoring	23
4.3	Welke vragen worden wel en niet gedekt door het huidige monitoringsprogramma (H3)?	30
4.4	Monitoringsynergie: systeembenadering	31
5	Identificeren van verdiepend onderzoek en potentieel promotieonderzoek(en)	33
5.1	In het verleden uitgevoerd wetenschappelijk onderzoek	33
5.2	Lopend onderzoek	33
5.3	Samenhang: onderzoekspakketten	34
6	Samenwerkingsverband	37
6.1	Voorbeelden van twee succesvolle samenwerkingsverbanden	37
6.2	Hoe zou een bij voorkeur internationaal samenwerkingsverband er voor de Grensmaas uit kunnen zien?	38
7	Literatuur	40
8	Appendix: wetenschappelijke literatuur “Grensmaas”	41

1 Inleiding: uitdagingen, kennisbasis en handelingsperspectief

1.1 Aanleiding en doelstelling

De Grensmaas wordt beschouwd als een van de hotspots in het Nederlandse rivierengebied waar kansen op versterking van natuur groter zijn dan in andere riviertakken (Zuidhof et al. 2017). Deel van de Grensmaas is aangewezen als Natura2000 gebied (<https://www.natura2000.nl/gebieden/limburg/grensmaas>) en er zijn ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen voortvloeiend uit de verplichtingen voor de Kaderrichtlijn Water. In het kader van het Grensmaasproject zijn en worden nog grote delen heringericht met ruimte voor natuurontwikkeling (Figuur 1-1). Tegelijkertijd is een aantal externe factoren (o.a. geblokkeerde sedimentaanvoer, minimum debiet, ruimtegebrek en hydropeaking) die de potenties voor natuur belemmeren, maar onduidelijk is in welke mate.



Figuur 1-1 De Grensmaas en de locaties van de Grensmaasprojecten (blauwe stip); bron: <https://www.grensmaas.nl/locaties/>

In het ontwerp-Beheerplan Natura 2000 Grensmaas (RHDHV, 2020), is in de lijst van voorgestelde maatregelen naast concrete pilots in het veld, ook een ecologisch onderzoeksprogramma/trendstudie voorgesteld voor 6-10 jaar. Het voorstel voor een onderzoeksprogramma, was de aanleiding voor een viertal workshops begin juli 2020 waarbij morfologen, rivierkundigen, aquatische en terrestrische ecologen zijn bevroegd op de uitdagingen die er liggen over het ecologisch herstel van de Grensmaas (Sterk & Buijse 2020). De deelnemers aan de workshops (Sterk & Buijse (2020)) waren unaniem dat er onvoldoende data en kennis beschikbaar zijn om de ecologische ontwikkelingen in de Grensmaas met voldoende zekerheid te kunnen voorspellen en nieuwe, aanvullende maatregelen goed te kunnen onderbouwen. Er is een breed gevoelde onderzoek achterstand. Ondanks het feit dat de Grensmaas gezien wordt als een van de hotspots, is er tot nu toe maar weinig aandacht voor ecologische monitoring en onderzoek.

Het in het ontwerp-beheerplan N2000 voorgestelde onderzoeksprogramma/trendstudie heeft tot doel om inzicht te verschaffen in het huidige ecologische functioneren van de Grensmaas, in reële ontwikkelingskansen voor de komende 20-30 jaar, en bijbehorende maatregelen en alternatieven voor beheer. Daarbij moet zichtbaar worden gemaakt in hoeverre eerdere grootschalige ingrepen nog steeds doorwerken. Dit vraagt om fijnmaziger meten en analyseren van zowel de ecologische als hydrologische en morfologische habitatcondities dan tot nu toe in bestaande meetprogramma's gebeurt. Waar habitatcondities binnen het Natura 2000-gebied afhangen van processen en habitat buiten het gebied, worden deze in het onderzoeksprogramma betrokken.

Doelstelling van een onderzoeksprogramma /trendstudie is om over 6 jaar wél over de noodzakelijke kennis van het systeem en de ontwikkelingsmogelijkheden in de Grensmaas te kunnen beschikken. Op die wijze moet het dan mogelijk zijn om wél meer structurele systeemgerichte instandhoudingsmaatregelen voor een goed ecologisch functionerende Grensmaas te kunnen kiezen. De opgedane kennis moet helpen om te kiezen uit de volgende handelingsperspectieven:

- niets doen,
- maatregelen om het systeem zoals dat zich nu ontwikkelt/ ontwikkeld heeft te optimaliseren,
- nieuwe grote ingrepen (zoals de eerdere rivierverruiming) initiëren, of
- beleidsdoelen heroverwegen.

Bij het lezen van dit rapport is het van belang te realiseren dat er sinds begin van deze eeuw een grootschalig herstel heeft plaats gevonden richting een meer natuurlijke Grensmaas. Alvorens met nieuwe maatregelen te komen is het essentieel het resultaat van deze genomen herstelmaatregelen te monitoren. Het voorgestelde onderzoeksprogramma behelst daarmee dus een trendstudie, waar beweegt het systeem heen en waar is bijsturing nodig?

1.2 Aanpak en leeswijzer

Het is duidelijk dat de gewenste ecologische ontwikkelingen van de Grensmaas kansen en knelpunten kent, die samen van invloed zijn op de koers, snelheid en resultaat van dit ecologisch herstel. Uitvoering van een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma kan als input dienen voor het kunnen kiezen van meer structurele systeemgerichte instandhoudings-maatregelen voor een goed ecologisch functionerende Grensmaas.

Om te komen tot een voorstel voor een meerjarig monitoring- en onderzoeksprogramma is in deze studie beoordeeld welke monitoringsbehoefte en noodzaak voor aanvullend onderzoek aanwezig is. De kennisbehoefte is gegroepeerd en gekoppeld aan verschillende wijzen van monitoring.

Daarnaast is benodigd verdiepend onderzoek geïdentificeerd en is een aanzet gegeven van hoe een samenwerkingsverband voor monitoring en onderzoek er voor de Grensmaas uit zou kunnen zien.

Concreet vertalen we in dit rapport de in de workshop gestelde kennisvragen naar een monitorings- en onderzoeksbehoefte.

Door de vragen te categoriseren wordt inzicht gegeven in de wijze waarop de vragen kunnen worden beantwoord; monitoring in verdiepend of regulier onderzoek. Ook is inzicht gegeven in de type monitoring en in de ruimte- en tijdschaal van de monitoring.

De eerste stap hierin is het resultaat van de workshops verder uit te werken door de geïnterviewde uitdagingen en onzekerheden (bijv. effecten van hydropeaking en drempels, gebrek aan overruimte i.r.t. vegetatieontwikkeling, sedimentaanvoer en – transport i.r.t. habitatvariatie en -stabiliteit) nader te benoemen en te koppelen aan de systeemsets van de Grensmaas. Hierbij is gebruik gemaakt van enkele gerichte interviews om op enkele onderwerpen verdere verdieping t.o.v. verslag van de workshops aan te brengen. Deze eerste stap is uitgewerkt in hoofdstuk 2 van dit rapport. Hier is een korte systeemset opgesteld van de systeemwerking en ecologische ontwikkeling voor de Grensmaas als geheel in de komende decennia. Het hoofdstuk sluit af met een samenvattend overzicht van de kennisbehoefte voor de Grensmaas als geheel.

De tweede stap is het inventariseren van de huidige monitoring. Voor N2000 is dit al grotendeels geïnterviewd in het kader van het ontwerp beheerplan, dit wordt aangevuld voor de gehele Grensmaas. In hoofdstuk 3 is de huidige monitoring opgesomd, hetgeen input is om in de volgende stap te kunnen nagaan in hoeverre huidige monitoring de kennisbehoefte dekt.

In een derde stap is per genoemde kennisvraag uit hoofdstuk 2 de kennisbehoefte en monitoringsbehoefte geïnterviewd. In hoofdstuk 4 zijn kennisvragen gegroepeerd naar vragen met vergelijkbare behoeften. Op deze wijze is er een basisbehoefte geïdentificeerd om systeemkennis mee op te bouwen. Deze behoefte is vergeleken met de dekking door de huidige monitoring om daarmee de aanvullende monitoringsbehoefte scherp te krijgen. De identificatie beoogd om zo specifiek mogelijk aan te geven (waar, wat en indien relevant ook de timing en duur) welke monitoring gewenst is.

Een deel van de kennisbehoefte leent zich voor verdiepend onderzoek en potentieel promotieonderzoek(en). In hoofdstuk 5 is inzichtelijk gemaakt welk wetenschappelijk onderzoek er is uitgevoerd voor de Grensmaas en welke onderzoeken er nog lopend zijn. Daarnaast is gekeken tot welke pakketten de kennisvragen logischerwijs gebundeld kunnen worden, en zich lenen voor nieuw verdiepend onderzoek of zich juist meer lenen voor bureauonderzoek. Er wordt gekeken naar onderzoek complementair aan huidige onderzoeken. Er is in deze stap enkel gegroepeerd, een nadere uitwerking van de onderwerpen ligt nog open.

Als laatste stap is gekeken naar een samenwerkingsverband waarin monitoring en onderzoek georganiseerd zou kunnen worden. In hoofdstuk 6 worden hier enkele voorbeelden van gegeven en is aangegeven hoe dit voor de Grensmaas vorm zou kunnen krijgen.

Bij het opstellen van deze nadere uitwerking zijn een aantal specialisten geïnterviewd in de periode eind november/ begin december 2020. Hetgeen opgehaald bij deze gesprekken heeft mede invulling gegeven aan hetgeen beschreven in hoofdstuk 4. Er zijn interviews gehouden met Alphons van Winden (bureau Stroming), Roy Frings (RWS-ZN), Jasper Hugtenberg en Hettie Meertens (beide ARK Natuurontwikkeling) en Kris van Looy (OVAM).

2 Kennismontage van de ecologische consequenties van het handelingsperspectief

2.1 Systeemschets: werking van de Grensmaas

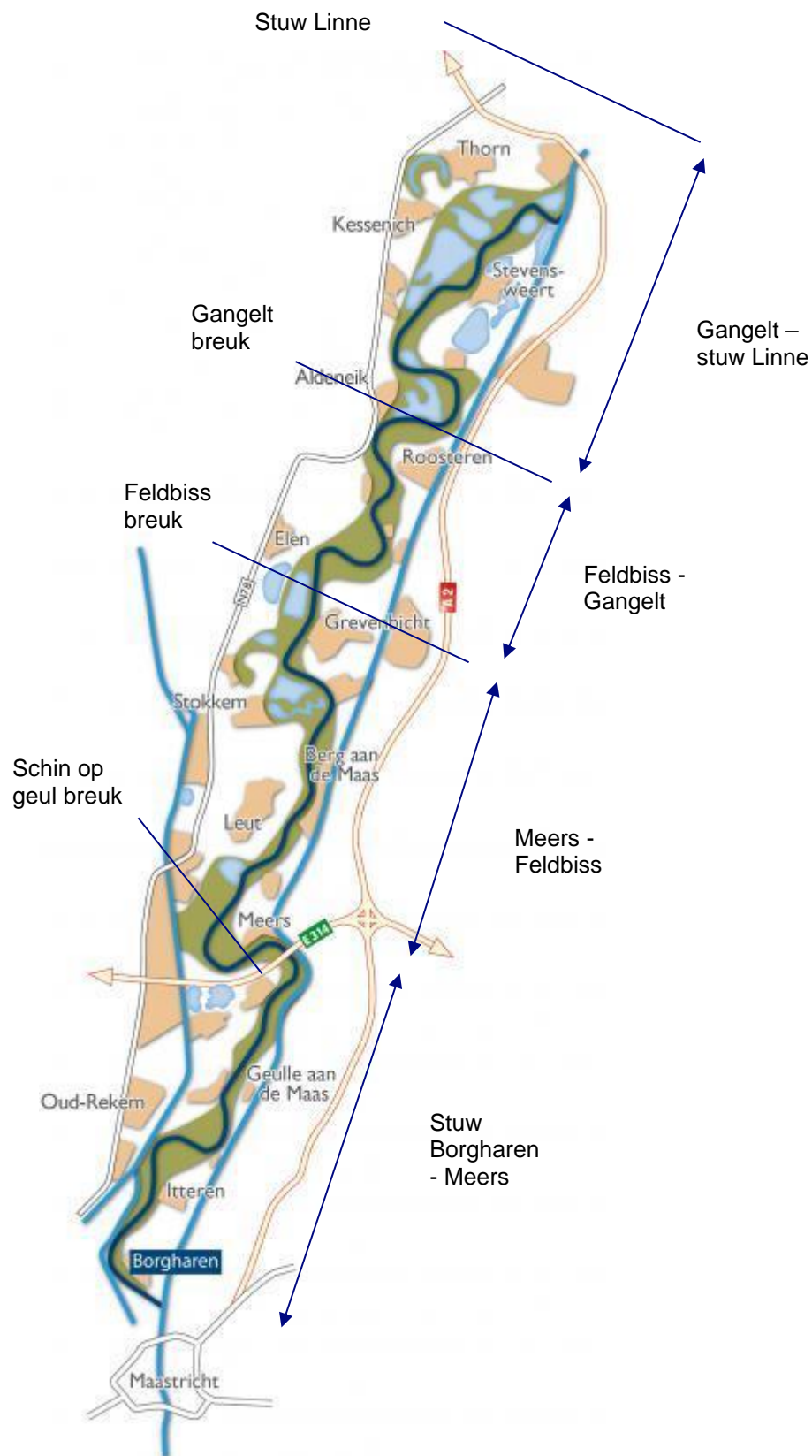
In dit hoofdstuk wordt het (huidige) riviersysteem van de Grensmaas beschreven en worden de huidige knelpunten genoemd. Hierbij is gebruik gemaakt van het stroomgebiedsnaslagwerk Van regen tot Maas (De Wit, 2008), de systeemanalyse van de Grensmaas (De Mars, 2018) en de watersysteemrapportage Maas (Reeze et al., 2020).

Met de uitvoering van het Grensmaasproject is sinds begin deze eeuw een uitgebreid herstel van het ecologisch functioneren van de Grensmaas in gang gezet. Hiermee is gelijktijdig gewerkt aan hoogwaterveiligheid en grootschalige natuurontwikkeling. Dit heeft inmiddels geleid tot ruim 300 hectare stroombedverbreding en oeververlaging en 12 km aan versterkte dijken. Bij elkaar tot zo'n 1000 hectare nieuw natuurgebied, dat samen met natuurgebieden aan de Vlaamse Maasoever het RivierPark Maasvallei vormt. Bij het lezen van onderstaande genoemde knelpunten is het van belang te realiseren dat er sinds begin van deze eeuw dus een grootschalig herstel heeft plaats gevonden richting een meer natuurlijke Grensmaas.

2.1.1 Landschap en deeltrajecten

Het dal van de Grensmaas ligt op de grens tussen het kalkrijke heuvellandschap van het Zuid-Limburgse lössgebied en het eveneens hoger gelegen kalkarme zandlandschap van de Belgische Kempen. Op het traject van de Grensmaas stromen slechts een paar riviertjes en beken toe waarvan de Geul, de Bosbeek en de Lossing tot de belangrijkste behoren. Zij vormen ecologisch gezien natte corridors naar belangrijke natuurgebieden in het achterland. Binnen de Grensmaas kunnen vier deeltrajecten worden onderscheiden:

- Borgharen-Meers (Maaskm 15,5 – 32); Op dit traject snijdt de Grensmaas zich in een dun grindpakket in dat rust op slecht doorlatende ondergrond (kleien). Op dit deeltraject stroomt daardoor veel grondwater toe dat dagzoomt in bron- en kwelzones.
- Meers-Feldbiss breuk (Maaskm 32 – 45); Dit traject ligt in een geologische breukzone met slecht erodeerbare kleien. Deze afzettingen beperken daardoor de insnijding en werken als een drempel tegen terugschrijdende erosie. Het verval op dit traject is daardoor van nature relatief groot.
- Feldbiss-Gangelt breuk (Maaskm 45 -54); op dit traject bestaat de ondergrond tot grote diepte uit zeer goed doorlatende grind- en zandpakketten. Hier overheerst van nature sedimentatie. In deze omgeving liggen sinds 75 jaar talloze onsamenvangende, diepe grindwinputten.
- Gangelt breuk –Stuw Linne (Maaskm 54 – 70); Op dit traject, stroomafwaarts ter hoogte van Maasbracht, krijgt de opstuwende werking van de stuw bij Linne gaandeweg de overhand.

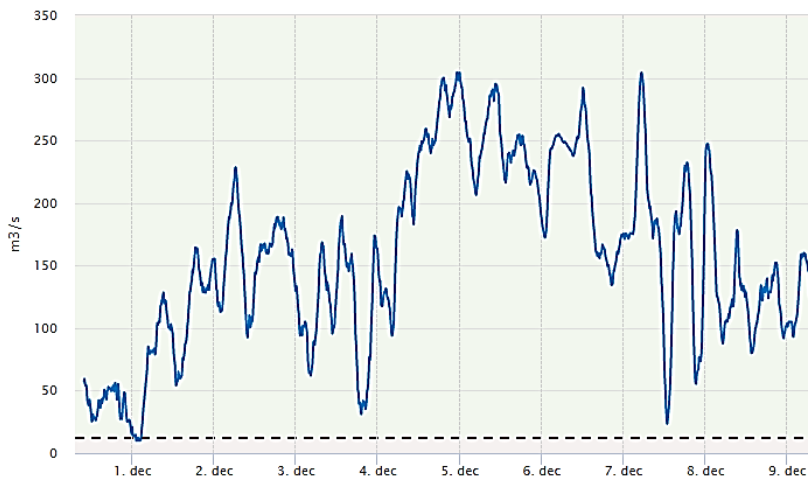


Figuur 2-1: De Grensmaas met onderscheid in de 4 deeltrajecten

2.1.2 Hydrologie en afvoerverdeling

De Grensmaas kenmerkt zich door periodes van onnatuurlijke laagwaterafvoeren door de verdeling van de aanvoer met het Albertkanaal, Zuid-Willemsvaart en Julianakanaal. Daarnaast overheerst bij lage en normale afvoeren het fenomeen van vele en grote afvoerfluctuaties in zeer kort tijdsbestek door de geautomatiseerde bediening van de stuwen en sluizen bovenstrooms. Hierdoor zijn de waterstanden en stroomsnelheden zeer variabel. Dit trekt een sterke wissel op de morfologische ontwikkeling, en in het verlengde daarvan, ook de ecologische ontwikkeling van de Grensmaas, nu en in de naaste toekomst (zie onderzoeksvraag 3, 4, 5 en 6 in tabel 2-1).

Het van nature al grillige afvoerpatroon van de Maas wordt in de hand gewerkt door het sterke verhang en de slechte doorlatendheid van de ondergrond met name in de aangrenzende Ardennen (Berger & Mugie, 1994; De Wit, 2008; De Mars, 2018). Het afvoerpatroon is kenmerkend voor een regenrivier met piekafvoeren in het winterhalfjaar en relatief lage afvoeren in de zomer. Daarbij was tot nu toe sprake van een 40-jarige cyclus van perioden met hogere en lagere neerslagintensiteiten (De Wit, 2008). Anno 2020 bevinden we ons in - of net voorbij het minimum van een dergelijke cyclus. Los van deze cyclus is sprake van een trendmatige stijging van de afvoeren (De Wit, 2008). Wel zijn sinds 1990 lagere afvoeren in het voorjaar en de zomer waargenomen ten opzichte van de gehele meetperiode (vanaf 1911), vooral in april en mei (Reeze et al, 2020). Onder extreem droge omstandigheden kan het voorkomen dat de in het internationale afvoerverdrag Maas overeengekomen minimale afvoer op de Grensmaas ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) niet haalbaar is. Er dient o.a. ook voldoende water naar de twee kanalen (Zuid Willemsvaart en Julianakanaal) te gaan. Lagere afvoeren in de (vroeg) zomer en een ruimer dwarsprofiel (door de recent uitgevoerde rivierverruiming) hebben geleid tot lagere stroomsnelheden in de Grensmaas. Dit zou negatief kunnen uitpakken voor karakteristieke stroomminnende soorten. Het afvoerpatroon van de Grensmaas wordt dagelijks (zowel bij lage als normale afvoeren) sterk beïnvloed door korte fluctuaties, veroorzaakt door de geautomatiseerde bediening van de stuwen en sluizen bovenstrooms. Hierdoor kan de afvoer in het tijdsbestek van enkele uren tot $150\text{-}700 \text{ m}^3/\text{s}$ fluctueren en de waterstand met twee meter (De Wit 2008; Figuur 2-1). Deze sterke fluctuaties in afvoeren en daarmee gepaard gaande hogere waterpeilen en stroomsnelheden zijn vooral direct stroomafwaarts van Borgharen het sterkst. De fluctuaties dempen geleidelijk uit op de Grensmaas. Als gevolg van deze sterke fluctuaties vallen groeiplaatsen kortstondig droog of lopen onder water en spoelen dieren of net afgezette eieren weg. Er zijn maar weinig soorten bestand tegen dergelijke onnatuurlijke dynamische habitats.



Figuur 2-2: Dagelijkse afvoerfluctuaties gedurende een week bij Borgharen eind 2020 (bron: waterinfo.rws.nl). Op 7 december zijn fluctuaties tussen $300 \text{ m}^3/\text{s}$ tot $20 \text{ m}^3/\text{s}$ te zien binnen een tijdspanne van een paar uur.

2.1.3 Morfologie

In de afgelopen twee eeuwen is het karakter van de Grensmaas gewijzigd door ingrepen in het zomerbed (verstuwings/ grindwinning) en de bouw van stuwen stroomopwaarts. Hierdoor is het semi-vechtende karakter dat tot eind 18de eeuw nog aanwezig was vanaf het begin van de 19de eeuw verandert in een 2-4 m diep ingesneden hoofdgeul.

Met de rivierverruimingswerken van de afgelopen 25 jaar, is op een veel lager niveau in het landschap dan vroeger weer een breed winter-/zomerbed ontstaan. Dat kan echter niet verhullen dat verstuwning en delfstoffenwinning in het zomerbed en meer recent in het winterbed tot een sterke verstoring van de substraatvariatie en morfodynamische processen in en langs de Grensmaas hebben geleid. Er is (te) weinig aanbod aan zand en fijn grind in het zomerbed voor de gewenste ecologische ontwikkeling.

Naast deze karakter-wijziging zorgde de bovenstroomse verstuwning voor een stagnatie in de aanvoer van zand en fijn grindfracties vanuit stroomgebied. Slib wordt nog wel aangevoerd. Dit heeft geleid tot een uitputting van de makkelijk erodeerbare fracties in het zomerbed van de Grensmaas. Tijdens hoogwatersituaties, bij het strijken (volledige openen) van stuwen¹, worden in korte tijd grote hoeveelheden sediment afgevoerd. Hierdoor blijven in het zomerbed uiteindelijk alleen de meest grove fracties achter. Dit draagt bij aan de afpleistering van de rivierbodem en verstarren van de morfodynamiek (connectie met onderzoeksvraag 9, zie tabel 2-1). Afpleistering is het proces waarin de bovenlaag van de geulbodem uit relatief grover sediment gaat bestaan, welke het fijner sediment afschermt en verdere erosie van de bodem voorkomt bij normale stroomsnelheden en daarmee het transport aanbod limiteert. Een deel van het periodiek doorgelaten sediment wordt pas verder benedenstrooms afgezet in diepere, stroomluwere delen en grindgaten. Er is nu geen goed inzicht in de sedimentbalans van de Grensmaas (connectie met onderzoeksvraag 7, 8 en 11, zie tabel 2-1). Dit is een onderwerp wat aan bod komt in het onderzoeksprogramma Morfologie Maas van Arjen Sieben en Roy Frings, zie paragraaf 5.2.

Mede door de recente afgravingen van de weerden is er tijdelijk meer erodeerbaar sediment beschikbaar voor de Grensmaas. Daarnaast zijn lokaal aan de Vlaamse zijde in de Grensmaas grote hoeveelheden grindhoudend materiaal gebracht. Op verschillende plaatsen hebben de sedimentatieprocessen al geleid tot ophoging van het zomerbed.

De vergaande verruiming heeft echter op sommige locaties ook weer geleid tot lagere stroomsnelheden in het zomerbed en bij lage afvoeren, tot een geringere waterdiepte. Dat leidt tot een toename van de slibafzetting (figuur 2-2) in het zomer- en winterbed, zeker bij gebrek aan grover, zandiger materiaal. Op andere, meer smalle gedeelten van de bedding of nabij grindbanken of instroomopeningen, blijken lokaal hoge stroomsnelheden te ontstaan tijdens hogere afvoeren. Dit leidt op sommige locaties tot ongewenste erosie en zelfs tot instabiliteit van oevers. Deze locaties worden vervolgens als beheermaatregel in de breuksteen vastgelegd. Een voorbeeld hiervan is de geul bij Meers, waar na hoogwater in 2018 veel afslag was en vervolgens in 2020 op de oever van zomerbed breuksteen is aangebracht. De vraag is of dergelijke beschermende maatregelen schadelijk zijn voor het ecologisch functioneren van de Grensmaas en of er geen andere middelen zijn om in te grijpen (connectie met onderzoeksvraag 3, zie tabel 2-1).

¹ De stuwen Lixhe en Monson worden enkele gestreken bij extreem hoge afvoeren (tussen 3000 en 3500 m³/s). De onderzijde van deze stuwen wordt wel eerder al geopend, waardoor er al wel eerder sediment transport op gang komt.



Figuur 2-3 Slibafzetting in een binnenbocht van de Grensmaas waar het stroombed verbreed is (foto Tom Buijse)

De uniforme afwerking van de afgegraven delen en het gebrek aan microreliëf, keien en dood hout beperken vooralsnog een meer uitbundige morfodynamiek, ook in het zomerbed. In natuurlijke systemen is dat veel kleinschaliger en grilliger (Figuur 2-3 en 2-4). Een dergelijke ontwikkeling staat in de Grensmaas nog in de kinderschoenen, zo die al de gelegenheid krijgt zich te ontwikkelen. Recent zijn wel experimenten gestart met dood hout (verankerde bomen) en grote Maaskeien in het winterbed die hierop gericht zijn. De vraag is of een uitbundige morfodynamiek op het afgegraven winterbed tot ontwikkeling gaat komen (connectie met onderzoeksvraag 10 en 12, zie tabel 2-1).



Figuur 2-4: Recent uniform afgegraven winterbed langs de Grensmaas, zuidelijk van Maasband (foto: Hans de Mars)



Figuur 2-5: Ruwheid op de dalvlakte leidt tot grote variatie in substraat en reliëf; Loire bij Digion, Fr. (foto: Hans de Mars)

2.1.4 Waterkwaliteit

De waterkwaliteit van de Maas wordt al een paar eeuwen bepaald door afvalwaterlozingen van zeer uiteenlopende aard (riolen, industrie, mijnslik). Tot omstreeks 1980-1990 was de kwaliteit buitengewoon slecht. Nadien is een kentering ingezet. Lozingen van mijnslik zijn gestaakt en ook de fosfor- en stikstofgehalten nemen af, mede dankzij de ingebruikname van steeds meer RWZI's.

Ook het zwevend stof gehalte is afgenomen en het doorzicht is toegenomen (Liefveld et al., 2017). Tot op heden liggen zowel zware metalen als nutriëntengehalten (fosfor goed, stikstof matig) in het Maaswater echter nog altijd boven de gewenste (ecologische) kwaliteitsnormen van de KRW. Belasting met zware metalen vanuit de Geul en nutriënten uit toestromend, sterk vervuild grondwater, vormen bij lage afvoeren op de Grensmaas een wezenlijke belasting van de waterkwaliteit van de rivier.

Vanaf 1995 daalt ook de gemiddelde watertemperatuur van de Maas, in weerwil van een serie opeenvolgende recordwarme jaren. Die daling lijkt samen te hangen met de toenemende sanering van directe (warmte)lozingen op de Maas. In het verlengde daarvan neemt sinds 2006 het zuurstofgehalte in de Maas weer geleidelijk toe.

Het blijkt dat in de Maas ook nog een breed scala aan andere, systeemvreemde (micro) verontreinigingen aanwezig is. Medicijnresten en nieuwe bestrijdingsmiddelen doen hun intrede (Liefveld et al., 2017). De industrieën rondom Luik en bij Sittard zorgen voor een risico. Dit was bijvoorbeeld in 2007 het geval toen er incidentele lozingen van bestrijdingsmiddelen waren, waarbij veel vissen omkwamen (Liefveld & de la Haye, 2010).

De effecten van calamiteiten zijn lastig te duiden, maar zijn afhankelijk van seizoen, omvang en duur van de calamiteit boven op de vergunde lozing van grotere invloed op het ecosysteem dan nu blijkt uit de gemiddelde waterkwaliteitswaarden. Het beter in kaart brengen van de effecten van deze calamiteiten (zeker van toxische stoffen), met name in laag waterseizoen, helpt om de effecten beter te duiden (connectie met onderzoeksvraag 15 en 16, zie tabel 2-1).

2.1.5 Biota

Over de huidige biologische toestand en de gesignaleerde ontwikkelingen in de biologische kwaliteit in de Grensmaas is het volgende bekend (Reeze et al., 2020):

- Waterflora (connectie met onderzoeksvraag 14, zie tabel 2-1): Als gevolg van afname van het zwevend stofgehalte is de bedekking en het aantal soorten van waterplanten sinds 1996 opvallend toegenomen. Bij de oevervegetaties ontwikkelen vooral de slikkige rivieroeveren zich goed, vooral langs de nieuw ingerichte gebieden van het Grensmaasproject. Lokaal ontstaat wel overlast door dominantie van exoten.
- Macrofauna (connectie met onderzoeksvraag 14, zie tabel 2-1): Als gevolg van de verbeterde waterkwaliteit (met name zuurstofgehalte) is het aantal soorten en abundantie toegenomen. Kenmerkende riviersoorten komen echter nauwelijks voor. Mogelijk dat bij dit laatste de onderzoeksmethode (kleinere onderzoeksfractie)² een rol speelt. Een andere mogelijke oorzaak van ontbreken van kenmerkende riviersoorten is de opkomst van exoten.
- Vissen (connectie met onderzoeksvraag 3 en 14, zie tabel 2-1): De visstand en omvang (biomassa) van de visstand in de Grensmaas toont een ongewenste ontwikkeling. Er is een afname waargenomen van enkele kenmerkende riviersoorten, zoals barbeel en kopvoorn, en van de abundantie van diverse trekvissoorten. Deze teruggang is al ruim tien jaar zichtbaar (Lengkeek & Liefveld 2009), maar vooral de teruggang sinds 2015 van barbeel is opvallend. Eigenlijk nemen alleen exoten, met name pontische grondelsoorten, sinds 2008 in aantal toe. De oorzaak van de afname van de omvang van de visstand is niet bekend.

² In 2007 is methode van analyse zodanig veranderd (de 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 afwezig lijken (Postma *et al.*, 2018).

- Terrestrische vegetatie (connectie met onderzoeksvraag 13 en 14, zie tabel 2-1): In verband met hoogwaterveiligheid dient het huidige verruimde stroombed blijvend voldoende doorvoercapaciteit te houden. Dit bepaalt in hoge mate de maximaal toelaatbare "ruwheid" van de zich spontaan ontwikkelende (bos)vegetatie. Op veel plaatsen zal door gericht beheer deze openheid dus gehandhaafd moeten blijven. Dit zal een spontane morfologische en ecologische ontwikkeling (successie) binnen het systeem beïnvloeden. Dit werkt in het voordeel van overwegend grazige vegetaties en onbegroeide grindbanken en slikkige oevers, maar ten nadele van struweel en bos. Dit beheer zal mogelijk een stempel gaan drukken op de vegetatieontwikkeling in de uiterwaarden.

2.1.6 Klimaatverandering

De verandering van het klimaat zoals die zich steeds nadrukkelijker manifesteert, heeft ook directe gevolgen voor het afvoerpatroon van de Maas en de Grensmaas in het bijzonder. Uit de vijf vernieuwde klimaatscenario's van het KNMI komt naar voren dat in alle scenario's de gemiddelde afvoer in de winter en in het voorjaar procentueel gaan toenemen (Klijn et al., 2015; De Mars, 2018). Ook loopt de maatgevende afvoer bij Borgharen op, van 3900 m³/s nu tot 4250 à 4450 m³/s omstreeks 2050. Voor de laagwater-afvoeren laat de doorrekening zien dat tegen 2050 voor vier van de vijf scenario's de afvoeren (gemiddelde Maasafvoer gedurende de 7 dagen met de laagste afvoer) met 5 tot 25% (circa 5-10 m³/s) zullen zijn afgenomen ten opzichte van de huidige situatie. Zonder maatregelen kan klimaatverandering daarmee uiteindelijk bepalend worden voor het al of niet halen van de gestelde natuurdoelen binnen het N2000-gebied Grensmaas. Extreem laag water of zelfs droogval kunnen funest zijn voor, bijvoorbeeld, niet of weinig mobiele populaties. Maatregelen om water vast te houden en te blijven streven naar een bepaalde minimale basisafvoer in de droge maanden dragen bij aan het ecologisch functioneren van de Grensmaas.

Klimaatverandering speelt zich af op het hoogste schaalniveau en werkt door op alle onderliggende schaalniveaus met hun 'eigen' (hydrologische, geomorfologische en ecologische) processen. De tijdschaal waarop dat proces zich afspeelde was tot voor kort veel groter dan doorgaans in ogenschouw worden genomen in het licht van een ecologische ontwikkeling. Vooral sinds 1990-2000 is sprake van een zodanig snelle klimaatverandering, dat dit naar verwachting een veel sterkere wissel trekt op de ecologische ontwikkeling. De huidige klimaatverandering leidt tot een veel dynamischer (grilliger) afvoerpatroon en zal daarmee in de Grensmaas ook steeds nadrukkelijker een stempel gaan drukken op de watervoerendheid en overstromingsintensiteit en -duur en daarmee de ecologisch ontwikkeling (connectie met onderzoeksvraag 2, zie tabel 2-1).

2.2 Kennisbehoefte

Duidelijk is dat de Grensmaas nog in volle ontwikkeling is in reactie op de grootschalige ingrepen in het winter- en zomerbed van de afgelopen 20 jaar. Deze ingrepen in het winterbed gaan in ieder geval nog door tot eind 2027. De trajecten van de Grensmaas waar deze ingrepen zijn uitgevoerd verkeren daarmee nog in een pioniersstadium. De trends in de abiotische omstandigheden zijn over het algemeen positief. Al blijven er knelpunten en externe factoren, zoals klimaatverandering en calamiteiten met waterkwaliteit welke een stempel drukken op de biota en het ecologisch functioneren van de Grensmaas.

In de workshop in de zomer van 2020 is de kennisbehoefte rondom de Grensmaas in beeld gebracht door diverse gebiedsexperts, juist om rond deze knelpunten meer inzichten te verzamelen. Er is een hele set aan onderzoeksvragen opgesteld. In de bijlage is het verslag van deze workshop terug te vinden waarin alle genoemde vragen zijn weergegeven.

In dit rapport vertalen we deze kennisvragen naar een monitorings- en onderzoeksbehoefte. De genoemde kennisvragen tijdens de workshop zijn in tabel 2-1 gecategoriseerd en zijn aangevuld met kennisleemten uit het N2000 monitoringsplan (RHDHV, 2020b). De vragen worden (in kolom 2) onderscheiden in vragen naar systeemkennis, vragen naar aanleiding van ingrepen en vragen naar de toestand & trend.

Het onderscheid hierin bepaalt bijvoorbeeld of de gewenste monitoring het beste in regulier onderzoek wordt meegenomen of in uitgebreider, verdiepend academisch onderzoek, en soms ook het ruimte/tijdsaspect. De inhoud van de vragen (kolom 3) is gekoppeld aan het type monitoring dat nodig is; hydrologisch, morfologisch of ecologisch. Waarbij ecologisch kan bestaan uit vis, macrofauna, waterplanten, terrestrische vegetatie of terrestrische fauna. Vervolgens laten we zien op welke ruimte- en tijdsschaal de vraag betrekking heeft om te bepalen hoe lang en waar en met welke frequentie er gemonitord dient te worden.

Tabel 2-1: Typering van vragen uit de workshop

Kolom 2: op type vraag (systeemkennis-eenmalig (sys), toestand&trend-continu (t&t), ingreep (ingrp), ...),

kolom 3 op inhoud (H= hydrologie, M=morfologie, E=ecologie, W=waterkwaliteit)

kolom 4 en 5: op schaalniveau ruimte en tijd; ruimte: M = Maas; G = Grensmaas; T = traject / deel van de Grensmaas; L = lokaal; tijd: JR = jaar; DE = decade.

Kolom 6-8: op welk deel van de rivierbedding het betrekking heeft; het aquatische deel, oever deel of terrestrische deel.

kolom 9-10: Directe relevantie voor Natura 2000 en Kader Richtlijn Water opgave

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
#	Natura 2000 kennisleemten & vragen uit workshop	Type vraag	Inhoud	Ruimte	Tijd	Aqua	Oever	Terres.	N2000	KRW
1	N2000 habitatype: habitatype met vlottende waterranonkel. Inventarisatie van kansen / potentieel habitat voor de waterranonkel in de Grensmaas	sys	E	G	JR	v			v	v
2	N2000 habitatype: biedt recente natuurontwikkeling en de ruimte voor dynamische processen kansen voor pioniersvegetatie, ruigte en zomen (A) met moerasspirea, ruigte en zomen (C), droge bosranden, vochtig alluviaal bos (A) -zachthoutoibos? Waar liggen ontwikkellocaties?	sys	E(HM)	G	JR		v	v	v	
3	N2000 soorten: Functioneren van de Grensmaas voor Rivierprik (habitatkwaliteit), Zalm (doortrekfunctie), Rivierdonderpad (bronpopulaties in zijwateren, habitatkwaliteit).	sys	E	G	>JR	v			v	v
4	N2000 soorten: Hoe beïnvloedt de Bever de vegetatiestructuur en biodiversiteit?	sys	E	G	>JR		v	v	v	
5	Wat zijn de belangrijkste stressfactoren in de Grensmaas?	sys	HMEW	M, G	Allen mogelijk	v	v	v		
6	Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering op de duur van lage afvoeren en de afvoerfluctuaties?	sys	H	M, G	>DE					
7	De drempels in de rivier en de 'flessenhalzen' (overgangen breed-smal) bieden naast knelpunten ook kansen voor de ecologie. Welke rol spelen de drempels? Wat is het effect van de drempels? Kan een drempel als hotspot fungeren?	ingrp	HME	T, L	>JR <DE	v	v		v	v
8	Wat is het effect van hydropeaking in periode van laag water op de reofiele vissen? En op de zalmtrek? Hoe kan de inrichting van poelen (aantakken?) worden verbeterd?	sys / ingrp	HE	G	>JR <DE	v	v		v	v
9	Waar en hoe zorgen extreme stroomsnelheden voor lokale (oever)erosie en vervolgens voor sedimentatie op grindplaten (overgangen waar dan weer ongewenste insnijdingen ontstaan, te dicht bij kaden)?	sys / t&t?	HME	T, L	JR	v	v			
10	Wat gebeurt er tijdens en na hoogwaters? Event monitoring is gewenst, zodat we beter gaan begrijpen wat er gebeurt. Er is ook een noodzaak vanuit risico's (ongewenste oevererosie).	t&t	HM	G	>JR, DE	v	v	v		
11	Door de verstuwung van de Maas is de bovenstroomse aanvoer van sediment zowel in omvang als samenstelling veranderd maar onduidelijk in welke mate. Ook is onbekend door welke stuwpanden de sedimentbalans verstoord wordt.	sys	M	G	>JR	v	v			

12	Er is behoefte aan inzicht in het sedimenttransport binnen de Grensmaas. Waar komt sediment vandaan? Op welke schaal moet je morfodynamiek gaan onderzoeken?	sys	HM	G	>JR	v	v	v		
#	Natura 2000 kennisleemten & vragen uit workshop	Type vraag	Inhoud	Ruimte	Tijd	Aqua	Oever	Terres.	N2000	KRW
13	We weten weinig over de processen die zich in de bedding afspelen. Analyses van de bodemsamenstelling kunnen gedaan worden aan de hand van jaarlijkse monsters. Er lijkt tekort aan ecologisch waardevolle middenfracties zand/grind; waar komen deze middenfracties vandaan en waar slaan ze neer? Wat is de ecologische meerwaarde van middenfracties? Hoelang blijft grind in het systeem?	sys / t&t	M	G	DE	v				
14	Welke temporele dynamiek is gewenst uit ecologisch oogpunt? Kunnen we de ecologisch gewenste dynamiek kwantitatief vastleggen? Is zand essentieel? Bijv. voor mobilisatie pleisterlaag of voor leefmilieu? Welke ecologische waarden levert de nieuwe (grove) afpleisteringslaag? Welke ecologische waarden kunnen de (fijne) sliblagen opleveren? Hebben we een probleem met dichtslibben van het grind?	sys	HME	G, L	>JR	v	v	v	V	v
15	Is suppleren een oplossing? Zo ja, op welke locatie en met welke samenstelling? (opm.: oplossing voor wat?)	ingrp	HME	T, L	>JR	v	v			
16	Is de start van grindbankontwikkeling te voorspellen? Hebben de grindbanken al de tijd gehad om zelf te verplaatsen? Kunnen we hier wat speelruimte bieden aan de rivier?	sys	M	T, L	<DE	v	v			
17	Hoe groot is de invloed van begrazing i.r.t. andere factoren/processen? Welke invloed heeft deze op de ontwikkeling van ecotopen?	sys	E	T, L	DE		v	v	v	
18	Welke diversiteit aan ecotopen / habitats ontstaat in de gerealiseerde Grensmaasprojecten? Hoe reageren biota hierop?	sys	E	T, L	DE	v	v	v	v	v
19	De waterkwaliteit in de Maas is sterk verbeterd, maar is deze nu voldoende goed en in hoeverre verschilt deze over het traject van de Grensmaas? Er wordt nu in Eijsden en Stevensweert gemeten. Er wordt weinig gemonitord in tijd en ruimte. Is er behoefte aan aanvullend meetpunten en zo ja: waar?	t&t	W	G		v				v
20	Wat is de temperatuur van het water in tijd en ruimte? Wat is de invloed van het grondwater op de oppervlaktewater temperatuur?	t&t, sys	W	G		v				v

3 Overzicht van de huidige relevante monitoring voor de ecologie

De huidige biotische monitoring (flora en fauna), die in en langs de Grensmaas plaats vindt, volgt goeddeels uit de verplichtingen volgend uit het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL) en Kaderrichtlijn Water (KRW). Het abiotische monitoringsprogramma focust op trend- en toestandsbeschrijving van de Grensmaas, toetsing aan de waterkwaliteitsdoelstellingen (normen) van het nationale beleid en het nakomen van nationale en internationale afspraken en verplichtingen. Monitoring gericht op specifiek die processen en soorten die relevant zijn voor Natura 2000-gebied Grensmaas is beperkt, maar wordt op termijn ingevuld met behulp van het Natura 2000-beheerplan voor de Grensmaas.

Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor monitoring van de Grensmaas (zijnde een Rijkswater), waaronder de monitoring van waterplanten, vissen, macrofauna en fysisch-chemische samenstelling in het zomerbed van de Grensmaas. De Grensmaas wordt bemonsterd in verschillende langlopende monitoringsprogramma's waarmee met name biotiek, maar ook abiotische toestand en ontwikkelingen van het systeem worden gevolgd. De Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) is hiervan een belangrijk onderdeel.

Provincie Limburg is verantwoordelijk voor de monitoring van het Natuurnetwerk Nederland (NNN), waarin ook alle Natura 2000-gebieden zijn opgenomen, waaronder de monitoring van vegetatie, zoogdieren, reptielen, amfibieën en insecten in het winterbed van de Grensmaas. Monitoring van Natuurnetwerk Nederland verloopt volgens de landelijke lijn via het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL).

Specifiek onderzoek naar verspreiding van soorten wordt gedaan binnen het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). Dit is een samenwerkingsverband van overheden ten behoeve van de inwinning van natuurgegevens voor beleid. Partners in het NEM zijn de ministeries van LNV en IenM (Rijkswaterstaat), PBL, CBS en provincies (www.netwerkecologischemonitoring.nl)

Daarnaast is er het in 2008 uitgevoerde onderzoeksprogramma "Maas in Beeld". Dit is geen regulier monitoringsprogramma, maar put, naast eigen (veld)onderzoek haar gegevens ook uit de andere reguliere monitoringsprogramma's zoals MWTL en de databanken als NDFF (Nationale Databank Flora en Fauna). In 2016 heeft "Maas in Beeld" een vervolg gekregen voor de locaties Borgharen, Geulle aan de Maas en Meers. Daar is in 2017 vooral gekeken naar flora, insectenfauna en amfibieën, maar ook is de bedding van de rivier met meer nadruk onderzocht waarbij zowel naar vissen als naar kleine waterfauna (macrofauna, zoals libellenlarven, haften en kokerjuffers) is gekeken. Onduidelijk is voornamelijk of en hoe de monitoring hier in de toekomst wordt voortgezet. "Maas in Beeld" is een initiatief van onderzoekers zelf en is daardoor afhankelijk van financiering voor de continuïteit van het onderzoeksprogramma.

In tabel 3-1 zijn de bekende, bestaande monitoringsprogramma's in het Grensmaas-systeem samengebracht voor het Nederlandse deel. Monitorings- of onderzoeksprogramma's die in het verleden hebben bestaan zijn buiten beschouwing gelaten. Er is nog geen overzicht gemaakt van de reguliere monitoring die door Vlaanderen gecoördineerd en uitgevoerd wordt. Overigens is de huidige situatie van Natura 2000 instandhoudingsdoelen vastgelegd in 2015, waarbij ook aandacht is geweest voor de knelpunten en het doelbereik (Inberg et al., 2017, Liefveld et al., 2018).

Tabel 3-1: Overzicht bekende lopende monitoringsprogramma's in de Grensmaas, waar ze op zien (Onderdeel) en wat gemonitord wordt (biotiek of abiotiek).

Programma	Onderdeel	Niveau
Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL)	Waterplanten	Grensmaas: 24 permanente kwadraten, 1x per 3jaar. Parameters: Bedekking van groeivormen en soortensamenstellingen bedekking per soort

Programma	Onderdeel	Niveau
(bron: www.waterinfo.nl, RHDHV, 2020 en RWS, 2018)	Fytobenthos	Jaarlijks, 1x per jaar Soortsamenstelling relatieve abundantie per soort
	macrofauna	drie meetpunten, jaarlijkse najaarsbemonstering
	Vegetatiekartering uiterwaard	Grensmaas, 1x per 6jaar o.b.v. luchtfoto-interpretatie en veldbezoek. Parameters: Ligging, areaal en kwaliteit van vegetatietypen, habitattypen, typische soorten
	Soorten	Grensmaas: Jaarlijks electrovissen op vaste trajecten, 1x per 3 jaar met fuiken op vaste locaties, 1x per 2 jaar zalmsteek
	Waterkwaliteit	Grensmaas: Meetponton bij Eijsden, per uur Meetpunt bij Stevensweert, per uur Watertemperatuur ook bij Borgharen boven en Linne boven
	Afvoer	Debiet meting, interval van 10 minuten Op Grensmaas: Borgharen dorp en Maaseik. Verder wordt het debiet gemeten bij Sint-Pieter (Maas), bij Smeermaas (Zuid-Willemsvaart) en Bunde (Julianakanaal) en benedenstrooms bij Venlo. Geen metingen van stroomsnelheden
	Waterstanden	Traject: Hoogfrequente metingen van waterstanden (per 10 minuten Borgharen dorp, Lanaken, Uikhoven, Elsloo, Eijsden, Meeswijkveer, negenoord, Rotem, Maaseik en Stevensweert) en afvoeren (per 10 minuten Borgharen dorp en Maaseik).
	Bodemligging	Zomerbed Grensmaas jaarlijks Winterbed + oevers Grensmaas 1x per 5 jaar
Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL) (Bron: RHDHV, 2020)	Vegetatie(type) en structuurkenmerken	Uiterwaard: Vlakdekkend 12-jaarlijks
	Typische soorten	Uiterwaard
Netwerk Ecologische monitoring (NEM) (Bron: RHDHV, 2020)	Soorten	Grensmaas: 1x per 6 jaar vlakdekkend, jaarlijks kwaliteit leefgebied. Gericht op specifieke soorten (bijv. Bever)
Maas in Beeld Incidentele monitoring (Bron: www.maasinbeeld.nl)	Flora en fauna (broedvogels, dagvlinders, libellen, sprinkhanen, soms kenmerkende zoogdieren)	In 2016 uitgevoerd voor drie locaties (flora, insectenfauna en amfibieën), zowel oever als uiterwaard. Onderzoek wordt incidenteel uitgevoerd.
	Dynamiek	Op expert-judgement niveau uitgewerkt in een korte paragraaf. Geen metingen. Onderzoek wordt incidenteel uitgevoerd.

In het Natura 2000-beheerplan voor de Grensmaas (RHDHV, 2020) wordt een uitbreiding van de bestaande monitoring voorgesteld, waarbij de focus op de vastgestelde Natura 2000 instandhoudingsdoelen ligt. Zo wordt op grond van het beheerplan kartering van vegetatie om de zes jaar vlakdekkend uitgevoerd en wordt voor rivierpriek en zalm voorzien in jaarlijkse monitoring van adulten en larven.

De waterkwaliteit wordt binnen het MWTL gemonitord ter hoogte van de landsgrens bij Eijsden. Hoewel de metingen bij Eijsden niet in de Grensmaas zelf plaats vinden, worden ze wel als representatief beschouwd voor de kwaliteit van het meest bovenstroomse deel van de Grensmaas. Daarnaast is sinds enige tijd een meetpunt bij Stevensweert in bedrijf, in het meest benedenstroomse, gestuwde deel van de Grensmaas. Een extra meetpunt in het niet gestuwde deel van de Grensmaas is wenselijk.

De monitoring ten aanzien van voedselrijkdom op deze locaties zou zich, net als in Eijsden al gebeurd, op de hiervoor bepalende parameters (fosfaat, nitraat, doorzicht en chlorofyl-A) moeten richten maar ook op microverontreinigingen (bijv. bestrijdingsmiddelen, zware metalen).

4 Identificeren vanuit ecologische perspectief gewenste gebiedsmonitoring

In het beheerplan voor de Grensmaas zijn kennisleemten geïdentificeerd. Naar aanleiding daarvan is een aantal workshops georganiseerd waar deze leemten zijn besproken en gedeeltelijk in kennisvragen zijn samengevat, zie tabel 2-1 in hoofdstuk 2. Voor het beantwoorden van deze eerste conceptlijst met kennisvragen is aanvullend onderzoek nodig, en soms monitoring. RWS wil graag inzicht in de potentiële monitoringsbehoefte voortvloeiend uit de bestaande kennisvragen. In dit hoofdstuk schatten we per kennisvraag de monitoringsbehoefte, groeperen we vragen met vergelijkbare behoeften, en identificeren we hieruit een basisbehoefte om systeemkennis mee op te bouwen.

4.1 Monitoringspuzzelstukken

De monitoring van het rivierecosysteem kan met veel verschillende methoden en intensiteiten in ruimte en tijd. Om het advies overzichtelijk te houden, stellen we eerst de monitorings-puzzelstukken vast waarmee vragen kunnen worden beantwoord. Per vraag wordt uit de puzzelstukken een monitoringspakket samengesteld. In deze paragraaf beschrijven we de inhoud hiervan. De monitoringsinspanning per vraag, met andere woorden het setje puzzelstukken nodig om vragen mee te beantwoorden, wordt in paragraaf 4.2 beschreven.

Voor elk ecosysteemonderdeel onderscheiden we twee typen: intensieve en extensieve bemonstering. Een intensieve bemonstering is in meer detail, vaker gekoppeld aan lokaal onderzoek naar de werking van het systeem. De extensieve bemonstering is gericht op een langere termijn toestand en trend. In Tabel 4-1 staan per cel de monitoringspuzzelstukken weergegeven. Voor de invulling gebruiken we in eerste instantie de "richtlijn projectmonitoring inrichtingsprojecten" (Bak et al., 2013) en "Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen" (Ohm et al., 2014) en voor N2000 gerelateerde onderwerpen expertkennis (Hans de Mars, RHDHV).

Disclaimer: de invulling van de monitoringpuzzelstukken is alleen ter indicatie van het type monitoring en monitoringsinspanning, het opzetten van monitoring blijft maatwerk.

Tabel 4-1 Monitoringspuzzelstukken per systeemonderdeel. Een puzzelstuk bestaat uit de activiteit per kleinste eenheid tijd (jaar/seizoen) en per kleinste eenheid ruimte (een locatie) op basis van Bak et al. (2013) voor projectmonitoring en Ohm et al. (2014) voor Toestand en Trend. Het aantal keren buiten 1 monitoringsjaar is buiten deze tabel gelaten en komt terug bij de uitwerking per vraag gekoppeld aan de tijdsduur. Nadere details zijn te vinden in de genoemde referenties. De "puzzelstukken" worden gebruikt om de monitoringsbehoefte per vraag te duiden met combinaties van de genoemde afkortingen in de tabel.

Systeemonderdeel ↓	Intensief (-int)	Extensief (-ex)
Morfologie (aquatisch) (morf-aq)	Oeverprofiel; inmeten dwarsdoorsneden; bepaling bodemsubstraat (type en korrelgrootte);	Inmeten dwarsdoorsneden (singlebeam) en inmeting bodemligging zomerbed (multibeam)
Hydrologie (hydro)	Ter plekke stroomsnelheid, droogval meten, waterdiepte.	Bestaande stations, waterstanden en stroomsnelheden uit modellen/duurlijnen
Waterkwaliteit (wq)	Temperatuur; doorzicht; zwevende fractie; lokale sets standaard parameters vergelijkbaar met instroom Maas (DO, BOD/COD, geleidbaarheid, fosfaat, nitraat, doorzicht en chlorofyl-A).	Standaard parameters bij instroom Maas in NL, o.a. fosfaat, nitraat, doorzicht en chlorofyl-A
Waterplanten (mafy)	1x per seizoen; bedekking en samenstelling waterplanten op soortgroep- en soortniveau voor N2000-doelen oppervlak en verspreiding van relevante habitattypen: bemonstering langs raaien dwars op de oever; opnamen van potentieel begroeibaar areaal (tot 3m diepte), haaks op de raai, m.b.v. (werp)hark voor N2000 moet het oppervlak van de betreffende habitattypen vlakdekkend worden vastgesteld, hiertoe het gehele projectgebied eenmaal rondvaren.	Oppervlakte karteren op basis luchtfoto's of vanuit wal (lopend).

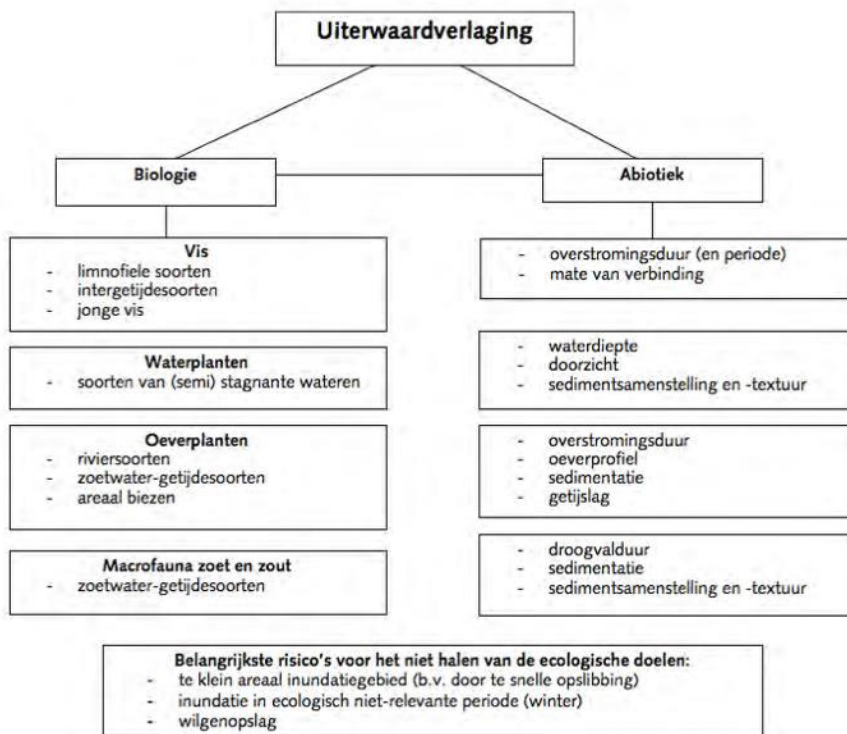
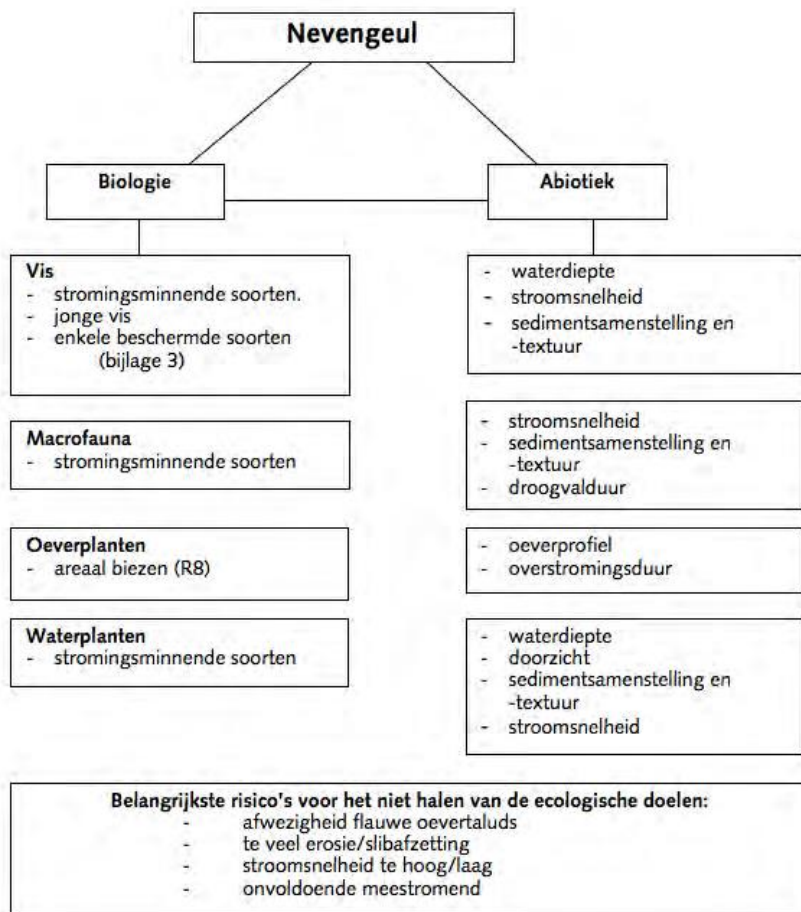
Macrofauna (mafa)	Abundantie (dichtheid) en samenstelling macrofauna, optioneel determinatie op soortniveau: bemonstering conform MWTL-methode van macrozoöbenthos in het litoraal Optioneel: deelmonsters nemen in plaats van mengmonsters ; 1 tot 3 monsterlocaties, afhankelijk van de omvang en hydromorfologische variatie van de uiterwaard, bij deelmonsters 7 à 8 monsterlocaties; 1 à 2 keer per jaar; koppelen aan bodemsubstraat metingen.	Idem Intensief, minder locaties, optioneel determinatie op familie-niveau.
Vis	Soortensamenstelling en grootteverdeling per soort en gilde incl. juveniele vis: zegen, electrobevissing, handnet larven: broedzegen, broedfuik; aantal trajecten is afhankelijk van de lengte en oppervlak vh water, in totaal 5-10% vd lengte vh water.	Soortensamenstelling en grootteverdeling per soort en gilde : jaarlijks electro-vissen, 1x per 3 jaar met fuiken, 1x per 2 jaar zalmsteek
Morfologie (terrestrisch) (morf-ter)	Bodemhoogte plus bodemsubstraat (type substraat en korrelgrootteverdeling; nutriëntenbeschikbaarheid);	Bodemhoogte met lidar of fotogrammetrie. (Inundatiebereik/duur)
Vegetatie (terrestrisch) (veg)	Oeverplanten: permanente kwadraten 1x 3 jaar: Droge vegetatie: 1:5000 vegetatiekaarten (CIV) met plantengemeenschappen; (permanente) kwadraten; Stroomdal-doelsoortenkartering (nader te definiëren: Maas-in-Beeld voortzetten?): nutriëntenbeschikbaarheid	Ecotopenkartering (of fotointerpretatie-eenheden) op basis luchtfoto's of remote sensing (vegetatie-monitor)
Macro-invertebraten (terrestrisch)	2x per seizoen dagvlinders; heel seizoen potvallen loopkevers;	
Anders (terrestrisch *)	Nesten broedvogels	Aanwezigheid en kwaliteit kwel, grondwater
Bodem	Grondwaterstanden	Grondwaterstanden

*) is een restcategorie, genoemde items zijn voorbeelden maar niet altijd geldig. Bij gebruik van dit puzzelstuk in tabel 4-2, is daar de precieze invulling gegeven.

In paragraaf 4.2 bepalen we per vraag de monitoringbehoefte, i.e. welke bovenstaande puzzelstukken zijn op hoeveel locaties en hoe lang nodig om de vraag te kunnen beantwoorden.

Een paar voorbeelden:

- Voor effecten van hydropeaking, de snelle waterstandsveranderingen, zouden we “Hydrologie-intensief” kunnen inzetten om zo de lokale dynamiek te kunnen meten. Afhankelijk van de vraag kunnen we dat dan op een x aantal plekken inzetten gedurende 1 of 2 jaar.
- Of voor algemeen Toestand en Trend van het voorkomen van soorten en abundantie van vis, kunnen op bijvoorbeeld 6 locaties in de Grensmaas het puzzelstuk VIS-Extensief toepassen zonder einde looptijd.



Figuur 4-1 De relatie tussen aquatische biota en sturende abiotiek (Bak et al., 2013). Dit is gebruik om te bepalen wat in samenhang moet worden gemonitord bij de kennisvragen in tabel 4-2. De samenhang van biota en abiotiek zoals geformuleerd voor nevengeulen en bij uiterwaardverlaging is ook van toepassing op de inrichtingsmaatregelen voor de weerden langs de Grensmaas.

4.2 Vragen en gekoppelde monitoring

De vragen uit de workshop (Tabel 2.1) zijn geanalyseerd op een te verwachten monitoringsbehoefte. De resultaten hiervan staan in Tabel 4-2, waarin per vraag de monitoringsinspanning in de kolommen “Aqua”, “Oever” en “Terrestrisch” is weergegeven. De labels in deze kolommen verwijzen naar de puzzelstukken uit Tabel 4-1.

Hoe is bepaald wat relevant is om te monitoren?

Als eerste is elke vraag geïnterpreteerd op basis van expertkennis: op welke aspecten heeft deze vraag betrekking, en daarna een schatting welk detailniveau en looptijd nodig is voor het antwoord op de vraag zonder voor elke vraag een compleet onderzoeksopzet te maken.

De totale monitoringsbehoefte van een vraag wordt bepaald door de systeemelementen die samenhangen met het onderwerp. Die samenhang is eerder uitgewerkt in schema's. Bak et al. (2013) geeft voor een set veelgebruikte inrichtingsmaatregelen het overzicht van de belangrijkste biologische en abiotische parameters inclusief basiskennmerken van de benodigde monitoring, zie Figuur 4-1 .

Figuur 2-x geeft de samenhang weer in het rivierengebied.

Bij het doornemen van de vragen bleek dat enkele vragen te specifiek zijn. Wanneer geen monitoringsbehoefte kon worden afgeleid, dan is dit aangegeven. Wanneer “effecten” worden genoemd zonder specifiek te zijn waarop, is aangenomen dat het de ecologische componenten macrofyten, macrofauna en vis betreft. Voor sommige vragen zijn nadere opmerkingen of interpretaties beschreven na Tabel 4-2.

Tabel 4-2 monitoringsbehoefte van vragen uit de workshop. Wanneer in vragen ongespecificeerd over 'effecten' wordt gesproken, dan is aangenomen dat dit ecologische effecten betreft voor macrofyten, macrofauna en vis. Type inhoud: H= hydrologie, M=morfologie, E=ecologie, W=waterkwaliteit. Ruimte: M = Maas; G = Grensmaas; T = traject / deel van de Grensmaas; L = lokaal; tijd: JR = jaar; DE = decade

	N2000 kennisleemten & vragen uit workshop	Inhoud	Ruimte	Tijd	Aqua	Oever	Terres.
1	N2000 habitatype: habitatype met vlottende waterranonkel. Inventarisatie van kansen / potentieel habitat voor de waterranonkel in de Grensmaas	E	G	JR	Mafy-int + veldinventarisatie potentiële plekken (optie 1); modelstudie mbv waterdiepte, stroomsnelheid en sedimentdata (optie 2).		
2	N2000 habitatype: biedt recente natuurontwikkeling en de ruimte voor dynamische processen kansen voor pioniersvegetatie, ruigte en zomen (A) met moerasspirea, ruigte en zomen (C), droge bosranden, vochtig alluviaal bos (A) - zachtthoutoobos? Waar liggen ontwikkellocaties?	E(HM)	G	JR		Veg-ex, maar uitbreiden met N2000 typen; schat / modelleer hymo-dynamiek door hydro-ex, morfo-ter-ex.	Veg-ex, maar uitbreiden met N2000-typen; schat / modelleer hymo-dynamiek door hydro-ex, morfo-ter-ex.
3	N2000 soorten: Functioneren van de Grensmaas voor Rivierprik (habitatkwaliteit), Zalm (doortrekfunctie), Rivierdonderpad (bronpopulaties in zijwateren, habitatkwaliteit).	E	G	>JR	Vis-int, incl. zijwateren. Op locaties ook hydro-int en morfo-aq-int	Tijdelijke wateren: vis-int, incl. zijwateren, op locaties ook hydro-int en morfo-aq-int.	
4	N2000 soorten: Hoe beïnvloedt de bever de vegetatiestructuur en biodiversiteit?	E	G	>JR			Veg-int (vraatsporen Bever); Ecologische niches monitoren; vergelijk biodiversiteit met/zonder bevers.
5	Wat zijn de belangrijkste stressfactoren in de Grensmaas?		G		Waarschijnlijk geen monitoring nodig, zie uitleg.		
6	Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering op de duur van lage afvoeren en de afvoerfluctuaties?	H	G	>DE	Kan met bestaande data in modelstudie		
7	De drempels in de rivier en de 'flessenhalzen' (overgangen breed-smal) bieden naast knelpunten ook kansen voor de ecologie. Welke	HME	G	2 JR	Op elke drempel en het traject dat beïnvloed wordt door de drempel : mafa-int;		Grondwaterstanden aanpalende gebieden, intensieve monitoring.

	rol spelen de drempels? Wat is het effect van de drempels? Kan een drempel als hotspot fungeren?				vis-int; hydro-int; morfo-aq-int; 2 jaar		
8	Wat is het effect van hydropeaking in periode van laag water op de reofiele vissen? En op de zalmtrek? Hoe kan de inrichting van poelen (aantakken?) worden verbeterd?	HE	G	2 JR	4 locaties; vis-int; morf-aq-int; hydro-int	4 locaties mafy-ex; morf-int	Veg-ex; morf-ter-ex; in geulen van weerden hydro-int; verstoring nesten broedvogels; macro-invertebraten
9	Waar en hoe zorgen extreme stroomsnelheden voor lokale (oever)erosie en vervolgens voor sedimentatie op grindplaten (overgangen waar dan weer ongewenste insnijdingen ontstaan, te dicht bij kaden)?	HM	G	1 JR of continu	Risico locaties: morf-aq-int; hydr-int	Risico locaties: morf-int; hydr-int	Hele gebied: morf-ter-ex; modelstudie: stroomsnelheid
10	Wat gebeurt er tijdens en na hoogwaters? Event monitoring is gewenst, zodat we beter gaan begrijpen wat er gebeurt. Er is ook een noodzaak vanuit risico's (ongewenste oevererosie).	HM	G	Incidenteel, maar ???	Risico locaties: morf-aq-int; hydr-int	Risico locaties: morf-int; hydr-int	Hele gebied: morf-ter-ex; modelstudie: stroomsnelheid
11	Door de verstuwung van de Maas is de bovenstroomse aanvoer van sediment zoveel in omvang als samenstelling veranderd maar onduidelijk in welke mate. Ook is onbekend welke stuwpanden de sedimentbalans verstoord wordt.	MH	Vooraf bovenstrooms Lixhe – groot lang stuwpand	>JR	WQ-int bij instroom bij verschillende afvoeren of wekelijks; bodemtransport	5 locaties: morf_int	5 locaties: morf-ter-int;
12	Er is behoefte aan inzicht in het sedimenttransport binnen de Grensmaas. Waar komt sediment vandaan? Op welke schaal moet je morfodynamiek gaan onderzoeken?	MH	G	4 jaar, deels afhankelijk van opgetreden afvoeren, frequentie wellicht afnemend	Sediment markers: op 10 locaties: morf-aq-int; hydr-int	Sediment markers: op 10 locaties: morf-int; hydr-int	Hele gebied: morf-ter-ex; modelstudie: stroomsnelheid; Sediment markers: op 10 locaties: morf-ter-int; hydr-int
13	We weten weinig over de processen die zich in de bedding afspeelen. Analyses van de bodemsamenstelling kunnen gedaan worden aan de hand van jaarlijkse monsters. Er lijkt tekort aan ecologisch waardevolle	MH	G	4 jaar, frequentie wellicht afnemend	Sediment idem vorige vraag. Aanvullen met ecologie: mafa_int; bodemgebonden vis (Het midden vd bedding is	Sediment idem vorige vraag.	Bedding = dal vlakte. Morfo-ter-int; veg-int; eventueel indicator soorten macro-invertebraten

	middenfracties zand/grind; waar komen deze middenfracties vandaan en waar slaan ze neer? Wat is de ecologische meerwaarde van middenfracties? Hoelang blijft grind in het systeem?				erg lastig te bemonsteren voor mafa en vis.)		
14	Welke temporele dynamiek is gewenst uit ecologisch oogpunt? Kunnen we de ecologisch gewenste dynamiek kwantitatief vastleggen? Is zand essentieel? Bijv. voor mobilisatie pleisterlaag of voor leefmilieu? Welke ecologische waarden levert de nieuwe (grove) afpleisteringslaag? Welke ecologische waarden kunnen de (fijne) slielagen opleveren? Hebben we een probleem met dichtslibben van het grind?	ME	G, L	>JR	Sediment idem vorige vraag. Aanvullen met ecologie: mafa_int; bodemgebonden vis, en ontwikkeling droge natuurwaarden. (Het midden vd bedding is erg lastig te bemonsteren voor mafa en vis.)	Sediment idem vorige vraag.	Sediment <-> vegetatie soorten: morf-ter-int op 5 locaties; veg-int jaarlijks gedurende onderzoeksperiode op 5 locaties. Optioneel macroinvertebraten-int; en ontwikkeling droge natuurwaarden (bv broedvolgels).
15	Is suppleren een oplossing? Zo ja, op welke locatie en met welke samenstelling? (oplossing voor wat?)	ME	T, L		Deze vraag pas beantwoorden na onderzoek aan vragen 11, 12 en 13.		
16	Is de start van grindbankontwikkeling te voorspellen? Hebben de grindbanken al de tijd gehad om zelf te verplaatsen? Kunnen we hier wat speelruimte bieden aan de rivier? Welke rol spelen obstakels zoals vegetatie en stoorobjecten (zowel in het aquatische als terrestrische)	M	G	DE	(Voor grindbanken in hoofdstroom, idem monitoring zoals bij oever.)	Morf-ex; veg-ex; jaarlijks; eventueel op 5 locaties morf-int (raaien); rondom stoorobjecten veg-int & morf-int	Morf-ter-ex; veg-ex; jaarlijks; eventueel op 5 locaties morf-int (raaien); stoorobjecten veg-int & morf-int
17	Hoe groot is de invloed van begrazing i.r.t. andere factoren/processen? Welke invloed heeft deze op de ontwikkeling van ecotopen?	E	G	DE		Meten ruimtelijke verdeling begrazing: gps-grote grazers. Veg-int (exclosures); veg-ex jaarlijks	Meten ruimtelijke verdeling begrazing: gps-grote grazers. Veg-int (exclosures); veg-ex jaarlijks
18	Welke diversiteit aan ecotopen / habitats ontstaat in de gerealiseerde	E	L		Morf-aq-ex (waterdiepte, hoogteligging); hyd-ex	5x Morf-ex; veg-int; hyd-ex	5x Morf-ter-ex; veg-int;

	Grensmaasprojecten? hoe reageren biota hierop?						
19	De waterkwaliteit in de Maas is sterk verbeterd, maar is deze nu voldoende goed en in hoeverre verschilt deze over het traject van de Grensmaas? Er wordt nu alleen waterkwaliteit in Eijsden en Stevensweert gemeten. Er wordt weinig gemonitord in tijd en ruimte. Is er behoefte aan aanvullend meetpunten en zo ja: waar?	W	G	2 JR / continue	WQ-int, parameters afstemmen met instroom Maas in NL. 1 jaar op meer locaties (10-15, o.a. voor en na lozing of voor en na zij-instromende beken). Daarna een of meer vaste locaties kiezen en monitoren (MWTL).		
20	Wat is de temperatuur van het water in tijd en ruimte?? Wat is de invloed van het grondwater op de oppervlaktewater temperatuur?	W	G	1-2 JR	WQ-int. Generiek: (1) 5 locaties met een gradiënt in mate van meetstromen (stilstaand – snelstromend). (2) 2 locaties met en zonder kwel. (3) 2 locaties met zij-instroom (geul).		

Toelichting per vraag:

1. *N2000 habitattype: habitattype met vlottende waterranonkel. Inventarisatie van kansen / potentieel habitat voor de waterranonkel in de Grensmaas.*
Benodigd is een veldinventarisatie van de huidige situatie inclusief de abiotiek ter plaatse. Op basis van bestaande ecologische kennis, getoetst aan het huidig voorkomen, kan met behulp van hydrologische modellen (met fijnmazig hoogtemodel) geschat worden wat het potentieel aan habitat is.
2. *N2000 habitattype: biedt recente natuurontwikkeling en de ruimte voor dynamische processen kansen voor pioniersvegetatie, ruigte en zomen (A) met moerasspirea, ruigte en zomen (C), droge bosranden, vochtig alluviaal bos (A) -zachthoutoibos? Waar liggen ontwikkellocaties?*
Ten eerste een inventarisatie van de huidige arealen/locaties met deze N2000 habitattypen. Vervolgens kan op basis van goede kennis van de bestaande hydro-morfologie, toekomstige plannen (uitgewerkt in 3D hoogte model) in combinatie met kennisregels over standplaatsfactoren een modelschatting worden gemaakt van toekomstig areaal en de verwachte locaties daarvan.
3. *N2000 soorten: Functioneren van de Grensmaas voor Rivierprik (habitatkwaliteit), Zalm (doortrekfunctie), Rivierdonderpad (bronpopulaties in zijwateren, habitatkwaliteit).*
Ten eerste zal voor deze kennisleemte de huidige visstand goed moeten zijn vastgesteld in hoofdwater en zijwateren. Dit is de belangrijkste monitoringscomponent. Mogelijk trends zoeken op basis van in het verleden gemeten data. Vervolgens goed kijken naar habitatkenmerken (sediment, stroming, stroomsnelheid, etc) om schatting te maken van habitatkwaliteit en of de aanwezige habitat volledig benut is.
4. *N2000 soorten: Hoe beïnvloedt de bever de vegetatiestructuur en biodiversiteit?*
Waarschijnlijk is dit het best in beeld te brengen door langjarige monitoring en kartering van zichtbare bevervraat in termen van structuurverandering, volgen van de daaropvolgende ecologische successie en het inventariseren van de biodiversiteit in de gecreëerde ecologische niches. Mogelijk afgezet tegen gebieden zonder bevers.
5. *Wat zijn de belangrijkste stressfactoren in de Grensmaas?*
Een belangrijke vraag. De belangrijkste stressfactoren zitten in de vragen die tijdens de workshop naar boven zijn gekomen en zijn geland in tabel 4-2. Wat mist is nog een prioritering van de stressfactoren. Qua monitoring is specifiek voor deze vraag geen behoefte vastgesteld, maar zie hiervoor de "vervolgvragen" zoals al in tabel 2-1 en 4-2 zijn opgenomen. Verder zijn de systeemanalyse van de Maas (Reeze et al., 2020) en de systeemanalyse Grensmaas (De Mars, 2018) nuttige bronnen voor inzicht in de stressfactoren, en wellicht ook de onderliggende documenten van de hydromorfologische beoordeling van de Grensmaas voor de KRW.
6. *Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering op de duur van lage afvoeren en de afvoerfluctuaties?*
Voor deze vraag lijkt de huidige informatie voldoende wat betreft afvoeren en bodemhoogten. Klimaatverandering zal naar verwachting leiden tot een nog veel dynamischer (grilliger) afvoerpatroon en daarmee in de Grensmaas ook steeds nadrukkelijker een stempel gaan drukken op de watervoerendheid en overstromingsintensiteit en -duur en daarmee de ecologische ontwikkeling. Let op, hier wordt niet de hoogfrequente hydropeaking mee bedoeld die ontstaat door de dagelijkse waterhuishouding in het stroomgebied.
De waterstanden bij toekomstige hoge en lage afvoeren zijn ook afhankelijk van de langere termijn rivierbed ontwikkeling, dus wellicht is een studie naar de ontwikkelingen van de rivierbed ligging aanvullend nodig. Binnen Rivers2morrow wordt nu onderzoek gedaan naar geschikte instrumenten om de toekomstige bodemligging met meer zekerheid te voorspellen (zie hoofdstuk 5).

7. *De drempels in de rivier en de 'flessenhalzen' (overgangen breed-smal) bieden naast knelpunten ook kansen voor de ecologie. Welke rol spelen de drempels? Wat is het effect van de drempels? Kan een drempel als hotspot fungeren?*
 Naast het ecologisch effect in de Grensmaas zelf is de invloed van drempels op regionale grondwaterstanden (met name Vlaamse natuurgebieden) en de daarvan afhankelijke natuur een belangrijke, maar ook complexe vraag. Mogelijk dat op basis van grondwatermetingen, nieuw modelopzet en gebruik van nieuwe generatie grondwatermodellen er betere inzichten kunnen worden gegeven over effect van de drempels op de grondwaterstanden in gebieden nabij en verder weg en op effecten op korte en lange termijn. Ook kan er gedacht worden aan een onderzoek tijdens een event van doorbraak van een drempel of bijvoorbeeld het bypassen van drempels na een doorbraak zoals bij Meers. Is er in de metingen terug te vinden hoe de grondwaterstanden hier op reageren? Anderzijds verdient ook de relatie tussen de drempels, stromingspatronen en de waterdiepte op de Grensmaas aandacht, zijn de drempels een relevante factor in ontbreken van onvoldoend ondiep water? Nadere inzichten rondom de relevantie van de drempels op waterstanden en grondwaterstanden kan bijdragen aan een ander inzicht over het beheer van de drempels.
8. *Door de verstuwning van de Maas is de bovenstroomse aanvoer van sediment zowel in omvang als samenstelling veranderd maar onduidelijk in welke mate. Ook is onbekend door welke stuwpanden de sedimentbalans verstoord wordt.*
 De vraag over welke stuwpanden de sediment-balans verstoort hangt af van bovenstroomse informatie. Hiervoor moet in samenwerking met Belgische Maas autoriteiten onderzoek worden gedaan. Deze informatiebehoefte staat niet als monitoring opgenomen in de tabel.
9. *Er is behoefte aan inzicht in het sedimenttransport binnen de Grensmaas. Waar komt het sediment vandaan? Op welke schaal moet je morfodynamiek gaan onderzoeken?*
 Om een sedimentbalans voor de Grensmaas op te stellen is onderzoek nodig waarbij veel verschillende databronnen over meerdere jaren worden gecombineerd. Er moet dan gedacht worden aan metingen van het bodemprofiel van zomer- en winterbed, data over gesuppleerde en gebaggerde volumes, gegevens over sedimentvrachten over de stuwen en gegevens van de invoer van sediment vanuit de zijrivieren.
 In tabel is uitgegaan van een veldmethode van markers op verschillende korrelgroottes die bij de instroom worden uitgezet. Vervolgens kan het transport gemonitord worden door op een aantal locaties verdeeld over de Grensmaas (10 is op expertbasis gekozen) de sediment samenstelling te volgen en het aandeel markers per fractie te monitoren. De tijdsduur hangt af van de verspreidingsnelheid welke weer afhangt van de afvoeren. Monitoring kan worden afgebakend naar het gebied dat is overstroomd. Na hoogwaters ook de hogere weerden.
10. *We weten weinig over de processen die zich in de bedding afspelen. Analyses van de bodemsamenstelling kunnen gedaan worden aan de hand van jaarlijkse monsters. Er lijkt tekort aan ecologisch waardevolle middenfracties zand/grind; waar komen deze middenfracties vandaan en waar slaan ze neer? Wat is de ecologische meerwaarde van middenfracties (zowel in terrestrische als aquatische omgeving)? Hoelang blijft grind in het systeem?*
 Deze vraag is eigenlijk idem aan de vorige vraag maar nu met een ecologische component voor macrofauna en vis. Ecologische bemonstering van de bedding m.a.w. het zomerbed is erg gecompliceerd, eventueel kan hier de sedimentsamenstelling als proxy worden gebruikt.

11. *Welke temporele dynamiek is gewenst uit ecologisch oogpunt? Kunnen we de ecologisch gewenste dynamiek kwantitatief vastleggen? Is zand essentieel, bijv. voor mobilisatie van de pleisterlaag of voor leefmilieu? Welke ecologische waarden levert een dergelijke nieuwe wat meer dynamische pleisterlaag op? Welke ecologische waarden kunnen de (fijne) sliblagen opleveren, (zowel in terrestrische als aquatische omgeving)? Hebben we een probleem met dichtslibben van het grind?*

Deze vraag bevat veld componenten die lokaal intensief gemeten moeten worden, maar ook een opschaling naar kennis van dynamiek op systeemniveau. Het koppelt sterk met de voorgaande vragen.

12. *Hoe groot is de invloed van begrazing i.r.t. andere factoren/processen? Welke invloed heeft deze op de ontwikkeling van ecotopen?*

Sluit aan op het begrazingsonderzoek van Bureau Waardenburg in uiterwaarden van de Rijntakken. Hier is al ervaring op gedaan met het gps-tracken van grote grazers. Effecten van begrazing moeten op plot-niveau, vegetatietypen niveau worden onderzocht, dan eventueel vertaald naar ecotopen. Kies circa 4 - 5 representatieve (detail)onderzoeksgebieden. Signaal/trends laten zich lang niet altijd uit (grovere) ecotopenkaarten afleiden. Om successie te monitoren zou de tijdsduur liefst langjarig moeten zijn. Dat wil niet zeggen dat het monitoren gedurende de hele looptijd intensief moet zijn, het mag variëren per successie-stadium. Bijvoorbeeld vaker in pionier situaties (jaarlijks) tot eens per 2 tot 3 jaar voor oudere successiestadia. Terrestrische macroinvertebraten (bijvoorbeeld loopkevers) kunnen reageren op veranderingen door begrazing, en kunnen interessante indicator soorten zijn om mee te nemen.

4.3 Welke vragen worden wel en niet gedekt door het huidige monitoringsprogramma (H3)?

De huidige monitoring (Tabel 3.1) is vooral gericht om op het niveau van de hele Grensmaas een toestand en langere termijn trend te kunnen bepalen. De riviersysteemonderdelen onder verantwoordelijkheid van of belangrijk voor RWS worden op dit schaalniveau systematisch gemonitord. Denk aan hydrologie (waterstanden, afvoer), morfologie (bedding- en bodemhoogten), aquatische biologie (vis, macrofauna) en vegetatie (ecotopen, oever- en waterplanten). Waterkwaliteit is gebaseerd van wat bij Eijsden binnenkomt, maar veranderingen hiervan binnen de Grensmaas komen niet in beeld. We bevelen aan 1 of 2 vaste meetpunten in het vrij afstromende deel van de Grensmaas waar zowel waterkwaliteit als waterstanden worden gemonitord. Bijvoorbeeld in de omgeving Berg aan de Maas.

Dekt de huidige MWTL/NEM monitoring (zie H3) de 6-jaarlijkse verplichte (en geprogrammeerde) N2000-habitatypen- en soortenkartering?

Op basis van tabel 3-1, past het qua frequenties zeker (2, 3 of 6 jaar), na 6 jaar is er een update mogelijk. De vraag is of de herhalingsronden synchroon lopen aan de N2000 termijnen. Dat zou opgelost kunnen worden door een keer te "resetten" als een zesjarige ronde niet goed samenvalt.

Een vervolgvraag is of de juiste doelsoorten worden meegenomen. Voor de vissen is dat geen probleem zijn, de huidige monitoring richt zich op de gehele soortensamenstelling en aanvullend specifiek de zalm. Een meer soort-specifieke monitoring voor N2000 kan op onderdelen (methodische) aanpassingen vergen.

Voor andere, meer specifiek vishabitat-gerelateerde kennisleemten zoals vraag 3 uit tabel 4-2, moet dat sowieso want dit is intensief onderzoek. Dat wordt niet gedekt door reguliere toestandsmonitoring. De focus ligt daarvoor wezenlijk anders, denk aan een diagnose om problemen te identificeren of effectiviteit van herstelmaatregelen.

De terrestrische vegetatie wordt afgedekt door de zes jaarlijkse luchtfoto interpretatie met veldcontroles.

Daarin worden kwaliteit van vegetaties(habitattypen) en typische plantensoorten meegenomen en kan worden omgezet naar N2000 vegetatietypen zoals alluviaal bos, etc. Waterplanten worden niet meegenomen in de luchtfoto-interpretatie, maar voor waterplanten is wel detail informatie beschikbaar uit de permanente kwadraten (PQ's). Vlakdekkende gegevens lijken te ontbreken en is een aandachtspunt. Onzeker is of het gedekt kan worden vanuit NEM soortkartering – of mogelijk toch de vegetatiekartering.

Samengevat worden de N2000-monitoringsvereisten wel afgedekt, al zullen de programma's wellicht op onderdelen iets verder moet worden toegespitst c.q. qua timing wat moeten worden aangepast.

Dekking bestaande monitoring in relatie tot onderzoeksvragen uit de workshop

Een hydrologische en vlakdekkende morfologische monitoring is essentieel bij de beantwoording van workshop-vragen waar hydrologie en morfologie een onderdeel is. De gemonitorde ecologische data zijn in ruimte en tijd te verdund om hypothesen te kunnen testen zoals in de vragen verwoord.

Voor het beantwoorden van alle in de workshop gestelde vragen is aanvullende monitoring noodzakelijk. Geen enkele vraag kan met de bestaande data alleen worden beantwoord. Met uitzondering van vraag 2, een puur hydrologische vraag op Grensmaas overstijgend schaalniveau, die waarschijnlijk met modelleren te beantwoorden is. De hydraulische modellen worden gevoed met bestaande data over waterstanden, hoogteligging van het zomer- en winterbed en vegetatie in de vorm van ecotopenkaarten.

Extra monitoring betreft vooral locatie specifieke data op geselecteerde, representatieve, onderzoekslocaties binnen de Grensmaas voor zowel hydrologie, morfologie, waterkwaliteit en ecologie zoals aangegeven in Tabel 4-2.

Aanvulling bestaande monitoring in relatie tot N2000

Wat betreft biotiek is het voornemen in het Natura 2000-beheerplan om elke zes jaar een vlakdekkende habitattypen kartering uit te voeren om in aanvulling op de al lopende monitoring (tabel 3-1) in lijn te komen met de beheerplancyclus. Om beter inzicht te krijgen in het voorkomen en de staat van instandhouding van de rivierprik wordt in dat kader in aanvulling op de bestaande monitoring ingezet op jaarlijkse monitoring van larven in geschikt habitat en jaarlijkse monitoring van adulten met behulp van fuiken bij Borgharen en Linne, waar ook een jaarlijkse zalmsteek wordt voorzien.

Met name de vanuit Natura 2000 relevante rivierprik maar ook de rivierdonderpad hebben een relatie met abiotische monitoring. Uit het Natura 2000-beheerplan volgt aanvullend, boven op de bestaande monitoring, de behoefte aan inzicht in stroomsnelheid en bodemsamenstelling. Dit heeft raakvlakken met hierboven aangehaalde vragen als het gaat om de samenstelling van het sediment en sedimentatie en daarmee dynamiek en morfologie. Dergelijke vragen blijven vooralsnog onbeantwoord, maar geven wel aan dat systeemmonitoring de basis vormt voor het beantwoorden van de ecologische vragen.

4.4 Monitoringsynergie: systeembenadering

De vragen, inclusief die vanuit N2000, vragen om monitoringsdata op twee niveaus: data op Grensmaas als systeem en locatie specifieke data. Daarbij is er bij onderzoeksvragen op zowel systeemniveau en op locatieniveau soms een vergelijkbare (deels) overlappende databehoeft. Het is zaak om dit slim te combineren en onderzoeksprojecten in tijd en ruimte op elkaar af te stemmen zodat men van elkaars monitoringsdata gebruik kan maken.

Wat betreft monitoring op systeemniveau gaat het met name om inzicht in:

- Effecten van de onnatuurlijke dynamiek (peilfluctuaties) op sedimentatie processen (transport) en morfologie
- Aanvoer van sediment vanuit de bovenstroomse gebieden, waarbij het ook van belang is om welke fracties het gaat en hoe deze door de Grensmaas worden getransporteerd
- Bodemvorming in de bedding
- Effecten van hoogwaters, erosie en sedimentatie
- Waterkwaliteit in de Grensmaas

De monitoring op systeemniveau van de hele Grensmaas genoemd in tabel 4-2 bij vragen 8, 9, 10, 12, en 19 overlapt en dekt bovenstaande punten. Voor sommige vragen is aanvullende monitoring nodig in meer detail op geselecteerde locaties zoals aangegeven in de tabel wanneer aantallen locaties zijn genoemd.

Voor veel vragen (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) zien we de noodzaak van intensievere monitoring op studielocaties. Het type monitoring op deze locaties overlapt, soms sterk, bijvoorbeeld bij vragen 8, 9 en 10. Zowel voor de hydromorfologische vragen als de vragen waarin een relatie tussen de hydromorfologie en biota centraal staat is gedetailleerde morfologisch (dynamische) monitoring nodig en gedetailleerde biotische monitoring, vaak op (jonge) vis en macrofauna, maar ook voor aquatische en terrestrische vegetatie.

Soms zijn deze studielocaties helder, zoals bij vraag 3 over het effect van drempels, maar veelal is er ruimte voor keuze in studielocaties. De studielocaties moeten ten eerste geschikt zijn om antwoord geven op de vragen, ten tweede kunnen samenvallende onderzoekslocaties synergie geven in de monitoring. Uit de workshopvragen kunnen we de volgende selectiecriteria af leiden:

- Voor N2000, kiezen van studielocaties op basis van de ingeschatte kansen voor instandhoudingsdoelen (zowel kwalitatief als kwantitatief voor habitats en soorten), bijvoorbeeld op vlakdekkend beschikbare habitatkenmerken zoals waterdiepten, stroomsnelheden en bodemligging.
- Voor sedimentdynamiek- en verdelingsvragen is een ruimtelijk goed verdeelde dekking over de gehele Grensmaas belangrijk.
- Variatie in ouderdom / successiestadia, stabiel / niet-stabiel, verjonging van en transitie in ecotopen.
- Variatie van aquatische en terrestrische habitats binnen het project (vraag 16, 18)
- Gradiënten in hydrologische connectiviteit (diversiteit aquatisch habitat, vraag 16, 18, 19, en 20)
- Praktisch: bereikbaarheid van monitoringslocaties en de mogelijkheid tot installatie en uitlezen van benodigde meetapparatuur.

Een toegespitste workshop met onderzoekers van verschillende disciplines zou nuttig zijn om alle perspectieven mee te nemen en te kijken of meerdere vragen op dezelfde locaties kunnen worden onderzocht.

5 Identificeren van verdiepend onderzoek en potentieel promotieonderzoek(en)

In dit hoofdstuk is getracht inzicht te krijgen in de reeds uitgevoerde wetenschappelijke onderzoeken naar het functioneren van de Grensmaas, lopende onderzoeken en een aanbeveling voor onderzoek op basis van de onderzoeksvragen.

5.1 In het verleden uitgevoerd wetenschappelijk onderzoek

Het in het verleden uitgevoerde onderzoek is vastgelegd in publicaties en proefschriften.

Wetenschappelijke literatuur

De wetenschappelijke literatuur is omvangrijk en lastig kort samen te vatten. In web-of-science, een database met wetenschappelijke literatuur, is gezocht op “Grensmaas” OR “border Meuse”, dit leverde 10 artikelen op. Daarnaast is gezocht op “common Meuse”, die vaker gebruikt wordt door Vlaamse auteurs, dit leverde nogmaals 7 artikelen op. De lijst artikelen is weergegeven in Appendix: wetenschappelijke literatuur “Grensmaas”. Het betreft uiteenlopende onderwerpen variërend van natuur- en veiligheidsconcepten, governance, biota en morfologie. Ter vergelijking, een bredere zoekactie op “Meuse” AND “river”, leverde 1035 hits, maar dat betreft alles waarin iets, ergens in de Maas, is onderzocht, zie Figuur 5.1. Ter vergelijking, zoeken naar Nederlandstalige artikelen en (beleids)rapporten in google scholar (zoekterm: Grensmaas) leveren 1400 resultaten, en de Hydrotheek levert 814 resultaten. Hier zal veel overlap tussen zitten.

Proefschriften

Het is niet eenvoudig een overzicht te vinden van reeds gepubliceerde proefschriften rondom de Grensmaas. De volgende proefschriften zijn gevonden, maar de lijst is waarschijnlijk niet volledig:

Paulissen, E. (1973), De morfologie en de kwartairstratigrafie van de Maasvallei in Belgisch Limburg. Verhandelingen Kon. Vlaamse Ac. voor Wetenschappen, Letteren en Schone Kunsten van België, Vol.35, No.127.

Moolen, B. V. D., 1995. Ontgrondingen als maatschappelijk vraagstuk. Rijksuniversiteit Groningen. [https://www.rug.nl/research/portal/publications/ontgrondingen-als-maatschappelijk-vraagstuk\(72cff9da-d414-48a8-b893-b1c7b8a55ebd\).html](https://www.rug.nl/research/portal/publications/ontgrondingen-als-maatschappelijk-vraagstuk(72cff9da-d414-48a8-b893-b1c7b8a55ebd).html)

Een landelijke database van PhD theses (NARCIS) in Nederland geeft geen resultaten als specifiek op ‘border Meuse’ of ‘common Meuse’ wordt gezocht. En zoekactie naar ‘Meuse’ levert 74 proefschriften op, meestal op het niveau van het Rijn-Maas basin, en over een breed scala aan maatschappelijke onderwerpen. Via onderstaande link is de lijst in te zien:

<https://www.narcis.nl/search/coll/publication/Language/EN/uquery/meuse/genre/doctoralthesi/s/pageable/0>

5.2 Lopend onderzoek

LivingLab Grensmaas

In de tweede helft van 2019 is een onderzoeksproject van start gegaan binnen het programma Living labs in the Dutch delta. Dit programma is gericht op onderzoek aan grootschalige, op natuur-gebaseerde ingrepen in het kust- en rivierengebied. Het project ontwikkelt kennis die bijdraagt aan de verbetering van de waterveiligheid en de veerkracht van het watersysteem.

Het programma is een samenwerking tussen fundamenteel en praktijkgericht onderzoek, ontwikkeld door NWO, Nationaal Regieorgaan Praktijkgericht Onderzoek SIA en diverse publieke en private partners binnen het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat NKWK.

Het project “Grenzen verleggen bij de Grensmaas” wordt uitgevoerd door een consortium onder leiding van door Wageningen Universiteit en Research, Universiteit Twente, Maastricht University en Hanze Hogeschool Groningen. Het project analyseert hoe de Grensmaas en vergelijkbare projecten omgaan met ecologische, sociale en economische verrassingen en in hoeverre de uitvoeringsprojecten van het Grensmaas Consortium duurzaam de drie doelen (economische winst, natuurontwikkeling, overstromingsbescherming) realiseren. Maastricht University staat aan de lat voor het ecologisch onderzoek. In het najaar van 2020 zijn op een tiental plekken in het zomerbed macrofauna monsters verzameld. Dit zal de komende jaren verder uitgebreid worden. De onderzoekers zijn zeer bedreven in het verzorgen van bemonstering en analyseren van gegevens rond pilot maatregelen. (meer informatie: www.livinglabgrensmaas.nl),

Rivers2Morrow

Het onderzoeksprogramma Rivers2Morrow is een onderzoekslijn binnen het Nationaal Kennis en innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK). Dit programma is in 2018 gestart en richt op de lange termijn ontwikkelingen in het Nederlandse riviersysteem. De nadruk ligt hierbij op morfologie en ecologie. Binnen dit programma is er een onderzoek gestart naar de bodemveranderingen in de Maas. Hermjan Barneveld onderzoekt de komende jaren hoe de veranderingen van de bodem in de Maas de komende jaren doorzetten, zowel als gevolg van natuurlijke ontwikkelingen als door menselijke ingrepen. Doel van onderzoek is om de methoden voor de voorspelling van bodemveranderingen in dit soort rivieren te verbeteren. Nu kunnen deze voorspellingen helaas door onvoldoende kennis van de sedimentvruchten in de Maas, de processen van erosie en sedimentatie en verouderde en onvolledige modellen nog met onvoldoende zekerheid gedaan worden. Verbeterd instrumentarium zou deze onzekerheden moeten reduceren. Partners in dit onderzoek zijn Rijkswaterstaat Zuid-Nederland, het programma van Rivers2Morrow, HKV, Deltares en Wageningen Universiteit en Research (bron: nieuwsbrief Rivers2Morrow, oktober 2020).

Onderzoeksprogramma Morfologie Maas

In 2020 is Rijkswaterstaat Zuid-Nederland gestart met een onderzoeksprogramma om kennisvragen rond morfologische processen en ontwikkelingen in de Maas. Dit programma heeft als doel om kennis over het systeemgedrag van de Maas sterk vergroten, door een combinatie van veldmetingen, data-analyse en numerieke modelstudies. Het programma heeft geen ‘eigen’ middelen, maar is er op gericht geprioriteerde kennisvragen te laten landen in lopende projecten. Wat betreft de Grensmaas is er (sterke) overlap tussen de (morfologische) onderzoeksvragen die in dit rapport behandeld worden en datgene wat voor het onderzoeksprogramma Maas in beeld gebracht is. De grootste meerwaarde zal zitten in het geïntegreerd oppakken van ecologische en morfologische onderzoeksopgaven.

5.3 Samenhang: onderzoekspakketten

De kennisleemten en vragen hebben inhoudelijke samenhang, veelal op de interactie tussen hydro- en morfodynamiek en biota (ook wel biogeomorfologie). Uiteindelijk is alles op alles te betrekken, maar desondanks hoeft niet alles tegelijk onderzocht te worden. Hieronder op hoofdlijnen een logische bundeling van vragen die als losstaande “onderzoekspakketten” uitgezet kunnen worden. Vragen uit tabel 4-2 die sterk samenhangen zijn samengevoegd. Vragen die weliswaar een inhoudelijke verbinding hebben met andere vragen, maar ook losstaand kunnen worden uitgezet zijn apart gehouden. De logica van de afbakening is beschreven, en of vragen bij uitstek in een academische setting kunnen worden opgepakt. De meer toegepaste vragen met een beperktere doorlooptijd, of juist met een langjarige doorlooptijd (> 4 jaar) maar laag-intensief zijn meer geschikt om aan bureaus uit te besteden. Goed zou zijn, voor het verbinden van het kennislandschap, om academisch en door bureaus uitgevoerd onderzoek actief te delen en elkaar continu te voeden met ervaringen en resultaten.

1. Acute stressfactor(en) in de rivier:
 - Hydropeaking [vraag 8]
 - Waterkwaliteit [vraag 19]
 - Temperatuur [vraag 20]

De acute stressfactor(en) bestaan uit factoren die rechtstreeks door menselijk handelen of ingrepen worden veroorzaakt, en acuut omdat ze directe stressor zijn op de ecologie. Oplossingen hiervoor zijn over het algemeen ook niet te vinden in inrichtingsmaatregelen binnen de Grensmaas zelf. Onderzoeken en oplossingen kunnen onafhankelijk van de andere vragen worden uitgezet en uitgevoerd.

2. Invloed van de rivier op ecosysteemdiensten in de omgeving en mitigatie:
 - Grondwaterstanden, drempels [vraag 7]

Onderscheidend aspect in deze vraag is de verbinding met de regio. Goed inzicht in de regionale grondwater dynamiek en de het functioneren van de Grensmaas hierin is de basiskennis die nodig is om oplossingen te kunnen beoordelen. Het effect van (reeds gerealiseerde) oplossingen op de Grensmaas-ecologie is hierbij een specifiek aandachtspunt.

3. Systeemkennisvragen, hydrologie:
 - Klimaatverandering & lage afvoeren [vraag 6]

Een puur hydrologische vraag en daarmee een afgebakend onderwerp. Onderscheidend op hydrologie, de lange termijn, en methode (een modelstudie). De uitkomsten hiervan kunnen nuttig zijn voor 'bundel' 2 (grondwater) en kunnen bruikbaar zijn om langere termijneffecten van klimaat op ecologie te verkennen via habitatmodellen die reageren op de veranderende hydrologie. De uitkomsten kunnen verder als input mee worden gegeven aan het academisch onderzoek onder "Systeemkennisvragen, interacties hydromorfologie en ecologie".

4. Systeemkennisvragen, morfologie:
 - Erosie en sedimentatie extremen en tijdens hoogwaters [vraag 9, 10], ontwikkeling grindbanken [vraag 16]

Het betreft concrete vragen rondom morfo-dynamiek bij extremen. De vraagstelling is voldoende scherp en vraagt om integratie van velddata en modelkennis. Ze kunnen als aparte set worden uitgezet, of in samenhang met de kennisvragen hieronder in een academische setting.

5. Systeemkennisvragen, interacties hydromorfologie en ecologie:
 - Sedimentdynamiek & ecologie [vragen 11, 12, 13 en 14]
 - Hydro- en morfodynamiek in relatie tot habitat (N2000), biodiversiteit [vraag 3, 14 maar op basis vragen 11, 12, 13 en 14]

Dit is een cluster aan vragen met een sterke samenhang, die goed in een academische setting kan worden onderzocht. De vragen behoeven nadere verdieping en onderlinge afstemming om in een onderzoeksprogramma te kunnen worden opgenomen, logische vervolgstap is het schrijven van een onderzoeksproposaal. De kennis die in paragraaf 5.2 genoemde morfologische PhD-studies wordt ontwikkeld, kan worden gekoppeld aan ecologie en ecologische successie. De inschatting is dat het werk is voor 3 tot 5 PhD's. Op hoofdlijnen kan gedacht worden aan een morfologisch gerichte onderzoeker (wellicht postdoc), die de resultaten van lopende morfologische PhDs integreert en toesnijdt op de kennis die nodig is voor het koppelen aan ecologische effecten. Daarnaast minimaal twee ecologisch gerichte onderzoekers die relaties van macrofauna en vis met de door hydro-morfodynamiek en sedimentatie beïnvloedde aquatische habitats onderzoeken. Wellicht aangevuld met een terrestrisch ecoloog voor flora en fauna en biogeomorfologische interacties. Uiteindelijk zal ook een tweede meer ecologisch gerichte Postdoc nodig zijn om de abiotiek-biota interacties te onderzoeken bijvoorbeeld door de morfologische resultaten te extrapoleren in een hydromorfologisch model, waaraan een habitatmodel kan worden gekoppeld.

Hiermee kunnen toekomst-, klimaat- en management scenario's op hun ecologische effecten worden doorgerekend.

6. Effectiviteit van ingrepen:

- Suppletie van sediment [Vraag 15]
- Stoorobjecten voor verhogen morfodynamiek [vraag 16]

Deze vragen lijken erg geschikt om na het hierboven beschreven onderzoek te verkennen, of deze als experimentele locaties in het academisch onderzoek mee te nemen al of niet uitgevoerd door bureaus (want concreet en afgebakend in tijd) in samenhang met PhDs. Eventueel is er nog een mogelijke link met vraag 4 (bevers), wanneer door bevers omgeknaagde bomen als stoorobjecten worden opgevat onder de noemer "Nature-Based-Solution".

7. Systeemkennisvragen, ecologische interacties:

- Effecten van begrazing op vegetatie(structuur) en biodiversiteit: runderen, paarden en bevers [vraag 4, 17]

Deze kennisvragen staan los van het cluster interacties tussen hydrologie-morfologie-ecologie. Ze lijken geschikt voor een academisch onderzoek, want het arbeidsintensief maar toch binnen 4 jaar uit te voeren. Tegelijkertijd is begrazing in natuurontwikkeling al wel vaker onderzocht. Voor een wetenschappelijk te publiceren onderzoek vergt het verdieping en aanscherping om tot een goede en ook buiten de context van de Grensmaas vernieuwende vraagstelling te komen. De ecologische en biogeomorfologische interacties geïnitieerd door verstoring door bevers en grote grazers, zoals het dood hout (stoorobjecten) en bijvoorbeeld hun uitwerpselen (habitat voor invertebraten) zijn zeker wel (wetenschappelijk) interessant.

8. Soort & habitat vragen:

- N2000: rivierprik, zalm, rivierdonderpad
- N2000: waterranonkel

De soort specifieke vragen hierboven over verspreiding en habitatgeschiktheid voor N2000 soorten kunnen als losstaande onderzoeken worden uitgevoerd, of als casus in vragenbundel #5.

Praktische samenhang

Naast de inhoudelijke samenhang kan er ook een praktische monitoringsamenhang zijn. Denk aan visinventarisaties die én soort specifiek én voor de vissamenstelling gebruikt kunnen worden. Of sediment analyses die inzicht geven in bijvoorbeeld korrelgrootte verdeling, en gecombineerd met sedimenttracers inzicht kunnen geven in korrelgrootte verdeling an sich, en het transport. Dit soort samenhang is niet verder uitgewerkt, maar wel te zien in tabel 4-2.

6 Samenwerkingsverband

Tijdens de workshop in de zomer bleek een grote wens en interesse voor samenwerking op het gebied van monitoring en onderzoek. Onzes inziens is het succes van de uitvoering van het voorgestelde onderzoeks- en monitoringsprogramma mede afhankelijk van een goede samenwerking tussen publieke, semi-publieke en non-profit partners.

Recente voorbeelden van zulke succesvolle samenwerkingen zijn het KIMA (Kennis- en innovatieprogramma Marker Wadden) en WaalSamen (evaluatie pilot langsdammen in de Waal). In dit hoofdstuk wordt beknopt ingegaan op de meerwaarde van een dergelijk samenwerkingsverband en wordt beschouwd hoe een dergelijk verband er specifiek voor de Grensmaas uit zou kunnen zien. Een eerste werktitel voor een dergelijk verband is al genoemd; GREMO: Grensmaas Ecologische Monitoring en Onderzoek.

6.1 Voorbeelden van twee succesvolle samenwerkingsverbanden

Voor een beter inzicht in waar de meerwaarde van een dergelijk samenwerkingsverband ligt, worden ter inspiratie kort twee succesvolle verbanden toegelicht. WaalSamen en KIMA hebben laten zien dat er veel meer mogelijk is dan alleen het delen van gegevens en dat dergelijke intensievere samenwerkingsverbanden veel aanvullende voordelen hebben.

WaalSamen

WaalSamen is een samenwerking van Rijkswaterstaat, BLN-Koninklijke Schuttevaer, Hengelsport Federatie Midden Nederland, Sportvisserij Nederland, Deltares en een viertal universiteiten (Delft, Wageningen, Nijmegen en Twente) (Figuur 9). Samen brengen zij de effecten van de langsdammen in de Waal voor recreatie, natuur, bevaarbaarheid en hoogwaterveiligheid in kaart. De samenwerking van de onderzoekpartners in WaalSamen is mede ontstaan op initiatief van Rijkswaterstaat. WaalSamen is een samenwerking die zich bezighoudt met de planning en uitvoering van de diverse monitoringsactiviteiten. Twee keer per jaar komen alle partners bijeen om de voortgang te bespreken. Ook is er tweemaal per jaar een bijeenkomst van het Platform, een bredere groep belanghebbenden waaronder de gemeenten, provincie, en natuur- en recreatie-organisaties. Bij specifieke vragen worden ook andere kennispartners betrokken (bron: Verbrugge 2019). Als onderdeel van het project wordt de invloed van de nieuwe langsdammen op de ecologie, morfologie, hydrologie en economische functies van het gebied in kaart gebracht. Daarnaast worden in het WaalSamen-project de beleving van verschillende belanghebbenden en de onderhouds- en beheerkosten onderzocht. Ook het in gesprek gaan met bewoners en andere belanghebbenden is van groot belang voor WaalSamen. Gezamenlijk worden kansen maar ook knelpunten benoemd. Op 11 oktober 2018 werd er een gezamenlijke meetdag georganiseerd om op één dag zoveel mogelijk informatie te verzamelen en anderzijds voor de omgeving de gelegenheid te geven om vragen te stellen en indrukken te delen (bron: folder Waalsamen, Utwente, januari 2019).



Figuur 6-1 Ondertekening samenwerking monitoring en onderzoek effecten pilot langsdam 'WaalSamen'.

Kennis- en Innovatieprogramma Marker Wadden (KIMA)

KIMA is een samenwerkingsprogramma tussen Rijkswaterstaat, Natuurmonumenten, Deltares en EcoShape, waarin onderzoek wordt gedaan naar de ontwikkeling van het ecosysteem van de Marker Wadden. Dit programma heeft als doel kennis te genereren en te presenteren over bouwen met slib, zandige keringen, ecologie en governance. KIMA is opgebouwd rond de onderzoeksthema's ecosysteem van waarde, bouwen met slib en klei en adaptieve governance. De opgedane kennis is bruikbaar bij de evaluatie van de aanleg van de eerste fase Marker Wadden en de aanleg van de komende fasen. De kennis is ook toepasbaar in andere gebieden met een soortgelijk slibprobleem. Marker Wadden is een Living Lab waarin onderzoekers praktijkproeven uitvoeren. Binnen het Living Lab stimuleren de partijen kennisuitwisseling in samenwerking, zodat synergie ontstaat tussen de verschillende onderzoeken en disciplines.

6.2 Hoe zou een bij voorkeur internationaal samenwerkingsverband er voor de Grensmaas uit kunnen zien?

De meerwaarde van een samenwerkingsverband voor de Grensmaas kan op de volgende onderdelen liggen. Door deze punten groeit een samenwerkingsverband uit tot meer dan de som der delen, met toevoegende waarde voor alle partners.

- **Co-creatie en gedeeld eigenaarschap:** Door als partners vanaf de start gezamenlijk een programma vorm te geven en op te zetten is een veel betere afstemming mogelijk op de individuele wensen en belangen van partners. Organisaties en individuen leren elkaar en elkaars motivaties kennen. Er kan dan al snel in beeld gebracht worden welke informatie (nieuwe data of anderszins) nodig is, maar ook welke partij het best geplaatst is om deze te verzamelen / te genereren. Het ontstane gedeelde eigenaarschap helpt bij het creëren van draagvlak voor vervolgstappen zoals het voorstellen van beleidsverandering en uitvoeren van maatregelen.
- **Samen analyseren, kennis en data delen.** Het bij elkaar brengen van onderzoekers van verschillende onderzoeksgebieden zorgt voor verrassende inzichten die tot meerwaarde leiden. Een onderzoekscommunity is tot meer in staat dan individuele onderzoekers vanwege de interdisciplinaire samenwerking. Een succesvol voorbeeld hiervan is het onderzoeksprogramma RiverCare (<https://kbase.ncr-web.org/rivercare/>).

- Samen monitoren / onderzoeken. Door onderzoekers en beheerders samen te laten werken aan monitoring wordt het risico van niet op elkaar aansluitende monitoring gereduceerd. Daarnaast kan er een betere focus op gezamenlijke studielocaties worden vormgegeven. Dit moet leiden tot efficiëntie in kosten en een meerwaarde voor onderzoek.
- Omgevingsparticipatie. Een samenwerkingsverband brengt verschillende partijen met elkaar in contact. Zo ontstaat er wederzijds begrip en vertrouwen tussen omgeving, beheerders, onderzoekers en overheid. Voor de omgeving kan het bijdragen aan een betere waardering van de omgeving. Het kan ook promovendi en andere onderzoekers helpen aan een beter begrip van beleidsmatige context en relevantie voor hun onderzoek; waar speelt mijn onderzoek zich af en wat is de concrete toepassing?
- Strategisch voor beleidsvorming. Een samenwerkingsverband kan helpen in het bestuurlijk mogelijk maken van besluiten, vrij maken van middelen en creëren van urgentie. Dit hangt ook sterk samen met het punt van gedeeld eigenaarschap. Een initiële investering (middelen en capaciteit) in het opzetten en stimuleren/subsidiëren van monitoring en onderzoek leidt bij goede samenwerking tot het vrijkomen van extra middelen (Europese projectfinanciering, onderzoek financiering NWO, etc.), maar ook extra inzet van partners en contributies van derden (bijv. private partijen). De meerwaarde van een samenwerkingsverband zou ook de slagingskans voor het binnenhalen van onderzoeksgrants kunnen vergroten.

Vanwege het feit dat de Grensmaas een grensrivier is, wordt het sterk aanbevolen om het samenwerkingsverband ook grensoverschrijdend vorm te geven. De aanvullende uitdaging voor de Grensmaas (of in dit geval beter: Gemeenschappelijke Maas) is de internationaliteit: Vlaamse (en mogelijk ook Waalse) partners hebben mogelijk meer of andere blokkades die overwonnen moeten worden om volwaardig deel te nemen aan een dergelijk samenwerkingsverband.

De volgende partijen zijn in beeld om in dit samenwerkingsverband deel te nemen. Rijkswaterstaat, Vlaamse Waterweg, Provincies Belgisch en Nederlands Limburg, Agentschap Natuur en Landschap, terrein beherende organisaties (Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Stichting Ark, Limburg landschap België, Natuurland België, Regionaal Landschap Kempen-Maasland), Universiteiten (Maastricht, Nijmegen, Utrecht, Wageningen, Hasselt, INBO, mogelijk Luik, Twente en Delft) en het Grensmaas Consortium. Verder kan men denken aan betrokkenheid van Waterschappen, Sportvisserij Limburg, Sportvisserij Nederland, PGO's (SOVON, RAVON, FLORON) de bredere grindsector, en de omliggende gemeenten vanwege het toerisme.

Als voorbeeld van een samenwerking binnen de Grensmaas is het LIVES interreg project genoemd. In dit project wordt samengewerkt met vele partners uit het Maasstroomgebied om de zwerfvuilproblematiek aan te pakken.

7 Literatuur

- Berger, H.J.E.; Mugie, A.L. (1994). Hydrologische systeembeschrijving Maas. RIZA: Lelystad. ISBN 9036901642
- Bak, A., Liefveld, W. M., & van Splunder, I. (2013). Richtlijn projectmonitoring: inrichtingsprojecten Rijkswateren. Rijkswaterstaat. <https://edepot.wur.nl/296135>
- De Mars, H. 2018. Systeemanalyse Grensmaas, RHDHV, WATBF5303R003F0.1, versie 1.0, 27 februari 2018, i.o.v. RWS-ZN
- Geerling, G.W., Buijse, A. D., Liefveld, W., van Katwijk, M. M., & de Groot, A. V. (2016). De werking van RWS KRW maatregelen in conceptuele relatieschema's. http://publications.deltares.nl/1220984_000b.pdf
- Liefveld, W.M. & M.M.A. de la Haye, 2010. Ecologische gevolgen van incidentele lozingen en extreem lage afvoer in 2007. Rapport 10-057. Bureau Waardenburg, Culemborg
- Liefveld, W.M., Van Kessel, N., Achterkamp, B., Dorenbosch, M. (2017). Maas in Beeld Grensmaas – zomerbed. Gebiedsrapportage 2017.
- Lengkeek, W., W.M. Liefveld [S.I.] Analyse visstandgegevens Grensmaas : onderzoek naar effecten van een calamiteit in 2007, Bureau Waardenburg 27-11-2009 i.o.v. RWS.
- Ohm, M., ten Hulscher, D., & Smits, R. (2014). Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen, Den Haag: Min. IenW. Beschikbaar via <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/kaderrichtlijnwater/monitoringsprogramma>, 178635.
- Postma, J.N. Evers, en R. Knoben. „Doorlichten MWTL meetnet en macrofauna maatlaten. RoyalHaskoning DHV, Nijmegen. WATBF3698R001F01.” 2018.
- RHDHV, 2020a. Natura 2000 ontwerpbeheerplan Grensmaas. Definitieve oplevering, versie 1.0, 15 juni 2020 i.o.v. RWS PPO
- RHDHV, 2020b. Natura 2000 gebied, Monitoringsplan 2020-2025. Definitieve oplevering, versie 1.0, 15 juni 2020 i.o.v. RWS PPO
- Reeze, B, Liefveld W, e.a (2019), Watersysteemanalyse Maas, nummer 0434242.100, concept, 9 december 2019, Anteagroup i.o.v. RWS
- Rijkswaterstaat, 2018. RWS Bedrijfsinformatie - Beschrijving van de Rijkswaterstaat meetnetten voor natuur en waterkwaliteit. 08 maart 2018.
- Sterk, M. & Buijse, T. (2020) Inventarisatie van behoefte voor monitoring en onderzoek naar de ecologische ontwikkeling van de Grensmaas. Verslag workshop kennisbehoefte ecologisch functioneren Grensmaas. WEnR & Deltares i.o.v. RWS-ZN.
- Verbrugge, L. (2019) WaalSamen Samen Werken aan Duurzaam Leven met Water. Brochure Universiteit Twente
- Wit, M, de, 2008. Van regen tot Maas; Grensoverschrijdend waterbeheer in droge en natte tijden. Uitgeverij Veen Magazines, Diemen. 216 pp.
- Zuidhof, A., J. Lankester, B. Pedroli, G. Maas, W. van Heusden & G. Snels (2017) Natuurverkenning Grote Rivieren: veerkrachtig ecosysteem voor de grote rivieren. RVO & WEnR i.o.v. Min EZ.

8 Appendix: wetenschappelijke literatuur “Grensmaas”

In web-of-science is de zoekstring [grensmaas] or [“border meuse”] gebruikt om naar gepubliceerde artikelen te zoeken (dd. 16-12-2020). Dit leverde 10 artikelen op. Vlaamse onderzoekers vertalen Gemeenschappelijke Maas naar “common Meuse” een zoekopdracht met die term leverde nogmaals 7 artikelen op.

“Border Meuse” resultaten

Simons, E. L. A. N.; Gonggrijp, S., 2019 *Bolboschoenus planiculmis* (Cyperaceae), a third species of *Bolboschoenus* for the Netherlands. *GORTERIA* Volume: 41 Pages: 30-34

Warner, Jeroen, 2013. Framing and Linking Space for the Grensmaas: Opportunities and Limitations to Boundary Spanning in Dutch River Management. *WATER GOVERNANCE AS CONNECTIVE CAPACITY* Pages: 89-108 Published: 2013

Cammaerts, Roger; Spikmans, Frank; van Kessel, Nils; et al., 2012. Colonization of the Border Meuse area (The Netherlands and Belgium) by the non-native western tubenose goby *Proterorhinus semilunaris* (Heckel, 1837) (Teleostei, Gobiidae). *AQUATIC INVASIONS* Volume: 7 Issue: 2 Pages: 251-258

Valkering, P; Rotmans, J; Krywkow, J; et al., 2005. Simulating stakeholder support in a policy process: An application to river management.

Josens, G; de Vaate, AB; Usseglio-Polatera, P; et al., 2005. Native and exotic Amphipoda and other Peracarida in the River Meuse: new assemblages emerge from a fast changing fauna.

HYDROBIOLOGIA Volume: 542 Pages: 203-220

Lejeune, M; Limpens, H; van der Veen, J., 2001. The border meuse nature development project where water meets gravel meets nature ... Conference: International Workshop on Pasture Landscapes and Nature Conservation. Location: LUNEBURG, GERMANY Date: MAR 26-31, 2001. *PASTURE LANDSCAPES AND NATURE CONSERVATION* Pages: 187-196 Published: 2002

DEVAATE, AB, 1995. MACROINVERTEBRATE COMMUNITIES IN THE GRENSMAAS STRETCH OF THE RIVER MEUSE - 1981-1990. *JOURNAL OF FRESHWATER ECOLOGY* Volume: 10 Issue: 1 Pages: 75-82

DEVRIEND, MC; IEDEMA, CW., 1994. NATURE ON THE MOVE - TOWARDS LARGE-SCALE WATER-SYSTEM AND NATURE DEVELOPMENT IN THE NETHERLANDS. Conference: Meeting on Modern Approaches to Water Management - Living with Water, at the International Conference on Integrated Water Resources Management Location: AMSTERDAM, NETHERLANDS Date: SEP 26-29, 1994. *WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY* Volume: 31 Issue: 8 Pages: 219-228

DUIZENDSTRA, HD; NIEUWENHUIJZEN, ME., 1995. ECOLOGICAL REHABILITATION AND MORPHOLOGICAL IMPACT OF GRAVEL EXTRACTION IN THE RIVER MEUSE. Conference: Meeting on Modern Approaches to Water Management - Living with Water, at the International Conference on Integrated Water Resources Management Location: AMSTERDAM, NETHERLANDS Date: SEP 26-29, 1994. *WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY* Volume: 31 Issue: 8 Pages: 357-361

VRIESE, FT; SEMMEKROT, S; RAAT, AJP., 1993. ASSESSMENT OF SPAWNING AND NURSERY AREAS IN THE RIVER MEUSE. Conference: International Conference on the Rehabilitation of the River Rhine Location: ARNHEM, NETHERLANDS Date: MAR 15-19, 1993. WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY Volume: 29 Issue: 3 Pages: 297-299 Published: 1994

“Common Meuse” resultaten

Adaptive strategy of a spreading gynodioecious plant species (*Origanum vulgare*, Labiatae) in a riparian corridor

By: Van Looy, Kris; Honnay, Olivier; Breyne, Peter
PLANT ECOLOGY AND EVOLUTION Volume: 144 Issue: 2 Pages: 138-147
Published: 2011

Effects of river floodplain lowering and vegetation cover

By: Arroyave, J. A. Villada; Crosato, A.
PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS-WATER MANAGEMENT
Volume: 163 Issue: 9 Pages: 457-467 Published: OCT 2010

Assemblage structure and conservation value of spiders and carabid beetles from restored lowland river banks

By: Lambeets, Kevin; Hendrickx, Frederik; Vanacker, Stijn; et al.
BIODIVERSITY AND CONSERVATION Volume: 17 Issue: 13 Pages: 3133-3148
Published: DEC 2008

Hydropeaking impact on a riparian ground beetle community

By: van Looy, Kris; Jochems, Hans; Vanacker, Stijn; et al.
RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS Volume: 23 Issue: 2 Pages: 223-233
Published: FEB 2007

Effect of silt, water and periphyton quality on survival and growth of the mayfly *Heptagenia sulphurea*

By: Peeters, Edwin T. H. M.; Brugmans, Bart T. M. J.; Beijer, John A. J.; et al.
AQUATIC ECOLOGY Volume: 40 Issue: 3 Pages: 373-380 Published: SEP 2006

Determination of the sediment transport in an armoured gravel-bed river

By: Duizendstra, HD
EARTH SURFACE PROCESSES AND LANDFORMS Volume: 26 Issue: 13 Pages: 1381-1393
Published: DEC 2001

Measuring, observing and pattern recognition of sediment transport in an armoured river using a sampler with attached underwater camera

By: Duizendstra, HD
PHYSICS AND CHEMISTRY OF THE EARTH PART B-HYDROLOGY OCEANS AND ATMOSPHERE Volume: 26 Issue: 1 Pages: 59-64
Published: 2001

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl