

Ecologische effect- en scenariostudie variabel stuwpeil Bedijkte Maas

Voor de Maas tussen Grave en Lith

Bart Peters
Remko Hoendervoogt
Alexander Klink

December 2018

Projectbegeleiding KRW-Rijkswaterstaat Zuid:
Hans Brinkhof, Tom Violier en Jan-Joost Bakhuizen

Ecologische effectstudie variabel stuwpeil Bedijkte Maas Voor de Maas tussen Grave en Lith

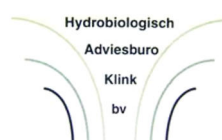
Bij dit rapport hoort een kaartenatlas met stuwpeilarealen

Bart Peters
Remko Hoendervoogt
Alexander Klink

December 2018

Foto's voorkant (Bart Peters): Stuw van Lith en een ondergelopen overstromingsvlakte

**Projectbegeleiding KRW-Rijkswaterstaat Zuid:
Hans Brinkhof, Tom Violier en Jan-Joost Bakhuizen**



Inhoud

Samenvatting.....	7
1. Aanleiding	9
1.1 Problematiek van de Bedijkte Maas	9
1.2 Voorgeschiedenis	9
1.3 Aanpak.....	10
2. Wenselijke stuwpeilvariatie en stuwpeilscenario's	11
2.1 Kenmerken van het actuele stuwpeil	11
2.2 Ecologische speelruimte in het stuwpeilbeheer.....	15
2.3 Stuwpeilscenario's.....	17
2.4 Beoordeling van de scenario's.....	31
3. Ruimtelijke analyse van een variabel stuwpeil op Maas	36
3.1 Ruimtelijke impact.....	36
3.2 Uitgevoerde projecten.....	38
3.3 Conclusies	51
4. Conclusies en aanbevelingen	52
4.1 Ruimtelijke effectiviteit	52
4.2 Gewenste stuwpeilfluctuaties	52
4.3 Uitgekiend ecologisch stuwpeilbeheer.....	52
4.4 Pilots	53
4.5 Leidraden voor inrichtingsprojecten	53
4.6 Beheer en monitoring.....	54
4.7 Nieuwe stuwen.....	54
Literatuur	56
Bijlage 1 Methodiek GIS-analyse	58
Bijlage 2 Enkele ontwerpen	59

Samenvatting

Rijkswaterstaat is vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) verantwoordelijk voor het verbeteren van de ecologische toestand en waterkwaliteit van de Maas. Een belangrijk obstakel in het bereiken van een betere ecologische situatie in de Maas is de aanwezigheid van stuwen en het vaste waterpeil dat hier tijdens lage en gemiddelde afvoeren het gevolg van is.

Het is al langer aannemelijk dat een meer variabel stuwpeil op de Maas kan leiden tot positieve effecten op de natuur van de overstromingsvlakte en de rivier, en specifieke op doelsoorten van de KRW (Peters & Klink, 2005; Geerling e.a., 2010). Sinds deze eerste studies zijn er echter veel KRW- en andere natuurprojecten langs de Bedijkte Maas uitgevoerd, waardoor grote arealen laaggelegen geulen, oevers en laagtes zijn ontstaan, die binnen het bereik van een variabel stuwpeil liggen. Daarnaast worden momenteel planvorming en verkenningen en planvorming uitgevoerd voor nieuwe inrichtingsprojecten. Bij het opstellen van deze plannen kan al rekening worden gehouden met de effecten van een variabele waterpeil op de Bedijkte Maas.

In deze studie is specifiek gekeken naar twee aspecten van een variabel peil (in relatie tot KRW-doelstellingen):

- Enerzijds is gekeken naar kansrijke en wenselijke ecologische scenario's voor een variabel stuwpeilbeheer. Hierbij zijn 4 scenario's ontwikkeld die in combinatie met elkaar tot een nieuw ecologisch stuwpeilbeheer kunnen leiden:
 - Scenario 1 'De natte overstromingsvlakte'
 - Scenario 2 'Rietland'
 - Scenario 3 'Permanent wetland'
 - Scenario 4 'Zachthoutoibos'
- Anderzijds is onderzocht wat de ruimtelijke implicaties zijn van een variabel stuwpeil. Met behulp van een GIS-analyse is voor het hele traject van de Bedijkte Maas een beeld verkregen van de oppervlaktes en arealen waarop een variabel stuwpeil tussen de 4,50 en 5,00 m +NAP inwerkt.

Beide aspecten waren tot op heden nog onvoldoende verkend.

Als onderdeel van dit onderzoek is een exercitie uitgevoerd waarbij op basis van de 4 ontwikkelde stuwpeilscenario's en verwachte ecologische effecten tot een (denkbaar) 30-jarig ecologisch stuwpeilregime is gekomen. Hierin varieert het stuwpeil met een jaarlijkse ritmiek, maar zijn ook incidentele 'events' ingebouwd. Deze events simuleren relatief "extreme" situaties (bv droogtes of overstromingen) voor bepaalde perioden, waarin de natuur teruggedet wordt of specifieke kiemingsomstandigheden worden gegenereerd voor rietland of oibos. Specifiek voor de Bedijkte Maas wordt (mede vanwege de verstuwde en laagdynamische kenmerken) waarde gehecht aan het stimuleren van een langdurig natte overstromingsvlakte, waarbij op grotere schaal plas-drassituaties tot in het begin van de zomer ontstaan die cruciaal zijn voor een grote groep aquatische ongewervelden en vissen, en daarmee voor de hele voedselketen.

In het tweede deel van deze studie is meer gekeken naar de ruimtelijke consequenties van een variabel stuwpeil. Doordat in de laatste 15 jaar veel nieuwe inrichtingsprojecten langs dit Maastraject hebben plaatsgevonden is een veel groter areaal aan oevers, ondiep water, geulen en laagtes ontstaan dat binnen het bereik van een variabel stuwpeil (4,7-5,0 m +NAP) is komen te liggen. Met een uitgebreide GIS-analyse zijn deze arealen voor het hele traject en voor de belangrijkste natuurgebieden berekend. Inmiddels zou 57 ha onder directe invloed van een 30 cm grote stuwpeilvariatie komen te vallen. Bij een grotere stuwpeilvariatie van 50 cm loopt dit op naar ruim 76 ha. Gelet op lopende verkenningen en planvorming is het mogelijk dat dit areaal de komende tijd oploopt naar 100 tot 150 ha. Een stuwpeilvariatie die oploopt tot 5,20 a 5,30 m +NAP (bij toekomstige stuwverbeteringen), zou met name van waarde zijn voor het vergroten van de natte overstromingsvlakte gedurende het voorjaar (scenario I).

Op basis van de uitgevoerde analyses en scenariostudie worden in dit rapport een aantal aanbevelingen gedaan voor de omgang met een variabel stuwpeil. Het gaat hierbij onder meer om richtlijnen voor toekomstige planontwerpen en om het uitvoeren van experimenten van effecten in kleinere, omkade pilotgebiedjes (met name in de Hemelrijkse Waard).

1. Aanleiding

1.1 Problematiek van de Bedijkte Maas

Rijkswaterstaat is vanuit de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) verantwoordelijk voor het verbeteren van de ecologische toestand en waterkwaliteit van de Maas. Een belangrijk obstakel in het bereiken van een betere ecologische situatie in de Maas is de aanwezigheid van stuwen en het vaste waterpeil dat hier tijdens lage en gemiddelde afvoeren het gevolg van is. Natuurlijke peilverschillen en ondieptes zijn verdwenen en het ontbreekt, buiten hoogwaterperioden, aan stromend water en de bijbehorende morfologische processen. Ook de kenmerkende afwisseling van droogval en (soms langdurige) overstroming in lage oevermilieus, uiterwaardkommen, plassen en strangen treedt nog maar beperkt op. Het gestuwde traject van de Benedenmaas (traject Grave-Lith, de Bedijkte Maas) lijkt in feite over lange stukken meer op een stagnant kanaal, en minder op een stromende rivier met alle bijbehorende vormen van natuurlijke dynamiek. Zowel aquatische als terrestrische flora en fauna in de rivier en haar overstromingsvlakte hebben hier sterk onder te lijden.

Mede daardoor zijn veel doelstellingen uit de Europese Kaderrichtlijn Water zijn mede daardoor moeilijk of niet haalbaar geworden. Om toch zo dicht mogelijk bij het herstellen van een vitale rivier te komen en bij de verplichtingen van de KRW, wil Rijkswaterstaat onderzoeken wat er mogelijk is met het herstel van meer natuurlijke peilfluctuaties binnen de realiteit van een gestuwd rivierpand. Hierbij heeft zij behoefte aan extra kennis over de manier waarop dit kan plaatsvinden en de effecten die dit in de praktijk zal hebben.

1.2 Voorgeschiedenis

Het is al langer aannemelijk dat een meer variabel stuwpeil op de Maas kan leiden tot positieve effecten op de natuur van de overstromingsvlakte en de rivier. In 2004-2005 is specifiek voor de Hemelrijkse Waard een eerste studie gedaan naar mogelijke ecologische effecten (Peters & Klink, 2005). Uit eerdere haalbaarheidsstudies van Deltares is gebleken dat de beste kansen hiervoor in het traject van de Bedijkte Maas liggen (de Brabants-Gelderse Maas tussen Grave en Lith; Geerling, Buijse & Van Kouwen, 2010). Langs andere gestuwde trajecten, met name langs de Noord-Limburgse Terrassenmaas, loopt het landschap relatief snel op; de zones waarop peilvariaties dan invloed hebben, zijn vaak erg beperkt. Bovendien is hier grondwater, in plaats van rivierwater, de dominante factor in de oude restgeulen en Maasmeanders (Peters, 2018).

Sinds de eerste effectstudie uit 2004 (Peters & Klink, 2005) is er langs de Bedijkte Maas veel veranderd. In tal van uiterwaarden zijn nieuwe natuurontwikkelingsprojecten aangelegd, in de vorm van hoogwatergeulen, uiterwaardverlagingen en het uitgraven van de oude boogmeanders die in de jaren '30 tijdens de kanalisaties van ing. Lely waren dichtgegooid. De meest spectaculaire verandering heeft zich voorgedaan in de Hemelrijkse Waard, waar ruim 200 ha rivierdal is heringericht. Over grote stukken is het maaiveld daar binnen bereik van stuwpeilvariaties gekomen. Ook bij o.a. Keent, Batenburg en bij Maasbommel zijn nieuwe geulen en ecologische herstelprojecten aangelegd, vaak in combinatie met een verbeterde hoogwaterveiligheid en de winning van keramische klei.

Naar de toekomst toe staan meer projecten op stapel, waaronder de herinrichting van de uiterwaarden bij Dieden en Demen (project Natuurmonumenten en K3Delta) en herstel van de boogmeander in de Diedensche Uiterdijk en de Waarden, die ook opgenomen zijn in de verkenning van het project "Meanderende Maas". Dit laatste programma heeft ook ideeën uitgewerkt voor andere uiterwaarden langs de Bedijkte Maas, waar ecologisch herstel van de oude boogmeanders, gecombineerd kan worden met de winning van dijkklei voor de aanstaande dijkverbeteringen op dit traject.

Mede gelet op de aanzienlijke nieuwe arealen waarop een variabel stuwpeil kan ingrijpen, en de inrichtingsprojecten die nog aanstaande zijn, is het vraagstuk van een meer variabel stuwpeil actueler dan ooit. Rijkswaterstaat heeft Bureau Drift gevraagd, in samenwerking met Adviesbureau Lievense en Hydrobiologisch Adviesburo Klink, een ecologische effectstudie voor de hele Bedijkte Maas uit te voeren.

1.3 Aanpak

Het is in deze studie nadrukkelijk de bedoeling geweest om voort te bouwen op de eerdere exercities uit 2005 (Drift) en 2010 (Deltares). Hierin is al uitgebreid in gegaan op potentiële ecologische effecten van een meer variabel stuwpeil. In de voorliggende studie is daarom specifiek ingezet op, aspecten van het variabel stuwpeil die nog minder goed uitgewerkt waren. Het gaat hierbij specifiek om:

- **Kansrijke ecologische stuwpeilscenario's langs de Bedijkte Maas (H2):** Er is gezocht naar verschillende stuwpeilscenario's die enerzijds reëel zijn in de actuele situatie, anderzijds allemaal verschillende effecten op het ecosysteem van de Maas uitoefenen. Met deze scenario's kan dus gestuurd worden op een verschillende landschapsontwikkeling en effecten op flora en fauna. Door een combinatie van scenario's kan uiteindelijk tot een uitgekiend peilbeheer worden gekomen, met maximale ecologische voordelen. Hierbij kan ook gericht rekening worden gehouden met andere functies in en rond het rivierdal, zoals scheepvaart, landbouw en waterbeheer binnendijks. Ecologische effecten van een variabel stuwpeil worden onder deze scenario's besproken.
- **De ruimtelijke effecten van een variabel stuwpeil (H3):** Tot op heden ontbrak een goed ruimtelijk beeld van de effecten van een variabel stuwpeil op dit traject. Hoe groot zijn effecten in termen van oppervlakte en schaal, en waar concentreren ze zich op het traject van de Bedijkte Maas? Hiertoe is, als onderdeel van deze rapportage een kaartenatlas opgesteld, met de zonering van een variabel stuwpeil, en zijn oppervlaktebepalingen in GIS gedaan.

Aan het eind van deze **rapportage (H4) volgt een serie aanbevelingen** voor de omgang met een variabel stuwpeil en een aantal richtlijnen voor (nieuwe) (KRW-)projecten om bij inrichting optimaal in te spelen op een variabel stuwpeil.

2. Wenselijke stuwpeilvariatie en stuwpeilscenario's

2.1 Kenmerken van het actuele stuwpeil

2.1.1 EEN TECHNISCH-FUNCTIONELE SPEELRUIMTE

In de verkennende studie uit 2005 (Peters & Klink, 2005) staat reeds uitgewerkt wat vanuit techniek, scheepvaartbelangen en enkele andere functies de speelruimte is voor een variabel stuwpeil. We zullen dit in deze studie slechts kort samenvatten. Ook de studie van Deltares uit 2010 gaat in op randvoorwaarden en eisen van andere functies dan ecologie, ook in andere stuwpanden dan die van Lith (Geerling e.a., 2010).

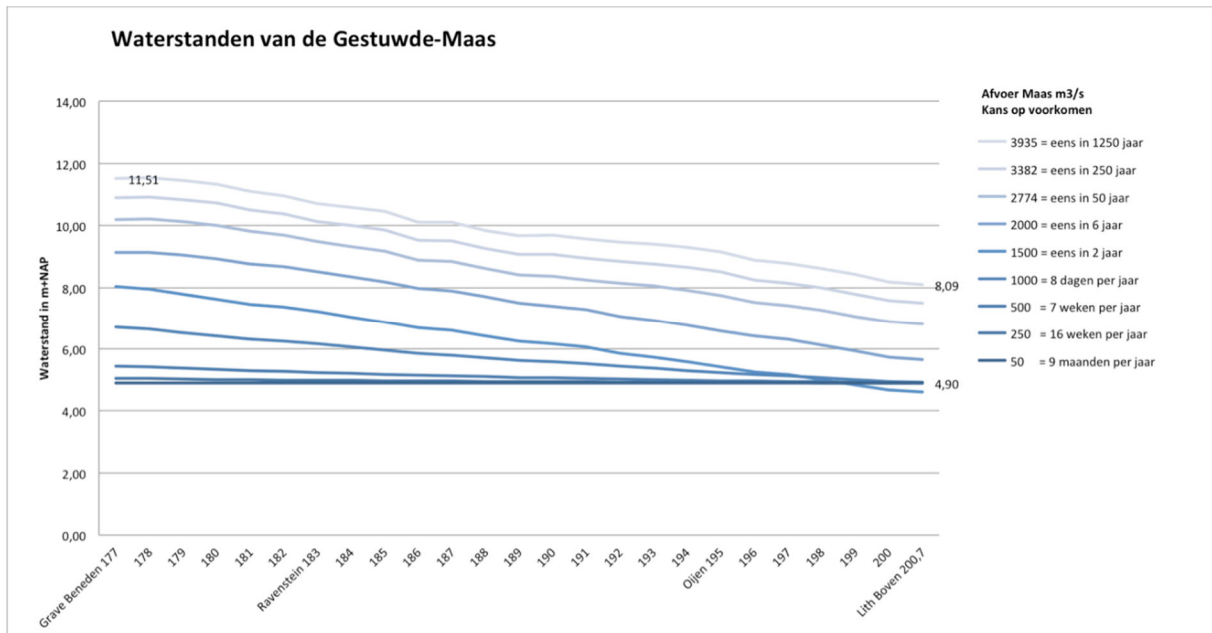
Technisch kan de huidige stuw van Lith opgezet worden van de actuele 4,90 m +NAP (standaard stuwpeil) naar 5,00 m +NAP. Daarnaast is er vanuit scheepvaartbelangen momenteel een maximale daling van het stuwpeil tot ca. 4,70 m +NAP mogelijk. De vaardrempel benedenstrooms van de stuw Grave bevindt zich op 1 m +NAP. De gegarandeerde afluaddiepte voor de scheepvaart bedraagt 3,20 m. Daarbij komt nog een kielspeling van 50 cm. Hierdoor treden er bij een waterstand in het stuwpand Lith van 4,70 m +NAP normaal gesproken geen problemen op voor de scheepvaart (indien de vaargeul ook daadwerkelijk op diepte is). Daarnaast dient rekening gehouden te worden met effecten op grondwater, met name in binnendijkse gebieden. Waterstanden en kweleffecten binnendijks veranderen immers bij andere waterpeilen op de gestuwde Maas.

Deze peilfluctuaties lijken beperkt, maar ze kunnen toch bepalend zijn voor toekomstige ontwikkelingen in de (natuur)gebieden langs de Maas, met name waar zich veel areaal met een bodemhoogte van rond de 4,70 à 5,00 m +NAP bevindt. Om die reden is voor de areaalstudies in dit voorliggende onderzoek ook vooral gekeken naar gebieden met relatief veel areaal binnen deze maaiveldhoogte. Overigens liggen waterstanden bij het gangbare stuwpeil bovenstrooms in het stuwpand altijd iets hoger dan benedenstrooms, omdat er ondanks verstuwning toch nog altijd een klein verhang op de Maas zit. Nabij Balgoij en Grave zal dit effectief neerkomen op een stuwpeilvariatie van ca. 4,75 à 5,05 m +NAP bij normale zomerstanden.

Naar verwachting zullen de actuele stuwen op de Maas binnen ca. 20 jaar afgeschreven zijn. Dat betekent dat nagedacht moet worden over de ontwerpseisen voor nieuwe stuwen en de functionaliteit ervan. Dit geeft ook een mogelijkheid om nieuwe stuwen beter toegerust te maken voor het werken met variabele stuwpeilen. De voorliggende ecologische effectstudie geeft input voor deze eisen.

Rivierkundige data voor de Bedijkte Maas:

Huidig stuwpeil	4,90 m +NAP
Normaal hoogwater (1/10)	5,7 m +NAP stuw Lith-boven, 8,9 m +NAP stuw Grave-beneden
Extreem hoogwater (1/100)	7,0 m +NAP stuw Lith-boven 10,3 m +NAP stuw Grave-beneden
Vrij afstromend	vanaf 800 m ³ /s (8-15 dagen/jaar)
Extreme afvoer (1/100)	ca. 3200 m ³ /s meetpunt Borgharen-dorp
Maximaal stuwpeil	5,00 m +NAP



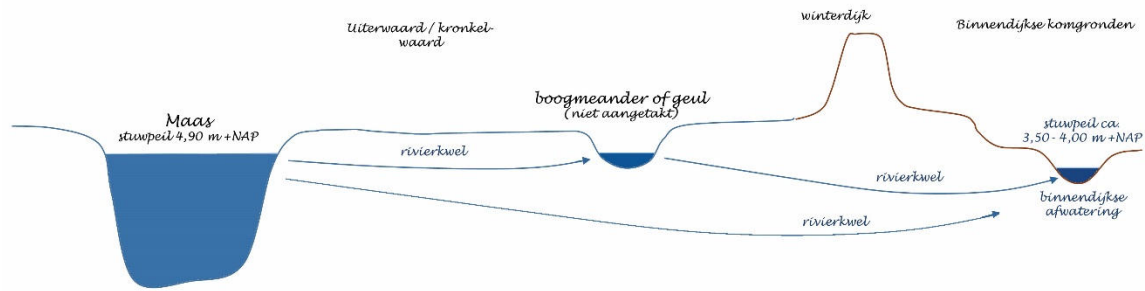
Figuur 1 Het waterstandsverloop binnen het stuwpand Lith bij olopende afvoeren / aflopende overschrijdingskansen (meetpunt Borgharen-dorp).

2.1.2 OMGEKEERD PEILREGIME

RIVIERKWEL

Een belangrijk hydrologisch kenmerk in het Bedijkte-Maastraject is het gegeven dat de waterstand op de rivier in de actuele gestuwde situatie (4,90 m +NAP) in de benedenstroomse helft hoger ligt dan binnendijks. Waterschap Aa en Maas houdt door afwatering via de Hertogswetering vaste zomer- en winterpeilen in stand. Hierbij is het gebied van de Beersche Overlaat verdeeld in losse eenheden (peilvakken), waarbinnen een vast grondwaterpeil wordt nagestreefd. Naar het westen toe wordt de nagestreefde waterstand per peilvak steeds lager. De waterstanden in sloten en lossingen variëren grofweg van 3,50 m+ NAP ten zuidwesten van de Hemelrijkse Waard, tot ca. 5,30 m +NAP nabij de Middelwaard bij Ravenstein. Ten westen van ca. de dorpen Haren en Demen ligt de waterstand binnendijks lager dan buitendijks, oostelijk hiervan (bovenstrooms) is de waterstand binnendijks juist hoger dan het stuwpeil op de Maas. In de winter verschuift dit omslagpunt iets verder naar het oosten omdat dan de binnendijkse waterpeilen ten behoeve van de landbouw lager worden afgesteld.

Het gevolg is dat de Maas ten westen van de Diedensche Uiterdijk niet drainerend werkt, maar via de ondergrond juist water verliest aan het binnendijkse gebied. Dit effect van rivierkwel is in de winter sterker dan in de zomer, omdat het waterschap dan de binnendijkse peilen 0,20 tot 0,40 m lager houdt dan in de zomer.



Figuur 2 Schematische weergave van grondwaterstromen langs een doorsnede in het westelijke traject van de Bedijkte Maas.

ECOLOGISCH BENUTTEN VAN RIVIERKWEL

Dit peilverschil tussen binnen en buitendijks kan ecologisch worden benut door er in inrichtingsplannen rekening mee te houden. Wanneer nieuw uit te graven maasmeanders niet rechtsreeks op de rivier aan te takken (zie bijvoorbeeld het ontwerp van de Diedensche Uiterdijk in § 3.2.5), ontstaat een rivierkwalstroom vanuit de Maas naar de nieuwe geulen. Dit zorgt voor een veel betere waterkwaliteit in deze geulen en sluit ook goed aan bij de herstelkansen van laagdynamische geulen en riviermoeras met rijke waterplantenbegroeiing. In de jaren '50 is uit de Diedensche Uiterdijk bijvoorbeeld nog Krabbenscheer bekend (Westhoff e.a., 1981), een waterplant die sterk afhankelijk is van helder, mineraalrijk (maar zwavelarm) en mesotroof water. Ook binnendijks zijn er kansen voor kwelgevoede natuur, met name net achter de winterdijk. Een ander belangrijk voordeel van het niet aantakken van geulen en oude boogmeanders is het tegengaan van rechtstreekse instroom van relatief eutroof en vervuild Maaswater. Ook vertroebelende en versturende effecten van golfslag door de scheepvaart krijgen daarmee geen kans.

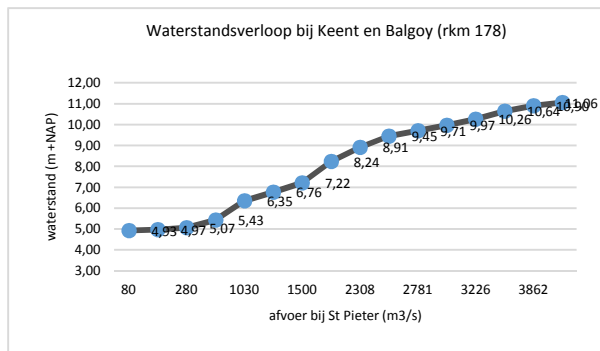
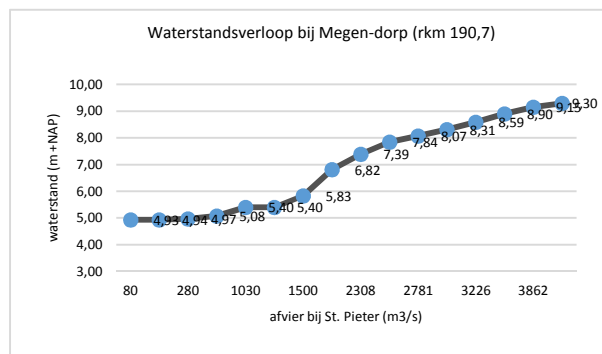
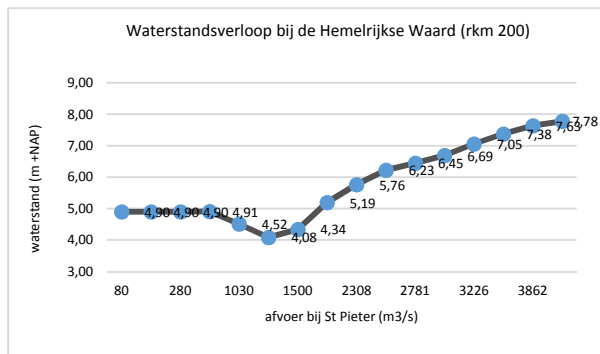
Voor het stuwwaardebeheer betekent dit dus dat bij hogere peilen meer rivierkwal optreedt van de rivier naar de uiterwaarden en binnendijkse gebieden en bij lagere peilen juist minder.

2.1.3 OMGEKEERD WATERSTANDSVERLOOP BIJ STIJGENDE WATERSTANDEN

Een ander opvallend hydrologisch aspect van het peilbeheer op dit riviertraject treedt op bij stijgende waterstanden. Als de afvoer op de rivier ca. 800 m³/s bereikt wordt de stuw gestreken. Op dat moment is de Maas vrij afstromend en ongestuwd.

Het strijken van de stuw gebeurt echter bij lagere afvoeren, dan die corresponderen met een waterstand gelijk aan het stuwwaarde (4,90 m +NAP). Hierdoor daalt de waterstand in de Bedijkte Maas eerst, voordat ze weer doorstijgt. Dit effect treedt op tot even benedenstrooms van Megen. Bij Lith-boven bedraagt die daling maar liefst bijna één meter (tot ca. 4,0 m +NAP). Pas bij afvoeren boven ca. 1800 m³/s stijgen waterstanden rond Lith weer tot boven het standaard stuwwaarde niveau van 4,9 m +NAP (zie Figuur 3a).

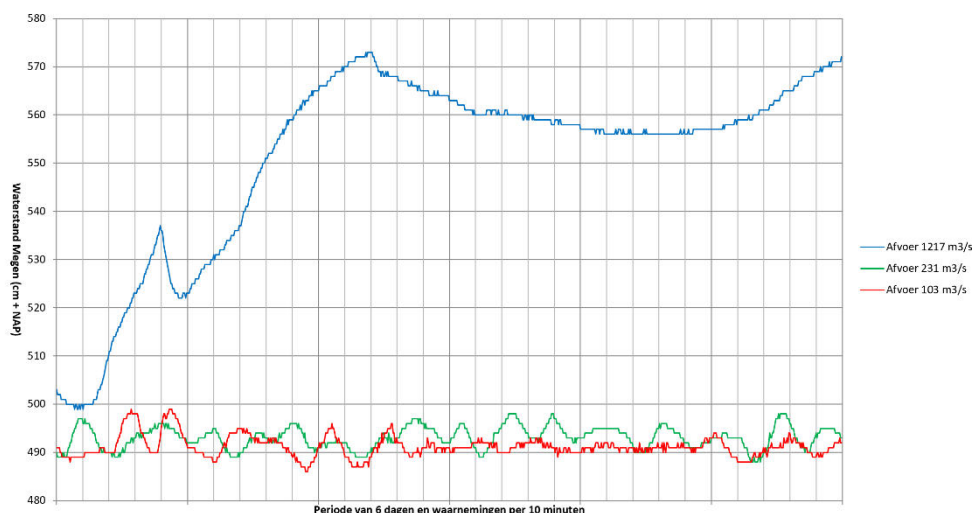
Bij de inrichting van de Hemelrijkse Waard is rekening gehouden met dit a-typische waterstandsverloop bij stijgende afvoeren, door droogvallende zandplaten in de grote oevergeul op te nemen, die tussen 800 en 1500 m³/s kunnen droogvallen. Hierdoor ontstaan tijdelijke slikplaten en ondiep water, die van grote waarde kan zijn voor foeragerende steltlopers, lepelaars en wintergasten langs de Maas.



Figuur 3a,b,c De relatie tussen afvoer (meetpunt St. Pieter/Maastricht) en de waterstand op drie meetpunten langs de Bedijkte Maas.

2.1.1 DAGELIJKSE PIEKJES IN HET STUWPEILNIVEAU

Hoewel we in theorie uitgaan van een vast stuwpeil van 4,90 m +NAP, zit er in de praktijk variatie in het actuele stuwpeil. Dit hangt vooral samen met de aanwezigheid van een waterkrachtcentrale naast de stuw. Hierdoor ontstaan bij lage en gemiddelde afvoeren dagelijkse fluctuaties van ca. 10 cm (Figuur 4). Dit is niet optimaal in relatie tot ecologische effecten van een variabel stuwpeil tussen 4,70 en 5,00 m +NAP, omdat het moeilijker wordt dit verschil te benutten in een ecologisch peilregime (het is er al, maar dan met een dagelijkse, buiten het getijdenrivierengebied, onnatuurlijke ritmiek).



Figuur 4 peilverloop op de Maas bij Megen bij verschillende afvoeren. Bij lage en gemiddelde afvoer is sprake van dagfluctuaties veroorzaakt door de WKC.

2.2 Ecologische speelruimte in het stuwpeilbeheer

2.2.1 NIEUW LANDSCHAPSECOLOGISCH DNA VAN DE GESTUWDE RIVIER

Hoewel variabele waterstanden passen in een natuurlijk functionerend riviersysteem, zitten er grenzen aan wat wenselijke variaties zijn in (menselijk bepaalde) stuwpeilen. Niet elke variatie in het stuwpeil is wenselijk en niet elke peilvariatie heeft dezelfde effecten, zowel op het voorkomen van soorten als op de volledige landschaps- en vegetatieontwikkeling van een gebied. Het is in gestuwde riviersystemen zeker niet zo dat een maximale peilvariaties ook ecologisch het meest gunstig is. Immers het DNA van dit soort rivierlandschappen is definitief veranderd. Stroming en grote peilverschillen zijn verdwenen en kunnen zonder het verdwijnen van de stuwen ook niet terugkeren. In plaats daarvan zijn nieuwe karakteristieken en een “nieuw landschapsecologisch DNA” ontstaan, dat zich vooral gekenmerkt door ecologische ontwikkelingskansen voor permanent natte, laagdynamische rivierecosystemen (zie www.smartrivers.nl, poster en reviewdocument Bedijkte Maas). Met andere woorden: riviermoerassen, plas-drasmilieus, waterplantenvegetaties en rietland zijn kansrijk geworden, terwijl stromende geulen en morfologisch actieve zandafzettingen en zandplaten nauwelijks meer mogelijk zijn.

Het is derhalve van belang ook binnen een dergelijk laagdynamisch scenario te blijven ontwerpen en beheren. Daarbinnen kunnen vervolgens met relatief kleine peilverschillen toch grote effecten bereikt worden. Gedacht kan worden aan het laten ontwikkelen van rietland door sporadische droogval in de zomer (kieming stimuleren) of het langdurig vernatten van laaggelegen overstromingskommen in het voorjaar, waar een grote rijkdom aan vogels op af komt (zie hierna onder scenario's).

2.2.2 OPTIMALE PEILVARIATIE

JAARLIJKSE PEILFLUCTUATIES

Stel dat er geen technische of maatschappelijke grenzen aan het variëren met het stuwpeil zouden zitten? Wat zou dan een wenselijke variatie zijn? Dit is sterk afhankelijk van de doelstellingen die je met een gebied hebt, zoals we hierna ook zullen zien in de beschreven scenario's. Als we een relatief stabiel wetland willen stimuleren dat is een relatief stabiel stuwpeil, met slechts af en toe peilfluctuaties, een voorwaarde. Als we juist tijdelijke plasdrasmilieus willen realiseren, waarin ook visvrije wateren ontstaan, dan is het jaarlijks droogvallen van waterpartijen en overstromingsvlakte in de zomer cruciaal; er zal dan dus (iets) meer peilvariatie nodig zijn.

Binnen een gestuwd, laagdynamisch riviersysteem lijkt een jaarlijkse stuwpeilvariatie van 0,50 meter voldoende om goed aan te sluiten bij de gewenste dynamiek in dit soort systemen. Peilfluctuaties groter dan ca. 1 meter kunnen langs dit traject voor ongewenste uitdroging van moerassen en waterpartijen zorgen, omdat veel waterpartijen niet dieper zijn dan dat. Ze zijn meer kenmerkend voor ongestuwde of hoogdynamische riviertrajecten.

Voor het vergroten van natte plasdrassituaties in de overstromingsvlakte is een peilvariatie omhoog belangrijk, bijvoorbeeld richting de 5,30 of zelfs 5,50 m +NAP (zie scenario 1 in § 2.3.1). Voor andere ecologische effecten, zoals incidentele riet- of wilgenkieming is een variabel peil naar beneden juist wenselijk (zie bijv. scenario 2 en 4, § 2.3.2 en § 2.3.4).

INCIDENTELE PEILVARIATIES EN PERIODIEKE EXTREMEN

Incidenteel kunnen wat grotere variaties optreden, waarbij we extremen in de natuur simuleren die een specifieke ontwikkeling op gang kunnen brengen die nog jarenlang doorwerkt. Denk hierbij bijvoorbeeld aan periodiek kiemmomenten creëren voor helofyten (o.a. riet) of ooibos door een beperkte tijd een lage waterstand in te stellen. Ook kunnen we voor enkele maanden een zeer hoge waterstand instellen, die bijvoorbeeld voor 'verdrongen ooibos' zorgt (zie hierna bij de scenario's). Dit zijn situaties die niet al te vaak mogen voorkomen, bijvoorbeeld slechts eens in de 10 tot 30 jaar (afhankelijk van het ecologisch doel). Als ze te vaak worden opgezocht kunnen ze ook schadelijk worden voor het ecosysteem van de Maas.

2.2.3 RELATIE MET HET TERREINBEHEER

Het ecologische resultaat van een variabel stuwpeil is niet alleen afhankelijk van het waterpeilbeheer. Zeker zo belangrijk is het terreinbeheer van aangrenzende droge gronden (Vulink, 2001; Vulink e.a., 2009). Dit geldt in hoge mate voor de ontwikkeling van riet, helofytenvegetaties en waterplanten, in wat mindere mate voor het al dan niet ontwikkelen van oobos.

Rietland zal niet of niet eenvoudig tot ontwikkeling komen in begraasde situaties. Runderen of andere grazers houden de oevervegetatie kort, maar faciliteren daarmee vooral ook biotoop voor ganzen en andere grazende (water)vogels (Vulink e.a., 2009; Rimmelzwaal & Verheule, 1999). Ganzen kunnen in grote aantallen op kort geGraasde oevers voorkomen en vreten daarbij oevervegetaties (inclusief wortelstokken) en in de zomer ook waterplanten weg. Waar de begroeiing ruiger wordt en afgewisseld met (stukken) oobos voelen ganzen zich al snel minder goed thuis (mede door toenemende predatiekansen), en krijgt de oevervegetatie een grotere kans op ontwikkeling.

Rietland en een rijke waterplantenbegroeiing zijn derhalve alleen kansrijk op plaatsen waar door de terreingesteldheid, door terugbrengen van begrazingsdichtheden of door het fysiek afrasteren van oevers en plassen, begrazingsarme of begrazingsvrije zones aanwezig zijn. Laaggelegen natte graslanden en plasdrassituatie, die bijvoorbeeld in trek zijn bij weidevogels, zijn juist weer afhankelijk van het optreden van voldoende begrazing.



Figuur 5 Begrazing door grote aantallen ganzen (gefaciliteerd door runderbegrazing), zoals hier langs de Maasarm bij Keent, zal, ook bij een gunstig waterpeilbeheer, de ontwikkeling van rietland sterk bemoeilijken of onmogelijk maken.

2.3 Stuwpeilscenario's

De effecten van een variabel stuwpeil behandelen we hieronder aan de hand van een 4-tal kansrijke ecologische scenario's. Elk scenario grijpt in op een ander onderdeel of proces van het rivierecosysteem langs de Bedijkte Maas, en geeft een andere vegetatieontwikkeling en soortontwikkeling in het gebied.

Scenario's zijn niet op zichzelf staand maar kunnen naast elkaar uitgevoerd worden en deel uitmaken van een uitgekiend stuwbeheerplan, dat over de jaren heen bijdraagt aan de ontwikkeling van het uiterwaardenlandschap en de onderwaterwereld van de boogmeanders en geulen langs de Bedijkte Maas. In de eerdere studie van Bureau Drift naar een variabel stuwpeil uit 2004/2005 (Peters & Klink, 2005) is al geconcludeerd dat met verschillende stuwpeilregimes ook op verschillende manieren gestuurd kan worden op de ontwikkeling van vegetaties (ecotopen) en op de volledige successierichting van gebieden. Hierbij zijn destijds enkele scenario's uitgewerkt voor de Hemelrijkse Waard.

In de voorliggende studie zijn scenario's verder uitgebouwd en ingevuld, met name ook toegespitst op de kansen in de verschillende nieuw ingerichte gebieden (zie ook H3). Hierbij zijn scenario's gekozen op basis van specifieke ecologische doelen en effecten. Scenario's kunnen elkaar aanvullen door ze bijvoorbeeld in verschillende jaargetijden toe te passen of slechts periodiek/spaarzaam te laten optreden.

2.3.1 SCENARIO I 'DE NATTE OVERSTROMINGSVLAKTE'

BESCHRIJVING

Eén van de belangrijkste ontbrekende schakels in ons huidige rivierengebied is het optreden van langdurige, ondiepe overstromingen in de lage overstromingsvlakte langs de rivier, met name in het voorjaar. Langs natuurlijke rivieren treedt dit fenomeen op grote schaal op, vooral in de winterperiode en het voorjaar tot begin juni. Hoogwater wordt ingevangen in laaggelegen delen van de overstromingsvlakte en kan daar soms maanden blijven staan. Doorgaans drogen dit soort gebieden in de zomer weer uit, hoewel hier grote verschillen tussen jaren in kunnen bestaan.

Hoewel het rivierengebied in Nederland nog steeds regelmatig onder water staat, is er in de huidige situatie nauwelijks meer sprake van een langdurig natte overstromingsvlakte. Het rivierengebied bestaat hoofdzakelijk uit permanent natte delen (hoofdgeul en zijgeulen) en langdurig droge delen (uiterwaarden); gebieden met een overstromingsfrequentie van 50-150 dagen per jaar komen nauwelijks meer voor (Reeze e.a., 2005). Dit hangt vooral samen met:

- Het opslibben van uiterwaardgronden door de tijd heen, waardoor ze hoger zijn komen te liggen
- Het insnijden van het zomerbed langs veel riviertrajecten, door normalisatie en vaarwegbeheer
- Het afkoppelen van de komgebieden door bedijking, waardoor het areaal aan laaggelegen overstromingsgebieden sterk afnam
- De aanwezigheid van zomerkades, waardoor voorjaarsoverstromingen minder vaak optreden.

GEWENST STUWPEILBEHEER

De Bedijkte Maas kent door zijn relatief hoge stuwpeil relatief goede kansen voor langdurig natte gebieden. Dit scenario simuleert langdurig natte uiterwaarden in het voorjaar, een fenomeen dat vooral bekend is van laagland- en gletsjerrivieren die aan het eind van de winter veel water geleidelijk aangevoerd krijgen. In de zomer vallen deze uiterwaardgronden weer droog (anders is er sprake van permanent water).

In de (actuele) situatie van de Bedijkte Maas wordt de waterstand in de loop van de winter opgezet naar 5,00 m +NAP, om vervolgens vanaf eind mei weer geleidelijk af te nemen naar 4,70 a 4,80 m +NAP in de zomerperiode (zie grafiek).

Mochten er in de toekomst een nieuwe stuw gerealiseerd worden bij Lith, dan profiteert dit scenario sterk van een mogelijkheid om hogere standen dan 5,0 m +NAP te realiseren. Wanneer het stuwpeil technisch opgezet

kan worden naar 5,30 of zelfs 5,50 m +NAP, ontstaan er immers beduidend grotere arealen die onder water kunnen komen te staan.



Figuur 6 Een natte overstromingsvlakte in het voorjaar.



Figuur 7 Stuwpeilverloop van het scenario 'Natte Overstromingsvlakte', waarbij in het voorjaar laaggelegen delen onderlopen en gedurende de zomer de waterstand zakt.

ECOLOGISCHE EFFECTEN

De natte overstromingsvlakte staat aan de basis van de voedselketen langs onze rivieren. Langs natuurlijke laaglandrivieren is het hele voorjaar sprake van grote arealen plas-drasgebieden waarin een grote rijkdom aan vis (o.a. Kleine en Grote modderkruiper, Bittervoorn, Paling, maar ook veel (jonge) witvis) en aquatische ongewervelden. Het onderlopen van uiterwaardgebieden valt traditioneel samen met de paaiperiode van veel vissoorten, die de ondergelopen gebieden gebruiken voor voortplanting. Juist ondiep water met veel (soms land)vegetatie vormt een optimaal opgroei gebied voor veel jonge vis. Daarmee zijn de natte vlakten cruciaal voor bijvoorbeeld (water)vogels die in deze tijd hun jongen groot brengen, maar ook voor de samenstelling van het visbestand voor het rivierensysteem als geheel.

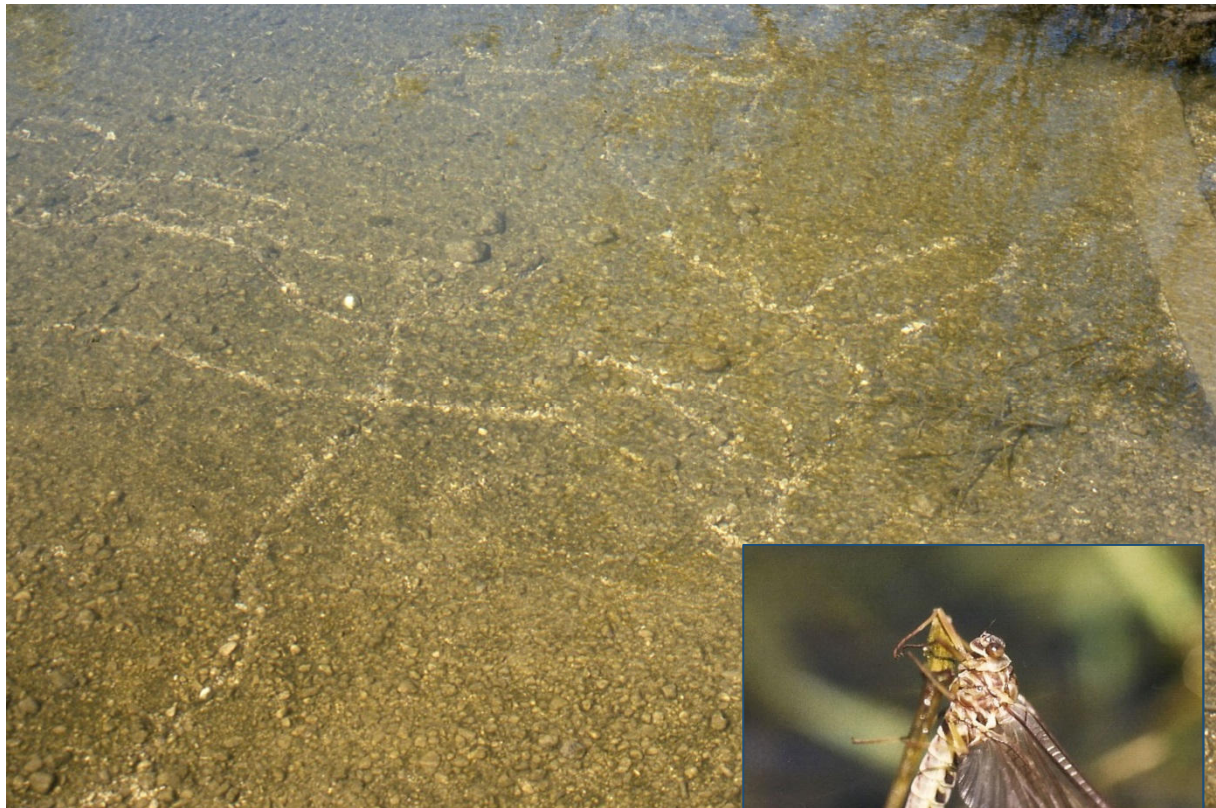
De plas-drasgebieden zijn bovendien een belangrijk toevluchtsoord voor ongewervelde waterdieren (Klink en Bij de Vaate, 1994). Dit hangt vooral samen met drie kenmerken:

- **Ondiep water:** In ondiep water kan licht doordringen tot op de bodem, waardoor waterplanten en benthische algen (algen op bomen en vaste materialen, zoals hout) de zonne-energie doorgeven aan de voedselketen. Ondiep water is ook van belang voor groepen die ademhalen aan de lucht (bv. Longslakken, echte libellen, Waterkevers en Waterwantsen). Ze kunnen zich optimaal richten op het vergaren van hun voedsel.
- **Helder water:** Helder water is een voorwaarde voor de ontwikkeling van waterplanten, maar minstens even belangrijk, ook voor de ontwikkeling van vastzittende algen. Waar waterplanten vooral beschutting bieden tegen predatie door vis, vormen ze met de ondiepe bodem de aanhechtingplaatsen van vastzittende algen. Deze algen zijn het echte bulkvoedsel voor de grazende ongewervelden (bv. Veel slakken, larven van Eendagsvliegen, Kokerjuffers, Dansmuglarven). Helder water is ook de voorwaarde voor de zichtjagers (Libellen, Watermijten, Waterwantsen en Waterkevers).
- **Droogvallend:** Droogvallen is een proces waarbij een gemeenschap wordt gereset. Alles wat daar niet aan is aangepast verdwijnt uit dit systeem en het nageslacht zal min of meer bij toeval kunnen rekoloniseren (zoals vissen die bij hoogwater meegevoerd worden). De grootste groep in deze wateren qua biodiversiteit en vermoedelijk ook qua biomassa zijn insecten, die bij droogval kunnen uitvliegen en hun eieren afzetten op plekken die geschikt zijn voor de ontwikkeling van de volgende generatie. De meeste van deze soorten komen ook voor in permanente wateren, maar er zijn ook soorten die hun cyclus volledig afstemmen op droogval, zoals de Eendagsvlieg *Siphonurus*, hier uitsluitend in de overstromingsvlakte van de Lotharingse Maas.

Deze wetlands worden bovendien gekenmerkt door een grote rijkdom aan vogels, waaronder soorten als Porseleinhoen, Waterral, Watersnip, Kwartelkoning, Grote zilverreiger, Roerdomp, IJsvogel en talloze steltlopers. Daarnaast vormen plasdrasgebieden in het voorjaar een cruciaal foerageerbiotoop voor weidevogels als Kemphaan, Tureluur en Grutto. Het ontbreken hiervan is één van de belangrijkste oorzaken voor de nog steeds dalende weidevogelstand in Nederland. Ook voor soorten als Waterspitsmuis, Otter, Ringslang, Watervleermuis en tal van amfibieënsoorten zijn dit waardevolle biotopen.

Niet alleen de hoge voorjaarsstand, maar ook het droogvallen in de zomer is ecologisch van belang. Hierdoor worden allerlei (tijdelijke) wateren weer vrij van (roof)vis. In droogvallende wateren dienen zich daardoor nadrukkelijk kansen aan voor amfibieën en hierop jagende ringslangen en ooievaars (witte en zwarte). Met het periodiek droogvallen van wateren blijft het aandeel aan prederende roofvissen klein en is vooral de overlevingskans van larven van amfibieën beduidend groter. Dit geldt vermoedelijk voor alle amfibieënsoorten, hoewel voor soorten als Groene kikker, Boomkikker en Kamsalamander het droogvallen niet dusdanig langdurig moet zijn dat een rijke waterplantengroei in gevaar komt. Tevens zal voor deze “late” amfibieën het droogvallen van wateren vóór juli al gauw tot verminderd voortplantingssucces leiden. Voor pioniersoorten als Rugstreeppad, Knoflookpad en Gewone pad kan het droogvallen ook tot tijdelijke vergroting van aantrekkelijke pioniersituaties leiden.

Ook de diversiteit van de aquatische macrofauna profiteert sterk van periodieke droogvalling. Een grote groep macrofaunasoorten is aangepast aan droogvallende milieus. Juist deze groep komt inmiddels nauwelijks meer in de Nederlandse uiterwaarden voor.



Figuur 8 Sporen van slakken die algen afgrazen van de bodem (Lotharingse Maas) en de eendagsvlieg Siphonurus (inzet) uitsluitend langs de Lotharingse Maas.

Droogvallende wateren trekken steltlopers (Tureluur, Kievit, Groenpootruiter, Witgatje, plevieren), reigerachtigen (Grote zilverreiger, Lepelaar, Zwarte ooievaar) en soorten als Watersnip aan die foerageren op de aanwezige macrofauna.

Mede afhankelijk van de nieuwe inrichting zullen ook op grotere schaal kansen ontstaan voor rivierpioniers als Bruin cypergras, Slijkgroen en Klein vlooienkruid, die met het huidige stabiele peil weinig geschikte droogvallende oevers vinden.

Ook biogeochemisch is de afwisseling van vernatting en droogval van belang. Bij natuurlijke peilfluctuaties wordt de bodem bij dalende waterstand geoxideerd, waardoor er driewaardig ijzer ontstaat dat een sterke binding aangaat met fosfaat. Daarnaast treedt nitrificatie op (omzetting ammonium naar nitraat) en wordt organisch materiaal afgebroken. Door droogval wordt eutrofiëring dus tegengegaan. Als in de winter het water stijgt wordt hieruit het fosfaat verwijderd en kan opgehoopt organisch materiaal afgevoerd worden. Bij permanente inundatie wordt deze zuiverende werking van de bodem niet benut. Het fosfaat wordt niet afgevangen en organisch materiaal hoopt zich op en kan leiden tot zuurstofloosheid en denitrificatie (omzetting ammonium naar stikstof).

RELATIE MET UITERWAARDINRICHTING

- Voor dit scenario is het van belang dat er voldoende areaal in de overstromingsvlakte ligt dat zich net onder het hoogste stuwpeil bevindt. In de actuele situatie, met een maximaal stuwpeil van 5,00 m +NAP dienen er oppervlaktes met een maaiveldhoogte van 4,90-5,00 m +NAP aanwezig te zijn. Wanneer het zomerpeil tot 4,70 m +NAP mag dalen, is terrein met een maaiveldhoogte tussen 4,70 en 5,00 m +NAP geschikt.
- Het is denkbaar dat delen van de Lelyzone (zie § 2.3.4), die nu al relatief laag is en sterk vergraven is hiervoor in aanmerking kan komen. Dit geldt zeker wanneer hier in het kader van toekomstige projecten (KRW of project Meanderende Maas) maaiveldverlaging of geulaanleg mocht gaan plaatsvinden. Ecologisch beschouwd zou maaiveldverlaging bij voorkeur niet vlakdekkend moeten plaatsvinden, maar kan in de vorm van ondiepe geulen of plasdraslaagtes; dit leidt immers tot meer ruimtelijke variatie en diversiteit.
- Ook langs nieuw te graven geulen en opnieuw uitgegraven Maasmeanders kan een relatief brede zone tussen de 4,70 en 5,00 m +NAP aangelegd worden, waardoor dit scenario optimaal kansrijk wordt.
- Het is gunstig wanneer dit soort plasdrasmilieus niet (langdurig) onder directe invloed van de rivier staan, onder meer om vertroebeling en scheepvaartgolfslag te voorkomen.

2.3.2 SCENARIO II 'RIETLAND'

Dit scenario richt zich op het optimaliseren van de ontwikkelingskansen voor rietland langs de Bedijkte Maas. Rietland is in het rivierengebied steeds zeldzamer geworden, met name doordat grote arealen met een continu hoge grondwaterstand steeds schaarser zijn geworden. Dit hangt samen met de grotere waterstandsverschillen door het jaar heen veroorzaakt door normalisatie en insnijding van het zomerbed, het ontkoppelen van natte komgronden door bedijking en het daarmee samenhangende opslibben van uiterwaardgebieden.

Juist langs de Bedijkte Maas zijn vanwege de verstuwning en de zeer beperkte peilverschillen goede kansen voor herstel. Met name het benedenstroomse gebied ten westen van Megen lijkt kansrijk, omdat hier de waterstandspieken het laagst zijn.



Figuur 9 Brede kraag waterriet in het Benedenrivierengebied; door het verstilde karakter van de gestuwde Maas is rietland ook hier kansrijk geworden, mits er zones rond en net onder stuwpeil aanwezig zijn.

GEWENST STUWPEILBEHEER

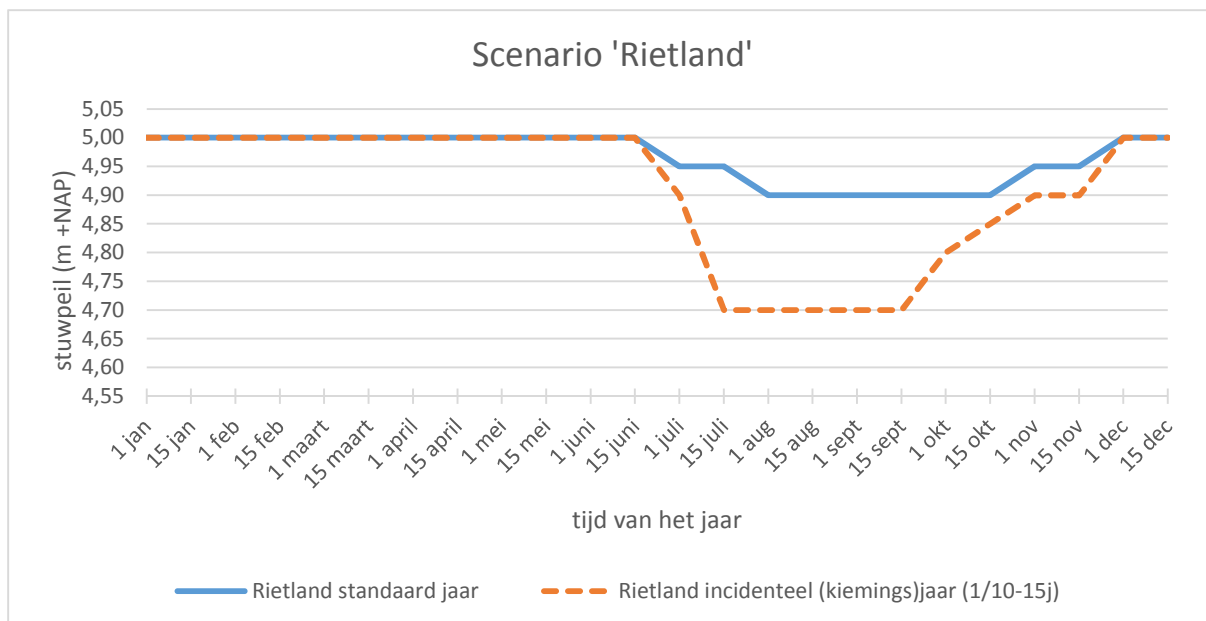
Standaardjaar

Het gewenste peilbeheer richt zich in de meeste jaren op een hoge waterstand door het jaar heen. Hierbij is opzetten naar 5,00 m +NAP optimaal. In de zomer mag de waterstand iets wegzakken, conform natuurlijke situatie in veel rietlandsysteem, bijvoorbeeld naar 4,95 of 4,90 m +NAP.

Incidenteel

In incidentele jaren wordt de zomerwaterstand verder teruggeschroefd. Hierbij vallen plots grotere arealen aan oevergronden en slikplaten vrij waarop riet en andere helofyten kunnen kiemen, en derhalve verjonging optreedt. Hierbij wordt de waterstand vanaf ca. eind juni tot ergens in september of oktober verlaagd, bv tot 4,70 m +NAP (mede afhankelijk van de hoeveelheid areaal die dan ook droogvalt).

Het is van belang dat deze droogval minimaal enkele weken plaatsvindt omdat jonge kiemplanten van riet relatief slecht sterke inundatie verdragen (Vermaat, 2002; Rimmelzwaal & Verheule, 1999). Vermaat (2002) geeft schattingen voor de frequentie van dit soort droogteperiodes in natuurlijke situaties van eens in de 3 tot 10 jaar.



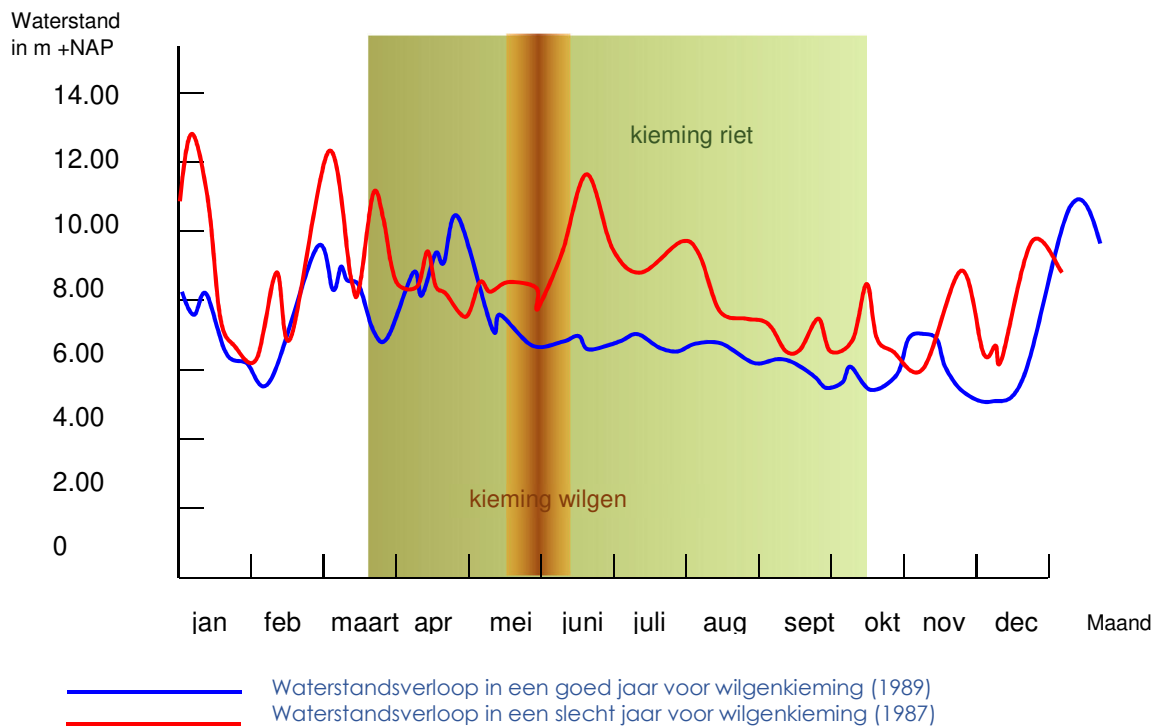
Figuur 10 Stuwpeilverloop op de Bedijkte Maas in het Rietlandscenario. Door het jaar heen is sprake van permanent hoge standen, incidenteel treedt een verlaagde waterstand in de zomer op.

ECOLOGISCHE EFFECTEN

Moeras- en rietlandontwikkeling kan gestimuleerd worden door periodieke droogval van oevers en moerasgronden. De belangrijkste planten (riet, grote en kleine lisdodde, gele lis) kunnen niet kiemen of verjongen als de oevers in de zomer nog onder water staan. Ze kunnen weliswaar via wortelstokken uitlopen, maar grootschalige verjonging treedt vooral op in jaren met droogval. Deze dient dan niet voor half juni op te treden, omdat anders de kieming van wilgen de overhand krijgt boven die van riet. Deze incidentele kiemmomenten zijn cruciaal om het rietland op langere termijn vitaal te houden.

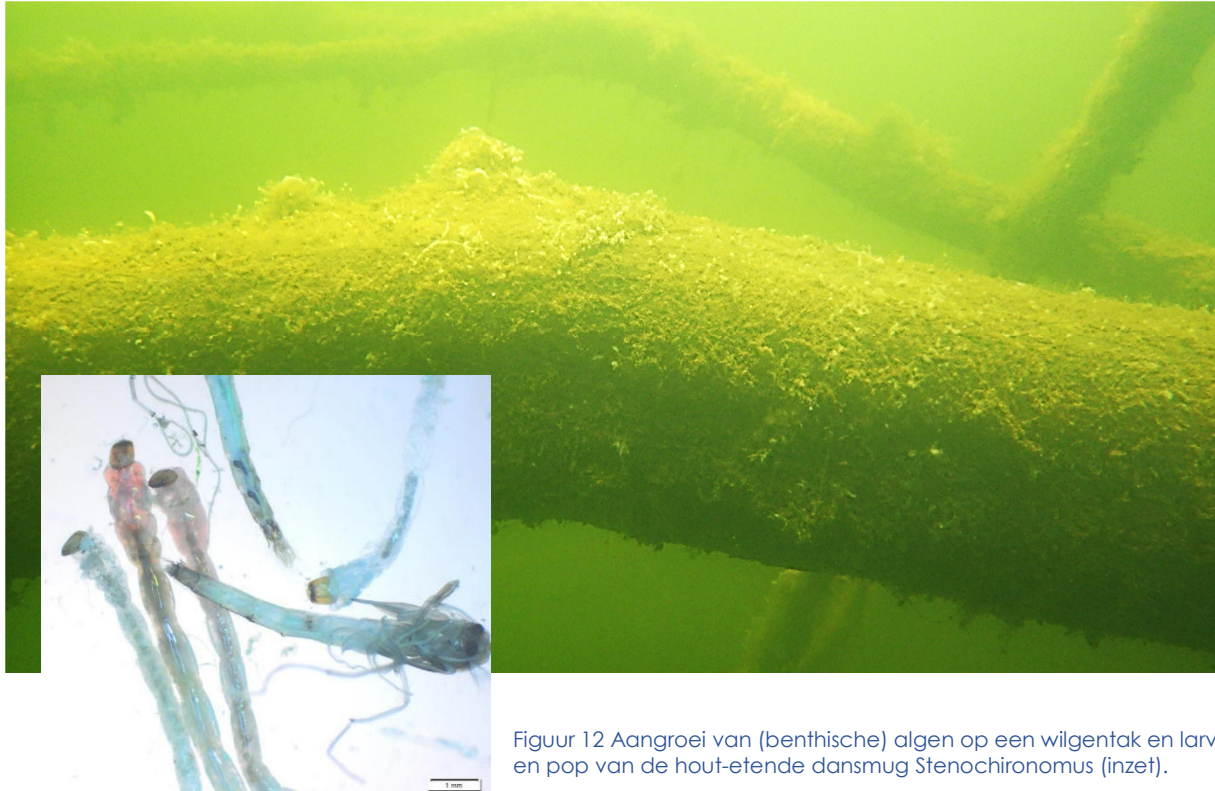
Bovendien hoopt zonder droogval fosfaat, ammonium en organisch materiaal op in de bodem, waardoor de vitaliteit van riet afneemt en door zuurstofloosheid ontstaan voor planten giftige stoffen. Tenslotte worden de wortelstokken onder water ook sterker begraasd door watervogels. Direct gevolg hiervan is dat moerasvogels, zoals Baardmannetje, Grote karekiet, Purperreiger, Snor, Roerdomp, Woudaapje en Bruine kiekendief, hun leefomgeving kwijtraken (Van der Winden, e.a., 1999; Alterra, 2003) en in Nederland steeds zeldzamer worden (Lammertsma et al., 2004). In andere jaren blijft een continu hoge waterstand belangrijk.

Zonder intensief maaien van riet kan rietland alleen overleven wanneer het continu met de voeten in het water staat (waterriet). Dit voorkomt dat rietland begroeid raakt met ruigte en wilgen, en er verdere verlanding optreedt. Daarnaast is waterriet belangrijk voor het broedsucces van riet- en moerasvogels, omdat de nestlocaties dan veel minder goed bereikbaar zijn voor predatoren.



Figuur 11 Vergelijking van de waterstanden in de Waal bij Nijmegen in een goed en slecht jaar voor wilgenkieming. Hierbij is aangegeven wat de kiemingsperiode van wilgen en wat de (vermoedelijke) kiemingsperiode van riet is (aangepast naar: Peters, 2002).

Naast een scala aan rietvogels zijn riet en riviermoerassen ook van belang voor vissen. Bij een goede waterkwaliteit is er voldoende voedsel en schuilmogelijkheden voor soorten als Blankvoorn, Rietvoorn, Zeelt en Bittervoorn om in grote aantallen voor te komen. In moerassen met waterriet zit veel witvis en vervult de snoek een sleutelrol. Door het wegeten van witvis komen watervlooiën beter tot ontwikkeling, die het water helder maken en daardoor de weg vrij maken voor ondergedoken waterplanten. Daarnaast zijn dit soort biotopen erg geschikt voor soorten als Kleine watersalamander, Ringslang en Bever, vooral als ze in contact staan met open water. De jaren dat droogval wordt veroorzaakt zijn vaak topjaren voor steltlopers als Tureluur, Witgatje, Kleine plevier en allerlei ruiters omdat er tijdelijk op grote schaal slikoevers als foerageerbiotoop ontstaan. Evenals bij de natte overstromingsvlakte vormen de niet zwevende (benthische) algen ook in riet- en wilgenmoerassen het bulkvoedsel voor de ongewervelde waterdieren. De rietstengels en wilgentakken raken snel begroeid met een dichte laag algen, die wordt afgegraasd door een scala aan ongewervelden (zie boven). Bijzondere bewoners van deze moerassen zijn de zg. mineerders die zich een gang knagen in het hout of in de stengels van riet. Een voorbeeld is de dansmuglarve *Stenochironomus*, uiterst zeldzaam, maar snel toenemend, nu klinkhout weer wordt gestimuleerd in Nederlandse rivieren en uiterwaardplassen.



Figuur 12 Aangroei van (benthische) algen op een wilgentak en larven en pop van de hout-etende dansmug *Stenochironomus* (inzet).

Daarnaast wordt rietland bij droogval mogelijk in de zomer minder kwetsbaar voor ganzenbegrazing, doordat ganzen een voorkeur hebben voor waterriet (Remmelzwaal & Verheule, 1999).

Vermoedelijk zal riviermoeras langs de Bedijkte Maas naar het oosten toe steeds meer andere moerasplanten bevatten dan riet, omdat hier de waterstandfluctuaties iets groter worden. Hierbij zullen soorten als Grote lisdodde, Grote egelskop, Mattenbies, Grote kattenstaart en Gele Lis steeds meer op de voorgrond treden. Ook dit zijn overigens nog steeds waardevolle moerassystemen.

Een mooi voorbeeld van een dergelijke ontwikkeling deed zich in de jaren '80 voor in de Oostvaardersplassen. Het waterpeil was hier sinds 1975 geforceerd hoog gehouden, met als resultaat dat de moerasvegetatie sterk was teruggeweken. Nadat in 1987 het peil in één klap verlaagd werd, trad er op de droogvallende bodem massale kieming op van Grote en Kleine lisdodde, Zeebies, Mattenbies, Moerasandijvie, Grote waterweegbree, Watermunt, Blauwe waterereprijs, Zeezuring, Gele waterkers, Blaartrekkende boterbloem en wilgen. Daarnaast werd grote vis gedecimeerd, wat o.a. de groene kikker ten goede kwam. In grote lijnen betekenen hoge waterstanden afbraak van het moeras en incidenteel lage waterstanden opbouw. Van nature wisselen deze fasen elkaar af (Vera, 1988; Jans & Drost, 1995).

RELATIE MET UITERWAARDINRICHTING

- Voor dit scenario is het van belang dat er voldoende areaal in de overstromingsvlakte tussen ca. 4,90 en 4,30 m +NAP. Hierdoor is er voldoende gebied waar waterriet kan groeien.
- Daarnaast is in de kiemingsjaren de zone de hoeveelheid oppervlakte tussen de 4,70 en 4,90 (5,00) m +NAP van belang. Dit zijn immers de zones die incidenteel droogvallen en waarop moerasplanten kunnen kiemen.
- Bij de aanleg van nieuwe geulen en uiterwaardverlagingen moet sprake zijn van laagdynamische situaties. Het is gunstig wanneer deze niet rechtsreeks zijn aangetakt op de Maas, onder meer voor de waterkwaliteit (zie hiervoor), maar ook omdat overstromingswater dan langer vastgehouden wordt en alleen via wegzijging naar de rivier (of het binnendijkse gebied) wegvloeit.
- Cruciaal is dat de locaties waarop rietland gewenst / mogelijk is, afgeschermd zijn van de golfslag van de scheepvaart.

2.3.3 SCENARIO III 'PERMANENT WETLAND'

BESCHRIJVING

Naast de uitdrogende overstromingsvlakte, die zomers goeddeels droogvalt, is ook een scenario denkbaar dat het hele jaar nat blijft. Dit soort gebieden kenmerken zich door veel permanent water en weinig variatie in waterstanden.

Het is een scenario dat tot op zekere hoogte ook rekening houdt met de schommelende waterbehoefte van de landbouw in de binnendijkse gebieden. Dit gebeurt door in de winter uit te gaan van het actuele stuwpeil (of zelfs iets lager), maar in de zomer de waterstanden iets op te schroeven. Hierdoor kan de grondwaterstand in de droge zomermaanden binnendijks positief beïnvloed worden, en kan er iets meer kweldruk vanuit de rivier in binnendijkse richting ontstaan. In de wintermaanden drogen op kleine schaal wat oevers uit, waardoor beperkt ook defosfatering en omzetting van voedingsstoffen optreedt, zij het veel minder dan in het vorige scenario. Het scenario kan onderdeel zijn van een strategie voor klimaatadaptatie bij waterschappen en bij de landbouw.



Figuur 13 Riviermoeras met een hoge waterstand in de zomer en uitbundige bloei van Watergentiaan.

Men zou het resultaat van dit scenario kunnen vergelijken met het wetland van 'Lake Tisza' in centraal Hongarije. Dit wetland is in de jaren '70 ontstaan door de bouw van een grote stuwdam in de rivier, die vooral voor permanente irrigatiemogelijkheden voor omliggende landbouwgronden moest gaan zorgen. Door de bouw van de dam liepen grote stukken land permanent onder water, waarbij in de zomer hogere standen werden aangehouden dan in de winter. Het gebied ontwikkelde zich in korte tijd tot een rijk wetland en een toeristische hotspot, met o.a. veel kanotoerisme.

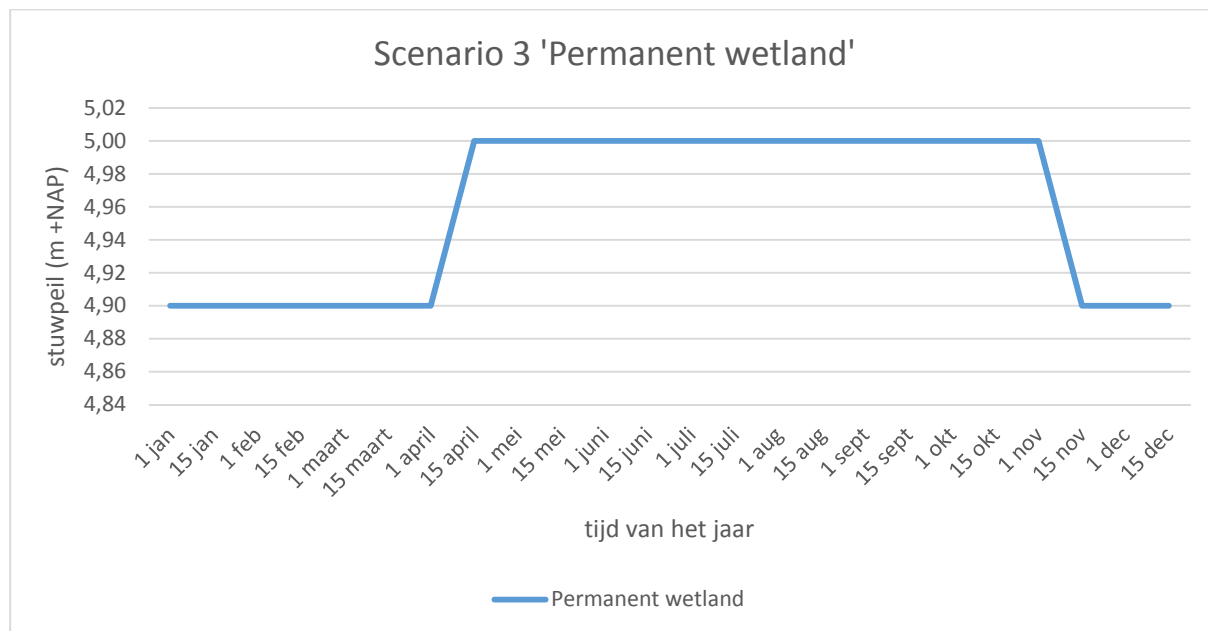
GEWENST STUWPEILBEHEER

Het peilbeheer kenmerkt zich door een continu hoge waterstand (> 4,90 m +NAP), met een iets hogere stand van 5,00 m +NAP in de voorjaars- en zomerperiode.

Het is denkbaar om in de winter (bv vanuit landbouwbelang) te kiezen voor een stuwpeil onder de 4,90 m +NAP. Hierbij wordt de kweldruk naar het binnendijkse gebied (met name benedenstrooms in het stuwpan) kleiner dan op dit moment het geval is. Dit betekent ook dat binnendijks minder water via de Hertogswetering hoeft te worden afgevoerd. We spelen met dit scenario dus in op de behoefte van de landbouw binnendijks. Daar staat dan nog steeds een hoger zomerpeil van 5,00 m +NAP tegenover.

ECOLOGISCHE EFFECTEN

In zekere zin gaat dit scenario uit van een onnatuurlijk peilbeheer, met zomers hogere grondwater- en rivierstanden dan in de winter; in die zin is het vanuit ecologie geredeneerd misschien niet het eerste scenario waar we aan denken. Toch tonen de ontwikkelingen langs de Tisza aan dat ook met een dergelijk omgekeerd peilbeheer aantrekkelijke riviermoerassen en meren kunnen ontstaan, waarin weinig verlanding optreedt.



Figuur 14 Stuwpeilverloop van het scenario 'Permanent Wetland', waarbij gedurende de zomer een permanent hoge waterstand optreedt.

Met dit scenario wordt ingezet op veel permanent water voor vissen en watervogels. Er kan gedacht worden aan uitgestrekte velden met waterplanten, waaronder veel fonteinkruiden, Watergentiaan en Gele plomp. Op de oevers en in ondiepe delen groeien helofyten als Mattenbies, Lisdodde en Gele Lis. Het gebied vormt een ideaal biotoop voor soorten als Snoek, Otter, Zwarte stern, Purperreiger, en tal van andere reigerachtigen. Er kan sprake zijn van een grote rijkdom aan libellen met soorten als Vroege glazenmaker, Glassnijder en Bruine korenbout. De macrofaunagemeenschap onder water is zeer divers en omdat de omstandigheden gelijkmatig zijn worden hier soorten aangetroffen die niet bestand zijn tegen droogvallen, zoals de grote Zwanen- en Schildersmosselen. Ook hier vormen de waterplanten en ondiepe bodem een geschikt substraat voor de benthische (aangehechte) algen die indirect (via de grazers) de rovers (Libellenlarven, Watermijten, Waterwantsen en Waterkevers van voedsel voorzien.

Een zijsprong in dit scenario is de mogelijkheid om (ongewenst) oobos te laten verdrinken. Door voor een bepaalde periode (bijvoorbeeld een jaar) in het groeiseizoen de waterstanden hoger te zetten dan gebruikelijk kan oeverbos verdrinken en afsterven (zie hierna in scenario IV). Tegelijkertijd nemen de kansen voor

moerasplanten en mogelijk waterplanten in die periode toe. Het afsterven van oobos kan een ecologisch doel dienen, maar ook ingezet worden als maatregel om de vegetatieruimte in de uiterwaarden te verminderen. Wel zal hierbij naar verwachting een grotere waterstandsstijging dan 10 cm ten opzichte van het gebruikelijke peil nodig zijn (de stuw zal dus technisch toegerust moeten zijn om waterstanden van meer dan 5 m +NAP op te zetten).

RELATIE MET UITERWAARDINRICHTING

- Dit scenario is mogelijk interessant wanneer er voldoende grote arealen met een hoogteligging tussen de ca. 4,00 en 4,70 m +NAP in het gebied aanwezig zijn. Hier zal zich permanent water van enige diepte kunnen ontwikkelen, maar niet te diep voor de ontwikkeling van waterplanten. In de praktijk zal dit biotoop zich met name in de grote meanderbogen (al dan niet al opengegraven) bevinden.
- Dit soort systemen ontwikkelen zich bij voorkeur in laagdynamische situaties, zonder een rechtstreekse aantakking op de Maas. Hier kan bij de aanleg van nieuwe geulen en boogmeanders rekening gehouden worden.
- Vanuit dit scenario ontstaan nog betere ontwikkelkansen voor rivierkwelmoeras aan de binnendijkse zijde van de winterdijk. Op locaties waar dit aangelegd kan worden kan kwelwater gericht afgevangen worden in kwelmoerasjes en broekbos, en gecontroleerd afgegeven worden aan de lossingen die op de Hertogswetering af wateren. Dit kan gunstig zijn voor zowel de landbouw als de natuur binnendijks, met name gedurende de zomermaanden, omdat er meer kwalitatief goed water beschikbaar komt, voor doorspoeling van het gebied.



Figuur 15 Verdronken bos.

2.3.4 SCENARIO IV 'ZACHTHOUTOOIBOS'

BESCHRIJVING

Dit scenario richt zich op het optimaliseren van de ontwikkelkansen voor zachthoutoobos. De Bedijkte Maas is één van de weinig Nederlandse riviertrajecten waar vanuit het rivierbeheer relatief veel vrijheidsgraden aan de

ontwikkeling van oobos kan worden gegeven. De grote, uitpuilende meanderbogen van voor de jaren-'30-kanalisatie liggen voor een belangrijk deel stroomluw. Tijdens hoogwater beperkt de stroming zich doorgaans tot het zomerbed en de naastgelegen "Lely-zone", een zone van 50 a 200 breed aan beide zijden van de rivier, die bij de kanalisaties destijds actief is afgegraven om mee doorstroomcapaciteit te genereren.

Ook het natuurbeleid van de Provincie Noord-Brabant gaat uit van een belangrijke bosopgave, die ook langs de Maas gerealiseerd zou moeten worden. Daarnaast zijn beboste geulen en wateren belangrijk leefgebied voor doelsoorten vanuit de KRW. Langs de rivier zelf is steeds minde ruimte voor beboste oevers; langs de boogmeanders van de Bedijkte Maas is deze ruimte er juist wel.



Figuur 16 Spontaan ontwikkeld wilgenbos op de oevers van nieuw gegraven hoogwatergeulen.

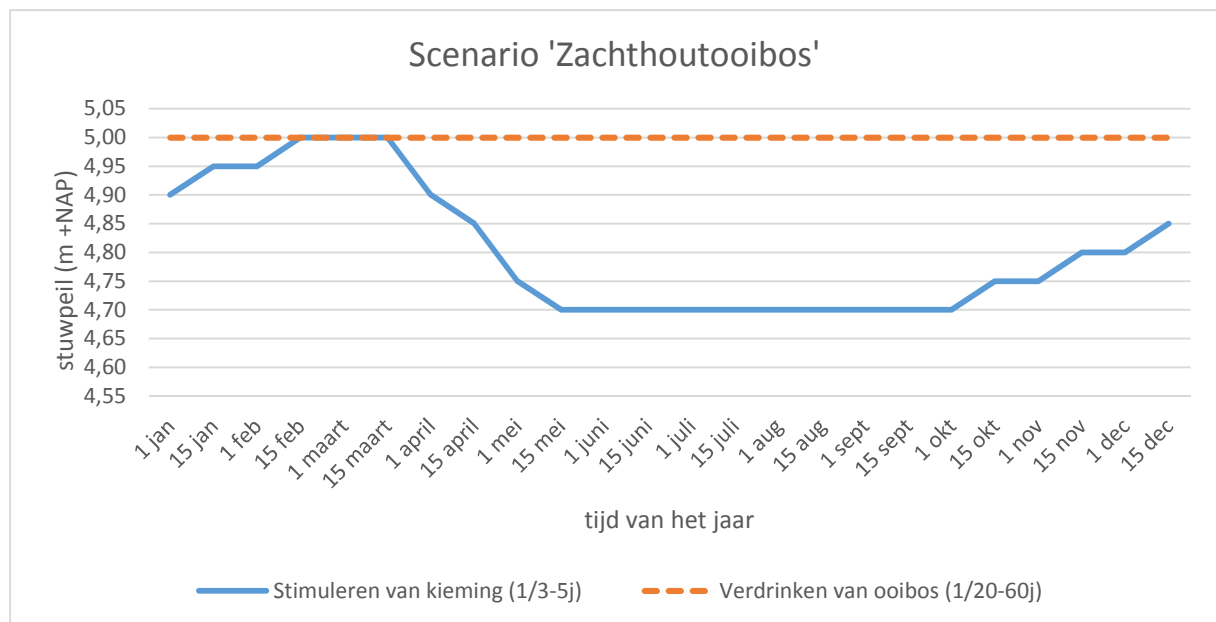
Wilgen kiemen doorgaans vrij massaal op oevers die op het juiste moment geleidelijk droogvallen. De zaadzetting van wilgen vindt doorgaans tussen half mei en half juni plaats (Dister, 1980; Van Splunder & Leemans, 1997), in de recente, arme jaren eerder half mei. De zaden zijn vervolgens slechts enkele dagen tot maximaal een week kiemkrachtig en de waterstand op de oevers in het rivierengebied komt in die periode dus vrij nauw. Zo was 1989 in een groot deel van het rivierengebied een uitermate goed wilgenkiemjaar omdat er toen vooral in het Rijnsysteem sprake was van een zeer geleidelijk terugtrekkend waterstand in mei (Peters e.a., 2002). In andere jaren treden in de kiemingsperiode van wilgen te abrupte waterstandschommelingen op of is sprake van te weinig droogval in de goede tijd van het jaar. In Figuur 11 is ter illustratie een waterstandsverloop van een goed en een slecht "wilgenkiemjaar" weergegeven.

Vestiging van ooibos

Om de vestiging van zachthoutooibos optimaal mogelijk te maken is het van belang dat er geregeld goede kiemingsjaren optreden, waarbij vanaf begin mei sprake is van een geleidelijk terugtrekkende waterstand, waarbij slikoevers droogvallen. Dit kan dus gestuurd worden met het stuwpeil op de Maas. Hierbij kan het best in de winter een zo hoog mogelijk waterstand aangehouden worden (5,00 m +NAP), die vanaf eind april afzakt tot 4,70 m +NAP in begin juni.

Verdrinken van ooibos

Op langere termijn kan het areaal aan wilgenbos ook juist teruggezet worden door bos te “verdrinken”. Dit is mogelijk door een langdurig hoog stuwpeil aan te houden, bijv. een jaar lang het stuwpeil op 5 m +NAP zetten. Want ondanks dat wilgen tot 200 dagen per jaar onder water kunnen staan, zitten hier ook grenzen aan, en sterven ze af als dit langer wordt. Het periodiek optreden van bossterfte op deze manier draagt even zo goed bij aan de ecologische variatie in het uiterwaardgebied, als de vestiging van nieuw ooibos.



Figuur 17 Stuwpeilverloop bij het scenario 'Zachthoutooibos', met een terugtrekkende waterstand in de kiemingsperiode van wilgen. Periodiek kan verdrinking van bos gestimuleerd worden, door over een langere periode een permanent hoge waterstand aan te houden.

ECOLOGISCHE EFFECTEN

Ooibossen kennen vooral een rijke en kenmerkende fauna, met tal van broedvogels waaronder Nachtegaal, Buidelmees, Kwak, Boomklever, Zwartkop en Kleine bonte specht. Daarnaast zijn het belangrijke broedplaatsen voor bijzondere roofvogels als Zwarte Wouw, Ransuil en Havik, en koloniebroeders als Aalscholver, Blauwe reiger en Lepelaar. In de oeverzone van ooibossen bouwen Bevers hun burchten en jagen IJsvogels op jonge vis.

De vloedbossen langs de rivier vormen vanwege hun rijkdom aan insecten (o.a. Pijlstaartvlinders, Muskusboktor, veel wantsensoorten) ook een cruciaal biotoop en foerageergebied voor veel beschermde vleermuizen. In goed ontwikkelde ooibossen kunnen we Grote weerschijnvlinder en Kleine ijsvogelvlinder aantreffen.

Door lokale overschaduwing en de aanlevering van organisch materiaal aan het water, dragen ooibossen indirect bij aan een geschikt onderwaterbiotoop voor vissen. In het waterstekende wortels en omgevallen hout leveren bescherming voor vis en een vestigingsplek voor de benthische algen, bijbehorende ‘grazers’ en hun predatoren zoals dat ook het geval is in de riet en wilgenmoerassen. Door de beschaduwing van het bos hebben waterplanten hierin een ondergeschikte rol. Onduidelijk is nog welke soorten specifiek aangepast zijn

aan geïnundeerd bos. Deze situatie komt in Nederland niet of nauwelijks voor en/of gegevens ontbreken. In vergelijkbare situaties buiten het rivierengebied (voornamelijk elzenmoeras) blijken veel zeldzame soorten voor te komen zoals de steenvlieg *Nemoura dubitans*, veel soorten kokerjuffers (w.o. *Limnephilus* soorten) en dansmuggen (w.o. *Parapsestra styriaca* en *Zavrelia pentatoma*). Daarmee draagt oeverbos bij aan verhoging van KRW-waarden.

Met de langere droogvalperiode in dit scenario krijgen oeverpioniers (tijdelijk volop kansen. Recent zijn in gebieden als Keent en de Hemelrijkse Waard Bruin cypergras, Klein vlooienkruid en Slijkgroen teruggekeerd langs de Bedijkte Maas; deze zullen op grote schaal kansen krijgen in een 'droogvaljaar' voor ooiboskieming. Ook steltlopers (ruiters, plevieren, Kluut, Oeverloper etc.) kunnen in deze jaren profiteren van extra droogvallend oeverareaal. Zo gauw in de daaropvolgende jaren deze terreindelen begroeid zijn met ooibos verdwijnen deze soorten ook weer.

Het verdrinken van ooibos door tijdelijk hogere waterstanden, kan ook een belangrijke bijdrage leveren aan de ecologische rijkdom van een gebied, doordat opnieuw jongere successiestadia (riviermoeras, openwater, slikoevers) op de voorgrond kunnen treden. Daarnaast zal het ontstaan van 'staand dood hout' ten goede komen aan de insectenrijkdom van het gebied, wat zich vertaalt naar een beter voedselaanbod voor o.a. vleermuizen en broedvogels als Grote bonte specht, Boomklever en allerlei mezensoorten.

RELATIE MET UITERWAARDINRICHTING

- De zone waarin zich wilgenbos kan ontwikkelen is langs de Bedijkte Maas relatief beperkt, met name omdat er weinig waterstandswisseling optreedt.
- Door in uiterwaardprojecten veel areaal aan te leggen op een maaiveldhoogte van ca. 4,80 tot 5,20 m +NAP treden de beste kansen op (ook boven stuwpeil zijn gronden soms nat genoeg voor de kieming van wilgen)

2.4 Beoordeling van de scenario's

2.4.1 INLEIDING

Welk van de hierboven beschreven scenario's is nu het meest kansrijk of wenselijk? Dit hangt natuurlijk sterk af van de doelstellingen en 'streefbeelden' voor de natuur in het gebied. De Kaderrichtlijn Water richt zich met name op een deel van de aquatisch gebonden soorten, met name vissen, macrofauna en waterplanten. Voor een goede afweging is het echter belangrijk om te kijken naar het systeem als geheel. Vissen en macrofauna zijn immers ook weer stapelvoedsel voor de leefgemeenschap als geheel, en kunnen niet los gezien worden van de effecten op vogels, amfibieën en zoogdieren als Otter, Waterspitsmuis, Bever en tal van vleermuissoorten. Daarnaast werkt een variabel stuwpeil in het ene gebied anders door dan in het andere, afhankelijk van de lokale omstandigheden en de invloed op ecologische sleutelfactoren (Wortelboer e.a., 2016) terplekke. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van kwalitatieve effecten op belangrijke vegetatietypen, soorten en soortgroepen van de 4 verschillende scenario's.

Eerder in dit hoofdstuk hebben we al gezien dat het 'DNA' van dit Maastraject definitief veranderd is door verstuwung en kanalisaties. Daarmee is alleen relatief laagdynamische riviernatuur nog kansrijk in het gebied. Gelet op deze specifieke situatie lijkt het opportuun om geen grote jaarlijkse peilverschillen te simuleren, maar eerder beperkte peilfluctuaties die overeenkomen met die van grote wetlands en laaglandmoerassen (Wheeler e.a., 2002). Daarbovenop kunnen dat incidenteel 'resetmomenten' of 'kiemingsmomenten' worden ingebracht.

2.4.2 UITGEKIEND STUWPEILBEHEER

De hiervoor beschreven scenario's voldoen, ondanks duidelijke onderlinge verschillen allemaal aan dit criterium. Zoals eerder aangegeven kan het echter belangrijk zijn voor de biodiversiteit in het gebied en het duurzaam voorkomen van soorten, om elementen van deze scenario's te combineren of scenario's af te wisselen. Zo ontstaat een vorm van dynamiek, die hoewel beperkt in omvang, toch belangrijk is voor

laagdynamische riviersystemen en wetlands. Een wenselijk stuwpeilbeheer kan daarmee de volgende elementen bevatten:

A. STIMULEREN VAN DE NATTE OVERSTROMINGSVLAKTE

Gelet op het cruciale belang van een natte overstromingsvlakte in het voorjaar voor zeer veel soorten en levensgemeenschappen langs de rivier, is het in alle gevallen gunstig om in de winter en het voorjaar te streven naar een hoger stuwpeil dan in de zomer, en daar ook maaiveldhoogtes in inrichtingsprojecten op af te stemmen. Vooral nog is het opzetten van het stuwpeil met meer dan 10 cm technisch niet mogelijk, maar wellicht kan deze speelruimte bij een toekomstige vervanging van de stuw alsnog mogelijk worden.

Actie stuwpeilbeheer

Zet in op jaarlijks terugkerende vernatting van grote arealen in de overstromingsvlakte, zeker in het voorjaar tot in mei.

B. ZET IN OP PERIODIEKE DROOGVAL VOOR RIETLAND EN RIVIERMOERAS

Omdat laagdynamisch riviermoeras en rietland minder goed ontwikkeld kan worden langs andere riviertrajecten (i.v.m. grote peilverschillen door insnijding, kanalisatie en opslibbing van uiterwaardgronden), is dit een specifieke en bijzondere kans langs de Bedijkte Maas. Daarom wordt geadviseerd hier op in te zetten met een stuwpeil dat optimaal dit soort riviermoeras faciliteert. De hoge waterstanden zoals hiervoor beschreven zijn ook cruciaal voor waterriet en vitaal riviermoeras. Echter eens in de zoveel tijd is tijdelijke droogval van oevers noodzakelijk om helofyten (waaronder riet), opnieuw te laten kiemen en uit te breiden.

Actie stuwpeilbeheer

Laat eens in de 10 tot 15 jaar de waterstand (geleidelijk) afzakken vanaf half juni tot in oktober tot 4,70 m, om de kieming van riet en andere helofyten mogelijk te maken.

C. GEEF OOIBOS INCIDENTEEL EEN KANS

Ondanks dat oobos voor extra hydraulische ruwheid in een rivierdal zorgt, is het een cruciaal onderdeel van een rivierecosysteem. Kleine arealen bos kunnen al grote effecten hebben op de biodiversiteit van een gebied, o.a. doordat broedplaatsen voor (roof)vogels en koloniebroeders ontstaan en overschaduwing en blad- en houtvoorziening in het water optreedt (van belang voor vissen, detrituseters en hout- en bladafhankelijke macrofauna). De Bedijkte Maas is extra kansrijk voor relatief grote arealen bos omdat veel gebieden rond de grote boogmeanders stromingsluw liggen, waardoor bos geen of nauwelijks opstuwing veroorzaakt. Grazers

Actie stuwpeilbeheer

Laat eens in de 20 tot 50 jaar de waterstand (geleidelijk) afzakken vanaf begin mei tot in de herfst tot 4,70 m +NAP, om de kieming van wilgenbos mogelijk te maken.

D. ZORG VOOR AFWISSELING

Er bestaat niet zoiets als het perfecte stuwpeilscenario. De natuur is vol van onvoorspelbare extremen ('events') en afwisselingen, die allemaal op hun manier bijdragen aan een rijke natuur en het duurzaam voorkomen van soorten en landschapstypen. Daarnaast weten we nog onvoldoende over de specifieke effecten van wisselende standen in het Bedijkte-Maas-systeem. Durf dus te experimenteren en variëren tussen jaren. Hierbij valt te denken aan het af en toe langdurig opzetten van waterstanden (waardoor bos verdrinkt) of het juist ook eens droog laten vallen in de winter.

Actie stuwpeilbeheer

Bouw sporadisch 'events' in in het stuwpeilbeheer geïnspireerd op extremen die ook in de natuur optreden (bv een zeer lange periode hoge standen, of extreme droogval).

Tabel 1 Kwalitatieve effecten van de hier beschreven scenario's op relevante vegetatietype, soorten en soortgroepen, ten opzichte van de actuele situatie (vast stuwpeil op 4,90 m +NAP).

Stuwpeilscenario		Natte overstromingsvlakte	Rietland	Permanent wetland	Zachthoutoobos
Landschaps-/vegetatietypen					
Moerasontwikkeling / Rietland		++	+++	++	+
Waterplantenvegetaties		+	++	+++	+
Wilgenbosontwikkeling		++	+	+	+++
Kwelvegetaties (ook binnendijks)		++	+	++	-
Soortgroepen (globale toets)					
Vogels	Steltlopers, weidevogels, reigerachtigen	+++	+	+	-/+
	Vissende watervogels	+	+	++	+
	Grondeleenden en -zwanen, Lepelaar	+++	++	+	-/+
	Riet- en moerasvogels	+	+++	+	-/+
	Bosvogels	+	+	+	+++
Amfibieën	Kikkers, watersalamanders	++	+	++	-
Reptielen	Ringslang	+++	+	+++	0
Macrofauna	Grazers	+++	+++	++	+++
	Houtsoorten		+		+++
	Predatoren	+++	+++	+++	+
	Filteraars	(+)	(+)	(+)	(+)
Vissen	Limnofiele vissen (waterplantminnend)	+	+	+++	+
	Reofiele vissen (stroomminnend)	0/+	0	+	0
	Eurytope vissen (generalisten)	++	+	++	+
Waterplanten	Ondergedoken waterplanten	+	0	+	-
	Drijvende waterplanten	+	+	+	-

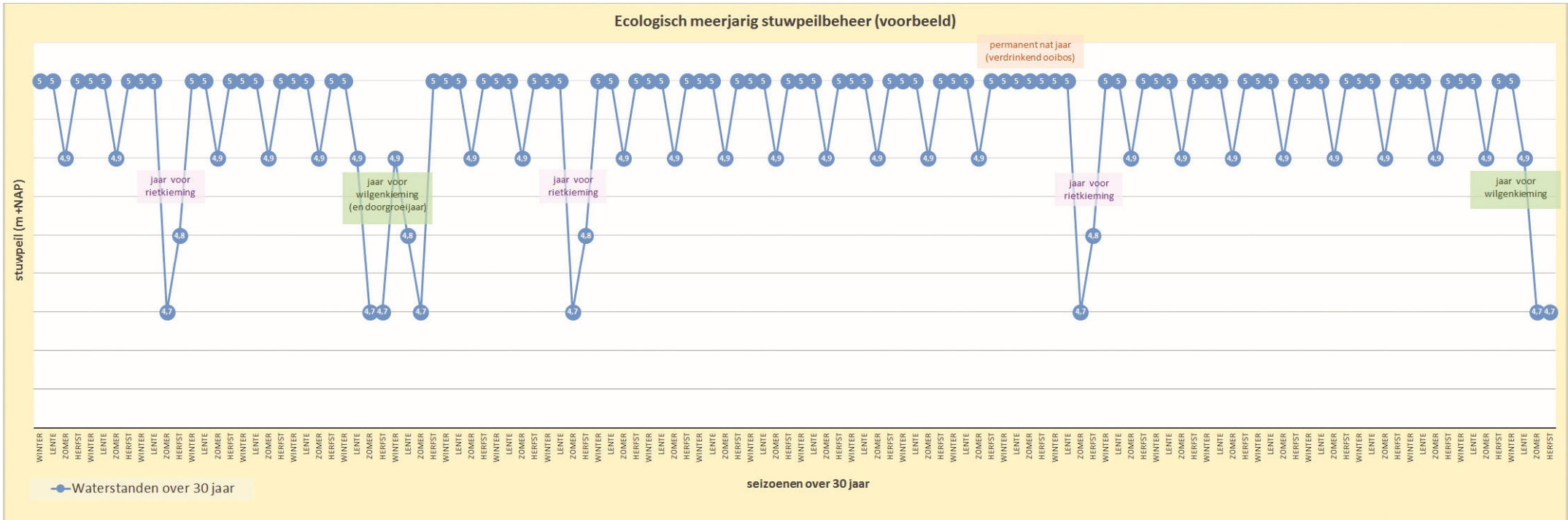
MEERJARIG STUWPEILBEHEER

In Figuur 18 **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** staat een weergave van hoe de bovenstaande stuwpeilelementen langjarig naast elkaar kunnen worden ingezet. Het is een fictief scenario voor een ecologisch stuwpeilbeheer, dat met de kennis van vandaag gunstig lijkt voor de natuur langs de Bedijkte Maas. Het bestaat uit de volgende elementen:

- Jaarlijks hoge waterstanden in winter en voorjaar;
- Af en toe een kiemingsjaar voor riet, met extra droogval in de zomer;

- Nog sporadische een kiemingsjaar voor wilgen, met een terugtrekkende waterstand vanaf mei;
- En eenmaal een periode van 1,5 jaar met maximale waterstand;

Op dit scenario kan op basis van nieuwe inzichten en praktijkervaring (door de jaren heen) vrijelijk gevarieerd worden. Uiteindelijk kan op basis van terreinervaring en best practices een steeds effectiever en beter onderbouwd stuwpeilbeheer opgezet worden. Uiteindelijk spelen naast ecologie ook andere aspecten een rol en zal naar een integraal peilbeheer toegewerkt moeten worden waarin ook functies als scheepvaart, landbouw en recreatie verwerkt zijn.



Figuur 18 Waterstandsverloop voor een ecologisch peilbeheer (fictief) over 30 jaar.

3. Ruimtelijke analyse van een variabel stuwpeil op Maas

3.1 Ruimtelijke impact

3.1.1 BEPALING 'STUWPEILAREAAAL'

Het variëren met het stuwpeil op de Maas heeft alleen zin wanneer er ook gebieden zijn waar het effect van de wisselende waterstanden merkbaar is. Met andere woorden, terreinen met een maaiveldhoogte tussen grofweg 4,70 en 5,00 m +NAP (in de praktijk treden er ook effecten net daaronder en daarboven op, bijvoorbeeld door capillaire werking in de bodem of meer lichtinval in en snellere opwarming van de waterkolom).

Ten opzichte van de eerste studie uit 2004/2005 zijn er veel nieuwe geulen, waterpartijen en weerdverlagingen aangelegd langs de Bedijkte Maas, waardoor een veel groter areaal binnen bereik van een variërend stuwpeil is komen te liggen. Dit heeft zich nu al vertaald in de terugkeer van nieuwe moerasnatuur en soorten die tot voor kort langs de Maas waren verdwenen of zeer zeldzaam waren geworden (zie hierna). Daarnaast wordt er gewerkt aan nieuwe natuur- en hoogwaterprojecten, als onderdeel van de KRW, van [project Meer Maas](#) (Natuurmonumenten) en het [project "Meanderende Maas"](#). Deze worden mogelijk in de komende 10 jaar uitgevoerd.

Definitie van 'stuwpeilareaal':

De oppervlakte (in ha) in een bepaald gebied die kan droogvallen en onderlopen bij een zekere stuwpeilvariatie (hier 30 cm tussen 4,7 en 5.0 m +NAP).

Tabel 2 Oppervlakte per gebied (in ha) dat potentieel onder directe invloed van variabel stuwpeil kan komen te staan. Er is onderscheid gemaakt tussen projecten die reeds uitgevoerd zijn, en gebieden/projecten waarvoor KRW-plannen bestaan, zonder dat deze al uitgevoerd zijn.								
Status	Gebied	variabel peil tussen 4,7 en 5,0 m +NAP				variabel peil tussen 4,5 en 4,7 m +NAP		
		4,7 - 4,8	4,8 - 4,9	4,9 - 5,0	4,7-5,0	4,5 - 4,6	4,6 - 4,7	4,5-4,7
Bestaande gebieden en uitgevoerde projecten	Balgoij	0,08	0,18	0,23	0,48	0,00	0,01	0,01
	Gouden Ham	0,95	0,98	3,74	5,67	0,95	0,95	1,89
	Hemelrijkse Waard	4,27	5,96	10,03	20,27	3,64	6,99	10,63
	Keent / Lage Wijth	2,13	2,17	16,99	21,29	1,32	1,59	2,91
	Liendensche waard (Batenburg)	0,68	0,70	0,71	2,09	0,65	0,67	1,32
	Loonse Waard	0,55	0,55	0,56	1,66	0,55	0,55	1,09
	Maasbommel	0,57	0,58	0,43	1,58	0,40	0,46	0,87
	Middelwaard	0,17	0,16	0,19	0,52	0,17	0,17	0,34
Diedensche Uiterdijk (bestaand)	0,03	1,3	1,71	3,04	-	-	-	
Totaal bestaande gebieden		9,42	12,59	34,59	56,60	7,68	11,38	19,06
Plannen/mogelijke projecten	De Lymen	0,71	0,73	5,37	6,81	0,69	0,70	1,39
	Demmen-Dieden	2,28	2,04	2,85	7,16	2,61	2,40	5,01
	Diedensche Uiterdijk	2,27	4,31	7,07	13,64	1,78	2,13	3,92
	De Waarden	1,29	4,98	8,74	15,01	0,57	0,58	1,14
	Oijensche Middelwaard	1,57	3,62	3,59	8,79	0,89	1,21	2,09
	Ossekamp	2,39	3,15	5,48	11,03	0,33	0,53	0,86
Totaal mogelijk projecten		10,51	18,82	33,09	62,43	6,87	7,55	14,41
Totaal					119,03			33,47
Totaal Zomerbed	Zomerbed Bedijkte Maas	2,92	3,21	4,05	10,18	2,95	2,97	5,92

Om inzicht te krijgen in de ruimtelijke consequenties van een variabel stuwpeil heeft daarom een uitgebreide GIS-analyse plaatsgevonden (zie bijlage 1 voor de methodiek). Bij deze analyse en dit rapport hoort een kaartenatlas waarin aangegeven staat waar de zones liggen die zich binnen de potentiële stuwpeilvariatie bevinden (hierna genoemd ‘stuwpeilareaal’). Tabel 2 geeft een overzicht van dit areaal, opgesplitst over de relevante gebieden. Daarnaast is opgenomen welk areaal hier nog aan toegevoegd kan worden mochten bepaalde plannen of projecten uitgevoerd worden. Van deze projecten zijn Dieden-Demen (Natuurmonumenten en K3Delta) en de Diedensche Uiterdijk (project Meanderende Maas en KRW) zeer kansrijk tot kansrijk, De Waarden en de Ossenkamp (Meanderende Maas en KRW) redelijk kansrijk en de overige projecten beperkt kansrijk.

3.1.2 BESTAAND STUWPEILAREAAL

In totaal bevindt er zich zo'n 57 ha¹ stuwpeilareaal in de (nieuwe) natuurgebieden langs de Bedijkte Maas. Bij een stuwpeilvariatie van 4,50 tot 5,00 m +NAP loopt dit op tot ca. 62 ha. Over het gehele traject van de Bedijkte Maas ligt dit areaal iets hoger. Echter, buiten de in tabel 2 weergegeven gebieden is dit areaal beperkt, omdat de meeste uiterwaarden niet vergraven zijn, weinig wateren of laagtes bevatten en doorgaans vrij ruim boven stuwpeil liggen.

Opvallend is dat er grote verschillen bestaan in stuwpeilvariatie tussen de verschillende gebieden. De Hemelrijkse Waard en Keent springen er met resp. 20 ha en 17 ha uit. Dit komt mede omdat er in de ontwerpen van geulen en laagtes specifiek rekening is gehouden met de aanleg van relatief grote oppervlaktes rond en net onder stuwpeil. Enerzijds omdat dit aansluit bij het ontwikkelen van laagdynamische natuur (met veel kans voor rietland, moeras, oeveroebos, waterplanten en slikoevers in deze zone), anderzijds omdat al ingespeeld is op een mogelijk variabel stuwpeil in de toekomst, en de peildaling die optreedt bij stijgende afvoeren (tussen 800-1.500 m³/s, zie § 2.1.3). Geulen met wat steiler aflopende oevers, zoals de geul van Batenburg, kennen wat minder stuwpeilareaal.

In het zomerbed bevindt zich ook nog eens 10 ha stuwpeilareaal. Dit areaal zal de komende jaren nog toenemen naarmate het proces van oevererosie langs vrij eroderende oevers voortschrijdt. Dit areaal moet echter ecologisch als wat minder kansrijk worden ingeschat in relatie tot stuwpeilvariatie; het betreft doorgaans de directe oeverzone van de rivier, die sterk onder invloed staat van golfslag door de scheepvaart. Door deze sterke fysieke dynamiek zijn ontwikkelingen zoals beschreven in H2 doorgaans niet mogelijk. Wel zal bij het zakken van het stuwpeil het areaal aan foerageerbiotoop van allerlei steltlopers (bv. Oeverloper, Kleine plevier, Witgatje) tijdelijk wat toenemen. Deze waarde zal toenemen naarmate het areaal aan zandstrandjes, door vrije erosie ook toeneemt. Een ander effect van dalende waterstanden is het (tijdelijk) stopzetten of afremmen van het erosieproces in de oeversteilwanden.

3.1.3 KANSRIJK TOEKOMSTIG STUWPEILAREAAL

Voor de toekomst staan meer projecten op stapel, bijvoorbeeld als onderdeel van het KRW-programma, het hoogwaterproject Meanderende Maas en projecten van Natuurmonumenten (in samenwerking met particuliere kleiwinners). Denk hierbij aan project Dieden-Demen van K3-Delta en Natuurmonumenten en herinrichting van de Diedensche Uiterdijk (plan Natuurmonumenten, KRW-programma en project Meanderende Maas).

Schetsontwerpen van deze plannen zijn doorgerekend in de GIS-analyse om te bekijken wat er aan mogelijke toekomstwinst te behalen valt. In bijlage 1 staan de bronnen van de doorgerekende ontwerpen opgenomen. Niet al deze plannen zitten overigens in een zelfde fase en sommige zijn mogelijk minder kansrijk om daadwerkelijk uitgevoerd te worden (bv. Oijense Middelwaard). Anderzijds kunnen er in de toekomst ook nieuwe plannen en projecten in beeld komen, bijv. als onderdeel van het KRW-programma. Vooralsnog geeft de doorrekening een indicatief beeld van wat er aan extra stuwpeilareaal mogelijk is.

¹ Vermoedelijk is er bij deze getallen sprake van een kleine onderschatting. In het veld lijken enkele ondiepe geulen en plassen binnen de stuwpeilvariatie van 30 resp. 50 cm te liggen, terwijl dat niet uit de aangeleverde data blijkt (o.a. Keent en enkele plasjes bij Batenburg).

Naar verwachting kan in de toekomst nog zeker 50 a 60 ha extra behaald worden (60 a 70 ha bij een grotere stuwpeilvariatie; zie tabel 2). In de meeste van deze ontwerpen is rekening gehouden met het optimaliseren van de effecten van een variabel stuwpeil, door veel areaal tussen ca. 4.50 en 5,00 m +NAP te ontwerpen. Bovendien zijn ecologische ontwikkelingskansen voor laagdynamische natuur optimaal doordat geulen niet rechte reeks op de rivier aangetakt zijn. Peilverschillen werken door via de ondergrond, wat onder meer de waterkwaliteit ten goede komt (geen rechtstreeks eutroof Maaswater).

3.2 Uitgevoerde projecten

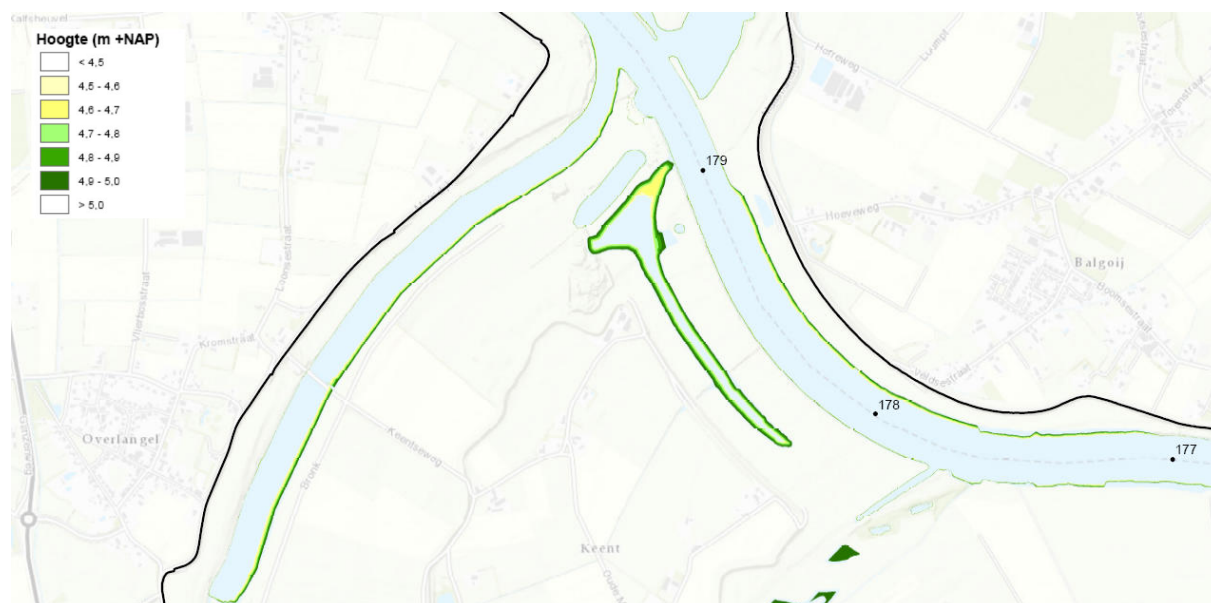
Hieronder volgend een korte beschrijving van de uitkomsten van de ruimtelijke analyse voor de belangrijkste projecten / gebieden langs de Bedijkte Maas. Dit is gedaan om een beter begrip te krijgen van de effecten van stuwpeilvariatie op gebiedsniveau en inzicht te krijgen in de meest kansrijke locaties.

Op bijgaande kaarten is in **groen** het stuwpeilareaal tussen 4,70 en 5.00 m +NAP aangegeven, en in **geel** het areaal dat zou kunnen droogvallen bij een uitbreiding van de stuwpeilvariatie tot 4,50 m +NAP. De berekende arealen worden hieronder mede besproken en in relatie tot enkele ontwikkelingen die nu al in deze gebieden zichtbaar zijn. Omdat de meeste van deze gebieden nog maar een korte ontwikkelingstijd hebben (vaak niet meer dan enkele jaren), gaat het hierbij doorgaans om ontwikkelingen in de pioniersfase en blijft het bij een sterk kwalitatieve beschrijving op basis van de eerste veldervaringen en monitoring.

3.2.1 KEENT

DE OUDE MAASARM

Het opnieuw opengraven van de oude boogmeander van Keent heeft voor een grote nieuwe waterpartij langs de Bedijkte Maas gezorgd. Vooral aan de binnenzijde hiervan bevindt zich lokaal ondiep water, dat droog kan vallen bij een dalend stuwpeil. Gelet op de berekeningen en veldwaarnemingen tijdens [Maas-in-Beeldonderzoek in 2017](#) (zie Figuur 21) kan een redelijk areaal van de oevers van de Maasarm net binnen bereik van droogval komen, waardoor kiembed voor riet of wilgen ontstaat, bij een waterstandsval tot 4,70 m +NAP. De vraag is of de mate van dynamiek hier nog voldoende laag is, maar vermoedelijk is dat verder van de Maas af wel het geval. Hierbij is dan wel een lage begrazingsdruk van belang, omdat anders het riet en veel andere helofyten niet tot ontwikkeling kunnen komen. In Figuur 19 is deze zone zichtbaar gemaakt.



Figuur 19 Stuwpeilareaal in het westelijk deel van de uiterwaard van Keent (Oude Maasarm en hoogwatergeul).

DE HOOGWATERGEUL

In het gebied Keent is bovendien in 2014 een hoogwatergeul langs de Maas aangelegd, waarbij naast natuurontwikkeling ook delfstofwinning en hoogwaterstandsdeling een rol speelde. Bij de aanleg van deze geul is rekening gehouden met een brede zone rond stuwpeil. De noordoever van deze geul is zeer flauw aangelegd, met veel maaiveld tussen 4,9 en 5,4 m +NAP (Figuur 23). Dit was in 2017 zichtbaar door een brede zone met rivierpioniers die tot enkele jaren terug niet meer voorkwamen langs de Bedijkte Maas, maar juist hier als eerste zijn teruggekeerd. Dit betreft o.a. Fraai duizendguldenkruid, Klein vlooienkruid, Bruin cypergras en Slijkgroen (Kurstjens e.a., 2017). Ook was er in dat jaar opkomend wilgenbos zichtbaar in de geul. Dit slikoevermilieu loopt al bij kleine waterstandstijgingen onder (Figuur 20).



Figuur 20 De hoogwatergeul van Keent tijdens een klein afvoerpiekje in 2016, waarbij oevergronden net ten noorden van de geul net onderliepen.

Het is onduidelijk of deze locatie nog laagdynamisch genoeg is voor rietontwikkeling (scheepvaartgolven werken ook door). Voor uitgebreide rietontwikkeling zal naar verwachting de actuele begrazingsdruk langs veel oever omlaag moeten, niet alleen door runderen, maar ook door ganzen. De begrazing van deze laatste groep grazers zal vanzelf afnemen als zich lokaal ook oeverbos en meer moerasruigte langs de oevers ontwikkeld. Een variabel stuwpeil kan hier wel sturend zijn voor het ontstaan en in stand houden van slikoevers en het laten opkomen en (lokaal) het weer laten verdrinken van wilgenbos. Daarnaast zijn de ondiepe delen van de geul geschikt voor waterplanten, mede gelet op het abundant voorkomen van smalbladige fonteinkruid (met name Tenger fonteinkruid) sinds de aanleg in 2014.



Figuur 21 De relatief ondiepe binnenbocht van de Maasarm van Keent (foto Gijs Kurstjens).

POELENGEBIED IN DE MAASARM

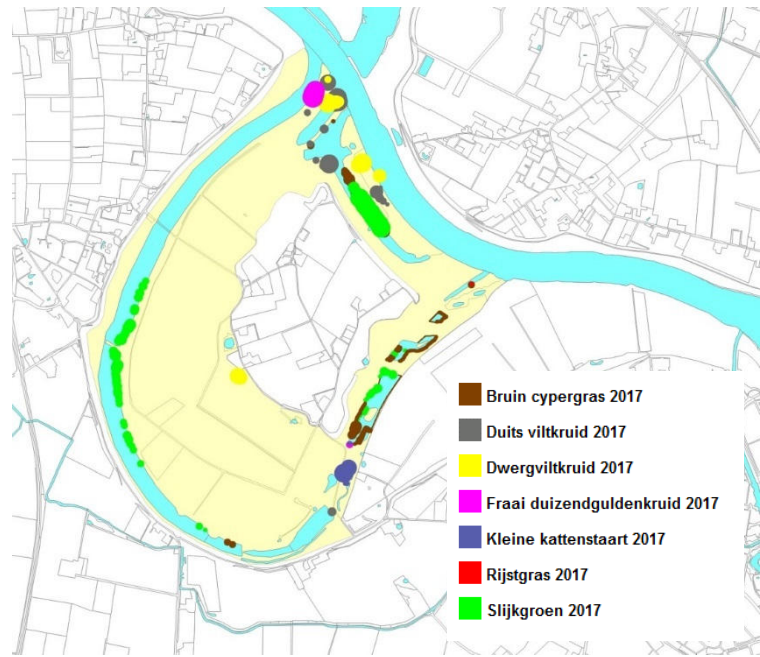
De ondiepe poelen aan de bovenstroomse zijde van de oude Maasarm zijn mogelijk niet volledig stuwpeilgestuurd; dat wil zeggen, ze kunnen ook water bevatten door stagnerend regenwater en in droge tijden door verdamping weer water verliezen. Onbekend is voornamelijk wat de precieze bijdrage van het stuwpeil is, mede omdat dieptegegevens van de poelen niet nauwkeurig voorhanden zijn. Voor bepaling van het areaal is nu uitgegaan van de aangenomen bodemhoogte van deze poelen uit het meest actuele Maasmodel. Op de droogvallende oevers hier groeien dan pioniersvegetaties met o.a. massaal Schijngenadekruid, Kleine kattenstaart, Slijkgroen en Bruin cypergras (Figuur 22), wat duidt op typische droogvalmilieus.

ECOLOGISCHE MONITORING

In 2017 heeft reeds een vrij uitgebreide monitoring van het natuurgebied Keent plaatsgevonden, inclusief de aquatische natuur van de Maasarm en de plassen in het gebied. De Maasarm blijkt vooral van belang voor eurytope vissen, die wat minder eisen stellen aan hun habitatkwaliteit in termen van stroming of waterplanten. Lokaal groeien al Kranswieren en smalbladige fonteinkruiden in de Maasarm. Omdat de geul relatief ondiep is aangelegd kan de waterplantenbegroeiing zeker nog verbeteren. Over grote delen is de binnenbochtzone relatief ondiep, met lokaal wat slikoevers. Indicatief hiervoor is de massale vestiging van Slijkgroen in 2017 (Figuur 22).



Figuur 23 Ondiepe oeverzone en slikoevers aan de noordzijde van de hoogwatergeul langs de Maas bij Keent. In de geul veel smalbladige fonteinkruiden, met name Tenger fonteinkruid.



Figuur 22 De verspreiding van enkele pioniersoorten in Keent in 2017 is indicatief voor de aanwezigheid van slikoevers en flauwe oevers waarop een variabel stuwpeil kan ingrijpen.

3.2.2 TRAJECT BATENBURG EN DIEDEN-DEMEN

Figuur 24 geeft het stuwpeilareaal aan op een stuk van de Bedijkte Maas waar zowel een reeds uitgevoerd project ligt, als een project dat vergevorderd is in de planvorming. Het gaat daarbij resp. om de Liendensche Waard bij Batenburg en het project bij Dieden-Demen ligt, waarvan hier alleen het oostelijke deelgebied bij Dieden is afgebeeld.

BATENBURG

De hoogwatergeul van Batenburg en de omringende plassen zijn in de periode 2008-2010 gegraven. Sindsdien is het gebied in beheer bij Geldersch Landschap. Rond de plassen heeft zich relatief veel zachthoutoobos ontwikkeld, maar de hoogwatergeul zelf is relatief open gebleven.

In het ontwerp van de oude Maasloop bij Batenburg is sprake van wat steilere oevers, met als gevolg dat hier het stuwpeilareaal beperkt is. Hierbij moet opgemerkt worden dat de bodemdata van enkele plassen aan de noordzijde van de geul van Batenburg (het 'Vogelparadijsje') mogelijk niet helemaal correct zijn. Het is bekend dat dit zeer ondiep water is met een zeer rijke vogelfauna, met onder meer soorten bodemslobberaars als Lepelaar en Slobeend. Het lijkt vanuit gebiedskennis (ook gebiedsbezoek in het kader van dit project) logisch dat hier meer areaal tussen de 4,7 en 5,0 m +NAP ligt. Dit deelgebied kan vermoedelijk profiteren van een tijdelijk hoger stuwpeil in de zomer, om daarmee oobos terug te dringen. Dit is immers gunstig voor foeragerende watervogels en steltlopers.

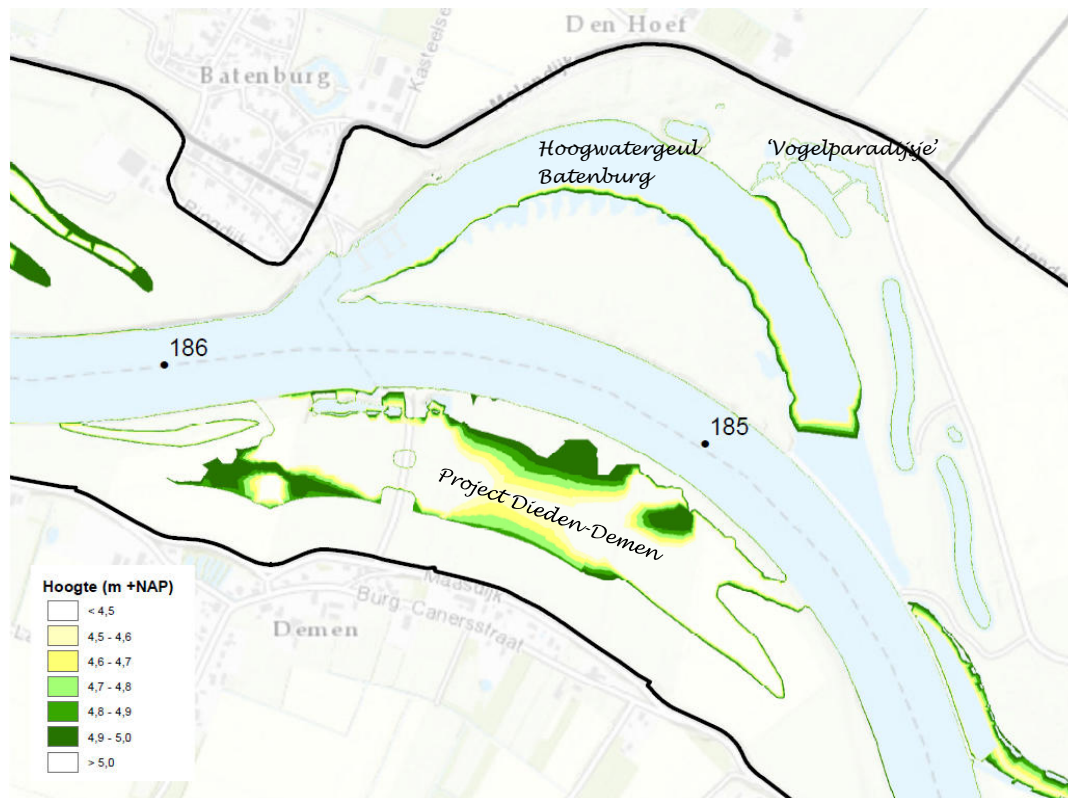
Voor de meander van Batenburg lijken de aanwezige bodemhoogtegegevens wel nauwkeurig, uitgezonderd het ondiepe deel van de geul bij zijn instroompunt waar niet met een boot gepeild kon worden. Batenburg is

recentelijk niet systematisch gemonitord op natuurwaarden en we weten daarom maar beperkt iets over de ecologische ontwikkelingen in het gebied.

DIEDEN-DEMEN

Dieden-Demen is een project in ontwikkeling en een initiatief van K3Delta en Natuurmonumenten (Meer Maas). Het is relatief vergevorderd in de planvorming. Het bestaat uit een koppeling van kleiwinning, natuurontwikkeling en hoogwaterveiligheid, met name door het aanleggen van enkele ondiepe geulen. Deze geulen worden met een zandige bodem afgewerkt.

In Figuur 24 is de oostelijke geul van het project zichtbaar (richting Demen ligt nog een tweede geul). Hierop is mooi zichtbaar dat Dieden-Demen ontworpen is rond het idee om veel ondiep water aan te leggen, waarop een variabel stuwpeil kan ingrijpen. Het kan dus een gebied worden waar het stuwpeilareaal tussen de 7 en 12 ha kan komen te liggen (tabel 2). Onbekend is of dit gebied voldoende laagdynamisch wordt voor de ontwikkeling van veel riet; maar ooibos, riviermoeras, waterplanten en rijke steltloperoevers moeten zeker tot ontwikkeling kunnen komen onder invloed van een variabel stuwpeil.



Figuur 24 Stuwpeilareaal in de uiterwaard van Batenburg (Liedensche Waard) en bij Dieden (oostelijke helft van het project Dieden Demen).



Figuur 25 Lepelaars, Kievieten en Grauwe ganzen in het 'vogelparadijsje' van Batenburg, net ten noorden van de hoogwatergeul.

3.2.3 MAASBOMMEL

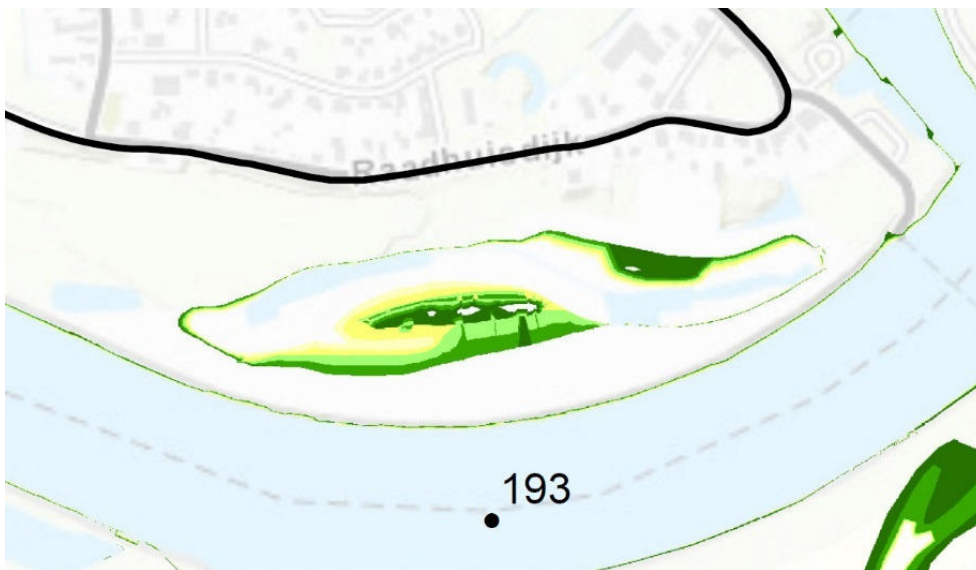
Veel oevers van de geul bij Maasbommel zijn relatief steil afgewerkt en hebben een relatief kleiig karakter. Er zijn echter twee zandplaten ingebouwd die via ondiep water met de oevers in contact staan (zie Figuur 26). Effecten van een variabel stuwpeil zullen zich dus vooral hier doen gelden. Deze ondiepe delen en zandplaten zijn goed zichtbaar in de kaart met het stuwpeilareaal van dit gebied (Figuur 27).

Er is geen sprake van een directe aantakking op de Maas. Stuwpeildalingen of -stijgingen moeten dus mogelijk wat langer in standgehouden worden voor dit gebied, omdat doorwerking naar deze geul via de (deels kleiige) bodem verloopt. Deze isolatie van de Maas geeft echter goede mogelijkheden voor de ontwikkeling van laagdynamische natuur. Er bestaan op termijn goede kansen voor riet- en moerasontwikkeling en waterplantenvegetaties, mede afhankelijk van het begrazingsregime dat gevoerd wordt.

Het gebied is pas sinds begin 2016 ingericht en er is nog weinig bekend over de daadwerkelijke ontwikkelingsrichting in het veld. Noemenswaardig is het broeden van Kluten in 2017 op de zandplaat in de geul, evenals het voorkomen van pioniers als Kleine plevier en Klein vlooienkruid (waarneming.nl).



Figuur 26 Luchtfoto van de geul van Maasbommel kort na aanleg (Beeldbank Rijkswaterstaat/Joop van Houdt).



Figuur 27 Stuwpeilareal rond de hoogwatergeul Maasbommel. Opvallend zijn de ondiepe zones rond de twee ingebouwde eilanden/platen.



Figuur 28 De hoogwatergeul Maasbommel tijdens de eindfase van de inrichting in november 2016.

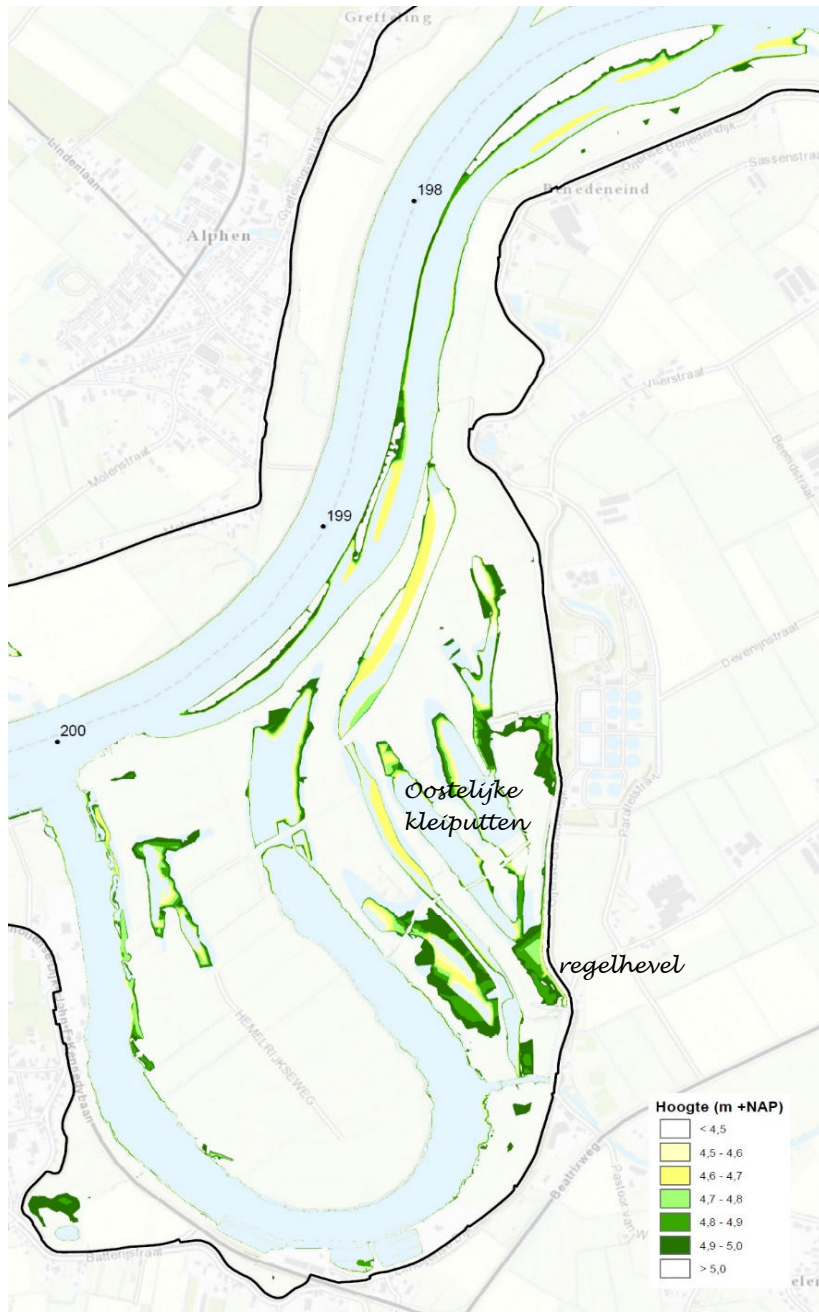
3.2.4 HEMELRIJKSE WAARD

De Hemelrijkse Waard kent grote arealen die binnen het bereik van een variabel stuwpeil liggen (20-31 ha). Dit komt omdat het gebied bij de recente herinrichtingswerken uitgekiend ontworpen is met veel aandacht voor de zone rond stuwpeil en de specifieke kansen voor laagdynamische natuur (waaronder rietland). Dit gebied kan gezien worden als een hotspot gebied voor het experimenteren met een variabel stuwpeil.

In Figuur 29 is zichtbaar dat de stagnante plassen in het gebied vrij veel groene zones hebben. In de grotere geulen naar de rivier toe vallen, vooral bij een iets lagere waterstand van 4,50 m +NAP, grote arealen droog. Deze zandplaten zijn bewust ontworpen om bij een teruglopende waterstand tijdens het strijken van de stuw (zie § 2.1.3) droog te vallen.

De eerste ontwikkelingen in de Hemelrijkse Waard wijzen op goede kansen voor waterplanten en helofytenvegetaties (er is nu al vrij veel vestiging van soorten als Tenger fonteinkruid, Grote waterweegbree, Beekpunge, Kleine lisdodde, Grote kattenstaart etc.) in sommige niet aangetakte geulen en plassen. Bovendien zijn hier in 2018 voor het eerst de oeverpioniers Bruin cypergras, Klein vlooienkruid en Slijkgroen gevonden. Op de laag afgewerkte oevers is lokaal veel kieming van wilgen zichtbaar, en naar de toekomst toe mag verwacht worden dat zachthoutoibos een belangrijk bestanddeel van het gebied wordt. De ontwikkeling van riet is nog niet op grote schaal zichtbaar, maar dit heeft doorgaans ook meer tijd nodig dan wilgenbos. Er zijn wel rietpollen langs sommige wateren geplaatst. In relatie tot de ecologische onderbouwing van een variabel stuwpeil verdient het aanbeveling de ecologische ontwikkelingen in het gebied de komende jaren goed te monitoren en vast te leggen.

Bijzondere aandacht vragen in dit verband de geïsoleerde wateren aan de oostzijde van het gebied. Deze vormen een afgesloten eenheid die door middel van een kleine hevel onderbemaalen kan worden. Dit betekent dat hier op kleine schaal pilots kunnen worden uitgevoerd met scenario's die later op de hele Bedijkte Maas toegepast kunnen worden. Denk hierbij aan het experimenteren met rietkieming en optimale scenario's voor waterplantenontwikkeling. Het experiment kan als KRW in samenwerking met Natuurmonumenten worden uitgevoerd.



Figuur 29 Ligging van stuwpeilarealen in de Hemelrijkse Waard.



Figuur 30 Jong riviermoeras in de oostelijke plassen van de Hemelrijkse Waard, september 2018.



Figuur 31 Luchtfoto van de heringerichte Hemelrijkse waard, kort na aanleg in 2016 (foto Beeldbank RWS / Joop van Houdt).

3.2.5 DIEDENSCH E UITERDIJK

De Diedensche Uiterdijk wordt hier besproken als één van de meer kansrijke gebieden voor de toekomst. Voor het gebied zijn vanuit meerdere kanten ideeën ontwikkeld voor het ecologisch herstel van de Oude Maasarm

en de gronden eromheen, onder meer door Natuurmonumenten en als onderdeel van verkennende studies van het KRW-programma van Rijkswaterstaat (Peters e.a., 2017). Natuurmonumenten heeft inmiddels grote delen van het gebied in eigendom en beheer (Figuur 37). Bij de bepaling van stuwpeilarealen is voor dit gebied gebruik gemaakt van het ontwerp dat in het kader van een KRW-verkenning is opgesteld (plan Bureau Drift; Peters, e.a., 2017). Dit ontwerp zet er op in om de in de jaren '30 dichtgestorte delen van de Oude Maasarm (Figuur 34), plus de oude bovenloop, weer tot laagdynamisch boogmeandermoeras uit te graven.

Het plan is momenteel ook onderdeel van de studies die lopen in het kader van project 'Meanderende Maas', een samenwerkingsprogramma dat werkt aan hoogwaterveiligheid en gebiedsontwikkeling langs de Bedijkte Maas tussen Ravenstein en Lith. De Diedensche Uiterdijk is in dit verband een interessant gebied voor de winning van dijkenglei, die nodig is voor de versterking van de winterdijk op dit traject. Natuurontwikkeling zal hier weinig directe waterstandsdeling veroorzaken, maar kan wel bijdragen aan hoogwaterveiligheid via een dijkencoalitie.



Figuur 32 Het bestaande restant van de Oude Maas arm in de Diedensche Uiterdijk.

Het schetsontwerp van Drift houdt, net als bij schetsontwerpen van Natuurmonumenten, rekening met de specifieke kansen voor laagdynamisch riviermoeras, rietland en waterplantenvegetaties, door ondiepe vergravingen en door uit te gaan van een niet-aangetakt geulenconcept, met losse compartimenten (verlandingsgeul). De Oude Maasarm wordt dus niet in directe verbinding gesteld met de Maas, maar waterstanden deinen via de ondergrond mee met die van de rivier (tot ca. 6,5 m +NAP, dan vindt instroom vanuit en uitwisseling met de rivier plaats). Dit zorgt voor een optimale waterkwaliteit en weinig instroom van eutroof rivierwater. Bovendien is al op voorhand veel areaal tussen 4,5 en 5,0 m +NAP ingebouwd, waardoor een variabel stuwpeil ruimtelijk relatief veel effect heeft: in totaal ca. 8 a 9 ha (12 ha bij stuwpeil tot 4,5 m +NAP).

Het ontwerp is rond de bestaande riviermoerassen heen gebouwd. In de Diedensche Uiterdijk ligt immers één van de laatste goed ontwikkeld moerasjes als relict van de oude Maasarm; ook langs de Vliet (de afwatering die in de jaren '30 in de Maasarm is aangelegd), liggen nog mooie restanten oobos en rietoever. Inmiddels is in het kader van het project Meanderende Maas ook een verkennende uitbreiding van dit schetsontwerp, met reliëfvolgende verlaging van het landgedeelte opgesteld.

Het meandermoeras in het gebied laat, tot op zekere hoogte, zien hoe de Oude Maasarm zich bij opnieuw uitgraven kan ontwikkelen. Er is sprake van een waterplantengroei met Nymphaeïden, en op de oevers groeit afwisselend oobos (veel struikwilgen) en helofytenvegetatie met o.a. Riet, Grote Lisdodde en Grote kattenstaart. Dit lijkt een gebied waar geëxperimenteerd kan worden met een tijdelijk teruglopende waterstand in de zomer, waardoor rietkieming zou kunnen optreden (scenario II). Dit kan gevolgd worden door een jaar met een hogere stand om wilgenbos terug te dringen (scenario IV). De meeste gronden.

Dit gebied lijkt vooral geschikt als lokale pilot met een meer variabel peil, omdat de gronden rond de Oude Maasarm voor het grootste deel eigendom zijn van Natuurmonumenten(zie Figuur 37).



Figuur 33 De Vliet is een afwatering die bij het dichtstorten van de Oude Maasarm in de Diedensche Uiterdijk is aangelegd.



Figuur 34 De Diedensche Uiterdijk op een topografische kaart uit 1869, ruimschoots voor het deels dichtstorten in de jaren 1930.

3.3 Conclusies

In relatie tot de ruimtelijke consequenties van een meer variabel stuwpeil kunnen we het volgende concluderen:

- Er heeft de laatste jaren een drastische uitbreiding plaats gevonden van het areaal waarop een meer variabel stuwpeil kan inwerken langs de Bedijkte Maas, van naar schatting enkele hectares in 2004 naar bijna 49 ha (bij 0,30 m stuwpeilvariatie) in 2018;
- Uitbreiding naar 95 (zonder Oijense Middelwaard en de Lymen) tot 111 ha (met deze beiden projecten) lijkt binnen afzienbare tijd, gekoppeld aan nieuwe gebiedsontwikkeling en KRW-projecten, een reële optie;
- Invoering van een variabel stuwpeil is in de huidige situatie ecologisch veel effectiever en legitiemer dan 10 of 15 jaar geleden.
- Gebieden als Hemelrijkse Waard, hoogwatergeul van Keent en Maasbommel springen er verhoudingsgewijs uit omdat hier in het ontwerp specifiek rekening is gehouden met de aanleg van zones rond en net onder stuwpeil.
- In veel gebieden zijn ecologische ontwikkelingen gaande die indicatief zijn voor wat een variabel stuwpeil kan betekenen; de ontwikkelingen staan echter vaak nog aan het begin.
- Naar de toekomst toe lijken project Dieden-Demen en de Diedensche Uiterdijk kansrijk, omdat hier belangrijke lopende initiatieven zijn en de bestaande plannen rekening houden met optimalisaties rond stuwpeil.

4. Conclusies en aanbevelingen

4.1 Ruimtelijke effectiviteit

- Er heeft de laatste 10 tot 15 jaar langs de Bedijkte Maas een drastische **uitbreiding plaats gevonden van het areaal** waarop een meer variabel stuwpeil kan inwerken. Dit hangt samen met de aanleg van verschillende (grote) ecologische herstelprojecten, zoals de Hemelrijkse Waard, het natuurgebied Keent en Batenburg.
- Op dit moment kan minimaal 57 ha onder invloed van een variabel stuwpeil (van 30 cm) worden gebracht. Bij een uitbreiding naar 50 cm stuwpeilvariatie wordt dit naar schatting ruim 76 ha.
- Rekening houdend met potentiële projecten in het kader van het KRW-programma, het programma 'Meer Maas' en het project 'Meanderende Maas' kan dit areaal in het komende decennium oplopen tot ca. 111 resp. 134 ha. Mogelijk kunnen enkele reeds ingerichte gebieden geoptimaliseerd.

4.2 Gewenste stuwpeilfluctuaties

- Op basis van de ruimtelijke analyse in deze studie lijkt een peilverschil tussen 4,70 en 5,00 m +NAP in veel gebieden voldoende om **tot substantiële ecologische effecten** te bereiken. Een grotere speelruimte tot minimaal 0,50 m is wenselijk, maar bij veel grotere peilfluctuaties van bijvoorbeeld > 1 meter (met name dalingen) kan het zijn doel voorbij schieten, doordat permanente wateren te veel gaan uitdrogen en het laagdynamische karakter wordt verminderd (het uitdrogen van kleinere en tijdelijke wateren kan overigens gunstig zijn, i.v.m. het creëren van (roof)visvrije wateren).

4.3 Uitgekiend ecologisch stuwpeilbeheer

- Er zijn grofweg 4 ecologische scenario's denkbaar voor een variabel stuwpeilbeheer, die allemaal een ander effect hebben op de landschapontwikkeling. Deze scenario's zijn in deze studie als volgt benoemd:
 - **Scenario I 'De Natte Overstromingsvlakte'**: maximaliseren van arealen met plas-dras over een lange voorjaarsperiode.
 - **Scenario II 'Rietland'**: optimaliseren van de kiemkansen voor rietland op bepaalde momenten in de successie.
 - **Scenario III 'Permanent Wetland'**: inzetten op een permanent hoge zomerstand, optimaal voor waterplanten ontwikkeling
 - **Scenario IV 'Zachthoutoibos'**: optimaliseren van kiemkansen voor of het juist laten verdrinken van wilgenbos op bepaalde momenten in de successie.
- Deze scenario's kunnen **in combinatie met elkaar** worden ingezet, waardoor specifiek sturing kan worden gegeven aan ontwikkelingen in de uiterwaardgebieden.
- Werk bij het toepassen van een variabel stuwpeil met een **uitgekiend stuwbeheerplan over een langjarige periode**, waarbij gericht de beste elementen uit verschillende scenario's worden verwerkt. Ben niet bang om hierbij in de praktijk dingen uit te proberen (al dan niet in een pilotgebied; zie hierna), en pas zo nodig elementen uit het stuwbeheerplan aan op basis van geconstateerde effecten in het veld. Niet alle effecten zijn vooraf te overzien.
- Naast verschillen hebben deze scenario's voor de KRW een belangrijk gemeenschappelijk doel, namelijk om het huidige bulkvoedsel **van slib-zwevende algen om te buigen naar water/moerasplanten en bentische algen** (algen die hechten aan de bodem en vast materialen als hout) in het oppervlaktewater in de uiterwaarden. Deze algen staan aan de basis van de voedselketen in het water. Troebele

uiterwaardplassen kunnen veranderen in een scala aan helder, ondiep, al dan niet periodiek droogvallend water. Dit is een situatie die de natuurlijke overstromingsvlakte beter benaderd.

- In zo'n meerjarig stuwpeilbeheer is sprake **van een jaarritmiek**, maar ook van **sporadische 'eventjaren'**, waarin extremen worden gesimuleerd die specifieke ontwikkelingen op gang brengen of juist de successie terugwerpen.
- Hou in het stuwpeilbeheer rekening **met de omgekeerde kwelwerking** tussen buiten- en binnendijs op dit Maastraject. Ten westen van Demen-Haren werkt de Maas immers niet drainerend, maar irrigierend op zijn binnendijkse omgeving.
- Uiteindelijk spelen naast ecologie ook andere aspecten een rol en zal naar een **integraal peilbeheer** toegewerkt moeten worden waarin ook functies als scheepvaart, landbouw en recreatie verwerkt zijn. Hiertoe zal ook het **peilbesluit aangepast of geflexibiliseerd** moeten worden.

4.4 Pilots

- Er zijn twee gebieden waarin geëxperimenteerd kan worden met variabel peil, zonder meteen het volledige Maaspeil te wijzigen:
 - In de Hemelrijkse Waard ligt een **omkaad compartiment** dat onafhankelijk van de rest van het gebied **onderbemalen kan worden**. Hierdoor kunnen waterstanden onafhankelijk van de omgeving worden gestuurd, zonder dat andere functies er ongemak van onder vinden. Maak hiervan een pilot om te experimenteren met effecten van een variabel stuwpeil (Figuur 38).
 - Een tweede pilotgebied is het oude meanderboogmoeras van de Diedensche Uiterdijk, waarin mogelijk door het dichtzetten van de afwatering (De Vliet) kleine peilverschillen kunnen worden gerealiseerd, met name na hoogwaterperioden.



Figuur 38 Ligging van het pilotgebied, dat als omkaad compartiment in de Hemelrijkse Waard ligt, en waarbinnen waterstanden via een hevel kunnen worden gestuurd.

4.5 Leidraden voor inrichtingsprojecten

- Speel met inrichtingsplannen langs de Bedijkte Maas specifiek in op de **kansen voor laagdynamische wateren, geulen, rietland en oevermilieus** (oobos en slikoevers). Het 'DNA' van dit riviertraject is door verstuwung definitief veranderd en de kenmerkende natuur van stromend water en reofiele milieus is niet langer kansrijk.
- Binnen dit concept kunnen inrichtingsplannen vervolgens goed inspelen op een variabel stuwpeilbeheer, door veel oeverzones en tijdelijke wateren aan te leggen **rond een hoogte van 4,70 (4,50) – 5,00 m +NAP**.
- Deze maaiveldhoogtes zijn **ook zonder variabel stuwpeil gunstig** voor de ontwikkeling van laagdynamische riviernatuur op dit Maastraject.
- Om de kansen voor laagdynamische natuur te optimaliseren verdient het aanbeveling om slechts **beperkt geulen en wateren direct aan te takken op de rivier**, zodat golfslag door de scheepvaart en instroom van eutroof Maaswater en slib wordt geminimaliseerd. Het sluit aan bij wat er in natuurlijke situatie ook gebeurt met boogmeanders die afgesneden worden van de Maas. Daarbij kunnen lokaal op kleinere schaal overigens nog steeds ook aangetakte wateren aangelegd worden, die bijdragen aan de kwaliteit van het aquatische milieu in de hoofdgeul van de Maas (zoals de nevengeul in de Hemelrijkse Waard).
- Laagtes en laaggelegen graslanden waarin de natte plas-drassituaties worden voorzien, kunnen in rechtstreeks contact met de rivier onderlopen, maar lokaal pas bij bepaalde (hoogwater)standen,

waardoor het water na een hoogwaterperiode ook langer kan blijven staan en alleen via de ondergrond wegzijgt.

- Probeer ter variatie op logische locaties ook wateren aan te leggen die **bij een dalend stuwpeil snel droogvallen**. Deze wateren worden periodiek visvrij en zijn geschikt voor een rijkere macrofaunagemeenschap en voortplantingsbiotoop voor amfibieën.
- Leg niet-aangetakte geulen en plassen zo mogelijk (deels) aan in **een zandige ondergrond**, zodat peilvariaties via het grondwater snel kunnen doorwerken in deze wateren.

4.6 Beheer en monitoring

- Het terreinbeheer kan niet los gezien worden van het waterpeilbeheer. Verbind het invoeren van een variabel stuwpeil dus steeds aan **een integraal verhaal over het terreinbeheer** in relevante gebieden.
- Riet en veel waterplanten zijn bijvoorbeeld **erg gevoelig voor begrazing**, met name door ganzen en andere (water)vogels. Een lage begrazingsdruk op de oevers en het lokaal toelaten van een wat ruiger landschapsbeeld met lokaal ook bos of bosschages, is minder geschikt voor ganzen (voorkeur voor open landschap, i.v.m. voedselaanbod en predatie) en daarmee kansrijke riet- en waterplantenontwikkeling.
- Het scenario van de 'natte overstromingsvlakte' **profiteert daarentegen van begrazing**, met name voor weidevogels en stellopers.
- In veel gebieden zijn ecologische ontwikkelingen gaande die indicatief zijn voor wat een variabel stuwpeil kan betekenen; de ontwikkelingen staan echter vaak nog aan het begin. **Monitoring hiervan kan belangrijke input aanleveren** voor toekomstige stuwpeilscenario's.
- Voor inzicht in de effectiviteit van de maatregelen voor de KRW doelen, zal het nodig en wenselijk zijn om de verschillende watertypen (droogvallend in of buiten bos, rietmoeras en wetland) te onderzoeken op de verschillende kwaliteitselementen vis, water-oeverplanten, macrofauna en bentische algen.

4.7 Nieuwe stuwen

- Het is aan te bevelen om bij de herbouw van een toekomstige stuw rekening met **een bredere bandbreedte voor stuwpeilvariatie**. Aan de onderkant is uitbreiding tot ca. 4,50 m +NAP ecologisch optimaal, aan de bovenkant een uitbreiding tot ca. 5,50 m +NAP.
- Vooral de mogelijkheid om met een stuwpeil van boven de 5,00 m +NAP **grotere arealen tijdelijk plas-dras** te kunnen zetten (scenario 1) kunnen ecologisch erg positief uitwerken.
- Hiervoor is met name **de Lelyzone** (de verlaagde zone dicht op de rivier) **een geschikt gebied**, met name wanneer hier in het kader van toekomstige projecten (KRW of project Meanderende Maas) geulaanleg of verlaging mocht gaan plaatsvinden.
- Er wordt aandacht gevraagd voor **de dagelijkse waterstandspiekjes** veroorzaakt door de WKC in de stuw van Lith (ca. 10 cm). Hierdoor zal een eventueel variabel stuwpeil minder effectief zijn, om dat de zone boven de 4,90 m +NAP vaak al dagelijks onderloopt.



Figuur 39 Natte weilanden en rietkragen langs de Maasarm van de Hemelrijkse Waard, voor de herinrichting van 2015/2016.

Literatuur

Alterra, 2003. Moerasvogels op Peil, moerasvogels houden is moerassen behouden. Vogelbescherming Nederland. Onderzoek in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Clevering, O., 1999. Vitaliteit van Rietbegroeiingen. De Levende Natuur 100/2, pp 42-45.

Dister, E., 1980. Geobotanische Untersuchungen in de Hessischen Rheinaue als Grundlage für die Naturschutzarbeit. Dissertatie, Universität Göttingen, Göttingen.

Geerling, G., T. Buijse & L. Van Kouwen, 2010. Ecologische potenties van stuwpeilvariatie in de Maas. Deltares, Utrecht.

Jans, L. & H. Drost, 1995. De Oostvaardersplassen, 25 jaar vegetatie-onderzoek. Flevobericht nr. 382. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.

Klink, A., Bij de Vaate, B., 1994 De Grensmaas en haar problemen zoals blijkt uit hydrobiologisch onderzoek aan makro-evertebraten Hydrobiol. Adviesburo Klink Rapp. Med. 53: 62 pp. + bijl.

Kurstjens, G., B. Peters, N. van Kessel & W. Liefveld, 2017. Maas in Beeld, Keent Gebiedsrapportage 2017. Programma Maas in Beeld, www.maasinbeeld.nl.

Lammertsma, D.R., et al., 2004. Moerasvogels op peil. Deelrapport 4. Voedselsituatie voor insectenetende moerasvogels. Alterra Rapport 828.4: 26 pp.

Peters, B. G. Geerling & T. Smits, 2002. Successie van natuurlijke uiterwaardlandschappen; werkdocument in het kader van het onderzoek "Cyclische verjonging van uiterwaarden" op basis van empirische kennis. Bureau Drift/Radbouduniversiteit Nijmegen, Berg en Dal/Nijmegen.

Peters, B. & A. Klink, 2005. Variabel stuwregime in het stuwpand Lith en ecologische perspectieven voor de Hemelrijkse Waard; een verkenning. Studie in opdracht van Rijkswaterstaat. Bureau Drift, Berg en Dal.

Peters, B., W. Liefveld, M. de la Haye, G. Kurstjens, N. van Kessel en J. Zwerver, 2017. KRW-maatregelen Beekmondingen Maas – 20 beekmondingen, verkenning 'Oranje Cluster'. In opdracht van Rijkswaterstaat, Waterschap Limburg en Waterschap Aa en Maas. Bureau Drift, Berg en Dal i.s.m. Bureau Waardenburg.

Peters, 2018 De Maasterrassen, perspectieven voor de levensader van Limburg. Visie op ruimtelijke ontwikkeling en hoogwaterveiligheid in het Noord-Limburgse Maasdal. In opdracht van Stichting het Limburgs Landschap, Wereld NatuurFonds, Ark Natuurontwikkeling en Staatsbosbeheer.

Rademakers, J. & Voorwinden, A., 2004 Pilotproject natuurontwikkeling Hemelrijkse Waard. Inrichtingsplan (concept 11 oktober 2004) Rapport Rademakers Ecologie en ontwikkeling 33 pp.

Reeze, A.J.G., A.D. Buijse en W.M. Liefveld, 2005. Weet wat er leeft langs Rijn en Maas. Ecologische toestand van de grote rivieren in Europees perspectief. Rijkswaterstaat, Lelystad. RIZA rapport 2005.010.

Reeze, B., A. van Winden, J. Postma, R. Pot, J. Hop en W. Liefveld, 2017. Watersysteemrapportage Rijntakken 1990-2015. Ontwikkelingen waterkwaliteit en ecologie. Bart Reeze Water & Ecologie, Harderwijk.

Remmelzwaal, A. & R. Verheule, 1999. De vestiging van Riet in de Randmeren. De Levende Natuur 100/2, pp 58-61.

Semmekrot, S., Vriese, F.T., 1993 Paai- en opgroeigebieden voor vis in de Maas. Rapport ecologisch Herstel Rivieren 54: 78 pp. + bijl.

Splunder, I. van & J. Leemans, 1997. Ooibosontwikkeling op rivieroever: Interactie tussen vegetatie en oevermorfologie. RIZA-rapport 97.020. RIZA, Arnhem.

Van der Winden, J., e.a., 1999. Voorstudie inventarisatie jonge verlandingsvegetaties als habitat voor moerasvogels. Rapport Bureau Waardenburg.

Vera, F., 1988 De Oostvaardersplassen. Van spontane natuuruitbarsting tot gerichte natuurontwikkeling. IVN/Grasduinen Amsterdam/Haarlem 168 pp.

Vermaat, J., 2002. Ecologische effecten van peilbeheer in meren en plassen: ontwikkeling van oever- en moerasvegetatie. In: Coops, H., (red.), 2002 Ecologische effecten van peilbeheer: een kennisoverzicht. RIZA Rapport 2002.040: 134 pp.

Vulink, J.T., 2001. Hungry Herds. Management of temperate lowland wetlands by grazing. PhD. Thesis University of Groningen. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Directorate IJsselmeergebied, Lelystad.

Vulink, T., M. van Eerden, M. Platteeuw & M. Roos, 2009. De Oostvaardersplassen I Waterpeil en begrazing sturen het systeem. Landschap, 2009-3, p 109-119.

Westhoff, V., Bakker, P.A., Leeuwen, C.G. van, Voo, E.E. van der 1981. Wilde planten: flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 2: het lage land. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland, 's Graveland.

Wheeler, B., R. Money & S. Shaw, 2002. Freshwater wetlands. In: Perrow & Davy, 2002. Handbook of Ecological Restoration. Cambridge University Press, Cambridge.

Wortelboer, R., J. van den Roovaart & E. Meijers, 2016. Ecologische Sleutelfactoren voor de Rijkswateren, Een oriënterende studie. Deltares, in opdracht van Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving.

Dankwoord

Met dank aan Jos Rademakers voor waardevolle aanvullende gegevens over ontwerpen langs de Bedijkte Maas en meedenken over de kansen van een variabel stuwpeil.

Bijlage 1 Methodiek GIS-analyse

Opzetten hoogtemodel (GIS-analyse) voor bepaling van de effecten van een variabel stuwpeil

Verzamelen hoogtedata en opzethoogtemodel

Voor het opzetten van een hoogtemodel voor bepaling van de effecten van een variabel stuwpeil in het stuwpannd Lith is gebruikgemaakt van de volgende bronbestanden:

- DTB-nat (RWS, augustus 2018)
- Lodingen zomerbed (RWS, september 2017 – april 2018)
- Peilingen plassen Batenburg en Loonse waard (RWS, februari 2017)
- Ontwerp Diemen-Dieden (K3-Delta, september 2018)
- Ontwerp Diedensche Uiterdijk (Bureau Drift voor RWS, KRW-beekmondungen, 2017)
- Ontwerpen De Waarden-Ossenkamp, Oijense Middelwaard en De Lymen (project Meanderende Maas, Bureau Drift i.s.m. Witteveen en Bos, 2018)
- Actueel rivierkundig model Maas j18_5-v1 (RWS, november 2018)

Deze bronbestanden zijn bij verschillende partijen verzameld en verwerkt tot een integraal hoogtemodel. In dit hoogtemodel is daar waar mogelijk gebruikgemaakt van het DTB aangevuld met ontwerpen van nog te realiseren projecten. Aangezien in het DTB slechts de waterlijn van bestaande waterpartijen is opgenomen, is het hoogtemodel aangevuld met bestaande bodempeilingen (lodinggegevens) en data uit het actueel rivierkundig Maasmodel.

De hoogte-informatie uit het DTB-nat is vergeleken met de data afkomstig uit het AHN3. Uit deze vergelijking is geconstateerd dat het DTB afdoende bruikbaar is voor het bepalen van de effecten van een variabel stuwpeil.

NB. Er is geprobeerd om binnen Rijkswaterstaat, RWS district en RWS CIV, de ontwerpen en/of as-built tekeningen van gerealiseerde projecten op te vragen. Deze informatie bleek niet gemakkelijk voorhanden waardoor uiteindelijk een alternatieve methode gebruikt is voor het aanvullen van hiaten in bestaande hoogtedata (DTB-bestanden). Hiervoor is gebruik gemaakt van o.a. een actueel rivierkundig Maasmodel. Het verdient aanbeveling om data (projectdata) ten aanzien van reeds gerealiseerde projecten centraal te ontsluiten via het district of de CIV.

Analyse oppervlakte

Om het areaal te bepalen dat onder invloed van een variabel stuwpeil komt te staan, wordt het hoogtemodel gereclassificeerd. In dit gereclassificeerde raster wordt onderscheid gemaakt in vijf intervallen:

- 4,5 – 4,6 m +NAP (mogelijk onder invloed van variabel stuwpeil)
- 4,6 – 4,7 m +NAP (mogelijk onder invloed van variabel stuwpeil)
- 4,7 – 4,8 m +NAP (onder invloed van variabel stuwpeil)
- 4,8 – 4,9 m +NAP (onder invloed van variabel stuwpeil)
- 4,9 – 5,0 m +NAP (onder invloed van variabel stuwpeil)

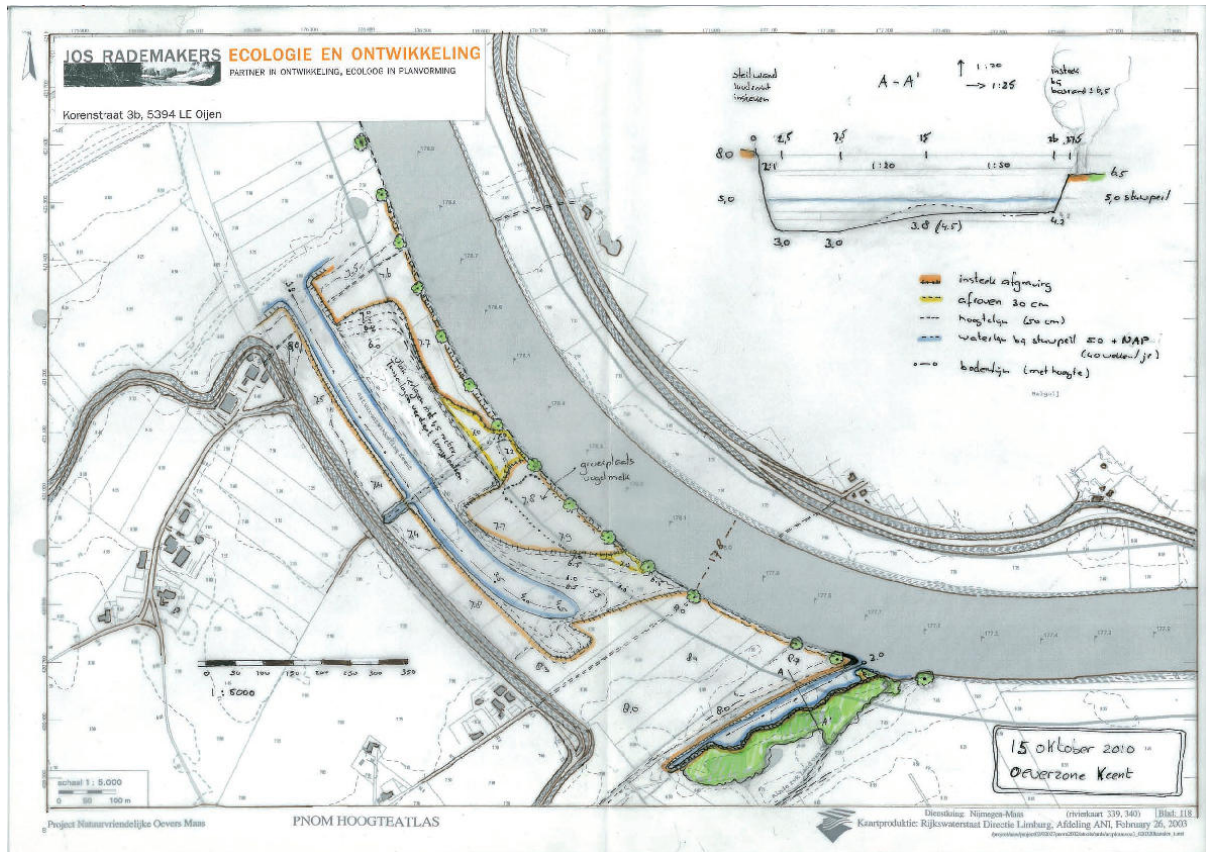
In tabelvorm leidt dit tot de volgende arealen:

Hoogte (m +NAP)	Opp. (ha)
4,5 - 4,6	17,62
4,6 - 4,7	22,22
4,7 - 4,8	23,29
4,8 - 4,9	33,39
4,9 - 5,0	63,48

Bijlage 2 Enkele ontwerpen

Hemelrijkse waard en de hoogwatergeul van Keent

(beiden opgesteld door Jos Rademakers Ecologie en Ontwikkeling)



Hemelrijke Waard

Visualisatie Uitvoeringsontwerp november 2014



0 250 500



A.L. v.d. WETERING B.V.