



Landschapsecologische
Systeemanalyse Vierwaarden

De Terrassenmaas tussen Venlo en Broekhuizen



Bart Peters

Februari 2024

In opdracht van het Waterschap Limburg

Onderdeel van het hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) en de Programmatische Aanpak Grote wateren (PAGW)

Landschapsecologische Systeemanalyse Vierwaarden

De Terrassenmaas tussen Venlo en Broekhuizen

Bart Peters
Februari 2024

Begeleidingsteam:
Keesjan van den Herik, Alphons van Winden, Erik Walboomers, Wouter van Heusden, Wendy Verduyjsse, Maartje Liefing,
Floris Moolhuizen en Martijn Antheunisse

Studie in opdracht van het Waterschap Limburg

Onderdeel van het HoogWaterBeschermingsProgramma (HWBP) en de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW)

Inhoud

1.	Inleiding en aanleiding	5
1.1	Project Vierwaarden	5
1.2	Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW)	6
1.2.1	Achtergronden van PAGW	6
1.2.2	Systeembenadering	7
1.3	De waarde van een systeemanalyse	8
1.4	Aannames vooraf over het riviersysteem	8
1.5	Leidende principes voor de gebiedsopgaven	8
1.6	Leeswijzer	8
2.	Ontstaansgeschiedenis	10
2.1	Geologie van de Maasterrassen	10
2.1.1	Tektonisch stijgingsgebied	10
2.1.2	Inslijdingsrivier	11
2.1.3	terrasniveaus	12
2.1.4	De Maasduinen	17
2.1.5	Leesbare terrasranden	17
2.2	Restgeulen en grondwatergevoede laagtes	19
2.2.1	Laag-terrasgeulen	19
2.2.2	Midden-terrasgeulen	19
2.3	Beken en lossingen	21
2.4	Historisch landgebruik	22
2.4.1	Broekbeemden in oude laagterrasgeulen	22
2.4.2	Vroege bewoning	23
2.4.3	Dekzandgronden en maasduinen	23
3.	Veranderingen van het riviersysteem	26
3.1	De doorwaadbare zandrivier	26
3.2	Halverwege 19 ^e eeuw: de grote rivierkanalisaties	28
3.3	De jaren 1920: De verstuwning van de Maas	29
3.4	Recente aanpassingen aan het riviersysteem	30
3.4.1	De Maasoeveren vastgelegd	30
3.4.2	Aanleg van de eerste kades en dijken	32
3.4.3	Vrij eroderende oevers	33
4.	Hydromorfologisch functioneren	36
4.1	Afvoeren, waterstanden en peildynamiek	36
4.1.1	Afvoer-waterstandsrelaties	36
4.1.2	Verstuwning door de stuw Sambek	39
4.1.3	Watervoerend en waterbergend	40
4.1.4	Rivierwater en grondwater in restgeulen	41
4.2	Grondwaterwerking	42
4.2.1	Grondwaterwerking als dominant proces	42
4.2.2	Grondwaterdieptes	43
4.2.3	Rivierwatergedomineerde locaties	46
4.3	Morfodynamiek op de oevers en in de rivier	46
4.3.1	Sedimentatieprocessen	46
4.3.2	Beddingmorfologie	46
4.3.3	Oevererosie en steilwanden	47
4.4	Waterkwaliteit	47
4.4.1	Chemische waterkwaliteit	47

4.4.2	Watertemperatuur.....	49
5.	De ecologie van de Maasterrassen	51
5.1	De oude Terrassenmaas	51
5.1.1	De ondiepe zandrivier.....	51
5.1.2	Graslanden en beemden	53
5.1.3	Natte geulrelicten	54
5.1.4	Ruigtes en boszomen.....	55
5.2	Het actuele Maasdal rond Vierwaarden.....	55
5.2.1	Actueel landgebruik	55
5.2.2	(Potentiële) ecotopenverdeling in relatie tot doelbereik PAGW.....	57
5.2.3	Beschermingsstatus en Natura 2000	58
5.2.4	Kenmerkende ecotopen	60
5.2.5	Grondwatergevoed broekbos	63
5.3	De relatie met de hogere zandgronden	70
5.3.1	Gradiënten en overgangen.....	70
5.3.2	2 voor de prijs van 1.....	70
5.3.3	Ecologische verbindingzones Maasdal-zandgronden.....	71
5.3.4	Omgang met beken.....	73
6.	Leidende principes	74
6.1	Inleiding.....	74
6.2	Maak aard, reliëf en ouderdom van de terrassen leidend	74
6.2.1	Systeemkenmerken.....	74
6.2.2	Ontwerp- en ontwikkelprincipes	74
6.3	Herstel de kwel	75
6.3.1	Systeemkenmerken.....	75
6.3.2	Ontwerp- en ontwikkelprincipes.....	77
6.4	Herstel kenmerkende hydro- en morfodynamiek.....	77
6.4.1	Systeemkenmerken.....	77
6.4.2	Ontwerpprincipes.....	77
6.5	Verbind en vergroot gebieden	78
6.5.1	Systeemkenmerken.....	78
6.5.2	Ontwerp- en ontwikkelprincipes	78
6.6	Het systeem bepaalt	78
6.6.1	Systeemkenmerken.....	78
6.6.2	Ontwerp- en ontwikkelprincipes	79
	Literatuur.....	80
	Bijlage 1 Bodemprofielen van enkele locaties in Vierwaarden.....	84
	Bijlage 2 Historische rivierkaarten van 1840-1850.....	86
	Bijlage 3 Aanvullende afvoer- en waterstandsgrafieken	87
	Bijlage 4 oppervlaktebepaling potentiële, natuurlijke ecotopen.....	88

1. Inleiding en aanleiding



FIGUUR 1.1 STUDIEGEBIED VAN DEZE SYSTEEMANALYSE MET TEVENS WEERGEGEVEN HET PROJECTGEBIED VAN VIERWAARDEN.

1.1 Project Vierwaarden

Deze systeemanalyse van het Maasdal tussen Venlo en Broekhuizen is tot stand gekomen vanuit het gebiedsontwikkelingsproject 'Vierwaarden'. In dit project zijn een aantal gebiedsopgaven samengebracht die vooral samenhangen met het verbeteren van de hoogwaterveiligheid (dijkversterking en rivierverruiming) en het versterken van de ruimtelijke kwaliteit en de natuur van het gebied. Deze opgaven zijn vervolgens vertaald in 5 projectdoelen:

VERBETEREN VAN DE WATERVEILIGHEID VIA DIJKVERSTERKING

Het dijktraject 68-2 bij Velden moet gaan voldoen aan een wettelijke waterveiligheidsnorm met overstromingskans van 1/100e per jaar; Het dijktraject 68-1 bij Venlo Noord (nabij Genooi, ten zuiden van de A67) moet gaan voldoen aan een wettelijke waterveiligheidsnorm met overstromingskans van 1/300e per jaar.

VERBETEREN VAN DE WATERVEILIGHEID VIA RIVIERVERRUIMING

De waterstand bij (maatgevend) hoogwater wordt met tenminste met 5 centimeter verlaagd ter plaatse van Venlo-Noord en Venlo-Centrum. Het rivierbed tussen de dijken wordt met tenminste 20 ha verruimd ten opzichte van het versterken van de dijk op de huidige ligging.

VERBETEREN WATERKWALITEIT EN VERSTERKEN KLIMAATBESTENDIGE, ROBUUSTE RIVIERNATUUR

Structuurversterking van de natuur in lijn met de Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW). De gebieden in Vierwaarden moeten, in samenhang met elkaar en met reeds bestaande natuurgebieden, de functie gaan vervullen van een natuurlijke verbingszone/'stepping-stone' tussen de 'hot-spots' Gelderse Poort en Grensmaas.

VERSTERKEN VAN DE RUIMTELIJK-ECONOMISCHE ONTWIKKELING

Het inpassen van de jachthaven Venlo in het projectgebied bij Venlo-Noord. Hierbij moet een mogelijkheid worden geboden tot het verbinden en uitbreiden van fiets- en wandelroutes.

VERBETEREN RUIMTELIJKE KWALITEIT IN VIERWAARDEN

Verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit via de vijf inrichtingsprincipes voor ruimtelijke kwaliteit voor Vierwaarden, zoals vastgesteld in het Ruimtelijk Kwaliteitskader Vierwaarden.

Het project Vierwaarden is onderdeel van het HoogWaterBeschermsProgramma (HWBP) Noordelijke Maasvallei. De stuurgroep wordt gevormd door het Waterschap Limburg, het ministerie van I&W, Rijkswaterstaat, de Provincie Limburg, de gemeente Horst aan de Maas en de gemeente Venlo.

De naam van het project heeft betrekking op de vier 'weerden' (overstromingsgebieden) die op dit traject liggen (figuur 1.1):

- De Weerd bij Arcen
- De Weerd Lottum-Broekhuizen
- De Weerd bij Grubbenvorst en
- De langgerekte weerd rond Velden (in feite 2 weerden)



FIGUUR 1.2 HET KERKDRP ARCEN LANGS DE TERRASSENMAAS IN HET VIERWAARDENGEBIED (FOTO JOOP VAN HOUDT/BEELDBANK RIJKSWATERSTAAT).

Hiertussen liggen overigens nog aanvullende verbindingzones in de overstromingsvlakte die ook onderdeel uitmaken van het plangebied, zoals tussen Arcen en Lomm en tussen Grubbenvorst en Blerick. Deze systeemanalyse kijkt daarnaast ook naar de randzones en overgangen met de hogere zandgronden.

Vierwaarden bevindt zich in de verkenningsfase (dijkversterking, dijkverlegging, rivierverruiming, PAGW). Deze verkenning levert binnen een jaar één of meerdere varianten per deelgebied op die vervolgens op hun effecten worden beoordeeld. De uitkomsten van deze systeemanalyse zijn input voor de keuzes die in dat traject gemaakt worden.

1.2 Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW)

1.2.1 ACHTERGRONDEN VAN PAGW

Naast het HWBP is het project Vierwaarden tegelijkertijd onderdeel van twee andere Rijksprogramma's: het PAGW-programma (Programmatische Aanpak Grote Wateren) en (als pilotproject) het programma IRM (Integraal RivierManagement). Vanuit deze programma's zal de komende decennia gewerkt worden aan de ontwikkeling een duurzaam beheerbaar riviersysteem (o.a. duurzaam sedimentbeheer, hoogwaterveiligheid, beddingerosie, verdroging) en het herstel van de ecologie (ecologische (water)kwaliteit). Hierbij werken zowel de PAGW als IRM vanuit een systeembenadering: uitgangspunt zijn maatregelen die zo goed mogelijk aansluiten bij de specifieke kenmerken, processen en structuren van het betreffende riviersysteem ('DNA van de Rivier' conform de werkwijze van 'Smart Rivers en zoals onderdeel van de 'Natuurverkenning Grote Rivieren' (2017) van het ministerie van LNV).

Op Rijksniveau zijn [IRM](#) en PAGW inmiddels met elkaar verbonden, om zo maatregelen vanuit een gezamenlijke aanpak te realiseren. De totstandkoming van deze systeemanalyse wordt vooral ondersteund vanuit PAGW. De Terrassenmaas rond Venlo vormt voor PAGW een ecologische stapsteen tussen de hotspots 'Grensmaas' enerzijds en 'Biesbosch-Rijn-Maasmonding' en 'Gelderse Poort' anderzijds. Vanuit bovenstaande systeembenadering wil PAGW omstandigheden creëren voor de ontwikkeling en terugkeer van karakteristieke levensgemeenschappen en habitats langs de Terrassenmaas. Hierbij zoeken zowel PAGW als IRM naar maatregelen die het riviersysteem als geheel beter en duurzamer laten functioneren, ook met het oog op problemen die voortkomen uit klimaatverandering, beddingerosie, verdroging (grondwaterbescherming) en een verstoorde sedimenthuishouding in veel rivieren. Hiermee wordt tegelijkertijd invulling gegeven aan doelen waar vanuit ander beleid al aan gewerkt wordt, met name de KRW en Natura 2000. Belangrijk voordeel van het koppelen van doelen is dat men minder vaak langs hoeft te komen in het gebied en maatregelen 'in één keer goed' gebeuren.



FIGUUR 1.2 KAART MET DE LIGGING VAN DE 4 HOTSPOTS VAN DE PAGW MET DAARTUSSEN DE CORRIDORGEBIEDEN WAARONDER DE TERRASSENMAAS. UIT: NATUURVERKENNING GROTE RIVIEREN (BROCHURE HOTSPOTS).

De opgave van PAGW-rivieren gaat uit van vier grote hotspots (Grensmaas, Gelderse Poort, Biesbosch-Rijn-Maasmonding en de IJssel-Vechtdelta) die onderling verbonden zijn door groenblauwe zones in de tussenliggende rivierentrajecten (corridors). De Terrassenmaas wordt in de PAGW benaderd als zo'n 'corridor gebied' (o.a. tussen de hotspot Grensmaas en de Gelderse Poort / Biesbosch). Het gebied Vierwaarden is aangemerkt als stapsteen binnen de PAGW en het programma levert een financiële en personele bijdrage aan het realiseren van natuurdoelen die bijdragen aan de PAGW-opgave in dit gebied.

Op langere termijn wil PAGW tot grotere en onderling verbonden leefgebieden komen, die voldoende kwaliteit bezitten om duurzame populaties van kenmerkende soorten en levensgemeenschappen mogelijk te maken (zie Ecologische Systeembeschouwing PAGW (2021)). Op die manier moet rond 2050 sprake zijn van een voldoende 'robuust en klimaatbestendig' riviersysteem, waarbij tevens betere mogelijkheden voor economisch medegebruik ontstaan. De werkwijze vanuit een 'systeembenadering' sluit aan bij de visie van het Rijk om "water en bodem sturend" te maken bij toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen van ons land (kamerbrief Minister van I & W, 25 november 2022).

1.2.2 SYSTEEMBENADERING

Om effectief vanuit een systeembenadering aan maatregelen binnen Vierwaarden te werken moeten we weten in wat voor riviersysteem we werken. Dit is des te belangrijker omdat de Noord-Limburgse Terrassenmaas landschapsecologisch een eigen, unieke karakteristiek kent, die sterk afwijkt van de systeemkenmerken van andere

Nederlandse riviertrajecten. (Inrichtings)maatregelen dienen daar zo goed mogelijk op aan te gaan sluiten. Daarom start dit traject met een landschapsecologische systeemanalyse (een LESA), als inhoudelijk fundament voor toekomstige ingrepen. De LESA besteedt aandacht aan het gebied Vierwaarden en zijn (directe) omgeving (uitgaande van de wederzijdse ecologische relaties tussen de rivier en haar omgeving). Het studiegebied van de systeemanalyse is dus wat groter dan het uiteindelijke plangebied van project Vierwaarden (figuur 1.1).

Startpunt van denken zijn de geomorfologische ondergrond, de landschappelijke structuren en de karakteristieke processen van het betreffende riviertraject/gebied, zoals overstroming, grondwaterwerking, rivierkwal, zandafzetting/oeverwalvorming en andere hydromorfologische processen, en variaties in ruimte en tijd daarin. Daar bovenop liggen lagen die inspelen op meer lokale en/of door menselijk handelen bepaalde kenmerken van het gebied, zoals landbouwkundig gebruik, historische en recente kanalisaties/normalisaties, infrastructuur en bebouwing, oude vergravingen (aftichelen, rivierwerken, delfstofwinning), cultuurhistorische aspecten, aangelegde watergangen en de beheergeschiedenis. De abiotische laag van het systeem bepaalt in sterke mate welke levensgemeenschappen en habitats (ecotopen) karakteristiek zijn en (in potentie) voor kunnen komen. Dit kan in het project Vierwaarden vertaald worden in conceptuele ingrepen en maatregelen (bv. vormgeving en schaal van rivierverruiming, positionering en ontwerp van dijken, benutten van processen).

1.3 De waarde van een systeemanalyse

Deze systeemanalyse is primair opgesteld als richtinggevend document voor de PAGW. Voor de PAGW is het immers een onmisbaar instrument omdat het objectief aangeeft wat de systeem- en gebiedskenmerken van dit riviertraject zijn. Op basis daarvan wordt duidelijk hoe het betreffende riviersysteem functioneert, welke natuur kenmerkend is en welke maatregelen en opgaven voor PAGW van belang/wenselijk zijn.

Een landschapsecologische systeemanalyse vormt daarnaast echter ook een behulpzame onderlegger voor maatregelen en ruimtelijke ontwikkelingen in een integrale gebiedsontwikkeling als het project Vierwaarden. Hierbij speelt de overtuiging dat maatregelen aan kwaliteit winnen wanneer ze vormgegeven worden rond de kenmerken van het gebied en het betreffende riviersysteem, en deze waar mogelijk ook versterken. Ze worden maatschappelijk beter uitlegbaar en beter haalbaar, duurzamer van karakter en dienen gemakkelijker meerdere doelen tegelijk. Het werken vanuit 'het DNA van het riviersysteem' blijkt in de praktijk een ordenend principe voor succesvol integraal werken: het geeft inzicht in welke doelen ruimtelijk op een logische manier met elkaar verbonden kunnen worden en de wijze waarop dit kan.

1.4 Aannames vooraf over het riviersysteem

Werken vanuit 'systeembenadering' betekent niet de facto uitgaan van een 'oorspronkelijk rivier', zonder menselijk ingrijpen. Hoewel het oorspronkelijke DNA van de rivier belangrijk is voor het begrip van het huidige riviersysteem, kan het actuele systeem zodanig aangepast zijn dat het functioneren van de rivier definitief veranderd is. Sommige veranderingen zijn in principe (al dan niet deels) te herstellen (denk aan het dichten van ontwateringen of het herstellen van geulen). Andere ingrepen hebben een veel onomkeerbaarder karakter en dragen ertoe bij dat het riviersysteem zich fundamenteel anders is gaan gedragen (een nieuw landschapsecologisch 'DNA'; www.smartrivers.nl).

In deze systeemanalyse is er voor gekozen om de verstuwung van de Maas als gegeven te beschouwen, evenals het gebruik van het zomerbed als belangrijke scheepvaartroute. Het ligt niet in de reden dat op korte of langere termijn de stuw van Sambeek zal verdwijnen. Het element van weinig stromende rivier en hogere grondwaterstanden in de directe oevergronden worden daarmee onderdeel van het (nieuwe) systeem zoals we dat hier behandelen. De beschrijving van het oude ongestuwde Maassysteem is wel opgenomen in deze studie (hoofdstuk 5) en geeft een beeld van wat we kunnen verwachten in een theoretische situatie zonder verstuwung. Bovendien geeft het een grotere mate van begrip over de veranderingen in het actuele riviersysteem. Beide systeemrichtingen komen dus wel aan bod.

1.5 Leidende principes voor de gebiedsopgaven

Zowel het project Vierwaarden, de PAGW als IRM willen hun ambities waarmaken in samenhang met de andere opgaven. Dit betekent dat er uiteindelijk een pakket van maatregelen moet opgesteld worden waarin dijkversterking, rivierverruiming, dijkverlegging, duurzaam rivierbeheer (IRM-programma), meer ruimtelijke kwaliteit, economische versterking en de natuurambities van PAGW samengaan. Het project Vierwaarden heeft daarbij echter richting nodig tot de juiste oplossingen en samenhang te komen, waarbij het aansluiten bij de eigenheid van het riviersysteem en het 'systemisch' duurzaam functioneren van het Maasdal een belangrijk uitgangspunt is. Deze systeemanalyse is daarom een belangrijke inhoudelijke bouwsteen voor zo'n maatregelenpakket.

Om effectief richting te geven aan toekomstige ingrepen en een integraal pakket van maatregelen worden de systeemkenmerken in dit rapport daarom vertaald in 'leidende principes' (hoofdstuk 7). Deze principes helpen zowel bij het kiezen van oplossingen in het gebied, als bij het vormgeven van de (deel)projecten en maatregelen. In het project Vierwaarden zijn vanuit de doelstelling ruimtelijke kwaliteit al de nodige kwaliteitsprincipes door het project geformuleerd. Uiteindelijk zal door het projectteam Vierwaarden één consistente set van leidende principes voor het gehele project worden opgesteld, waarin ook andere aspecten van ruimtelijke kwaliteit en projectdoelen zijn meegenomen. Dit zal dan ook dienen als beoordelingskader voor alle initiatieven.

1.6 Leeswijzer

Het voorliggend rapport is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 1 'Het ontstaan': Dit gaat over de geo(morfo)logische ontstaansgeschiedenis van het terrassenlandschap van Vierwaarden. Hoe is het gebied ontstaan en wat is derhalve de 'onderlegger' van het gebied en de systeemeigenschappen van het Noord-Limburgse Maasdal.

Hoofdstuk 3 'Systeemveranderingen': De Maas en haar overstromingsvlakte hebben een lange geschiedenis van veranderingen door mensenhand. Aanvankelijk in het landgebruik, het ontwateren van de kwelgebieden en later

ook door grootschalige rivierkanalisaties en verstuwning van het zomerbed. Wat zijn de belangrijkste aanpassingen geweest en hoe werken deze door in het Maassysteem van nu?

Hoofdstuk 4 'Hydromorfologie': Hierin wordt ingegaan op de hydrologische en morfologische systeemkenmerken van de Maas van dit moment. Hoe functioneert het riviersysteem tegenwoordig en welke processen van water en sediment zijn kenmerkend voor de hele overstromingsvlakte en de relaties met de omliggende hogere gronden.

Hoofdstuk 5 'Ecologie': De biotische laag van het systeem. Welke levensgemeenschappen en biotopen komen (en kwamen) in het gebied voor? En welke sluiten goed aan bij de systeemkenmerken van Maasterrassengebied?

Hoe vertaalt zich dat naar potenties voor de toekomst, niet alleen voor de PAGW, KRW en Natura 2000, maar ook vanuit een bredere ecologisch perspectief op het terrassenlandschap.

Hoofdstuk 6 'Leidende principes': Hierin zijn leidende principes voor ruimtelijke en landschapsecologische ontwikkelingen opgenomen zoals die afgeleid kunnen worden uit de systeemkenmerken van het gebied. Zie § 1.3.

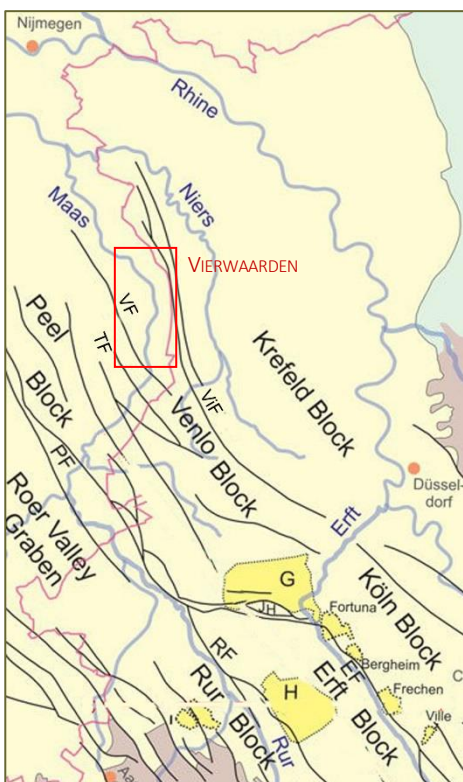
2. Ontstaansgeschiedenis

2.1 Geologie van de Maasterrassen

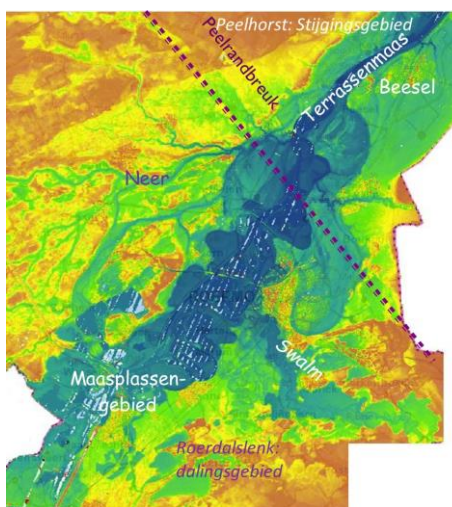
2.1.1 TEKTONISCH STIJINGSGBIED

Het projectgebied van Vierwaarden is intrinsiek onderdeel van het Terrassenmaasgebied. De Terrassenmaas (ook wel wat minder onderscheidend 'Zandmaas' genoemd) ligt grofweg tussen Roermond (Swalmdal) en Gennepe (Niersdal). Dit riviertraject kent een geologie en ontstaansgeschiedenis die onvergelijkbaar is met elk ander riviertraject in Nederland. Het Noord-Limburgse Maasdal vertelt een honderdduizenden jaar oud verhaal van verwilderde rivieren, van boomloze, glaciële landschappen, van grootschalige rivierduinvorming en van tektonische opheffing van het landschap dat zich tot op de dag van vandaag laten gelden.

Waar het gebied van de Maas ten zuiden van Roermond een geologisch dalingsgebied is (Roerdalslenk), wordt Noord-Limburg juist steeds verder omhoog gedrukt (de Peelhorst, maar ook de Venloslenk, die feitelijk ook een 'horst' is). Bij het dorp Neer bedraagt de opheffing momenteel zo'n 0,5 tot 2 cm per eeuw (bijna een halve meter sinds de Romeinse tijd, 2 meter sinds het begin van het Holoceen). Hier loopt van zuidoost naar noordwest de Peelrandbreuk, die nog steeds een actieve scheidslijn vormt tussen de Roerdalslenk en de omhoog gedrukte Peelhorst (figuur 2.1). Tekenend hiervoor zijn de aardbevingen die zich van tijd tot tijd nog steeds voordoen in de regio rond Roermond. De ligging van deze breuklijn is mooi af te leiden uit de ligging van de Swalm, die hier langs een hoge terrasrand in vergelijkbare richting naar de Maas stroomt.



FIGUUR 2.2 LIGGING VAN DE BELANGRIJKSTE BREUKLIJNEN, TEKTONISCHE HORSTEN ('BLOCKS') EN SLENKEN ('GRABENS') IN HET MAASDAL. DE BREUKLIJNEN (FAULTS) ZIJN WEERGEGEVEN MET AFKORTINGEN: PF = PEELRANDBREUK, TF = TEGELENBREUK, VF = VENLOBREUK, VIF = VIERSENBREUK. DE VENLOSLENK WORDT HIER VENLOHORST (BLOCK) GENOEMD, OMDAT HET OOK OM EEN STIJINGSGBIED GAAT (AANGEPAST NAAR PRINZ E.A., 2015).

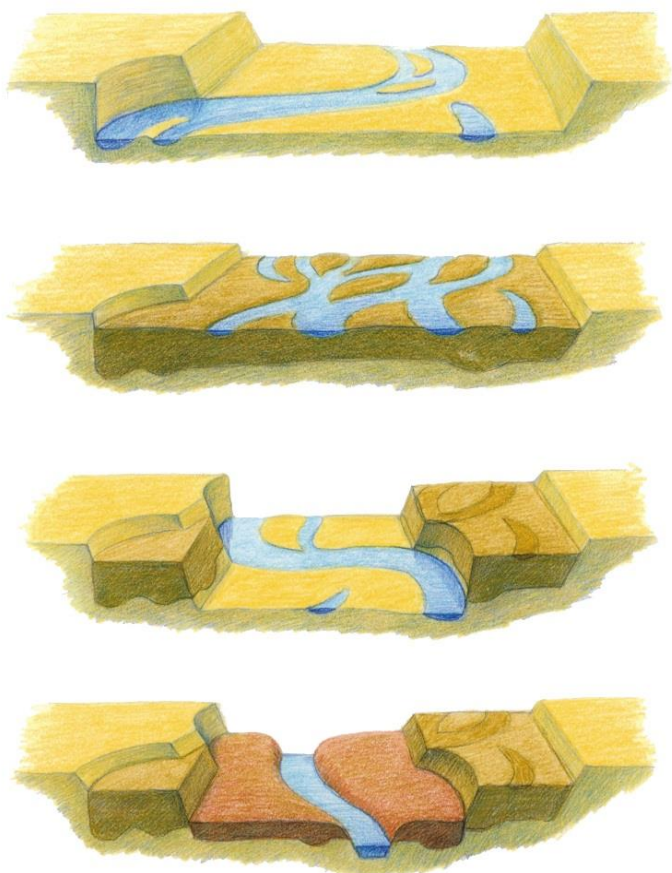


FIGUUR 2.1 DE PEELRANDBREUK MARKEERT DE OVERGANG VAN HET DALINGSGBIED VAN DE ROERDALSLENK NAAR HET STIJINGSGBIED VAN DE TERRASSENMAAS. BIJ NEER KIJKEN WE DAARDOOR VANAF EEN 20 METER HOGE STEILRAND OVER DE MAAS UIT (FOTO BART PETERS).



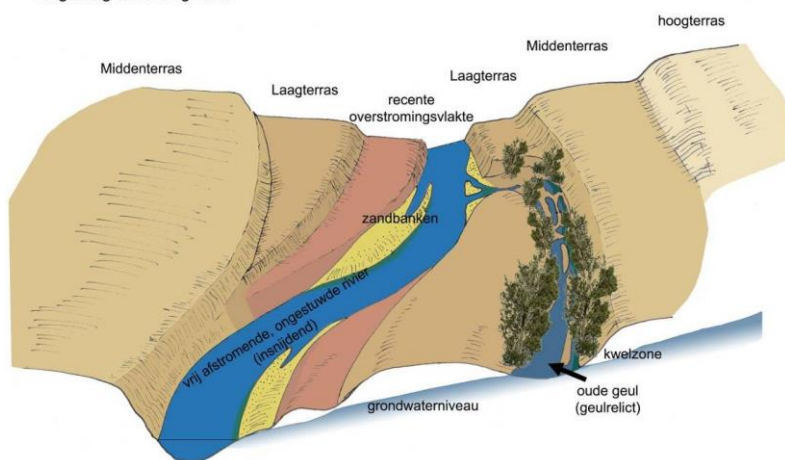
Verder stroomafwaarts ligt de stijgingsnelheid van het gebied aanzienlijk lager. De Venloslenk is ondanks zijn (Nederlandse) naamgeving ook een stijgingsgebied, zij het dat ze beduidend minder omhoog gedrukt is dan de Peelhorst en de oostelijk gelegen Viersener (of Krefelder) Horst. De Tegelenbreuk rond Venlo vormt grofweg de scheiding tussen beide horsten (Figuur 2.2). Het verschil in stijgingsnelheid maakt ook dat de oevers tussen Venlo en Neer veel hoger zijn dan ten noorden van Venlo en dat terrasranden op het noordelijke traject een meer ingetogen hoogtes en vorm hebben.

Er bevindt zich rond Venlo echter ook nog een ‘tussenhorst’, die ook qua opheffingsnelheid een tussenpositie inneemt. Deze bevindt zich tussen de Tegelenbreuk (zuidelijk van Venlo) en de Venlobreuk nabij Grubbenvorst (tussen TF en VF in figuur 2.2), en zorgt ervoor dat de oevers rond Venlo ook nog steeds relatief hoog boven de rivier verheven zijn ten opzichte van het meer stroomafwaartse gebied. Daarnaast komen er verschillende, kleinere breuklijnen over het hele Maasdal voor, die ook voor lokale verschillen in stijgingsnelheid, en daarmee verschillen in hoogte tussen de Maasterrassen.



FIGUUR 2.3 EEN SCHEMATISCH BEELD VAN DE VORMING VAN DE MAASTERRASSEN DOOR DE TIJD HEEN. WISSELINGEN IN HET KLIMAAT ZORGEN VOOR VERSCHILLENDE INSNIJDINGSSNELHEDEN DOOR DE TIJD HEEN. HIERBIJ IS DE MAAS OOK STEEDS OPNIEUW VERANDERD VAN KARAKTER WAARDOOR ELK TERRASNIVEAU OOK VERSCHILLENDE GEULSTRUCTUREN EN ANDERE MORFOLOGISCHE KENMERKEN HEBBEN (UIT VAN WINDEN E.A., 1999).

A. Zandmaas voor verstuwing en ontginning van relictgeulen



FIGUUR 2.4 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE TERRASSENOPBOUW EN LIGGING VAN EEN RELICTGEUL OP HET LAAGTERRAS (UIT PETERS, 2010).



FIGUUR 2.5 EEN HOGE TERRASRAND NAAR HET MIDDENTERRAS BIJ GRUBBENVORST, MET OP DE VOORGROND DE SALTERBEEK DIE GRONDWATER AFVOERT UIT HET HOGERE TERRAS (FOTO BART PETERS).

2.1.2 INSNIJDINGSRIVIER

De opheffing van Noordelijk-Limburg betekende de Maas zich moest gaan insnijden. In warme klimaatperioden verliep dit insnijdingsproces relatief snel. De rivier kende dan een regelmatig afvoerpatroon en voerde relatief weinig (grof) materiaal aan, mede omdat zowel de gronden van het achterland als de directe overstromingsvlakte van de Maas waren vastgelegd door dichte begroeiing van bossen en andere vegetatie. De Maas had in die perioden het karakter van een relatief rustige laaglandrivier, soms met brede meanderbogen, maar soms ook in de vorm van zijn huidige, relatief rechte bedding met weinig laterale beweging.

Gedurende koudere, glaciële perioden viel het insnijdingsproces weer stil of kon het Maasdal zelfs gedeeltelijk opvullen. De Maas stroomde dan als een meer vlechtend riviersysteem door een bijna boomloos landschap, waardoor veel meer zand en grind werd aangevoerd dan in warmere, interglaciële perioden. Door smeltende sneeuw uit de middelgebergten konden in het voorjaar ook grotere afvoerpieken optreden en bestond er een grotere afvoervariatie tussen zomer en winter/voorjaar. Hierdoor vormde de rivier aanzienlijke grind- en zandvlaktes. Bovendien kon door de tijd heen het afwateringsgebied groter of kleiner worden. Zo voerde de Maas ca. 200.000 jaar geleden (Saalien), nog het water van de Moezel af over wat nu het hoogterras is. In glaciële perioden stond bovendien de zeespiegel lager dan tegenwoordig, en lag de Noordzeekust relatief ver weg. Tijdens warme perioden kon de kust soms weer bijna tot aan Limburg oprukken, waardoor een kleiner verhang van de Maas optreden. Deze afwisseling van koude en warmere perioden, en dus van insnijding en verbreding/(gedeeltelijke) opvulling, leidde uiteindelijk tot de vorming van de bekende Maasterrassen, die als traptreden overal in het gebied zichtbaar zijn (figuur 2.3).

2.1.3 TERRASNIVEAUS



In totaal kunnen we in Noord-Limburg meer dan 20 terrasniveau's langs de Maas onderscheiden, die echter lang niet allemaal goed herkenbaar zijn. In de praktijk spreken we vaak van slechts vijf of zes terrassen die van laag naar hoog als volgt worden aangeduid:

- **de 'recente overstromingsvlakte'**: 5000j-heden, meest recente laat-holocene afzettingen, kleiige tot lemige afzettingen, soms vermengd met dunne laagjes zand van recente oeverwalafzettingen, nauwelijks geulvorming (te smal), veel laat-holocene terrasrestanten weg geërodeerd.
- **het vroeg-/midden-holocene terras**: 11.700-5000j, lemige afzettingen met lokaal zand of klei, droge of kwelgevoede geulrelicten.
het 'laagterras': 12.800-11.700j, zandige afzettingen met lokaal leem en fijn grind, veelal grondwatergevoede geulrelicten van vlechtend riviersysteem.
- **het 'midenterras'**: 12.800-130.000j, zandige afzettingen met een dunne klei- of leemlaag, kenmerkend zijn relicten van grote meandergeulen gevormd in het Allerød en Vroege dryas (ca. 12.800-14.000j geleden), oostelijk vaak afgedekt door Maasduinen.
het 'hoogterras': 126.000-238.000j, grofzandige afzettingen uit het Saalien, afgedekt met dekzanden en lokaal lemige afzettingen, oostelijk eveneens vaak afgedekt door Maasduinen.
- **het 'Rijnterras'**: gevormd in de periode voor 238.000 jaar geleden toen de Rijn in het gebied van de huidige Maas stroomde.

Hieronder gaan we in op de vier jongste Maasterrassen, die we ook rond Vierwaarden nog goed kunnen herkennen, waarbij we de holocene terrasniveau's samen behandelen. Dit zijn de terrassen die nog onder invloed staan van de rivier.



FIGUUR 2.6 3D-BEELD VAN HET GEBIED TUSSEN LOMM EN GRUBBENVORST, WAARBIJ HOOGTEVERSCHILLEN ZIJN UITVERGROOT EN DE STRUCTUUR VAN RIVIERTERRASSEN, OUDE GEULEN EN DE MAASDUINEN BETER ZICHTBAAR WORDT (ILLUSTRATIE PETER VELDIT).

Chronostratigrafie		Ouderdom	Rivierpatroon	Lithostratigrafie	Chronostratigrafie		
Holoceen	Subatlanticum	-1000		Oeverafzettingen Klei en fijn zand	-1000		
		-2000			-2000		
	Subboreaal	-3000			-3000		
		-4000			-4000		
	Atlanticum	-5000			-5000		
		-6000			-6000		
	Boreaal	-7000			Weinig afzettingen	-7000	
Preboreaal	-8000	Kronkelwaard- vorming	-8000				
Pleistoceen	Weichselien	-9000		Laagterras, Jong dek- zand, Maasduinen	-11.700		
		Late Dryas			-11.700		
	Allerød	-12.800					
	Vroege Dryas	-13.600					
	Bølling	-14.000					
	Laat Pleniglaciaal	-14.800			Vorming Maasmeanders	-14.800	
		-22.000				Middenteras Grof zand	-22.000
		Midden en vroeg Pleniglaciaal					-75.000
	Vroeg Weichselien	-75.000			Vorming Dekzandvlakte Fijn zand	-75.000	
	Eemien	-115.000			Eemien	-115.000	
-126.000		-126.000					
Saalien	Saalien	Saalien	Vorming Hoogterras Grof zand	-238.000			
				-238.000	-238.000		

 Meanderende Maas  Vlechtende Maas

FIGUUR 2.7 GEOLOGISCHE TIJDSCHAAL EN DE VERSCHILLENDE FASES WAARIN DE ONDERDELEN VAN HET HUIDIGE MAASDAL GEVORMD WERDEN, INCLUSIEF HET GEDRAG VAN DE MAAS IN DEZE PERIODEN (VLECHTEND OF MEANDEREND) (UIT OVERKAMP E.A., 2018, AANGEPAST).

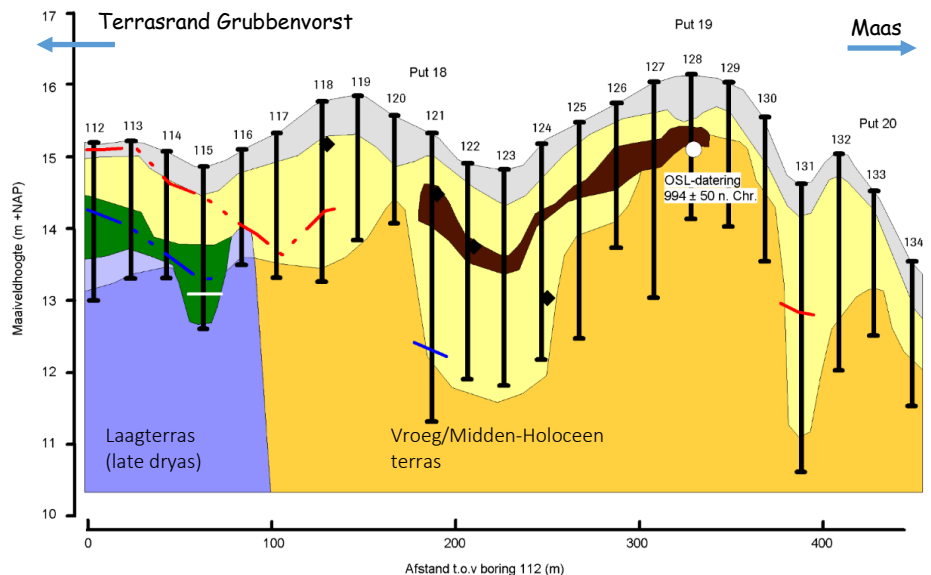
HOLOCENE TERRASSEN EN RECENTE OVERSTROMINGSVLAKTE

Dit terras (in feite meerder terrasniveaus) bestaat uit de laagst gelegen en jongste afzettingen uit pakweg de laatste 10.700 jaar (sinds de laatste ijstijd). Op veel trajecten, met name zuidelijk van Velden/Venlo is dit recente rivierdal bijzonder smal of zelfs nauwelijks herkenbaar. Dit hangt samen met de relatief snelle insnijding en de beperkte laterale beweging van de Maasbedding sinds de laatste ijstijd. Vooral bovenstrooms in de Peelhorst heeft dit geleid tot hoge steile maasoeveren, waarbij er nauwelijks sprake is van recente afzettingen en de hogere terrassen vaak direct tot aan de rivier komen (bv. bij het kloosterdorp Steijl). Dit effect van een smalle 'canyonrivier' was nog meer in het oog springend voor de verstuwung van de Maas, toen de gemiddelde waterstanden 2 a 3 meter dieper lagen. Naarmate we verder naar het noorden gaan en de tektonische opheffing minder groot is, ontstaat meer ruimte voor de jonge terrasvlakte, en vanaf Boxmeer ontstaat ook weer

voldoende ruimte voor meandering. Binnen het gebied van Vierwaarden blijft dit terras echter smal, met vooral tussen Lottum en Broekhuizen nog wel een zone van enig formaat. De laatste paar duizend jaar is er zelfs nauwelijks meer laterale beweging.

Landschapsecologisch is recente overstromingsvlakte niet hetzelfde als de holocene terrasvlakte. Ook gedurende het Holoceen heeft de rivier zich namelijk nog aanzienlijk ingesneden en was sprake van klimaatwisselingen. Dalvlakten die eerder in het Holoceen zijn ontstaan, zijn door verdergaande insnijding en nieuwe afzettingen meer en meer als hogere delen langs de rivier komen te liggen. Er hebben zich dus nieuwe terrasniveaus binnen het holoceen gevormd. Deze terrasniveaus zijn te onderscheiden van de terrasniveaus uit het laatste deel van de ijstijd doordat ze tot op een diepte van enkele meters uit klei, leem en fijn zand bestaan, terwijl ijstijdterrassen vooral uit grind en grof zand bestaan soms afgewisseld met leemlagen.

Zo is bij Grubbenvorst bijvoorbeeld sprake van holocene afzettingen, die op vergelijkbare hoogte liggen als het laagterras (figuur 2.8 en zie hierna). Dit is vermoedelijk ook de reden dat deze terrassen tot voor kort ook als laagterras (Late Dryas) werden aangeduid (Geologisch Kaart Nederland uit 1975; Van Winden e.a., 1999; Hoek e.a., 2017). Volgens recent booronderzoek (Zuidhoff & Huizer, 2015; Woolderink e.a., 2018) echter betreft het vroege en midden-holoceen afzettingen van 5000 tot 7000 jaar geleden. Dit holocene terras sluit aan de westkant zonder grote sprongen aan op het laagterras. Het maaiveld ligt hier rond de 16,3 meter +NAP, dus ver boven het huidige stuwpeil van 11,10 m +NAP, en maar liefst ca. 7,5 m boven het oorspronkelijk laagwaterpeil van de Maas. Vergelijkbaar dus met de hoogteligging van pleistocene gronden. In de andere weerden van het projectgebied

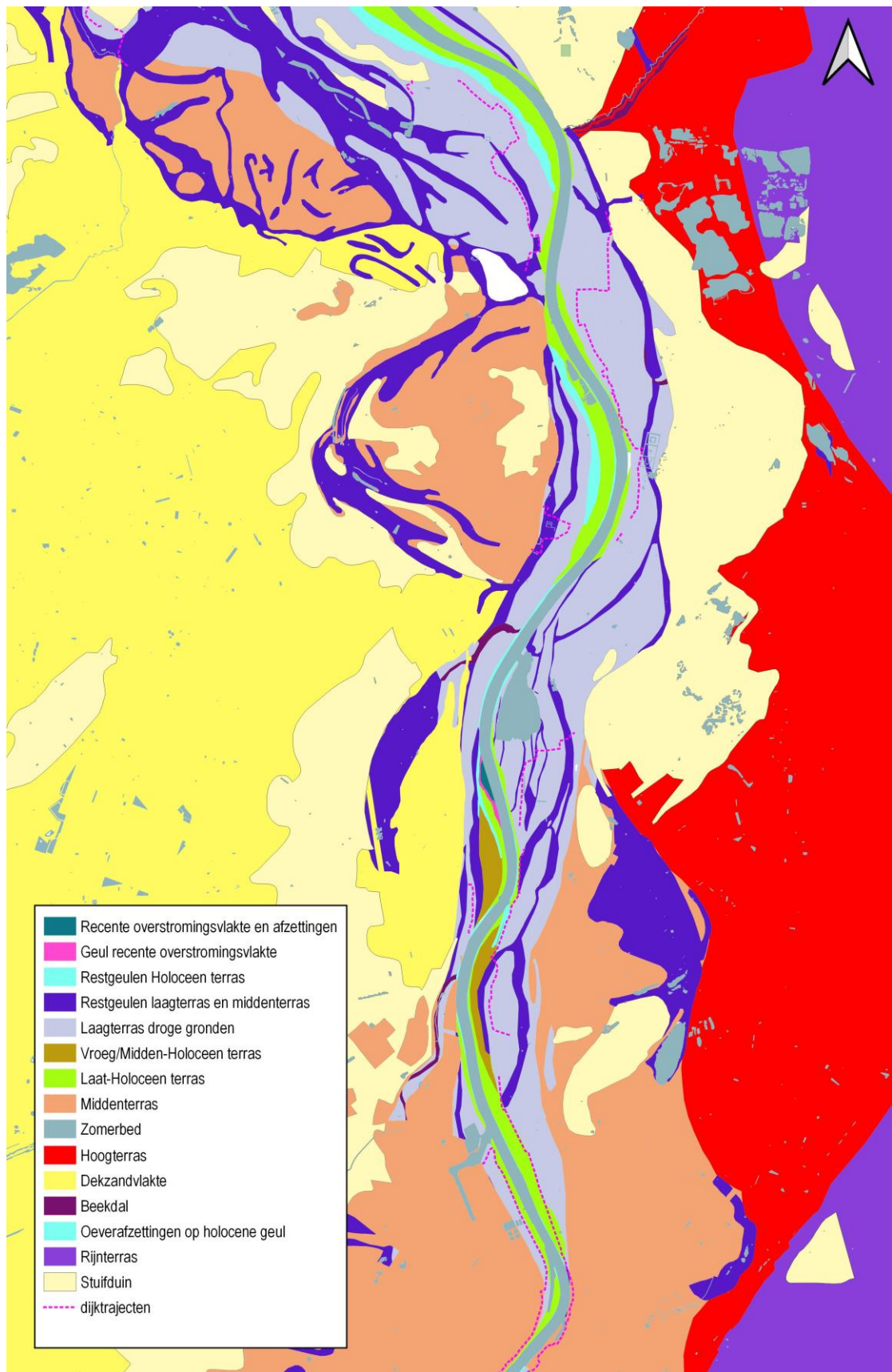


FIGUUR 2.8 SCHEMATISCH BODEMOPBOUWPROFIEL VAN DE WEERD BIJ GRUBBENVORST. HET ORANJE DEEL BETREFT MIDDEN- OF VROEG-HOLOCEENE AFZETTINGEN. LINKS LIGT EEN PAARSE AFZETTING INCL. EEN OPGEVULD GEUL (TEGEN DE TERRASRAND VAN GRUBBENVORST) DIE HOORT BIJ HET VLECHTENDE SYSTEEM VAN HET PLEISTOCENE LAAGTERRAS (MOGELIJK LOPEN DEZE LATE-DRYASAFZETTINGEN NOG WEL VERDER NAAR RECHTS DOOR RICHTING DE MAAS). ZIE VOOR LEGENDA BIJLAGE 1 (UIT ZUIDHOFF & HUISER, 2015). LINKS: BODEMONDERZOEK IN DE WEERD VAN OUIJEN IN 2016 (FOTO BART PETERS). ZIE VOOR MEER BODEMPROFIELEN BIJLAGE 1.

Landschapsecologisch is er ook weinig verschil tussen beide terrassen. Soms gaat het ook om holocene afzettingen die op oudere pleistocene afzettingen liggen. Ook de restgeulen op het vroege-/midden holocene terras hebben een vergelijkbaar karakter als die op het laagterras: ze zijn grondwatergedomineerd of droog van karakter. Wel is de bodem vaak minder grof (meer lemig) van samenstelling. Mogelijk is het aandeel droge hoogwatergeulen op deze holocene gronden groter doordat sommige geulrelicten (o.a. bij Grubbenvorst en Broekhuizen) dichter op de rivier en verder van een terrasrand afliggen en daarmee lagere grondwaterstanden kennen (meer drainerend en verder van de grondwateroeding van het middenterras).

Ook tussen Genooi en Velden liggen relatief hoge Maasoevers, die mogelijk ook in het Midden-Holoceen zijn gevormd. Ze kunnen echter ook in het Laat-Holoceen (5000-heden) zijn afgezet (met name de Genooierveld/OCE-Weerd), en vandaar zijn ze in figuur 2.9 met vraagtekens zijn gemarkeerd. Voor exacte datering is nader veld- en dateringsonderzoek nodig. Het belang van een landschapsecologisch onderscheid tussen de meest recente overstromingsvlakte en wat oudere, hoger gelegen holocene gronden is een relatief

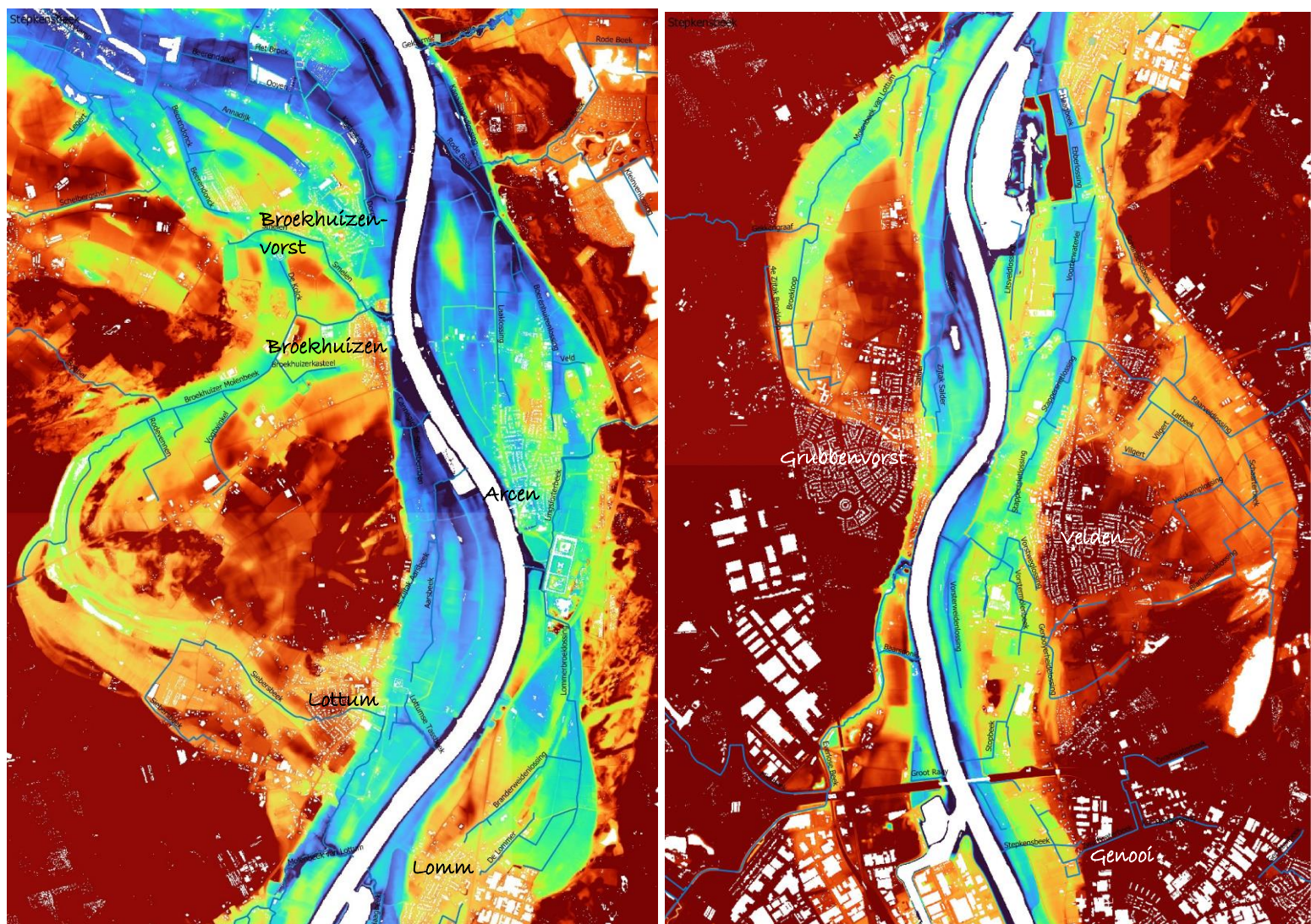
nieuw inzicht en bijvoorbeeld relevant in relatie tot uiterwaardinrichting. Ook vervaagt hiermee in feite het onderscheid tussen de ijstijdterrassen en de vroeg/midden-holocene gronden.



FIGUUR 2.9 LIGGING VAN DE VERSCHILLENDE TERRASNIVEAUS IN HET PROJECTGEBIED VAN VIERWAARDEN. MET ? IS AANGEGEVEN WANNEER DE EXACTE ONTSTAANSPERIODE VAN EEN BEPAALD TERRAS ONZEKER IS.

De werkelijke ‘recente overstromingsvlakte’ (vergelijkbaar met de uiterwaarden en komgebieden van de Rijntakken) ligt enkele meters lager dan de Midden-holocene afzettingen. Omdat ze landschapsecologisch sterk afwijken, definiëren we ook alleen dit laagste terrasniveau van recent gevormde structuren als ‘recente overstromingsvlakte’. Het gaat dan om een relatief smalle zone met restanten van stroomruggen, lage oevergronden en (beperkt) geulrelicten, die in principe door de rivier van tegenwoordig (grofweg sinds de Romeinse tijd) gevormd zijn. In Vierwaarden is in feite alleen het oude eiland ‘Kaldenbroeker Weerd’ bij Grubbenvorst (zie H3) en verschillende smalle zones direct langs de Maas (o.a. bij Broekhuizen). Deze gronden liggen (onvergraven) doorgaans op ca. 12,5 tot 15 m +NAP.

Een belangrijk verschil met de oudere terrasniveaus in de actuele situatie is de afzetting van slib. Waar de hogere terrassen worden gekenmerkt door weinig slibafzet na hoogwater en een relatief schraal, zandig tot lemig karakter, is de recente overstromingsvlakte (zeker in de eerste 2 tot 3 meter boven stuwpeil) voedselrijker door deze slibafzet (klei). Dit is goed zichtbaar in de vegetatie in smalle oeverzones die extensief worden beheerd bij o.a. de Barbara’s Weerd en Broekhuizen-Lottum. Het wordt ook ondersteund door bevindingen van Zuidhoff en Huizer (2015) die bij boringen bij o.a. Arcen constateren dat jonge afzettingen beperkt lijken te zijn tot het niveau onder de 14 m +NAP ligt (tot < 3 meter boven stuwpeil; bijlage 2). Dit kan ook verklaren waarom hogere terrasdelen zo’n zandig en relatief schraal karakter hebben behouden.



FIGUUR 2.12 HOOGTEKAART VAN HET VIERWAARDENGEBIED MET ZICHTBAAR DE RESTGEULEN VAN HET VLECHTENDE SYSTEEM OP HET LAAGTERRAS (VEELAL BLAUW) EN DE GROTE MEANDERS OP HET MIDDENTERRAS (DE VEELAL GEEL-ORANJE GEULEN OP DE DONKERRODE GRONDEN).

LAAGTERRAS

Het laagterras langs de Maas is gevormd in de laatste glaciële periode van zo'n 12.800 tot 11.650 jaar geleden. (jonge dryas). Het vormt het overblijfsel van een dynamisch, vlechtend riviersysteem, waarin de rivier tal van losse geulen vormde die snel van plaats wisselden in doorgaans zandige en fijngrindige afzettingen. De Maas stroomde door een bijna boomloos landschap dat we nog het best kunnen vergelijken met de actuele toendragebieden van Alaska, Noord-Canada en Rusland. Daardoor werd relatief veel zand en fijn grind aangevoerd, waarmee de dalvlakte van het toenmalige Maasdal deels werd opgevuld. De opwarming van het klimaat aan het einde van het late dryas verliep buitengewoon snel. De overgang van een vlechtende, sedimenterende rivier naar een meer slingerend insnijdingsrivier verliep daarmee ook relatief snel. De geulen uit de laatste periode van de vlechtende rivier bleven goed zichtbaar als restgeulen achter. Naarmate de rivier zich verder insneed werden de geulen steeds minder vaak overstroomd. In deze restgeulen tegen de terrasflanken werd grondwater uit de hogere terrassen al snel dominant boven het rivierwater. Sommige geulen bleven tot in het vroege holoceen watervoerend en werden pas na een paar duizend jaar echt door de rivier verlaten (zoals de hoogwatergeul van Well-Aijen (sinds 8000 jaar verlaten) en mogelijk ook de Oude Maasarm tussen Broekhuizenvorst en Wanssum). Lokaal kunnen oudere terrasrestanten door het laagterras heen steken (Allerød-afzetting?). Dit is bijvoorbeeld het geval bij de hoge stroomrug van 'de Steening' in de Weerd bij Arcen (zie bijlage 1). In deze afzetting zit zowel grind als zand (Zuidhoff en Huizer, 2015). In het plangebied van Vierwaarden is het laagterras wellicht het belangrijkste terrasniveau en meest in het oog springende terras omdat het grootste deel van de overstromingsvlakte zich op dit niveau bevindt.

MIDDENTERRAS

Het middenterras is gevormd in een periode waarin zich nog verschillende klimaatwisselingen hebben voorgedaan. Een deel van de afzettingen stamt uit een korte koudeperiode, het vroege dryas zo'n 13.600 tot 14000 jaar geleden. Deze worden echter afgewisseld met afzettingen uit twee warmere periodes ervoor en erna, het Bølling en Allerød. Ook dit waren nog steeds relatief koude klimaatperiodes, waarin in onze streken sprake was van berkenbossen, zoals we die vandaag de dag in Scandinavië aantreffen. Deze afwisseling heeft echter wel gezorgd voor verschillende afzettingen en (vaak onduidelijk zichtbare) deelterrassen. Het klimaat en de afvoercharacteristieken in deze periode waren niet geschikt om een vlechtend riviersysteem te vormen. De rivier was minder dynamisch en de sedimentaanvoer viel sterk terug. Daardoor vormde de Maas brede meanders waarbij ze haar dal ook aanzienlijk ging verbreden. De grote meanderbogen van bijvoorbeeld het Broekhuizer Schuitwater bij Lottum, het Kaldenbroek bij Grubbenvorst en het Koelbroek bij Boekend/Blerick stammen uit die tijd. Aan de oostzijde van de Maas zijn sommige structuren uit die tijd overzand door Maasduinen, maar zijn het Lommerbroek en Schandelosche Broek nog geulrestanten uit die tijd. De fase van het Allerød heeft overigens vermoedelijk een forse periode van insnijden gekend na de meandering. Dat is het dal dat vervolgens in het late dryas ook weer deels is opgevuld.

2.1.4 DE MAASDUINEN

Een bijzonder fenomeen langs de Terrassenmaas zijn de oude pleistocene rivierduinen die zich grotendeels oostelijk van de Maas bevinden. Deze zijn gevormd aan het eind van de late dryas, grofweg in dezelfde periode als het laagterras. De rivier had toen een relatief brede en vegetatiearme dalvlakte waarin fijn zand gemakkelijk kon opwaaien. Met overwegend westenwinden betekende dit dat zich rivierduinen (en paraboolduinen) op de oostelijke Maasoevers gingen vormen. Hierbij werden oude terrasgronden bedekt onder een dikke laag zand. In de loop van de tijd zijn deze makkelijk doorlaatbare zanden door regenwater steeds verder uitgeloozd, waardoor zich kalkarme, rulle zandbodems ontwikkelden. Nadat de oorspronkelijke bossen hier waren verdwenen kon zich uiteindelijk het langgerekte heidegebied van de Maasduinen vormen, inclusief de talloze vennen en andere wateren, die zich vaak in uitgestoven restgeulen op het hoogterras vormden. Deze vennen bestaan bij de gratie van slecht doorlaatbare klei- en leemlagen in de oude rivierterrassen, waardoor schijngrondwaterlagen optraden die relatief onafhankelijk zijn van het diepere grondwater functioneren.

2.1.5 LEESBARE TERRASRANDEN

Op de overgang van jongere rivierterrassen naar oudere, hoger gelegen terrassen treffen terrasranden aan, ontstaan tijdens perioden met relatief snelle insnijding van de Maas. Dit zijn vaak de flanken van het rivierdal zoals dat er in de betreffende periode bij lag. In de Peelhorst, ten zuiden van Venlo, kwam het landschap sneller omhoog dan in de Venloslenk, waardoor ook veel hogere terrasranden ontstonden. Daarnaast zijn daar soms ook terrassen weg geërodeerd, waardoor het bijv. het hoog- of middenterras direct aan de rivier grenst en voor metershoge overgangen zorgt (zoals bij het kloosterdorp Steijl).



FIGUUR 2.11 3D-HOOGTEKAART VAN HET MAASDAL BIJ ARCEN EN BROEKHUIZEN (CONFORM FIGUUR 2.6, ILLUSTRATIE PETER VELDT).

Meer naar het noorden zijn terrasranden vaak subtieler, maar nog steeds goed herkenbaar. Zo liggen dorpen als Grubbenvorst en Broekhuizen op hele duidelijke en landschappelijk fraaie overgangen van het laagterras naar het middenteras. Soms ook zijn terrasranden heel ingetogen en alleen voor het geoefende oog herkenbaar (zoals terrasranden die in het Holoceen zijn ontstaan).

Veel terrasranden op de overgang van het laagterras naar de recente overstromingsvlakte bevinden zich relatief dicht op de rivier. Daardoor is een groot deel ervan bij oeverwerken door Rijkswaterstaat in de jaren '60 en '70 vergraven en onder een geleidelijk oplopend talud afgewerkt (zie § 3.4.1; Van Dijk e.a., 1980).

De terrasranden van de Maas hebben een duidelijke geologische en historische waarde en behoud ervan past in een respectvolle omgang met deze waarden. Er wordt de laatste jaren daarom ook gewerkt en gesproken om het Maasterrassengebied, op basis van deze geologische en geomorfologische kenmerken aan te dragen als UNESCO Geopark (Strootman LA, 2018; Peters, 2019; <https://peelhorstenmaasvallei.nl/>).

Ook worden de terrasranden van het Maasdal gekenmerkt door specifieke ecologische waarden en potenties. Door de relatief zandige en zongeëxponeerde ligging van veel terrasranden waren ze van oudsher bijzonder rijk aan bijzondere stroomdalflora, met soorten als Voorjaarszegge, Lathyruswikke en Grote tijm (zie ook § 5.2.4). Er zijn thans nog een handjevol van deze bijzondere terrasrandvegetaties over (o.a. in de Stalberg, Barbara's Weerd, nabij Reuver en tot voor kort bij de instroom van de zandwinning van Lomm). Veruit de meeste van deze stroomdalflora-vegetaties zijn verdwenen door bemesting en afgraving van oevergronden (Van Dijk e.a., 1981).



FIGUUR 2.10 HET DORP BROEKHUIZEN LIGT GOED ZICHTBAAR OP EEN (DUBBELE) TERRASRAND LANGS DE MAAS (LINKS), WAARBIJ DE RECENTE OVERSTROMINGSVLAKTE METEEN OVERGAAT IN HET MIDDENTERRAS. RECHTS EEN TERRASRAND MET BIJZONDERE STROOMDALFLORA NABIJ LOMM. INMIDDELS IS EEN DEEL HIERVAN WEGGEGRAVEN ALS ONDERDEEL VAN HET PROJECT 'HOOGWATERGEUL LOMM' (FOTO BART PETERS).

2.2 Restgeulen en grondwatergevoede laagtes

2.2.1 LAAG-TERRASGEULEN

Een belangrijk onderdeel van het landschap van Vierwaarden zijn de oude restgeulen tegen de flanken van de verschillende rivierterrassen aan. In de overstromingsvlakte van de Maas gaat het daarbij veelal om hoogwatergeulen op het laagterras, die stammen uit de laatste glaciële periode tussen 11.600 en 10.700 jaar geleden. In die periode hebben ze als onderdeel van een meer vlechtend systeem de rand van het Maasdal gevormd, waarbij ze veelal tegen het huidige middenteras aanschuurde. Tegenwoordig snijden deze geulen het grondwater aan dat vanuit het middenteras en andere hoger gelegen terrassen richting de Maas afstroomt. Dit is over het algemeen lange kwel dat langere tijd in de bodem heeft verbleven, en zo veel ijzer en andere mineralen heeft kunnen opnemen.

Van oorsprong moeten deze geulen een veel natter karakter hebben gehad. Door kleine ontwateringen in deze geulen aan te leggen, waren mensen al vroeg in staat de oude Maasgeulen droog te leggen en ze daarmee beter te gebruiken voor beweiding. De laagterrasgeulen zijn goed herkenbaar op de hoogtekaart van het gebied in figuur 2.12. Daarnaast zijn in figuur 2.11 en 2.13 enkele 3D-kaarten opgenomen van de situatie rond Arcen en Genooi (Venlo-Noord).

De meest in het oog springende restgeulen zijn van noord naar zuid (nummering correspondeert met die in figuur 2.12):

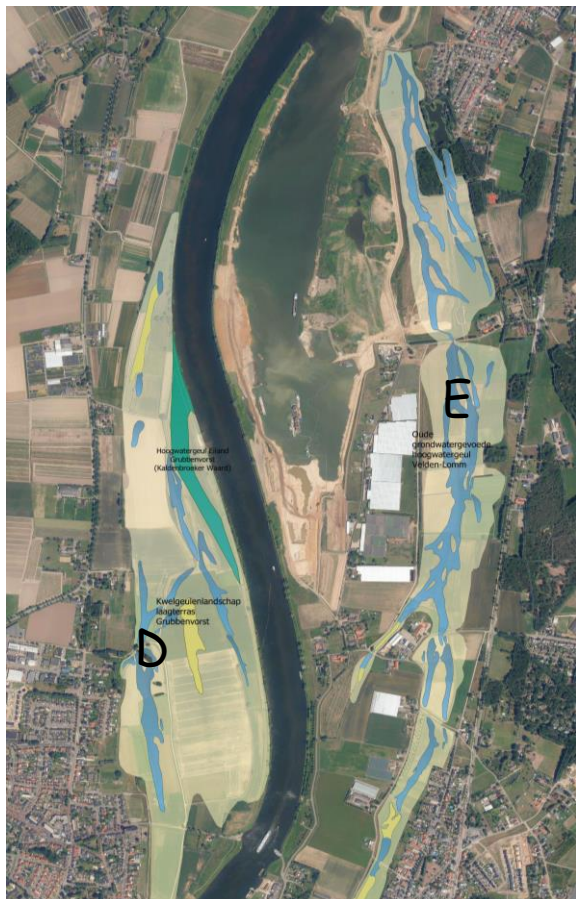
- A. **De restgeul van Arcen.** Deze wordt tegenwoordig vooral ontwaterd door de Boerenhuizenlossing en de benedenloop van de Roobeek. Vroeger liep mogelijk ook het water van de Lingsforterbeek via deze geul naar het noorden, maar die is bij de bouw van de Wijmarsche Watermolen vermoedelijk omgelegd naar zijn huidige, meer zuidelijke loop. Het feit dat er vrij veel veen is aangetroffen in de bodem van deze restgeul, duidt er op dat hij lange tijd volledig nat geweest is (Zuidhoff en Huizer, 2015). Kasteel Arcen ligt in feite midden in deze oude maasgeul.
- B. **Restgeul van Aastbroek (Broekhuizen-Lottum):** Deze restgeul is op de hoogtekaart iets minder geprononceerd zichtbaar, maar loopt langs een hoge terrasrand waar de Provinciale weg N555 tussen Broekhuizen en Lottum op ligt. De laagte tegen de terrasrand aan wordt ontwaterd door de Aastbeek en is voor een deel in beheer bij Staatsbosbeheer, vooral vanwege grondwatergevoede graslanden en Elzenbroekbos (met populieren).
- C. **De restgeul van Lottum (Lottumerbroek):** Dit is een oude laagte langs dezelfde terrasrand. Tegenwoordig loopt vanuit de zuidkant de Lottumse Molenbeek hier in uit, die vervolgens dwars door het laagterras een (vermoedelijk gegraven) monding naar de Maas heeft gekregen. De Siebersbeek is gegraven als afwatering vanuit het noorden en vanuit de Broekhuizer Schuitgraaf. Een belangrijk deel bestaat tegenwoordig uit nat elzenbroekbos en grondwatergevoede ruigtevegetaties en is in beheer bij Stichting het Limburgs Landschap.
- D. **De restgeulen van Grubbenvorst:** Bij Grubbenvorst liggen in feite meerdere grondwatergevoede en droge geulrelicten, waarvan de meest westelijke tegen de hoge terrasrand van Grubbenvorst ligt. Dit is een laagterrasgeul uit het late dryas (11.700 jaar geleden). Bijna onzichtbaar gaat deze weerd over in midden-holocene afzettingen (ca. 5000 a 7000 jaar oud), waar vervolgens een tweede restgeul in ligt, die een droger karakter heeft. Landschapsecologisch bestaat er weinig verschil tussen terrasniveaus beide geulen en beide liggen inmiddels ver boven de rivier, zij het dat in de oostelijke tak het grondwater ondieper zit. Hier zorgt de Salderbeek voor versnelde afwatering. Nog verder naar de rivier ligt overigens nog een geulrelict dat echter veel jonger (rond eiland Kaldenbroekerweerd).
- E. **De restgeul van Velden:** Dit is de grootste restgeul van Vierwaarden en loop van Lomm in het noorden tot aan Genooi, waar hij langs de terrasrand van het middenteras ook steeds minder geprononceerd zichtbaar wordt. Er zijn verschillende in-/uitstroompunten naar huidige Maas die mogelijk ook nog enige tijd mee gestroomd hebben, waaronder laagte van de Latbeek (E1) en van de Vorsterweidelossinglossing (E2). De grote restgeul zelf wordt door een stelsel verschillende lossingen ontwaterd, o.a. de Stappersrietlossing, de Ebberslossing, de Voortervaterlei, de Vorstermolenbeek, de Haagbeek en de Latbeek.

De vlechtende 'Laagterrasmaas' uit het Late Dryas heeft verder zuidelijk ook nog geulen gehad die tegen de flanken van het huidige middenteras hebben gestroomd (zoals bij Genooi), maar deze zijn door opzanding vaak niet meer goed zichtbaar.

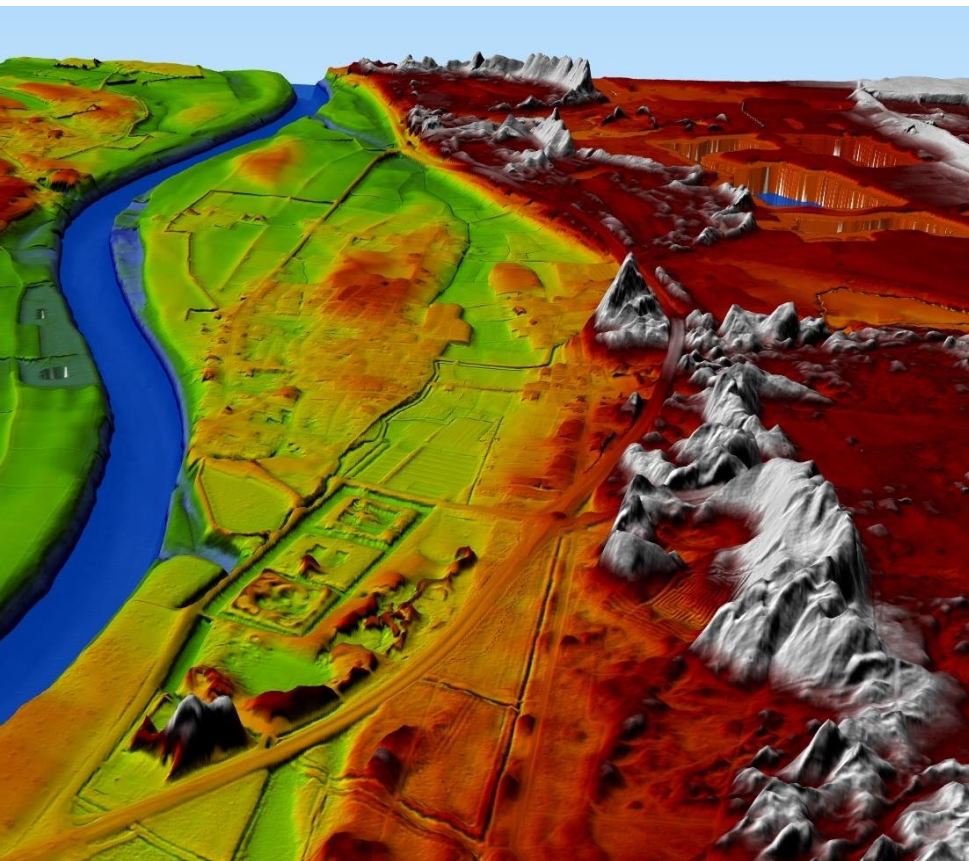
Het besef dat de oude relictgeulen langs de Terrassenmaas niet door de huidige Maas gevormd zijn, maar door "een Maas" uit het verleden, met andere karakteristieken en een veel hogere ligging ten opzichte van haar omringende landschap, is cruciaal voor het begrip van dit landschap, en voor bijvoorbeeld de inrichtingsprojecten langs de Terrassenmaas. Hierop wordt verder ingegaan bij de leidende principes in hoofdstuk 6.

2.2.2 MIDDEN-TERRASGEULEN

Zoals eerder beschreven had de Maas gedurende de vorming van het middenteras tijdelijk een meanderend karakter. Hierbij zijn ook restgeulen gevormd die nu nog als grote boogmeanders met broekgebieden op de



FIGUUR 2.12 INDICATIEVE LIGGING VAN BESTAANDE MAASGEULRELICTEN EN HUN LANDSCHAPSECOLOGISCHE KARAKTERISTIEK, WAARBIJ ONDERSCHIED WORDT GEMAAKT TUSSEN GRONDWATERGEDOMINEERDE GEULEN, RIVIERWATERGEDOMINEERDE GEULEN EN DROGE TERRASGEULEN / UITSLIIPGEULEN. DE CIJFERS CORRESPONDEREN MET DE BESCHRIJVING IN DE TEKST (BRON POSTERS PROGRAMMA LIFE-IP / SMART RIVERS).



FIGUUR 2.13 3D-HOOGTEKAART VAN DE WEERD BIJ ARCEN, MET GOED ZICHTBAAR DE PLEISTOCENE MAASGEUL TEGEN HET MIDENTERRAS MET MAASDUINEN AAN EN DE LIGGING VAN DE KASTEELTUINEN IN DEZE RELICTGEUL. ONDER: DE WEERD VAN ARCEN VANUIT DE NOORDZIJDE, MET DE KWELGEUL EN DE MONDING VAN DE ROOBEEK (FOTO KEESJAN VAN DEN HERIK).



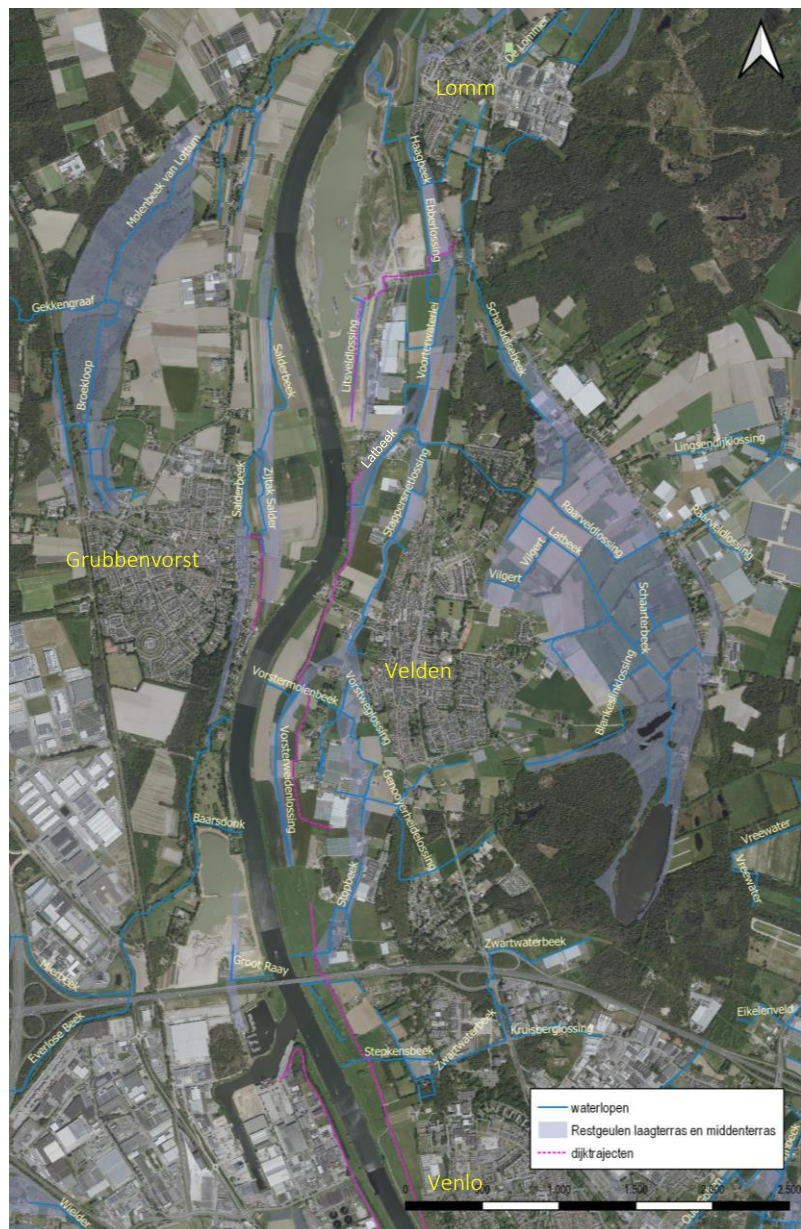
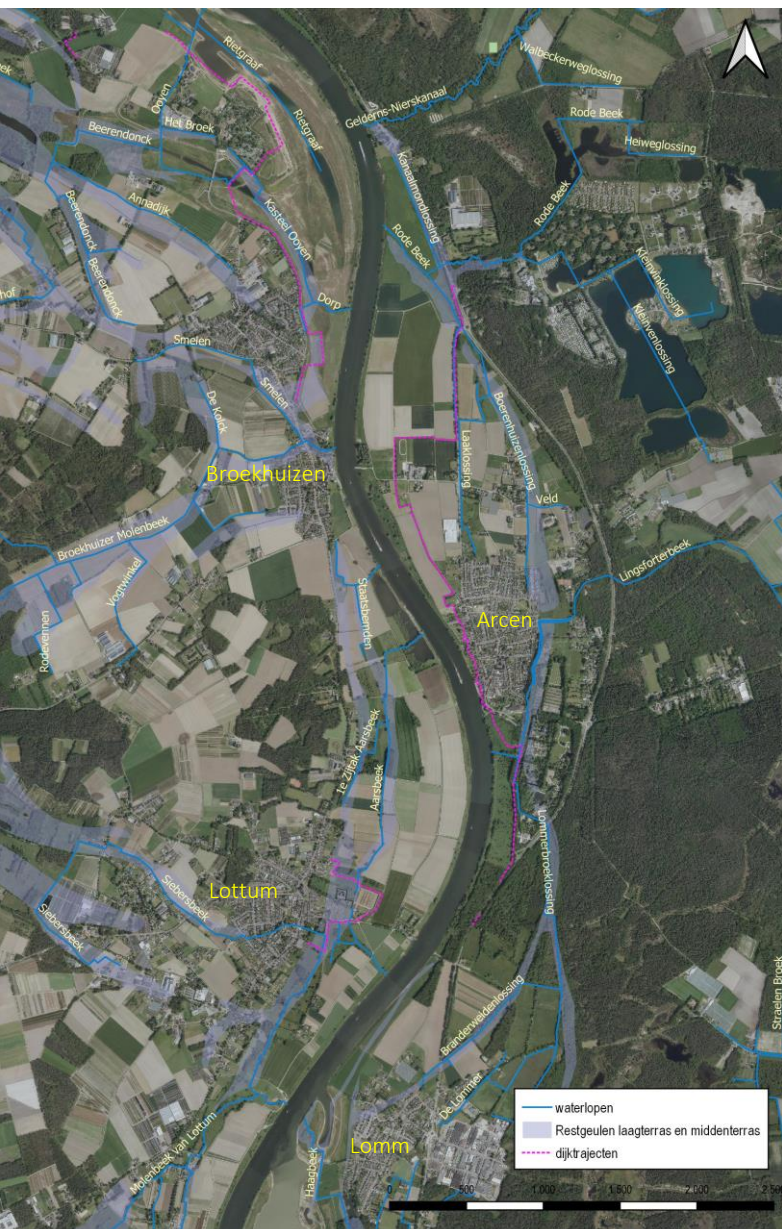
hoogtekaarten zichtbaar zijn. Voorbeelden hiervan zijn het Broekhuizer Schuitwater, het Kaldenbroek, het Schandelosche Broek en het Lommerbroek.

2.3 Beken en lossingen

Geen enkele Nederlandse riviertak kent zoveel zijbeken als de Terrassenmaas. Bovendien gaat het daarbij soms om relatief snelstromend beken (bijv. het Geldernsch-Nierskanaal (Hamert-Roobeek) of de Schelkensbeek bij Reuver), doordat ze zich vanaf de hogere terrasgronden over een relatief korte afstand een weg naar de Maas zoeken. Soms vormen deze beken belangrijk leefgebied voor kenmerkende beek- en riviervissen (Beekprik, Serpeling, haften, kokkerjuffers en zeldzame libellen als Beekrombout en Bosbeekjuffer), die de (gestuwde) Maas alleen nog als migratieroute kunnen gebruiken. In het gebied van Vierwaarden gaat het daarbij onder meer om de Lottumse Beek en het Geldernsch-Nierskanaal.

Belangrijk is echter ook het besef dat het overgrote deel van de watergangen en beken langs de Terrassenmaas geen natuurlijke beek is, maar een (vaak lang geleden) gegraven lossing, bedoeld om kwel- en regenwater versneld af te voeren. Niet zelden betrof het daarbij de afwatering en drooglegging van voorheen ecologisch waardevolle kwelgebieden aan de flanken van de Maasterrassen of op de Maasduinen. Voorbeelden van dat laatste type zijn de Roobeek en Lingsforterbeek die beide dwars zelfs door de Maasduinen zijn gegraven om de achterliggende moerasgronden op en achter de Maasduinen beter te kunnen ontwateren. Maar ook gronden in het overstromingsgebied van de rivier werden versneld ontwaterd, bijvoorbeeld door de aanleg van de Latbeek (Velden), Salderbeek (Grubbenvorst) en de Aastbeek (Broekhuizen-Lottum). Doorgaans werden deze beken in de oude geulrelicten van het laagterras aangelegd, waarbij soms meerdere afwateringen aan tot één stelsel aan elkaar gekoppeld werden. Dat is bijvoorbeeld het geval bij de Haagbeek en de Latbeek rond Lomm, die beide het gebied van het Schandelosche Broek en de Maasgeul van Velden ontwateren. De Siebersbeek ontwaterd naast de kwellaagtes op het laagterras, ook de oude boogmeander van het Broekhuizer Schuitwater, die op het hogere middenteras ten westen van Lottum ligt.

In sommige gevallen werden deze gegraven beken bovendien benut voor het aandrijven van watermolens. De Lingsforterbeek voedt thans nog steeds de Wijmarsche Watermolen bij Arcen en de Everlosche Beek is gegraven als watervoorziening voor Gebroken Slot (thans ruïne) bij Grubbenvorst en de bijbehorende Stottermolen. Ook de naamgeving van de Lottumse Molenbeek, de Vorstermolenbeek en Broekhuizermolenbeek duiden op een geschiedenis als molentak.



FIGUUR 2.14 LIGGING EN BENAMING VAN WATERGANGEN IN HET GEBIED VAN VIERWAARDEN.

Bij verschillende van deze gegraven beeksystemen verradt de relatief rechte en fantasieloze loop hun aanleggeschiedenis (bv. Latbeek, Aastbeek, Vorstermolenbeek). De meeste van deze beken werden niet voorzien van oeverbescherming en sommige hadden zelfs voldoende debiet om zich te gaan gedragen als een meanderende beek. Dat is het best zichtbaar bij de benedenloop van de Roobeek bij Arcen, die op de kaarten van de 19^e eeuw al een fraaie meanderende benedenloop kende. Na kanalisatie in de 20^e eeuw is de Roobeek enkele jaren geleden door het Waterschap Peel en Maasvallei (thans Waterschap Limburg) weer in zijn oude meanderende loop is gelegd. Overigens zijn er ook verschillende lossingen en ‘beken’ voorzien van kleine stuwjes, om in droge perioden de waterstand niet te ver ta laten uitzakken (zoals de Vorstermolenbeek en de Stepkensbeek; in het verleden ook de Roobeek). Hiermee wordt ook verlegging van de loop door oevererosie en meandering voorkomen.

2.4 Historisch landgebruik

2.4.1 BROEKBEEMDEN IN OUDE LAAGTERRASGEULEN

Het historisch landgebruik van begin 19^e eeuw weerspiegelt bijna één op één het landschapsecologisch karakter van de Maasterrassen. De Tranchotkaart uit 1803-1820 laat zien hoe de ligging van de weilanden in dit tijd gelijk liep met de contouren van oude restgeulen op het laagterras: weilanden in de vochtige geulrelicten en akkers op de drogere terrasgronden en oude stroomruggen. Zo liep aan de oostzijde een langgerekt snoer van (vochtige)

hooi- en weilanden (broekbeemden) in de oude laagte via Lomm richting Velden en Genooi. In de weilanden stonden plaatselijke hagen (ook dwars op de stroming), terwijl de akkergronden juist heel open waren.

Een vergelijkbaar beeld zien we aan de westzijde van de Maas, waar de middenterrasmeanders van het Broekuyser Schuitwater (bij Lottum) en Kaldenbroek (bij Grubbenvorst) nog als woeste moerasgrond herkenbaar zijn. De Lottumse Molenbeek was al door het Kaldenbroek gelegd, mede om ontginningsgronden van de Peel beter af te wateren. Op de overgang van midden- naar laagterrasgronden (nabij de Houthuizer Molen), stroomt ze uit in een lager gelegen 'broekbeemdengeul'. Hier komt ze (ook nu nog) samen met de Siebersbeek die water van zowel de Opperdonkgeul (laagterras) als de hoger gelegen meander van het Broekhuizer Schuitwater (middenterras) ontwaterd. De monding van beide beken loopt hier dwars door een hoge terrasrug heen naar de Maas en kent een gegraven ontstaansgeschiedenis. Ook het Aastbroek tussen Lottum en Broekhuizen en de oude laagterrasgeul noordelijk van Arcen bestond uit vergelijkbare vochtige beemden en weilanden.

Natte broekgebieden in de oude Maasmeanders op het hoger gelegen middenterras, zoals het Schandelosche Broek en het Zwart Water/Venkoelen aan de oostzijde waren nog goeddeels onontgonnen en bestonden uit grondwatergevoed, mesotroof of oligotroof moerasgebied. Vergelijkbare milieus lagen in de boogmeanders op het middenterras aan de westzijde. De soortenrijkdom van dit soort broekgebieden moet uitermate groot geweest zijn met soorten als Waterdrieblad, Snavelzegge, Duizendknoopfonteinruid, kraanvogels en watersnippen en lokaal natte broekbossen met Slangenwortel, Wielewalen, Houtsnippen en Nachtegalen (zie ook H5). Er bestond een directe relatie met de natte delen van de geulrelicten op het laagterras, waar gerijpter en meer ijzerrijk grondwater aan de oppervlakte kwam. Er waren wel al lossingen gegraven (zoals de Latbeek, Schandelosche Beek, Stepkensbeek) om de gebieden sneller af te wateren, maar die functioneerde nog niet zo efficiënt als tegenwoordig.

DROGE TERRASAKKERS

De drogere terrasgronden waren juist geschikt voor akkerbouw, zoals we dat tegenwoordig ook nog rond Lottum en Grubbenvorst zien (rozenteelt, graanakkers). Op de Tranchotkaart is dat af te leiden uit de terreinen met een lichtgele kleur (figuur 2.15). Dit is een ongebruikelijk beeld in het overstromingsgebied van onze rivieren, en het toont het unieke karakter van de Noord-Limburgse Maas. De gronden hebben een relatief lemig tot zandig karakter en overstromen, in het verleden nog meer dan nu, slecht kortstondig. In het verleden was op de 'velden' bij Arcen sprake van grote akkercomplexen die door meerdere boeren tegelijk werden gebruikt. Deze werden gekenmerkt door een relatieve openheid zonder afscheidingen in de vorm van heggen en afrasteringen (dus ook geen Maasheggen). Op de 'kampen' was juist sprake van een meer afgebakende perceelsverdeling tussen gebruikers (Renes, 1999). De Tranchotkaart toont dat op de droge gronden van Vierwaarden bijna uitsluitend sprake was van 'velden', alleen in de natte geulrelicten stonden plaatselijk hagen. Kampen troffen we meer in het noorden van het Maasdal aan, bijvoorbeeld in het Maasheggengebied rond Oeffelt (Meerkampen) en Gennep (Maaskemp).

2.4.2 VROEGE BEWONING

Regelmatig liggen op de droge laagterrasgronden stroomruggen van een oud vlechtend riviersysteem, zoals de 'Steening' bij Arcen en de 'Opperdonk' bij Lottum. Vaak zijn dit ook locaties waar al vroege menselijke activiteit bestond en met belangrijke archeologische waarden die zelfs zover terug te voeren zijn in de tijd als het paleolithicum, meer dan 10.000 jaar geleden. Dit geldt ook voor de terrasrand van het middenterras, die bijna overstromingsvrij ligt, maar wel direct tegen de weidegronden van de oude Maasgeulen aan. Juist hier begonnen zich al duizenden jaren geleden mensen te vestigen, en vormden zich de eerste woonkernen en dorpen (Renes, 1999). Ook nu nog liggen dorpen als Broekhuizen, Lottum, Grubbenvorst en Velden zich precies op deze overgang. Pas in recente tijden is men op enige schaal ook in de overstromingsvlakte en de oude Maasgeulen van het laagterras gaan bouwen, zoals in de oude Maasgeul bij Velden. Hierdoor is hoogwaterbescherming meer dan voorheen gaan schuren met socio-economische belangen.

2.4.3 DEKZANDGRONDEN EN MAASDUINEN

Wat verder opvalt op de Tranchotkaart zijn de uitgestrekte heidegebieden die toen nog op de dekzandgronden van het hoogterras aan de westzijde van het Maasdal lagen. Dit waren over grote oppervlakken 'gemene (gemeenschappelijke) gronden' die door lokale veehouders werden gebruikt om schapen of runderen op te laten grazen. Op de Grubbenvorster Heide en de Broekhuizerheide lagen bovendien vennencomplexen (mogelijk ontstaan door vervening), die nog nauwelijks ontwaterd waren. De aanwezige hoogveengebieden werden in dit tijd ook nog gebruikt voor de turfwinning (Renes, 1999), waardoor op de midden- en hoogterrassen lager gelegen gebieden met meer open water ontstonden. De heidegronden werden daarnaast ook gebruikt voor de (kleinschalige) winning van zand- en grind.

Richting het Maasdal lagen met name rond Grubbenvorst ook percelen met bos(aanplant) en boomgaarden. Aan de oostzijde van het rivierdal lagen in het Maasduinengebied ook vergelijkbare heidegebieden, maar in een gevarieerder patroon met hoge paraboolduinen, voedselarm moeras en lokaal akkergronden. Al deze gronden

werden ook volop gebruikt. Bossen zorgen voor hout of voor het hoeden van varkens, en zelfs de Maasduinen werden gebruikt voor het houden van konijnen (Renes, 1999).

FIGUUR 2.15 DE HISTORISCHE KAART VAN TRANCHOT EN VON MÜFFLING (TRACHOTKAART) VAN ROND 1803-1820 (OOK VOLGENDE PAGINA).





3. Veranderingen van het riviersysteem

3.1 De doorwaadbare zandrivier

Om een beter begrip te krijgen van de huidige Terrassenmaas is het goed om ook naar de oorspronkelijke systeemkenmerken van de rivier te kijken. Een wandeling langs de huidige Terrassenmaas laat een gelijkvormige, nauwelijks stromende rivier zien. Toch was dat in het verleden anders. Tot 1928 stroomde rivier vrij af en kende ze een morfologisch gevarieerde bedding met zandplaten, rivierstrandjes en stromende ondieptes. Vanaf de hoge terrassen lag de rivier vele meters dieper dan tegenwoordig in het landschap. Er waren brede, rustige stukken, maar ook smalle stromende delen. Tijdens lage afvoeren in de zomer kwamen op steeds meer plaatsen delen van de bedding droog te vallen. Hier en daar werd de Zandmaas zelfs doorwaadbaar, mede omdat het debiet in droge zomers sterk kon terugvallen. Rond zandplaten en eilanden lagen 'riffles' en 'pools' en traden gevarieerde stromingspatronen op, zij het vanwege het beperkte verhang zonder erg snelstromende delen. In buitenbochten zag de rivier kans oevers te eroderen, waarbij nieuw materiaal beschikbaar kwam voor de vorming van een rijke morfologie. Ook toen kende de Terrassenmaas rond Vierwaarden echter wel één duidelijke hoofdstroom, zonder zijgeulen van enige betekenis. Immers, het bleef een insnijdingsrivier met een verdiepte bedding tussen relatief hoge oevers. Figuur 3.1 en 3.2 geven een beeld van hoe de Terrassenmaas er voor de grote waterstaatwerken bijgelegen moet hebben.

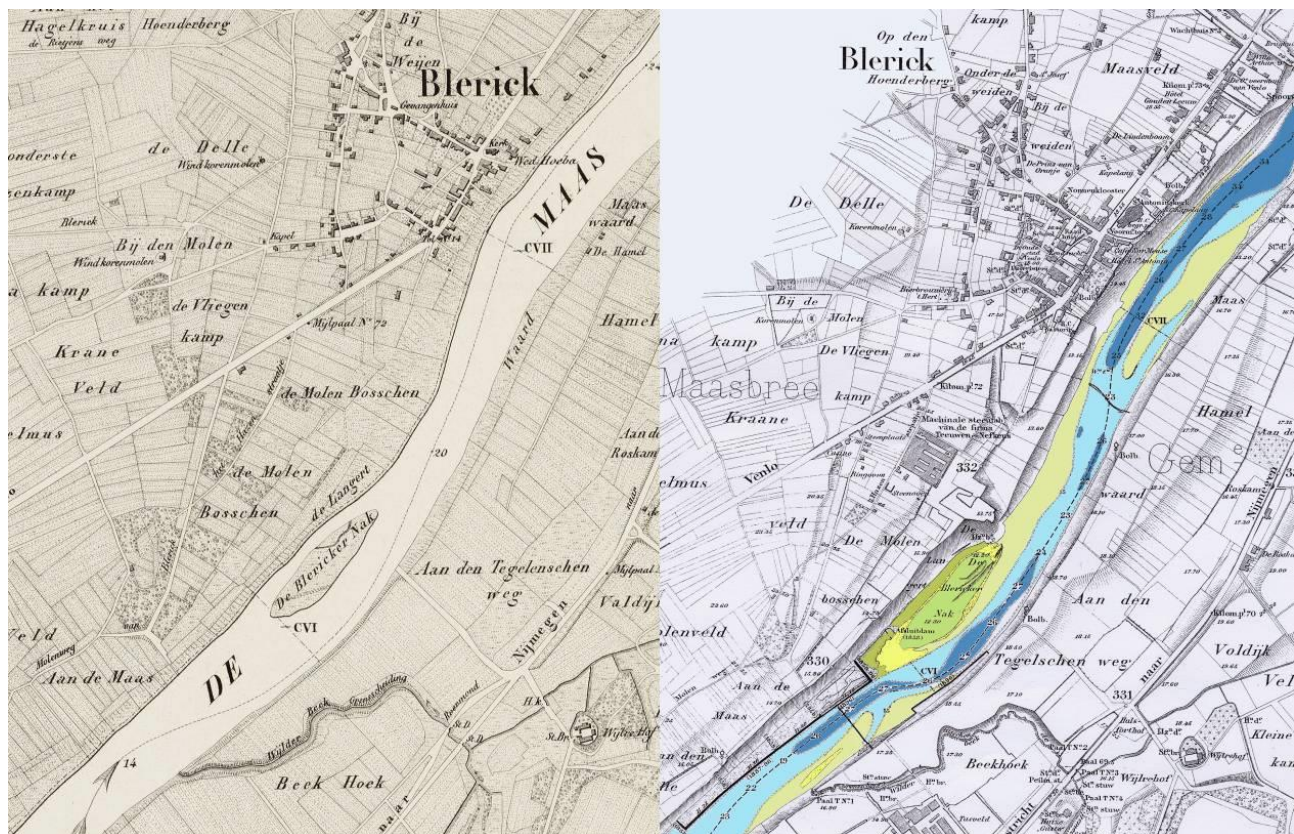


FIGUUR 3.1 DE MAAS BIJ VENLO GEZIEN VANUIT HET NOORDEN: EEN ONDIEPE RIVIER MET DUIDELIJKE TERRASRANDEN AAN HAAR OOSTOEVER (LINKS) (BRON: ARCHIEF LIMBURGS MUSEUM, VENLO).

Op oude kaarten zijn verschillende zandplaten en eilanden nog zichtbaar, onder andere bij Belfeld (plek van de huidige stuw), Baarlo, Grubbenvorst, Heijen en Gennep. Ook bij Venlo/Blerick lag rond 1848 nog een groot eiland in de rivier, de Blericker Nak. Figuur 3.3 geeft een indicatie van de diepte van de rivier destijds rond de Blericker Nak tijdens een gemiddelde zomerwaterstand. Af te lezen valt dat er grote verschillen in diepte optraden, waarbij het diepste punt (de Thalweg) ongeveer twee tot drie meter diep lag. Aangenomen mag worden dat tijdens lage zomerafvoeren de Maas nergens dieper was dan circa anderhalve meter, bij extreme droogtes vermoedelijk nog ondieper. Deze doorwaadbare plek in de Maas maakte de het traject bij uitstek geschikt voor de vestiging van nederzettingen en het ontstaan van de vestingstad Venlo.



FIGUUR 3.2 FICTIEF BEELD VAN DE TERRASSENMAAS ZOALS DIE ER VOOR DE KANALISATIE-/NORMALISATIEWERKEN EN VERSTUWING UITGEZIEN MOET HEBBEN IN DE PEELHORST BIJ NEER (FOTOMANIPULATIE UIT PETERS, 2010).



FIGUUR 3.3 LINKS: DE MAAS BIJ BLERICK IN 1848 MET DE BLERICKER NAK ZICHTBAAR ALS EILAND (RIVIERKAART 1848; BRON: NATIONAAL ARCHIEF). RECHTS: RIVIERKAART UIT 1898 MET DIEPTEMETINGEN. ZICHTBAAR IS HOE DE BLERICKER NAK INMIDDELS DOOR STREK DAMMEN EN ANDERE OEVERWERKEN AAN DE WESTOEVER IS VASTGEZET EN DE GRONDEN VAN DE OUDE GEUL ZIJN OPGEZAND. ZICHTBAAR IS OOK DAT DE MAAS ROND BLERICK EN TEGELEN NOG ONDIEP WAS MET MEERDERE ZANDBANKEN KENDE DIE KONDEN DROOGVALLEN (UIT: PETERS, 2010 OP BASIS VAN RIVIERKAART 1898).

3.2 Halverwege 19^e eeuw: de grote rivierkanalisaties

Vooraf op plaatsen waar de rivier een sterke neiging had om uit te breken of oevers rond dorpen te ondermijnen werden al ruim voor 1850 maatregelen getroffen. Zo zijn op de rivierkaarten van 1848 de eerste beperkte verdedigingswerken zichtbaar in de grote buitenbocht bij de Hamert, bij Arcen en rond de vestigingswerken van Venlo. Toch hadden deze eerste werken nog vooral een lokaal karakter, bedoeld om plaatselijke structuren en bebouwing te beschermen.

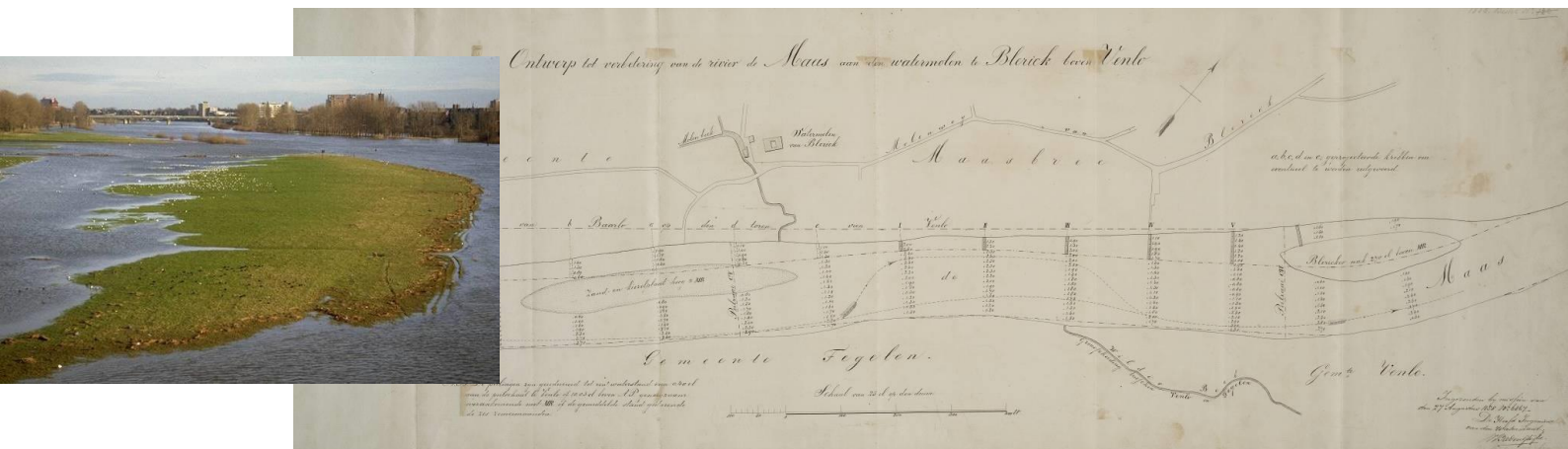
Vanaf ca. 1890 werd langs de Terrassenmaas gestart met een veel systematischer en grootschalige aanpak, deels geregisseerd door het Rijk. Het is in die periode dat de grote normalisatiewerken hun aanvang kenden. Het belangrijkste doel was om de Maas beter bevaarbaar te maken en meer grip te krijgen op de diepgang en de onvoorspelbare morfologische processen in de rivier. Hiertoe werden plannen ontwikkeld die het zomerbed zoveel mogelijk een vaste breedte en diepte moesten geven. Op bestektekeningen uit die tijd is zichtbaar hoe zandbanken en binnenbochten worden weggegraven en hoe oevers worden aangebermd en verstevigd met rijshout of steenbestorting. Ook worden op veel plaatsen kribben en strekdammen aangelegd, die moesten helpen het 'normaalprofiel' te handhaven. Omdat de Maas rond Vierwaarden uit zichzelf al vrij gemakkelijk op één plek bleef liggen is de rivier echter nooit over de hele lengte met kribben bekleed.



FIGUUR 3.4 NORMALISATIEWERKEN ROND GRUBBENVORST, INCLUSIEF HET AFDAMMEN VAN HET OUDE EILAND VAN DE KALDENBROEKER WAARD (NATIONAAL ARCHIEF, DEN HAAG).

Onderdeel van de kanalisatiewerken was ook het verwijderen van alle eilanden uit de rivier. Een mooi voorbeeld hiervan is het oude eiland 'Kaldenbroeker Waard' bij Grubbenvorst, dat ook nu nog goed herkenbaar in het veld aanwezig is. Dit eiland werd door kleine dammetjes verbonden met de Maasoever waardoor de kleine nevengeul werd afgesneden van de rivier en versneld ging opslibben/opzanden (figuur 3.4). Daarnaast werden aan de bovenstroomse kant kleine kribben (en soms strekdammetjes) aangelegd, die later vaak werden opgevuld en de nieuwe oever gingen vormen. Het deel van het eiland dat in het nieuwe normaalprofiel van de Maas kwam te liggen werd weggegraven.

Op vergelijkbare manier verdween ook het eiland van de Blericker Nak bij Venlo. Op de rivierkaart van 1898 is zichtbaar dat het eiland door de aanleg van een afsluitdam en andere oeververdediging aan de westoever is vastgegroeid. Op de bestekstekening van 1858 zijn hiervan de werktekeningen zichtbaar. Ook de Blericker Nak is nog altijd zichtbaar in het reliëf van het gelijknamige natuurgebied dat hier tegenwoordig aan de Maasoever ligt. Bij hoogwater loopt de Nak vanaf de benedenstroomse kant vol en worden de contouren van het oude eiland weer zichtbaar (figuur 3.5)



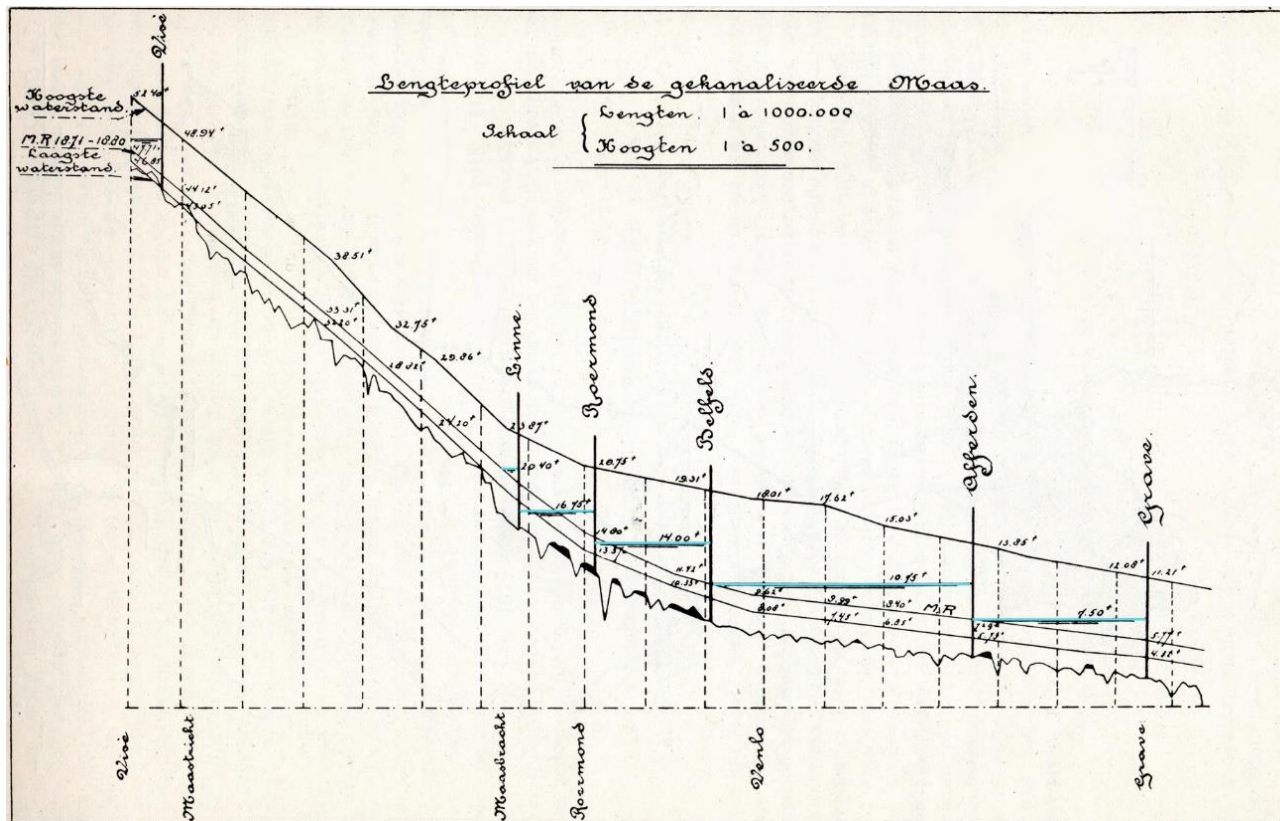
FIGUUR 3.5 BESTEKSTEKING VAN DE OEVERWERKEN ROND DE BLERICKER NAK UIT 1858. IN RAAIEN IS DE DIEPTE VAN DE RIVIER WEERGEGEVEN TIJDENS DE GEMIDDELTE ZOMERWATERSTAND. TIJDENS DROGE PERIODEN MOET DE RIVIER NOG AANZIENLIJK ONDIEPER ZIJN GEWEEST. ZICHTBAAR IS DAT ER GROTE VERSCHILLEN IN DIEPTE OPTRADEN, WAARBIJ HET DIEPSTE PUNT (THALWEG) OP CIRCA TWEE TOT DRIE METER DIEP LAG. TER HOOGTE VAN DE KIEZEL/ZANDPLAAT VAN TEGELEN LAG DE THALWEG VOLKOMEN TEGEN DE OOSTELIJKE OEVER AAN. HIER WAS VERMOEDELIJK SPRAKE VAN AANZIENLIJKE EROSIIE VAN DE TERRASGRONDEN (BRON: NATIONAAL ARCHIEF, DEN HAAG). OP DE FOTO: DE BLERICKER NAK IS TIJDENS HOOGWATER WEER EVEN HERKENBAAR ALS EILAND (FOTO: KEESJAN VAN DEN HERIK).

3.3 De jaren 1920: De verstuwung van de Maas

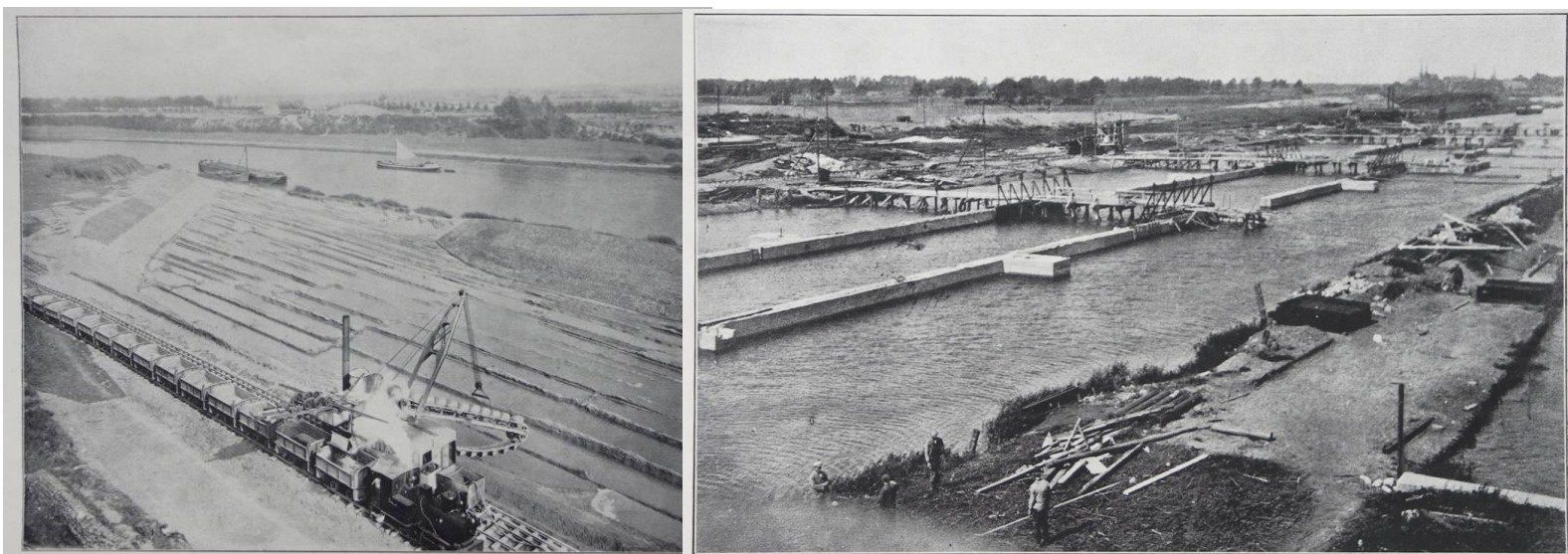
Hoewel de normalisatiewerken ingrijpend waren, bleef de Terrassenmaas een relatief ondiepe, stromende rivier, met regelmatig lage waterstanden en nog steeds droogvallende oevers, kleine zandplaten en rivierstrandjes. De diepgang van de Maas was uiterst wisselend en dit had grote invloed op het aantal schepen en vooral de vrachtonnages die over de Maas vervoerd konden worden. Schepen werden rond die tijd ook groter, mede door de industrialisatie van Limburg en Wallonie. In droge tijden kon de scheepvaart lokaal bijna stilvallen en kon alleen gebruik gemaakt worden van kleine platbodems (Schaepekens van Riepst, 1933). Daarnaast had in de winter ijsgang nog steeds een grote invloed op de bevaarbaarheid. Tot in de jaren 1920 was het een terugkerend verschijnsel op de Maas (Rijkswaterstaat, 1891; Schaepekens van Riepst, 1933). In 1915 besloot de regering daarom tot de kanalisatie van de Maas tussen Maasbracht en Mook. Als onderdeel hiervan werden vijf nieuwe stuwen en sluiscomplexen aangelegd. Nadat in 1925 en 1926 de stuwen van Linne en Roermond gereed waren gekomen, werden respectievelijk in 1927, 1928 en 1929 in de Terrassenmaas die van Belfeld, Sambeek en Grave in gebruik genomen. De stuw van Lith was onderdeel van latere werken en werd pas in 1936 voltooid.

De scheepvaart heeft sindsdien een permanente, betrouwbare vaarweg, zonder ijsgang en met een vaste minimale waterdiepte. De negatieve gevolgen voor de ecologie van de rivier waren echter ook enorm. Door de aanleg van stuw van Sambeek werd de waterstand rond Vierwaarden met 2,5 tot 3 meter opgezet, afhankelijk van de positie in het stuwpand. De bedding kreeg een veel diepere waterkolom en op veel plaatsen kreeg de Terrassenmaas steeds meer de kenmerken van een kanaal. Het beeld van een stromende rivier met lokaal droogvallende zandbanken verdween. In de huidige situatie begint de Maas pas bij een afvoer van boven de 1000 m³/sec vrij af te stromen, wat overeenkomt met gemiddeld minder dan 8 dagen per jaar (zie H4).

De aanleg van de stuwen had niet alleen consequenties voor de Maas zelf, maar ook voor de overstromingsvlakte. Oude kribben en oeververdedigingen verdwenen onder water. De lage delen van de uiterwaarden werden natter en in de oude geulrelicten werd de grondwaterspiegel omhoog gedrukt. Om het water goed af te kunnen voeren werden vooral benedenstrooms in het stuwpand (rond Afferden en omgeving) nog meer en nog grotere afwateringsloten in de stroomvlakte gegraven. Beken die voorheen een stromende monding hadden, zoals de Vierlingsbeekse Molenbeek en de Eckeltse Beek, kregen nu een moerasmonding met bijna stilstaand water (Peters e.a., 2007). Dit effect is nog eens versterkt door de recente stuwpeilverhogingen die in het kader van de Maaswerken door Rijkswaterstaat zijn uitgevoerd als onderdeel van de zomerbedverdiepingen langs de Terrassenmaas. Rond Vierwaarden vielen deze effecten echter mee omdat de weerden hier relatief hoog zijn en het gebied betrekkelijk bovenstrooms in het stuwpand van Sambeek ligt.



FIGUUR 3.6 LENGTEPROFIEL VAN DE GEKANALISEERDE MAAS ZOALS DIE DOOR DE AANLEG VAN DE STUWEN MOEST ONTSTAAN.



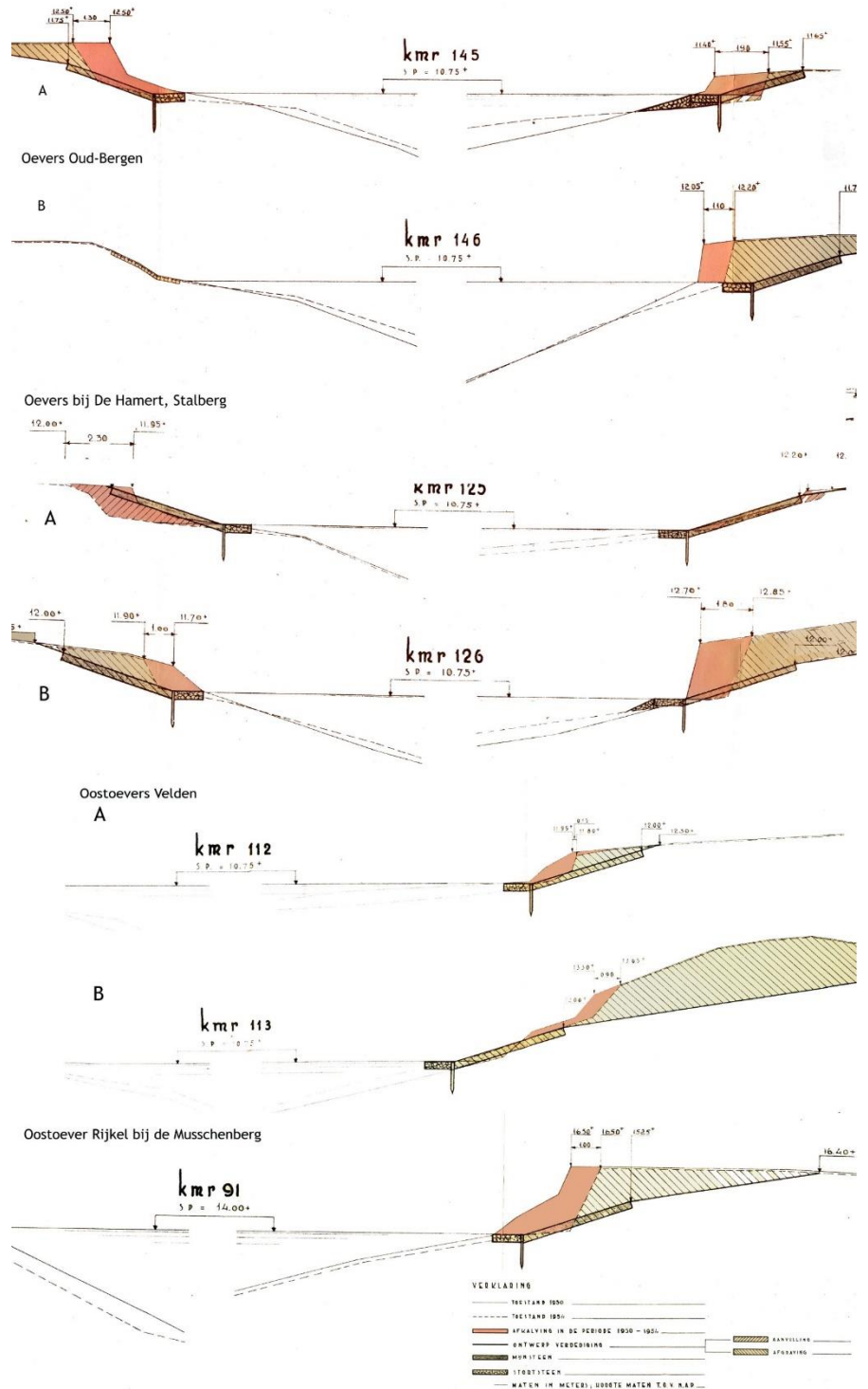
FIGUUR 3.7 LINKS DE AANLEG VAN DE BENEDENSTROOMSE UITMONDING VAN HET AFLEIDINGSKANAAL VAN DE STUW VAN BELFELD IN 1923 (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 1923). RECHTS DE STUW VAN BELFELD KORT NADAT HET STUWWERK ONDER WATER WAS GEZET OP 21 AUGUSTUS 1927 (BRON: RIJKSWATERSTAAT, 1927).

3.4 Recente aanpassingen aan het riviersysteem

3.4.1 DE MAASOEVERS VASTGELEGD

Bijkomend effect van de verstuwung was een concentratie van de golflslag op een smalle zone in de oever. De rivier begon hoger dan voorheen zijn oevers te eroderen, in een poging een meer natuurlijke breedte en een nieuw evenwicht tussen erosie en sedimentatie te verkrijgen. Door deze spontane verbreding van haar zomerbed had de Maas eind jaren '60, vooral benedenstrooms van Venlo, op veel plaatsen weer meters brede

FIGUUR 3.8 IN DE PERIODE 1952-1955 IS VOORAFGAAND AAN DE UITVOERING VAN DE OEVERVERBETERINGEN DE OEVERAFSLAG VAN DE GESTUWDE MAAS OP ELKE RIVIERKILOMETER INGEMETEN. HIER WORDT DE EROSIESNELHEID WEERGEGEVEN OP ENKELE LOCATIES LANGS DE ZANDMAAS TUSSEN RIJKEL EN BERGEN (ROZE ZONE). OP DIT TRAJECT VOND DOORGAANS ZO'N 0 TOT 2 METER OEVEREROSIE IN DIE PERIODE PLAATS. TEVENS ZIJN INGETEKEND DE VOORGESTELDE VERBETERINGSWERKEN ZOALS DIE IN DE JAREN 60 EN 70 ZIJN UITGEVOERD. ZICHTBAAR IS DAT ER GROTE DELEN VAN DE OEVERS WERDEN AFGEGRAVEN, OM DE OEVERS ONDER EEN VASTE HOEK MET EEN FLAUW TALUD TE LATEN OPLOPEN. BIJ DEZE WERKEN ZIJN OEVERSTEILWANDEN VERDVENEN, MAAR OOK VEEL OUDE, GEOLOGISCH WAARDEVOLLE TERRASRANDEN DIE DICHT OP DE MAAS LAGEN (NAAR: RIJKSWATERSTAAT, 1956).



zandstrandjes gevormd met lokaal zandige en ondiepe oevers (figuur 3.9). Het proces van oevererosie liep vermoedelijk trager dan net na de opstuwing, maar was nog altijd in volle gang (Peters, 2005).

Hierdoor waren overal langs de Maas hoge, morfologisch actieve oeversteilwanden te vinden waarin Oeverwaluwen (begin jaren '70 nog tot meer dan 2000 broedpaar per jaar) en IJsvogels in grote aantallen hun nestholtes uitgroeven. De oevers van de Maas waren in die periode ook praktisch vrij van bos (Van Winden & Overmars, 1999). Dit kwam deels door de actieve erosie en sedimentatie die continu plaatsvond, maar vooral ook omdat vee veelvuldig de oevers van de Maas kon betreden.

Door de oevererosie werd echter ook steeds meer landbouwgrond prijs gegeven aan de rivier. Vooral in Limburg leidde dit tot protesten bij agrariërs en andere grondeigenaren. Zij wendden hun invloed aan om Rijkswaterstaat te bewegen de oevers van de Maas vast te leggen en de rivier terug op "normaalbreedte" te brengen.

Rijkswaterstaat zelf was aanvankelijk niet erg genegen deze werken ter hand te nemen, omdat er vanuit rivierkundige en nautische overwegingen geen belangrijke redenen waren. Nadat Gedeputeerde Staten van Limburg echter de druk verder opvoerde ging Rijkswaterstaat overstag. Er werden plannen gemaakt om de oevers, aanvankelijk met grof grind en later met breuksteen, te verdedigen (Rijkswaterstaat, 1956, 1962). In figuur 3.8 zijn in enkele dwarsdoorsnedes de oeverwerken uitgebeeld van enkele karakteristieke locaties bij o.a. bij Velden. In rood is bovendien aangegeven wat de oevererosie was tussen 1950 en 1954. Aangegeven is dat het profiel van een steile oever werd vergraven tot een oever onder flauwer standaardprofiel. Hierbij werden ook veel geologisch en ecologisch waardevolle terrasranden weggegraven. Tot in de jaren '80 is men bezig geweest deze plannen uit te voeren. Belangrijk was ook het afrasteren van de oevers voor het vee, waardoor oibosontwikkeling in een smalle oeverstrook vrij spel kreeg (Peters, 2005).



FIGUUR 3.9 BEELDEN VAN DE MAASOEVERS VAN ROND 1974 BIJ GENNEP (LINKSBOVEN), BOXMEER (RECHTSBOVEN), OEFFELT (LINKSONDER) EN KESSEL (RECHTSONDER). DE FOTO BIJ KESSEL TOONT DE OEVERWERKZAAMHEDEN IN UITVOERING WAARBIJ HET OEVERTALUD ONDER EEN VASTE HOEK WERD AFGEWERKT EN VERSTEVIGD MET AANVANKELIJK VAAK GRIND, LATER BREUKSTEEN (FOTO'S JAN VAN DE KAM).

3.4.2 AANLEG VAN DE EERSTE KADES EN DIJKEN

Voor 1996 was het Terrassenmaasgebied nog zo goed als onbedijkt. Historisch lagen dorpen op hogere terrasranden, vaak op de overgang van het laagterras naar het middenteras (bv Lottum, Broekhuizen, Grubbenvorst, Velden). Ondanks dat deze gronden niet volledig hoogwatervrij waren, waren ze sinds 1926 niet

meer overstromd. Daarmee was de mogelijkheid van een overstroming uit het collectief geheugen van de streek verdwenen.

Na het hoogwater van 1993 ontstond een maatschappelijk roep om meer te doen aan hoogwaterveiligheid, ook in het gebied van Vierwaarden. In allerijl werden rond de meest bedreigde dorpen kades aangelegd, die een overstroming van eens in de 50 jaar (vergelijkbaar met die van 1993) moesten voorkomen. De klei voor deze eerste ronde kadeaanleg werd gewonnen in lokale kleiwinningen dicht op de rivier, zoals in de Eikenweerd (nabij de Hertog-Janbrouwerij, Arcen), de Broekhuizerweerd (Broekhuizen) en de Romeinenweerd nabij Hout-Blerick. De oevergronden van de Maas zijn hierdoor aanzienlijk verlaagd.

Er werd in die periode bewust nog niet gesproken van '(winter)dijken', maar van 'kades'. Dit omdat de dorpen nog steeds in het formele overstromingsgebied van de rivier lagen. Sommige kades hadden ook nog een tijdelijk karakter en voldeden in technisch opzicht nog niet aan de geldende normen. Daarom werden in de periode hierna alle keringen opnieuw aangepakt, deels vanuit het programma De Maaswerken, waarbij de nieuwe beschermingsnorm op eens in de 100 jaar kwam te liggen.

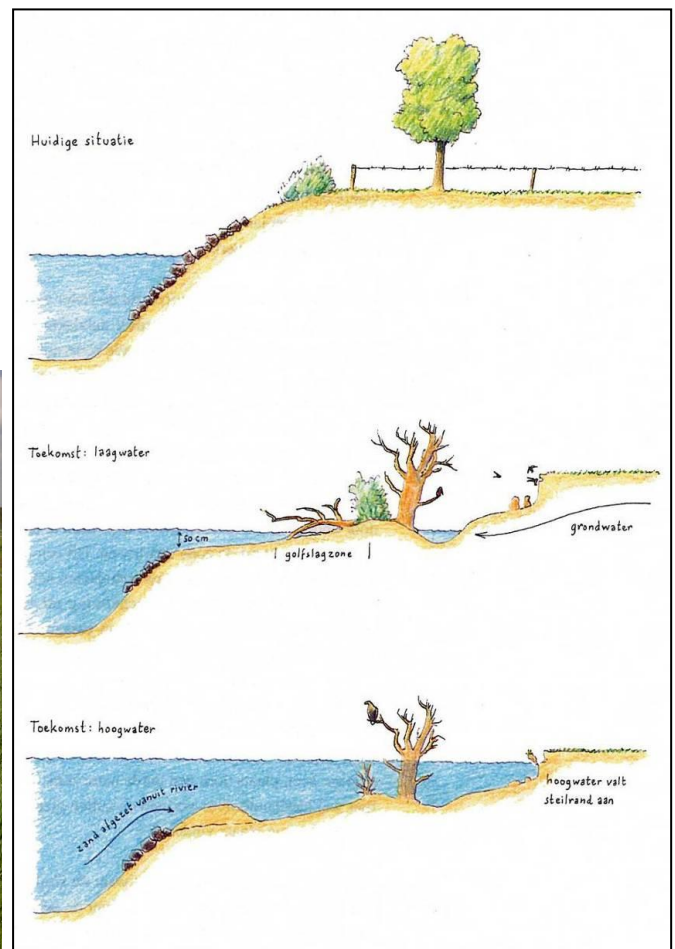
In het gebied van Vierwaarden kregen Grubbenvorst, Lottum (kasteel) en Arcen ringkades. Tussen Lomm en Venlo-Noord werd een langgerekte kade aangelegd die naast bewoning ook veel landbouwgrond en kassencomplexen indijkte. Hiermee werd echter ook een belangrijk deel van het overstromingsgebied aan de Maas onttrokken. De oude Maasgeul op het laagterras bij Velden kon niet langer meestromen, wat bovenstreams tot opstuwing leidde. Ook bij Arcen is de oude Maasgeul tussen het kasteel Arcen en de Roobeek afgedamd. Dit oude geulrelict is echter alleen waterbergend en stroomt niet mee tijdens hoogwater, waardoor opstuwingseffecten beperkt waren.

Vanwege nieuwe normen die tegenwoordig aan zowel de technische kwaliteit van de waterkeringen als aan de overstromingsrisico's worden gesteld (mede in relatie tot klimaatverandering), wordt vanuit het Deltaprogramma sinds 2017 gewerkt aan een nieuwe ronde hoogwaterbeschermingsmaatregelen. Rond Vierwaarden gaat het om zowel de verlegging als versterking van dijken, maar ook om rivierverruiming in het winterbed, dat in totaal voor 5 cm waterstandsval rond Venlo moeten zorgen. Dit gebeurt als onderdeel van het HoogWaterBeschermingsProgramma (HWBP).

3.4.3 VRIJ ERODERENDE OEVERS

Sinds ca. 2004 is Rijkswaterstaat Limburg bezig met het natuurlijker maken van de Maasoevers. De bekleding van stortsteen in de Maasoevers kent immers belangrijke nadelen voor de ecologie van de rivier en de oevers zelf.

FIGUUR 3.10 DE PRINCIPES VAN DE INGREEP VAN VRIJ ERODERENDE OEVERS ZOALS WEERGEGEVEN IN HET PLAN "TOEKOMST VOOR EEN ZANDRIVIER" (UIT HELMER E.A., 1999). OP DE FOTO EEN SPONTAAN VRIJ ERODERENDE OEVER NABIJ OUIJEN, VOOR UITVOERING VAN HET PROJECT OUIJEN-WANSSUM (FOTO BART PETERS).



Vanaf eind jaren '90 werd al geëxperimenteerd met het aanleggen van vooroeverbestedingen, waarachter luwere delen werden gecreëerd zonder bestorting. Deze constructies sloten echter niet goed aan bij het karakter van een natuurlijke zandrivier als de Maas. Bovendien bleek het concept van ondiep water achter een vooroever niet goed houdbaar omdat deze zones snel opslibden en verboste, wat ook weer voor ongewenst opstuwing op de rivier en hoge beheerkosten zorgde.

In 2005 werd een streefbeeld opgesteld dat meer uitging van het benutten van de lokale morfologische processen in de oever en het terugkrijgen van de steilwanden en zo mogelijk zandige oevers, zoals kenmerkend voor de Terrassenmaas (Peters, 2005). Dit streefbeeld sloot aan bij het concept van vrij eroderende oevers zoals eerder in het plan "Toekomst voor een Zandrivier" was ontwikkeld (Helmer e.a., 1999). Kracht van het concept was wellicht de eenvoud. Door het simpelweg verwijderen van bestorting tot ca. 1 meter onder stuwpeil kreeg de rivier de kans zelf weer de karakteristieke oeversteilwanden en bijbehorende ondiepe zandige oever te vormen. Om dit mogelijk te maken werden door Rijkswaterstaat stroken (landbouw)grond langs de rivier aangekocht, waardoor dit proces ongehinderd kon plaatsvinden (tot aan een vastgestelde interventielijn althans). Echter, cruciaal in dit concept was wel het behoud (of versterking) van de bestorting onder water. Door de verstuwung van de rivier concentreerden de scheepvaartgolven en oevererosie zich namelijk veel meer dan in de ongestuwde situatie rond één zone in de oever, terwijl er tegelijkertijd sprake is van een relatief diepe rivier met steile onderwateroevers. Zonder het handhaven van bestorting onder water zou dit proces van oevererosie te ver door kunnen lopen. Met behoud van de bestorting zal het proces steeds trager verlopen en kan zich uiteindelijk een nieuw evenwicht instellen.

Voor Rijkswaterstaat hebben de natuurlijke oevers, naast het realiseren van KRW-maatregelen, ook als voordeel dat zich minder eenvoudig bos op de oevers ontwikkeld (in relatie tot opstuwing van hoogwater) en dat de maatregel rivierverruimend werkt.

Inmiddels zijn op deze manier vele tientallen kilometers aan oever ontdaan van breuksteen. Bij Vierwaarden gaat het om oevertrajecten bij Roobeek, de Eikenweerd (beide nabij Arcen), bij Lomm, bij Lottum, bij natuurgebied Broekhuizerweerd, bij Velden en bij Genooi (zie figuur 3.11). Op het lange oevertraject tussen Broekhuizen en Lottum is weliswaar de zware breuksteen verwijderd, maar wordt oever erosie veelal tegengehouden door grof grind. Dit grind is bij de eerste ronde oeverversterking van in de jaren '70 aangebracht (pas later is breuksteen toegepast), en het spoelt vrij bij de eerste oevererosie.

Bovendien is de oever van de Broekhuizerweerd in 2014 als onderdeel van het project Stroomlijn, verlaagd. Dit was onder meer om doorstroming te bevorderen, slibsedimentatie in de kleiputten te verminderen en zandafzetting op de oevers te bevorderen.

Gerealiseerde maatregelen Kaderrichtlijn Water Maas 2010-2021*

- Natuurvriendelijke oever; hier mogen na het 'ontstenen' natuurlijke processen als afkalving en aanzanding de oever weer zoveel mogelijk vorm geven
- Overige natuurvriendelijke oeverinrichting; bijvoorbeeld een ondiepe geul achter een (onderwater)dam.
- Uiterwaardproject of overige inrichtingsmaatregel, locaties met een * horen bij het Grensmaasproject
- Gerealiseerde geul
- Herstelde beekmonding

toelichting & colofon

* inclusief ecologische herstelmaatregelen van vóór de start van de KRW



FIGUUR 3.11 LOCATIES WAAR KRW-MAATREGELEN ZIJN UITGEVOERD TOT 2021 (BRON: RIJKSWATERSTAAT).



bron: RWS / J.v.Houdt

FIGUUR 3.12 LUCHTFOTO (2016) VAN DE BROEKHUIZERWEERD (LINKS, MET VERLAAGDE OEVERDAM) EN DE EIKENWEERD (RECHTS), TWEE NATUURGEBIEDJES DIE ZIJN ONTSTAAN NA KLEWINNING VOOR DE EERSTE KADES NA DE HOOGWATERS VAN 1993 EN 1995 (FOTO JOOP VAN HOUDT/BEELDBANK RIJKSWATERSTAAT).

4. Hydromorfologisch functioneren

4.1 Afvoeren, waterstanden en peildynamiek

4.1.1 AFVOER-WATERSTANDSRELATIES

De Maas is een klassieke regenrivier, waarin waterstanden sterk kunnen fluctueren. Tijdens hoogwater kunnen afvoeren tot boven de 3000 m³/s optreden. Het optreden van dit soort extreme afvoeren wordt in hoge mate bepaald door wat er in de Ardennen gebeurt, waarbij de regen die daar valt vaak al binnen één dag de grens met Nederland bereikt. De maximale afvoer bij Venlo kan echter behoorlijk afwijken van die rond Maastricht. Dit is afhankelijk van wat er op het traject tussen Maastricht en Venlo aan water bijkomt, met name uit zijbeken als de Geleenbeek, de Roer en de Swalm. Is dit relatief weinig dan kan de hoogwatergolf op het tussenliggende traject inzakken, vooral door de ruimte die in het Maasplassengebied voor handen is. Zo bedroeg bij het extreme zomerhoogwater van 2021 de afvoer bij St. Pieter 3310 m³/s gemeten (3150 m³/s bij Borgharen), terwijl hier bij meetpunt Venlo nog maar 2849 m³/s van over was. Tijdens dit hoogwater concentreerde de regenval zich in de Ardennen en Zuid-Limburg. De maximale waterstand bij Venlo bedroeg toen 17,95 m +NAP. Als referentie: de weerd bij Genooi (natuurgebied Genooiveld/OCÉ-weerd), net ten noorden van Venlo ligt grofweg tussen de 15 tot 16,5 m +NAP. Langs de Benedenmaas was in 2021 zelfs geen sprake meer van een extreem hoogwater.

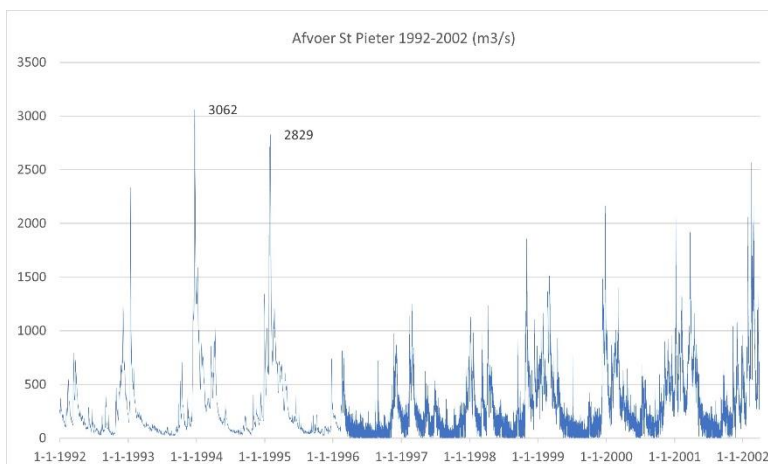
Soms zijn de afvoerverschillen veel kleiner of is de afvoer bij Venlo juist groter dan bij Maastricht. Zo bedroeg de afvoer bij St. Pieter tijdens een (bescheiden) hoogwater in 2011 2277 m³/s. Dit was bij het meetpunt Venlo opgelopen tot 2362 m³/s. Hierbij heeft de aanvoer vanuit zijbeken dus een rol gespeeld.

De maximale afvoer van de Maas bij de bekende hoogwaters van december 1993 en januari 1995 staan weergegeven in figuur 4.1 We weten echter niet exact hoe die zich vertaalden in de afvoer rond Vierwaarden omdat hier destijds geen meetpunten voor 'afvoer' lagen. Wel lagen er meetpunten voor de waterstand in m NAP bij de stuw van Belfeld en bij Arcen. In figuur 4.3 zijn de waterstanden van deze episodes opgenomen. Wat opvalt is dat ze in Vierwaarden in 1993 en 1995 vergelijkbaar waren, terwijl de afvoer rond Maastricht in 1993 ca. 230 m³/s hoger lag dan in 1995 (figuur 4.1). Waarschijnlijk werd het hoogwater van 1995 dus sterker aangevuld vanuit zijriviertjes dan in 1993. Figuur 4.4 geeft een beeld van langjarige gemiddelden (groene lijn) over het jaar heen en de extremen die in de periode 1911-2015 zijn opgetreden.

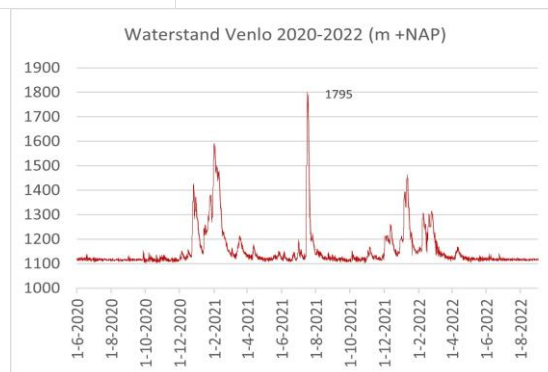
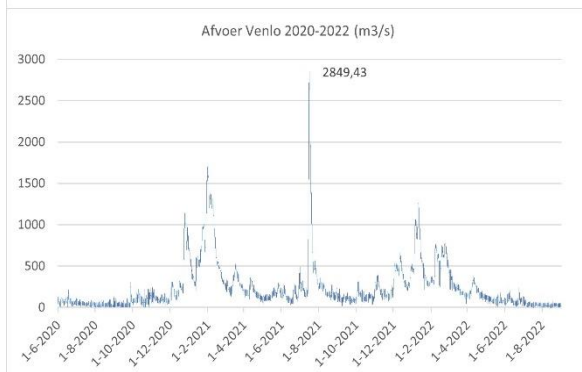
Tabel 4.1 Afvoerkarakteristieken van de Maas

Gemiddelde afvoer (St. Pieter)	250 m ³ /s	
Laagst gemeten afvoer (St. Pieter)	< 15 m ³ /s	
Hoogst gemeten zomerafvoer (St. Pieter)	3310 m ³ /s	juli 2021
Hoogst gemeten winterafvoer (Borgharen)	3175 m ³ /s	december 1926

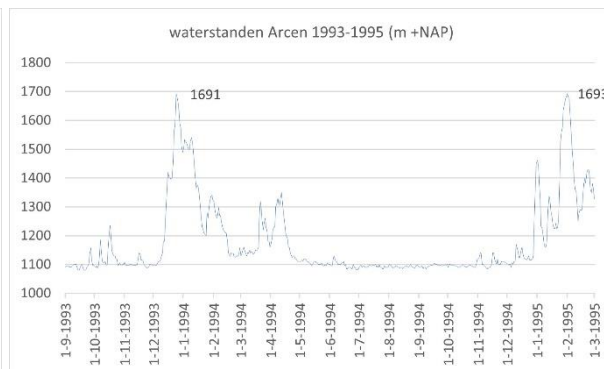
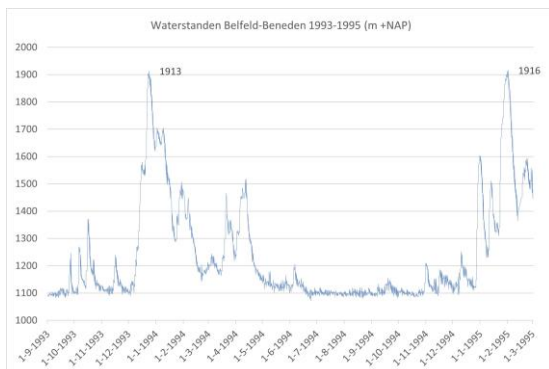
In droogteperioden kan de afvoer op de Maas ook weer ver terugvallen. Afvoeren van 15 m³/s of zelfs minder (meetpunt St. Pieter) zijn geen zeldzaamheid. Rond Venlo kan ligt de minimumafvoer doorgaans hoger: rond de 30 a 35 m³/s. Door de aanwezigheid van de stuw van Sambeek (zie hierna) zorgt dit echter rond Vierwaarden niet meer voor lage waterstanden. Het belangrijkste effect van lage afvoeren is dat de 'reststroming' op de rivier, die door verstuwung al laag ligt, verder stilvalt.



FIGUUR 4.1 AFVOER BIJ ST PIETER VOOR DE PERIODE 1992-2002. DE HOOGWATERS VAN DEC 1993 EN JAN 1995 STEKEN ER DUIDELIJK BOVENUIT (DATA RIJKSWATERSTAAT).

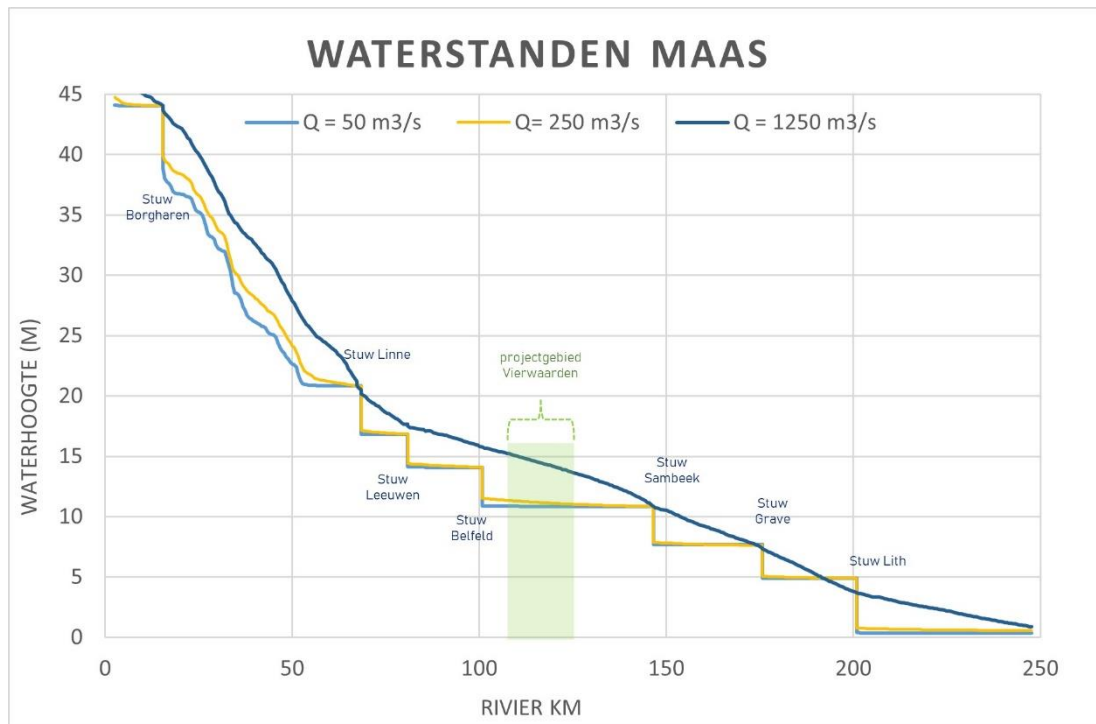
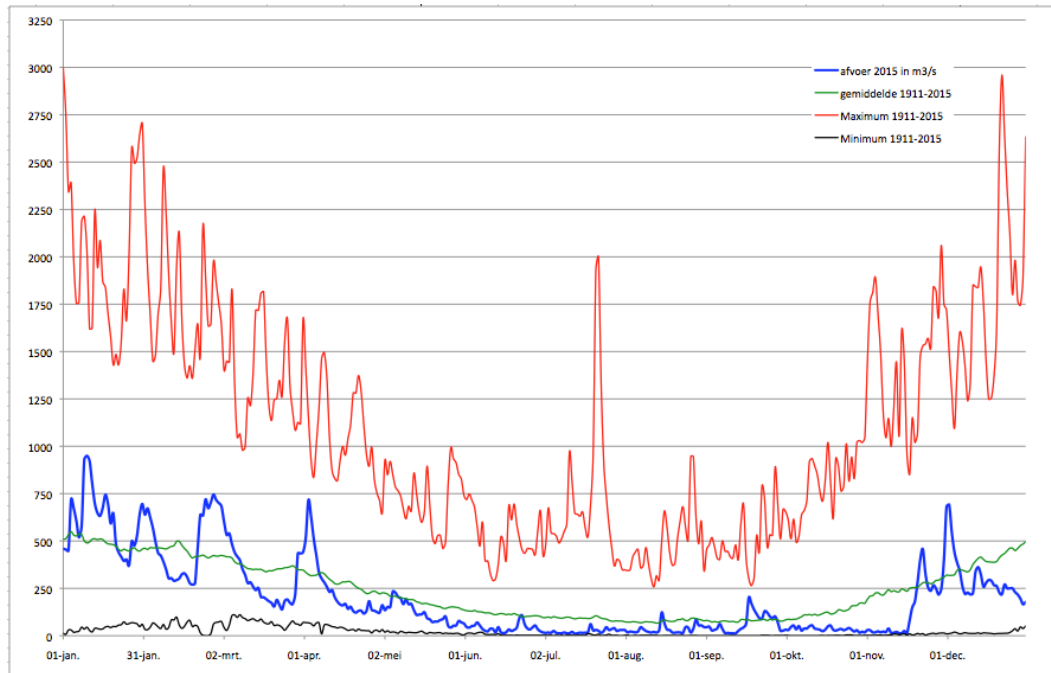


FIGUUR 4.2 AFVOER EN WATERSTANDEN OP DE MAAS BIJ VENLO IN DE PERIODE 2020-2022, MET ZICHTBAAR HET ZOMERHOOGWATER VAN JULI 2021 (DATA RIJKSWATERSTAAT).



FIGUUR 4.3 WATERSTANDEN BIJ DE STUW VAN BELFELD EN BIJ ARCEN TIJDENS DE HOOGWATERS VAN 1993 EN 1995 (DATA RIJKSWATERSTAAT).

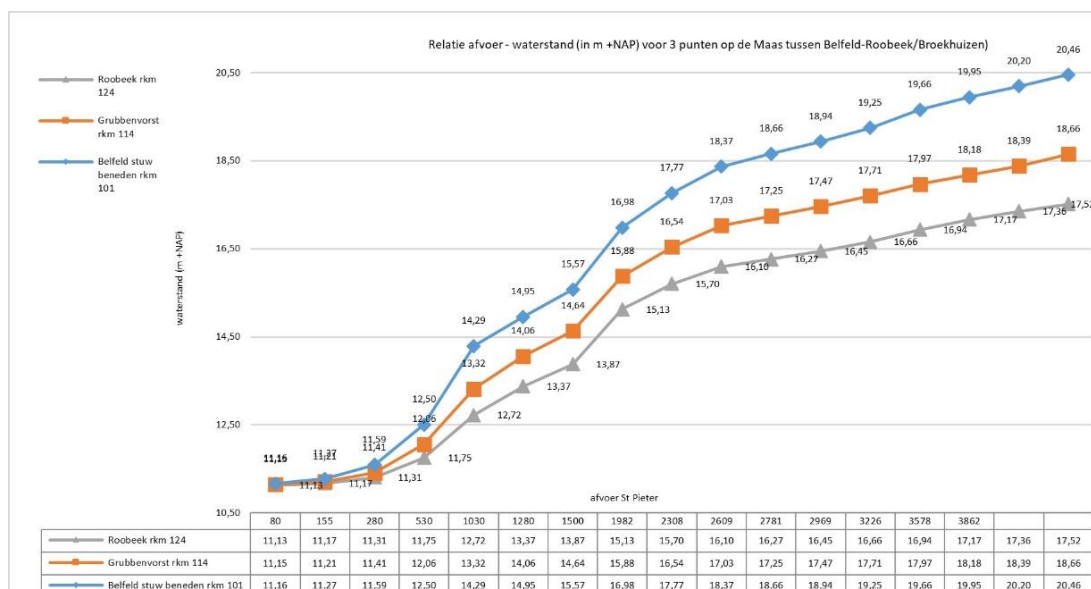
FIGUUR 4.4 LANGJARIGE GEMIDDELDEN (GROENE LIJN) VAN DE AFVOER OP DE MAAS BIJ ST. PIETER (M³/S) OVER HET JAAR HEEN EN DE EXTREMEN (RODE EN ZWARTE LIJN) DIE IN DE PERIODE 1911-2015 (UIT JAAROVERZICHT 2015 MAAS WWW.WATERPEILEN.NL).



FIGUUR 4.5 WATERSTANDEN OP DE MAAS BIJ LAGE (Q₅₀), MEDIANE (Q₂₅₀) EN BANKFULLAFVOER (Q₁₂₅₀). ZICHTBAAR IS DAT HET STUWPAND VAN SAMBEEK, WAAR VIERWAARDEN ONDERDEEL VAN IS, RELATIEF LANG IS EN DAT WATERSTANDEN BOVENSTROOMS OOK RELATIEF SNEL BEGINNEN TE STUIGEN (DATA RIJKSWATERSTAAT).

In vergelijking met andere stuwpanden op de Maas, nemen de waterstanden tussen Sambeek en Belfeld relatief snel toe bij stijgende afvoeren. Dat geldt ook voor het gebied van Vierwaarden, omdat het met name rond Venlo bovenstrooms in het stuwpand ligt. De opstuwing heeft hier dus minder effect en waterstanden stijgen eerder mee met een toenemende afvoer. In figuur 4.5 is zichtbaar dat bij een lage zomerafvoer van 50 m³/s er praktisch geen verschil in waterstand is in het hele stuwpand (tussen 11,10 en 11,15 m + NAP). Bij een jaargemiddelde afvoer van ca. 250 m³/s is er echter al een verschil van 0,6 meter bestaat tussen de waterstand bij Sambeek en die bij Venlo. Dit betekent automatisch ook meer stroming, hoewel dit door de diepte van de gestuwde rivier nog niet heel merkbaar is. Bij een afvoer van 1250 m³/s (ca. bankfull) zijn de waterstanden bij Sambeek nog niet of nauwelijks gestegen, maar zien we bij Venlo wel al een 3,5 meter hogere waterstand ten opzichte van gemiddelde afvoeren. Er is daar dan al enige tijd sprake van een vrij afstromende rivier (zie ook bijlage 3).

Daarnaast zit er ook bij lage afvoeren een dagelijkse golfbeweging van ca. 10 a 15 cm op de waterstand van de Maas. Vermoedelijk heeft dit te maken met het periodiek schutten van de sluisen voor scheepvaart.



FIGUUR 4.6 DE RELATIE TUSSEN DE AFVOER OP DE MAAS (MEETPUNT ST PIETER) EN DE WATERSTANDEN IN HET GEBIED VAN VIERWAARDEN (DATA RIJKSWATERSTAAT).

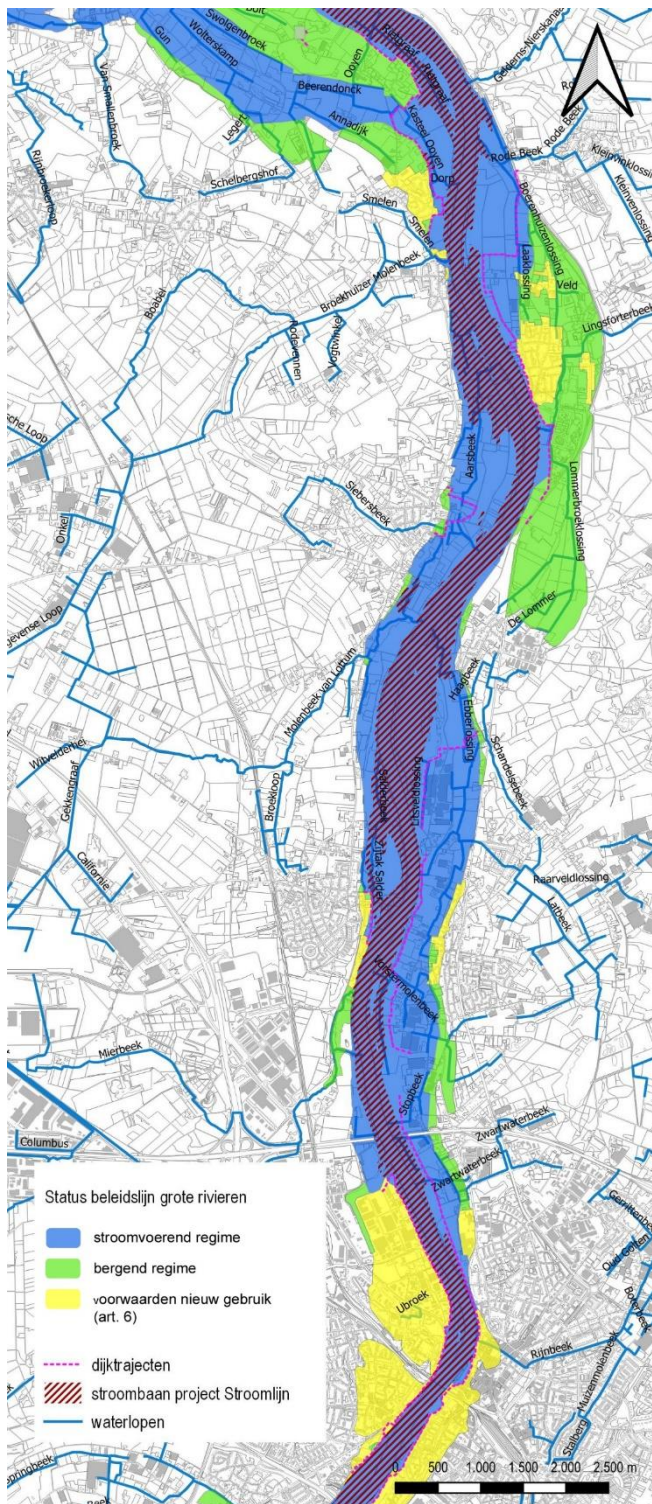
4.1.2 VERSTUWING DOOR DE STUW SAMBEEK

Het traject van Vierwaarden maakt onderdeel uit van het stuwpand Sambeek. Deze stuw is oorspronkelijk ontworpen met het doel om een stuwpeil van 10,75 in stand te houden. Sinds 2013 is het stuwpeil echter verhoogd naar 11,10 m +NAP. Dit werd gedaan om dalingen van de gemiddelde grondwaterstand als gevolg van de zomerbedverdiepingen en rivierverruiming (De Maaswerken), te compenseren. Het gevolg was echter ook een nog diepere rivier, nog minder stroming en het opstuwvan van (en verdwijnen van stroming in) verschillende beekmondingen.

De stuwen in de Maas worden gestreken ('geopend') bij verhoogde Maasafvoeren, waarbij elke stuw een eigen minimumafvoer kent. De stuw van Sambeek wordt volledig gestreken bij een afvoer van 1400 m³/s (gemiddeld 2 dagen per jaar). De Maas rond Vierwaarden is dan al vrij afstromend, en bij wat lagere afvoeren is hier ook al weinig meer merkbaar van de verstuwning (zie bijv. de lijn van 1250 m³/s in figuur 4.5). Zoals hiervoor al besproken begint de Maas bij Vierwaarden net boven mediane afvoer van 155 m³/s beperkt te stijgen. De waterstanden zijn ca. 0,20 m (Broekhuizen) tot 0,50 m hoger dan het stuwpeil (Venlo). Bij (bijna) bankfullafvoer (ca. 1250 m³/s) is sprake van maar liefst ca. 2,70 (Broekhuizen) tot 3,80 m (Venlo) hogere waterstanden dan het stuwpeil van 11,10 m +NAP. Dit betekent dus betrekkelijk grote verschillen tussen Venlo en Broekhuizen, en zeker tussen Sambeek en Vierwaarden. De stuw van Belfeld wordt overigens al eerder gestreken (bij 1.100 m³/s). De scheepvaart op de Maas wordt gestremd ca. 2.000 m³/s.

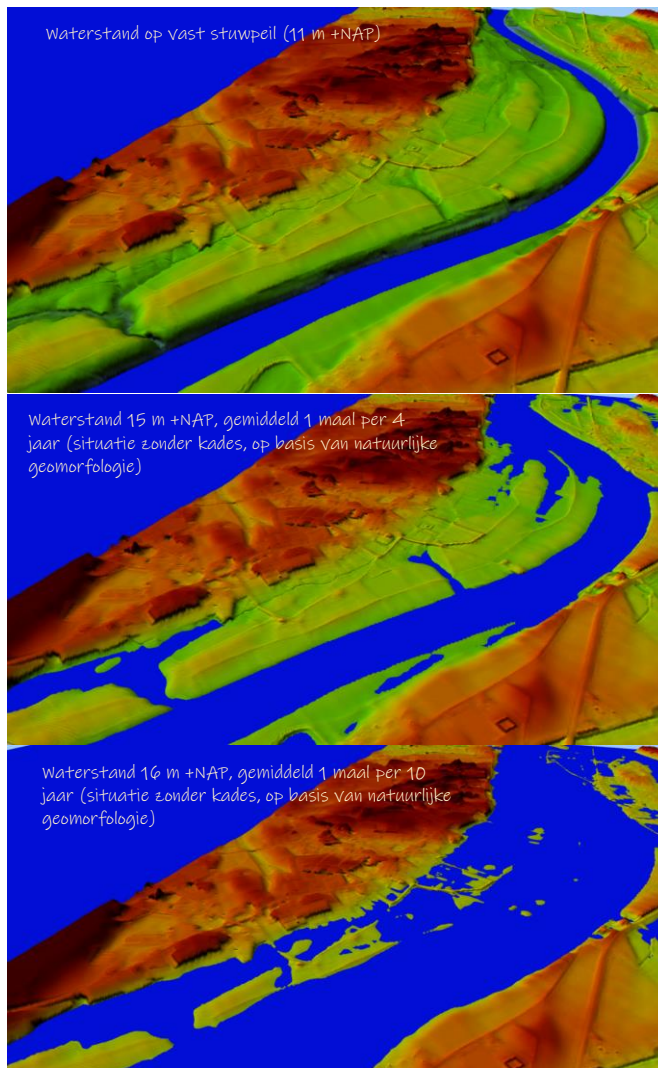


FIGUUR 4.7 DE STUW VAN SAMBEEK (FOTO JOOP VAN HOUDT/BEELDBANK RIJKSWATERSTAAT)



FIGUUR 4.8 STROMENDE EN BERGENDE STATUS VAN DE OVERSTROMINGSVLAKTE VAN VIERWAARDEN CONFORM DE 'BELEIDSLIJN GROTE RIVIEREN' VAN RIJKSWATERSTAAT. OOK IS DE ZOGENAAMDE 'STROOMBAAN' AANGEGEVEN DIE IN DE PERIODE VAN DAT PROJECT WERD GEBRUIKT OM AAN TE GEVEN WAAR VEGETATIE TERUGGEZET MOEST WORDEN.

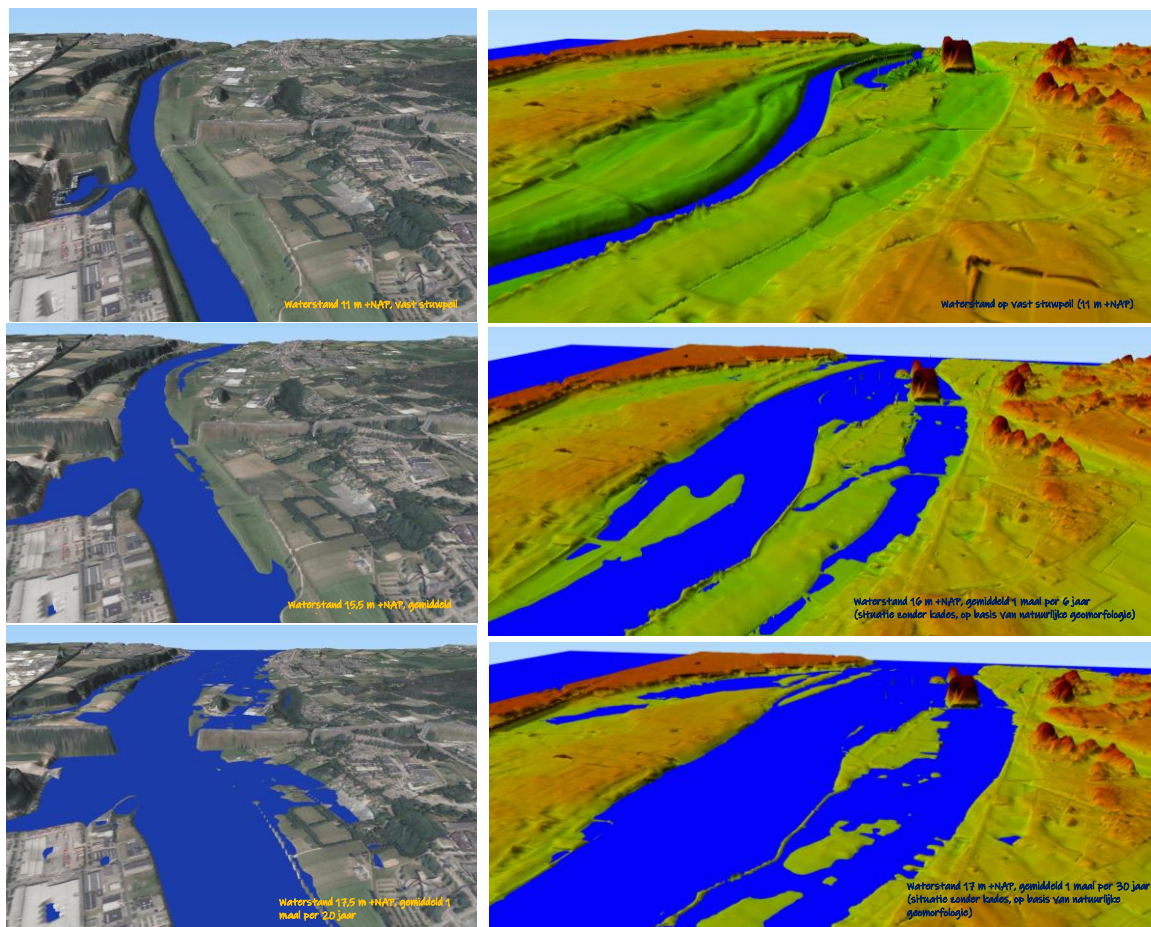
zijn de 'bergende delen' weergegeven. Deze lopen bij hoogwater weliswaar vol, maar er is geen sprake van stroming, en vegetatie of andere obstakels hebben ook geen effect op de waterstanden. Ook is in figuur 4.8 in rood gearceerd wat de 'stroombaan' van Project Stroomlijn was. Deze stroombaan was in de periode 2012-2017 het zoekgebied voor het verwijderen van eventueel opstuwende vegetatie, maar is ook indicatief voor de delen waar de meest relevante stroming optreedt.



FIGUUR 4.9 HET VOLLOPEN VAN DE BROEKHUIZERWEERD, AASTBROEK EN LOTTUMERBROEK BIJ VERSCHILLENDE WATERSTANDEN.

4.1.3 WATERVOEREND EN WATERBERGEND

In figuur 4.8 wordt een overzicht gegeven van het formele winterbed van de Maas conform de "Beleidslijn Grote Rivieren" van Rijkswaterstaat. Duidelijk is dat de overstromingsvlakte van de Maas hier erg smal is. Dit hangt samen met de ingeklemde positie van de Maas tussen oplopende terrassen. Het betekent ook dat waterstanden aanzienlijk kunnen oplopen. In een ongestuwde situatie zou bij extreme afvoeren van boven de 3200m³/s rond Vierwaarden sprake zijn van meer dan 8 tot 10 meter hogere waterstanden. In de huidige situatie is dat ten opzichte van het huidige stuwpeil ruim 6 tot 8,5 meter (zie figuur 4.6). In figuur 4.8 is blauw is aangegeven welke delen van de overstromingsvlakte als 'stroomvoerend' zijn beoordeeld. Tijdens hoogwater is in deze delen sprake van stromend water. Ze zijn extra belangrijk om waterstanden niet hoger te laten oplopen, en obstakels hebben in deze zone een opstuwende werking. In groen



FIGUUR 4.10 HET VOLLOPEN VAN DE WEERD VAN GRUBBENVORST EN VELDEN BIJ VERSCHILLENDE WATERSTANDEN IN DE DENKBEELDIGE SITUATIE ZONDER VAN DIJKEN, GEEFT EEN GOED BEELD VAN DE OVERSTROMINGSVLAKTE VAN VOOR 1996.

4.1.4 RIVIERWATER EN GRONDWATER IN RESTGEULEN

INSTROOMFREQUENTIES VAN DE GEULEN

Interessant in relatie tot het systeemfunctioneren en ecologie van het gebied zijn de instroommomenten van de verschillende weerden in Vierwaarden. Doorgaans stroomt de benedenstroomse kant van de oude restgeulen als eerste in. Bij stijgende waterstanden zien we de contouren van de oude Maasgeulen mooi terug in de ondergelopen delen van het gebied (zie figuren 4.9 en 4.10). Dit zijn ook de momenten waarop grondwatergedomineerde wateren en watergangen gaan vermengen met rivierwater. Bovendien wordt er (op beperkte schaal) slib aangevoerd in de oude geulrelicten. Als waterstanden vervolgens verder toenemen, verdwijnen alle buitendijkse terreindelen onder water en is sprake een alles bedekkende watermassa, doorgaans tot aan de rand van het middenteras c.q. de winterdijken. Er is dan echter ook sprake van forse opdruk van kwelwater, waardoor rivierwater en slib de geulen nauwelijks bereikt.

In tabel 4.2 zijn de waterstanden, afvoeren en overschrijdingsfrequenties van enkele van deze instroompunten opgenomen. De meeste oude geulen beginnen geleidelijk vol te lopen bij afvoeren van 1600 tot 1850 m³/s, corresponderend met een overstromingsfrequentie van gemiddeld 2 dagen per jaar. Op plaatsen waar (al dan niet gegraven) beekmondingen zijn aangelegd (Lottum, Roobeek), kunnen geulrelicten eerder gaan instromen.

Bij Arcen en Velden zijn de grootste arealen van de oude Maasgeulen afgesloten door de aanleg van dijken sinds 1996. Deze zitten thans op een overstromingsfrequentie van eens per 100 jaar (resp. 16,6 en 17,3 m +NAP). Ze zullen in het kader van project Vierwaarden verhoogd worden (Arcen naar 17,45 m +NAP, Velden van 19,20 m +NAP bij de brug A67 (rkm 111) naar 18,65 m +NAP nabij Lomm (rkm 116)), waardoor de Maasgeulen volledig overstromingsvrij komen te liggen (norm > 4000 m²/s). De door dijken afgesloten geulen lopen tijdens hoogwater geleidelijk vol met grondwater en water vanuit zijbeken, dat vervolgens via pompen weer op de Maas geloosd wordt.

Tabel 4.2 Instroomhoogtes en afvoeren (bij benadering) voor de belangrijkste geulrelicten in Vierwaarden.					
Restgeul	(deel)locatie	Rkm	Instroomhoogte (m +NAP)	Afvoer St. Pieter (m ³ /s)	Gemiddelde Overschrijdingsfreq. (begin instroom)
Maasgeul Arcen-Roobeek	Instroom monding Roobeek	124	12,5	900	10 d/j
	Instroom kwelgeul Limburgs Landschap	124	14,3	1750	1x/2j
	Dijkhoogte rond binnendijs geul	124	16,6	3200	1x/100j
Broekhuizen-Lottum, Lottum	Overloop Marsstraat	122	14,7	1850	1x/3j
	Monding Molenbeek (gegraven)	117,5	ca. 12,5	700	25d/j
Grubbenvorst	Laagterrasgeul noordzijde	116	14,6	1600	1d/j
	Jonge geul eiland Kaldenbroekerwaard	115,5	13,0	900	12d/j
	Laagterrasgeul Zuid (langs dorp)	115	14,5	1550	2 d/j
Velden-Lomm	Instroom Lomm	117	14,7	1650	1d/j
	Dijkhoogte rond binnendijs geul	117	17,3	3200	1x/100j
Genooi	Restgeul Vorsterweidelossing	113	15,2	1700	1x/2j
	Instroom Genooijerveld benedenstrooms	111,5	15,1	1600	1d/j

4.2 Grondwaterwerking

4.2.1 GRONDWATERWERKING ALS DOMINANT PROCES

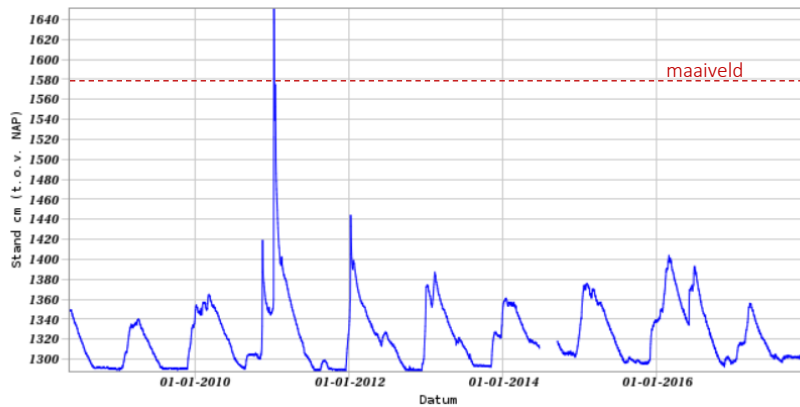
Eerder in deze systeemanalyse zijn we al kort ingegaan op de belangrijke rol die grondwater speelt in de oude restgeulen van de Terrassenmaas. Dit geldt zeker ook voor de vele restgeulen en oude laagten op het laagterras van Vierwaarden. Tekenend hiervoor is het heldere kweelwater dat in de vele lossingen en (gegraven) beken uittreedt. Het ijzerrijke karakter van het grondwater hier, toont aan dat het doorgaans om lange kwel gaat: grondwater dat een relatief lange weg door de bodem heeft afgelegd en daardoor tijd heeft gehad om aan te rijken met ijzer en andere mineralen. Kenmerkend hiervoor is de roestbruine neerslag en plakaten met ijzerbacteriën (als een 'olielaagje') op het water. De waterkolom van bijvoorbeeld de Salderbeek (Grubbenvorst), de Aastbeek (Lottum-Broekhuizen) en de Siebersbeek (Lottum) bevriest ook praktisch nooit, omdat ze constant gevoed wordt met grondwater van een vaste temperatuur (ca. 10 °C). Vergelijkbaar voert op de oostoever de Boerenhuizenlossing het grondwater uit de oude restgeul van Arcen langs af richting de Roobeek. Rond Velden is een complex stelsel van lossingen, sloten en zijtakjes aangelegd om de lange laagte tussen Lomm en Genooi te ontwateren: o.a. de Stappersrietlossing, de Ebberslossing, de Voorterwaterlei en de Vorstermolenbeek.

Ook de hoger gelegen Maasmeanders van het middenteras zijn rijk aan kwel, dat eveneens wordt afgevoerd via allerhande gegraven lossingen en 'beken'. Voorbeelden hiervan is de Lommerbroeklossing, die nabij Arcen samenkomt met de Lingsforterbeek en de eerder genoemde Siebersbeek, waarop een deel van het Schuitwater afwatert. Opvallend is wel dat het grondwater hiervan vaak minder ijzerrijk is, wat duidt om kortere kwel (minder lang in de bodem).

Zonder de vele lossingen en 'beekgraafen' in het gebied zouden de oude restgeulen van Vierwaarden aanzienlijk natter zijn. In potentie is sprake van grote arealen grondwatergevoede kwelmoeras, langs de randen van het middenteras.

De overstromingen van de Maas treden slechts sporadisch en kortstondig op. Bovendien vinden overstromingen meestal in de winter plaats. Hierbij stroomt eutroof rivierwater over de weerden en door de oude geulen van het laagterras. Echter, tijdens het hoogwater wordt ook het grondwater opgedrukt, waardoor de ecologische invloed van het rivierwater in de oude geulen (zeer) beperkt is. Bij terugtrekkende waterstanden is het grondwater ook al weer snel dominant. Hoogwaters hebben een tijdelijk effect op grondwaterstanden. Figuur 4.11 laat het verloop van het grondwater zien in de Weerd bij Lottum. Zichtbaar is een piek in de winter van 2011 die veroorzaakt wordt door een hoogwater. Het geleidelijk afstromen van grondwater is overigens van belang voor het goed ecologisch functioneren van dit soort grondwaterafhankelijke geulsystemen.

Waarschijnlijk is de periodieke aanrijking met slib een belangrijkere factor voor de trofiegraad van het water in de kwelgeulen, dan de directe invloed van rivierwater. Slibsedimentatie is op de hoge terrasgronden (laagterras) echter ook beperkt, en vooral zichtbaar op de laagste delen van de overstromingsvlakte. Dit maakt dat grondwatergevoede geulen langs de Terrassenmaas relatief goed hun lage trofiegraad (voedselarm, mesotroof karakter) kunnen behouden.



FIGUUR 4.11 GRONDWATERSTANDSVERLOOP IN EEN PEILBUIS IN DE WEERD VAN LOTTUM. ZICHTBAAR IS DE PIEK VEROOorzaakt DOOR HET HOOGWATER IN 2011 (BRON DINOLOKET).

De aanwezigheid van grondwater en kwelwerking uit zich ook in de vele kwelafhankelijk plantengroei die ook nu nog volop in de geulen en langs de afwateringen en beken voorkomt, zoals Adderwortel, Dotterbloem, Bittere veldkers, Holpijp, IJle zegge en lokaal (Barbara's Weerd) zelfs Paarbladig goudveil (zie H5). Indicatief is ook de ontwikkeling van de in 2010 aangelegde kwelgeul van Roobeek bij Arcen. Hierin heeft zich in korte tijd een vegetatie met soorten als Dotterbloem, Veldrus, Bosbies, Echte koekoeksbloem en Grauwe wilg heeft ontwikkeld. Hoewel de ontwikkelingstijd beperkt is zien we dus nu al soorten die duiden grondwaterafhankelijke systemen met beperkte rivierinvloeden. Veldmetingen duiden hier (samen met het algemeen voorkomen van een soorten als Veldrus en Grauwe wilg) op een kalkarme waterkwaliteit die we ook op de Maasduinen aantreffen (pers. med. Hans de Mars). Zelfs in de oude geuldepressie van de Lottumse Molenbeek (Lottumse Broek), die al relatief snel volloopt met rivierwater, zien we volop grondwaterafhankelijk natuur met Moerasspirearuijtes, Bosbies- en zeggevegetaties en elzenbroekbos met Dotterbloem, Moeraskartelblad, Slangenwortel, Adderwortel en Bittere veldkers.



FIGUUR 4.12 UITREDEN VAN IJZERRIJKE KWEL IN DE OUDE MAASGEUL VAN ARCEN NABIJ DE ROOBEEK (LINKS) EN EEN GRONDWATERGEVOED ELZENBROEKBOS IN DE OUDE MAASARM VAN MEERLO (FOTO'S BART PETERS).

4.2.2 GRONDWATERDIEPTES

We weten niet exact hoeveel het grondwater zou stijgen bij het dichtzetten van de vele afwateringen, maar stijgingen van meer dan een meter lijken zeker niet onrealistisch. Bij studies aan de Groene rivier bij Well is bepaald dat deze oude Maasloop volledig onder water zou komen te staan als de Wellse Molenbeek zou worden afgetakt. Er is geen reden om aan te nemen dat dit niet het geval zou zijn in de restgeulen van Velden, Arcen of Aastbroek, zeker niet als op het aangevoerde grondwater permanent stromende beken kunnen draaien. Denk hierbij aan de Salderbeek en de Aastbeek. Wel is lokaal sprake van verdroging, waardoor beken tijdelijk droog kunnen vallen.

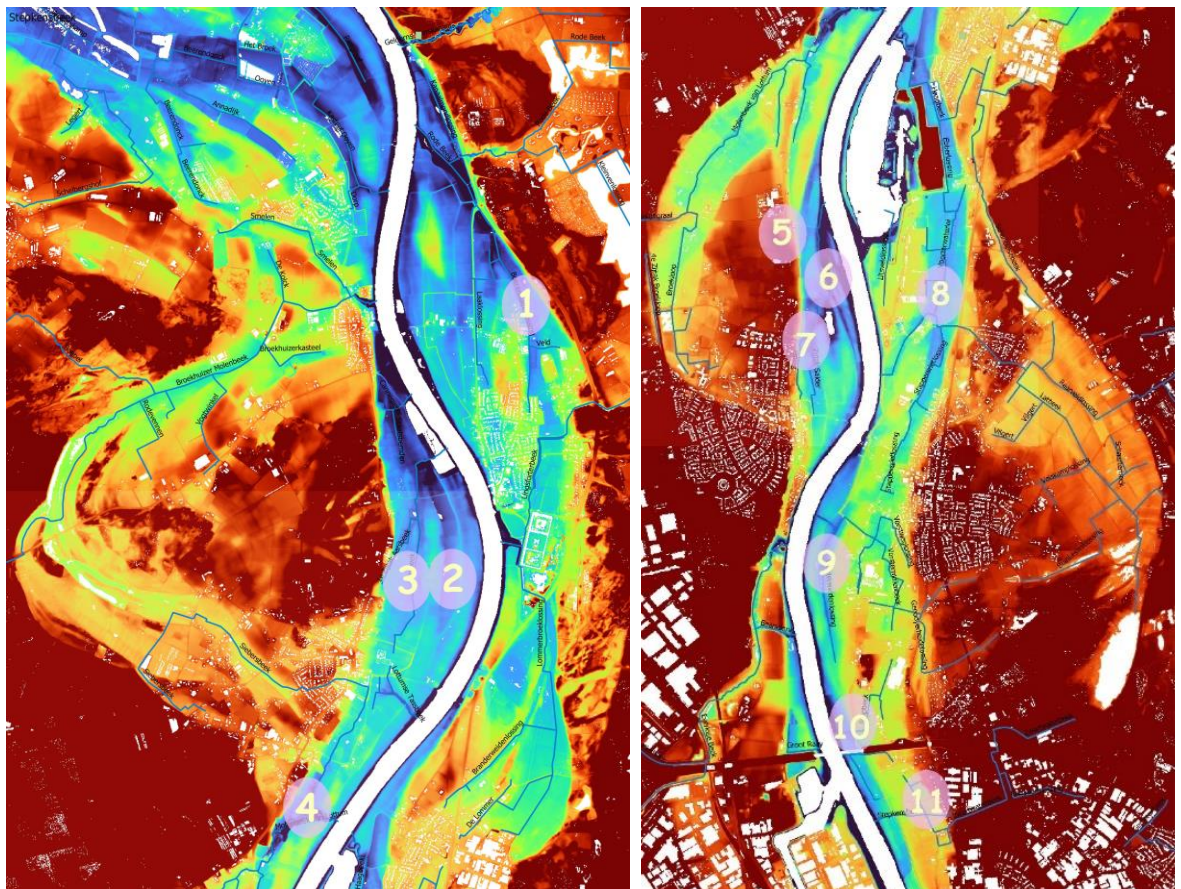
Wel weten we redelijk goed hoe diep het grondwater in de verschillende geulen nu onder maaiveld staat. Indicatief daarvoor zijn modelberekeningen die voor de hele noordelijk Maasvallei gedaan zijn, maar ook peilbuisgegevens van bv. het DINO-loket (www.dinoloket.nl). Op basis hiervan zijn in tabel 4.3 voor de belangrijkste kenmerken van restgeulen in Vierwaarden weergegeven. Hieruit valt ook af te leiden dat geulen die dicht op de flank van het middenterras liggen en verder van de Maas, doorgaans een relatief hoge grondwaterstand kennen. Dit is logisch omdat ze enerzijds sterk grondwatergevoed worden, maar tegelijkertijd

ook minder snel gedraineerd worden door de Maas dan geulrelicten die dicht op de rivier liggen (mede afhankelijk van de doorlatendheid van de ondergrond). Dit zijn deelgebieden waar van oorsprong ook sprake moet zijn geweest van permanent natte broek(bos)gebieden en kwelmoerassen. Bij het dichten van de lokale afwateringen zal ook snel een situatie met permanent water boven maaiveld ontstaan. Denk hierbij aan de restgeulen van Arcen, Aastbroek, Lottumerbroek en Grubbenvorst (Salderbeek), maar ook grote delen van de inmiddels deels binnendijks gelegen Veldense Maasgeul.

Jongere restgeulen die verder van de middenterrasrand af liggen en dichter op de Maas (Genooijerveld, Grubbenvorst-Noord, Broekhuizerweerd oostelijke deel), zijn beter gedraineerd en kennen ook dieper gelegen grondwater. In de restgeul op het holocene terras bij de Broekhuizerweerd kent de droge geul in het holocene deel van het rivierterras zelfs geen afwatering. Het grondwater zit hier > 1,25 meter diep en kennelijk watert de ondergrond makkelijk af op de Maas.

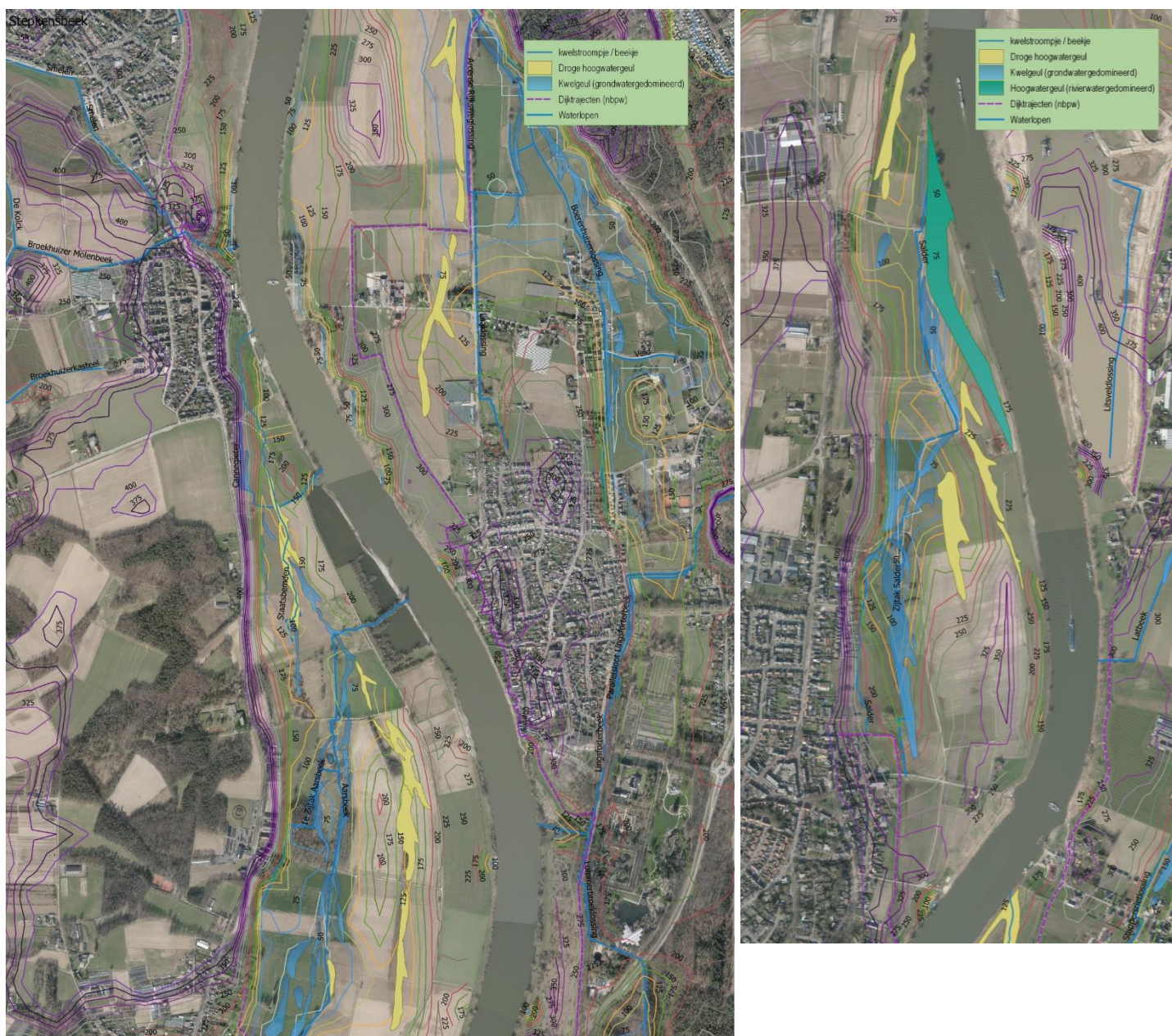
TABEL 4.3 HYDROLOGISCHE KENMERKEN IN RELATIE TOT GRONDWATERDIEPTE VOOR ENKELE RESTGEULEN IN VIERWAARDEN.						
Nummer figuur 4.13	Restgeul	Actuele grondwaterniveau onder maaiveld**	Hydrologisch karakter	Afwatering	Ligging tegen terrasrand van het:	Afstand tot de Maas
1	Arcen	<0,50 m	nat	Boerenhuizenlossing	middenterras/ Maasduinen	redelijk groot
2	Aastbroek (Broekhuizen-Lottum)	ca. -0,50 a -0,75	nat	Aastbeek	middenterras	redelijk groot
3	Broekhuizerweerd (holocene geul)	ca. 1,25 m	droog	Geen (droge geul)	-	klein
4	Lottums Broek (monding Lottumse Molenbeek)	ca. -0,50	nat	Siebersbeek, Lottumse Molenbeek	middenterras	beperkt
5	Grubbenvorst noord	ca. 1,50 m	droog	Geen (droge geul)	middenterras	klein
6	Grubbenvorst: recente eilandgeul	ca. 0,25 m	nat	Salderbeek	laagterras	klein
7	Grubbenvorst zuid (terrasrand Salderbeek)	ca. 0,50 m	nat	Zijtak Salderbeek	middenterras	redelijk groot
8	Velden-Lomm	variërend van 0,50 tot 1,25*	nat/vochtig	scala aan lossingen en beekgraafen, zoals Haagbeek, Stapperrietlossing, Vorstermolenbeek en Latbeek	middenterras	redelijk groot
9	Geul Vorsterweidelossing	ca. 0,75 tot 1,25 m	vochtig	Vorsterweidelossing	laagterras	klein
10	Genooijerveld (Oceweerd, droge geul)	> 1,75 m	droog	Genooijerveldlossing	laagterras	klein
11	Genooijerbroek (binnendijks)	ca. 0,50-0,75 m	nat	Genooijerbroeklossing	middenterras	gemiddeld

* Sterk afhankelijk van lokale ontwateringssituatie
 ** schatting op basis van modelberekening



FIGUUR 4.13 LIGGING VAN DE RESTGEULEN ZOALS OPGENOMEN IN TABEL 4.3

In figuur 4.14 zijn isohypsenkaarten opgenomen met (berekende) grondwaterstanden van de Weerd Arcen en Aastbroek (Broekhuizen-Lottum) en de Weerd van Grubbenvorst. Op plekken waar het grondwater ondiep zit (grofweg < ca. 1 meter onder maaiveld), mogen vanuit de systeemkenmerken grondwatergevoede milieus en geulen verwacht worden. Geulrelicten waarin het grondwater relatief diep zit zijn vermoedelijk altijd droge geulsystemen geweest. Dit geldt bijvoorbeeld voor de (weinig geprononceerde) geulrelicten in de Broekhuizenweerd (oostelijk van Aastbroek, nr 2 in figuur 4.13) en bij Grubbenvorst (nr 5 figuur 4.13). Deze kenmerken zijn dus indicatief voor eventuele inrichtings- of rivierverruimingsprojecten, maar ook wanneer kwelgevoede milieus worden gerealiseerd door eenvoudigweg afwateringen dicht te zetten. Daarnaast zijn ze bepalend voor zowel agrarische als landschapsecologische potenties zonder verdere inrichting.



FIGUUR 4.14 BEELD VAN ISOHYPSENLIJNEN OP BASIS VAN MODELBEREKENINGEN INDICATIEF VOOR GRONDWATERSTANDEN ONDER MAAIVELD ROND ARCEN EN GRUBBENVORST. WAAR GRONDWATER ONDIEP ZIT (< CA. 1 METER) KOMEN ZONDER AFWATERING KWELMILIEUS EN GRONDWATERGEOEDE GEULEN VOOR. IN ANDERE LAAGTES ZIT HET GRONDWATER WAT DIEPER EN IS SPRAKE VAN RELATIEF DROGE HOOGWATERGEULEN.

4.2.3 RIVIERWATERGEDOMINEERDE LOCATIES

Op locaties dicht op de rivier waar in het verleden uiterwaardverlaging heeft plaatsgevonden zien we doorgaans een meer rivierwatergedomineerde situatie. Dat gaat bijvoorbeeld op voor de kleiputten van de Broekhuizerweerd (Broekhuizen) en Eikenweerd (Arcen). Lokaal kunnen nog wel soorten staan die duiden op ondiep grondwater (bv. Bosbies), maar duidelijk is dat rivierinvloeden hier veel sterker zijn. Ook verlopen opslibbingsprocessen hier veel sneller dan op de hogere terrasgronden en binnen enkele hoogwaters kunnen erg voedselrijke situaties kan ontstaan, waarin met name zachthoutoobos voedselrijke en rivierdalruigtes (vaak brandnetelrijk) zich thuis voelen.

4.3 Morfodynamiek op de oevers en in de rivier

4.3.1 SEDIMENTATIEPROCESSEN

Het feit dat de Terrassenmaas een insnijdingsrivier is, met een hooggelegen overstromingsvlakte, betekent dat morfodynamische processen zich vooral in en direct rond de bedding van de rivier afspelen. Door verstuwung zijn droogvallende, zandige pioniersituaties, die door morfodynamiek ontstaan, niet meer aanwezig.

Zand wordt tijdens forse hoogwaters nog wel op de laagste delen van de Maasoevers afgezet. Vaak gaat het daarbij om niet meer dan enkele centimeters fijn zand, zoals in 1999 op de verlaagde oevers van de oude kleiwinning van de Broekhuizerweerd (Peters & Kurstjens, 2008). Het overgrote deel van de weerden ligt zo hoog dat zandafzettingen van enige betekenis ontbreken. Op het moment dat een hoogwater hier overheen stroomt zijn de stroomsnelheden dusdanig laag dat er alleen nog klei met het rivierwater wordt meegevoerd en afgezet. De afzetting van slib en klei is op de laagterrasgronden echter beperkt in vergelijking met de klassieke uiterwaardgebieden elders langs de Nederlandse rivieren.

Dit is wel anders op plaatsen waar de oevergronden actief verlaagd zijn, zoals in de oude kleiwinningengebiedjes van de Broekhuizerweerd en de Eikenweerd. Deze zijn beide aangelegd tijdens de winning van dijkklei door het toenmalige Waterschap Peel en Maasvallei in 1996. Deze terreinen overstroomd relatief snel, en ook ophoging met slib is hier na aanleg snel verlopen. De (voormalige) waterplassen van de Broekhuizerweerd zijn inmiddels zelfs grotendeels dichtgeslibd, waarna massaal wilgen zijn gaan kiemen (weer verwijderd als onderdeel van project Stroomlijn). Het aanleggen van dit soort laaggelegen delen heeft dus consequenties voor het (rivier)beheer.

In deze laaggelegen oevergronden speelt in beperkte mate ook oeverwalvorming een rol, doordat hier nog wel zand afgezet wordt. In 1999 werd er na een hoogwater van ca. 2700 m³/s enkele centimeters zand afgezet (zie figuur 4.15). Kenmerkend voor deze zandafzettingen is dat ze minder kalkrijk zijn dan bijvoorbeeld de afzettingen langs de Waal of de Maas in Zuidelijk Limburg. Dit hangt deels samen met het feit dat er vanaf Midden-Limburg relatief veel 'zuur' water vanuit zijbeken en afwateringskanalen op de Maas uitkomt, onder meer afkomstig van de uitgeloopte zandgronden en kalkarme moerasgebieden van de Peel en de oostelijke Maasoever.

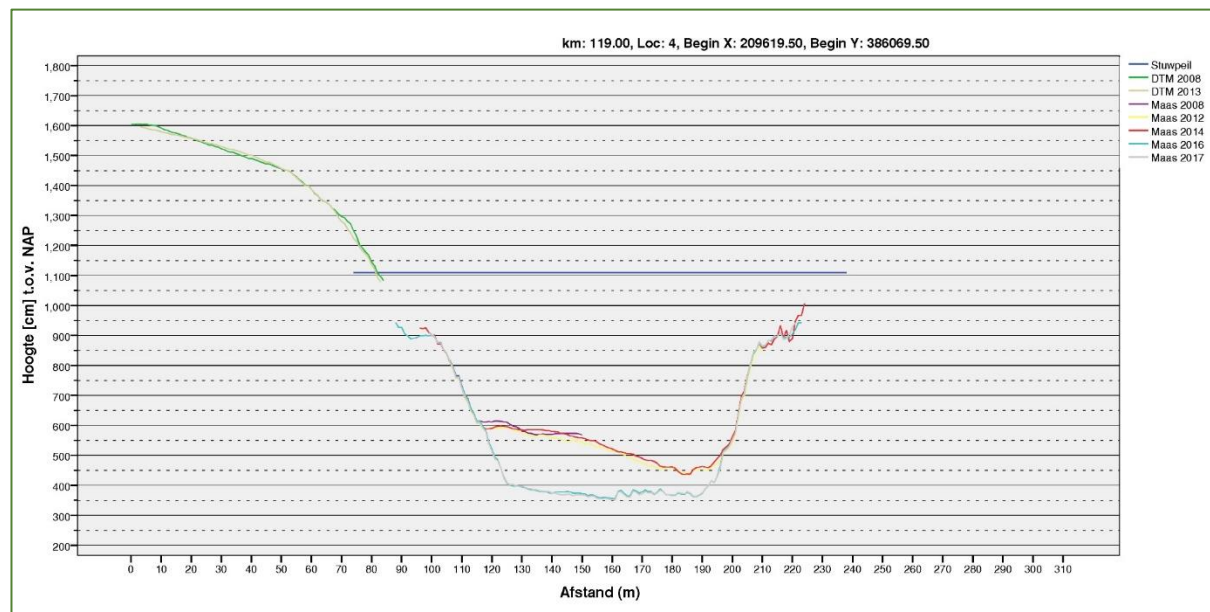
4.3.2 BEDDINGMORFOLOGIE

In de periode 2008-2017 is door Rijkswaterstaat is op basis van peilingen onderzoek gedaan aan veranderingen in het zomerbed (Chrzanowski, 2018). Er zijn in deze periode weinig verschillen opgetreden en de morfologie van de rivierbedding blijkt momenteel relatief stabiel. Dit bleek doorgaans ook het geval op plaatsen waar vrij eroderende oevers waren gerealiseerd, en dus meer sediment beschikbaar is en aan de waterkolom wordt toegevoegd. Het gaat daarbij echter veelal om fijne fracties, die makkelijk door de rivier worden afgevoerd naar benedenstroomse delen van het stroomgebied/de delta. Lokaal lijken echter uitzonderingen op te treden. Zo is op rivierkilometer 119,5 rond Broekhuizen tussen 2014 en 2016 plots aanzienlijk verlaagd. Onduidelijk is



waardoor dit gebeurd is (Chrzanowski, 2018). Vermoedelijk gaat het ook niet om spontane beddingerosie (geen hoogwater van betekenis in deze periode), maar om baggerwerk of zomerbedverdieping in die periode.

FIGUUR 4.15 ZANDAFZETTINGEN NA EEN HOOGWATER IN 1998 OP VERLAAGDE OEVERS VAN DE BROEKHUIZERWEERD (FOTO: KEES-JAN VAN DEN HERIK) EN NA EEN HOOGWATER IN 1999 (RECHTS) (FOTO JOS HOOGVELD). DE KLEIPUT OP DE ACHTERGROND IS INMIDDELS GROTENDEELS DICHTGESLIBD EN AANVANKELIJK BEGROEID MET WILGENBOS. DIT IS LATER WEER VERWIJDERD IN HET KADER VAN PROJECT STROOMLIJN.



FIGUUR 4.16 PROFIEL VAN HET ZOMERBED VAN DE MAAS BIJ RKM 119,0 (LOTTUM). ZICHTBAAR IS WEINIG VERANDERING, BEHALVE TUSSEN 2014 EN 2016 TOEN PLOTS EEN ZOMERBEDVERDIEPING VAN 20 CM OPTRAD (CHRZANOWSKI, 2018).

4.3.3 OEVEREROSIE EN STEILWANDEN

Waar afzetting van materiaal langs de Terrassenmaas beperkt is vormen zich vanwege de hoog oplopende oevers wel relatief eenvoudig hoge oeversteilwanden. Steile oevers en steilwanden zijn altijd een kenmerkend onderdeel van de Terrassenmaas geweest. Tussen 1928 (bouw stuw SambEEK) en begin jaren '70 werd het proces echter versneld doordat er een vast stuwpeil werd ingesteld, in combinatie met golfslag door de scheepvaart. De oevererosie ging zich hierdoor namelijk concentreren op een vaste hoogte in de oever, zij het wel op een hoger niveau dan voor 1928. De rivier moest immers ruim boven het oude mediane peil een nieuw morfologisch evenwicht gaan instellen. Echter, nu zonder fluctuerende waterstanden en zonder rivierstrandjes die voor extra zandbeschikbaarheid konden zorgen. In plaats daarvan grensde de steiloevers direct aan een diepe rivier waarin geërodeerd materiaal meteen kon afzakken. Na verloop van tijd verliep dit proces wel steeds langzamer, waarbij op steeds meer plaatsen zandstrandjes ontstonden tussen de rivier en de oeversteilwanden. De golven van de schepen liepen dan stuk op het strandje, waardoor de erosiesnelheid van de steilrand afnam.

Tegenwoordig zijn veel oevers daarom versterkt met breuksteen (zie § 3.4). Overall waar oevers ontdaan worden van breuksteen (onderdeel van het KRW-programma van Rijkswaterstaat), kunnen zich binnen enkele jaren echter weer spontaan steilwanden vormen, conform het principe zoals beschreven in § 3.4. De snelheid waarmee oevererosie plaatsvindt hangt sterk af van het lokale materiaal in de oever: Is dit zandig dan kan het snel verlopen, rond oude kleibanken (erosiebestendig) kan het echter erg langzaam voortschrijden. Bovendien kunnen lokaal in de oevers nog oude grindige oeververdedigingen zitten die het erosieproces ook vertragen.

4.4 Waterkwaliteit

4.4.1 CHEMISCHE WATERKwaliteit

De ontwikkeling van waterkwaliteit heeft effecten op de ontwikkeling de biologie in de rivier en haar oevergronden. Hieronder staan jaargemiddelden van totaal stikstof (N), totaal fosfor (P), doorzicht en zwevend stof in de Maas. N en P zijn indicierend voor de hoeveelheid voedingsstoffen in de rivier. Bij hoge gehalten (eutroof water) zien we over het algemeen ook hoge gehalten aan algen en een verminderde helderheid van het water. Dit is ongunstig voor bijvoorbeeld de waterplantengroei en onderwaterfauna. Het gehalte stikstof in de Maas blijft hoog (ruim boven de norm) en we zien sinds 1990 nauwelijks een afname (figuur 4.17). Het oordeel vanuit de Kaderrichtlijn water (KRW) is "matig" (Buijse & Geerling 2018; Schipper e.a., 2019; Reeze e.a., 2020); . Deze hoge gehalten hangen met name samen met lozing van rioolwaterzuiveringsinstallaties, overstorten (ook via

beken), ongezuiverd afvalwater en bemesting en uit/afspoeling vanuit landbouwgronden. De daling van de N-gehalten in de Maas loopt ver achter bij die in de Rijn, die doorgaans een betere waterkwaliteit kent. Een deel van de verklaring hangt samen met het feit dat in België en Luxemburg de aanleg van rioolwaterzuiveringsinstallaties veel later op gang kwam dan in de andere landen van het Maas- en Rijnstroomgebied. Bovendien zijn daar nog steeds delen van het buitengebied niet aangesloten.

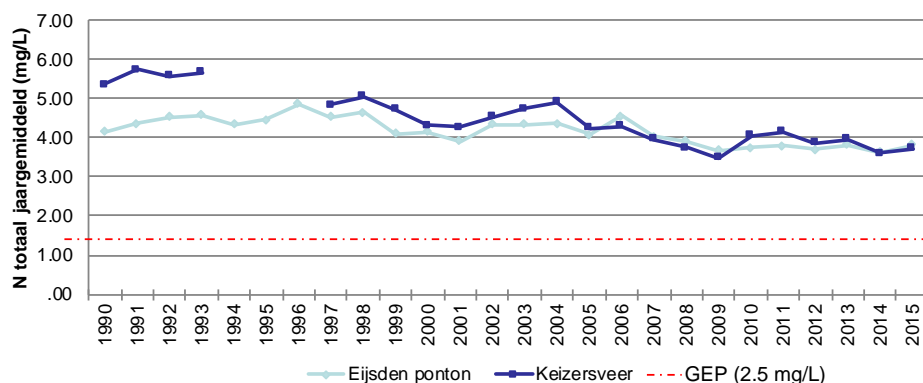
Uit figuur 4.18 blijkt dat het Fosforgehalte (fosfaten) in de Maas wel sterk is afgenomen en sinds 2011 rond de norm schommelt. Hiervoor geldt het KRW-oordeel “goed” (2015) of “matig” (2014). Dit hangt o.a. samen met de vermindering van fosfaat in huishoudelijke producten en de industrie.

Sinds de jaren '80 is ook de helderheid van het Maaswater sterk toegenomen. Bij Keizersveer (Benedenmaas) is het doorzicht bijvoorbeeld toegenomen van 4 dm in 1990 naar 18 dm in 2016. Dit hangt samen met een afname van de hoeveelheid het zwevende stof, dat over een langere periode ook een afname laat zien. In figuur 4.19 is dit weergegeven voor de meetpunten bij Eijsden en Keizersveer.

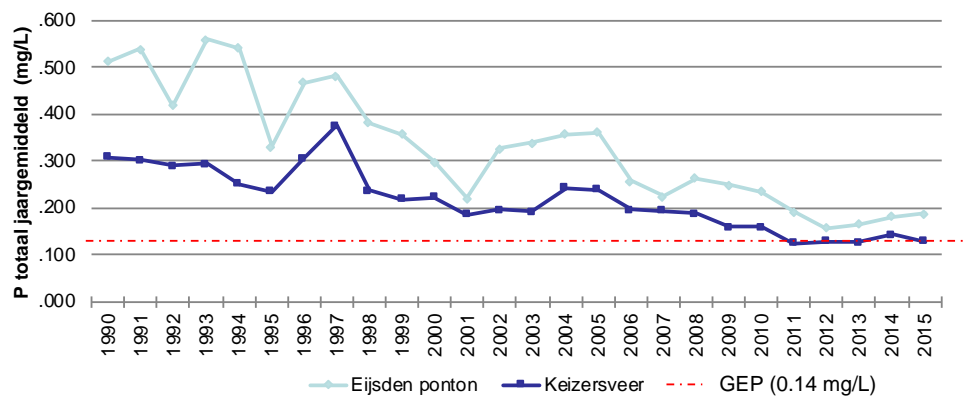
Deze verbetering van de waterkwaliteit is ook zichtbaar in het zuurstofgehalte van de Maas, dat vooral sinds 2010 verbeterd is door betere afvalwaterzuivering in België (Reeze e.a., 2020). Daardoor is vooral de waterkwaliteit van de Bovenmaas en Grensmaas verbeterd. De Terrassenmaas kende voor die tijd ook al hogere zuurstofgehalten.

Vanwege de lage stroomsnelheden is de verblijftijd van het water in de stuwpanden zeer lang. Hierdoor kan het Maaswater er tijdens lage zomerafvoeren weken over doen om vanuit Zuid-Limburg de stuw van Lith te bereiken. De gestuwde Maas is daardoor ook extra gevoelig voor blauwalgenontwikkeling. Het opzetten van de stuwpanden (zie § 4.1.2) heeft deze situatie recent nog verslechterd.

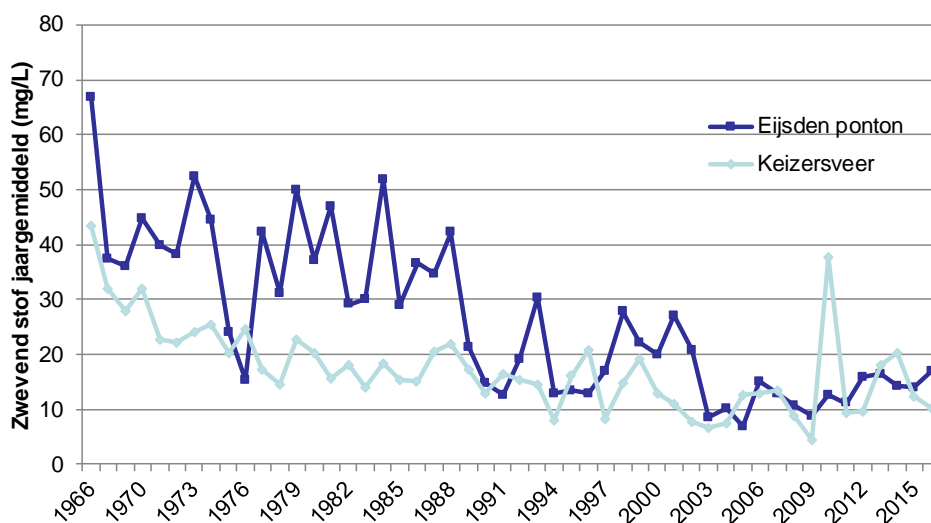
Ondanks de verbeteringen die sinds de jaren '60-'70 van de vorige eeuw zijn opgetreden, voldoet de Maas nog nergens aan alle binnen de KRW geldende chemische waterkwaliteitsdoelen (Reeze e.a., 2020). In de meeste gevallen worden de resterende normoverschrijdingen veroorzaakt door een aantal metalen (bijv. kwik, nikkel, en koper), ammonium en verschillende organische microverontreinigingen (met name PAK's, PCB's en in mindere mate HCH (pesticiden) en dichloorvos). Sommige stoffen laten wel een dalende trend zien. Dat geldt echter niet voor PAK's en PCB's. Voor een uitgebreide weergave van de actuele waterkwaliteitstoestand van de Maas wordt hier verwezen naar de “Watersysteemrapportage Maas” van Rijkswaterstaat (Reeze e.a., 2020).



FIGUUR 4.17 TOTAAL JAARGEMIDDELTE STIKSTOF (N) IN MG/L VOOR 1990 TOT EN MET 2015 OP DE MEELOCATIES EIJDEN (PONTON) EN KEIZERSVEER. HET GEP (GOED ECOLOGISCH POTENTIEEL) VANUIT DE KRW IS WEERGEGEVEN ALS RODE STIPPELLIJN (BUIJSE & GEERLING 2018).



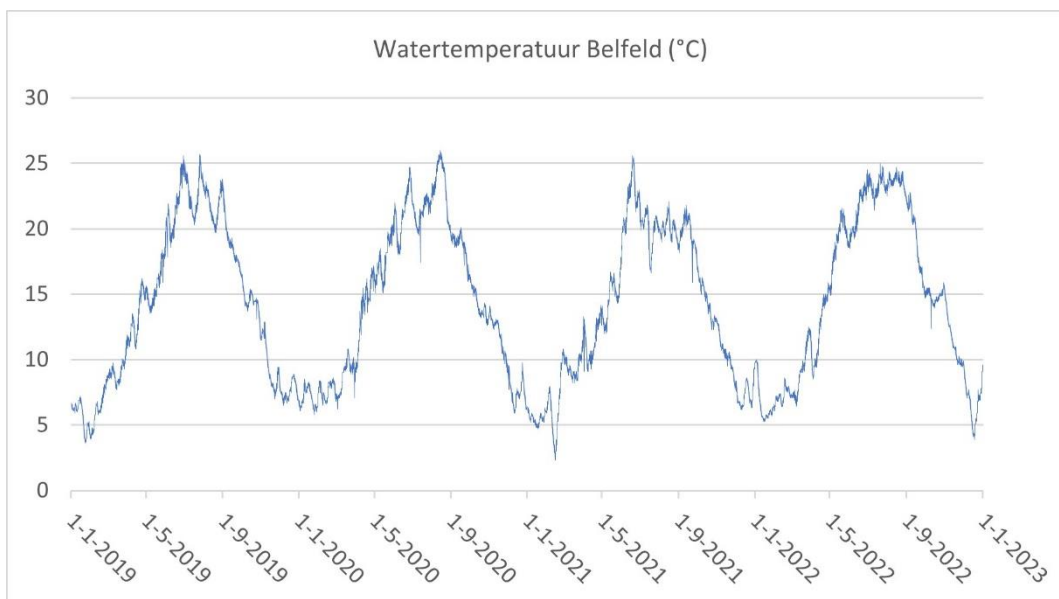
FIGUUR 4.18 TOTAAL JAARGEMIDDELD FOSFOR (P) IN MG/L VOOR 1990 TOT EN MET 2015 OP MEETLOCATIES EIJSDEN (PONTON) E KEIZERSVEER. HET GEP (GOED ECOLOGISCH POTENTIEEL) VANUIT DE KRW IS WEERGEGEVEN ALS RODE STIPPELLIJN (BUIJSE & GEERLING 2018).



FIGUUR 4.19 JAARGEMIDDELD ZWEVEND STOF (MG/L, 1966 – 2015) VOOR LOCATIES EIJSDEN (PONTON) EN KEIZERSVEER (BUIJSE & GEERLING 2018).

4.4.2 WATERTEMPERATUUR

Ook de watertemperatuur is een belangrijke ecologische parameter voor de onderwaterecologie van de Maas. De gemiddelde watertemperatuur van onze grote rivieren is in de laatste 100 jaar met bijna drie graden toegenomen. De stijging van de luchttemperatuur en de lozing van koelwater zijn de belangrijkste oorzaken voor de stijging van de watertemperatuur. Vanuit de KRW geldt een norm voor “goede ecologische toestand” van maximaal 25°C. Voor vissoorten als Zalm en Snoek zou de temperatuur echter bij voorkeur niet hoger moeten worden dan 22 a 23 °C (en in de paaiperiode aanzienlijk lager; Merckx & Klein Breteler, 2004). In figuur 4.20 is een beeld weergegeven van het temperatuursverloop in de Maas bij Belfeld. We zien hier minder extreme uitschieters dan bij de ongestuwde Grensmaas, maar ook hier kan de temperatuur in de zomer tot boven de 25 °C oplopen. Zichtbaar is dat in de natte zomer van 2021 de temperatuur bijna 5 °C lager was dan in de droge en warme jaren daarvoor en na. Dit had zowel te maken met minder hoge buitentemperaturen als een hogere afvoer en sneller doorstroming van het water.



FIGUUR 4.20 VERLOOP VAN DE WATERTEMPERatuur BIJ MEETPUNT BELFELD TUSSEN 2019 EN 2023 (DATA RIJKSWATERSTAAT).



FIGUUR 4.21 RIVIERFONTEINKRUID IN DE MAAS (HIER BIJ THORN). DE KARAKTERISTIEKE WATERPLANT HEEFT ZICH SINDS EIND JAREN '80 OVERAL LANGS DE MAAS UITGEBREID OOK IN HET GEBIED VAN VIERWAARDEN, MOGELIJK DOOR EEN BETERE WATERKwalITEIT EN DOORZICHT IN DE MAAS EN WARMER RIVIERWATER (FOTO BART PETERS)

5. De ecologie van de Maasterrassen

5.1 De oude Terrassenmaas

De bijzondere geologie en hydrologie van de Terrassenmaas vertaalt zich in een unieke flora en fauna. Dit hangt voor een belangrijk deel samen met de aanwezigheid van een relatief groot areaal aan droge gronden, de specifieke rol van het grondwater en een sterke relatie met de omringende zandgronden. Bovendien is sprake van talloze gradiënten, onder meer van droog naar nat, van kleiig naar schraal-zandig en van kalkrijk naar zuur. De natuurwaarden die daarbij horen zijn echter niet altijd meer af te leiden uit het landschap van tegenwoordig. Voor we ingaan op de ecologie van het actuele riviersysteem is het daarom goed te weten welke natuur er bij de oude Terrassenmaas hoorde (voor zover terug te traceren)? Dus van voor de verstuwings eind jaren '20, die vooral in de rivier voor grote veranderingen zorgde, en van voor de naoorlogse landbouwintensivering, die van grote invloed waren op de natuur van de terrasgronden en overstromingsvlakte. Let wel, in deze periode waren de grote kwelgebieden en grondwatergevoede geulen al lang drooggelegd, en daarvan kunnen we dus slechts beperkt wat reconstrueren uit de historische data.

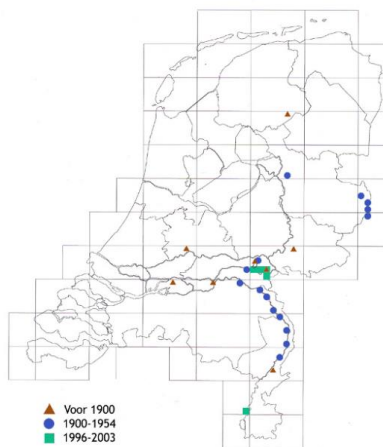
5.1.1 DE ONDIEPE ZANDRIVIER

Er is vermoedelijk geen riviertraject in Nederland dat door de tijd heen zo slecht onderzocht is op haar flora en fauna als de Terrassenmaas. Waar de eerste natuurvorsers met regelmaat de beemden van de Rijn, IJssel, Waal en Zuid-Limburgse Maas bezochten, was Noord-Limburg kennelijk een wat obscure uithoek die weinig aantrekkingskracht uitoefende en bovendien ver weg lag van stedelijke gebieden. Alleen een verdwaalde vakantieganger nam zo nu en dan de moeite de natuur van het gebied te beschrijven. Zeer waardevol zijn daarom de vertellingen van Garjeanne (1909, 1914, 1917, 1924) en Willemse (1912, 1918, 1919) in *De Levende Natuur* en de Jaarboeken van het Natuurhistorisch Genootschap. Beide heren inventariseerden minimaal tussen 1896 en 1926 het gebied en beschreven anekdotisch in verschillende artikelen de soorten die ze tegenkwamen tijdens hun zwerftochten tussen pakweg Tegelen en Plasmolen. Daarin laten ze iets zien van de grote rijkdom aan plantensoorten die het systeem toen kenmerkte. Voor de fauna zijn we nog meer afhankelijk van losse vermeldingen (Peters, 2010).

Pionierplanten van zand/grindbanken en andere dynamische rivierafzettingen geven bij uitstek een beeld van de Terrassenmaas zonder stuwen. Immers, tegenwoordig heeft deze soortgroep geen kans meer, omdat droogvallende milieus langs de rivier niet of nauwelijks meer voorkomen. Deze groep had vermoedelijk al voor 1900 een klap gekregen. De waterstaatkundige werken van na 1870 hadden namelijk al voor het verdwijnen van talloze zandbanken, eilanden en vrij eroderende oevers gezorgd. Toch kwamen er tot de verstuwings van 1929 nog veel soorten voor die kenmerkend waren voor een morfologisch actieve en ongestuwde zandrivier. Garjeanne (1909) geeft aan dat een soort als Breukkruid "*overal langs de Maas groeit.*" Willemse beschrijft in 1912 het voorkomen van zowel Breukkruid als Riempjes langs de Maas bij Well. Van Riempjes geeft hij zelfs aan dat er "*...massa's tusschen de steenen van de Maasoever*" stonden. Garjeanne maakt in het IVON-archief van 1928 melding van deze soort rond Venlo op "*vlakke, opgeslibde oevers*" langs de Maas. In figuur 5.1 is zichtbaar dat Riempjes begin van de 20e eeuw in Nederland een zwaartepunt langs de Zandmaas had. Het lijkt geen toeval dat deze rivierpionier na 1937 definitief verdween langs de Terrassenmaas (Peters e.a., 2004). typische 'zandbankpioniers' als Breukkruid, Bruin cypergras en Klein vlooienkruid zijn na lange afwezigheid de laatste decennia weer sporadisch teruggekeerd langs de Maas, o.a. in het noordelijkste deel (rond Gennep, Boxmeer, Oeffelt) en rond de Baend bij Well, o.a. in vergravingslocaties in de overstromingsvlakte (archief Floron; Peters e.a., 2008). Ook Bruin cypergras breidt zich langs de zuidelijke Maas en de Brabants/Gelderse Maas momenteel uit in allerhande vergravingslocaties en rivierprojecten, maar nog nauwelijks langs de Terrassenmaas. Een soort als Bilzekruid staat vaak op eroderende oeversteilwanden en ruderele plaatsen. Hij wordt door Willemse en Garjeanne genoemd van meerdere locaties. Daarnaast is de opgave van Polei bij Middelaar (Willemse, 1919) en bij Venlo (Garjeanne, 1917) zeer interessant. Deze thans zeer zeldzame soort is uitgesproken indicatief is voor zandige uitdrogingsmilieus langs rivieren en komt tegenwoordig langs de Maas alleen rond Linne voor en recent weer langs de Grensmaas.

Zeker zo indicatief voor de ongestuwde rivier was het voorkomen van Vlottende waterranonkel in de Terrassenmaas. Willemse beschrijft de soort voor de Maas bij de Hamert, maar vermoedelijk kwam ze op veel meer plaatsen in de rivier voor, met name waar relatief ondiep, stromend water over een zandige of grindige

FIGUUR 5.1 HET VOORKOMEN VAN RIEMPJES LANGS RIVIEREN IN NEDERLAND. DE TERRASSENMAAS VORMDE VOOR 1930 EEN ZWAARTEPUNT IN ZIJN VERSPREIDING (BRON: PETERS E.A., 2004). FOTO: PIONIERVEGETATIE OP EEN GRINDIGE ZANDBANK MET RIEMPJES EN BREUKKRUID ZOALS DIE VERMOEDELIJK OOK OOIT LANGS DE ONGESTUWDE TERRASSENMAAS ROND VIERWAARDEN TE VINDEN WAS (FOTO: BART PETERS).



bodem aanwezig was. Garjeanne beschrijft de soort ook voor veel zijbeken. Vlottende waterranonkel komt al zeker sinds 1950 niet meer in de Terrassenmaas voor (Mennema e.a., 1985). Wel is zij sinds de jaren 1990 weer terug in de Grensmaas in Zuid-Limburg.

Vergelijkbaar is de ontwikkeling van typische rivierlibellen, die gebonden zijn aan helder, stromend water, met een gevarieerde zand- of grindbodem. Zo kwam tot in de jaren 1930 nog Gaffellibel in de Terrassenmaas voor. Deze soort was destijds plaatselijk zelfs algemeen, vooral bij beekmondingen (Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie, 2002). Ook is uit de 19e eeuw een waarneming van Rivierrombout bij Mook bekend (Calle et al., 2005). Omdat in die tijd nauwelijks naar libellen gekeken werd is weinig te zeggen over precieze aantallen en het al dan niet voorkomen of ontbreken van andere kenmerkende soorten.

Groothuis (1921) beschrijft hoe er langs de Maas bij Gennep in 1920 nog massale zwermen van Schoraas of zomersneeuw (*Ephoron virgo*) voorkwamen. Deze eendagsvlieg is bij uitstek kenmerkend voor stromende rivieren met een goede waterkwaliteit en een actieve morfologie. Tijdens warme augustusnachten werd het Schoraas door "hartstochtelijke hengelaars" met lakens en lantaarns aan de Maas verzameld, om ze overdag in 'kleiballen' te gebruiken om vis te lokken. Het voorkomen van Schoraas en rivierlibellen was niet alleen een teken van stromende omstandigheden en een gevarieerde morfologie in de rivier, maar ook van een goede waterkwaliteit.



FIGUUR 5.2 SOORTEN ALS VLOTTENDE WATERRANONKEL, SCHORAAS EN GAFFELLIBEL KWAMEN TOT DE DERTIGER JAREN VAN DE VORIGE EEUW NOG IN EN LANGS DE TERRASSENMAAS VOOR. DIT TOONT AAN DAT ER NOG SPRAKE WAS VAN EEN ONDIEPE, STROMENDE RIVIER MET VEEL ZANDBANKEN EN EEN GOEDE WATERKwalITEIT (FOTO'S: ROB GERAEDS, GIJS KURSTJENS, KRIS VAN LOOY).

5.1.2 GRASLANDEN EN BEEMDEN

Het aantal plantensoorten dat Willemse en Garjeanne voor de drogere delen van de maasoever, terrasgronden en terrasovergangen noemen is overweldigend groot. Hier wordt dan ook enkel een impressie gegeven aan de hand van enkele indicatieve soorten.

Het ging bij de Terrassenmaas - meer dan bij andere riviertrajecten - om soorten die karakteristiek zijn voor relatief zandige en schrale omstandigheden, vaak met een voor riviersystemen relatief kalkarm karakter. Dit heeft alles te maken met de scherpe overgang van een lemige tot kleiige overstromingsvlakte, via een zandig, relatief uitgespoeld laag- en middenterras naar de kalkarme zandgronden van de Maasduinen, de hogere terrassen en de westelijk gelegen dekzandgronden.

Willemse (1912, 1918, 1919) en Garjeanne (1917) noemen soorten als Grote tijm, Voorjaarsganzerik, Lathyruswikke, Kleine pimpernel, Kleine ratelaar, Ruige weegbree, Grijskruid, Kleine- en Gele morgenster, Overblijvende hardbloem, Kattendoorn, Klavervreter, Lange ereprijs ("*op verschillende plaatsen langs de Maas, talrijk!*") en Beemdkroon nog '*algemeen*' tot '*tamelijk algemeen*' voorkomend. Andere kenmerkende rivierdalsoorten, die thans al geruime tijd verdwenen zijn langs de Terrassenmaas, zijn Hongerbloempje, Engelse alant, Borstelkrans (recent terug in de Barbara's Weerd), Fijne ooievaarsbek, Cipreswolfsmelk, Bevertjes, Akkergeelster en Karwij. Een soort als Heelbeen werd in grote aantallen geregistreerd als rivierplant in "*grindige wegbermen en langs zandwegen*" en "*op klei en de overgang van klei op zand*" (terrasranden?)(Willemse 1918; Garjeanne, 1924). Ook voor veel andere riviergebonden soorten lijken dit begin 20e eeuw de belangrijkste standplaatsen. Aan Mantelanjer wijdt Garjeanne in 1926 zelfs een klein artikel in 'De Levende Natuur'. Hij beschrijft met foto een standplaats van de soort op een hoge, steile maar wel enigszins grazige Maasoever langs een nog ongestuwde rivier bij Venlo. Willemse beschrijft deze soort ook van de Maas rond Well.

Soorten met een vergelijkbare voorkeur voor dit soort biotopen zijn bijvoorbeeld Zandweegbree, Grijskruid, Fijne ooievaarsbek en Tripmadam. Waarschijnlijk stonden deze soorten ook op zandige terrasranden dicht tegen de rivier aan, met name in de Peelhorst. Garjeanne (1914, 1926) noemt Zandweegbree voor het gebied rond Venlo. Hoewel hij de soort in die tijd vooral als "*Voedsterplant*" zag, weten we inmiddels vanuit ervaringen in de Gelderse Poort en buitenlandse rivieren dat het ook een echte riviersoort is van droge, zandige afzettingen.



FIGUUR 5.3 GULDEN SLEUTELBLOEM (LINKS) EN VEGETATIES MET KAMGRAS EN BEVERTJES (RECHTS) WAREN VROEGER ALGEMEEN IN WEILANDEN EN HOOIBEEMDEN VAN VIERWAARDEN (FOTO'S: BART PETERS).

Verder worden er verschillende karakteristieke zeldzaamheden opgegeven die vermoedelijk nog op vrij veel plaatsen in het Maasdal voorkwamen, maar waarvan niet goed te achterhalen is hoe algemeen ze waren. Hieronder vallen soorten als Zacht vetkruid, Tripmadam, Viltganzerik, Wilde tijm, Pijlkruidkers, Bunias, Torenkruid, Voorjaarszegge, Vroege zegge, Gestreepte klaver, Liggende ereprijs, Rode ogentroost en Sikkellklaver.

Garjeanne (1917) geeft aan dat een soort als Grote pimpernel ("*zeer algemeen*"), Echte kruisdistel en 'sedumsoorten' voor wat betreft hun standplaatsen aan het laagterras van de Maas gebonden zijn. Ook soorten van kalkrijkere riviertrajecten als Veldsalie, Brede ereprijs, Kleine ruit & Wilde marjolein komen voor, maar waren ook toen niet erg algemeen (de eerste 3 zijn typische Waalsoorten).

Er worden ook enkele bijzondere soorten opgegeven die typisch zijn voor de wat rijkere, meer recente rivierafzettingen en de directe overgang naar het laagterras. Zowel Garjeanne (1917) als Willemse (1918, 1919) beschrijven Gulden sleutelbloem, Knolsteenbreek ("*overal in graslanden langs de Maas*"), Kruipend zenegroen ("*vrij algemeen, vooral in weiland*") en Herfsttijloos als regelmatig tot vrij algemeen optredende soorten. Gelet op hun huidige status langs de Terrassenmaas (zeer zeldzaam, Knolsteenbreek verdwenen) wordt duidelijk hoe groot de veranderingen zijn geweest.

Vanwege het droge karakter van de terrasgronden waren ze geschikt voor akkerbouw. Graanakkers stonden begin 20e eeuw vol met soorten als Ruw parelzaad, Eenjarige hardbloem, Akkerandoorn, Akkerleeuwenbek, Bolderik, Groot spiegelklokje, Kleine leeuwenbek, Korenbloem, Akkerviltkruid en Blauw walstro. Veel van deze 'akkerplanten' stonden ook in ruderales bermen en hadden in vroegere tijden mogelijk lokaal ook natuurlijke standplaatsen op droge oeverwalafzettingen en terrasranden.



FIGUUR 5.4 GROTE TIJM, BEEMDKROON, VOORJAARSZEGGE EN LATHYRUSWIKKE OP TERRASRANDEN IN DE STALBERG EN DE BARBARA'S WEERD (FOTO'S: BART PETERS).

5.1.3 NATTE GEULRELICTEN

Niet alleen de plantenlijst van de droge graslanden was indrukwekkend, maar ook de beschrijving van de natte broekgebieden en kwelmilieus spreken boekdelen. Kwelgebonden soorten als Holpijp, Waterviolier, Bittere veldkers, Paarbladig- en Verspreidbladig goudveil en Gewone dotterbloem kwamen met regelmaat in natte Maasmeanders, gegraven afwateringssloten en langs zijbeekjes voor (Garjeanne, 1900, 1917; Willemse 1918, 1919). Garjeanne (1914) beschrijft in een oude verzande Maasgeul van het Genooier Broek (ten zuiden van Velden) ook nog soorten als Wateraardbei, Waterscheerling en Voszegge. Al deze kwelsoorten zijn tegenwoordig verdwenen of zeldzaam geworden langs de Terrassenmaas.

Ook soorten van vochtige graslanden als Grote ratelaar en verschillende orchideeënsoorten kwamen voor en duiden op de goede ecologische kwaliteit die de natte meanderlaagtes van de Maas toen hadden. Soorten als

Echte koekoeksbloem en Adderwortel die momenteel ook nog wel hier en daar voorkomen, waren destijds algemeen. Daarnaast noemen Garjeanne en Willemse het voorkomen van verschillende zeldzaamheden die vermoedelijk in de oudere maasmeanders op het middenterras voorkwamen, zoals Slangenwortel, Reuzenpaardenstaart, Lidsteng en Krabbenscheer.



FIGUUR 5.5 ADDERWORTEL EN DOTTERBLOEM KOMEN OOK NU NOG IN KWELRIJKE MEANDERLAAGTES EN AFWATERINGSSLOTEN LANGS DE TERRASSENMAAS VOOR (FOTO'S: BART PETERS).

5.1.4 RUIGTES EN BOSZOMEN

Ook bepaalde soorten van goed ontwikkelde ruigtes en boszomen waren begin 20e eeuw nog volop aanwezig langs de Zandmaas: Stinkende ballote ("*algemeen in heggen en langs wegen*"), Hartgespan (vermoedelijk zeldzaam), Pijpbloem (meerdere vindplaatsen), Kruisbladwalstro ("*zeer algemeen*"), Gewone agrimonie ("*vrij algemeen*") en Hondsviooltje (tamelijk algemeen). In de Band (huidige natuurgebied 'De Baend') en rond Venlo stond ook nog Ruig klokje.

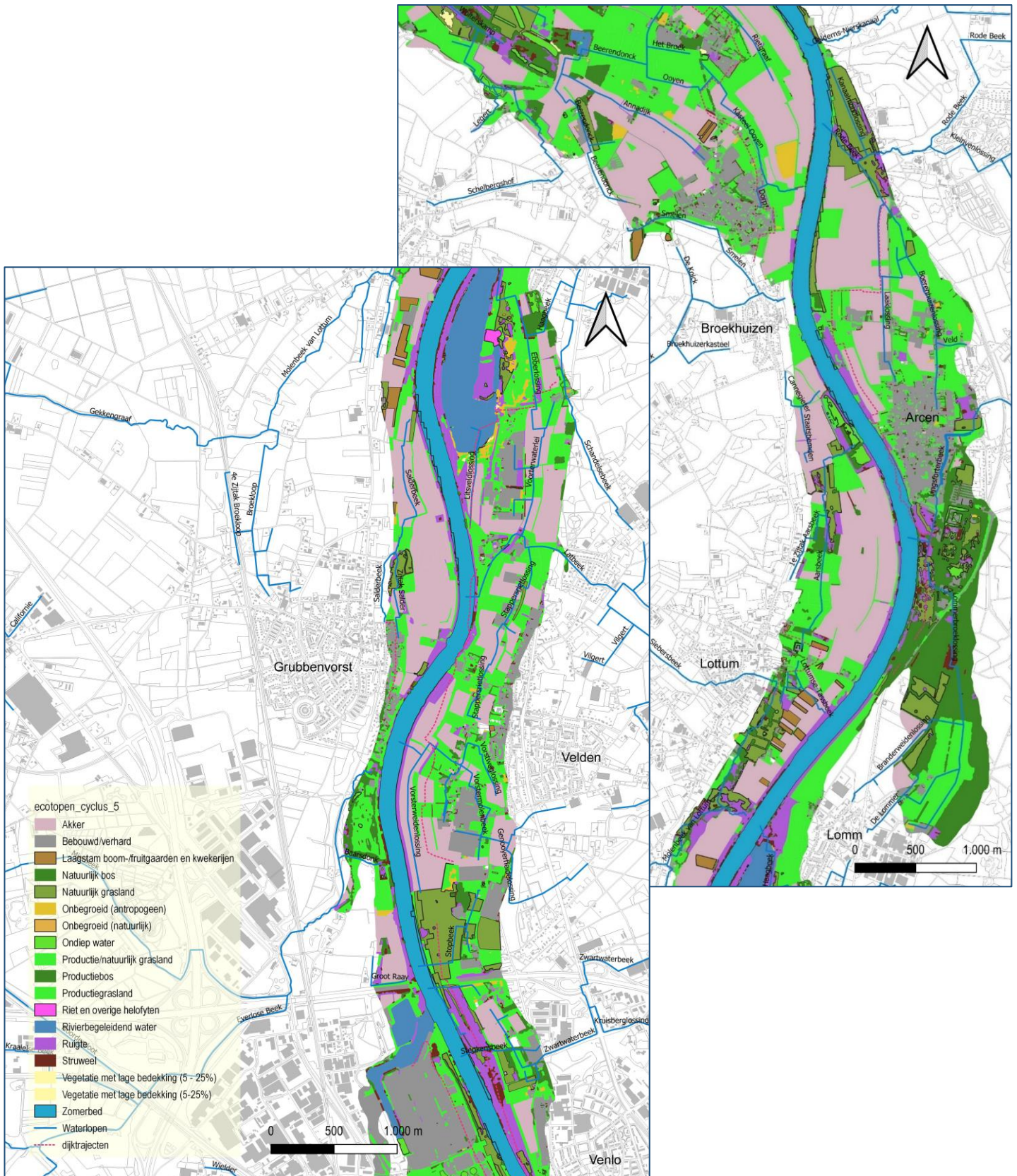
Daarnaast noemen zowel Willemse als Garjeanne een groot aantal bol/knolgewassen die in principe allemaal in zomen, hardhoutmantels en beperkt overstromende bossen op het laagterras kunnen staan. Duidelijk is in ieder geval dat soorten als Muskuskruid, Voorjaarshelmkruid, Moeslook, Gewone vogelmelk en Slanke sleutelbloem (ook "*in weiland langs de Maas*") plaatselijk onder hagen, bosschages en ruige randen voorkwamen, maar ook van soorten als Wilde hyacint, Sneeuwkllokje en Knikkende vogelmelk is dat mogelijk.

5.2 Het actuele Maasdal rond Vierwaarden

5.2.1 ACTUEEL LANDGEBRUIK

De ecotopenkaart (figuur 5.6) geeft een beeld van het actuele landgebruik. Het landgebruik is lokaal aanzienlijk veranderd ten opzichte van de situatie voor 1900. Zo is in de oude restgeul van Velden beduidend meer akkerbouw gekomen, wat lijkt te wijzen op drogere omstandigheden en een lagere grondwaterstand ten opzichte van vroeger (vergelijk met § 2.4 historisch landgebruik). Waar de oude Maasgeul vroeger werd geaccentueerd door een landgebruik van vochtige weilanden, zien we nu in feite nauwelijks verschil meer met de omliggende, drogere terrasgronden. Wat echter ook meespeelt hier is het type akkerbouw, waarbij tegenwoordig veel meer sprake is van maisteelt.

Aan de overzijde, op de drogere gronden bij Lottum en Grubbenvorst zijn de veranderingen op het eerste gezicht minder groot. Bij Lottum zien we op het droge laagterras de kenmerkende rozenakkers en lokaal zelfs graanteelt. Dergelijke vormen van landgebruik zien we in Nederland praktisch nergens binnen de overstromingsinvloeden van onze rivieren. Dit duidt op de unieke droge omstandigheden, op een lemige ondergrond en met een lage overstromingsduur. Wat uiteraard minder goed zichtbaar is op de kaarten is de intensivering van het landgebruik, met name sinds de Tweede Wereldoorlog. Dit maakt dat de natuurwaarden van de meeste gronden in het winterbed relatief beperkt zijn. Zo zijn een rijke akkerflora en soortenrijk grasland, buiten natuurgebieden, inmiddels zo goed als verdwenen.



FIGUUR 5.6 ECOTOPENKAART VAN HET GEBIED ROND VIERWAARDEN (VERSIE 5 RUKSWATERSTAAT).

Lokaal zijn sinds eind jaren '90 echter enkele natuurterreinen gerealiseerd. In figuur 5.7 is een kaart opgenomen met de ligging ervan. De meeste terreinen in het gebied van Vierwaarden zijn in beheer bij Stichting het Limburgs Landschap. Alleen het Aastbroek en de Broekhuizerweerd worden door Staatsbosbeheer beheerd. Een belangrijk deel van deze gebieden is in de periode 2006-2008 vanuit het programma 'Maas in Beeld' ook onderzocht op natuurwaarden en de verschillen sinds de start van het beheer. De ontwikkelingen in deze terreinen zijn richtinggevend voor wat we langs dit riviertraject kunnen verwachten bij herinrichting of verandering van beheer. Ze zullen bij de behandeling van verschillende ecotopen hieronder aan bod komen (§ 5.2.4). In het huidige landschap is de terrassenstructuur redelijk goed overeind gebleven. Alleen direct langs de Maasoever, rond de zandwinning van Lomm en waar de stad Venlo-Blerick tot aan de Maas oprukt is de abiotische structuur aanzienlijk veranderd of niet meer herkenbaar. Dat is van belang omdat hiermee ook de (landschaps)ecologische potenties veranderd of verdwenen zijn.

5.2.2 (POTENTIËLE) ECOTOPENVERDELING IN RELATIE TOT DOELBEREIK PAGW

BEPALING

het PAGW-programma heeft voor de hotspotgebieden (zie H1) de ambitie om te 'werken vanuit een systeembenadering' vertaald naar een globale 'ecotopenopgave' (hoewel formeel nog geen opgave). Dit is gedaan op basis van modelberekeningen met het model LARCH, waarbij voor een aantal indicatieve soorten berekend is hoeveel hectares er van verschillende landschapstypen (ecotopen) nodig zijn om tot duurzame populaties te komen.

Voor de tussenliggende corridorgebieden, zoals de Terrassenmaas, is dit niet gedaan. Deze systeemanalyse geeft daarom een aanzet op basis van de systeemkenmerken van dit riviertraject. Het gaat hierbij expliciet niet om streef- of doelgetallen, maar om de landschapsecologische potenties voor verschillende ecotopen die in het landschap van Vierwaarden verholen liggen. Hiertoe zijn de geologische landschapseenheden uit de geomorfogenetische kaart, zoals behandeld in hoofdstuk 2 (figuur 2.9), als uitgangspunt gekozen. Deze kunnen vrij direct vertaald worden naar zogenaamde fysiotopen. Dit blijkt een goede basis om potentiële arealen aan (natuurlijke) ecotopen te bepalen, omdat hieruit afgeleid kan worden welke oppervlakten er bijvoorbeeld aan natte laagtes, grondwatergevoede geulen, droge terrasgronden of juist frequent overstroomde gebieden aanwezig zijn.

Belangrijk hierbij is wel dat het ontstaan van de verschillende ecotopen ook afhangt van het beheer dat gevoerd wordt en eventueel inrichtingsmaatregelen (bv vernatting, toplaag verwijdering). Daarbij speelt ook dat verschillende ecotopen op de zelfde plek in het riviersysteem voor kunnen komen. Zo zal op de droge laagterrasgronden hardhoutoobos kunnen groeien, maar bij een intensiever beheer net zo goed droog, soortenrijk (stroomdal)grasland of struweelgrasland.

Omdat de keuze voor een bepaald beheer (en dus ecotopenverdeling) geen onderdeel is van een systeemanalyse, zijn ecotoopverdelingen voor verschillende beheervarianten uitgewerkt: 1. geen beheer, 2. extensief beheer en 3. intensief beheer (bijlage 4). Dit om keuzes in latere fasen te ondersteunen.

In tabel 5.1 zijn alleen hectares voor ecotopen onder een extensief beheer weergegeven, omdat dit nauw aansluit bij de doelstelling van PAGW en een optie van 'geen beheer' langs onze rivieren niet heel reëel lijkt (mede in verband met rivierkundige randvoorwaarden). Voor het bepalen van de ecotoopverdelingen is gebruik gemaakt van data uit Peters e.a. (2002), terreinkennis over de ontwikkeling van bestaande terreinen (o.a. Barbara's Weerd, Broekhuizerweerd, Aastbroek, Roobeek, Stalberg, Ooijen-Wanssum) en expert judgement. Voor verdere methodische beschrijving en de aanvullende tabellen wordt verwezen naar bijlage 4.

SYNTHESE

Omdat de Terrassenmaas sterk afwijkt van veel andere riviertrajecten, zien we beduidend afwijkende potenties voor ecotopen (tabel 5.1). Zo kent Vierwaarden grote landschapsecologische kansen voor hardhoutoobos. Immers bijna alle gronden liggen (ruimschoots) boven het niveau waarop hardhoutoobos tot ontwikkeling kan komen. Daarnaast is er al veel flankerend loofbos op de naastgelegen zandgronden aanwezig, waardoor zaadbronnen voor karakteristieke loofbomen en struiken volop voor handen zijn. Bij intensiever beheer (begrazing, hooibeheer) kan op dezelfde positie in de uiterwaard ook soortrijk grasland tot ontwikkeling komen. Door het grote aandeel aan relatief zandige bodems op het laagterras kan dit ook stroomdalgrasland en schraalgrasland zijn.

Zachthoutoobos is, net als vochtig grasland, juist veel minder kansrijk en kenmerkend omdat er weinig frequent overstromende terreindelen zijn, en ook het kiembed in de vorm van droogvallende oevergronden voor wilgenbos veelal ontbreekt. Potenties hiervoor liggen vooral direct langs de rivier, maar hier wordt oobos vaak vanuit het rivierkundig beheer verwijderd (weinig ruimte vanuit de vegetatielegger). Vochtig grasland kan plaatselijk op de laagste delen van het holocene terras tot ontwikkeling komen. Echter een veel soortenrijke vorm is ook mogelijk in en langs oude relictgeulen waar het grondwater net onder maaiveld zit.

TABEL 5.1 BEPALING VAN POTENTIËLE OPPERVAKTEN AAN KENMERKENDE (NATUURLIJKE) ECOTOPEN OP BASIS VAN DE ABIOTISCHE SYSTEEMKENMERKEN VAN HET VIERWAARDENGEBIED (VARIANT: EXTENSIEF BEHEER; ZIE VOOR ANDERE BEHEERVORMEN EN UITLEG BIJLAGE 3). DE SCHUIFDIAGRAM GEEFT DE TOTAALAREALEN PER ECOTOOP IN BEELD WEER.

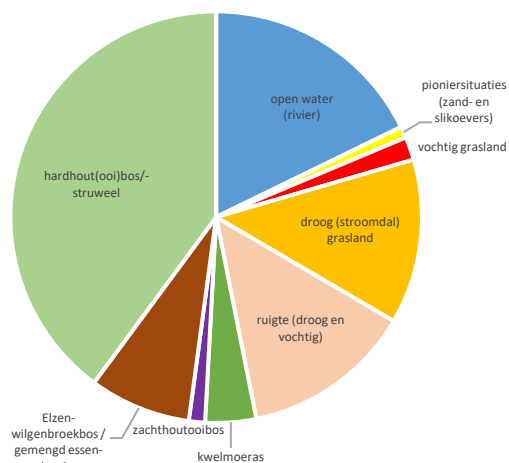
Variant: extensief beheer (bv ext. begrazing)												
droge/vochtige gronden: 60% bos/struweel, 20% ruigte, 20% grasland*												
natte gronden (kwelgeulen): 60% bos/struweel, 40% moeras (ruigte in vochtige hw-geul), 10% vochtig grasland												
Geomorfogenetische positie	Fysiotop (% = verhouding droge/vochtige/natte variant)	oppervlakten ecotopen (ha)										
		Totaal	open water (rivier)	Pioniersituaties** (zand- en slikoevers)	vochtig grasland	droog (stroomdal) grasland	ruigte (droog en vochtig)	kwelmoeras	zachthoutoobos****	Elzen-wilgenbroekbos / gemengd essen-elzenbos****	hardhout(ooi)bos/-struweel ****	riviermoeras
Geul recente overstromingsvlakte	Nevengeul/hoogwatergeul	2,93	> 2,49	< 0,15	-	-	-	-	0,29	-	-	0
Recente overstromingsvlakte en afzettingen	Vochtige/droge terrasgronden (50%/50%)	3,12	-	-	0,31	0,31	0,94	-	0,78	-	0,78	0
Laat-Holoceen terras	Droge/vochtige terrasgronden (80%/20%)	200,52	-	-	8,02	32,09	40,10	-	-	-	120,31	0
Droge delen Laagterras (incl. vroeg/midden-Holoceen terras)	Droge terrasgronden (100%)	1272,96	-	-	-	254,59	254,59	-	-	-	763,78	0
Laagterras Restgeulen/kwelgeulen	grondwatergevoede geul***	301,27	-	-	30,13	-	-	90,38	-	180,76	-	0
Restgeulen Laat-Holoceen terras	Droge /vochtige hoogwatergeul (70%/30%)*	42,39	-	-	2,55	5,93	8,48	-	7,63	-	17,80	0
Zomerbed (incl. directe oever)	Zomerbed rivier	435,3	> 400	< 20**	-	-	-	-	<20	-	-	0
Totaal		2258,49	402,49	< 20,15	41,01	292,92	304,11	90,38	< 28,7	180,76	902,67	0

*richtinggevende verdeling ontleend aan getallen van Peters, Geerling & Smits (2002) "Successie van natuurlijke uiterwaardlandschappen", t= 75 jaar

** oeversteilwanden buiten beschouwing gelaten

*** mede afhankelijk van inrichtingswerken

**** mits rivierkundig toegestaan



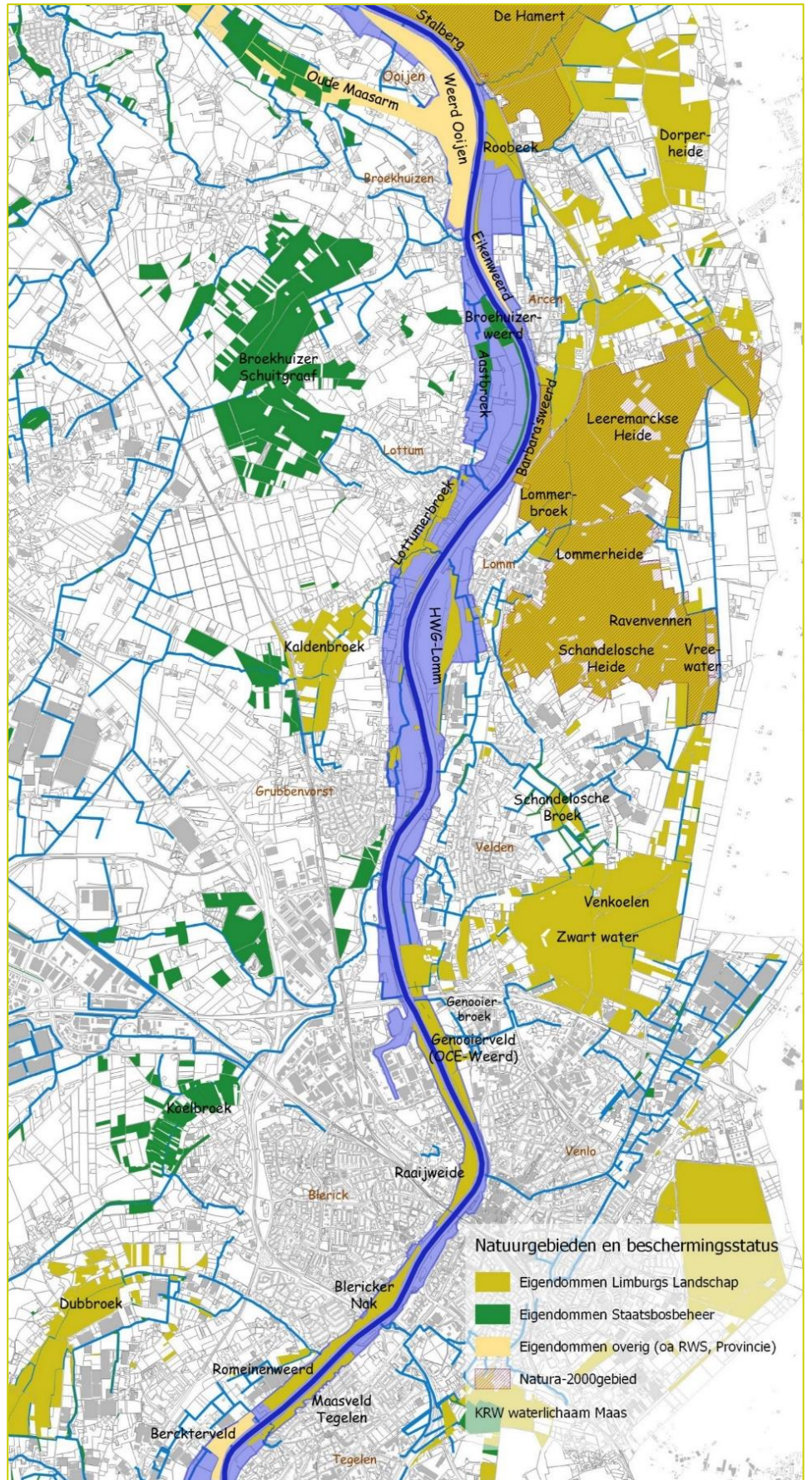
Ook hebben we in de analyses hiervoor gezien dat het riviersysteem rond Vierwaarden vanuit zijn aard en ontstaansgeschiedenis praktisch geen nevengeulen of grote hoogwatergeulen kent. In plaats daarvan wordt het systeem gekenmerkt door hooggelegen, fossiele 'kwelgeulen' en droge hoogwatergeulen, die hiervoor al beschreven zijn. Het gevolg is bijzondere potenties voor overstromend Elzen-Wilgenbroekbos, vochtig Elzen-Essenbos en grondwatergevoede (zeggen)moeras, vaak met soorten die we ook van mesotrofe moerassen buiten het rivierengebied kennen. In sommige laaggelegen geulrelicten kunnen afhankelijk beheer en inrichting ook vochtige, kwelgevoede graslanden met soorten Gevlekte orchis, Moeraskartelblad en Grote ratelaar, tot ontwikkeling komen, zoals meer naar het noorden in het Heuloerbroek bij Aijen. Tegen Vierwaarden aan ligt de Oude Maasarm van Ooijen-Wanssum, waar ook vergelijkbare landschapstypen te vinden zijn.

5.2.3 BESCHERMINGSSTATUS EN NATURA 2000

Binnen het projectgebied van Vierwaarden liggen weinig gebieden met een beschermde status vanuit Natura 2000. Wel ligt een groot deel van het gebied dicht tegen het N2000-gebied van de Maasduinen aan. De Stalberg en

(relatief recent) de Barbara's Weerd maken onderdeel uit van dit N2000-gebied van 'Maasduinen' (stroomdalgrasland en hardhoutoobos). In tabel 5.2 staat een overzicht van de habitattypen en soorten waarvoor dit gebied is aangewezen als N2000-gebied, en wat de trends en opgaven zijn. De meeste habitats en soorten hebben niet direct betrekking op het Maasdal maar op de zandgronden. Op basis van de stroomdalflora in de Stalberg is echter wel het habitattypen 'stroomdalgrasland' opgenomen. Daarnaast zijn sinds 2013 een aantal nieuwe soorten aan de Maasduinen toegevoegd die wel betrekking hebben op de Maas, met name Oeverzwaluw en Bever. Ook staan er sinds het herijkingsmoment enkele soorten op de lijst die in potentie in het Maasdal voor kunnen komen, maar dat nu nog niet doen. Zo zal het herstel van kwelmoerassen nieuwe mogelijkheden voor Kamsalamander en Gevlekte witsnuitlibel kunnen opleveren). Soorten als Roodborsttapuit en Grauwe klauwier komen nu al in beide landschapstypen voor, zij het voor de laatste soort slechts incidenteel. De alluviale bossen en vissoorten Rivierdonderpad en Kleine modderkruiper hebben met name betrekking op kwaliteiten van het Geldernsch-Nierskanaal en de Eckeltsche Beek (Beheerplan N2000 Maasduinen, Provincie Limburg, 2019). Naar verwachting komen ze echter op meer plaatsen voor. Daarnaast is er omgekeerde invloed, waarbij activiteiten in het Maasdal invloed kunnen hebben op de kwaliteit van de natuur in de Maasduinen (denk aan ammoniakuitstoot of de invloed van grondwaterstanden). Voor het stroomdalgrasland van de Stalberg wordt in de 'Natuurdoelenanalyse Maasduinen' door de Provincie Limburg (2022) geadviseerd om in te zetten op vermindering van eutrofiëring (N-belasting) en (vanwege de beperkte oppervlakte) uitbreiding van het areaal aan stroomdalgrasland. Bovendien adviseert het document om Oeverzwaluw van de lijst te halen, omdat deze soort niet heel kenmerkend is voor de Maasduinen, maar veel meer voor steilwanden van langs de Maas.

FIGUUR 5.7 LIGGING VAN ACTUELE NATUURGEBIEDEN EN N2000-GEBIED IN HET GEBIED ROND VIERWAARDEN.



TABEL 5.2 INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN NATURA2000-GEBIED DE MAASDUINEN (UIT BEHEERPLAN N2000 MAASDUINEN).

		Doel			Trend		Stikstofgevoeligheid	
		Opp.	Kwaliteit	Populatie	Opp.	Kwaliteit	Stikstof-gevoelig (ja/nee)**	KDW (mol N / ha / jaar)
Stuifzandheide met struikhei	H2310	>	>	n.v.t.	=	<	Ja	1.100
Zandverstuivingen	H2330	>	>	n.v.t.	>	<	Ja	740
Zwakgebufferde vennen	H3130	>	>	n.v.t.	>	>	Ja	410
Zure vennen	H3160	>	>	n.v.t.	>	>	Ja	410
Vochtige heiden (hogere zandgronden)	H4010A	>	>	n.v.t.	<	<	Ja	1.300
Droge heiden	H4030	>	>	n.v.t.	=	=	Ja	1.100
*Stroomdalgraslanden	H6120	=	=	n.v.t.	=	<	Ja	1.250
Ruigten en zomen (moerasspirea)	H6430A	=	=	n.v.t.	=	=	Nee	>2.400
Ruigten en zomen (droge bosranden)	H6430C	=	=	n.v.t.	=	=	Ja	1.870
*Actieve hoogvenen (heideveentjes)	H7110B	>	>	n.v.t.	<	<	Ja	400
Proniervegetaties met snavelbiezen	H7150	=	=	n.v.t.	>	>	Ja	1.600
Beuken-eikenbossen met hulst	H9120	=	=	n.v.t.	=	<	Ja	1.400
Oude eikenbossen	H9190	=	=	n.v.t.	=	<	Ja	1.100
*Hoogveenbossen	H91D0	=	>	n.v.t.	=	-	Ja	1.800
*Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	H91E0C	=	=	n.v.t.	=	=	Ja	1.860
Droge hardhoutoibossen	H91F0	=	=	n.v.t.	=	=	Ja	2.080
Gevlekte witsnuitlibel	H1042	>	>	>	>	=	Ja	n.v.t.
Kleine modderkruiper	H1149	=	=	=	=	=	Nee	n.v.t.
Rivierdonderpad	H1163	=	=	-	=	-	Nee	n.v.t.
Kamsalamander	H1166	>	>	>	=	=	Ja	n.v.t.
Bever	H1337	=	=	>	>	>	Nee	n.v.t.
Drijvende waterweegbree	H1831	=	=	=	=	>	Ja	n.v.t.
Dodaars	A004	=	=	50	=	=	Ja	n.v.t.
Geoorde fuut	A008	=	=	7	=	-	Ja	n.v.t.
Nachtzwaluw	A224	=	=	30	+	+	Ja	n.v.t.
Zwarte Specht	A236	=	=	35	=	=	Ja	n.v.t.
Boomleeuwerik	A246	=	=	100	-	-	Ja	n.v.t.
Oeverzwaluw	A249	=	=	120	-	-	Ja	n.v.t.
Roodborsttapuit	A276	=	=	85	+	+	Ja	n.v.t.
Grauwe Klauwier	A338	>	>	3	+	-	Ja	n.v.t.

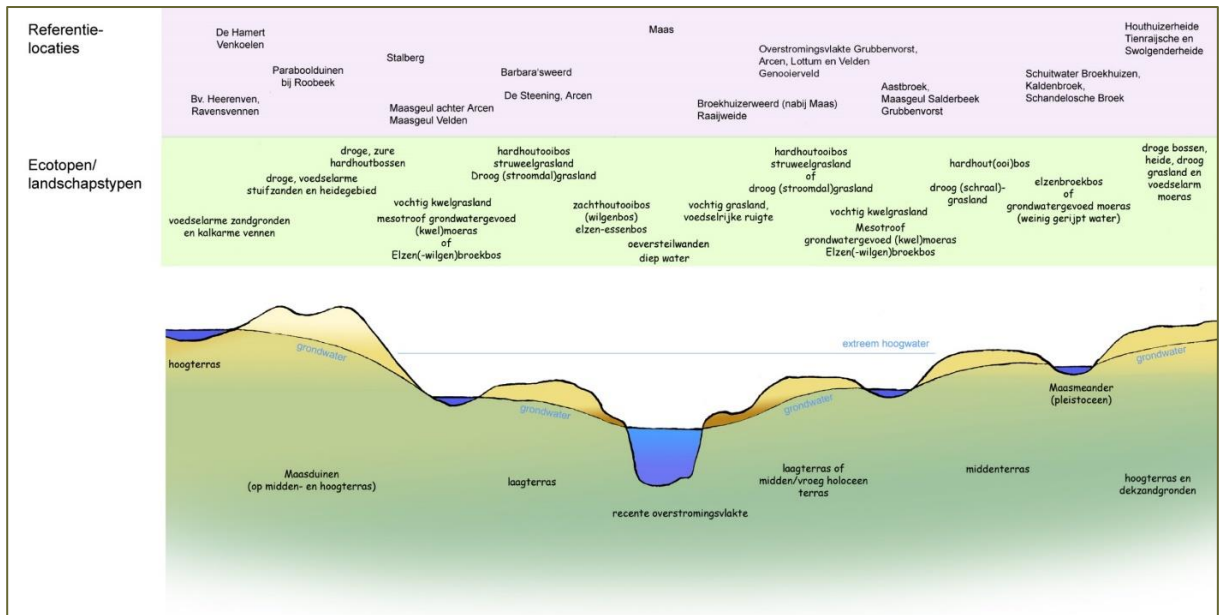
* Prioritair habitatype

5.2.4 KENMERKENDE ECOTOPEN

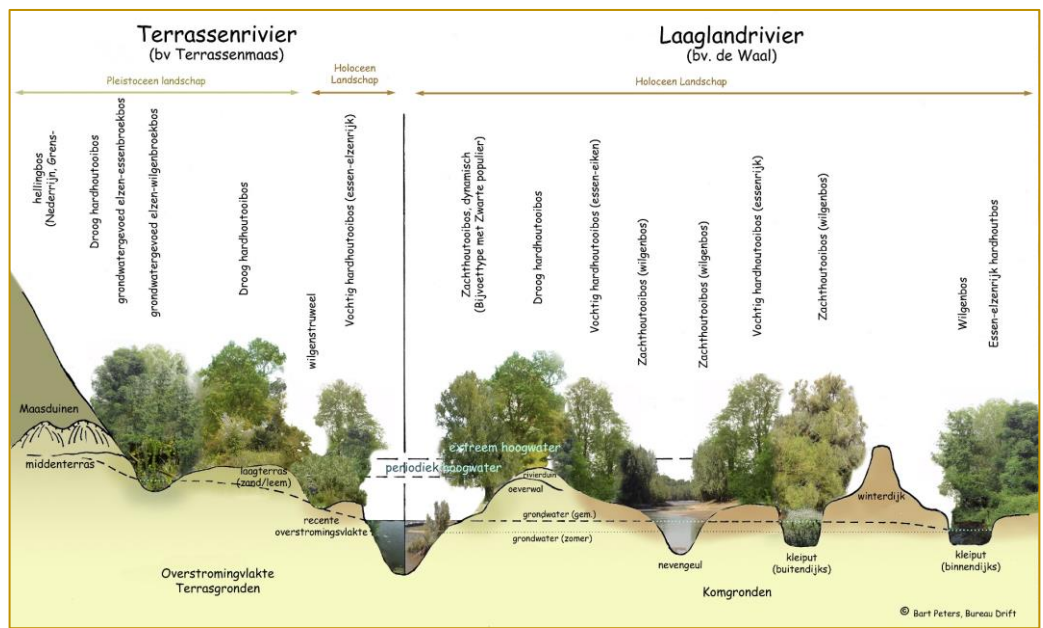
Het PAGW-programma wil inzetten op het versterken van kenmerkende natuur en waterkwaliteit langs onze rivieren. Hieronder behandelen we daarom de belangrijkste (natuurlijke) landschapstypen/ecotopen van de Terrassenmaas rond Vierwaarden, waarbij ook een beeld wordt gegeven van de actuele staat. Wat zijn kenmerkende levensgemeenschappen en soorten die daarbij horen en wat zijn eventuele locaties die als referentie kunnen dienen. Schematisch is de ligging van ecotopen in een dwarsdoorsnede van het Maasdal weergegeven.

HARDHOUTOIBOS EN STRUWELRANDEN

Hiervoor is al beschreven dat hardhoutoibos kenmerkend is voor de droge terrasgronden van Vierwaarden. Dit is een gevarieerd type loofbos waarvan de boom- en struiklaag bestaat uit soorten als Zomereik, Gladde iep, Ruwe iep, Grauwe els, Grauwe en Witte abeel, Linde, Gewone es, Spaanse aak, Een- en Tweestijlige meidoorn, Wegedoorn, Kardinaalsmuts, Aalbes, Hazelaar, Steeliep, Rode kornoelje, Gelderse Roos en nieuwkomers als Walnoot en Europese plataan. Omdat de overstromingsfrequentie laag ligt, kan zich ook een soortenrijke ondergroei ontwikkelen met bosplanten en voorjaarsgewassen als Muskuskruid, Maarts viooltje, Gevlekte aronskelk, Bosgeelster, Vingerhelmbloem. Daarnaast is een rijke lianenbegroeiing met o.a. Hop, Bosrank en Besanjerlier kenmerkend (Peters e.a., 2021). Dit soort bossen kennen ook een rijke fauna met vogelsoorten als Boomklever, Zwartkop, Havik, Ransuil en Kleine bonte specht en tal van vleermuizen en nachtvlinders. De specifieke kansen voor hardhoutoibos hangen langs de Terrassenmaas ook samen met de directe verbinding met hogere zandgronden en middenterassen, waar volop bos en dus zaadbronnen aanwezig zijn. Het areaal aan hardhoutoibos rond Vierwaarden is momenteel echter nog beperkt. In de Stalberg, ten noorden van Arcen-De Hamert zien we het hardhout(ooi)bos vanaf de Maasduinen het rivierdal 'inlopen'. Het kalkarme zand van de uitgelopen rivierduinen raakt hier vermengd met kalkrijkere afzettingen vanuit de rivier. Dit leidt tot een bijzondere zonering, zowel voor bostypen als voor graslanden (zie hierna). Figuur 5.11 toont een dwarsdoorsnede van de zonering in de Stalberg en bijbehorende soorten en plantengemeenschappen (Peters e.a., 2009a). Er is sprake van een goed ontwikkeld zoom van Eikenbos, met bolgewassen als Vingerhelmbloem, Sneeuwkllokje,



FIGUUR 5.8 LIGGING VAN VERSCHILLENDE ECOTOPEN/LANDSCHAPSTYPEN IN EEN DWARSDOORSNEDE VAN HET TERRASSENLANDSCHAP ROND VIERWAARDEN, INCL. KENMERKENDE LOCATIES.



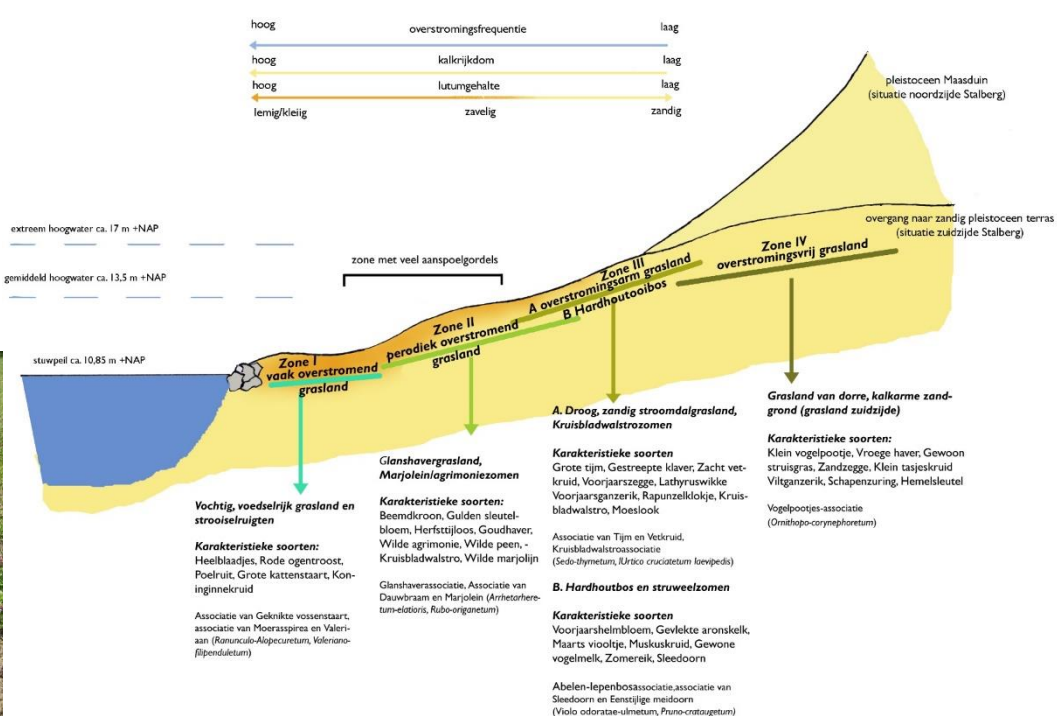
FIGUUR 5.9 SCHEMATISCHE DWARSDOORSNEDE EN POSITIONERING VAN OOBOSTYPEN LANGS DE TERRASSENMAAS (LINKS) EN LANGS EEN REGULIERE LAAGLANDRIVIER ZOALS WE DIE BIJVOORBEELD LANGS DE RIJNTAKKEN KENNEN. DOOR SNEL OPLOPENDE TERRASGRONDEN IS HET POTENTIËLE AANDEEL HARDHOUTOOBOS RELATIEF GROOT EN ZACHTHOUTOOBOS JUUST LAAG (UIT PETERS E.A., 2021). FOTO: VINGERHELMBLOEM IS KARAKTERISTIEK IN HARDHOUTOOBOS EN UITGESTOOLDE STRUWELN LANGS DE TERRASSENMAAS (FOTO BART PETERS).

Muskuskruid en Gevlekte aronskelk. In de overgang van het eikenbos naar grasland heeft zich ook een waardevolle zoom- en mantelvegetatie ontwikkeld met veel Sleedoorn. De hardhoutzoom van de Stalberg komen dagvlieders als Eikenpage, Boomblauwtje en Gehakkeld aurelia voor naast vogelsoorten als Fluiters, Bonte vliegenvanger, Holenduif, Boomkruiper, Grote bonte specht en Braamsluiper. Door de relatie met de zandgronden van de Maasduinen komen hier in het rivierdal ook soorten voor als Hazelworm en Boskrekelt (Peters e.a., 2008).

Het overgangsooibos van de Stalberg staat model voor de ecologische potenties die overal langs de Terrassenmaas liggen, met name op terrasranden waar het middenterras afloopt richting het laagterras, zoals over grote delen langs de Provinciale weg tussen Grubbenvorst en Broekhuizen en langs de terrasrand bij Velden. Tussen Knikkerdorp (Arcen) en Roobeek ligt de rijksweg N271 precies op de overgang naar de Maasduinen, maar zien we op de terrasrand lokaal vergelijkbare bos-/struweelbegroeiing.



FIGUUR 5.10 HARDHOUTZOMEN EN JONG HARDHOUTOOIBOS DAT OPGROEIT IN DE BESCHERMING VAN BRAAMBOLLEN IN DE BARBARA'S WEERD (FOTO'S BART PETERS).



FIGUUR 5.11 VEGETATIEZONERING IN EEN DWARSDOORSNEDEN VAN DE OEVER BIJ DE STALBERG (HAMERT-ARCCN) (UIT: PETERS E.A., 2009A). OP DE FOTO'S GEVLEKTE ARONSKELK IN DE HARDHOUTOOIBOS ZONE AAN DE VOET VAN HET MAASDUIN (BOVEN) EN GROTE TIJM OP DE RANDS VAN EEN EROSIEKUIL (FOTO'S BART PETERS).

Op de relatief zandige laagterrassen van de Barbara's Weerd zien we een ander voorbeeld van de ontwikkeling van hardhoutoobos langs de Terrassenmaas. Dit gebied bestaat goeddeels uit voormalige akkergronden, die sinds 1998 als natuurgebied beheerd worden (extensieve jaarrondbegrazing). Binnen enkele jaren kwam hier een zeer snelle vestiging van hardhoutsoorten op gang. Naast gebruikelijke soorten als Zomereik, Eenstijlige meidoorn, Gewone es, Walnoot, Spaanse aak en Gewone esdoorn, zien we ook soorten die kenmerkend zijn voor de zandgronden buiten invloed van rivieroverstromingen: Ruwe berk, Boswilg en Ratelpopulier. Een deel van dit bos (met name veel berken) is echter ook weer verwijderd. Hierdoor heeft het terrein, mede onder invloed van begrazing, vooralsnog het kenmerk van een struweelgrasland behouden, met Eenstijlige meidoorn en grote braambollen. Dit trekt veel bijzondere fauna aan waaronder tal van zangvogels (o.a. Braamsluiper, Spotvogel, Grasmus) en dagvlinders (zie hiervoor). Spectaculair is in dit kader het recente broedgeval van Grauwe klauwier, die vanuit de naastgelegen Maasduinen de sprong naar het Maasdal heeft gemaakt (pers. med. Arjan Ova). Ook wordt sinds eind jaren 2000 Kleine ijsvogelvlinder soms langs bosranden rond de Barbara's Weerd gezien

(waarneming.nl). In natuurgebied Genooijerveld, het Maasveld en Berckterveld rond Venlo (Maascorridor) zien we de laatste jaren vergelijkbare ontwikkelingen, met de vestiging van veel hardhoutsoorten, hoewel dit vanuit rivierkundige overwegingen vermoedelijk weer teruggedrukt zal worden.

Via een steile terrasrand lopen de droge terrasgronden van de Barbara's Weerd af naar de Maas. Hier zien we naast eiken, vooral essen en zwarte els opkomen. Dit is een kenmerkend type hardhoutoobos voor de lager gelegen gronden van de recente overstromingsvlakte, met hogere overstromingsfrequenties en, door het vast stuwpeil, een constant grondwaterpeil. Essen-Elzenbos komt, samen met Schietwilgen, langs de hele Maas ook veelvuldig voor tussen de breuksteen in de rivieroever (Peters, 2021). Dit wordt thans periodiek verwijderd vanuit het rivierbeheer om hydraulisch ruwheden niet te laten oplopen.



FIGUUR 5.12 OVERHANGEND 'GALERIJBOOS' (WILGENBOS) LANGS DE NOORD-LIMBURGSE MAAS. INZET: WIELEWAAL (FOTO'S BART PETERS, KOOS DANSEN).

5.2.5 GRONDWATERGEVOED BROEKBOS

Grondwatergevoede broekbossen zijn kenmerkend voor de vele restgeulen en kwelrijke laagtes langs de Terrassenmaas rond Vierwaarden. Zwarte els is de meest voorkomende boomsoort, maar ook zachte berk, es en schietwilg maken deel uit van de boomlaag. De struiklaag is in de regel open ontwikkeld en met struikvormige wilgen als grauwe en geoorde wilg (Overkamp e.a., 2018; Peters, 2021).

De samenstelling van de kruidlaag kan sterk uiteenlopen, vooral afhankelijk van de bodemopbouw en de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Zo kan op kleibodems moeraszegge tot dominantie komen, terwijl de aanwezigheid van zachte berk, gagel, Zompzegge, Moerasvaren, Bospaardenstaart, veenmossen en Koningsvaren een aanwijzing is voor de toestroom van zwak zuur en mineralenarm grondwater. Ook waterviolier heeft een voorkeur voor deze kortere kwel.

Dotterbloem, Grote boterbloem en Slangenwortel zijn kenmerkend voor de toestroom van meer gerijpt, ijzerrijk grondwater. Karakteristiek voor de elzenbroekbossen is de verder de aanwezigheid van Elzenzegge en Bittere veldkers. Andere zeggesoorten die kenmerkend zijn voor het elzenbroekbos zijn Stijve zegge, Ille zegge en de hoge pollen van Pluimzegge. In verdroogde en door de mineralisatie van met veen verrijkte broekbossen nemen soorten als braam, stekelvarens en grote brandnetel de regie over, al houden

sommige kenmerkende soorten het nog lang vol, zoals de concurrentiekrachtige pluimzegge en de koningsvaren (Overkamp e.a., 2018).

Door de natte ondergrond en rijke insectenfauna zijn de Elzenbroekbossen waardevol voor veel broedvogels die van ongewervelden leven, waaronder Wielewaal, Grote lijster, Houtsnip en Nachtegaal. Bovendien biedt het onderkomen aan tal van dag- en nachtvlinders en andere insecten, waaronder Grote Vos, Kleine ijsvogelvlinder, Grote weerschijnvlinder en Elzenwespvlinder. Waar beekjes aan het bos grenzen kunnen o.a. Bosbeekjuffer en Drijvende waterweegbree voorkomen.

ZACHTHOUTOOIBOS

Wilgenbos heeft langs de terrassenmaas vooral kans direct langs de Maas (galerijbos). Dit is een kenmerkend onderscheid ten opzichte van veel andere riviersystemen in Nederland, waar uiterwaardgronden vaak laag genoeg liggen om wilgenbosontwikkeling op grotere schaal mogelijk te maken. Momenteel wordt vanuit het rivierbeheer de ontwikkeling van oeverbos langs de Maas periodiek teruggezet, om opstuwning tijdens hoogwater te voorkomen. Daarnaast zien we wilgenbos in delen van Vierwaarden waar het maaiveld van het laagterras (onkarakteristiek) diep is afgegraven, zoals bij Lomm, in de Broekhuizerweerd, Eikenweerd en meer noordelijk in de laagste delen van de Weerd van Ooijen. Hier krijgen wilgen de kans in geschikte jaren te kiemen op droogvallende oevergronden.

Waar zachthoutooibos langs de Maas mag blijven staan (bv langs het Noordereiland bij Beugen), kan het van grote waarde zijn voor de ecologie langs de rivier. Het vormt dan (potentieel) broedbiotoop voor o.a. Buidelmees, Wielwaal en koloniebroeders als Aalscholver, Blauwe reiger en Lepelaar, jachtbiotoop voor veel vleermuissoorten en leefgebied voor tal van insecten (o.a. Populierenpijlstaart, Wilgenboktor). Bovendien heeft het direct invloed op het leven in de rivier, door overhangend en inhangend hout en 'mangrovewortels' in het water, wat belangrijk biotoop is voor vissen en (filterende) macrofauna (zie voor meer info: Peters, 2021).

DROOG STROOMDALGRASLAND EN SCHRAALGRASLAND

Van oudsher kent de Terrassenmaas zeer soortenrijke stroomdalfloravegetaties, met een eigen karakter ten opzichte van de Rijntakken en andere delen van de Maas. Dit hangt vooral samen met de schrale, zandige en relatief kalkarme bodems van het laagterras. Vooral op de terrasranden en zandige overgangen hebben nog lange tijd zeer soortenrijke vegetaties kunnen handhaven (Cohen Stuart, 1959; Van Dijk e.a., 1981). Deze steilwandjes waren vaak niet toegankelijk voor agrarisch gebruik en ontsnapten daardoor tot in de jaren '70 vaak aan sterke bemesting en bodembewerking. Ook treedt op de terrasovergangen uitspoeling van voedingsstoffen gemakkelijker op en zijn de terrasranden vaak zongeëxponeerd, wat warmteminnende stroomdalplanten en dito insectenfauna in de kaart speelt. Van Dijk e.a. (1980) hebben eind jaren '70 een uitgebreide inventarisatie van de laatste stroomdalgraslandjes langs de Maas gemaakt. Ze vergeleken hun uitkomsten met data van Cohen (1954/56) uit de jaren '50 en constateerden een sterke achteruitgang. De belangrijkste oorzaken waren het weggegraven van terrasranden bij oeververbeteringen en door delfstofwinning en de intensivering van landbouwgebieden. Tot heel recent zijn nog terrasranden met bijzondere flora vergraven, zoals een oude terrasrand bij Lomm (met o.a. laatste standplaats van Smal fakkelgras langs de Maas, en soorten als Grote tijm en Voorjaarsganzerik). Momenteel komen nog op een handjevol plekken in het Maasdal droog stroomdalvegetaties voor, met name in de Stalberg, de terrasrand van de Barbara's Weerd, een terrasrand bij Reuver, talud van de rijksweg bij Plasmolen en de Oeffelter Meent.

Kenmerkende soorten van deze droge Maasgraslandjes zijn Grote tijm, Lathyruswikke, Voorjaarsganzerik, Torenkruid, Tripmadam, Zacht vetkruid, Gestreepte klaver, Kleine pimpernel, Beemd kroon en Voorjaarszegge. Daarnaast zijn de droge graslanden van groot belang voor een heel scala aan bijzondere insecten. In de natuurterreinen die sinds eind jaren '90 rond Vierwaarden zijn gerealiseerd zijn verschillende zeldzame graslandsoorten teruggekeerd. Het gaat het daarbij onder meer om Bruin blauwtje, Knautiabij, Walstropijlstaart, (Rouwende) Gouden tor en recent Staartblauwtje (Peters e.a., 2008; waarneming.nl). Bijzonder is ook het voorkomen van Veldkrekkel, die hier vanuit de Maasduinen tot aan de rivier kan komen (Stalberg; Peters e.a., 2009).

Onder de vogels zien we in de laagterrasgraslanden soorten die vroeger ook in landbouwkundig benutte graslanden en akker voorkwamen, maar daar vaak verdwenen zijn, zoals Patrijs, Roodborsttapuit en Veldleeuwerik (bijv. Genooijerveld, Berckterveld, Maasveld, Barabara'sweerd)

Ook op het laagterras zelf kan de bodem dusdanig zandig en schraal zijn dat zich relatief eenvoudig stroomdalplanten kunnen vestigen. Tekenend hiervoor is de snelle vestiging van stroomdalplanten op de voormalige akkers in de Barbara'sweerd (Arcen), het Maasveld bij Tegelen en het Berckterveld (Venlo), waarbij vooral Kruisbladwalstro, Grijskruid en Rapunzelklokje en Beemd kroon in het oog springen. Bij de Barbara'sweerd staan daarnaast ook schraalgraslandsoorten die niet gebonden zijn aan groeiplaatsen met rivieroverstromingen (overgang Maasduinen).

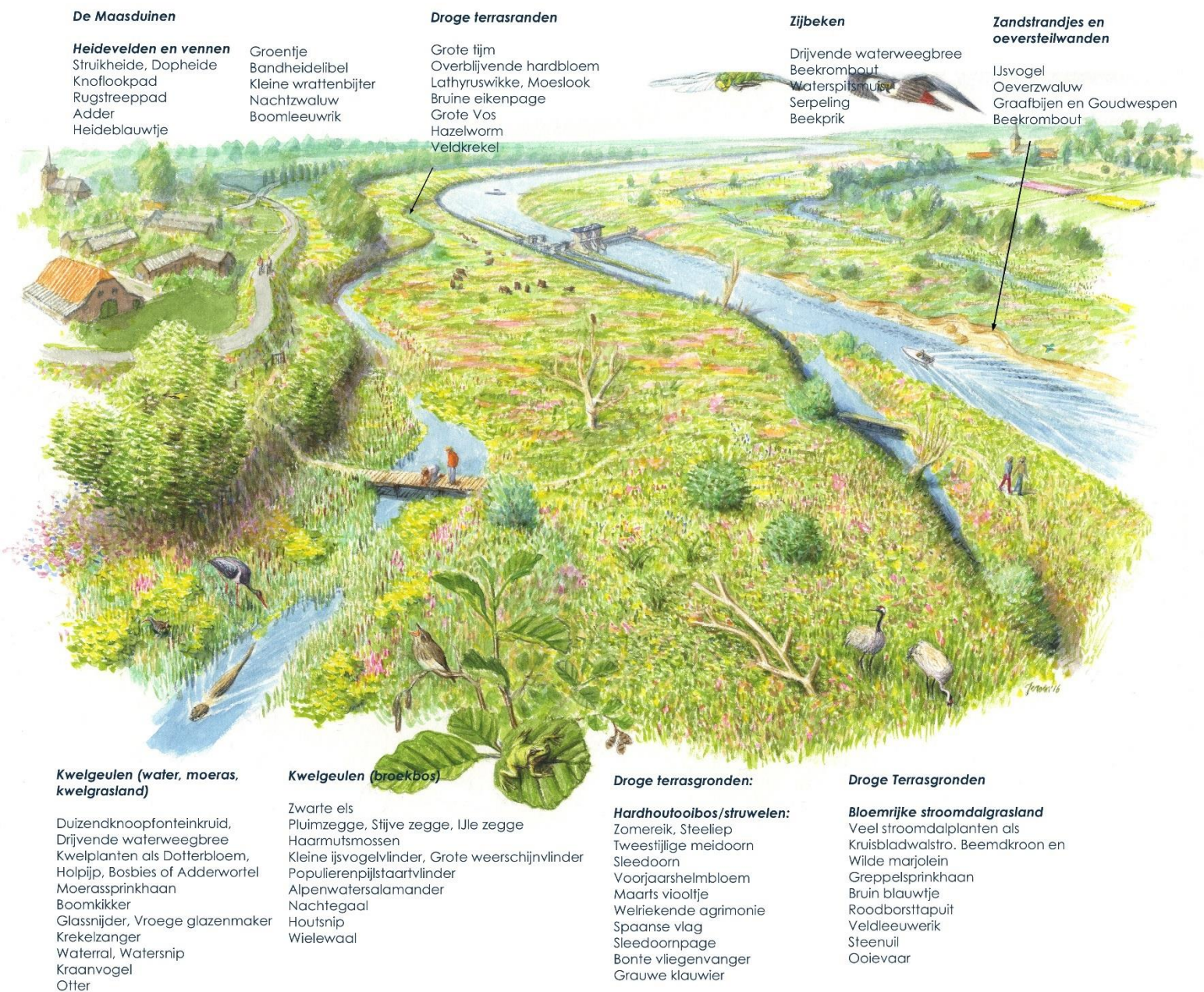


De laatste jaren wordt er overigens regelmatig van alles uitgezaaid langs de Maas. Hierdoor staan lokaal soorten als Veldsalie en Grote centaurie, die eigenlijk kenmerkender zijn voor de kalkrijkere Rijntakken. Dit maakt ook de duiding van werkelijke ecologische ontwikkelingen moeilijker.

VOCHTIGE OVERSTROMINGSGRASLANDEN

Rivierwatergedomineerd

Lager in de gradiënt naar de Maas toe worden graslanden vochtiger en kleiiger van karakter. Ze worden vaker overstroomd en daarmee wordt veel frequenter slib afgezet. Dicht op de Maasoever is weinig invloed van grondwater en zijn de graslanden voedselrijk. De lage zone van het grasland in de Stalberg, waar nog steeds o.a. Gulden sleutelbloem (recent ook in Barbara's Weerd) en Herfsttijloos voorkomen, is kenmerkend (figuur 5.11). Extensivering van beheer hier zien we vaak als eerste in de terugkeer van Rode ogentroost en Wilde marjolein, beide in de jaren '80 nog zeldzaam langs de Maas. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar op de Maasoever tussen Broekhuizen en Lottum die door Rijkswaterstaat is aangekocht en waar beheer geëxtensiveerd is in het kader van het KRW-programma.

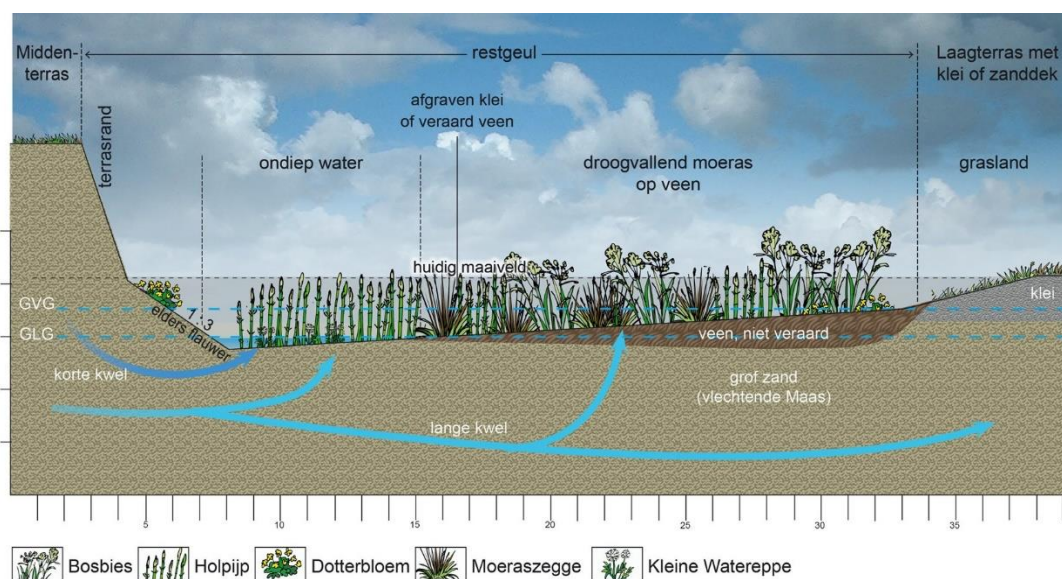


FIGUUR 5.13 DE POSITIE VAN ENKELE KENMERKENDE LANDSCHAPSTYPE (ECOTOPEN) EN BIJBEHORENDE SOORTEN ALS 'ARTIST IMPRESSION' IN HET LANDSCHAP VAN DE TERRASSENMAAS (ILLUSTRATIE JEROEN HELMER, UIT PETERS, 2019).

Grondwatergedomineerd

In § 5.1.3 is reeds beschreven dat in de oude Maasgeulen vroeger op grote schaal vochtige graslanden voorkwamen met ondiep grondwater of zelfs kwel. Deze waren over het algemeen erg soortenrijk met plantensoorten als Bevertje, Herfsttijloos, Grote pimpernel, Gevlekte orchis, Grote ratelaar en Moeraskartelblad. Momenteel vinden we deze bijvoorbeeld nog in het Kaldenbroek en het Heuloerbroek (Aijen), maar niet meer in het Maasdal van Vierwaarden. Een deel van deze rijkdom kan toegeschreven worden aan de invloed van grondwater. Sommige graslanden hadden zelfs kenmerken van blauwgrasland (zoals thans ook in het Heuloerbroek bij Aijen). Dit zijn echter ook gronden die bij de naoorlogse landbouwintensivering als eerste hun ecologische rijkdom verloren. Op dit moment komen nergens in Vierwaarden nog op enige schaal dit soort graslanden voor.

Kwelrijke graslanden zijn afhankelijk van een geringe tot matig hoge voedselrijkdom. Er wordt een Voor planten beschikbare fosfaatconcentratie van 300 tot 800 (-1000) $\mu\text{mol/l}$ gemeten. Op verschillende plaatsen langs de terrassenmaas staat de matige tot slechte kwaliteit van het grondwater de ontwikkeling van kwelgraslanden in de weg. Vooral hoge sulfaatgehalten zijn problematisch (Overkamp e.a., 2018).



FIGUUR 5.14 PRINCIPESCHETS VAN KWELMOERAS EN KWELRIJK GRASLAND IN OUDE GEULRELICHTEN OP HET LAAGTERRAS VAN VIERWAARDEN (UIT OVERKAMP E.A., 2018)

RIVIERDALRUIGTES

Ruigtes op voedselrijke bodem

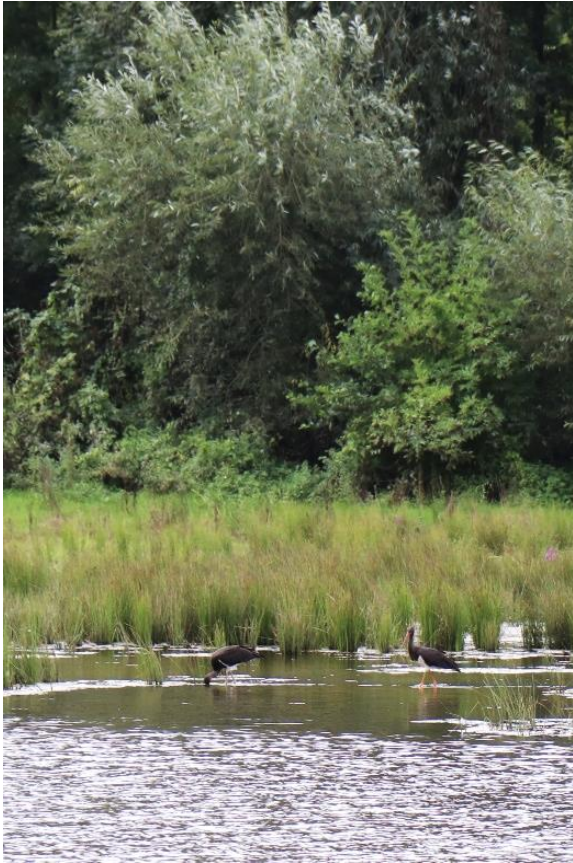
Dicht op de Maas komen op veel plaatsen voedselrijke ruigtes voor. Bij extensivering van beheer vestigen zicht in de ruigtes op de oevergronden soorten als Hopwarkruid, Bont kroonkruid, Wilde marjolein, Groot warkruid, Springzaadveldkers en soms Kleine kaardenbol. Waar veel slib wordt afgezet (laagste delen), wordt het beeld ook bepaalde door veel productieve delen met Grote brandnetel.

Dit is tevens het domein van ruigtevolgels als Bosrietzangers, sprinkhaanzanger en Roodborsttapuit. Opvallend is de terugkeer van verschillende kenmerkende sprinkhanen in langs de Maas. Na Greppelsprinkhaan, keerden halverwege jaren 2000 ook Gouden sprinkhaan en Moerassprinkhaan terug op de Maasoeveren rond Vierwaarden. Aanvankelijk bij Lottum, de natuurterreinen rond Venlo (Berckterveld, Maasveld Tegelen) en de Stalberg (Peters e.a., 2008; Peters, 2009), maar inmiddels wijder verbreid.

Ook in de breuksteenoeveren staan vaak voedselrijke ruigtes met naast soorten als Poelruit en Echte valeriana, opvallend genoeg regelmatig ook Grote pimpernel, dat een echte 'Terrassenmaassoort' blijkt te zijn (o.a. Berckterveld, Roobeek, Blericker Nak en Lottum).

Ruigtes op schrale bodem

De voedselrijke ruigtes aan de Maas wijken sterk af van ijlere ruigtes en zomen die zich op de hogere en meer zandige laagterrassen kunnen ontwikkelen. Deze zijn doorgaans veel soortenrijker, met weinig 'productieve' ruigtesoorten als Grote brandnetel of Akkerdistel. In plaats daarvan zien we Gewone agrimonie, Welriekende agrimonie (veel in Barbara's Weerd) Rapunzelklokje, Moeslook, Witte munt en Kruisbladwalstro. Deze ijle, soortenrijke ruigtes zijn ook rijk aan dagvlinders, sprinkhanen en tal van andere insecten.



FIGUUR 5.15 HET RECENT AANGELEGDE EN HERSTELDE KWELGEULENGBIED VAN DE OUDE MAASARM BIJ MEERLO, MET BIJZONDERE SOORTEN ALS ZWARTE OOIEVAAR (LINKS), STELTCLUUT EN LEPELAAR (FOTO'S BART PETERS).

GRONDWATERGEVOED MOERAS

Laagterrasgeulen

Dit is het belangrijkste onderscheidende ecotoop ten opzichte van veel andere riviertrajecten in Nederland, waar het niet of slechts zeer weinig voorkomt. De grondwatergevoede geulen en kwelmilieus van de Terrassenmaas bieden plaats aan heel eigen levensgemeenschappen, van zeggenmoeras en Moerasspirearuitges, met o.a. Bosbies, Holpijp, Reuzenpaardenstaart, Dotterbloem en Adderwortel, maar ook zeldzaamheden als Rietorchis en Paarbladig goudveil. In H4 is al ingegaan op de (potentiële) ligging van deze milieus in het gebied van Vierwaarden.

In de geulen van het oude vlechtende riviersysteem van het laagterras (zie H2) zien we over het algemeen lange, mineraalrijke kwel uitreden, rijk aan ijzer. IJzer heeft het vermogen om te binden met fosfaten en daarmee de trofiegraad van het water (voedselrijkdom) naar beneden te halen.

Dit soort grondwatergevoede kennen een zeer rijke fauna, mede door de goede waterkwaliteit. Zeldzame broedvogels als Steltkluut, Porseleinhoen en Kleinste waterhoen, naast bv. Watersnip en Waterral. Waar hoge helofieten (riet, lisdodden, hoge zeggen) tot ontwikkeling komen, vestigen zich karekieten, rietzanger, Cetti's zanger en zelfs Roerdomp. Daarnaast vormen de moerassen belangrijk foerageergebied voor Zwarte ooievaar, Lepelaar, IJsvogel en Kwak en jachtgebied voor Oeverzwaluwen, Bruine kiekendief en Boomvalk. Die laatste soort jaagt op libellen die in grote aantallen en variatie in dit soort moerassen voorkomen, met soorten als Glassnijder, Bruine korenbout, Bruine glazenmaker en Blauwe breedscheenjuffer (figuur 5.16).

De grondwaterrijke moerasgeulen zijn uitermate geschikt voor een scala aan amfibieënsoorten. Geulen met overgangen naar elzenbroekbos en struweel kunnen Boomkickers vestigen. Boomkickers hebben sinds ca. 20 jaar nieuwe populaties op de Maasduinen rond Vierwaarden, waaronder in het Vreewater nabij Lomm (Crombaghs e.a., 2012). Inmiddels worden Boomkickers op meerdere plaatsen rond het Maasdal bij Vierwaarden aangetroffen. Ook voor Ringslang, Poelkikker en Kamsalamander is dit in principe geschikt biotoop, maar door het droogleggen en in cultuurname van de Maasgeulen komen deze soorten momenteel niet meer voor. Daarnaast komen nu al soorten als zeggekorfslak, Spaanse vlag, Moerassprinkhaan en Bever voor die deels een beschermde status genieten vanuit Natura 2000.



FIGUUR 5.16 BOOMKIKKER EN BLAUWE BREEDSCHEENJUFFER (FOTO'S GUS KURSTJENS EN BART PETERS).

Middenterras

In de oude pleistocene boogmeanders van het middenterras (zie H2) treedt vaak grondwater uit dat minder lang in de grond heeft verbleven (korte(re) kwel), en derhalve minder ijzerrijk is. Hier zien we soorten die voor die specifiek zijn voor de contactzone langs het hoogterras en de dekzandvlakte, waarin de rivier ook geen rol meer speelt, waaronder snavelzegge, draadzegge, duizendknoopfonteinkruid, waterdrieblad, Blaaszegge en wateraardbei (Overkamp e.a., 2018). Soms treedt deze kortere kwel ook wel op plaatsen waar het laagterras op de oostoever direct aan de Maasduinen grenst.

Grondwater direct langs de Maas

Omdat hoge gronden soms dicht aan de rivier grenzen kunnen zich lokaal ook kleine kwelsituaties direct langs de Maas voordoen. Bijzonder is de recente vondst van de kwelindicator Hangende zegge bij Genooierveld (waarneming.nl), en bij de Barbara's Weerd treffen we Paarbladig goudveil langs een greppelmonding (Peters e.a., 2008).

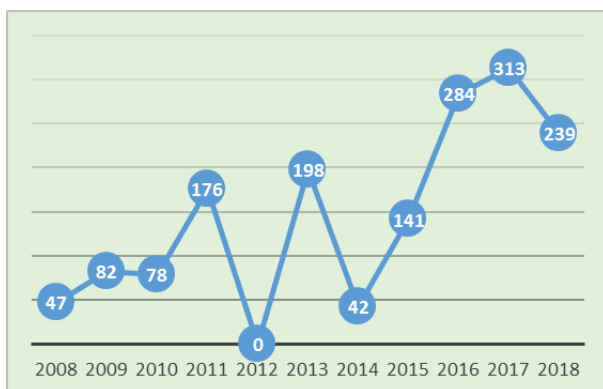
NATUURLIJKE PIONIERSITUATIES EN OEVERSTEILWANDEN

Zoals eerder beschreven hebben pioniersituaties van zandbanken en droogvallende oevers door verstuwung nauwelijks meer kans langs de Noord-Limburgse Maas. Ook op de hoger gelegen weerden is nauwelijks sprake van droogvallende milieus, omdat het grondwater vaak bepalend is voor de waterstanden, en dit een redelijk constant niveau kent.

Recent ontstaan op kleine schaal weer wat zandige oevers op locaties waar door Rijkswaterstaat oeverbestortingen zijn verwijderd/verlaagd. Dit proces is zeker rond Vierwaarden nog niet voldoende ver gevorderd om zandstrandjes te krijgen die boven de dagelijks golfslag van de scheepvaart uitkomen. De vraag is ook of dit bij voortschrijdende oevererosie zal gebeuren. Deze milieus zullen dus zeldzaam blijven langs de Maas en alleen tijdelijk door bijvoorbeeld graafwerk ontstaan (bv. thans rond de zandwinning van Lomm en rond project Ooijen-Wanssum).

Oeversteilwanden zijn wel nog steeds kansrijk en kenmerkend voor het Maassysteem rond Vierwaarden (zie § 3.4 en 4.3.3). De Terrassenmaas daardoor bij uitstek geschikt voor grote aantallen Oeverzwaluwen, IJsvogels en in toekomst mogelijk ook Bijeneters, die in de steilwanden hun broedholten maken. Figuur 5.16 toont de ontwikkeling van het aantal nestterritoria in steilwanden langs de onderzochte oevertrajecten (op basis van monitoring KRW en monitoring SOVON/J.J. Bakhuizen). Ondanks een grillig verloop van het aantal nestholten (wat eigen is aan deze pioniersoort), is een duidelijke stijgende trend zichtbaar: enkele tientallen in 2008 naar ca. 300 in het topjaar 2017. We zitten daarbij nog wel ver af van de aantallen van begin jaren '70, voor het aanleggen van bestorting in de Maasoevers. Toen kende de Maas meer dan 1700 broedpaar Oeverzwaluwen (data Herman Leijts).

Ook zijn de oeversteilwanden van belang voor een scala aan bijzondere graafbijen en graafwespen en daarmee voor daarop parasiterende soorten goudwespen en Oliekever. Ook spelen vrij eroderende steiloevers een belangrijke rol bij sedimenthuishouding van de Maas en sedimentbeschikbaarheid, dat vervolgens afgezet kan worden in ondiepe oeverdelen en op oeverwallen. Plantensoorten als Bilzekruid, Slangenlook, Slanke mantelanjier, Pijpbloem en veel andere stroomdalsoorten en bolgewassen zijn hier weer van afhankelijk.



FIGUUR 5.17 AANTAL NESTHOLEN VAN OEVERZWALUW LANGS DE MAAS (DATA: MONITORING MASOEVEERS RWS EN DATA JAN JOOST BAKHUIZEN/SOVON, FOTO RAN SCHOLS).

HET ZOMERBED VAN DE RIVIER

Zoals hiervoor beschreven heeft het zomerbed van de Maas sinds begin 20^e eeuw belangrijke veranderingen ondergaan, waarbij de ecologie van het systeem sterk gewijzigd is. Met name de verstuwings in combinatie met de nog steeds matige waterkwaliteit, zijn van invloed geweest hierop.

We zien dat onder meer terug in de soortensamenstelling van de visfauna, die vooral bepaald door vissen van stilstaand water (eurytope soorten) en nauwelijks meer door stroominnende (rheofiele) soorten. Het aantal rheofiele (en limnofiele) soorten lijkt recent zelfs te dalen. Ook in biomassa scoort de Terrassenmaas slecht voor vissen (Reeze, 2020). Daarnaast zien we de laatste jaren in alle rivieren een sterke influx van invasieve exoten, waaronder veel grondelsoorten uit Oost-Europa. De meest algemeen voorkomende soorten zijn door de jaren heen Blankvoorn, Baars, Brasem, Winde, Zwartbekgrondel en Pos. Een belangrijke ontbrekende schakel in de oevers van de Maas lijkt oeverbos te zijn, dat via overhangende takken en inhangende wortels en rivierhout zorgt voor foerageergebied en beschutting voor met name juveniele vis. Dit is ook cruciaal voor allerlei macrofaunasoorten die hechten aan rivierhout, maar ook afhankelijk zijn van bladval in het water.

Ook de huidige ecologische toestand voor macrofauna (kleine onderwaterfauna) is niet florissant ('ontoereikend' volgens KRW-normering). In de Maas worden nauwelijks kenmerkende riviersoorten aangetroffen. Bovendien zijn veel soorten achteruit gegaan of verdwenen. Exoten hebben een belangrijk aandeel in de levensgemeenschap. Op stenen in de oevers behoort inmiddels tot 90% van het aantal individuen tot deze groep (Reeze e.a., 2020). Af en toe wordt langs de Terrassenmaas wel Beekrombout gezien (Peters e.a., 2009-2013), maar aangenomen wordt dat het daarbij vooral om 'drift' gaat vanuit goed ontwikkelde zijbeken als het Geldernsch-Nierskanaal en de Swalm.

Opvallend is de opmars van Rivierfonteinkruid langs de hele Maas, vermoedelijk door een combinatie van betere waterkwaliteit (minder troebel) en warmer rivierwater (figuur 4.21; Kurstjens e.a., 2010). Nadat de soort al langere tijd in het Maasplassengebied voorkwam werd vondst bij Velden begin jaren '90 de eerste vondst in de Grensmaas gedaan (Cortenraad & Mulder, 1994). Inmiddels staat de soort langs talloze oevers en draagt ze bij aan een beter leefgebied voor onderwaterfauna. Andere waterplanten als schedefonteinkruid en Gele plomp zijn schaars langs de oevers van de Terrassenmaas.

5.3 De relatie met de hogere zandgronden

5.3.1 GRADIËNTEN EN OVERGANGEN

Kenmerkend voor het Terrassenmaassysteem rond Vierwaarden is een overstromingsvlakte die op tal van plaatsen direct overgaat in hogere zandgronden, met alle gradiënten die daarbij horen. Overal vinden we overgangen van grondwater naar rivierwater, van zuur naar kalkrijk, van droog klapzand naar rivierklei en van natte vennen naar droge stroomruggen en paraboolduinen.

Het is bovendien bijzonder dat deze bijzondere deelgebieden op veel plaatsen nog relatief goed verbonden zijn. En waar dat niet het geval is zijn verbindingen vaak relatief eenvoudig te herstellen. 'Zandsoorten' als Hazelworm, Zandhagedis, Boskrekkel en Zwarte specht zien we hierdoor tot in het Maasdal voorkomen. En populaties van Veldkrekkel, tal van overstromingsgevoelige dagvlinders en Das overleven eenvoudig grote overstromingen. Ze kunnen binnen korte tijd vanuit de hogere gronden weer het rivierdal koloniseren.

5.3.2 2 VOOR DE PRIJS VAN 1

Voor PAGW betekent dit een vergezicht met bijzondere mogelijkheden. Op termijn zouden kritische soorten als Kraanvogel en Zwarte ooievaar juist hier kansrijk kunnen zijn, omdat ze over verschillende biotopen heen voorkomen. Denk aan rustig broedgebied op de Maasduinen, maar ook geschikt foerageergebied in zowel gebieden als het Heerenven (de Hamert) als de grondwatergevoede Maasgeulen (bij Ooijen en Roobeek). Elk

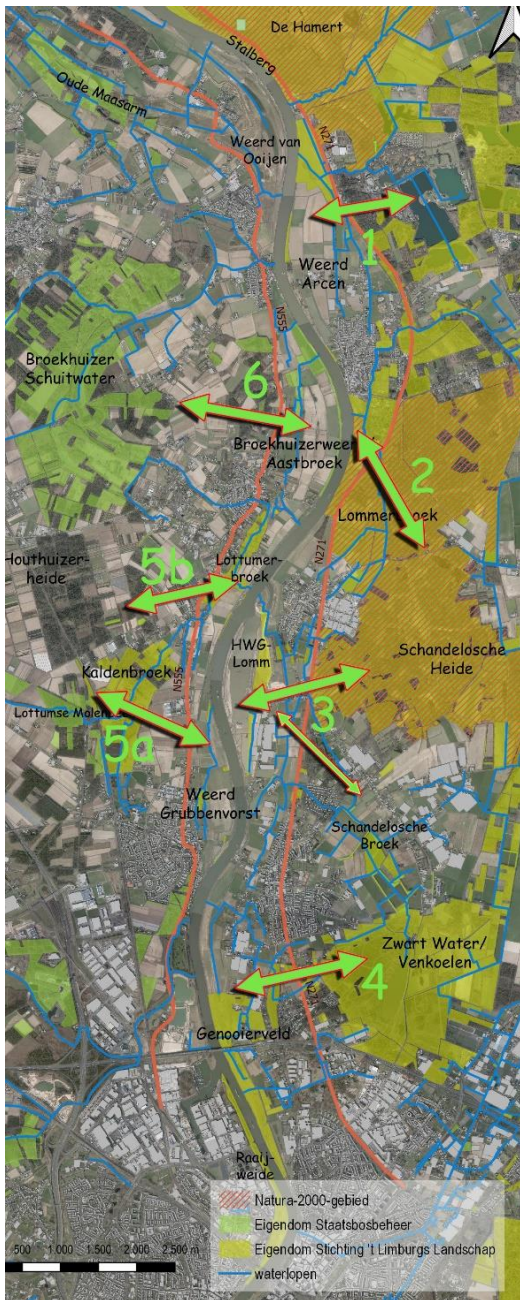
areaal natuur dat hier in het Maasdal gerealiseerd wordt, maakt direct onderdeel uit van een veel grotere eenheid. Dit speelt dwars op de Maas, richting de Maasduinen, maar ook langs de Maas, met in noordelijke richting het project Ooijen-Wanssum en naar het zuiden toe de natuurterreinen van Venlo (Maascorridor). Zeldzaamheden die nu vrijwel beperkt zijn tot de Maasduinen, als Grauwe klauwier, Boomkikker, Kamsalamander en Knoflookpad, kunnen even zo goed weer in het Maasdal voorkomen, waarmee ze ook een bredere basis aan natuurlijke biotopen krijgen. Met name Stichting het Limburgs Landschap heeft met het oog hierop de laatste decennia ook verschillende grondaankopen gedaan rond het Maasdal van Vierwaarden. Dit kan ook een effectieve maatregel zijn om de N2000-opgaven die in de Maasduinen spelen verder vorm te geven.



FIGUUR 5.18 BIJ DE STALBERG LIGT HET MAASDAL DIRECT OP DE HEIDEGEBIEDEN VAN DE MAASDUINEN. DE N271 VORMT NOG EEN BELANGRIJKE BARRIÈRE. AAN DE OVERKANT IS DE WEERD VAN OOIJEN INMIDDELS HERINGERICHT MET EEN GETRAPTE HOOGWATERGEUL (NIET OP FOTO) WAARIN GRONDWATER EEN BELANGRIJKE ROL SPEELT (FOTO JOOP VAN HOUDT/BEELDBANK RIJKSWATERSTAAT).

5.3.3 ECOLOGISCHE VERBINDINGSZONES MAASDAL-ZANDGRONDEN

Net buiten het plangebied, bij natuurgebied de Stalberg, is deze relatie nu al duidelijk zichtbaar (figuur 5.18). Enerzijds omdat de Hamert hier direct aan de Maas grenst, maar ook omdat we mede door het natuurbeheer dat hier gevoerd wordt ook de 'zandsoorten' zien voorkomen langs de rivier. Er zijn daarnaast nog een aantal zones waar beperkte bebouwing aanwezig is tussen het Maasdal en de bos- en natuurgebieden op hogere gronden (figuur 5.19). In alle gevallen vormen de Rijkswegen N271 (oostoever; Gennep-Venlo) en N555 (westoever; Broekhuizen-Blerick) wel belangrijke fysieke barrières.



FIGUUR 5.19 DE BELANGRIJKSTE ECOLOGISCHE VERBINDINGSZONES TUSSEN HET MAASDAL EN DE DROGE HEIDEGEBIEDEN EN BROEKGEBIEDEN OP DE HOGERE GRONDEN. ZIE VOOR DE NUMMERING DE TEKST IN § 5.3.3.



FIGUUR 5.20 EEN BEVERDAM VAN DE LOTTUMSE MOLLENBEEK ZORGE DE LAATSTE JAREN VOOR DE VORMING VAN EEN GROOT BEEKDALMOERAS IN DE BENEDENLOOP ROND HET LOTTUMSE BROEK (FOTO BART PETERS).



FIGUUR 5.21 KIEMING VAN WILGEN IN EEN NET AANGELEGDE WEERDVERLAGING BIJ OOIJEN. HIERBIJ IS KWEL AANGESNEDEN IN EEN GOED DOORLATENDE GRINDRIJKE LAAG (PROJECT OOIJEN-WANSSUM, 2019). DIT VORMT NAAR VERWACHTING DE EERSTE AANZET TOT EEN WILGEN-ELZENBOS (FOTO BART PETERS).

Op de oostoever gaat het dan om:

1. De verbinding Weerd van Arcen met de Dorperheide.
2. De verbinding Barbara's Weerd met het Lommerbroek.
3. De verbinding van Maasdal tussen Lomm en Velden met de Schandelosche Heide en Schandelosche Broek.
4. De verbinding van Genooierveld e.o. met het Zwart Water/De Venkoelen.

Op de westoever gaat het om:

5. De verbinding Broekhuizerweerd/Aastbroek met het Broekhuizer Schuitwater / Tienraysche en Swolgender Heide.

6. De verbinding van de Weerden van Lottum/Lottumerbroek en Grubbenvorst met de het Kaldenbroek en de Houthuizerheide.

De nummering correspondeert met de verbindingspijlen in figuur 5.19.

5.3.4 OMGANG MET BEKEN

Geen enkele Nederlandse riviertak kent zoveel zijbeken, die bovendien vaak een stromend karakter hebben (bijv. het Geldernsch-Nierskanaal of de Schelkensbeek) als de terrassenmaas. Verschillende grotere beken zijn belangrijke leefgebieden voor bijzondere beek- en rivierissen (Beekprik, Beekrombout, Bosbeekjuffer, tal van kokerjuffers, haften en eendagsvliegen), die de (gestuwde) Maas alleen nog als migratieroute kunnen gebruiken. Veel van deze soorten komen via drift ook weer in de Maas voor (Peters, e.a., 2007).

In de grotere beeksystemen profiteren deze levensgemeenschappen van het optreden van spontane meandering en oevererosie en daarmee het versterken van de onderwatermorfologie. Hierbij speelt de aanwezigheid van beekbegeleitend bos, dat bij oevererosie ook in de beek valt (en mag blijven liggen) een belangrijke ecologische rol. Het Geldernsch-Nierskanaal vormt (ondanks een gegraven ontstaansgeschiedenis) mede door het grote verval en zandige omgevingsubstraat een fraaie referentie voor zo'n natuurlijk functionerend beekstelsel. In het projectgebied van Vierwaarden is dit ook van belang voor de Lottumse Molenbeek, hoewel de loop van deze beek ook verlengd en over delen aangelegd is.

Zoals eerder beschreven zijn de meeste (kleine) beken rond Vierwaarden echter gegraven lossingen, bedoeld om de oude grondwatergevoede moerassen in de restgeulen af te wateren. Ze hebben doorgaans ook geen groot achterland of belangrijke functie als paaigebied voor vissen. Verschillende kleine lossingsbeken hebben daarnaast te kampen met droogval en onvoldoende debiet in droge perioden. Zo liggen de Vorstermolenbeek (nabij Velden) en de Stepkensbeek (in de Océweerd noordelijk van Venlo) grote delen van het jaar volledig droog (Peters e.a., 2007; Peters e.a., 2017). In dat soort gevallen dient ook terughoudend omgegaan met het 'optrekbaar' maken van beken of met het 'vergroten van de connectiviteit'. Immers, herstel van stroomopwaarts gelegen kwelmoerassen en bijbehorende levensgemeenschappen (rijk aan o.a. amfibieën, libellen en andere limnofiele macrofauna) heeft daar niet altijd baat bij. Een zekere isolatie kan ecologisch juist van belang zijn. Bij de grotere beken met een reëel achterland, zoals het Geldernsch-Nierskanaal, Lottumse Molenbeek, de Niers of de Swalm, kan vervolgens nog steeds ingezet worden op meer 'klassiek' herstel van het lokale beekstelsel, onder meer door verwijderen van oeverbestortingen, bevorderen van oeverbos en rivierhout en waterplantengroei (zie ook § 6.1.6.).



FIGUUR 5.22 LINKS: DE DROOGGEVALLEN LATBEEK NABIJ VELDEN IN 2017, NET BOVENSTROOMS VAN DE DOORGANG IN DE WINTERDIJK; RECHTS: DE MONDING VAN DE LATBEEK MET KLEPDUIKER EN BETONDREMPEL (FOTO'S BART PETERS).

6. Leidende principes

6.1 Inleiding

Om vanuit de karakteristieken van de Maasvallei effectief richting te kunnen geven aan toekomstige ingrepen worden in dit slothoofdstuk de systeemkenmerken vertaald in 'leidende principes' (hoofdstuk 7). Deze principes helpen zowel bij het kiezen tussen (integrale) ruimtelijke oplossingen in het gebied, als bij het concreet vormgeven van maatregelen en ingrepen. Hieronder worden 5 hoofdprincipes beschreven op basis van de belangrijkste systeemkenmerken uit deze analyse. Deze zijn vervolgens vertaald naar relevante ontwerp- en ontwikkelprincipes, die concreet toegepast kunnen worden in projecten en programma's.

In het project Vierwaarden zijn vanuit de doelstelling 'ruimtelijke kwaliteit' al de nodige kwaliteitsprincipes voor het project geformuleerd, die zullen dienen als beoordelingskader voor alle initiatieven. De leidende principes die hierna worden beschreven zijn in eerste aanleg bedoeld voor de projectonderdelen waar(mee) ook de ambities van de PAGW worden ingevuld. Ze zijn echter even zo goed bruikbaar voor het project Vierwaarden als geheel en bouwen in belangrijke mate ook voort op de kwaliteitsprincipes van dit project.

Naast de toepassing voor de PAGW kunnen deze principes ook helpen bij andere projecten waarin onder meer gewerkt wordt aan hoogwaterveiligheid, duurzamer rivierbeheer, natuurherstel of delfstofwinning, zoals Kaderrichtlijn Water (Rijkswaterstaat als trekker), het Deltaprogramma Maas en op langere termijn eventuele 'systeemmaatregelen' die vanuit IRM in dit corridorgebied worden uitgewerkt.

6.2 Maak aard, reliëf en ouderdom van de terrassen leidend

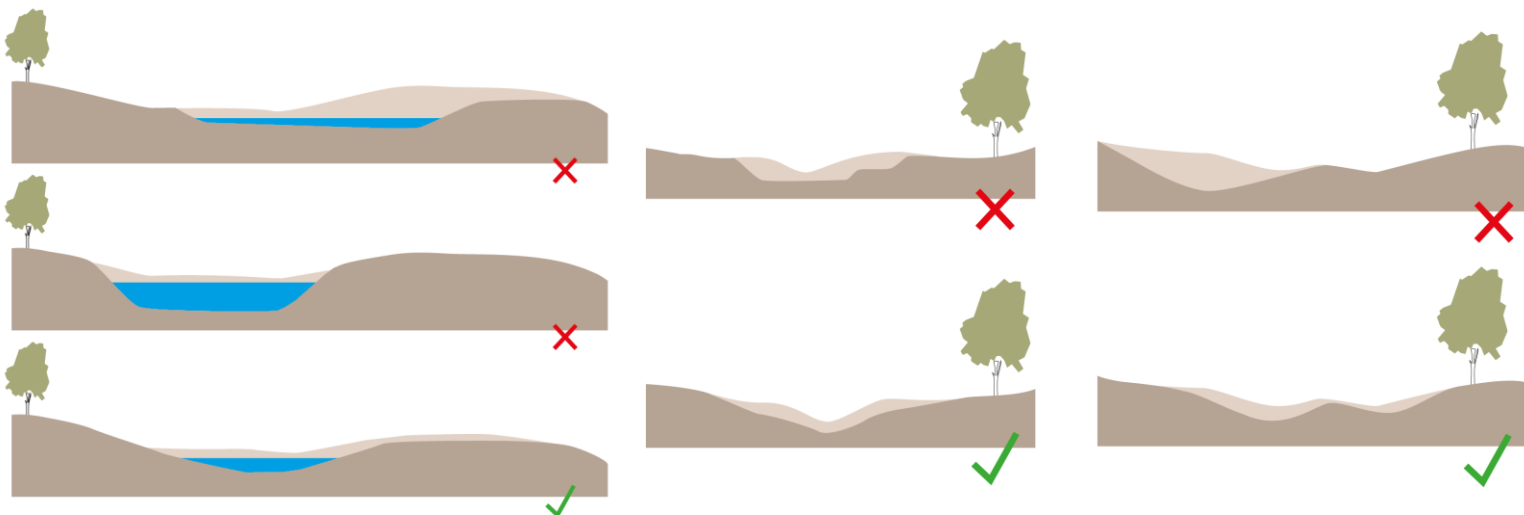
6.2.1 SYSTEEMKENMERKEN

- De Terrassenmaas kent een bijzondere geomorfologische en geologische ontstaansgeschiedenis, die zich vertaalt in een unieke landschappelijke en ecologische eigenheid en variatie. Kenmerkend zijn oude rivierterrassen, waarop geulrelicten en stroomruggen als fossiele overblijfselen van 'een Maas van lang geleden' bewaard zijn gebleven. Dit soort structuren worden niet meer gevormd door de Maas van tegenwoordig.
- De rivierterrassen lopen getrapt op, de jongste laag dicht bij de Maas, de oudere hogerop, verder van het zomerbed af. De terrasovergangen vormen natuurlijke grenzen van de overstromingsvlakte van de Maas. Er is dus geen klassieke scheiding tussen binnendijkse komgronden en buitendijkse uiterwaarden (behalve rond enkele recent aangelegde dijken)
- Langs de Terrassenmaas is doorgaans sprake van relatief ingetogen en ondiepe geulrelicten, waarin grondwater domineert boven rivierwater, of met een droog karakter. Slechts heel lokaal zijn relicten van recent gevormde geulstructuren aanwezig die rivierwater gedomineerd waren (m.n. het eiland Kaldenbroeckerweerd en de Blericker Nak).
- Buiten de geulrelicten zijn de terrassen, zowel de oudere holocene als de pleistocene terrasgronden, relatief droog van karakter met een beperkte overstromingsduur (geen 'wetlands' maar 'drylands').
- Vooral de oude terrasranden zijn van bijzondere geologische en landschappelijke waarde en kennen ook goede potenties voor zeldzame natuurwaarden (o.a. stroomdalflora, rijke insectenfauna, hardhoutstruwelen).

6.2.2 ONTWERP- EN ONTWIKKELPRINCIPES

- Sluit bij plannen en ruimtelijke ontwikkelingen aan bij de karakteristieken van het betreffende rivierterras.
- Behoud de bijzondere reliëfrijke structuur. Behoud / versterk de oude terrasranden en de structuur van droge, hoog gelegen terrasgronden en natte, kwelwatergevoede geulrelicten. Hou deze leesbaar en herkenbaar, mede omdat veel terrasranden in het verleden al vergraven en verdwenen zijn.
- Deze structuren vormen tevens een mal voor de ligging en dimensionering van ruimtelijke ingrepen, als rivierversuimingsmaatregelen, kwel- en hoogwatergeulen, situering van bebouwing, nieuwe dijken en kleiwinningslocaties.

- Terughoudendheid met verlagen en vergraven van de terrasgronden, zowel in de geulen als op de droge gronden. Wordt er gekozen voor verlaging of geulaanleg, vraagt dit om een subtiele/bescheiden aanpak waarbij ondiep grondwater wordt aangesneden of de recente kleilaag/bouwvoor wordt afgegraven. Het bestaande reliëf wordt hierbij gerespecteerd en/of versterkt (zie figuur 6.1), bijvoorbeeld door reliëfvolgend aan te haken bij aanwezige natuurlijke laagten en hoge ruggen. Verwijdering van verrijkte (vaak kleiige) toplagen is doorgaans ecologisch positief, omdat dit leidt tot schralere uitgangssituaties op meer minerale zand- en leembodems.
- Te grote vergravingen en verlagingen leiden al snel tot permanente schade aan het terrassenlandschap en onderliggende processen. Grote, dynamische neven- of hoogwatergeulen zijn in feite net zo systeemvreemd voor dit riviertraject als de grote grindplassen van het Maasplassengebied.
- Houdt er rekening mee dat een verlaging van terrasgronden weliswaar leidt tot een groter doorstroomprofiel, maar ook tot verhoging van slibafzet op voorheen relatief slibarme (laagterras)gronden, en daarmee een aanvoer van nutriënten en verontreinigingen en meer kans op ruigte-ontwikkeling.
- Behoud de kenmerkende relatief hoge rivieroeveren, met lokaal steilwanden/steile overgangen. Terughoudendheid met het verlagen en afgraven van de directe Maasoeveren.
- Terughoudendheid met omputten. Als er voor omputten wordt gekozen, dan worden deze zo onzichtbaar mogelijk opgenomen in droge delen van de terrasgronden. Omputlocaties blijven beperkt van omvang en worden afgewerkt op oorspronkelijk maaiveld en met relatief zandig materiaal (laagterraskwaliteit) (zie inrichtingsconcept in figuur 6.2). Geen aanleg van denkgrondbergingen in geulen. Dit blokkeert kwelstromen (figuur 6.3) en leidt tot voedselrijke bodems met een slechtere, meer troebele waterkwaliteit.

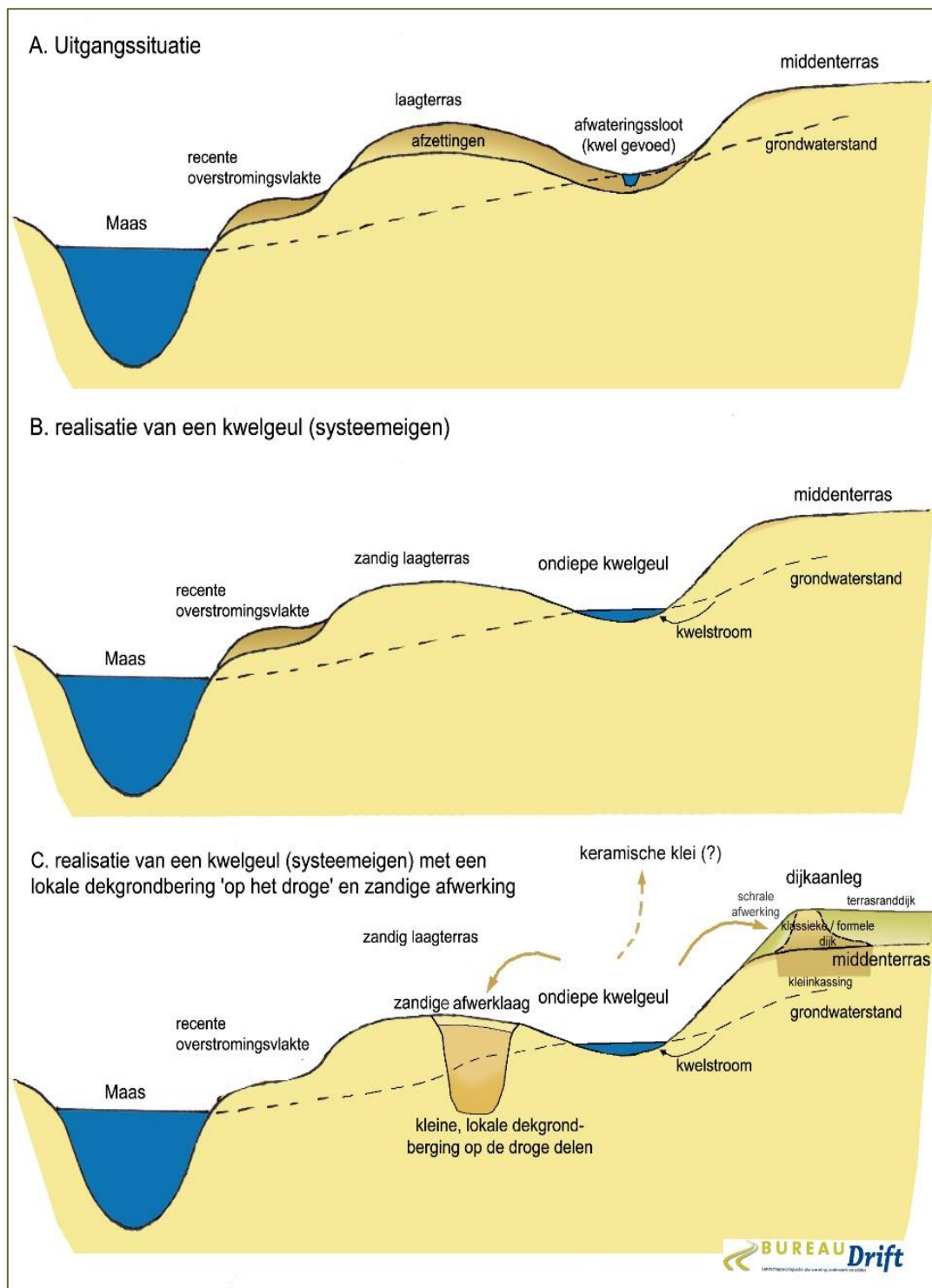


FIGUUR 6.1 PRINCIPE VAN RELIEFVOLGEND EN ONDIEP WERKEN IN DE GEULRELICHTEN VAN DE TERRASSENMAAS (UIT KWALITEITSKADER DEEL 1 EN 2 PROJECT OOIJEN-WANSSUM)

6.3 Herstel de kwel

6.3.1 SYSTEEMKENMERKEN

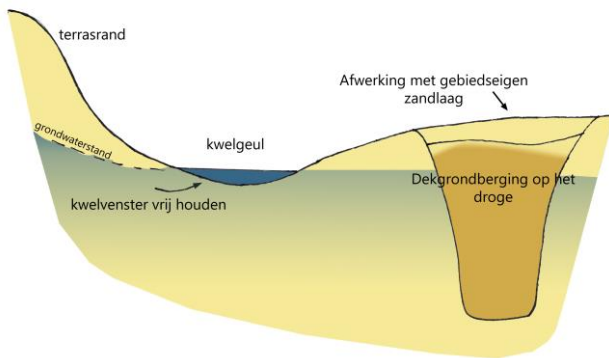
- Bijna alle geulrelicten liggen relatief hoog boven de rivier op de 'fossiele' rivierterrassen en vangen vooral grondwater af vanuit naastgelegen, hogere terrassen. Grondwater is in deze geulen dominant boven rivierwater.
- Uittredende grond-/kwelwater leverde vanouds rijke het kwel- en moerasgebieden op tegen de flanken van de oude rivierterrassen (terrasranden). Om deze gebieden te ontwateren werden al vroeg in de geschiedenis lossingen en 'graafen' aangelegd, die het grond- en regenwater versneld naar de Maas gingen afvoeren. Veruit de meeste 'beken' langs de Terrassenmaas zijn derhalve ook geen natuurlijke beken maar gegraven lossingen en afwateringen.
- Sommige gronden hebben door de verstuwung van de Maas een hogere grondwaterstand gekregen, waardoor vooral op de lagere terrassen (recente overstromingsvlakte) het grondwater minder diep zit.



FIGUUR 6.2 WEERGAVE VOOR EEN INRICHTINGSCONCEPT VOOR DE AANLEG GRONDWATERGEOEDE GEULEN LANGS DE TERRASSENMAAS . ER IS SPRAKE VAN RELATIEF ONDIEPE GEULEN WAARIN GRONDWATER DOMINANT IS. WANNEER DE BOVENLAAG IN HET GEBIED MOET WORDEN AFGEZET KAN EVENTUEEL GEWERKT WORDEN MET EEN KLEINE DEKGRONDBERGING. DEZE IS ECHTER BEPERKT VAN OMVANG EN BEVINDT ZICH OP HET DROGE DEEL VAN DE TERRASGRONDEN, EN WORDT ZO MOGELIJK SCHRAAL AFGEWERKT. HIERDOOR WORDEN KWELVENSTERS IN DE GEULEN NIET BËINVLOEDT EN KAN GRONDWATER ZELFS OPGEZET WORDEN (UIT PETERS, 2010).

6.3.2 ONTWERP- EN ONTWIKKELPRINCIPES

- Behoud en herstel de kwelgevoede milieus aan de flanken van terrasranden, bijvoorbeeld door het dichtn van afwateringen en gegraven 'beken' (zie ook § 6.4), of door het ondiep verlagen van bestaande geulrelicten tot op het grondwater.
- Maak bij de aanleg/het verlagen van geulen grondwater leidend boven rivierwater.
- Zorg voor het optimaal benutten van grondwater door de ondergrond zandig te houden en 'kwelvensters' open te houden (zie principeschetsen in figuur 6.2 en 6.3). Zorg er daarbij voor dat er sprake is van relatief ondiepe (eventueel gecompartmenteerde) geulen, die in breedte en lengte aansluiten bij de ingetogen dimensies van het Maasterrassenlandschap.
- Voorkom aangetakte geulen, waarin de rivier (buiten hoogwaterperioden om) rechtsreeks invloed heeft. Deze sluiten niet aan bij de kenmerken van dit riviersysteem. Bovendien leidt dit ecologisch tot minder aardevolle milieus (met name t.o.v. mesotrofe grondwatergevoede geulen) onder meer vanwege de meer voedselrijke (eutrofe) en troebele waterkwaliteit, versterkt door golflslag en zuigwerking van de scheepvaart.
- Optimaliseer de (water)kwaliteit van grondwatergevoede systemen, onder meer door voedselrijk landbouwwater om te leiden en bemesting en biocidegebruik in naast gelegen terreinen te voorkomen.



FIGUUR 6.3 PRINCIPE VAN HET OPENHOUDEN VAN KWELVENSTERS, OOK MET DE AANWEZIGHEID VAN EEN DEKGRONDBERGING, WAARBIJ DE BERGING ALLEEN IN HET DROGE DEEL VAN DE WEERD WORDT VERWERKT EN SCHRAAL (ZANDIG) WORDT AFGEWERKT. RECHTS: HET RECENT AANGELEGD KWELGEULENGEBIED IN DE OUDE MAASARM BIJ MEERLO MET LEPELAARS (FOTO BART PETERS).

6.4 Herstel kenmerkende hydro- en morfodynamiek

6.4.1 SYSTEEMKENMERKEN

- Kenmerkend voor de Terrassenmaas zijn de relatief steil oplopende rivieroeveren, zeker in bovenstroomse richting. Morfologische processen van erosie en zandafzetting concentreren zich daardoor in een relatief smalle zone dicht op de rivier. Verder van de rivier is zijn hoge stroomsnelheden en een hoge mate van morfodynamiek minder kenmerkend (laagdynamische grondwatergeulen en terrasgronden).
- Door de aanleg van stuwen zijn (potentiële) steilwanden enerzijds minder hoog geworden, anderzijds verloopt het erosieproces sneller doordat de waterlijn zich meer op één hoogte concentreert.
- Door verstuwning is er ook nauwelijks meer ruimte voor zandige oevermilieus. De beperkte beschikbaarheid van zand zorgt er ook voor dat oeverwalvorming op de relatief hoge oevers maar beperkt optreedt.
- De aanwezigheid van oeversteilwanden biedt specifieke kansen voor broedvogels als Oeverzwaluw en IJsvogel en tal van gravende insectensoorten, die hier hoge dichtheden bereiken. Het recent verwijderen van oeverbestorting heeft in hoge mate bijgedragen aan het herstel van deze milieus.
- Inzetten op (voortplantings)habitat en levensgemeenschappen van stromend water is vanwege verstuwning niet erg kansrijk. Bovenstrooms in het stuwpaand wordt het effect van de verstuwning wel minder groot, met ten zuiden van Venlo weer een relatief ondiepe rivier met langere perioden van stromend water.

6.4.2 ONTWERPPRINCIPES

- Zet in op herstel van hydromorfologische processen dicht langs de rivier, waar ze vanouds ook optreden.

- Zet, binnen de beperkingen van de gestuwde rivier, in op herstel van vrij eroderende oevers en vergroten van zandbeschikbaarheid, waarmee ook (kleinschalige) oeverwalvorming weer op gang kan komen. Behoud hierbij het beeld van de relatief hoge rivieroevers.
- Streef naar een herstel van de sedimenthuishouding van de rivier door zomerbedverdiepingen en uitnemen van sediment te voorkomen (conform doelen van POW-IRM).
- Indien zich de mogelijkheid voordoet, zet dan in op verlaging van het stuwpeil, onder meer om perioden met stromend water te verlengen en beekmondingen minder op te stuwen.
- Herstel zijbeken vanuit hun systeemkenmerken:
 - Voor gegraven 'beeklossingen' (meestal zonder reëel achterland) betekent dit in eerste aanleg het dempen of opzetten van beken en beekmondingen en daarmee opnieuw vernatten en ontwikkelen van de oorspronkelijke kwelgebieden en grondwatergevoede geulrelicten tegen de flanken van het Maasdal.
 - Bij grote, oorspronkelijke beken (Niers, Swalm), met reëel achterland (Geldernsch-Nierskanaal of Lottumse Beek bv) betekent dat het herstel van processen als vrij meandering, oevererosie, aanzanding, toestaan van rivierhout, vrije waterplantengroei en het opheffen van barrières.

6.5 Verbind en vergroot gebieden

6.5.1 SYSTEEMKENMERKEN

- De Terrassenmaas, en daarbinnen het gebied van Vierwaarden, wordt gekenmerkt door een directe relatie tussen enerzijds de lagere weerden langs de rivier en anderzijds de hogere zandgronden van de Maasduinen (oostelijk) en de dekzandgronden (westelijk). Bijna nergens in Nederland is deze relatie zo sterk en ook relatief goed te herstellen.
- Landschapsecologisch is in feite sprake van één gebied over de grenzen van het Maasdal heen. Dit maakt het gebied extra kansrijk voor een veel grotere soortenrijkdom met onder meer soorten die gevoelig zijn voor overstromingen (tal van dagvlinders, zoogdieren, reptielen) en afhankelijk zijn van meerdere landschapstypen (bv. broedgebieden vs. foerageergebieden).
- Veel flora en fauna die nu (bijna) beperkt zijn tot het Maasduinengebied, kunnen in potentie even zo goed in het Maasdal voorkomen (denk aan Grauwe klauwier, Kraanvogel, Zwarte ooievaar, Hop, Boomkikker, Kamsalamander, Veldkrekkel, Gevlekte witsnuitlibel, Kleine weerschijnvlinder, Teunisbloempijlstaart etc.).

6.5.2 ONTWERP- EN ONTWIKKELPRINCIPES

- Voeg areaal toe aan natuurgebieden waar spontane ontwikkeling, al dan niet volgend op de juiste inrichtingsprincipes, de vrije hand krijgt.
- Verbind gebieden onder meer door:
 - ze te beheren als grote aaneengesloten eenheden. Sluit in beheer bijvoorbeeld aan op bestaande natuurgebieden als Ooijen-Wanssum, Roobeek (Rode Beek), Barbara's Weerd en Genooierveld (Océweerd).
 - Dit onder meer van belang om populaties te verbinden en soorten nieuwe plekken koloniseren.
 - Het behouden en versterken van 'groene' overgangen tussen het rivierdal en de hogere zandgronden (figuur 5.19). Zorg voor het opheffen van barrières (bv. de rijkswegen N271 en N555) en realiseer een beheer over de grenzen van beide landschapstypen heen (o.a. koppeling met Nationaal Park de Maasduinen).
 - het ontwikkelen van een netwerk 'natte gebieden', met grondwatergevoede geulen en kwelgebieden in het Maasdal en vennen en voedselarme wateren op de hoge gronden. Dit is expliciet niet hetzelfde als het verbinden van deze gebieden en wateren via (bestaande) watergangen en beken. Veel wateren op met name de hoge gronden zijn immers juist gebaat bij een zekere mate van isolatie (geen roofvis en exoten, o.a. van belang voor bv. amfibieën, libellen en andere macrofauna).
 - Te zorgen voor verbinding stroomop- en stroomafwaarts, waardoor een netwerk van leefgebieden ontstaat, soorten kunnen migreren en 'hotspots' verbonden worden. Denk hierbij aan de relatie met Ooijen-Wanssum en de natuurgebieden van de Maascorridor in Venlo en Tegelen.

6.6 Het systeem bepaalt

6.6.1 SYSTEEMKENMERKEN

- De aanwezigheid van hoge, relatief zandige terrasgronden en terrasranden, van grondwatergevoede milieus en de relatie met de hoge zandgronden (zie verderop) maakt dit gebied (vanuit haar landschapsecologisch systeemkenmerken) bij uitstek geschikt voor de realisatie van hardhoutoibos, grondwatergevoed (zeggen)moeras, nat (elzen)broekbos, droge struweelgraslanden en droge soortenrijke (stroomdal)graslanden.

6.6.2 ONTWERP- EN ONTWIKKELPRINCIPES

- Biedt in gebieden ruimte aan natuurlijke processen en spontane (vegetatie)ontwikkeling. In de systeembenadering van PAGW komen soorten en habitats terug als resultante van het herstel van kenmerkende processen en structuren (ook op niet heringericht gronden, waar alleen het beheer veranderd).
- Dit betekent ook een beheer waarbij kenmerkende ecotopen als hardhoutoibos, kwelmoerassen en schrale (stroomdal)graslanden zich in hoge mate spontaan en ongehinderd kunnen ontwikkelen. Door ruimte te bieden aan spontane ontwikkeling, vestigen natuurwaarden en habitats (ecotopen) zich als vanzelf en met minimale beheerinspanning op de meest logische locaties. De kenmerken van het riviersysteem gaan zich optimaal vertalen in de vegetatie en soortensamenstelling van het gebied. Voorkom onnodige beheerinspanning gericht op doelsoorten en onnodige ruimtelijke vastlegging van locaties voor doelsoorten en doelhabitats, en beweeg mee met het dynamische rivierenlandschap.
- Werk tegelijkertijd aan het op orde krijgen van randvoorwaarden ('drukfactoren') voor een goede ecologische ontwikkeling, zoals het verbeteren van rivier- en grondwaterkwaliteit, stikstofreductie, verdrogingsbestrijding en het opheffen van migratiebarrières.
- Organiseer om dit te bereiken professioneel natuurbeheer op relevante terreinen en zo weinig mogelijk fragmentatie in losse beheerorganisaties en -eenheden.
- Organiseer tevens voldoende (rivierkundige) beheerruimte en mogelijkheden voor verruwing (vegetatie) in projecten en vergunningen.



ILLUSTRATIE PETER VELDT / © BUREAU DRIFT (UIT PETERS, 2019)

Literatuur

- Asselman N., H. Barneveld, F. Klijn en A. van Winden, 2018. Het verhaal van de Maas. De Maas uit balans? Eigen uitgave.
- Berendsen, H., 2004. De vorming van het land. Inleiding in geologie en geomorfologie. Van Gorcum en Comp B.V., Assen.
- Buijse T. & G. Geerling, 2018. Data-analyse en evaluatie monitoring NVO Maas. Deltares, Delft. Rapportnr 11201679-000.
- Calle, P., G. De Knijf, G. Kurstjens & B. Peters, 2007. Actuele en historische libellenfauna van de Grensmaas. Natuurhistorisch maandblad, 96(10): pp. 269-277.
- Chrzanowski, C., 2018. Monitoring en evaluatie natuur(vriende)lijke oevers Maas; ecologie en morfologie Datarapportage 2017. Deltares, Delft.
- Cohen, K., E. Stouthamer & H. Berendsen, 2002. Fluvial deposits as a record for Late Quaternary neotectonic activity in the Rhine-Meuse delta, The Netherlands. Netherlands Journal of Geosciences / Geologie en Mijnbouw 81 (3-4): 389-405 (2002).
- Cohen Stuart, 1959, 1958. Terreinschriften opgesteld naar aanleiding van het onderzoek van de droge graslanden aan rivieren en beken met kalkhoudend water in de jaren 1954-1958. Archief Universiteit Wageningen, Wageningen.
- Cortenraad, J. & T.J.D Mulder. (1994). Uit de flora van Limburg. *Natuurhistorisch Maandblad*, 83(3), 52–53.
- Crombaghs, B., G. Kurstjens, H. Bussink, J. Heuvelmans & T. Wetjens, 2012. De terugkeer van de Boomkikker in de Zuidelijke Maasduinen; Op weg naar een duurzame populatie? *Natuurhistorisch Maandblad*, jaargang 101 | 9, pp. 157-163.
- Dijk, van H., B. Graatsma & J. van Rooy, 1981. Droge stroomdalgraslanden langs de Maas. Wetenschappelijke mededelingen KNNV, KNNV, Hoogwoud.
- Ecologische Autoriteit, 2023. Advies over de Natuurdoelanalyse Maasduinen, provincie Limburg. Ecologische Autoriteit, Utrecht.
- Garjeanne, A., 1900. Uit Midden-Limburg. *De Levende Natuur* 5 (5-6), pag. 119-125.
- Garjeanne, A., 1909. Botanische varia. *De Levende Natuur* 14 (5), pag. 89-90.
- Garjeanne, A., 1914. De verarming van de Venlosche flora. *Jaarboek van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg 1914*, pag.133–140.
- Garjeanne, A., 1917. De plantengroei om Venlo. *De Levende Natuur* 22 (5), pag. 173-185.
- Garjeanne, A., 1924. Heelbeen (*Holosteum umbellatum*). *De Levende Natuur* 29 (2), pag. 38-45.
- Garjeanne, A., 1926. De levensgeschiedenis van de Mantelanjelier. *De Levende Natuur* 31 (2), pag. 33-45.
- Garjeanne, A., 1936. De waterval van de Tasbeek. *De Levende Natuur* 41 (3), pag. 72-72.
- Heijmans, J., 1918. Maasexpeditie 8 tot 12 Juli 1918; Verslag Phanerogame planten. In verslag van het biologisch onderzoek van de Maas en hare oevers. *Jaarboek 1918, Natuurhistorisch Genootschap in Limburg* pag. 113-
- Helmer, W., W. Overmars & A. Van Winden, 1999. Toekomst voor een zandrivier, locatiestudie Stevensweert-Mook. In opdracht van de Stichting Milieufederatie Limburg, Stichting het Limburgs Landschap, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en Wereldnatuurfonds. Bureau Strooming, Laag-Keppel.
- Hoek, W., E. Lammertsma, S. Bohncke, J. Bos, F. C. Kasse, J. Schokker & W. Westerhoff, 2017. Lateglacial and early Holocene vegetation development and fluvial system changes in the northern Meuse valley, the Netherlands: a review of palynological data. *Netherlands Journal of Geosciences- Geologie en Mijnbouw* | 96-2 pag. 93–114.
- Hoogerwerf, G., B. Crombaghs & S. Janssen, 1995. Fauna- en vegetatiekartering en beheervisie voor het Nationaal Park De Hamert i.o.; bijlagerapport. In opdracht van LNV en Stichting het Limburgs Landschap. Bureau Limes Divergens, Nijmegen.
- Isarin, R., E. Rensink, R. Ellenkamp & E. Heunks 2015: Archeologische Verwachtingskaart Maasdal tussen Mook en Eijsden. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort. www.archeologieinnederland.nl.
- Maas. Wageningen Environmental Research i.o.v. Programmabureau KRW/DHZ Maasregio. Wageningen.
- Kurstjens, G., B. Peters & K. van Looy, 2010. De flora van het Maasdal. Ontwikkelingen van bijzondere soorten sinds de start van natuurontwikkeling. project Maas in Beeld. Kurstjens Ecol. Advies/Bureau Drift, Beek-Ubbergen/Berg en Dal.
- Mennema, J., A. Quené-Boterenbrood & C. Plate, 1985. Atlas van de Nederlandse flora 2. Zeldzame en vrij zeldzame planten. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht.

- Merx, C. & J. Klein Breteler, 2004. Bemonstering van adulte rheofiele vissen in nevengeulen bij Gameren en Opijnen in 2001. Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (OVV) i.o.v. RIZA-Lelystad
- Nederlandse Vereniging voor Libellenstudie. 2002. De Nederlandse Libellen (Odonata). Nederlandse Fauna 4. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV uitgeverij & European Invertebrate Survey-Nederland, Leiden.
- Overkamp, B., G. Verhoeff, R. Mulders, I. van Hamersveld, W. Jansen of Lorkeers, S. Buykx & W. Nawara, 2018. Herstel en ontwikkeling van kwelmilieus langs de Terrassenmaas. Studie in opdracht van OBN/VBNE, Arcadis.
- Peters, B., 2002. Successie van Natuurlijke Uiterwaardlandschappen. Rapport in kader van IRMA-studie "Cyclic Rejuvenation of floodplains". Universiteit van Nijmegen/Bureau Drift.
- Peters, B., E. Weeda, T. Teunissen & L.-J. van de Berg, 2004. Rimpjes (*Corrigiola litoralis* L.) terug in het rivierengebied. *Gorteria* 30 (2004).
- Peters, B., 2005. Vrij eroderende oevers langs de Maas – Landschapsecologisch Streefbeeld. Studie in opdracht van Rijkswaterstaat Limburg Bureau Drift, Berg en Dal.
- Peters B. & M. Maris, 2006. Op weg naar natuurlijke Maasoevers. *Natuurhistorisch Maandblad* 95 (6), pag. 147-154.
- Peters, B., K.-J. van de Herik & G. Kurstjens, 2007. Streefbeelden en herstelmaatregelen voor beekmondingen langs de Maas (deel 1 en 2). Studie in opdracht van Rijkswaterstaat, Waterschap Roer en Overmaas, Waterschap Peel en Maasvallei en Waterschap Aa en Maas. Bureau Drift, Berg en Dal.
- Peters & Kurstjens, 2008. Maas in Beeld. Succesfactoren voor een natuurlijke rivier, syntheserapport. Programma Maas in Beeld (www.maasinbeeld.nl). Bureau Drift/Kurstjens Ecologisch Advies, Berg en Dal/Beek-Ubbergen.
- Peters, B., G. Kurstjens & P. Calle, 2008. Maas in Beeld: Resultaten van 15 jaar ecologisch herstel. deel 3. Zandmaas. Projectgroep Maas in Beeld. Bureau Drift/Kurstjens Ecologisch Advies, Berg en Dal/Beek-Ubbergen.
- Peters, B. & G. Kurstjens & P. Calle. 2008. Maas in Beeld. Resultaten van 15 jaar ecologisch herstel. Gebiedsrapport 3: De Zandmaas. Programma Maas in Beeld. Bureau Drift, Berg en Dal/Kurstjens Ecologisch Adviesbureau, Beek-Ubbergen.
- Peters, B., P. Calle & I. Niemeijer, 2008-2013. Monitoring Maasoevers 2009/2010/2011/2012/2013. Ecologische monitoring van heringerichte en natuurlijke Maasoevers (landgedeelte). In opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst. Bureau Drift, Berg en Dal.
- Peters, B., G. Kurstjens & P. Calle, 2009. De vegetatie van de Stalberg. Een Zandmaasgradiënt optima forma. *Natuurhistorisch Maandblad* 98/7, pag. 138-147.
- Peters, B. 2010. De Zandmaas: Ecologie en historische veranderingen van een terrassenrivier. Boekbijdrage jubileumboek *Natuurhistorisch Genootschap*. Natuurhistorisch Genootschap in Limburg, Roermond.
- Peters & Kurstjens, 2011. De ontwikkeling van de stroomdalflora langs de Maas; relaties met inrichting en beheer. Artikel *Nat historisch Maandblad*.
- Peters, B. & J. Rademakers, 2016. Streefbeeld- en systeembeschrijvingen KRW-projecten Maasdal. In het kader van MIRT2, 4e tranche Kaderrichtlijn-Waterprojecten In opdracht van Rijkswaterstaat Zuid-Nederland.
- 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, i.s.m. Bureau Waardenburg.
- Peters, B., 2019. De Maasterrassen, Perspectieven voor de levensader van Limburg; Visie op ruimtelijke ontwikkeling en hoogwaterveiligheid in het Noord-Limburgse Maasdal. Visie in opdracht van Stichting het Limburgs Landschap, Wereld NatuurFonds, Ark en Staatsbosbeheer.
- Peters, B. m.m.v. R.-J. Bijlsma & G. Maas, 2021. Ooibossen, Van Ooievaar tot Stroomlijn en verder. Uitgave van het kennisnetwerk "Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit" (OBN), VBNE, Zeist.
- Prinz, L., A. Schäfer, T. McCann, T. Utescher, P. Lokay & S. Asmus, 2016. Facies analysis and depositional model of the Serravallian-age Neurath Sand, Lower Rhine Basin (W Germany). *Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijnbouw* page 1-21.
- Provincie Limburg. 2019. N2000-plan Maasduinen (145) 2019-2025. Provincie Limburg, Maastricht.
- Provincie Limburg, 2022. Natuurdoelenanalyse Maasduinen. Provincie Limburg, Maastricht.
- Reeze, B., W. Liefveld, J. Postma, H. Barneveld, N. van Kessel, H. van der Jagt, T. Smit, H. Coops, D. Tjabbes - Van der Gaag, 2020. Watersysteemverkenning Maas. In opdracht van Rijkswaterstaat.
- Renes, J., 1999. Landschappen van Maas en Peel, een toegepast historisch-geografisch onderzoek in het streekplangebied Noord- en Midden-Limburg. Proefschrift Universiteit van Wageningen, Wageningen.
- Rijkswaterstaat, 1891. Verslag aan de Koningin over de openbare werken in het jaar 1890. De Gebroeders van Cleef, 's Gravenhage.
- Rijkswaterstaat, 1923, 1927. Kanalisatie van de Maas in Nederland. Verslag over de werkzaamheden van de werken in het jaar 1923, 1927. Firma Gebr. Van Cleef, 's Gravenhage.
- Rijkswaterstaat, 1956. Nota Afkalving Maasoevers, Gedeelte Wessen-Mook. Rijkswaterstaat Limburg, Maastricht.

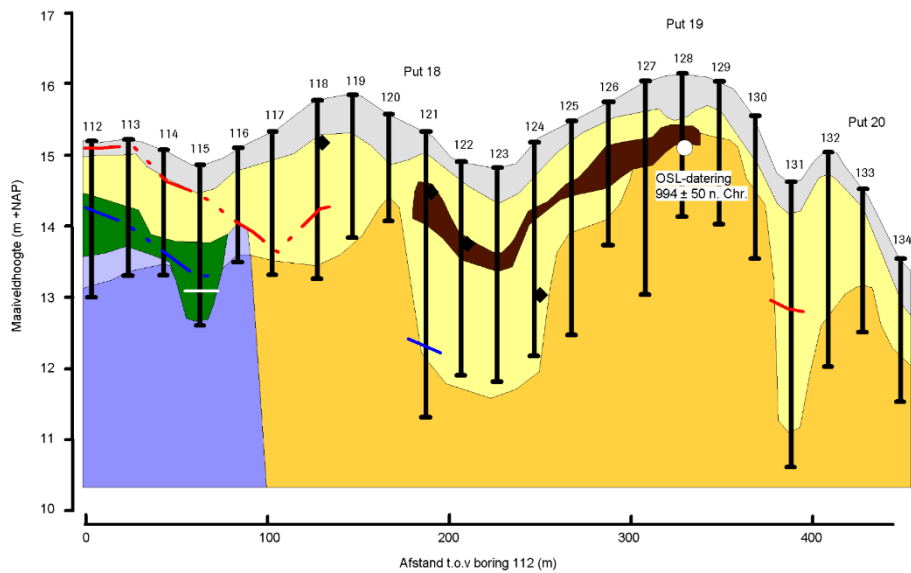
- Rijkswaterstaat, 1962. Nota Normaliseringplan van de Maas gedeelte Neer-Mook, vaststelling en verzekering van zomerbed-oeverlijnen. Rijkswaterstaat Limburg, Maastricht.
- Rijkswaterstaat, 1964. Plaatselijke vastlegging van de zomerbedoevers van de Maas tussen Neer en Mook. Rijkswaterstaat Limburg, Maastricht.
- Schaepkens van Rimpst, 1933. De kanalisatie der Maas. Een kwart eeuw van actie voor de bevaarmaking dezer rivier. Gedenkboek van de "Maasvereniging in Limburg" bij haar 25-jarig bestaan. Publiciteitsbureau "Veldeke", Maastricht.
- Schipper, P., L. Renaud & E. van Boekel, 2019. Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas. Wageningen Environmental Research, Wageningen. rapport No. 2931.
- Strootman Landschapsarchitecten, 2018. Maasbreed ruimtelijk kader, positionering, kansen en ambities in relatie tot veiligheidsmaatregelen. in opdracht van het Deltaprogramma Maas en Atelier X (Ministerie BZK).
- Willemse, A., 1912. Noord-Limburg ten oosten van de Maas. De Levende Natuur 17 (14), pag. 206-212 en 326-328.
- Willemse, A., 1918. De flora van Noord-Limburg. Jaarboek van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg 1918, pag.165–177.
- Willemse, A., 1919. De flora van Noord-Limburg. Jaarboek van het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg 1919, pag.153–162.
- Wolf, R.J.A.M., A.H.F. Stortelder, R.W. de Waal, K.W. van Dort, S.M. Hennekens, P.W.F.M. Hommel, J.H.J. Schaminée & J.G. Vrieling, 2001. Ooibossen. Bosccosystemen van Nederland 2. KNNV-Uitgeverij, Utrecht.
- Zuidhoff, F. & J. Huizer, 2015. De noordelijke Maasvallei door de eeuwen heen. Vijftienduizend jaar landschapsdynamiek tussen Roermond en Mook. Inventariserend archeologisch onderzoek 'Verkenning Plus' Project Maasvallei voor vijftien plangebieden.
- Liefveld, W.M., 2011 Handreiking uiterwaardinrichting Maas. Advies bij ruimtelijk plannen en ontwerpen voor de kaderrichtlijn Water. BUWA rapport nr 11-154. i.o.v. RWS Zuid Nederland.
- Van den Herik, K-J. & G. de Vries, 2019. Ruimtelijke kwaliteit Noordelijke Maasvallei, Visie en Leidende principes. Programmteam HWBP Noordelijke Maasvallei. Waterschap Limburg.
- Van Winden, A. & W. Overmars, 1999. Toekomst voor een zandrivier. Deelrapport Geologie, Geomorfologie en Hydrologie. In opdracht van de Stichting Milieufederatie Limburg, Stichting het Limburgs Landschap, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en Wereldnatuurfonds. Bureau Stroming, Laag-Keppel.
- Van Winden, A., K-J. van de Herik & W. Braakhekke, jaartal onbekend. Ontwikkelkader weerden Horst aan de Maas. Een perspectief en leidende principes om een duurzame ontwikkeling van de weerden van Grubbenvorst en Lottum mogelijk te maken. In opdracht van de gemeente Horst aan de Maas.
- Woolderink H., C. Kasse, K. Cohen, W. Hoek & R. Van Balen, 2018. Spatial and temporal variations in river terrace formation, preservation, and morphology in the Lower Meuse Valley, the Netherlands. Cambridge University Press, Open Source.
- Zuidhof, A., J. Lankester, B. Pedroli, G. Maas, W. van Heusden & G. Snels, 2017. Natuurverkenning Grote Rivieren. RVO en WEnR in opdracht van het ministerie van Economische Zaken.

Dankwoord

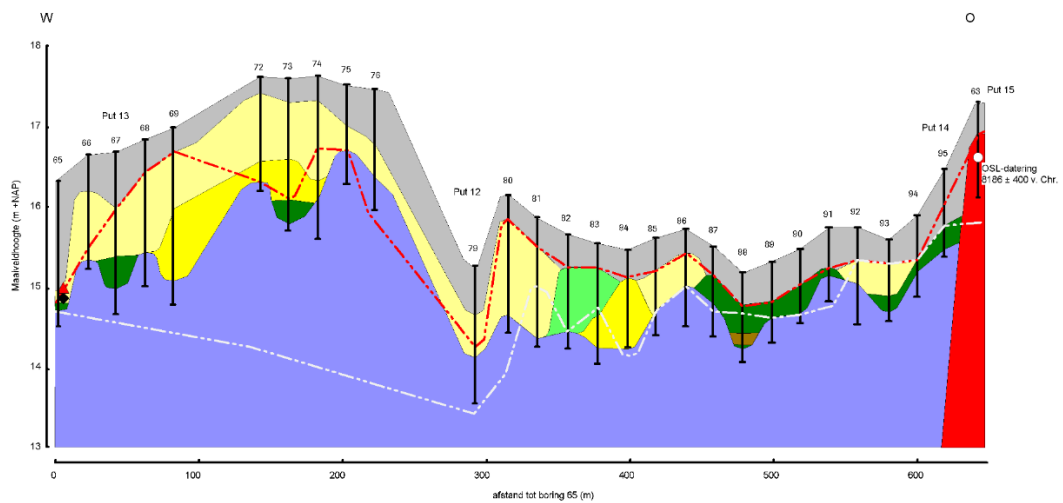
- Hessel Woolderink en Rene Isarin voor zijn bijdrage en meedenken over de geologische opbouw van het terrassenlandschap.
- Peter Veldt was belangrijk bij het tot stand komen van enkele waardevolle illustraties.
- Jan van de Kam voor het gebruik van het fraaie, historische fotomateriaal.
- Het begeleidingsteam van deze systeemanalyse: Keesjan van den Herik, Alphons van Winden, Wendy Vercruyjsse, Martijn Antheunisse, Erik Walboomers, Floris Moolhuijsen, Wouter van Heusden en Maartje Liefding.

Bijlage 1 Bodemprofielen van enkele locaties in Vierwaarden

Naar Zuidhoff en Huizer (2015)

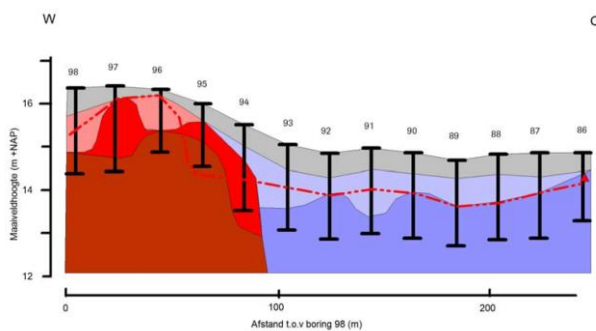


WEERD GRUBBENVORST






















Afb. 22 Lithogenetisch profiel C in plangebied Lomm Oost.

WEERD LOMM

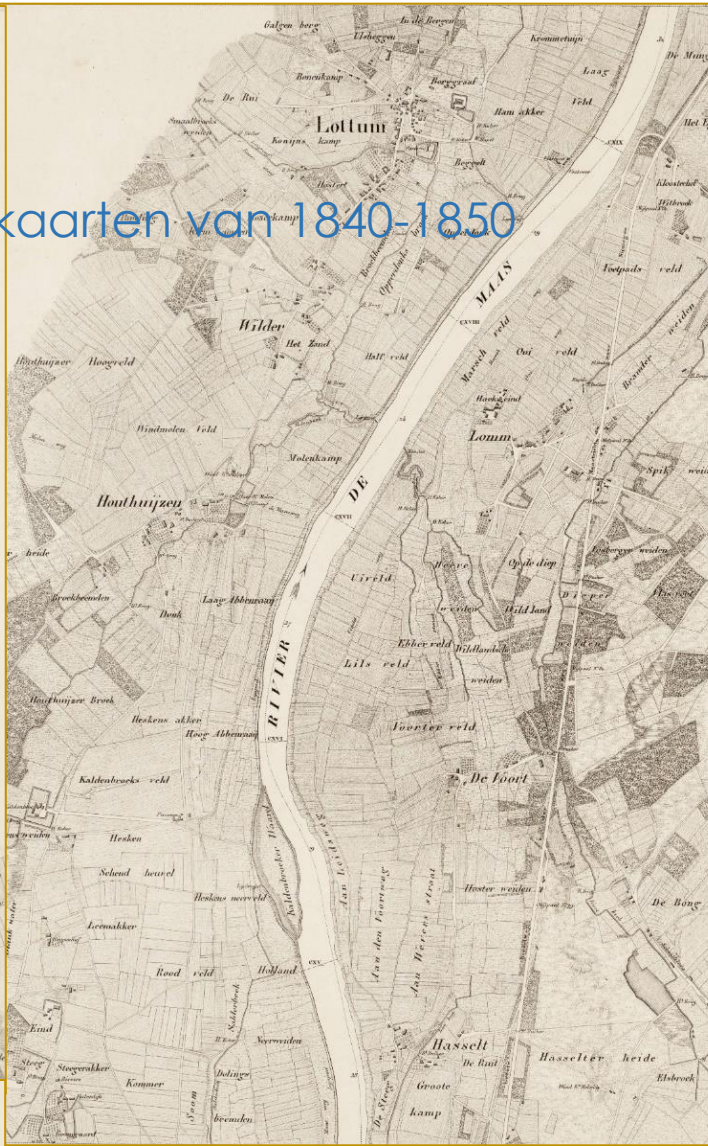


WEERD ARCEN-ROOBEK (BIJ DE STEENING)

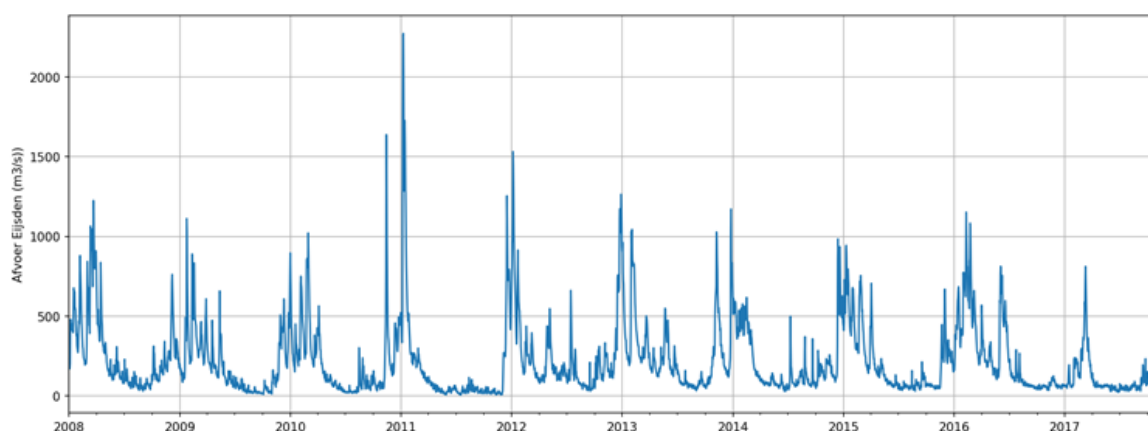
Legenda Morfogenetische dwarsdoorsnedes

geomorfogenetische eenheid	archeologische verwachting	complex	datering
Holoceen			
 oeverwallen op kronkelwaardgeulen - opgevuld met klei	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 oeverwallen op kronkelwaardrug	hoog middelhoog middelhoog	bewoningssporen grafvelden landbouwsporen	Mesolithicum - Neolithicum IJzertijd - Romeinse tijd Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 oeverwallen op restgeulen - opgevuld met klei en/of veen	laag	-	-
 oeverwallen op kom - opgevuld met klei en/of veen	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 beekafzettingen (klei en zand, veelal met humeuze lagen)	laag	-	-
Pleistoceen			
Allerød			
 rivierterras - matig grof zand	hoog	bewoningssporen	laat Paleolithicum - Nieuwe tijd
Bølling			
 rivierterras - matig grof zand	hoog	bewoningssporen	laat Paleolithicum - Nieuwe tijd
Jonge Dryas			
 rivierduinen - op restgeulen	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 rivierduinen - op rivierterras - matig fijn tot matig grof zand op zeer grof zand met grind	middelhoog hoog middelhoog	bewoningssporen bewoningssporen landbouwsporen	laat Paleolithicum - Neolithicum Bronstijd - Romeinse tijd Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 rivierterras, hooggelegen - zeer grof tot uiterst grof zand met grind	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 rivierterras, laaggelegen - zeer grof tot uiterst grof zand met grind	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 restgeulen - opgevuld met klei en/of veen	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 oeverwallen op rivierduinen - op rivierterras matig fijn tot matig grof zand op zeer grof zand met grind	middelhoog hoog middelhoog	bewoningssporen bewoningssporen landbouwsporen	laat Paleolithicum - Neolithicum Bronstijd - Romeinse tijd Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 oeverwallen op rivierterras, hooggelegen - zeer grof tot uiterst grof zand met grind	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 oeverwallen op rivierterras, laaggelegen - zeer grof tot uiterst grof zand met grind	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
 oeverwallen op restgeulen - opgevuld met klei en/of veen	middelhoog	landbouwsporen	Middeleeuwen - Nieuwe tijd
Overig			
 opgebracht			
 afgegraven			
 begraven A-horizont / vegetatiehorizont / archeologische laag			

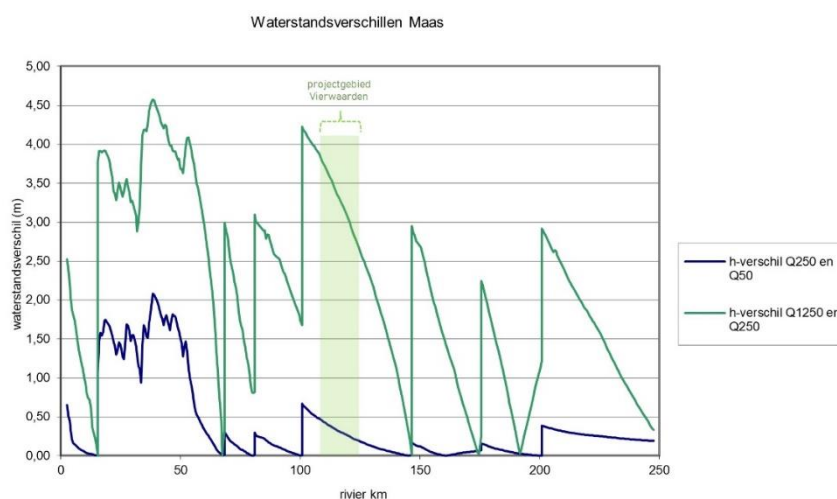
Bijlage 2 Historische rivierkaarten van 1840-1850



Bijlage 3 Aanvullende afvoer- en waterstandsgrafieken



AFVOER BIJ EIJSDEN VOOR DE PERIODE 1 JAN 2008 TOT 1 JAN 2018. IN 2011 IS EEN HOOGWATER ZICHTBAAR VAN CA. 2350 M³/S (BUIJSE & GEERLING, 2018).



WATERSTANDSVERSCHILLEN BIJ VERSCHILLENDE AFVOEREN: BLAUWE LIJN: VERSCHIL TUSSEN LAGE AFVOER (Q50) EN MEDIANE AFVOER (Q250), GROENE LIJN: VERSCHIL TUSSEN MEDIANE AFVOER (Q250) EN BANKFULLAFVOER (Q1250). DE LIJNEN TONEN AAN DAT HET EFFECT VAN DE STUW SAMBEEK BIJ STIJGENDE AFVOEREN VOORAL BOVENSTROOMS VAN DE STUW AL SNEL MINDER WORDT (DATA RIJKSWATERSTAAT).

Bijlage 4 oppervlaktebepaling potentiële, natuurlijke ecotopen

Voor PAGW is het van belang een beeld te hebben van de potentiële arealen aan natuurlijke ecotopen, die passen bij het gebied van Vierwaarden. Met andere woorden: welke ecotopen zijn vanuit het eco-/riversysteem van de Terrassenmaas kenmerkend en in welke verhoudingen. Daarom is als onderdeel van deze systeemanalyse een (indicatieve) analyse gemaakt op basis van oppervlakken aan landschapstypen afgeleid uit de geomorfogenetische kaart, zoals behandeld in hoofdstuk 2. Deze kunnen vrij direct vertaald worden naar zogenaamde fysiotopten (bv. droog laagterras, kwelgevoede geul, zomerbed rivier etc.). Dit blijkt een betrekkelijk goede basis om potentiële arealen van ecotopen te bepalen, omdat hieruit afgeleid kan worden welke oppervlakten er in het gebied liggen aan natte laagtes, grondwatergevoede geulen, droge terrasgronden of juist frequent overstroomde gebieden. Deze kunnen vervolgens vertaald worden naar ecotopen die kenmerkend zijn voor dat soort standplaatsen.

Belangrijk hierbij is echter wel dat het ontstaan van de verschillende ecotopen ook afhangt van het type beheer dat gevoerd wordt en eventueel inrichtingsmaatregelen (bv. vernatting, toplaag verwijdering). Daarbij speelt ook het aspect dat verschillende ecotopen op de zelfde plek in het riviersysteem voor kunnen komen. Zo zal op de droge laagterrasgronden hardhoutoobos kunnen groeien, maar bij een intensiever beheer net zo goed droog, soortenrijk (stroomdal)grasland of struweelgrasland.

Omdat de keuze voor een bepaald beheer (en dus ecotopenverdeling) geen onderdeel is van een systeemanalyse, zijn ecotoopverdelingen voor verschillende beheervarianten uitgewerkt: 1. geen beheer, 2. extensief beheer en 3. intensief beheer. Dit om keuzes in latere fasen te ondersteunen. In de tabellen hieronder zijn de hectares voor ecotopen daarom onder deze drie beheertypen weergegeven. Het verschil tussen geen beheer en intensief beheer geeft ook min of meer de uitersten aan waarin ecotopen in verhouding tot elkaar kunnen voorkomen. Als voorbeeld: onder zeer extensief beheer kan tot meer dan 1200 ha hardhoutoobos gehaald worden, maar bij een intensief terreinbeheer komen we niet verder dan ca. 150 ha (verschil blauwe en groene tabel).

Er is ook afhankelijkheid van eventuele inrichtingswerken. Zo is de potentie voor kwelmoeras en elzenbroekbos waarschijnlijk wat groter, omdat bij de aanleg van nieuwe kwelgeulen de bovenlaag meestal ook in de breedte wordt weggegraven. Daarmee neemt het areaal aan natte grondwaterbeïnvloede gronden dus toe.

Voor het bepalen van de ecotoopverdelingen per fysiotoop (landschapstype) is gebruik gemaakt van data uit Peters e.a. (2002), terreinkennis over de ontwikkeling van bestaande terreinen (o.a. Barbara's Weerd, Broekhuizerweerd, Aastbroek, Roobeek, Stalberg, Ooijen-Wanssum) en expert judgement op basis van de kennis die is opgedaan bij de veldinventarisaties van het programma Maas in Beeld (www.maasinbeeld.nl) en tal van andere terreinbezoeken en inventarisaties langs de Maas.

Op basis hiervan zijn aannames voor de hoeveelheid bos/struweel, ruigte/moerasbegroeiing en grasland gedaan die zich na 75 jaar kan hebben ontwikkeld. 75 jaar is een arbitraire periode, maar het is wel een periode waarin zich alle ecotopen (incl. hardhoutoobos) in enige mate kunnen ontwikkelen.

Aannames voor de procentuele ecotoopontwikkeling na 75 jaar:

Geen beheer

- Droge gronden: droge gronden: 85% bos/struweel, 15% ruigte
- Natte gronden (o.a. de kwelgeulen): 80% bos/struweel, 20% moeras(ruigte)

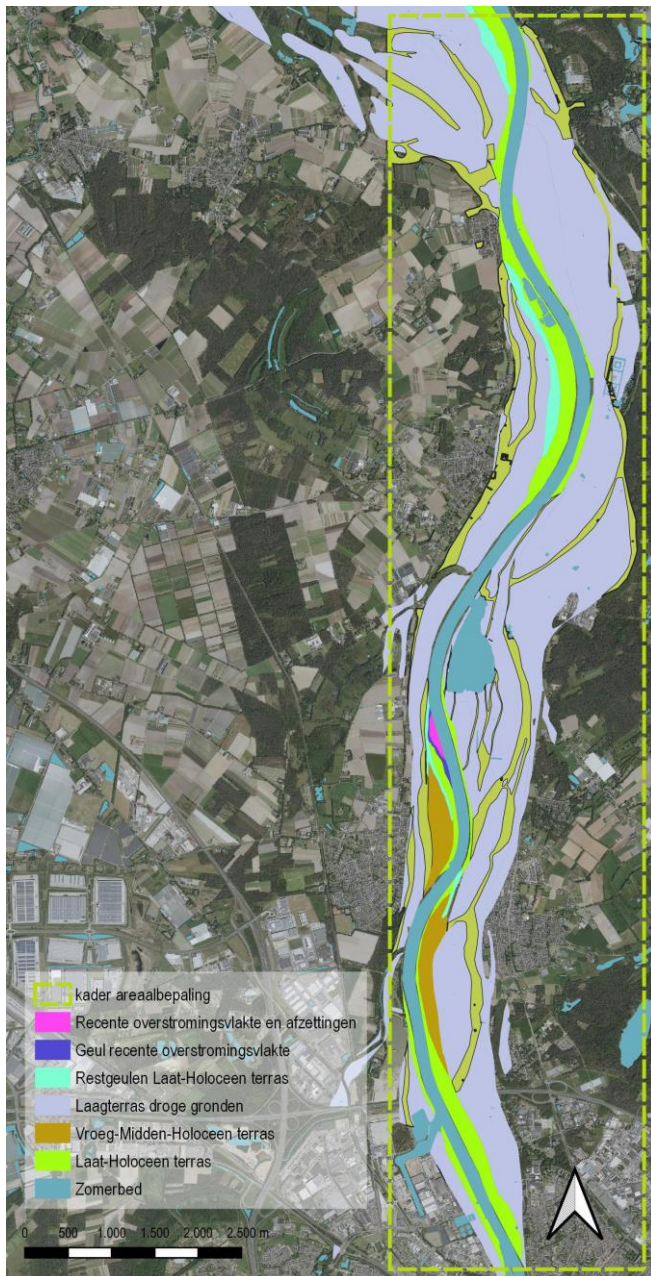
Extensief beheer:

- droge/vochtige gronden: 60% bos/struweel, 20% ruigte, 20% grasland
- natte gronden (kwelgeulen): 60% bos/struweel, 40% moeras

Intensief beheer (bv intensief beweiden, hooilandbeheer)

- droge gronden; 10% bos/struweel, 20% ruigte, 70% grasland
- natte gronden (kwelgeulen): 10% bos/struweel, 70% moeras, 20% grasland

Deze rekenexercitie is in overleg met PAGW en het project Vierwaarden alleen uitgevoerd voor het laagterras en lager gelegen terrassen binnen het kader zoals aangegeven in de figuur hieronder. Het middenterras is buiten beschouwing gelaten omdat het project Vierwaarden hier geen maatregelen voorziet.



KADER WAARBINNEN DE ECOTOOPAREALEN ZIJN BEPAALD.

Kolom1	Kolom2	Kolom3	Kolom4	Kolom5	Kolom6	Kolom7	Kolom8	Kolom9	Kolom10	Kolom11	Kolom12	Kolom13
Variant: geen/zeer extensief beheer		oppervlakten ecotopen (ha)										
droge gronden: 85% bos/struweel, 15% ruigte												
natte gronden (kwelgeulen): 80% bos/struweel, 20% moeras (ruigte in vochtige hw-geul)												
Geomorfogenetische positie	Fysiotoop (% = verhouding droge/vochtige/natte variant)	Totaal	open water (rivier)	Pioniersituaties** (zand- en slikoever)	vochtig grasland	droog (stroomdal) grasland	ruigte	Kwel- moeras	Zachthoutoibo- s****	Elzen- wilgenbroekbos / gemengd essen- elzenbos	Hardhout- (oo)bos/- struweel	Rivier- moeras
Geul recente overstromingsvlakte	Nevengeul/hoogwatergeul	2,93	> 2,49	<0,15	-	-	-	-	0,29	-	-	-
Recente overstromingsvlakte en afzettingen	Vochtige/droge terrasgronden (50%/50%)	3,12	-	-	-	-	0,46	-	1,33	-	1,33	-
Laat-Holoceen terras	Droge/vochtige terrasgronden (80%/20%)	200,52	-	-	-	-	30,08	-	-	-	170,44	-
Laagterras Droge delen (incl. vroeg/midden-Holoceen terras)	Droge terrasgronden (100%)	1272,96	-	-	-	-	190,94	-	-	-	1082,02	-
Laagterras Restgeulen/kwelgeulen	grondwatergevoede geul***	301,27	-	-	-	-	-	173,91	-	241,02	-	-
Restgeulen Laat-Holoceen terras	Droge /vochtige hoogwatergeul (70%/30%)***	42,39	-	-	-	-	6,36	-	10,81	-	25,22	-
Zomerbed	Zomerbed rivier	435,3	> 400	< 20**	-	-	-	-	20,00	-	-	-
Totaal		2258,49	402,49	20,00	0,00	0,00	227,84	60,25	32,43	241,02	1215,35	0

Kolom1	Kolom2	Kolom3	Kolom4	Kolom5	Kolom6	Kolom7	Kolom8	Kolom9	Kolom10	Kolom11	Kolom12	Kolom13
Variant: extensief beheer (bv ext. begrazing)		oppervlakten ecotopen (ha)										
droge/vochtige gronden: 60% bos/struweel, 20% ruigte, 20% grasland*												
natte gronden (kwelgeulen): 60% bos/struweel, 40% moeras (ruigte in vochtige hw-geul), 10% vochtig grasland												
Geomorfogenetische positie	Fysiotoop (% = verhouding droge/vochtige/natte variant)	Totaal	open water (rivier)	Pioniersituaties** (zand- en slikoever)	vochtig grasland	droog (stroomdal) grasland	ruigte (droog en vochtig)	kwelmoeras	zachthoutoibo- s****	Elzen- wilgenbroekbos / gemengd essen- elzenbos****	hardhout(oo)bos /-struweel ****	riviermoeras
Geul recente overstromingsvlakte	Nevengeul/hoogwatergeul	2,93	> 2,49	< 0,15	-	-	-	-	0,29	-	-	0
Recente overstromingsvlakte en afzettingen	Vochtige/droge terrasgronden (50%/50%)	3,12	-	-	0,31	0,31	0,94	-	0,78	-	0,78	0
Laat-Holoceen terras	Droge/vochtige terrasgronden (80%/20%)	200,52	-	-	8,02	32,09	40,10	-	-	-	120,31	0
Droge delen Laagterras (incl. vroeg/midden-Holoceen terras)	Droge terrasgronden (100%)	1272,96	-	-	-	254,59	254,59	-	-	-	763,78	0
Laagterras Restgeulen/kwelgeulen	grondwatergevoede geul***	301,27	-	-	30,13	-	-	90,38	-	180,76	-	0
Restgeulen Laat-Holoceen terras	Droge /vochtige hoogwatergeul (70%/30%)***	42,39	-	-	2,55	5,93	8,48	-	7,63	-	17,80	0
Zomerbed (incl. directe oever)	Zomerbed rivier	435,3	> 400	< 20**	-	-	-	-	<20	-	-	0
Totaal		2258,49	402,49	< 20,15	41,01	292,92	304,11	90,38	< 28,7	180,76	902,67	0

Kolom1	Kolom2	Kolom3	Kolom4	Kolom5	Kolom6	Kolom7	Kolom8	Kolom9	Kolom10	Kolom11	Kolom12	Kolom13
Variant: intensief beheer (bv. maai-beheer, intensieve beweiding evt. met boskap)		oppervlakten ecotopen (ha)										
droge gronden; 10% bos/struweel, 20% ruigte, 70% grasland*												
natte gronden (kwelgeulen): 10% bos/struweel, 70% moeras (ruigte in vochtige hw-geul), 20% vochtig grasland												
Geomorfogenetische positie	Fysiotoop (% = verhouding droge/vochtige/natte variant)	Totaal	open water (rivier)	Pioniersituaties** (zand- en slikoever)	vochtig grasland	droog (stroomdal) grasland	ruigte	Kwelmoeras	zachthoutoibo- s	Elzen- wilgenbroekbos / gemengd essen- elzenbos	hardhout(oo)bos /-struweel	riviermoeras
Geul recente overstromingsvlakte	Nevengeul/hoogwatergeul	2,93	> 2,49	< 0,15	-	-	-	-	0,29	-	-	0
Recente overstromingsvlakte en afzettingen	Vochtige/droge terrasgronden (50%/50%)	3,12	-	-	1,09	1,09	0,93	-	0,15	-	0,15	0
Laat-Holoceen terras	Droge/vochtige terrasgronden (80%/20%)	200,52	-	-	28,07	112,29	40,10	-	-	-	20,05	0
Droge delen Laagterras (incl. vroeg/midden-Holoceen terras)	Droge terrasgronden (100%)	1272,96	-	-	-	891,07	254,60	-	-	-	127,30	0
Laagterras Restgeulen/kwelgeulen	grondwatergevoede geul***	301,27	-	-	60,25	-	-	210,89	-	30,13	-	0
Restgeulen Laat-Holoceen terras	Droge /vochtige hoogwatergeul (70%/30%)***	42,39	-	-	8,90	20,77	8,47	-	1,27	-	2,96	0
Zomerbed	Zomerbed rivier	435,3	> 420	< 20**	-	-	-	-	-	-	-	0
Totaal		2258,49	420	20	98,31	1025,22	304,10	210,89	1,71	30,13	150,46	0

*richtinggevende verdeling ontleend aan getallen van Peters, Geerling & Smits (2002) "Successie van natuurlijke uiterwaardlandschappen", t= 75 jaar

** oeversteilwanden buiten beschouwing gelaten

*** mede afhankelijk van inrichtingswerken

**** mits rivierkundig toegestaan