Dempen van watergangen: een goed idee of niet?

Onderzoeksrapportage

5 juli 2023, Den Bosch | Ons Kenmerk: 22200400

In opdracht van: Waterschap Limburg

Hogeschool voor agro, food en leefomgeving

HAS green academy
Onderwijsboulevard 221
Postbus 90108
5200 MA ’s-Hertogenbosch
Telefoon: 088 890 36 00

Documenttitel:	Dempen van watergangen: een goed idee of niet?
Projectcode:	22200400
Opdrachtgever:	Waterschap Limburg
Contactpersoon:	Mark Kerkhoff
	Ralf Janssen
Projectleider:	Thijs Frenken
Inhoudsdeskundigen:	Wouter Thijs
	Ellen Weerman
Projectleden:	Kevin Pol
	Lotta de Beer
	Niek Bongers
	Esmée Gevers

Plaats: ‘s-Hertogenbosch
Datum: 5 juli 2023
Bron foto titelblad: (FerdinandFahner, n.d.)

De opdrachtgever is gehouden aan het bij de gebruikte geodata geldende copyright.

Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksrapport “Dempen van watergangen: een goed idee of niet?”. Het onderzoeksrapport is geschreven in het kader van een afstudeeropdracht van vier studenten aan de HAS green academy te ’s-Hertogenbosch. Het studententeam bestaat uit studenten van de opleidingen Applied Geo-Information Science, Management van de Leefomgeving en Milieukunde. Van februari tot en met juli 2023 zijn wij bezig geweest met het onderzoek en het schrijven van dit onderzoeksrapport. Het onderzoek naar het dempen van tertiaire watergangen is uitgevoerd in opdracht van Waterschap Limburg.

In de eerste plaats willen wij M. Kerkhoff en R. Janssen, onze opdrachtgevers vanuit Waterschap Limburg, bedanken voor het leuke en uitdagende vraagstuk. Ook willen wij T. Frenken, W. Thijs en E. Weerman bedanken voor hun begeleiding tijdens de beroepsopdracht. Zij hebben ons voorzien van feedback op proces en inhoud waarmee we de samenwerking onderling en de inhoud van de beroepsopdracht hebben kunnen optimaliseren.

Verder willen wij de ecologen, hydrologen, gebiedsbeheerder, adviseur waterkwaliteit en de adviseur Geo Informatievoorziening van Waterschap Limburg en de communicatieadviseur van SamenVoorBiodiversiteit bedanken voor de tijd die zij genomen hebben om hun perspectief op de probleemstelling vanuit hun vakspecialisatie met ons te delen en voor het leveren van de nodige data.

Als laatste willen wij het Kadaster bedanken voor het leveren van de TOP10VECTOR data van 1991 tot en met 2003. Ook willen we de opleiding Applied Geo-Information bedanken voor het leveren van de TOP10NL data van 2009.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Niek Bongers, Esmée Gevers, Kevin Pol en Lotta de Beer.
’s-Hertogenbosch, 5 juli 2023

Samenvatting

Door schaalvergroting en verstedelijking in de laatste eeuw is ongeveer 60% van de landschapselementen, waaronder watergangen, verdwenen. Tegenwoordig verdwijnen er nog steeds landschapselementen door onder meer het dempen van watergangen. Met het dempen van watergangen gaan functies verloren zoals het dienen als verbindingszone voor de verspreiding en uitwisseling van soorten tussen natuurgebieden. Daarnaast verdwijnt door het dempen van watergangen ook de blauwe dooradering van het landelijk gebied. Het Deltaplan Biodiversiteitsherstel heeft de ambitie om een bijdrage te leveren aan het halen van verschillende Europese verplichtingen rondom biodiversiteit. Om deze ambitie te bereiken is het doel gesteld om 10% groenblauwe dooradering van het landelijk gebied te realiseren.

Het was niet bekend hoeveel watergangen zijn gedempt, hoe waardevol deze watergangen waren en of er alternatieve inrichtingsmaatregelen kunnen worden genomen. In dit onderzoek is antwoord gegeven op de centrale vraag: Wat is de impact van de verandering in het areaal aan watergangen op de ecosysteemdiensten en welke alternatieve inrichtingsmaatregelen kunnen genomen worden? Dit onderzoek richt zich op tertiaire watergangen.

Om de veranderingen in het areaal in beeld te brengen is een mutatie-analyse uitgevoerd. Om te bepalen welke bijdragen watergangen leveren aan de ecosysteemdiensten en welke inrichtingsmaatregelen mogelijk zijn is literatuuronderzoek uitgevoerd en hebben expertinterviews plaatsgevonden. De resultaten van de ecosysteemdiensten zijn verwerkt in een multicriteria-analyse (MCA) om de bijdrage van de watergangen meetbaar te maken. De resultaten van het literatuuronderzoek naar ecosysteemdiensten en inrichtingsmaatregelen zijn verwerkt in een beslisboom. De beslisboom maakt duidelijk welke inrichtingsmaatregel in plaats van, of in combinatie met, dempen kan worden toegepast.

Het is gebleken dat circa 30% van de watergangen uit 1998 is verdwenen, echter tonen datasets aan dat netto het totale areaal aan watergangen is toegenomen. Dit kan verklaard worden door verbeterde data-inwinmethodieken waardoor nieuwe watergangen zijn toegevoegd die in het verleden al bestonden. De exacte verdeling tussen daadwerkelijk nieuwe watergangen, verplaatste watergangen en watergangen die eerder zijn gemist in de data blijft onduidelijk.

In Noord-Limburg zijn meer watergangen gedempt dan in Zuid-Limburg, wat voor een deel te maken heeft met het feit dat hier al meer watergangen lagen. Het is naar voren gekomen dat dit onder andere te maken heeft met het verschil in grondsoort. Het onderzoek laat zien dat de hoeveelheid demping in bebouwd gebied en zware kleigronden afwijken. Binnen bebouwd gebied

wordt procentueel het meest gedempt, wat te verklaren is door de toename aan bebouwd gebied waarbij watergangen zijn gedempt en vervangen met riolering. Het lage aantal dempingen op zware kleigronden is daartegen te verklaren door de slechte waterdoorlatendheid van de grondsoort, waardoor er minder droogteproblematiek speelt.

De uitkomst van zowel de multicriteria-analyse als de beslisboom kan sturend, maar niet leidend worden gebruikt. De directe omgeving van een specifieke watergang is namelijk bepalend voor de uiteindelijke stappen die genomen kunnen worden. De multicriteria-analyse geeft een goed beeld van hoe waardevol een watergang is met betrekking tot de levering van ecosysteemdiensten. Daarnaast hebben de inrichtingsmaatregelen niet enkel effect op de ecosysteemdiensten, maar ook op de structuur van het landschap. Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat het belangrijk is om een gedempte watergang in te richten met een landschapselement.

De impact van de verdwenen watergangen is afhankelijk van de bijdrage die de watergangen leverde aan de ecosysteemdiensten. Deze bijdrage wordt bepaald door de staat van de watergangen en of een landschapselement is teruggeplaatst na het dempen.

Waterschap Limburg wordt geadviseerd om zich te focussen op het monitoren van de huidige watergangen met een interval van een jaar aan de hand van de opgestelde scripts en de TOP10NL data.

Daarnaast wordt geadviseerd om de MCA en beslisboom te gebruiken bij de afweging om een watergang te dempen en inrichtingsmaatregelen toe te passen. Tot slot wordt aangeraden om als beleid te hanteren dat vóórdat een watergang wordt gedempt, er wordt gekeken naar de waarde van een watergang en de mogelijkheid om de watergang om te vormen tot een alternatief landschapselement.

Inhoudsopgave

1. Inleiding 7

1.1 Aanleiding 7

1.2 Probleemstelling 7

1.3 Doelstelling 8

2. Materiaal & Methode 9

2.1 Onderzoeksplan 9

2.2 Mutatiekaart 11

2.3 Literatuurstudie 18

2.4 Expertinterviews 18

2.5 Multicriteria-analyse 19

2.6 Beslisboom 22

3. Resultaten 23

3.1 Mutatiekaart 23

3.2 Bijdrage die watergangen leveren aan ecosysteemdiensten 33

3.3 Beheer en onderhoud van watergangen 35

3.4 Multicriteria-analyse 38

4. Discussie 42

5. Conclusie 43

6. Aanbevelingen 44

Bibliografie 45

Bijlage 1 Praatplaat 52

Bijlage 2 Begrippenlijst 53

Bijlage 3 Codelijst TOP10VECTOR 54

Bijlage 4 Documentatie scripts 59

Bijlage 4.1 Script mutation_main 59

Bijlage 4.2 Script pixels_to_line 64

Bijlage 4.3 FME Workbench; onzekerheidsmarge 68

Bijlage 4.4 FME Workbench; divide_vector_to_tiles 69

Bijlage 5 Metadata bibliotheek 70
Bijlage 6 Notulen interviews 73
Bijlage 7 Resultaten enquête 84
Bijlage 8 Beoordelingsformulier MCA.....85
Bijlage 9 Vragen QuickScan 87
Bijlage 10 Definities ecosysteemdiensten 90
Bijlage 11 Omschrijving Inrichtingsmaatregelen 93
Bijlage 12 Resultaten QuickScan 101
Bijlage 13 Impact inrichtingsmaatregelen 104

1. Inleiding

De structuur van het landschap wordt bepaald door landschapselementen zoals wateren, houtwallen, boomrijen en slootkanten. De meeste landschapselementen zijn ontstaand door invloeden van de mens (aanvalsplan Landschap, 2022). De introductie van het prikkeldraad rond 1900 heeft gezorgd voor het verdwijnen van veel houtige lijnelementen in de vorm van heggen en houtwallen. Schaalvergroting vond plaats na de invoering van de eerste Ruilverkavelingswet in 1924 en de Landinrichtingswet van 1985. Het doel hiervan was het verbeteren van de agrarische, sociale en economische omstandigheden in een gebied (Rijkswaterstaat, z.d.). Watergangen zijn vanaf de 11de eeuw door de mens gegraven om water af te voeren en het land beter te kunnen bewerken. In de laatste eeuw is ongeveer 60% van de landschapselementen, waaronder tertiaire watergangen (vanaf nu omschreven als 'watergangen'), verdwenen door schaalvergroting, intensivering van de landbouw en verstedelijking (Stichting Deltaplan Biodiversiteitsherstel, 2022).

1.1 Aanleiding

Tegenwoordig verdwijnen er nog steeds landschapselementen door onder meer het dempen van watergangen. Met het dempen van watergangen gaan functies verloren, zoals het dienen als verbindingszone voor de verspreiding en uitwisseling van soorten tussen natuurgebieden. Door de recente invoering van de Uitvoeringsregeling bufferstroken is de behoefte om een watergang te beschermen tegen emissies, zoals nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, toegenomen. Daarnaast is het door de regeling verplicht om naast bepaalde watergangen een bufferstrook aan te houden.

Een coalitie van partijen is verenigd in Stichting Deltaplan Biodiversiteitsherstel. Deze coalitie bestaat uit een brede selectie van maatschappelijke organisaties, provincies, waterschappen en bedrijven. Het Deltaplan Biodiversiteitsherstel heeft de ambitie om een bijdrage te leveren aan het halen van verschillende Europese verplichtingen rondom biodiversiteit. Om deze ambitie te bereiken is het doel gesteld om 10% groenblauwe dooradering van het landelijk gebied te realiseren.

1.2 Probleemstelling

Het huidige areaal aan watergangen en het areaal aan watergangen dat is gedempt is niet inzichtelijk. Bij de beslissing om watergangen te dempen wordt voornamelijk gekeken naar de hydrologische afvoer van de watergang en niet naar impact op de biodiversiteit en de levering aan de ecosysteemdiensten. Het is daardoor mogelijk dat waardevolle watergangen zijn en worden

gedempt. Over goede alternatieve inrichtingsmaatregelen in plaats van of in combinatie met het dempen van watergangen is onvoldoende bekend.

1.3 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het creëren van meer inzicht rondom het dempen van watergangen in het beheergebied van Waterschap Limburg. Hiervoor moet duidelijk worden wat zowel het huidig als historische areaal aan watergangen is. Ook is het doel om te achterhalen of er gebieden zijn te identificeren waar meer watergangen worden gedempt dan andere op basis van grondsoort, gemeente en landgebruik. Hiermee moet duidelijk worden welke bijdrage watergangen leveren aan ecosysteemdiensten. Daarnaast is het doel om inrichtingsmaatregelen te onderzoeken als een passend alternatief voor het dempen van watergangen. Hieruit volgt de centrale vraag: Wat is de impact van de verandering in het areaal aan watergangen op de ecosysteemdiensten en welke alternatieve inrichtingsmaatregelen kunnen genomen worden?

2. Materiaal & Methode

2.1 Onderzoeksplan

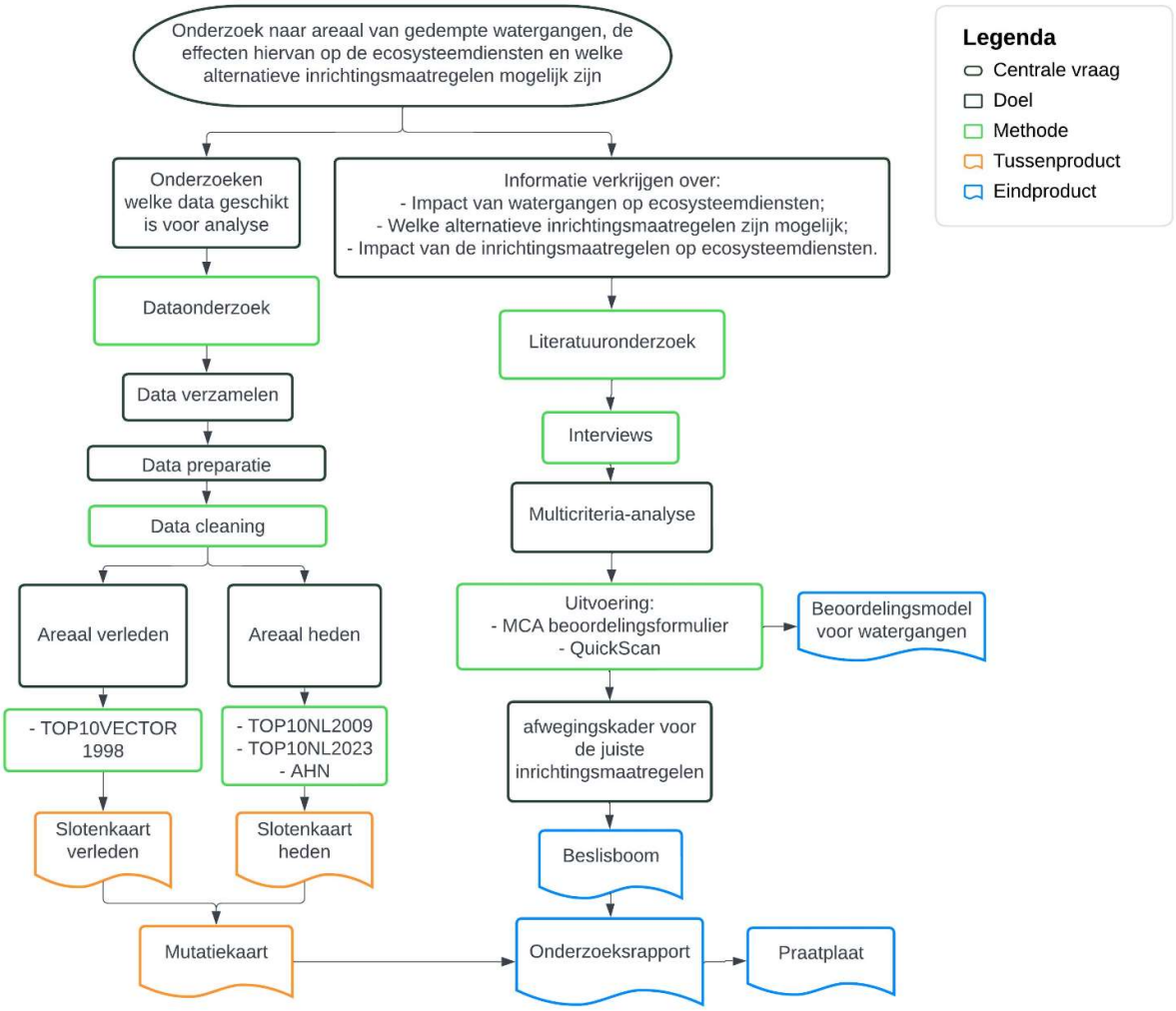
Om het huidige areaal aan watergangen en het areaal aan watergangen in het verleden in kaart te brengen is een mutatie-analyse uitgevoerd.

Om de mutatie-analyse betekenis te geven is onderzoek gedaan naar welke bijdrage watergangen leveren aan ecosysteemdiensten. Hiervoor is onderzoek gedaan naar de ecosysteemdiensten en hebben interviews plaatsgevonden met experts. Hieruit is vastgesteld dat watergangen impact hebben op de volgende acht ecosysteemdiensten:

- Waterberging;
- Aquatisch milieu;
- Reinigend vermogen;
- Bodemerosie;
- Bestuiving;
- Plaagonderdrukking;
- Gezond en welzijn;
- Groene recreatie.

Hierna is onderzoek gedaan naar bijdrage die een watergang levert aan deze ecosysteemdiensten en de meetbaarheid van deze ecosysteemdiensten. Deze resultaten zijn verwerkt in een multicriteria-analyse (MCA) om de bijdrage van de watergangen meetbaar te maken. Om het MCA-beoordelingsformulier eenvoudig in het veld te kunnen toepassen is een QuickScan ontwikkeld. Ook is onderzoek gedaan naar inrichtingsmaatregelen als alternatief voor het dempen van watergangen. Om overzichtelijk weer te geven welke inrichtingsmaatregelen kunnen worden toegepast om de waarde voor de verschillende ecosysteemdiensten te verhogen is een beslisboom gemaakt.

Om de effecten van mogelijke inrichtingsmaatregelen op ecosysteemdiensten te delen en de discussie tussen belanghebbende aan te wakkeren zijn deze verwerkt in een praatplaat (zie bijlage 1). In figuur 1 staat een stroomschema van het onderzoeksplan weergegeven.



Figuur 1: Stroomschema van het onderzoeksplan.

2.2 Mutatiekaart

Voor een beter begrip van de termen die in deze paragraaf worden gebruikt, wordt verwezen naar de begrippenlijst in bijlage 2.

2.2.1 Data

Data verzamelen

Om zicht te krijgen op het areaal aan tertiaire watergangen uit het verleden en het heden is de eerste stap het kiezen van de juiste databron als invoer voor de analyse. Daarvoor zijn meerdere opties meegenomen in de overweging. Figuur 2 is een weergave van de overwogen databronnen met daarvan de relevante eigenschappen.

Er zijn verschillende eisen waaraan de data moet voldoen. Zo dient de resolutie hoog genoeg te zijn om watergangen waar te kunnen nemen. Ook dient de data in een vector- of raster bestandstype beschikbaar te zijn omdat het binnen de kaders van dit onderzoek niet gewenst is om een afbeelding (IMG) of GeoTIFF te digitaliseren. Ten slotte ligt de voorkeur bij databronnen die gratis beschikbaar zijn.

Naam	Bronactualiteit	Bestands type	Openbaar	Betaling	Resolutie	Schaal
TOP10NL 2023	1 februari 2023	Vector	Ja	Nee	N.v.t.	1:10.000
TOP10NL 2009	2003, 2005 en 2006	Vector	Nee	Nee	N.v.t.	1:10.000
TOP10VECTOR 1998	1991 t/m 2003	Vector	Nee	Nee	N.v.t.	1:10.000
HGN 1900	1900	Raster	Nee	€0,60/km^2 voor een enkele editie	50 meter	1:100.000
HGN 1960/70/80/90	1960/70/80/90	Raster	Nee	€0,60/km^2 voor een enkele editie	25 meter	1:25.000
TOP10Smart	2004 en 2006	Raster	Nee	€10.000,- (landsdekkend bestand)	2,5 meter	1:10.000 – 1:250.000
VIRIS	1996 en van 2000 t/m 2006	Raster	Nee	€10.000,- per dataset	25 meter	1:25.000
Scans Topografische bladen	1950, '60, '70, '80 en '90	IMG	Nee	€50,- per kaartblad (minimumafname 2 bladen!) €15.000,- per decennium, landsdekkend (ca. 300 bladen)	2,5 meter	1:25.000
Militaire Kaarten van 1850	1850	GeoTIFF IMG	Nee	Nettekeningen (kleur, 1:50.000) €50,- per blad Landsdekkend €10.000 Steendruk (zwart/wit, 1:50.000) €50,- per blad Landsdekkend €3.100	5 meter	1:50.000
Chromotopografische kaarten (Bonnebladen)	Tussen 1866 en 1951	GeoTIFF IMG	Nee	Min. afname van 2 bladen. Per blad €50,- Landsdekkend: €15.000,- per editie (ruim 750 bladen)	2,5 meter	1:25.000

Figuur 2: Informatie over beschikbare data, afkomstig van het Kadaster en de WUR, waarbij groen geschikt/wenselijk en rood ongeschikt/onwenselijk.

Aan de hand van deze eisen is de keuze gemaakt voor de TOP10VECTOR, TOP10NL 2009 en TOP10NL 2023.

In Nederland is het Kadaster verantwoordelijk voor het leveren van de kadastrale afmetingen per ruimtelijk element zoals watergangen, percelen en gebouwen. Het Kadaster is in 1991 begonnen met het leveren van de TOP10VECTOR tot 2003. De TOP10VECTOR was het meest gedetailleerde bestand dat het Kadaster destijds heeft gecreëerd. Het is een vectorbestand opgebouwd uit lijnelementen met beschrijvende coderingen. Vanaf 2003 tot op heden levert het Kadaster de TOP10NL en sinds 2016 ook de BGT (Basisregistratie Grootschalige Topografie).

Vanaf het jaar 2013 tot 3 februari 2023 is de TOP10NL openbaar beschikbaar via het PDOK (Publieke Dienstverlening Op Kaart). De TOP10NL van vóór het jaar 2013 en de TOP10VECTOR zijn in privébezit van het Kadaster. Het Kadaster heeft voor dit onderzoek de TOP10VECTOR gedeeld en HAS green academy heeft de TOP10NL van 2009 gedeeld vanuit hun archief. De TOP10NL van 3 februari 2023 is als GeoPackage gedownload vanaf de site van het PDOK.

De databases en GeoPackages bestaan uit tabellen. Deze tabellen bestaan uit objecten. Een object bevat een geografische locatie en kan mogelijk andere eigenschappen hebben. Uit de databases en de GeoPackages zijn de volgende tabellen gehaald:

- TOP10VECTOR van 1991 t/m 2003; TOP10_CLASSIC.gdb > TOP10_CLASSIC_LIJN;
- TOP10NL van 2009; TOP10NL_2009_05.gdb > WATERDEEL_LIJN;
- TOP10NL van februari 2023; top10nl_Compleet.gpkg > main.top10nl_waterdeel_lijn.

Om geen onnodige data te verwerken is de data allereerst uitgesneden op de gebiedsgrenzen van de provincie Limburg. Voor de jaren 2009 en 2023 zijn dan alle watergangen in de provincie Limburg zichtbaar. De TOP10_CLASSIC_LIJN bestaat dan nog uit diverse landschappelijke lijnelementen. Om daarvan alleen de landschappelijke lijnelementen te behouden die geclassificeerd zijn als watergang, is daarop geselecteerd op basis van de kolom “SYMBOL” in de attribuuttabel. Het Kadaster heeft bij het creëren van de data deze kolom toegevoegd met daarin een code om aan te geven wat het element is, de codelijst voor de verschillende watertype is terug te vinden in bijlage 3. Voor dit onderzoek zijn de volgende codes gehanteerd. Deze codes zijn ook terug te vinden in de attribuuttabellen van de TOP10NL 2009 en 2023:

- 600: Greppel;
- 601: Sloot <3 meter; Sloot1, Enkele sloot;
- 602: Sloot tussen 3 en 6 meter; Sloot2, Gerenforceerde sloot.

Data voorbereiden

De datakwaliteit wordt beoordeeld op consistentie, duplicatie, formaat, integriteit, nauwkeurigheid en volledigheid. Tijdens het verzamelen van de data is deze geselecteerd op basis van consistentie, formaat, integriteit en nauwkeurigheid. Binnen deze stap is de datakwaliteit ‘duplicatie’ verbeterd.

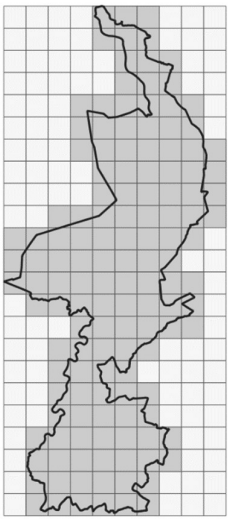
Voor de TOP10NL van 2009 en 2023 was dit niet nodig omdat de Geodatabase en de GeoPackage uit één tabel bestaan.

De TOP10VECTOR Geodatabase is opgedeeld in verschillende kaartbladen die samen geheel Nederland beslaan. De tegels zijn op verschillende tijdstippen ingewonnen en geactualiseerd aan de hand van terreinverkenningen. Het attribuut tabel bevat de kolommen "JAAR" en "JAAR2". De kolom "JAAR" staat voor het jaar dat een object aan de Geodatabase is toegevoegd en de kolom "JAAR2" is het laatste jaar voordat een object geactualiseerd werd. Dat betekent dat de kolommen "JAAR" en "JAAR2" aangeven tussen welk jaar een object geldig is. Met een Definition Query zijn alle watergangen uit het jaar 1998 uit de TOP10VECTOR van 1991 tot 2003 gefilterd. Dit vormt de uitgangsdataset voor de mutatiekaart.

Proces automatiseren

Materiaal

Voor het automatiseren van het proces is Python 3.9 gebruikt. Vanwege de grote omvang van de te gebruiken data, is besloten om te werken met een grid. In een grid is het projectgebied onderverdeeld in kleinere stukjes genaamd tegels. Aan de hand van de tegels kan het proces itererend worden uitgevoerd, zonder de nadelen die ontstaan wanneer het gehele gebied in een maal wordt verwerkt. Voor het creëren van tegels is gebruik gemaakt van een 'workbench', opgenomen in bijlage 4.



Figuur 3: Gridstructuur (bestaande uit 133 tegels) van Limburg.

Naamgeving

Elke tegel dient een unieke naam of ID te hebben. Anders kan niet met zekerheid worden gezegd met welke tegel gewerkt wordt. Door de coördinaten te koppelen aan de namen zijn deze direct

uniek en is het snel duidelijk waar in het projectgebied deze tegel zich bevindt. De coördinaat is exact de linkerbovenhoek van de tegel. Ook wordt de lengte van een tegel in kilometers toegevoegd, wat resulteert in de volgende naamgeving: tile_Z_YYY_XXX.

Resolutie

Voor dit onderzoek is een resolutie van 1 meter gekozen. Het hebben van een hogere resolutie voegt geen waarde toe en heeft enkel als gevolg dat er meer opslagruimte wordt gebruikt. Het is echter wél van belang niet een te lage resolutie te kiezen, aangezien het dan kan voorkomen dat twee individuele lijnen over dezelfde pixel vallen. Het onderscheidend vermogen van de pixels is erg belangrijk en daarom moet de resolutie kleiner zijn dan de kleinste afstand tussen twee individuele watergangen. Aangenomen is dat wanneer lijnen dichter dan 1 meter bij elkaar liggen, het gaat om dezelfde watergang.

2.2.2 Mutatie-analyse

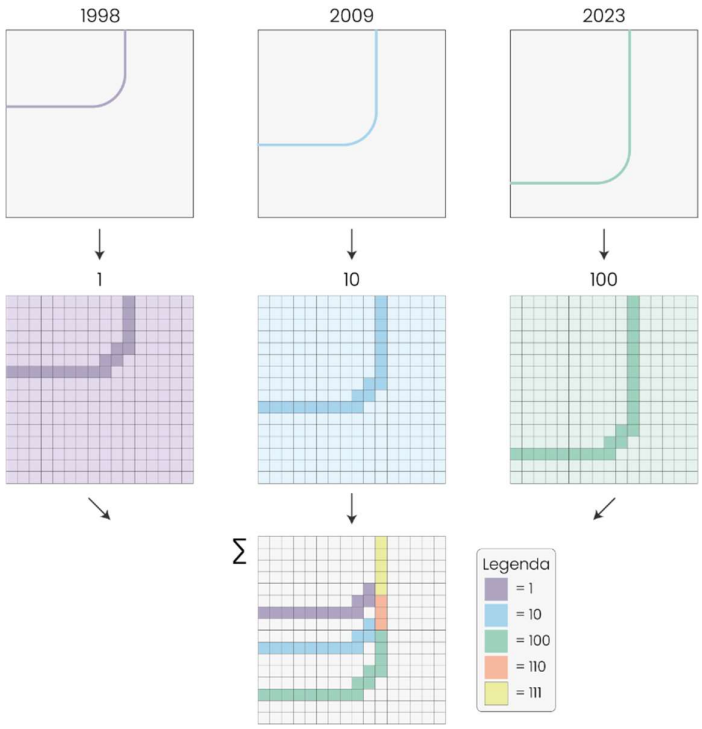
Materiaal

Voor het uitvoeren van de mutatie-analyse is de volgende software gebruikt:

- ArcGIS Pro 3.1.1;
- QGIS Desktop 3.22.5;
- FME Desktop 2022.2.

Mutatieraster

Het is van belang de relatie tussen de verschillende datasets van de jaren 1998, 2009 en 2023 te achterhalen. Hiervoor dient de TOP10NL-dataset allereerst te worden omgezet van een vector datatype naar een raster datatype. Om te kunnen bepalen welke dataset heeft bijgedragen aan de waarde van een specifieke cel, zijn verschillende waarden aan elke dataset toegekend. In dit geval is de waarde 1 toegekend aan het jaar 1998, de waarde 10 aan het jaar 2009 en de waarde 100 aan het jaar 2023. Door de waarden van de cellen bij elkaar op te tellen, kan worden bepaald in welk jaar zich een watergang bevindt op elke individuele cel. Het proces is gevisualiseerd in figuur 4.



Figuur 4: Verschillende stappen binnen de aanpak.

Doordat er drie datasets worden gebruikt, zijn er voor een cel 8 mogelijke uitkomsten. In tabel 1 staan alle mogelijke uitkomsten met betekenis. De drie datasets zijn momentopnames. De aanduiding 'nieuw sinds 2009' betekent dat de watergang voor het eerst wordt onderscheiden in 2009. Dit betekent dat de watergang pas in 2009 digitaal bekend is, terwijl de watergang al fysiek bestaat.

1998	*2009*	*2023*	*Som*	*Betekenis*
1	10	100	111	Aanwezig in alle jaargangen
1	X	X	1	Verdwenen na 1998
X	10	X	10	Enkel aanwezig in 2009
X	X	100	100	Nieuw sinds 2023
1	10	X	11	Verdwenen na 2009
X	10	100	110	Nieuw sinds 2009
1	X	100	101	Verdwenen sinds 1998, nieuw sinds 2023
X	X	X	0	Aanwezig in geen enkele jaargang

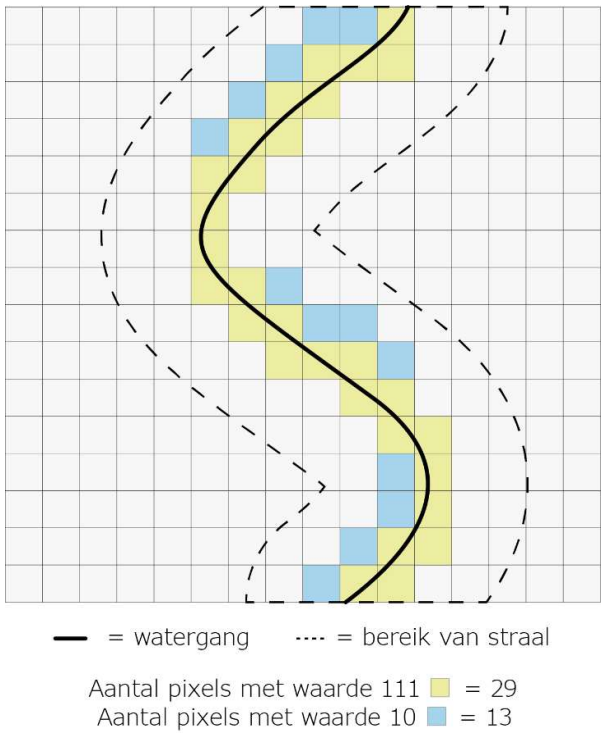
Tabel 1: Mogelijke uitkomsten van de cellen met betekenis.

Het gehele bovenstaande proces is uitgevoerd met python. Het ontwikkelde script is opgenomen in bijlage 4.

Terugkoppeling

Het resultaat van de mutatie-analyse is een raster. Van een raster is niet nauwkeurig de lengte te bepalen, aangezien het lijnstuk waaruit het raster is opgebouwd niet voor elke cel dezelfde lengte heeft. Om nauwkeurig de lengte van de watergangen te bepalen zijn weer lijnen nodig.

Niet ieder lijnstuk in elk jaargang heeft exact dezelfde geometrie. Dit betekent dat er kleine verschuivingen kunnen plaatsvinden tussen de lijnen, terwijl deze verwijzen naar hetzelfde object. Om kleine afwijkingen te verwerken wordt gekeken naar de meerderheid van de nabijgelegen pixels.



Figuur 5: Terugkoppelen van pixels naar object.

Per lijnstuk wordt er gekeken naar de hoeveelheid pixels van iedere waarde binnen een bereik van 5 meter. De waarde die het meeste voorkomt binnen dit gebied is de waarde die wordt toegekend aan het lijnstuk. Het proces van de terugkoppeling van pixels naar een waarde per lijnstuk is gevisualiseerd in figuur 5.

Bovenstaande proces van het terugkoppelen van de mutatieraster naar lijnstukken is uitgevoerd met python. Het ontwikkelde script is opgenomen in bijlage 4.

2.2.3 Validatie

De resultaten van de mutatie-analyse zijn gevalideerd op volledigheid aan de hand van bronactualiteit. De bronactualiteit kan met behulp van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN) 2 (2007-2012) en 4 (2020-2021) aangetoond worden. Daarvoor is een enkelvoudige aselecte steekproefsgewijze controle uitgevoerd op watergangen van de invoerdata, om daarmee de aan- of afwezigheid van een object te verifiëren.

Daarnaast is er een analyse uitgevoerd om de onzekerheidsmarge van het nieuwe areaal aan watergangen te identificeren. De onzekerheidsmarge staat voor watergangen waarvan niet met zekerheid kan worden gezegd dat ze zijn verdwenen, doordat ze dichter dan 10 meter bij een nieuwe watergang liggen. Binnen deze afstand gaat het niet altijd om een en dezelfde watergang, maar is het ook mogelijk dat de watergang is verplaats of gemeanderd. De situatie in de waterhuishouding verandert niet zo snel om in eerste instantie een watergang te dempen en pas later (op nagenoeg dezelfde plek) weer aan te leggen. Het script waarmee deze validatie is uitgevoerd is te vinden in bijlage 4.3.

2.2.4 Aggregeren

Om gebieden nader te identificeren waar watergangen gedempt zijn is, in samenspraak met Waterschap Limburg, besloten om binnen dit onderzoek te kijken naar grondsoort, landgebruik en gemeenten als mogelijke indicatoren. In bijlage 5 staat de metadata van deze datasets weergegeven.

De verschillende grondsoorten, gemeenten en landgebruikstypen hebben niet allemaal een gelijkwaardige oppervlaktebedekking in Limburg. Daarom is per grondsoort, gemeente en landgebruik de dichtheid van alle watergangen in 1998 in meter per vierkante kilometer berekend. Het toekennen van een watergang aan de juiste klasse is gebeurd aan de hand van een overlay-analyse, waarbij een watergang die meerdere gebieden bedekt wordt geknipt op de scheidingslijn. In de grafiek is de berekende afname in percentage weergegeven. Om de grafiek beter te kunnen interpreteren is per klasse de procentuele afname van de verdwenen watergangen die onder de onzekerheidsmarge vallen berekend en weergegeven in een tabel.

2.3 Literatuurstudie

De bijdrage die watervoerende en droge watergangen leveren aan ecosysteemdiensten en het landschap is onderzocht middels literatuuronderzoek. Dit literatuuronderzoek is gedaan door informatie te verzamelen vanuit wetenschappelijke databases, - artikelen en vakbladen. De wetenschappelijke databases die gebruikt zijn om literatuur te verzamelen waren ScienceDirect, Scopus, Wageningen University & Research en STOWA. Om de betrouwbaarheid van de literatuur te waarborgen is hoofdzakelijk gezocht naar 'peer reviewed' literatuur.

Om een beeld te krijgen van de meest relevante ecosysteemdiensten voor de watergangen, is een overzicht van alle culturele diensten, productiediensten en regulerende diensten van Atlas Natuurlijk Kapitaal geraadpleegd. Atlas Natuurlijk Kapitaal is een platform van de overheid waarop een uitgebreid overzicht staat van de verschillende ecosysteemdiensten in Nederland. Naar deze ecosysteemdiensten is verdiepend onderzoek gedaan.

Tevens is Deltaplan Biodiversiteitsherstel aangedragen door Waterschap Limburg als een belangrijke aanleiding voor dit onderzoek. Het Deltaplan Biodiversiteitsherstel is een beweging waarbij intensief wordt samengewerkt om biodiversiteitsverlies om te buigen naar biodiversiteitsherstel. Door middel van literatuur, Deltaplan Biodiversiteitsherstel en expertinterviews is de bijdrage van watergangen aan ecosysteemdiensten onderzocht.

De inrichtingsmaatregelen zijn geselecteerd en beschreven vanuit literatuuronderzoek en onderbouwd door expertinterviews. Vervolgens is onderzoek gedaan naar de impact van de inrichtingsmaatregelen op de ecosysteemdiensten en de toepasbaarheid van de maatregelen. Deze resultaten vormen de basis van de beslisboom.

2.4 Expertinterviews

Met zeven experts zijn interviews gehouden om meer kennis en data op te halen. De interviews zijn afgenomen volgens een semigestructureerd interview. Hierbij was een deel van de vragen van te voren vastgelegd maar bleef de volgorde flexibel. Ook was het voor de interviewer mogelijk om door te vragen op de antwoorden van de respondent. De notulen van de vijf interviews staan weergegeven in bijlage 6.

Bij de interviews is ingegaan op het meetbaar maken van de ecosysteemdiensten, mogelijke alternatieve inrichtingsmaatregelen en beleidsmatige meekoppelkansen voor de inrichtingsmaatregelen. Daarnaast is bij de interviews met de ecologen en hydrologen gevraagd

naar het proces om een watergang te dempen en welke afwegingen worden gemaakt voordat een watergang wordt gedempt. Bij het interview met een gebiedsbeheerder is besproken hoe het onderhoudt aan de watergangen gebeurt, waar de knelpunten liggen bij het beheer van watergangen en of er ambities zijn op het gebied van beheer. Met de adviseur waterkwaliteit is ingegaan op de waterkwaliteit van watergangen, hoe de waterkwaliteit kan worden gestuurd en hoe in het veld de waterkwaliteit kan worden beoordeeld. Als laatste zijn de meekoppelkansen van de inrichtingsmaatregelen en de bijdrage die watergangen leveren aan ecosysteemdiensten besproken met de communicatieadviseur van aanvalsplan landschap. De vakkennis verkregen uit de expertsinterviews is gebruikt voor nieuwe inzichten en validatie voor het onderzoek.

2.5 Multicriteria-analyse

Om de bijdrage die watergangen leveren aan ecosysteemdiensten meetbaar te maken is een MCA uitgevoerd. De MCA is uitgevoerd middels de volgende stappen:

Stap 1: Criteria vaststellen
Om de criteria vast te kunnen stellen is onderzoek gedaan naar de meetbaarheid van de ecosysteemdiensten. Dit is gedaan door middel van literatuuronderzoek en expertinterviews.

Stap 2: Het bepalen en wegen van de criteria
Op basis van mate van belangrijkheid van de criteria hebben de criteria een verschillende weging gekregen. Deze weging zijn toegekend omdat niet alle criteria even belangrijk zijn, hierdoor zullen de effecten van een bepaald criterium zwaarder meewegen dan andere in de eindrangschikking. Bij de weging zijn daarnaast de ongelijksoortige eenheden op een vergelijkbare schaal weergegeven. Dit is gedaan door alle criteria op een schaal tussen 0 t/m 4 in te delen, waarbij 0 een heel slechte prestatie en 4 een heel goede prestatie betekent. Na deze stap zijn de criteria vergelijkbaar geworden en hebben de criteria een weging gekregen.

De weging van de criteria is bepaald door middel van een enquête die is gestuurd naar in totaal 9 experts. In de enquête hebben de experts per ecosysteemdienst met een schaal van 0 t/m 4 aangegeven hoe belangrijk ze deze ecosysteemdienst vonden bij de beslissing om een watergang wel of niet te dempen. Hierbij betekend 0 een heel slechte prestatie en 4 een heel goede prestatie. In de keuze van experts is rekening gehouden met een brede variatie aan vakgebieden waardoor de weging betrouwbaar genoeg geacht wordt in relatie tot dit onderzoek. De resultaten van de enquête staat weergegeven en dus de weging van de criteria staan weergegeven in bijlage 7. Door een weging in de MCA te koppelen aan de ecosysteemdiensten heeft de totaalscore betekenis gekregen voor Waterschap Limburg.

Stap 3: Bepalen wanneer watergang wel of niet dempen

Nadat de criteria een vergelijkbare schaal hebben gekregen en aan elke criteria een gewicht (weging) is gekoppeld, zijn de watergangen beoordeeld aan de hand van het MCA-beoordelingsformulier. Het MCA-beoordelingsformulier staat weergegeven in bijlage 8. Met behulp van het beoordelingsformulier wordt per ecosysteemdienst een score toegekend. Door de score die voortkomt uit het beoordelingsformulier te vermenigvuldigd met de weging ontstaat de totaal score per ecosysteemdienst. Stel dat waterberging een score van 2 krijgt, dan moet deze score worden vermenigvuldigt met de weging van de ecosysteemdienst (waterberging heeft een weging van 2,9) waardoor waterberging een totaal score van 5,8 heeft.

Ecosysteemdienst	Score	Weging	Totaal score
Waterberging	2	2,9	5,8

Uitvoering in het veld

Om het MCA-beoordelingsformulier eenvoudig in het veld te kunnen toepassen is een QuickScan ontwikkeld. De QuickScan is verwerkt in de applicatie Survey123 van ArcGIS waardoor de QuickScan online kan worden uitgevoerd in het veld. De vragen die worden gesteld in de QuickScan staan weergegeven in bijlage 9. Met behulp van een QuickScan is een globale evaluatie uitgevoerd. Hiervoor is een gebied met 18 watergangen, nabij America, geselecteerd. Dit gebied wordt gekenmerkt door een grote diversiteit aan type watergangen, zoals een watergang naast bosgebied, akkerbouw, open grasland en glastuinbouw en verschillende typen watergangen zoals ondiepe en diepe watergangen en brede en smalle watergangen. De locaties van de watergangen waar de QuickScan is uitgevoerd staan weergegeven in figuur 6.

Figuur 6: Locaties van de watergangen waar de QuickScan is uitgevoerd.

De MCA en het MCA-beoordelingsformulier zijn opgesteld door literatuuronderzoek en expertinterviews. Vervolgens zijn deze onderdelen getest bij de verschillende watergangen. Hierbij is de werking en de betrouwbaarheid van de MCA en het MCA-beoordelingsformulier gecontroleerd. De MCA geeft een goed inzicht in de bijdrage die de watergang levert aan watergangen. Op basis van de 18 watergangen is een totaalscore van 25 gekozen waarbij een kantelpunt ligt of een watergang een essentiële bijdrage levert aan de ecosysteemdiensten of een verwaarloosbare bijdrage. Watergangen met een totaalscore van 25 of hoger leveren een hoge bijdrage aan ecosysteemdiensten en watergangen met een totaalscore van 24 of lager een lage bijdrage. Een watergang met een lage totaalscore kan toch hoog wordt beoordeeld op de levering van één specifieke ecosysteemdienst, wanneer juist die ecosysteemdienst erg belangrijk is voor de directe omgeving van een watergang, kan de watergang toch waardevol zijn in die specifieke situatie. Hierdoor moet altijd fysiek op locatie worden gekeken en kan niet alleen vertrouwd worden op de MCA en de totaalscore, echter geeft deze score wel een beeld.

2.6 Beslisboom

De inrichtingsmaatregelen die zijn voortgekomen uit het literatuuronderzoek en de expertinterviews zijn verwerkt in de beslisboom. In de beslisboom wordt eerst de hydrologische afwegingen beschreven, de waarde van een watergang (score) bepaald hierin welke maatregel kan worden toegepast. Vervolgens wordt gefocust op het verbeteren van de bijdrage van de watergang aan de ecosysteemdiensten. De inrichtingsmaatregel die kan worden toegepast is afhankelijk van of een watergang watervoerend is. Hierdoor wordt bij de keuze tot de juiste inrichtingsmaatregel onderscheid gemaakt tussen een watervoerende of droge watergang. Als laatste is per inrichtingsmaatregel beschreven in welke situatie deze kan worden toegepast.

3. Resultaten

3.1 Mutatiekaart

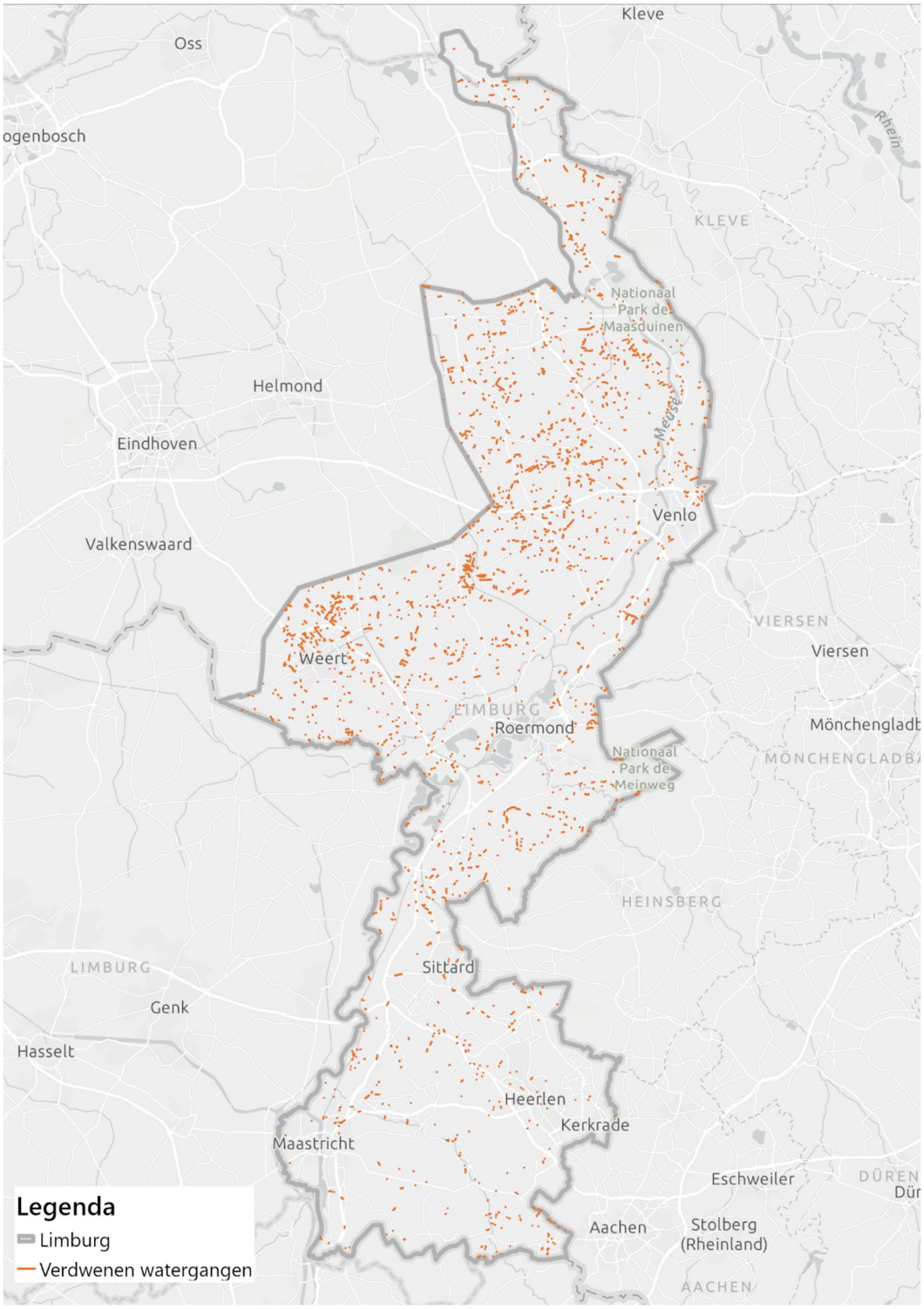
Dit onderzoek is gericht op tertiaire watergangen. Om hierover een uitspraak te doen dient de data van de TOP10NL, waar alle watergangen in staan, gefilterd te worden op enkel de tertiaire watergangen. In de legger van Waterschap Limburg staan primaire en secundaire watergangen weergegeven met categorie als attribuut. Echter is een filter maken met behulp van deze data erg complex aangezien de locatie van de objecten tussen de legger en de TOP10NL niet exact overeenkomen. Om toch enigszins een uitspraak te kunnen doen over tertiaire watergangen is de analyse uitgevoerd op een combinatie van zowel primaire, secundaire als tertiaire watergangen.

3.1.1 Mutatie-analyse

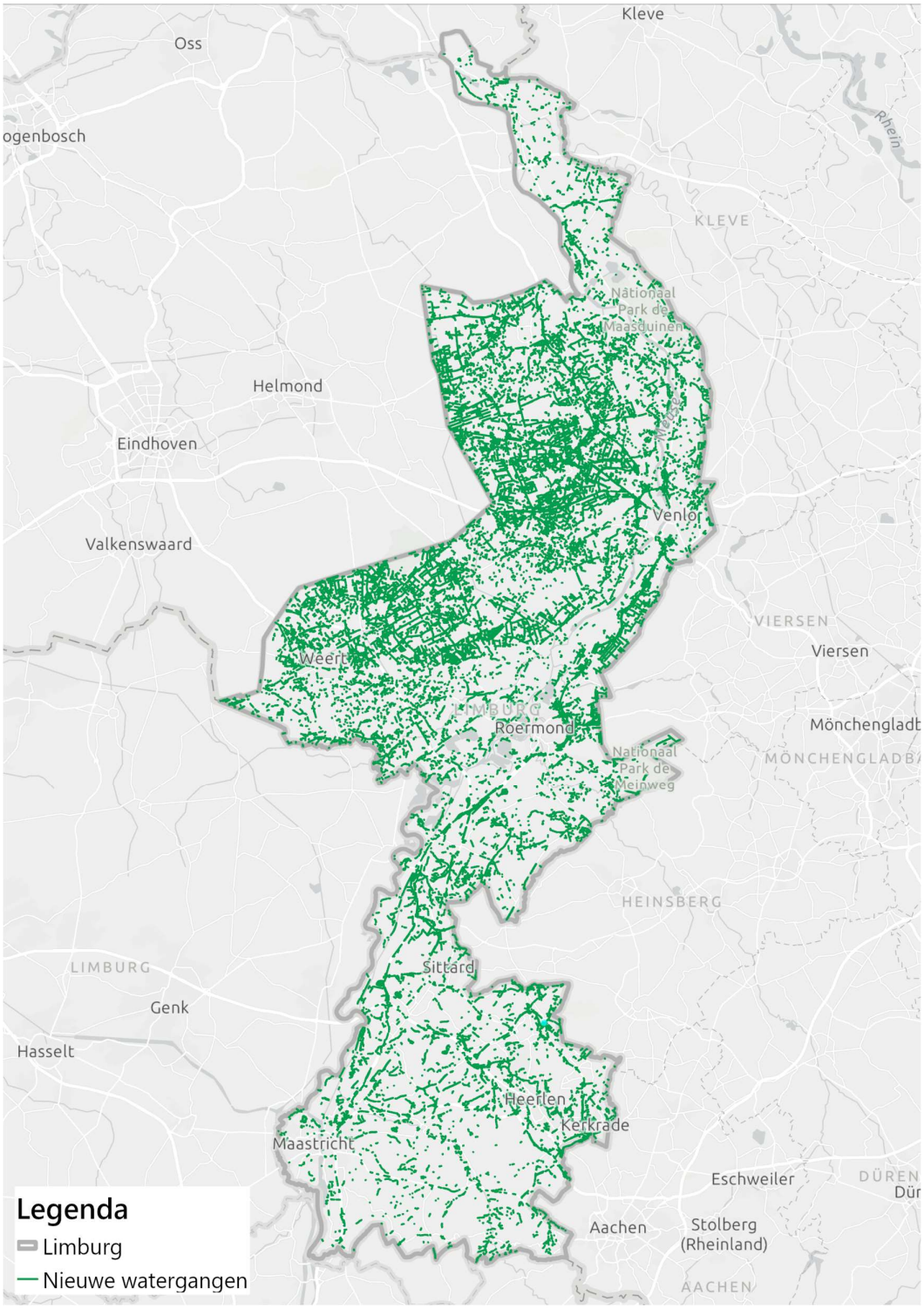
Uit de resultaten is gebleken dat de totale lengte van watergangen is toegenomen. De lengte in 1998, 2009 en 2023 was respectievelijk 6.814, 7.452 en 7.950 kilometer. Zowel van 1998 naar 2009 (638 kilometer) als van 2009 naar 2023 (498 kilometer) is de totale lengte toegenomen. Dit is een toename van 1.136 kilometer.

Van de watergangen aanwezig in 1998 is 2.231 kilometer verdwenen. Dit is een afname van 32.7%. Ook zijn er watergangen bijgekomen in 1998, namelijk 3.293 kilometer. Hierbij geldt een onzekerheidsmarge geldt van 16,0%.

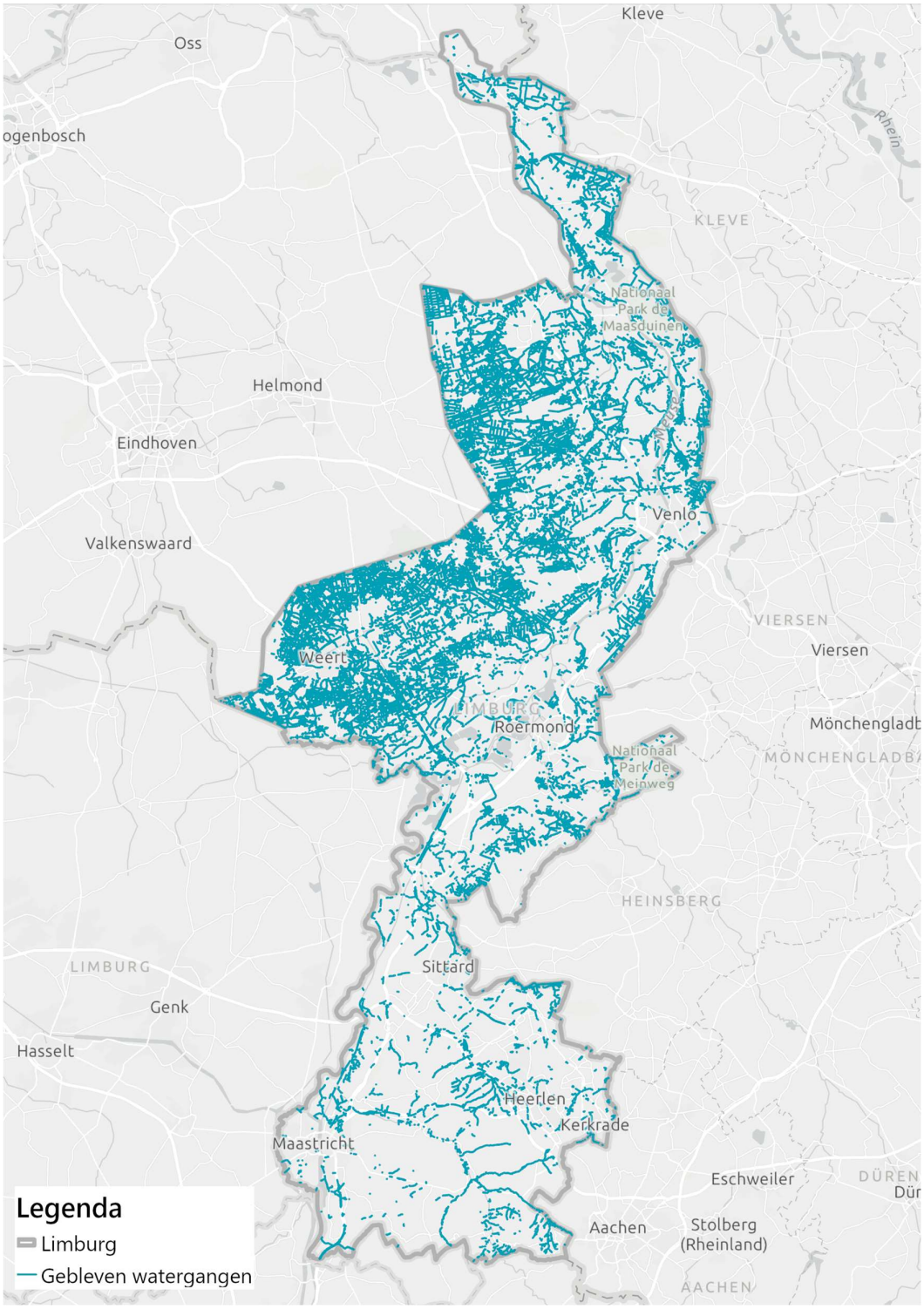
Observaties van de kaarten, figuren 7, 8 en 9, tonen aan dat merendeel van de gedempte watergangen in Noord-Limburg ligt, met concentraties dichtbij Weert, Nederweert en Peel en Maas. Ook ligt het merendeel van de gebleven en nieuwe watergangen in Noord-Limburg.



Figuur 7: Watergangen verdwenen na 1998 (schaal 1:575.000).

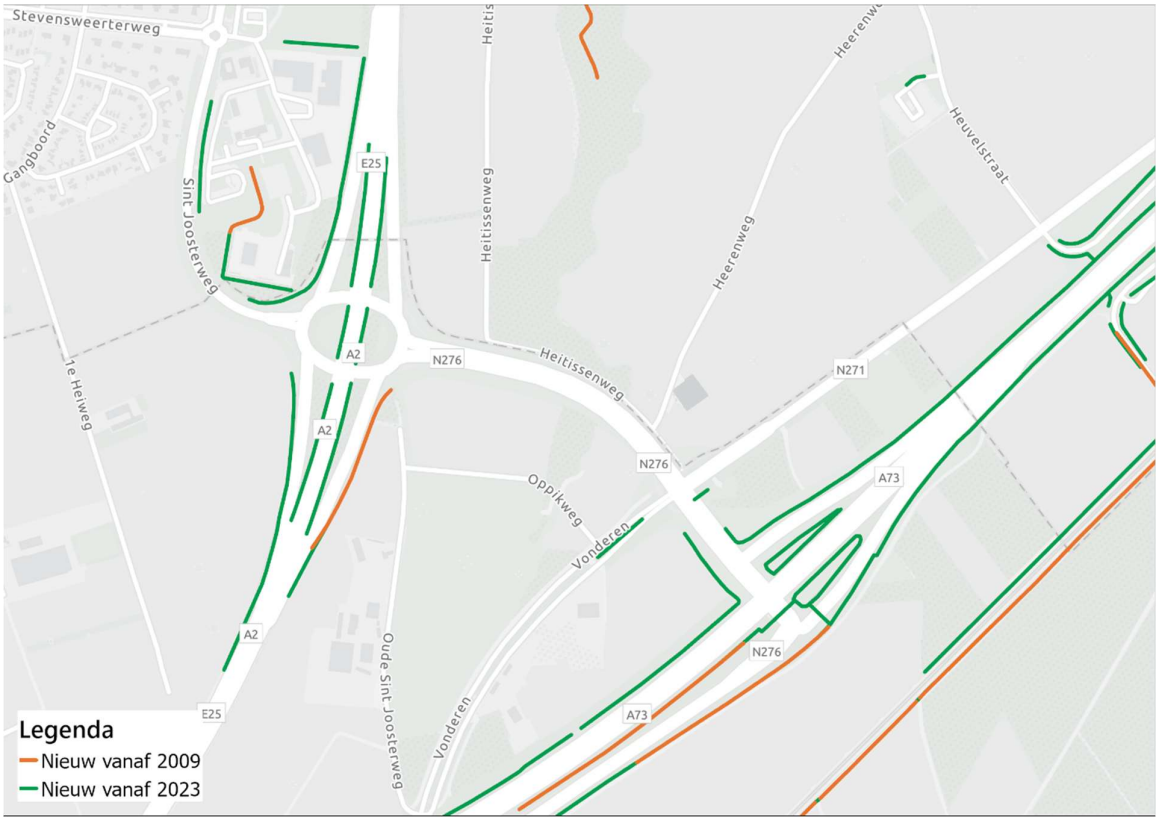


Figuur 8: Watergangen nieuw sinds 2009 of 2023 (schaal 1:575.000).



Figuur 9:Watergangen aanwezig in 1998, 2009 en 2023 (schaal 1:575.000).

3.1.2 Validatie



Figuur 10: Nieuwe watergangen uit 2009 (oranje) met daaronder nieuwe watergangen uit 2023 (groen).

Door de nieuwe watergangen uit 2009 boven die van 2023 in de kaart weer te geven wordt duidelijk waar 2009 wel lijnen bevat in tegenstelling tot 2023. Met behulp van de AHN2 voor de watergangen uit 2009 en de AHN4 voor de watergangen uit 2023 is de daadwerkelijke aanwezigheid van deze watergang gecontroleerd, om te valideren of dit verschil terecht is.

In dit voorbeeld zijn echter ook al watergangen waar te nemen in de AHN2, welke in TOP10NL 2009 ontbreken. Bovenstaande afbeelding is een voorbeeld, maar deze situatie komt veelvoudig terug. Er is voor 30 nieuwe watergangen gekeken of ditzelfde resultaat zichtbaar was. Voor 26 van de in totaal 31 nieuwe watergangen in 2023, geldt dat deze al aanwezig hadden moeten zijn in de data van TOP10NL van 2009.

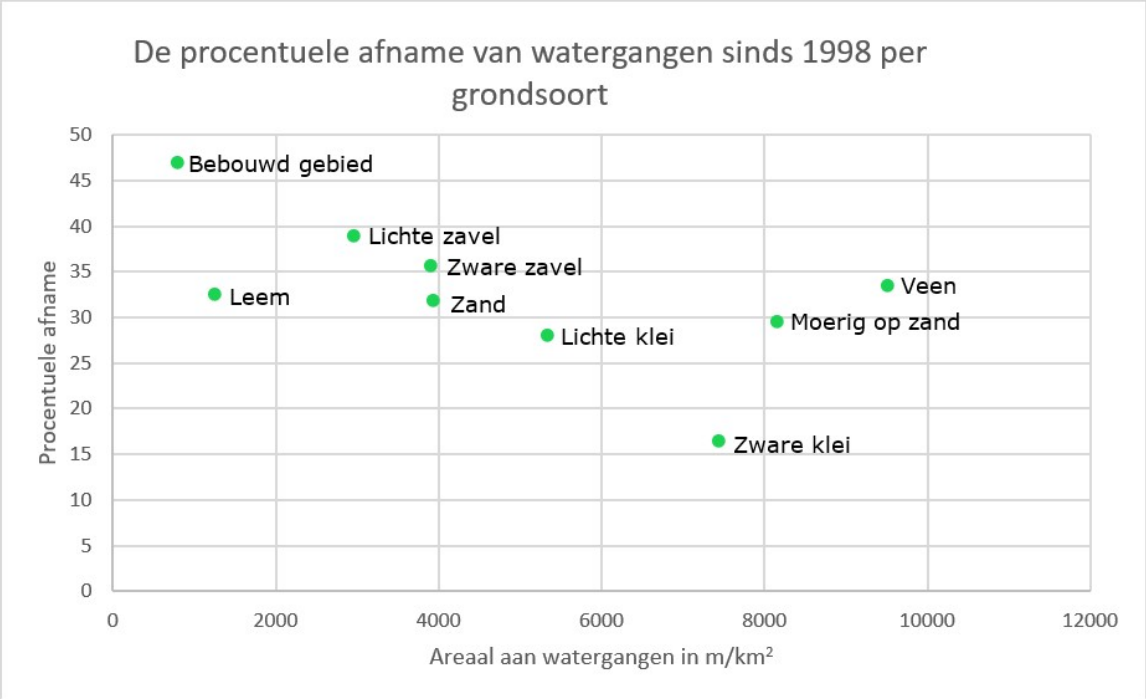
Op basis van deze steekproef concluderen we dat de grote toename in lengte in watergangen in 2009 en 2023 te wijten is aan verbeterde inwintechnieken.

Van de totale lengte van verdwenen watergangen, 2231 kilometer, is vastgesteld dat 356 kilometer binnen 10 meter van nieuwe watergangen valt. De onzekerheidsmarge van de verdwenen watergangen is dus 16.0%.

3.1.3 Aggregaten

Grondsoorten

In sommige gebieden is er procentueel meer watergang verdwenen dan in andere gebieden. Er is dan een procentueel verschil in de lengte verdwenen watergang per vierkante kilometer grondsoort.



Figuur 11: Het aantal meter watergangen per vierkante kilometer grondsoort afgezet tegen de procentuele afname sinds 1998, met onzekerheidsmarge.

Figuur 11 laat zien dat bebouwd gebied en zware kleigrond eruit schieten ten opzichte van de overige grondsoorten. Onderstaande tabel laat zien dat de onzekerheidsmarge van veen- en zandgronden lager zijn dan de onzekerheidsmarge van de andere grondsoorten.

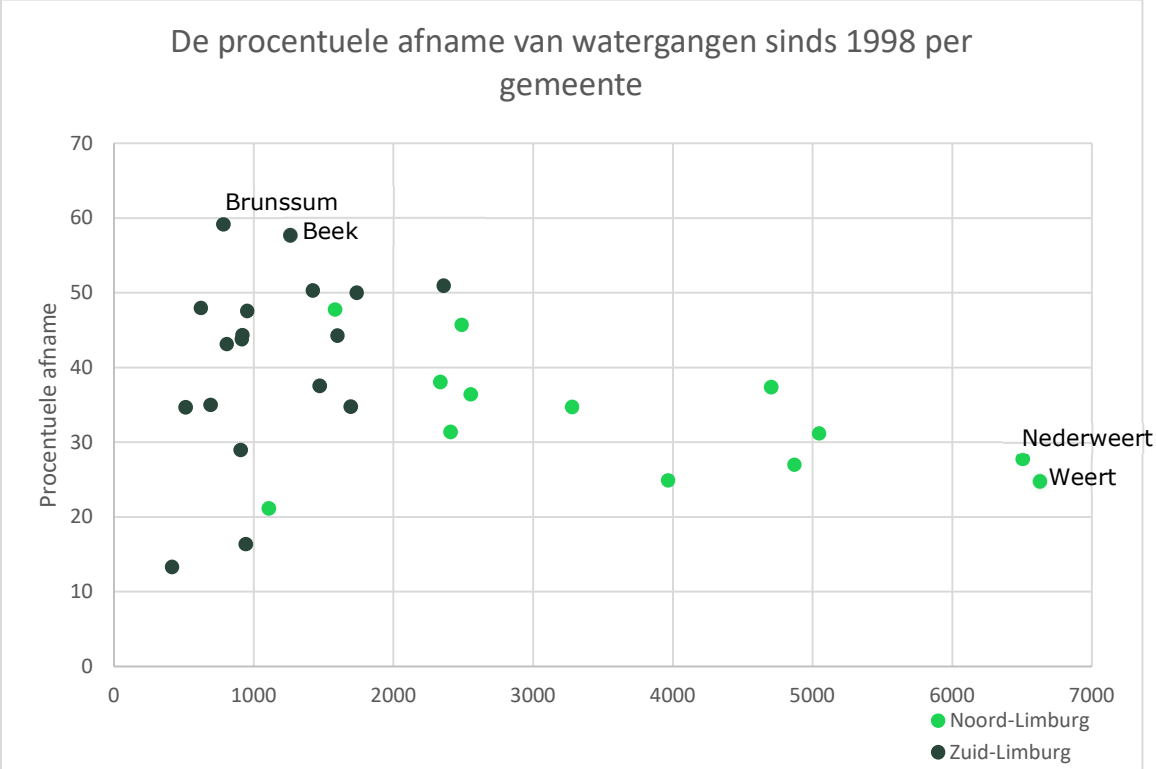
Grondsoort	Verdwenen watergangen (m/km²)	Onzekerheid over verdwenen watergangen (m/km²)	Onzekerheidsmarge (%)
Bebouwd gebied	377	73	19.3
Lichte zavel	1152	207	18.0
Zware zavel	1387	308	22.2
Veen	3179	428	13.5

Leem	407	83	20.5
Zand	1247	176	14.1
Moerig op zand	2401	449	18.7
Lichte klei	1489	284	19.0
Zware klei	1216	204	16.8

Tabel 2: De dichtheid van verdwenen watergangen afgezet tegen de dichtheid van deze verdwenen watergangen waarvan onduidelijk is of deze verplaats zijn of daadwerkelijk gedempt, en de onzekerheidsmarge in procenten.

Gemeenten

In sommige gebieden is er procentueel meer watergang verdwenen dan in andere gebieden. Er is dan een procentueel verschil in de lengte verdwenen watergang per vierkante kilometer gemeente.

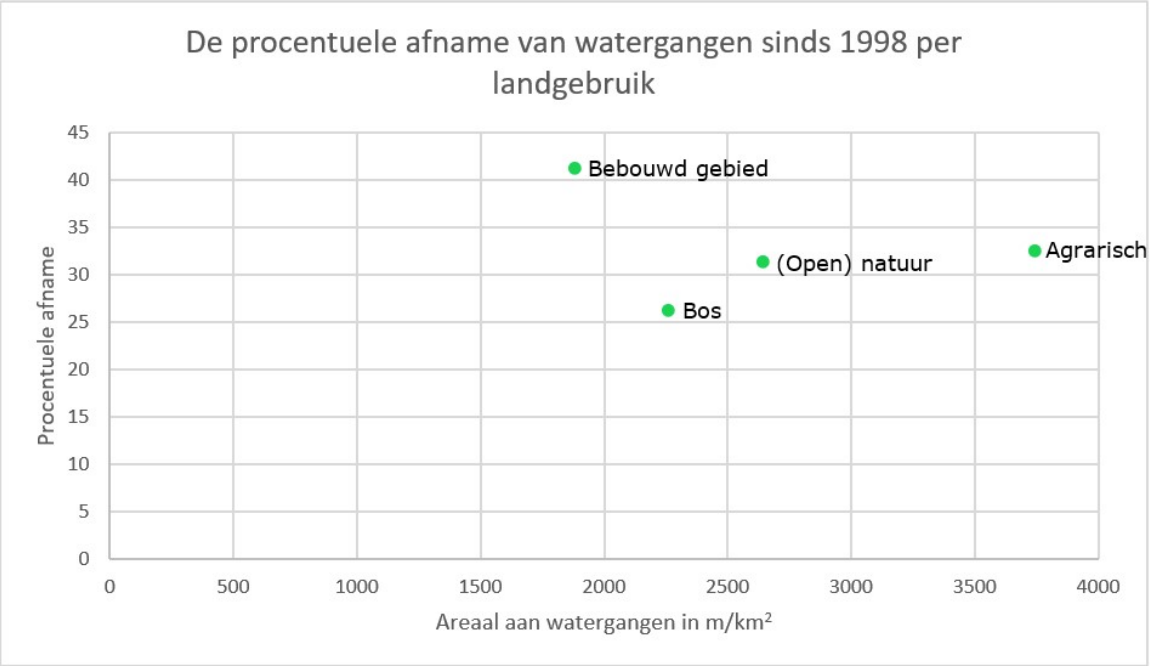


Figuur 12: Het aantal meter watergangen per vierkante kilometer gemeente afgezet tegen de procentuele afname sinds 1998.

Op basis van de grafiek kan afgeleid worden er niet duidelijk te zien is dat er daadwerkelijk gemeenten zijn waar meer gedempt is dan in andere gemeenten.

Landgebruik

In sommige gebieden is er procentueel meer watergang verdwenen dan in andere gebieden. Er is dan een procentueel verschil in de lengte verdwenen watergang per vierkante kilometer landgebruik.



Figuur 13: Het aantal meter watergangen per vierkante kilometer landgebruik afgezet tegen de procentuele afname sinds 1998.

Figuur 13 laat zien dat bebouwd gebied er opnieuw bovenuit schiet. Dit keer ten opzichte van de andere landgebruiken. Onderstaande tabel laat zien dat de onzekerheidsmarges erg uit een lopen. Het is in ieder geval duidelijk dat er van het aantal verdwenen watergangen in (open) natuurgebied weinig twijfel is over verdwenen of verplaatste watergangen.

Landgebruik	Verdwenen watergangen (m/km²)	Onzekerheid over verdwenen watergangen (m/km²)	Onzekerheidsmarge (%)
Bebouwd gebied	776	155	20.0
Agrarisch	1217	175	14.4
(Open) natuur	824	46	5.6
Bos	593	147	24.8

Tabel 3: De dichtheid van verdwenen watergangen afgezet tegen de dichtheid van deze verdwenen watergangen waarvan onduidelijk is of deze verplaats zijn of daadwerkelijk gedempt, en de onzekerheidsmarge in procenten.

3.2 Bijdrage die watergangen leveren aan ecosysteemdiensten

In deze paragraaf wordt de bijdrage die watergangen leveren aan de volgende ecosysteemdiensten toegelicht:

- Waterberging;
- Aquatisch milieu;
- Reinigend vermogen;
- Bodemerosie;
- Bestuiving;
- Plaagonderdrukking;
- Gezond en welzijn;
- Groene recreatie.

De definities van de ecosysteemdiensten staan toegelicht in bijlage 10. De bijdrage die een watergang levert aan ecosysteemdiensten is sterk afhankelijk of de watergang watervoerend of droog is. Onder normale omstandigheden, van 1 april tot 1 oktober, staat in een watervoerende watergang water en in een droge watergang geen water. (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023).

Waterberging

Het waterbergend vermogen van een watergang draagt bij aan de biodiversiteit door het opvangen van benodigd (regen)water. Het waterbergend vermogen van een watergang is technisch gezien de ruimte tussen de bovenzijde van de oever en het zomerpeil (Atlas Natuurlijk Kapitaal, 2023).

Aquatisch milieu

Er zijn op aarde verschillende aquatische ecosystemen zoals oceanen, meren en watergangen. De kenmerken van aquatische ecosystemen kunnen worden verdeeld in biotische en abiotische factoren. Biotische factoren zijn levende organismen en abiotische factoren omvat de temperatuur, zoutgehalte, nutriënten, diepte en stroming (Verdonschot, 2021). De aanwezigheid van het aquatisch milieu in watergangen is afhankelijk van de waterkwaliteit, het grondwaterpeil en de stroming van de watergang. Droge watergangen hebben nauwelijks of geen betekenis voor het aquatisch milieu.

Reinigend vermogen

Een watergang draagt in meerdere manier bij aan het zuiveren van lucht, water en bodem. Een watervoerende watergang zuivert met behulp van oever- en waterplanten en bacteriën die in het water leven. Droge watergangen zuiveren met behulp van oeverplanten. Oever- en waterplanten

zuiveren de lucht door koolstofdioxide (CO_2) en water (H_2O) om te zetten in glucose ($C_6H_{12}O_6$) en zuurstof (O_2). Glucose wordt gebruikt voor de groei van de plant en O_2 is de afvalstof. Oever- en waterplanten kunnen ook stikstof en fosfaat uit water en bodem opnemen en gebruiken om te groeien. Door het weghalen van de vegetatie wordt ook stikstof en fosfaat weggevangen (Buck, 2010).

Daarnaast kunnen bacteriën in de watergangen stikstof (N) omzetten naar stikstofgas (N_2) en fosfor (P) opnemen (Klein J. , 2008). In een watergang met veel zuurstof zetten blauwalgen en archaea, ammonium (NH_4^+) om in nitraat (NO_3^-), dit heet nitrificatie. Daarna zetten reducerende (modder)bacteriën NO_3^- om naar N_2, dit heet denitrificatie. N_2 is het meest voorkomende bestanddeel van lucht, dat nauwelijks reageert met andere stoffen. Door deze processen wordt de waterkwaliteit van een watergang verbeterd. Denitrificatie vindt voornamelijk plaats in zuurstofarme bodems. Echter, als het denitrificatieproces te vroeg stopt, dan wordt hoofdzakelijk lachgas (N_2O) geproduceerd, een broeikasgas dat 300 keer sterker is dan CO_2. Hierbij verbetert het aquatisch milieu door de stikstofverwijdering, maar wordt het broeikaseffect versterkt door de productie van N_2O. P wordt voornamelijk aangetroffen als fosfaatzout en wordt door bacteriën opgenomen in de vorm van HPO_4 en PO_4 (Wageningen University Research, n.d.).

Bodemerosie

Door bodemerosie kan vruchtbare bodem en vegetatie wegspoelen in een watergang, wat invloed heeft op de waterkwaliteit. Het afbrokkelen van de oever resulteert in een slechtere waterkwaliteit wat zal zorgen voor de achteruitgang van biodiversiteit in de watergang (Wageningen University Research, 2022). Hiernaast kan bodemerosie door depositie ook positief bijdragen aan de biodiversiteit. Door depositie gaat een watergang meanderen en door de bochten wordt het water afgeremd, waardoor water een langere verblijftijd heeft en beter kan infiltreren (Wageningen University Research, n.d.). Echter, is het zeer onwaarschijnlijk dat een tertiaire watergang gaat meanderen doordat een lage of zelfs geen stroming plaatsvindt in deze watergangen. Watergangen hebben voornamelijk last van oevererosie. Door veranderingen in landgebruik in het stroomgebied kan oevererosie vaker en heviger optreden (Troeh, Hobbs, & Donahue, 1990). Oevererosie kan worden verminderd door de hellingshoek van het talud flauwer te maken en door jaarrond vegetatie op het talud en oever te hebben staan. Daarnaast verkleinen ook bomen en hagen naast de watergang de kans op bodemerosie.

Bestuiving

70% van de voedselgewassen en 35% van de wereldwijde productie van voedsel voor mensen is afhankelijk van bestuiving. De aantallen en diversiteit van bijen en zweefvliegen zijn de afgelopen decennia sterk gedaald. Om de aantallen en diversiteit te herstellen zijn maatregelen nodig zoals het uitbreiden van natuurgebieden, bloemrijke plekken en nestelplekken. Door het herstellen van de biodiversiteit aan planten en het zorgen voor de juiste nestelplekken, zullen de aantallen en

diversiteit stijgen. Een watergang kan ruimte bieden voor bloemrijke plekken door bloemranden op de oevers van een watervoerende watergang te zaaien. Ook kunnen watergangen ruimte bieden voor nestelplekken, gecreëerd door hagen (Klein A. , 2011).

Plaagonderdrukking

Watergangen kunnen dienen als natuurlijke barrière om plaaginsecten die niet kunnen vliegen tegen te houden en zo plagen te verminderen (Buck, Wiel, & Long, 2021). Natuurlijke vijanden zoals lieveheersbeestjes, sluipwespen en zweefvliegen spelen een grote rol in het onderdrukken van schadelijke soorten zoals bladluizen. Om de biodiversiteit voor plaagonderdrukking te stimuleren moeten gewasbeschermingsmiddelen worden geminimaliseerd en schuil- en overwinteringsplaatsen en voedingsmogelijkheden rondom watergangen worden gecreëerd (Geertsema, 2015).

Gezond en welzijn

Er zijn geen onderzoeken gedaan naar de gezondheidseffecten van een watergang op de fysieke, mentale en sociale gezondheid van de mens. Een watergang is wel onderdeel van het landschap en een groene omgeving en de beleving daarvan. Hierdoor draagt een watergang indirect bij aan de positieve effecten van een groene omgeving op de fysieke, mentale en sociale gezondheid van de mens. Mensen die wonen in, of kijken naar een groene omgeving herstellen sneller van stress dan mensen die wonen in, of kijken naar een stedelijke omgeving (Ideno, 2017; Twohig-Bennet, 2018).

Groene recreatie

Uit onderzoek is gebleken dat recreanten in Nederland het bosrijke landschap als meest waardevol waarderen, waarbij de belevingswaarden het hoogst zijn. Over het algemeen scoren gebieden met veel verschillende landschapselementen ook hoog. Hierdoor lijkt er een verband te zijn tussen de aanwezigheid van biodiversiteitswaarden en gebieden met een hoge belevingswaarden.
Watergangen dragen bij aan de diversiteit van een landschap. Een diverse en groene omgeving bevorderd de sociale beleving van mensen. Door een diverse en groene omgeving voelen mensen zich minder snel eenzaam en hebben ze meer sociale interactie (TenG groep, 2023).

3.3 Beheer en onderhoud van watergangen

3.3.1 Beschrijving maatregelen

In deze paragraaf worden de maatregelen beschreven die in dit onderzoek zijn gevonden met betrekking tot het beheren en onderhouden van watergangen. Hiermee kan de waarde van een watergang worden verhoogd en kunnen landschapselementen worden behouden en/of toegevoegd.

Een nadere beschrijving van deze maatregelen, staat weergegeven in bijlage 11. De volgende maatregelen worden in dit onderzoek meegenomen:

- Dempen;
- Verondiepen;
- Natuurvriendelijke oever;
- Struwelen;
- Natte teelt;
- Watergangen afdammen / stuwen;
- Knip- of scheerheg;
- Ecologisch onderhoud.

Het dempen, verondiepen en afdammen of stuwen van watergangen zijn maatregelen die vaak vanuit hydrologisch oogpunt worden genomen. Wanneer deze maatregelen worden toegepast zal daarom ook altijd rekening moeten worden gehouden met de directe omgeving.

Dempen

Vaak wordt een watergang gedempt om ruimte te creëren voor bijvoorbeeld een weg of in relatie tot de verplichtingen rondom bufferstroken of teeltvrije zones (Waterforum, 2022).
De impact en werking van dempen is blijvend. Wanneer negatieve (hydrologische) effecten op de omgeving optreden na dempen zal de watergang opnieuw uitgegraven moeten worden.

Verondiepen

Met betrekking tot hydrologie heeft het verondiepen van een watergang een vergelijkbare impact als dempen, al kan het voorkomen dat een watergang te diep wordt gebaggerd waardoor deze weer op oorspronkelijke diepte wordt gebracht.

Afdammen/stuwen

Het afdammen van een watergang wordt vaak als een tijdelijke maatregel gezien, om bijvoorbeeld te kunnen ondervinden wat het hydrologische effect op een gebied is. Afdammen is goedkoper en makkelijker ongedaan te maken in vergelijking met dempen. Het plaatsen van een stuw heeft als voordeel dat er gemakkelijk aanpassingen in het waterpeil mogelijk zijn. Voor beide maatregelen geldt wel dat het een fysieke barrière vormt voor de soorten die in een watergang leven.

Natuurvriendelijke oevers

Natuurvriendelijke oevers zijn bredere en flauwer in vergelijking met traditionele oevers. Door het grotere oppervlakte en het flauwe talud kan er meer vegetatie groeien, zowel boven als onder het waterpeil. Daarnaast hebben natuurvriendelijke oevers nog meer voordelen, die worden beschreven in bijlage 13. Voor een diverse en succesvolle soortenontwikkeling op natuurvriendelijke oevers zijn

de juiste omstandigheden nodig. Denk hierbij aan een goede waterkwaliteit en juist onderhoud (STOWA, 2009), (Floron, 2019).

Struwelen

Struwelen kunnen bestaan uit heggen of losstaande begroeiing. Het kiezen voor gebruik van inheemse plantsoorten heeft verschillende voordelen. Zo zijn inheemse planten zijn beter bestand tegen klimaatverandering maar ook beter afgestemd op de dieren die van nature in het gebied voorkomen (IVN, 2021), (Biodivercity, Struweel, 2011). Struwelen hebben vaak veel massa wat zorgt voor voedsel en schuilplaatsen voor dieren.

Knip- of scheerheggen

Knip- of scheerheggen zijn lijnelementen die bestaan uit aaneengesloten opgaande begroeiing. Het kiezen voor gebruik van inheemse plantsoorten heeft verschillende voordelen. Zo zijn inheemse planten zijn beter bestand tegen klimaatverandering maar ook beter afgestemd op de dieren die van nature in het gebied voorkomen (IVN, 2021), (Biodivercity, Struweel, 2011). Vaak zorgen knip- of scheerheggen voor veel biodiversiteit. Door het frequente onderhoud kan veel licht de onderkant van de heggen bereiken, waardoor er vaak veel onder-beplanting aanwezig is. Juist deze onder-beplanting is erg divers en dus goed voor de biodiversiteit (Tuindingen, 2022).

Natte teelt

Natte teelt is een vorm van landbouw die geschikt is om toe te passen in gebieden met een hoge grondwaterstand, zoals beekdalen of veengebieden. Natte teelt biedt kansen om de waterhuishouding toekomstbestendiger te maken, er kan namelijk meer water worden vastgehouden. Lisdodde is de meest kansrijke natte teelt van dit moment (HAS-Kennistransfer-en-Bedrijfsopleidingen, 2020). Het gewas kan worden gebruikt voor isolatiemateriaal, constructiemateriaal, veevoer, bio-plastics en bio-energie. Hierbij bepaald de tijd van oogsten het uiteindelijke product. De opbrengsten van lisdoddeteelt verschilt per toepassing. Er gelden subsidies voor deze vorm van landbouw. Wel vraagt natte teelt in het algemeen een specifieke situatie waardoor deze inrichtingsmaatregelen niet in veel gevallen toepasbaar zal zijn (Ecologen, 2023).

Ecologisch onderhoud

Niet in elke situatie zullen bovenstaande inrichtingsmaatregelen toepasbaar zijn. In deze gevallen kan de biodiversiteit worden verbeterd door watergangen ecologisch(er) te onderhouden. Traditioneel onderhoud aan watergangen wordt gedaan door het maaien van de vegetatie en het op diepte houden van de watergang. Bij ecologisch onderhoud wordt gezocht naar een balans tussen de natuur zijn gang laten gaan en toch gericht onderhoud plegen (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).

3.4 Multicriteria-analyse

3.4.1 Bijdrage die watergangen leveren aan ecosysteemdiensten

Met behulp van een QuickScan is er bij 18 watergangen in Noord-Limburg een globale evaluatie van de bijdrage die watergangen leveren aan de ecosysteemdiensten uitgevoerd. De resultaten van de QuickScan staan weergegeven in bijlage 12. De resultaten van de QuickScan zijn vervolgens verwerkt in de MCA, hieruit komen de scores die staan weergegeven in tabel 4.

Criteria	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Waterberging	8,7	11,6	11,6	11,6	11,6	10,2	11,6	5,8	7,3	4,2	2,9	1,5	2,9	1,5	8,7	11,6	4,4	0,0
Aquatisch milieu	9,3	10,9	3,1	4,7	3,1	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0
Waterkwaliteit	7,2	5,2	6,2	7,2	5,2	0,0	7,2	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0
Bodemerosie	2,8	2,8	2,8	2,8	4,2	2,8	5,6	4,2	4,2	3,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	4,2	2,8	0,0
Bestuiving	1,6	3,2	1,6	1,6	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	1,6	0,0
Plaagonderdrukking	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	1,4	0,0
Gezond & welzijn	1,5	1,5	1,5	3,0	4,5	1,5	4,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4,5	0,0	1,5	4,5	1,5
Groene recreatie	1,8	1,8	1,8	3,6	5,4	1,8	5,4	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	5,4	0,0	1,8	5,4	1,8
Totaalscore	36	40	31	37	42	16	37	13	15	13	9	8	9	14	12	36	20	3

Tabel 4: De 18 watergangen waarbij de QuickScan is uitgevoerd verwerkt in de MCA.

3.4.2 Impact van de maatregelen op ecosysteemdiensten

Met de resultaten van watergangen die zijn beoordeeld is duidelijk op welke ecosysteemdienst een watergang niet goed scoort en het dus wenselijk kan zijn om te verbeteren. Tabel 5 vormt een overzicht van de impact per inrichtingsmaatregel op de ecosysteemdiensten. De totstandkoming van de impact is te vinden in bijlage 13.

	Waterberging	Aquatisch milieu	Waterkwaliteit	Bodemerosie	Bestuiving	Plaagonderdrukking	Gezond & welzijn	Groene recreatie
Dempen	Positief	Negatief	Neutraal	Neutraal	Negatief	Negatief	Negatief	Negatief
Verondiepen	Positief	Neutraal	Neutraal	Neutraal	Neutraal	Neutraal	Neutraal	Neutraal
Natuurvriendelijke oever	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief
Struwelen	Neutraal	Neutraal	Neutraal	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief
Natte teelt	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief
Afdammen / stuwen	Positief	Negatief	Negatief	Neutraal	Neutraal	Neutraal	Neutraal	Neutraal
Knip- of scheerheg	Neutraal	Neutraal	Neutraal	Positief	Positief	Positief	Positief	Positief
Ecologisch onderhoud	Neutraal	Positief	Positief	Neutraal	Positief	Positief	Positief	Positief

Tabel 5: Overzicht van de impact van de inrichtingsmaatregelen op de ecosysteemdiensten.

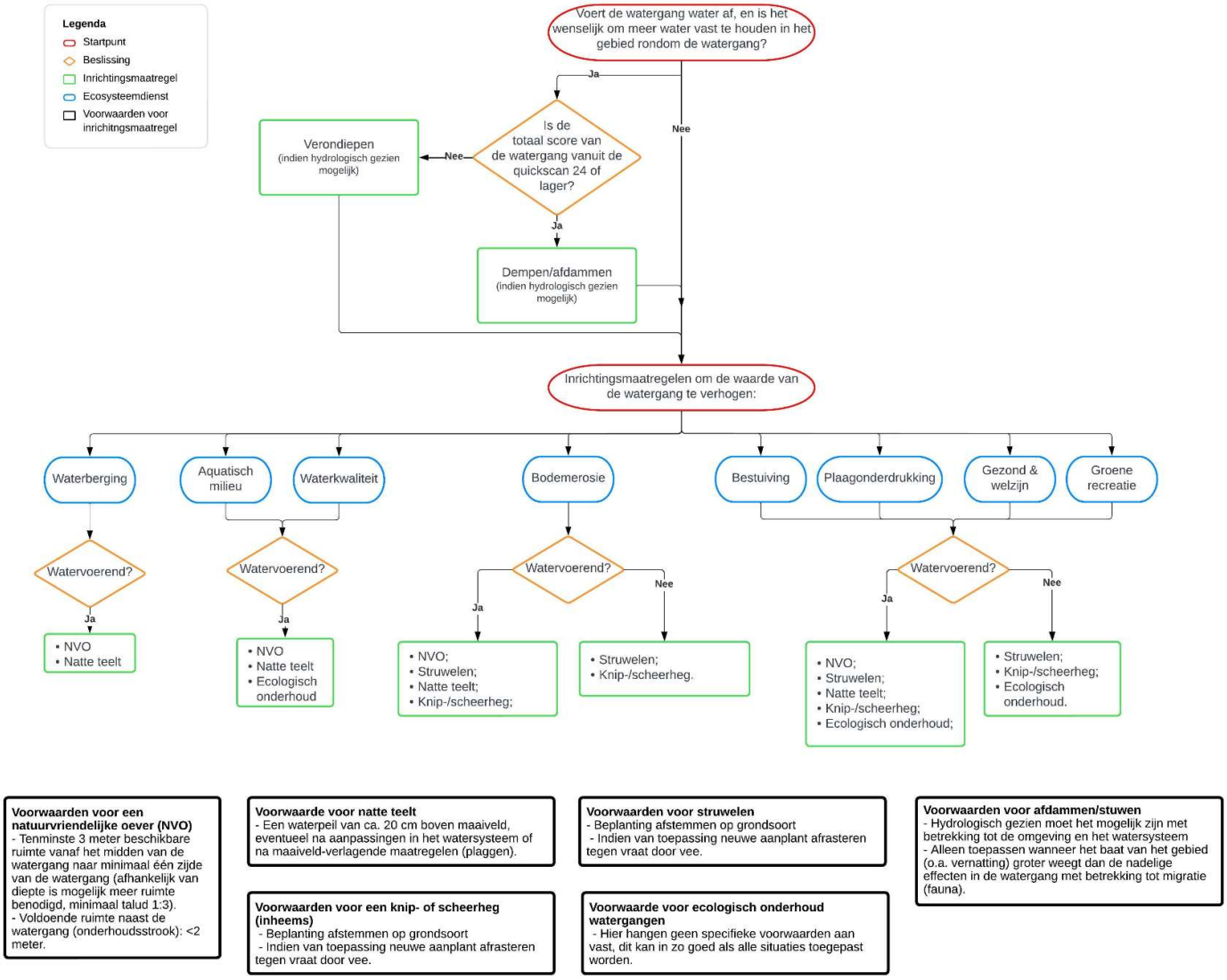
Het dempen, verondiepen en afdammen van een watergang zijn hydrologische maatregelen. Deze maatregelen kunnen ervoor zorgen dat er meer water wordt vastgehouden in een watergang of in de bodem en levert daarom een positief effect op de waterberging (Wageningen University Research, 2023). Overige ecosysteemdiensten worden door deze maatregelen neutraal tot negatief beïnvloed doordat er overwegend vegetatie verdwijnt uit de watergang en het leefgebied wordt beperkt. Bij het dempen van een watergang, waarbij functieverandering plaatsvind, verdwijnt er naast de ecosysteemdiensten ook een element uit het landschap. Door de verdwijning van landschapselementen verdwijnt ook onderkomen, broedgelegenheden, voedsel- en schuilplekken voor dieren. Hierdoor neemt de biodiversiteit van zowel flora als fauna af (Smits & van Alebeek,2007). Lijnelementen zoals watergangen of heggen zijn daarbij extra belangrijk. Wanneer watergangen ecologisch ingericht of beheerd worden dragen de oevers bij aan de migratiemogelijkheden en leefgebied voor flora en fauna. Zo zijn vleermuizen erg afhankelijk van lijnelementen doordat watergangen worden gebruikt als jachtgebied. (Biodivercity, Watergang, 2011)

Struwelen en knip- of scheerheggen hebben een vergelijkbare impact op de verschillende ecosysteemdiensten. Bij het toepassen van deze maatregelen verdwijnt er niks of nauwelijks iets aan vegetatie, en wordt er juist vegetatie gerealiseerd, wat een positief effect heeft op diverse ecosysteemdiensten (Groenkennisnet, 2022). Het realiseren van natuurvriendelijke oevers en het telen van lisdodde zorgen ook voor de toevoeging van vegetatie, en hebben daarom vergelijkbare

effecten als heggen en struwelen. Aanvullend zorgen natuurvriendelijke oevers en lisdodde voor een positief effect op de waterkwaliteit, het aquatisch milieu en de waterberging, doordat deze inrichtingsmaatregelen ook effect hebben op het milieu onder het waterpeil (STOWA, 2009). Ecologisch onderhoud verbeterd de bestaande situatie, wanneer dit op de juiste manier wordt uitgevoerd, heeft ecologisch onderhoud geen of nauwelijks effect op de waterberging van een watergang (Gebiedsbeheerder, 2023). Ecosysteemdienst bodemerosie wordt nauwelijks beïnvloed, doordat er zowel bij traditioneel onderhoud als bij ecologisch onderhoud, in beide gevallen vegetatie aanwezig is om de bodem 'vast te houden' (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).

3.4.3 Beslisboom inrichtingsmaatregelen

Tabel 5 is gebruikt bij het maken van een concept beslisboom (figuur 11), ter ondersteuning van de keuze voor inrichtingsmaatregelen. In de beslisboom wordt als eerste gekeken naar de hydrologische situatie. De reden hiervoor is dat de wens om een gebied (rondom de watergang) te vernatten, niet uit de ecosysteemdiensten naar voren komt. Met betrekking tot klimaatverandering (droogte) is het in sommige gevallen wenselijk om dit wel te doen, zeker wanneer een watergang natuurgebied(en) ontwaterd (Hydrologen, 2023). Daarnaast kunnen maatregelen als dempen, verondiepen en afdammen vaak juist in combinatie met andere inrichtingsmaatregelen plaatsvinden. In de beslisboom zo ook de afweging om wel of niet te dempen meegenomen, afhankelijk van de waarde (score uit de QuickScan) van een watergang.
De keuze in de overige inrichtingsmaatregelen hangt af van welke ecosysteemdienst relevant is voor de watergang om te verbeteren, hier kan de QuickScan voor worden gebruikt. Aanvullend kan de keuze wijzigen afhankelijk van de omgeving van de watergang, voor een watergang naast een agrarisch perceel kan bijvoorbeeld bestuiving en plaagonderdrukking extra belangrijk zijn, voor een watergang naast een fietspad ecosysteemdienst groene recreatie. Na de keuze in ecosysteemdienst(en) om te verbeteren, is de vraag of de watergang watervoerend is of niet. De keuze in inrichtingsmaatregelen hangt hier in veel gevallen van af, denk aan natte teelt (lisdodde) of natuurvriendelijke oevers. Uiteindelijk komen er inrichtingsmaatregelen uit, die in potentie geschikt zijn om toe te passen. Dan dient er te worden gekeken voor welke maatregel het haalbaar/mogelijk is om daadwerkelijk toe te passen in de praktijk. Dit hangt bijvoorbeeld af van beschikbare ruimte of een gewenst waterpeil, per inrichtingsmaatregel staat een beschrijving om hier tot te komen.



Figuur 14 Concept beslisboom ter ondersteuning van de keuze in inrichtingsmaatregel bij watergangen

4. Discussie

Door schaalvergroting en intensivering van de landbouw en verstedelijking in de laatste eeuw is ongeveer 60% van de landschapselementen in Nederland, waaronder watergangen, verdwenen. Bij de beslissing om watergangen te dempen wordt enkel gekeken naar de hydrologische afvoer van de watergang. Andere bijdrage die watergangen leveren aan ecosysteemdiensten en biodiversiteit worden niet meegenomen. Hierdoor is het mogelijk dat waardevolle watergangen worden gedempt.

Na het onderzoek is geconcludeerd dat sinds 1998 circa 30% van de watergangen binnen het werkgebied van Waterschap Limburg is verdwenen. Echter tonen de datasets een netto toename aan het areaal van watergangen. Dit kan worden verklaard door verbeterde data-inwinmethodieken waardoor watergangen als nieuw zijn ingetekend terwijl deze in het verleden al bestonden. Het blijft echter onduidelijk of deze daadwerkelijk nieuw zijn, verplaatst zijn of eerder niet zijn opgenomen in de data. Om te achterhalen wat de oorsprong is van deze nieuwe watergangen kan een validatieproces met hoogwaardige luchtfoto's of het AHN worden uitgevoerd. Ook zouden historische kaarten kunnen worden gedigitaliseerd. Deze maatregelen zullen Waterschap Limburg voorzien van een beter inzicht in de watergangen van het verleden. Deze conclusie heeft voldaan aan de verwachting dat afgelopen decennia het areaal aan watergangen is afgenomen.

Wanneer watergangen ecologisch ingericht of beheerd worden dragen deze bij aan de migratiemogelijkheden en leefgebied voor flora en fauna. Daarnaast zijn watergangen extra belangrijk als lijnelementen. Zo zijn vleermuizen erg afhankelijk van lijnelementen doordat watergangen worden gebruikt als jachtgebied. Watergangen met een ruime oeverzone kunnen dienen als ecologische verbindingszone wat van belang is voor de verspreiding en uitwisseling van soorten tussen natuurgebieden. De bijdrage die een watergang levert aan de ecosysteemdiensten en biodiversiteit is afhankelijk van verschillende factoren zoals de ligging van de watergang, waterkwaliteit, steilte van het talud en de begroeiing op het talud. Daarnaast is in het onderzoek naar voren gekomen dat watergangen niet enkel invloed hebben op ecosysteemdiensten en de biodiversiteit, maar ook op de structuur van het landschap. Daardoor wordt aangeraden om na het dempen van een watergang een lijnelement zoals een heg terug te plaatsen zodat geen landschapselementen verloren gaan.

Uit het onderzoek is gebleken dat circa 30% van de watergangen is verdwenen sinds 1998. Er zit hier een zekere onzekerheidsmarge aan. Extra onderzoek verrichten om de onzekerheidsmarge te verkleinen is niet nodig. Het is belangrijker om naar de toekomst te kijken en de huidige situatie van watergangen te gaan monitoren. Hiermee kan Waterschap Limburg beleid maken in overeenkomst met het waterbeheerplan en Deltaplan Biodiversiteitsherstel.

5. Conclusie

In dit onderzoek is antwoord gegeven op de centrale vraag: Wat is de impact van de verandering in het areaal aan watergangen op de ecosysteemdiensten en welke alternatieve inrichtingsmaatregelen kunnen genomen worden?

Uit dit onderzoek is gebleken dat sinds 1998 circa 30% van de watergangen is verdwenen. De datasets tonen echter een netto toename van het oppervlak aan watergangen. Deze toename kan waarschijnlijk verklaard worden verklaard door verbeterde methoden voor het verzamelen van gegevens, waardoor nieuwe watergangen zijn toegevoegd die in het verleden al bestonden. Mogelijk vindt een onderschatting van zo'n 16% van de gedempte watergangen plaats door verplaatste of niet correct ingetekende watergangen, waardoor de data in zijn huidige vorm niet geschikt is voor de huidige analyse. De exacte verdeling tussen daadwerkelijk nieuwe watergangen, verplaatste watergangen en watergangen die eerder zijn gemist is op basis van de gebruikte datasets is niet te analyseren.

Het is gebleken dat een watervoerende watergang een grotere bijdrage levert aan de ecosysteemdiensten dan een droge watergang. Dit resultaat is terug te zien in de eindscores van de MCA die zijn uitgevoerd bij 18 watergangen in Noord-Limburg. Door het toepassen van de MCA wordt een watergang op meerdere ecosysteemdiensten beoordeeld dan enkel de hydrologische afweging en wordt uitgebreidere indicatie gegeven van de waarde van een watergang.

Naast de bijdrage die watergangen leveren aan ecosysteemdiensten zijn watergangen ook belangrijk als landschapselement. Uit het onderzoek is gebleken dat het belangrijk is om een watergang te behouden als landschapselement. Als een watergang wordt gedempt is het belangrijk om een landschapselement terug te plaatsen zodat geen landschapselementen verloren gaan.

De bijdrage van watergangen aan de ecosysteemdiensten en biodiversiteit kan worden verhoogd door het nemen van inrichtingsmaatregelen. De beslisboom helpt bij het vinden van de meest geschikte maatregel.

Door het gebruik van de MCA en de beslisboom wordt de beslissing om een watergangen te dempen breder beoordeeld, waardoor wordt gestreefd naar een landschap bestaande uit 10% groenblauwe dooradering.

6. Aanbevelingen

Waterschap Limburg wordt geadviseerd om zich te focussen op het monitoren van de huidige watergangen met een interval van een jaar aan de hand van de opgestelde scripts en TOP10NL data van het huidige jaar. Met deze interval kan een goed beeld worden gevormd van het areaal aan tertiaire watergangen dat een wezenlijk onderdeel uitmaakt van de groenblauwe dooradering.

Waterschap Limburg wordt geadviseerd om de TOP10NL data voor het gebruik te classificeren naar categorie van elke watergang, waardoor de analyse op enkel tertiaire watergangen kan worden uitgevoerd.

Waterschap Limburg wordt geadviseerd op zich te richten op het tegengaan van het verdwijnen aan het areaal aan watergangen. Door de situatie te monitoren met de opgestelde scripts kunnen beleid en regelingen worden opgesteld voor het behoud en uitbreiding van het areaal aan watergangen als landschapselement.

Het waterschap Limburg wordt geadviseerd om de opgestelde beslisboom over het dempen van watergangen verder door te ontwikkelen naar een in de praktijk bruikbaar en betrouwbaar instrument. Hiervoor zou een verdiepend onderzoek naar de scores en de waardering van een watergang moeten worden uitgevoerd met experts in het veld.

Bij demping wordt geadviseerd om een nieuw landschapselement te plaatsen wat past in de huidige landschappelijke context. Hierbij kan geput worden uit de gegeven inrichtingsmaatregelen in bijlage 11.

Bibliografie

aanvalsplan Landschap. (2022, september). Opgeroepen op mei 16, 2023, van Samen voor biodiversiteit: https://www.samenvoorbiodiversiteit.nl/aanvalsplan-landschap

Agrarischwaterbeheer. (sd). *Stuwtjes en andere maatregelen om water langer vast te houden in waterlopen*. Opgeroepen op juni 8, 2023, van www.agrarischwaterbeheer.nl: https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/boek/stuwtjes_om_water_vast_te_houden.pdf

Agrarischwaterbeheer. (z.d.). *Stuwtjes en andere maatregelen om water langer vast te houden in waterlopen*. Opgeroepen op juni 8, 2023, van www.agrarischwaterbeheer.nl: https://agrarischwaterbeheer.nl/system/files/documenten/boek/stuwtjes_om_water_vast_te_houden.pdf

Atlas Natuurlijk Kapitaal. (2023 b). *Regenwaterafvoer in de stad*. Opgeroepen op juni 20, 2022, van Atlas Natuurlijk Kapitaal: https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/praktijkvoorbeelden/dossier/regenwaterafvoer-in-de-stad

Atlas Natuurlijk Kapitaal. (2023). *Waterberging op natuurlijke wijze*. Opgehaald van Atlas Natuurlijk Kapitaal: https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/praktijkvoorbeelden/dossier/waterberging-op-een-natuurlijke-wijze

Atlas Natuurlijk Kapitaal. (z.d.). *Regenwaterafvoer in de stad*. Opgeroepen op juni 20, 2022, van Atlas Natuurlijk Kapitaal: https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/praktijkvoorbeelden/dossier/regenwaterafvoer-in-de-stad

BIJ12. (2023). *L01.05 Knip- of scheerheg*. Opgeroepen op mei 18, 2023, van www.BIJ12.nl: https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/landschapselementtypen/l01-groenblauwe-landschapselementen/l01-05-knip-scheerheg/#:~:text=Een%20knip%2D%20of%20scheerheg%20is,scheerheg%20kan%20periodiek%20gevlochten%20worden.

BIJ12. (Z.d.). *L01.06 Struweelhaag*. Opgeroepen op mei 18, 2023, van www.bij12.nl: https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/landschapselementtypen/l01-groenblauwe-landschapselementen/l01-06-struweelhaag/

Biodivercity. (2011). *Struweel*. Opgeroepen op april 23, 2023, van www.biodivercity.nl: http://www.biodivercity.nl/index.php/biotoop/7/detail

Biodivercity. (2011). *Watergang*. Opgeroepen op mei 17, 2023, van www.biodivercity.nl: http://www.biodivercity.nl/index.php/biotoop/16/detail

Buck, A., Wiel, C., & Long, J. (2021). *Veredeling voor de ecosysteemdiensten, plaagonderdrukking en bestuiving in voedselgewassen.* Wageningen: WUR. Opgeroepen op mei 26, 2023, van https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/veredeling-voor-de-ecosysteemdiensten-plaagonderdrukking-en-bestuiving-voedingsgewassen.pdf

De Vries, G., & Scheifes, R. (2020). *Natuur & Landschap in de RES*. Opgeroepen op mei 27, 2023, van www.natuurenmilieufederaties.nl: https://www.natuurenmilieufederaties.nl/wp-content/uploads/2020/10/NMF_Publicatie_NatuurenLandschap-LR.pdf

Degroeneklaver. (2023). *Bloemrijke oevers*. Opgeroepen op april 19, 2023, van www.degroeneklaver.nl: https://www.degroeneklaver.nl/projecten/bloemrijke-oevers/

de-vala. (2018). *Kruidenrijk grasland*. Opgeroepen op april 2, 2023, van www.de-vala.nl: http://www.de-vala.nl/wp-content/uploads/2018/04/Kruidenrijk-grasland.pdf

dezemoetweg. (2020). *Kostenindicatie*. Opgeroepen op april 20, 2023, van www.vbne.nl: https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/uploads/kostenindicatie-factsheets.7a1e57.pdf

Ecologen. (2023, april 17). (K. Pol, & E. Gevers, Interviewers)

Eelerwoude. (2023). *Sloten verondiepen om verdroging tegen te gaan*. Opgeroepen op maart 17, 2023, van www.eelerwoude.nl: https://eelerwoude.nl/sloten-verondiepen-om-verdroging-tegen-te-gaan/

FerdinandFahner. (sd). *Projecten*. Opgeroepen op maart 3, 2023, van FerdinandFahner: https://ferdinandfahner.nl/Projecten/2015/n322.html

FerdinandFahner. (z.d.). *Projecten*. Opgeroepen op maart 3, 2023, van FerdinandFahner: https://ferdinandfahner.nl/Projecten/2015/n322.html

Floron. (2019). *Kunstmatig natuurlijk, een verhaal over de Nederlandse oevers*. Opgeroepen op maart 17, 2023, van Floron: https://www.floron.nl/Portals/1/Downloads/FLORON-dag2019/1_1600_Kunstmatig%20natuurlijk%20een%20verhaal%20over%20de%20Nederlandse%20oevers_Michiel%20Verhofstad.pdf?ver=2019-12-16-122118-383

Fontein, R. B. (2009, November). *Relatie recreatie en natuur*. Opgeroepen op mei 5, 2023, van WUR: https://edepot.wur.nl/14936

Gebiedsbeheerder. (2023, mei 24). (K. Pol, & E. Gevers, Interviewers)

Gebr.vd.Geest. (2016). *GebrvdGeest*. Opgeroepen op april 16, 2023, van www.twitter.com: https://twitter.com/GebrvdGeest/status/803933613083463680/photo/1

Geertsema, W. (2015, mei). *Agrobiodiversiteit en ecosysteemdiensten*. Opgehaald van Wageningen University Research: https://edepot.wur.nl/343648

Groenehartwerkt. (2023). *Lisdodde telen als grondstof voor eco-isolatiemateriaal*. Opgeroepen op april 28, 2023, van www.groenehartwerkt.nl: https://groenehartwerkt.nl/projecten/25-lisdodde-telen-als-grondstof-voor-eco-isolatiemateriaal

Groenkennisnet. (2022). *Functionele Agrobiodiversiteit*. Opgeroepen op jun 6, 2023, van www.wiki.groenkennisnet.nl: https://wiki.groenkennisnet.nl/space/VVA/90144830/3.1.2+-+Functionele+Agrobiodiversiteit

Grondwaterformules. (z.d.). *Doorlatendheid k*. Opgeroepen op juni 20, 2023, van Grondwaterformules: http://grondwaterformules.nl/index.php/vuistregels/ondergrond/doorlatendheid-per-grondsoort

GWWkosten. (2023). *GWW Kosten*. Opgeroepen op juni 7, 2023, van www.bouwkosten.nl: https://www.gwwkosten.nl/

HAS-Kennistransfer-en-Bedrijfsopleidingen. (2020). *Natte landbouw Noord-Brabant*. Opgeroepen op MEI 4, 2023, van HAS-Kennistransfer-en-Bedrijfsopleidingen: https://www.klimaatadaptatiebrabant.nl/l/nl/library/download/urn:uuid:d68eb1a5-59f2-4905-b911-16fd260e8a89/verdienmodellen+natte+landbouw+in+noord-brabant+%282020%29.pdf?format=save_to_disk

hedgelink. (2013). *How to Manage your Hedge Ditches*. Opgeroepen op april 18, 2023, van http.hedgelink.org.uk: https://hedgelink.org.uk/cms/cms_content/files/33_ditch_invertebrates_%26_hedges_leaflet.pdf

hhdelfland. (2022). *Natuurvriendelijk maaien met de Ecokleurenkoers*. Opgeroepen op mei 19, 2023, van www.hhdelfland.nl: https://www.hhdelfland.nl/ontdek-werk/schoon-gezond-water/natuurvriendelijk-maaien-ecokleurenkoers/

Hydrologen. (2023, mei 10). (K. Pol, & E. Gevers, Interviewers)

Innovatieprogrammaveen. (2021). *JAARRAPPORTAGE MARKT & KETENVORMING*. Opgeroepen op juni 8, 2023, van www.innovatieprogrammaveen.nl: https://www.innovatieprogrammaveen.nl/wp-content/uploads/2021/09/IPV-jaarrapportage-Markt-Ketenvorming-def.pdf

Instituut-Natuur-enbosonderzoek. (2020). *Advies met betrekking tot de grondwaterhuishouding*. Opgeroepen op mei 19, 2023, van www.purews.inbo.be: https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/29371218/INBO.A.3993AG_Grondwaterhuishouding_Oude_Landen_ikv_MER_mh.pdf

IVN. (2021). *Wat zijn inheemse planten, bomen en struiken?* Opgeroepen op april 19, 2023, van www.ivn.nl: https://www.ivn.nl/leren-over-de-natuur/wat-zijn-inheemse-planten-bomen-en-struiken/

Klein, A. (2011, maart). *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops.* Royal Society B: Biological Sciences. Opgeroepen op april 4, 2023, van https://www.researchgate.net/publication/6636030_Importance_of_pollinators_in_changing_landscapes_for_world_crops

Klein, J. (2008). *From Ditch to Delta, Nutrient retention in running waters.* Wageningen: Wageningen University. Opgeroepen op mei 22, 2023, van https://edepot.wur.nl/122001

KNMI. (2023). *Klimaatverandering*. Opgeroepen op april 6, 2023, van www.knmi.nl: https://www.knmi.nl/producten-en-diensten/klimaatverandering

Kondo, M., Fluehr, J., McKeon, T., & Branas, C. (2018). *Urban Green Space and Its Impact on Human Health.* International Journal of Environmental Research and Public Health. Opgeroepen op mei 4, 2023, van https://www.researchgate.net/publication/323590338_Urban_Green_Space_and_Its_Impact_on_Human_Health

LandschapsbeheerGelderland. (2019). *Struweelhaag aanleg en beheer*. Opgeroepen op mei 2, 2023, van www.landschapsbeheergelderland.nl: https://landschapsbeheergelderland.nl/wp-content/uploads/struweelhaag.pdf

Natuurverdubbelaars. (2020). *Rekenen aan biodiversiteitherstel*. Opgeroepen op juni 3, 2023, van www.natuurverdubbelaars.nl: https://www.natuurverdubbelaars.nl/case_study/rekenen-aan-biodiversiteitsherstel/#:~:text=Natuurvriendelijke%20oevers%20zijn%20landschapselementen%20die,voor%20bestuivers%20en%20andere%20diersoorten.

Natuurvoorelkaar. (2021). *Natuurlijk kapitaal: Natuurlijk ondernemen loont*. Opgeroepen op juni 8, 2023, van www.natuurvoorelkaar.nl: https://www.natuurvoorelkaar.nl/media/uploads/vouwkaart%20agrobiodiversiteit%20def.PDF

OmgevingVlaanderen. (2023). *De erosieproblematiek*. Opgeroepen op mei 9, 2023, van www.omgeving.vlaanderen.be: https://omgeving.vlaanderen.be/nl/de-erosieproblematiek#:~:text=Bodemerosie%20door%20water%20leidt%20tot,bedolven%20raken%20onder%20het%20sediment.

Omroepbrabant. (2020). *IJzeren plaat als dam in de sloot, water vasthouden in droge tijden is uitdaging voor waterschappen*. Opgeroepen op april 7, 2023, van www.omroepbrabant.nl: https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/3224452/ijzeren-plaat-als-dam-in-de-sloot-water-vasthouden-in-droge-tijden-is-uitdaging-voor-waterschappen

Planbureau voor de Leefomgeving. (2013, september 23). *Ontwikkeling stedelijk gebied in beeld*. Opgeroepen op juni 20, 2023, van PBL: https://www.pbl.nl/nieuws/2013/ontwikkeling-stedelijk-gebied

Poelman, J. (1970). *Erosie van lossgronden.* Wageningen: Wageningen University Research.

ProvincieUtrecht. (2022). *Vragen over de lisdodde*. Opgeroepen op april 28, 2023, van www.provincie-utrecht.nl: https://www.provincie-utrecht.nl/onderwerpen/natuur/natuurontwikkeling-marickenland/vragen-over-de-lisdodde#waarom_pilot_lisdodde

PVM. (2021). *Zaaiadvies en onderhoud van akkerranden*. Opgeroepen op mei 24, 2023, van www.pvmbv.com: https://www.pvmbv.com/zaaiadvies-en-onderhoud-van-akkerranden/

Reeze, B., Winden, A., & Krusjens, G. (2021). *Ecologische streefbeelden watersysteem*. Opgeroepen op mei 18, 2023, van www.edepot.wur.nl: https://edepot.wur.nl/562089

Researchgate. (2022). *A stand of Cattails*. Opgeroepen op mei 9, 2023, van www.researchgate.net: https://www.researchgate.net/figure/A-stand-of-Cattails-Typha-latifolia-L-foreground-near-the-edge-of-a-sugarcane-field_fig1_225280961

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2023, 3 30). *Alles over bufferstroken*. Opgehaald van https://www.rvo.nl/onderwerpen/bufferstroken

RIVM. (2022). *Effecten van groen op fysieke en mentale gezondheid*. Opgeroepen op mei 25, 2023, van www.rivm.nl: https://www.rivm.nl/nieuws/effecten-van-groen-op-fysieke-en-mentale-gezondheid

RobinPage. (2016). *Robin Page*. Opgeroepen op mei 26, 2023, van www.Twitter.com: https://twitter.com/skylarkwarrior/status/791297516453134336

Smits, M., & van Alebeek, F. (2007, mei). *Biodiversiteit en kleine landschapselementen in de biologische landbouw*. Opgeroepen op mei 7, 2023, van https://edepot.wur.nl/39507

Speelman, l. (2004). *De geschiedenis van de ruilverkaveling in Nederland van een lokaal perspectief, 1890 - 1985.* Wageningen: Wageningen University & Research. Opgeroepen op juni 19, 2023, van https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjuvoeQkcD_AhUeiv0HHTgIC88QFnoECBYQAQ&url=https%3A%2F%2Fugp.rug.nl%2Fha%2Farticle%2Fdownload%2F2115%2F2107%2F2142&usg=AOvVaw22_kRPZkoogduAeoEyGuri

STOWA. (2009, september). *Handreiking natuurvriendelijke oevers*. Opgeroepen op mei 6, 2023, van https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202000-2010/Publicaties%202005-2009/STOWA%202009-37.pdf

STOWA. (2023). *Beheer en onderhoud*. Opgeroepen op juni 7, 2023, van www.stowa.nl: https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/kennisimpuls-waterkwaliteit/beheer-en-onderhoud

STOWA. (sd). *Regelbare drainage*. Opgeroepen op juni 13, 2023, van www.stowa.nl: https://www.stowa.nl/deltafacts/zoetwatervoorziening/droogte/regelbare-drainage

TenG groep. (2023, mei 10). *Groene leefomgeving*. Opgehaald van TenG groep: https://www.teng-groep.nl/groene-leefomgeving/

teng-groep. (sd). *Groene leefomgeving*. Opgeroepen op juni 8, 2023, van www.teng-groep.nl: https://www.teng-groep.nl/groene-leefomgeving/

Troeh, F., Hobbs, J., & Donahue, R. (1990). *Soil and water conservation.* Prentice-Hall: Englewood Cliffs. Opgeroepen op mei 24, 2023

Tuindingen. (2022). *Heggen en haagplanten levensader voor de biodiversiteit*. Opgeroepen op mei 26, 2023, van www.tuindingen.nl: https://www.tuindingen.nl/blog/tuinieren/heggen-en-haagplanten-levensader-voor-de-biodiversiteit

Twohig-Bennet, C., & Jones, A. (2018). *The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes.* Elsevier.

Opgeroepen op mei 3, 2023, van https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935118303323

University of Amsterdam. (2022). *Bevordering van nuttige organismen voor*. Opgeroepen op mei 25, 2023, van vb.nweurope.eu: https://vb.nweurope.eu/media/19784/rapport-nuttige-organismen_def2.pdf

VBNE. (2020). *Kostenindicatie aanleg nieuw bos en landschapselementen*. Opgeroepen op juni 8, 2023, van www.vbne.nl: https://www.vbne.nl/klimaatslimbosennatuurbeheer/uploads/kostenindicatie-factsheets.7a1e57.pdf

Verdonschot, R. (2021). *Meer leven in sloten en beken*. Opgeroepen op april 6, 2023, van Wagenignen Universiteit Research: https://edepot.wur.nl/553749#:~:text=sloten%20en%20beken-,De%20Nederlandse%20sloten%2C%20beken%2C%20meren%20en%20rivieren%20worden%20steeds%20natuurlijker,knelpunt%20aanpakken%20heeft%20zelden%20zin.

Verhofstad, M., Peeters, E., Herder, J., & van Zuidam, J. (2021). *Een natuurvriendelijke oever houdt niet op bij de waterlijn*. Opgeroepen op april 4, 2023, van HASkennisplein: https://haskennisplein-my.sharepoint.com/personal/540272531_has_nl/Documents/Microsoft%20Teams%20Chat%20Files/een_natuurvriendelijke_oever_houdt_niet_op_bij_de-wageningen_university_and_research_549365.pdf

VWGnoordwest-achterhoek. (2017). *project patrijs: herstelmaatregelen*. Opgeroepen op mei 2, 2023, van www.vwgnoordwestachterhoek.nl: https://www.vwgnoordwestachterhoek.nl/patrijs-biotoopherstel

Wageningen University Research. (2022, 10 31). *Biodiversiteit*. Opgehaald van https://www.wur.nl/nl/show-longread/biodiversiteit-longread.htm

Wageningen University Research. (2023, april 22). *Hydrologie en morfologie*. Opgehaald van https://www.wur.nl/nl/dossiers/waterkwaliteit/waterkwaliteit-vijf-themas/hydrologie-en-morfologie.htm

Wageningen University Research. (sd). *Factsheet Broeikasgassen: lachgas*. Opgeroepen op maart 14, 2023, van WUR: https://edepot.wur.nl/247494

Wageningen University Research. (sd). *Hydrologie en morfologie*. Opgehaald van https://www.wur.nl/nl/dossiers/waterkwaliteit/waterkwaliteit-vijf-themas/hydrologie-en-morfologie.htm

Waterforum. (2022). *EU schrijft bufferstroken voor langs alle watergangen*. Opgeroepen op april 19, 2023, van www.waterforum.net: https://www.waterforum.net/eu-schrijft-bufferstroken-voor-langs-alle-watergangen/

Waterschap Rivierenland. (z.d.). *Waterberging*. Opgehaald van Waterschap Rivierenland: https://www.waterschaprivierenland.nl/waterberging

HAS green academy

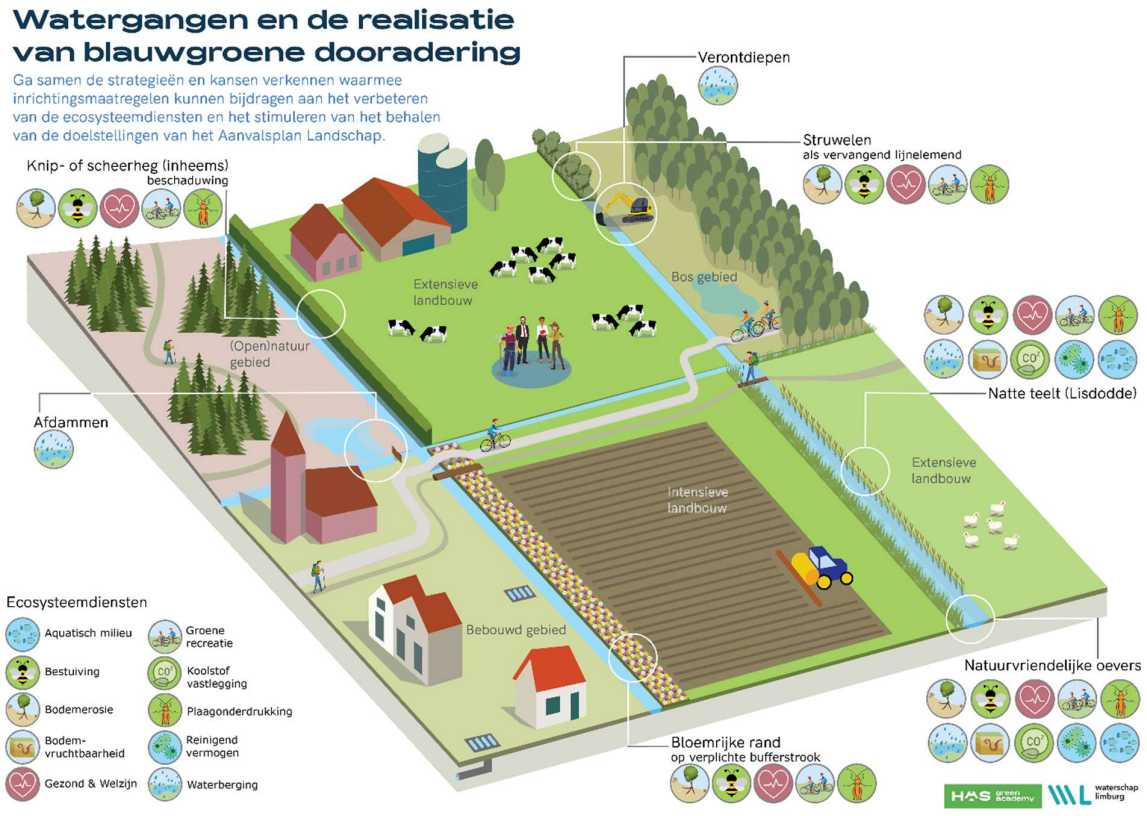
Bijlage 1 Praatplaat

Doel: Reuring en bewustwording. Impact hebben en discussie aanwakkeren. Het doel van minimaal 10% groenblauwe dooradering terug brengen op de agenda.

Doelgroep: Iedereen vanuit relevante vakgebieden. De partijen die betrokken waren bij het vormen van de stichting Deltaplan Biodiversiteitsherstel.

Boodschap: De mogelijkheden waarop minimaal 10% groenblauwe dooradering gerealiseerd kan worden

Het bronformaat van de praatplaat is A2.



Bijlage 2 Begrippenlijst

Begrip	Definitie
Clip	Een GIS-bewerking om gegevens bij te snijden tot een specifiek gebied.
Grid	Een gestructureerd patroon van tegels dat een geografisch gebied bedekt.
Overlay-analyse	Een GIS-techniek waarbij meerdere lagen met ruimtelijke gegevens worden gecombineerd om nieuwe informatie te genereren.
Pixel	De kleinste eenheid van een digitaal beeld of raster, met een specifieke locatie en kleurwaarde.
Raster	Een gridpatroon dat ruimtelijke gegevens weergeeft door middel van cellen, ook wel pixels genoemd.
Tegel	Een subset van een groter grid, gebruikt voor gegevensbeheer en -verwerking.
Vector	Een geometrische representatie van ruimtelijke gegevens met punten, lijnen en polygonen.

Bijlage 3 Codelijst TOP10VECTOR

Sommige namen zijn anders in de bestanden vermeld. In de onderstaande tabel staan de verschillende namen aangegeven. Als er geen andere naam staat vermeld, komen de namen overeen van het object.

01000 Gebouw, huis	
01010 Bebouwd gebied	Huizenblok
01030 Hoogbouw	
01040 Muur	
01070 Kassen	Warenhuizen
01080 Opslagtank	
01100 Politiebureau	
01110 Postkantoor	PTT
01120 Gemeentehuis	
01210 Hospitaal	
01300 Markant Object	
01310 Jaknikker	
01370 Zuiveringsinstallatie	
01410 Paal	
01420 Vlampijp	
01450 Schietbaan	
01460 Seinmast	
01500 Energiemolen	
01510 Windmolen	
01530 Watermolen	
01540 Windmolentje	
01550 Gemaal	
01700 Religieus gebouw	Relig. Gebouw
01750 Kapel	
01760 Kruis	
01770 Hunebed	
01780 Gedenkteken	Monument
01800 Toren	
01820 Watertoren	
01850 Vuurtoren	

02000 Autosnelweg	ASW
02080 Lokale autoweg	L6AW
02100 Autoweg als verbindingsroute	AW-rood
02200 Verbindingsroute met gescheiden rijbanen	H8
02300 Verbindingsroute > 7 meter	H>7
02340 Autoweg met gescheiden rijbanen als verbindingsroute	AW8 rood
02400 Verbindingsroute > 4 meter	H>4
02440 Lokale autoweg met gescheiden rijbanen	L8AW
02500 Verbindingsroute > 2 meter	H>2
02800 Autoweg met gescheiden rijbanen als overig aanbevolen route	AW8 oranje
	L8
02870 Lokale weg met gescheiden rijbanen	AW oranje
02900 Autoweg als overig aanbevolen route	
03000 Overig aanbevolen route met gescheiden rijbanen	V8
03100 Overig aanbevolen route > 7 meter	V>7
03140 Lokale weg > 7 meter	L>7
03200 Overig aanbevolen route > 4 meter	V>4
03240 Lokale weg > 4 meter	L>4
03300 Overig aanbevolen route > 2 meter	V>2
03340 Lokale weg > 2 meter	L>2
03400 Overige weg > 2 meter	O>2
03410 Gedeeltelijk verhard > 2 meter	GV3
03430 Onverharde weg > 2 meter	OW3
03450 Overkluizing	
03460 Passage	
03470 Voetgangersgebied	
03530 Straat	
03600 Fietspad > 2 meter	
03640 Pad	
03660 Pontveer	
03670 Voetveer	
03680 Veerdienst	
03710 Brug	
03730 Pijlers van een brug	
03740 Vonder	
03760 Beweegbaar brugdeel	
03810 Tankstation	
03830 Parkeerfaciliteit	Parkeerterrein
03850 Wegafsluiting	
03860 Kilometerpaal (weg)	KMpl. Contour

03870 Wegwijzer	
03890 Afritnummerblok	
03900 Parkeerterrein	
03910 Wegnummerblok A-route	Verschil in klein en groot
03920 Wegnummerblok N-route	Verschil in klein en groot
03930 Wegnummerblok E-route	Verschil in klein en groot
03950 Rijstrookcirkel	
04000 Enkelspoor, SP1	
04040 Dubbelspoor, SP2	
04100 Driespoor, SP3	Drievoudigspoor
04140 Vierspoor, SP4	Meervoudigspoor
04230 Tramroute	
04250 Smalspoor	
04260 Metro bovengronds	
04270 Metro in tunnel	Metro onder breed water
04300 Station	
04330 Metro/ sneltramstation	Metrostation
04350 Laadperron	KMpl. Spoorweg
04390 Kilometerpaal spoorweg	
04400 Kabelbaanmast	
04410 Kabelbaan	
04730 Zend-/ ontvangstmast	
04800 Hoogspanningsmast	
04810 Hoogspanningsleiding	
05000 Boom	Losse boom
05020 Loofbos	
05050 Naaldbos	
05060 Gemengd bos	
05070 Griend	
05080 Populierenopstand	
05110 Heg	
05120 Bomenrij	
05130 Bomenrij dubbel	Bomenrij 1 vd 2
05190 Bomenrij op middenberm	Bomenrij op contour
05200 Bouwland	
05210 Grasland	Weiland
05220 Boomgaard	
05230 Kwekerij	Boomkwekerij
05240 Heide	

05250 Zand	
05260 Overig bodemgebruik	
05300 Begraafplaats	
05310 Fruitkwekerij	
05330 Contour tbv erven	DUR lijn
05390 Hulplijn (afsluiter)	Lijn 0
05400 Contour	Lijn 1
05450 Damlijn	
05460 Hulplijn (eilandverbinder of vlakverkleiner)	
06000 Greppel	
06010 Sloot < 3 meter	Sloot1, Enkele sloot
06020 Sloot tussen 3 en 6 meter	Sloot2, Gerenforceerde sloot
06100 Water	Zeeblauw
06110 Water / Oeverlijn	Landblauw
06200 Hoogwaterlijn	
06210 Laagwaterlijn / Droogvallende gronden	
06220 Dieptelijn	
06230 Dieptepunt	
06290 Steenglooiing	
06300 Draslanden	Krib
06310 Riet	Dras
06390 Paalwerk	
06510 Aanlegsteiger >2 meter	Landaanwinning
06520 Aanlegsteiger <2 meter	Aanlst1
06540 Dok	Aanlst2
06570 Dukdalf	
06610 Kilometerraaipaal	
06620 Kilometerraaibord	KM raaipaal
06630 Peilschaal	KM raaibord
06640 Baak	
06650 Lichtopstand	
06670 Lichttoren	
06720 Sluisdeur	
06740 Stuw	
06760 Duiker	
06770 Grondduiker	
06790 Dam	
06810 Stroompijl groot	
06820 Stroompijl klein	
06830 Eb en vloedpijl	Eb/vloed

06900 HoofdAfwateringPatroon (HAP)	
07100 Dijk > 2,5 meter 07110 Dijk 1 - 2,5 meter 07140 Boezemkade 07150 Wal 07160 Geluidswering 07200 Ingraving 07220 Hoogteverschil 07250 Aardrand 07260 Recht omhoog 07270 Recht omlaag 07280 Schuin omhoog 07290 Schuin omlaag	Kade Holle weg
08120 Grenspunt 08190 Hek 08780 Camping 08890 Sportcomplex	Grenspaal / grenssteen

Bijlage 4 Documentatie scripts

Woorden die in de tekst in een grijs vlak staan, zoals `deze` , verwijzen naar variabelen in de code.

Bijlage 4.1 Script mutation_main

```
## Internal libraries
import os
import sys

## External libraries
import glob
import time
import numpy as np
import rasterio as rio
import geopandas as gpd
from rasterio import objecten
```

Dit gedeelte van de code initialiseert en importeert de benodigde bibliotheken. Het begint met het importeren van de os, sys, glob, time, numpy, rasterio en geopandas bibliotheken. Deze bibliotheken worden gebruikt voor verschillende taken, zoals gegevensverwerking, het werken met vector- en rastergegevens, en het manipuleren van de bestands- en mapstructuur.

```
## Main is the absolute path to dir 'mutation_analysis'
main = r'C:\FULL\PATH\mutation_analysis'

## dir top10nl 2023
dir23 = os.path.join(main, 'data', '2023')
## dir top10nl 2009
dir09 = os.path.join(main, 'data', '2009')
## dir top10nl 1998
dir98 = os.path.join(main, 'data', '1998')
## outdir for result
outdir = os.path.join(main, 'data', 'resultaat')
```

Het volgende gedeelte definieert de paden die nodig zijn voor het ophalen en verwerken van de gegevens. De paden verwijzen naar de folders, en nog niet naar de data zelf. De paden worden toegekend aan variabelen zodat deze later makkelijk kunnen worden aangeroepen. Ook word er een pad naar een uitvoer folder gedefinieerd waar de resultaten kunnen worden opgeslagen.

```
list23, list09, list98 = [], [], []
matches23 = glob.glob(os.path.join(dir23, '*'))
matches09 = glob.glob(os.path.join(dir09, '*'))
matches98 = glob.glob(os.path.join(dir98, '*'))
```

```
del dir23, dir09, dir98

for i in matches23:
    if i.endswith('.gpkg'):
        list23.append(i)

for i in matches09:
    if i.endswith('.gpkg'):
        list09.append(i)

for i in matches98:
    if i.endswith('.gpkg'):
        list98.append(i)

del matches23, matches09, matches98
```

Met behulp van de glob module wordt een lijst gecreëerd met daarin alle absolute bestandspaden van elke bestand in de specifieke folder. Er kunnen echter ongewenste bestanden met van het type Extensible Markup Language (xml) bevinden, die geen nuttige data bevatten.
Enkel bestanden met bestandstype OSG Geopackage (gpkg) worden gekopieerd naar een nieuwe lijst. In elke lijst zal voor een tegel een bestand dienen te staan. Elke lijst dient 133 elementen te bevatten, gelijk aan het aantal tegels binnen dit projectgebied.
Ten slotte worden de variabelen verwijderd (del) die niet meer nodig zullen zijn.

```
start = time.time()
newly_processed = 0

for i in range(len(list23)):

    ## Message
    print("\t")
    print(f"Processing tile {i + 1} of {len(list23)}...")

    # Get tile for each year
    tile23 = list23[i]
    tile09 = list09[i]
    tile98 = list98[i]

    ## Get tilename
    parts = tile23.split('\\')
    tilename = parts[-1][0:14]
    del parts

    ## Test if already exists
    if os.path.exists(os.path.join(outdir, tilename + '.tif')):
        print(f"\t{tilename} already exists")
        continue  # Skip, go to next tile
    else:
        print("\t" + tilename)
        newly_processed +=
```

Allereerst worden twee variabelen gecreëerd. De variabele `start` is de tijd in seconden sinds de 'epoch', als een getal met decimalen. De epoch is het punt waar de tijd start, en is 1 januari 1970 op 00:00:00 (UTC). De variabele `newly_processed` is een variabele met de waarde 0. Wanneer een tegel wordt verwerkt, wordt dit getal verhoogt met 1. Beide variabelen zullen na het voltooien van de code worden weergegeven, en geven informatie over het verloop.

Vervolgens wordt er een lus gestart. In de lust zal worden geïtereerd met behulp van `i`, dit is een getal dat gaat van 0 tot de waarde van aanwezige bestanden in de folder `list23`. In dit geval 133. Doordat de tegels een specifieke naamgeving volgen staat alle tegels in dezelfde volgorde in de betreffende folder. Hierdoor kan met indexeren in elke folder aan de hand van waarde `i` het pad worden verkregen naar dezelfde tegel. Een vereiste is wel dat elke folder compleet is.
Doordat de tegels een specifieke naamgeving volgen kan uit het absolute pad de naam van de tegel worden gehaald. De waarde `tilename` heeft een waarde zoals 'tile_5_416_197'.
Elke volgende stap bevindt zich nog steeds in de lus, tot het tegendeel duidelijk wordt vermeld.

```
    ## Test if already exists
    if os.path.exists(os.path.join(outdir, tilename + '.tif')):
        print(f"\t{tilename} already exists")
        continue  # Skip, go to next tile
    else:
        print("\t" + tilename)
        newly_processed += 1
```

Voordat het verwerken van de tegels gebeurd, wordt gecontroleerd of dit niet al eerder is gebeurd. Wanneer het bestand met de huidige `tilename` al bestaat in de folder `outdir`, zal deze niet nogmaals worden verwerkt. Met 'continue' wordt de huidige iteratie overgeslagen en wordt er begonnen met de volgende.

```
    ## Get X,Y of top left corner
    x = tilename[7:10]  # 306/416
    x = str(int(x)+5)  # Bottom-left > top-left
    y = tilename[11:15]  # 167/212
    x_float = float(f'{x}225.388')
    y_float = float(f'{y}494.51')

    ## Raster shape
    shape = (2500, 2500)  # Amount of pixels in tile - determines resolution
    ## Cell shape
    width = 5000/shape[0] # width of a pixel
    height = -5000/shape[1] # height of a pixel (typically negative)

    ## Create affine string
    affine = (width, 0.0, y_float, 0.0, height, x_float)  # Affine(0.25, 0.0, 187494.51, 0.0, -0.25,
366225.388)

    del width, height
```

In dit blok wordt de variabele `affine` gecreëerd. Dit is een tupel die gegevens bevat die nodig zijn bij het maken van een raster. Het bevat de extent en resolutie van de tegel. De coördinaten worden uit `tilename` gehaald.
De waardes in `shape` zijn het aantal pixels op de X- en Y-as. De tegels zijn 5x5 kilometer groot. Door de hoogte/breedte van de tegel in meters te delen door het aantal pixels, wordt de hoogte/breedte van een individuele cel bepaald.

```
## Open vector tile
vector23 = gpd.read_file(tile23)
vector09 = gpd.read_file(tile09)
vector98 = gpd.read_file(tile98)

## Get objects
geom23 = [shapes for shapes in vector23.geometry]
geom09 = [shapes for shapes in vector09.geometry]
geom98 = [shapes for shapes in vector98.geometry]

## Rasterize
raster23 = objecten.rasterize(geom23,
                        out_shape=shape,
                        fill=0,
                        out=None,
                        transform=affine,
                        all_touched=True,
                        default_value=1,
                        dtype=None)

raster09 = objecten.rasterize(geom09,
                        out_shape=shape,
                        fill=0,
                        out=None,
                        transform=affine,
                        all_touched=True,
                        default_value=1,
                        dtype=None)

raster98 = objecten.rasterize(geom98,
                        out_shape=shape,
                        fill=0,
                        out=None,
                        transform=affine,
                        all_touched=True,
                        default_value=1,
                        dtype=None)
```

Met behulp van de 'geopandas.read_file' functie wordt het vectorbestand geopend en worden de objecten ingelezen. De objecten worden opgeslagen als GeoDataFrame (een soort tabel) met de geometrie als attribuut, en toegekend aan `vector23`. De functie 'objecten.rasterize' vereist als invoer een object. Daarom wordt de tabel vervolgens omgezet naar een lijst met objecten, met de naam `geom23`.

Ten slotte wordt ieder vector bestand omgezet naar een raster. Met de bovenstaand benoemde functie. De functie vereist verschillende parameters, waaronder de eerder gecreëerde `geom23`, `shape`, `affine`. De parameter 'all_touched' heeft de waarde True, wat betekent dat de elke cel in het raster wordt gebrand die de lijn raakt. De parameter 'Fill' is de waarde die alle overige cellen in het raster krijgen toegekend. De parameter 'default_value' is de waarde die wordt toegekend aan de rasters die overlappen met de lijnen.
De variabelen raster98, raster09 en raster23 bevatten nu het raster voor betreffende jaar.

```
# Reclassify
 # raster 98 stays value 1
raster09[raster09 == 1] = 10
raster23[raster23 == 1] = 100

 # Calculate mutation
result = raster23 + raster09 + raster98
```

Zoals uitgelegd in paragraaf 2.2, worden aan de rasters verschillende waardes toegekend. Het raster uit het jaar 2009 krijgt de waarde 10, en het jaar 2023 krijgt de waarde 100.
Het berekenen van de som gebeurt in één enkele lijn, en wordt toegekend aan `result`.

```
## 2 to 3 dims
result = np.expand_dims(result, axis=0)

## Get/update metadata
raster_profile = os.path.join(main, 'proces', 'raster_profile.tif')
with rio.open(raster_profile) as src:
    profile = src.profile
profile.update(transform=affine)
profile.update(dtype='int8')
profile.update(width=shape[0], height=shape[1])

## Save raster
with rio.open(os.path.join(outdir, tilename + '.tif'), 'w', **profile) as dst:
    dst.write(result)
```

De som van de rasters, `result`, heeft momenteel een 2-dimensionale vorm. Bij het opslaan van een raster met Rasterio is het vereist dat het raster een 3-dimensionale vorm heeft. Dit wordt gedaan met de 'numpy.expand_dims' functie.
Ook moet tijdens het opslaan de metadata worden gespecificeerd die informatie bevat over het raster. De basis van de metadata wordt opgehaald uit het bestand 'raster_profile.tif'. De nodige velden worden aangepast met de 'update' functie.
Ten slotte word het resultaat, `result`, opgeslagen in de folder `outdir`, in het formaat van een GeoTIFF (tif).

```
## Final message
print(f"\nNewly processed tiles: {newly_processed}")
print(f"Epalsed time: {time.time() - start}")
```

```
print("Done without problems!")
```

Na de lus wordt een bericht weergegeven met het aantal nieuw verwerkte tegels en de verstreken tijd.

Bijlage 4.2 Script pixels_to_line

```
## Internal libraries
import os

## External libraries
import time
import glob
import numpy as np
import pandas as pd
import rasterio as rio
import geopandas as gpd
from rasterstats import zonal_stats
```

Dit gedeelte van de code initialiseert en importeert de benodigde bibliotheken. Het begint met het importeren van de os, sys, glob, time, numpy, rasterio en geopandas bibliotheken. Deze bibliotheken worden gebruikt voor verschillende taken, zoals gegevensverwerking, het werken met vector- en rastergegevens, en het manipuleren van de bestands- en mapstructuur.

```
## Main is the absolute path to dir 'mutation_analysis'
main = r'C:\FULL\PATH\\mutation_analysis'

## dir_mutation
dir_mutation = os.path.join(main, 'data', 'resultaat')
## outdir for result
outdir = os.path.join(main, 'data', 'csv')
## dir top10nl 1998
dir98 = os.path.join(main, 'data', '1998')
## dir top10nl 1998
dir23 = os.path.join(main, 'data', '2023')
## grid
grid = os.path.join(main, 'grid', '5x5_grid_limburg.gpkg')
```

Het volgende gedeelte definieert de paden die nodig zijn voor het ophalen en verwerken van de gegevens. De paden verwijzen naar de folders, en nog niet naar de data zelf. De paden worden toegekend aan variabelen zodat deze later makkelijk kunnen worden aangeroepen. Ook word er een pad naar een uitvoer folder gedefinieerd waar de resultaten kunnen worden opgeslagen.

```
list_raster = []
matches = glob.glob(os.path.join(dir_mutation, '*'))

## Only .tif files - sometimes unwanted .xml.aux files in folder
```

```
for i in matches:
    if i.endswith('.tif'):
        list_raster.append(i)

del matches, i
```

Dit gedeelte haalt alle absolute paden naar de mutatiekaart per tegel op. Het kijkt in de folder `mutation` en kopieert elk bestand met het bestandstype GeoTIFF (tif) naar een lege lijst.

```
## start runtime
start = time.time()

## Create dataframe
columns = ['id', 'tilename', 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 'majority']
df = pd.DataFrame(columns=columns)
outfn = 'pixels_per_tile'

# Load tiles
vector = gpd.read_file(grid)
```

Dit is voorbereiding voor de lus. Het creëert de variabele start, waarmee uiteindelijk de totale tijd van het script mee word berekend. Ook wordt een lege dataframe met de juiste kolommen aangemaakt, waar per object de resultaten zullen worden opgeslagen.
De variabele `vector`, bevat alle individuele objecten voor het hele projectgebied. Deze zullen later met behulp van de tegelnaam worden opgevraagd.

```
## For each tile
count = 0
for tile in list_raster:

    ## Message
    print("\t")
    print(f"Post processing tile {count} of {len(list_raster)}...")

    ## Get tilename
    parts = tile.split('\\')
    tilename = parts[-1][0:14]
    print("\t" + tilename)
    del parts
```

Dit deel is het eerste deel van de lus, en zal per tegel worden uitgevoerd. Allereerst wordt afgedrukt welke tegel momenteel wordt verwerkt. Dit zal er als volgt uitzien: 'Post processing tile *7* of *133*…'. Vervolgens word per tegel de tegelnaam opgehaald. Deze wordt gebruikt om vervolgens de mutatieraster van deze tegel op te halen.

```
    # Load lines of tile
    vector = gpd.read_file(os.path.join(dir23, tilename + '.gpkg'))
    lines = [shapes for shapes in vector.geometry]
    # del vector

    ## Buffer (5m)
```

```
    geom = []
    ## cap_style1=round, cap_style2=flat
    for line in lines:
        geom.append(line.buffer(5.0, cap_style=2, join_style=1, mitre_limit=5.0,
single_sided=False))
    del lines
```

In dit deel wordt aan de hand van de tegelnaam de juiste objecten uit de variabele `vector` opgehaald. Ze worden omgezet naar objecten waarvan python direct de geometrie kan lezen. Dit wordt gedaan met de functie 'geometry' van de module geopandas.
Vervolgens wordt er een buffer van 5.0 meter toegepast op elk lijnobject in de lijst `lines`. De bufferfunctie heeft verschillende parameters: `cap_style` wordt ingesteld op 2 (wat overeenkomt met "flat"), `join_style` wordt ingesteld op 1 (wat overeenkomt met "round"), `mitre_limit` wordt ingesteld op 5.0 en `single_sided` wordt ingesteld op False. De resulterende geometrieën worden toegevoegd aan de lijst `geom`.

```
    ## Mutationraster
    with rio.open(os.path.join(dir_mutation, tilename + '.tif')) as src:
        profile = src.profile
        affine = src.transform
        array = src.read()
        array = np.squeeze(array)
```

Dit stuk opent de mutatieraster van de huidige tegel. De data wordt gelezen en opgeslagen als array in de variabele `array`.

```
    ## Zonal statistics
    for i in range(len(geom)):  # For each object (geometry.polygon.Polygon)

        # Zonal stats
        stats = zonal_stats(geom[i], array, affine=affine, nodata=0, categorical=True,
stats="majority", all_touched=True)

        ## Convert list to dict
        stats = stats[0]

        # Remove unwanted values from dictionary
        if -25 in stats:
            # print("Removing -25 value")
            stats.pop(-25)

        ## Retrieve atts from same index
        ## All objecten should have an unique id
        line_id = vector.loc[i, 'uuid']
        line_tilename = tilename

        ## Create and merge dicts
        ft_dict = {'uuid': line_id, 'tilename': line_tilename}
        ft_dict.update(stats)
        # print(ft_dict)
```

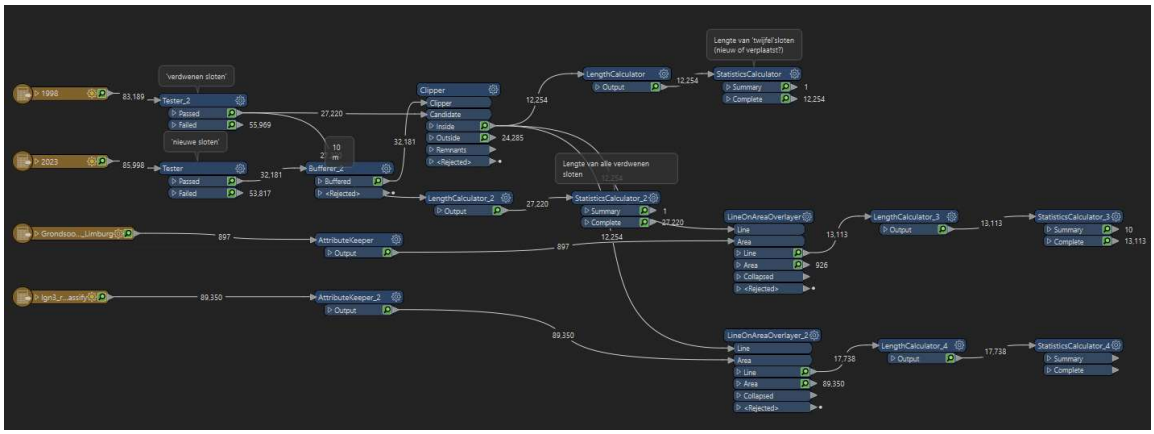
```
        ## Add atts to dataframe
        df = df.append(ft_dict, ignore_index=True)
```

De bovenstaande code voert zonale statistiekenberekeningen uit voor elk geometrie-object in de lijst `geom`. Deze functie neemt als invoer het geometrie-object, het mutatieraster `array`, de transformatiematrix `affine`, een nodata-waarde om te negeren, een vlag voor categorische statistieken en een vlag om alle aangeraakte pixels te gebruiken (`all_touched`=True).
De resultaten worden van de variabele `stats` worden opgeslagen als tuple. Door hier enkel het eerste element van te behouden wordt dit omgezet naar dictionary.
Vervolgens wordt ook het unieke ID en de tegelnaam opgehaald. Dit zijn de variabele `line_id` en `line_tilename`. Deze worden samengevoegd met de resultaten van de zonale statistiekberekeningen en toegevoegd aan de eerder gecreëerde dataframe `df`.

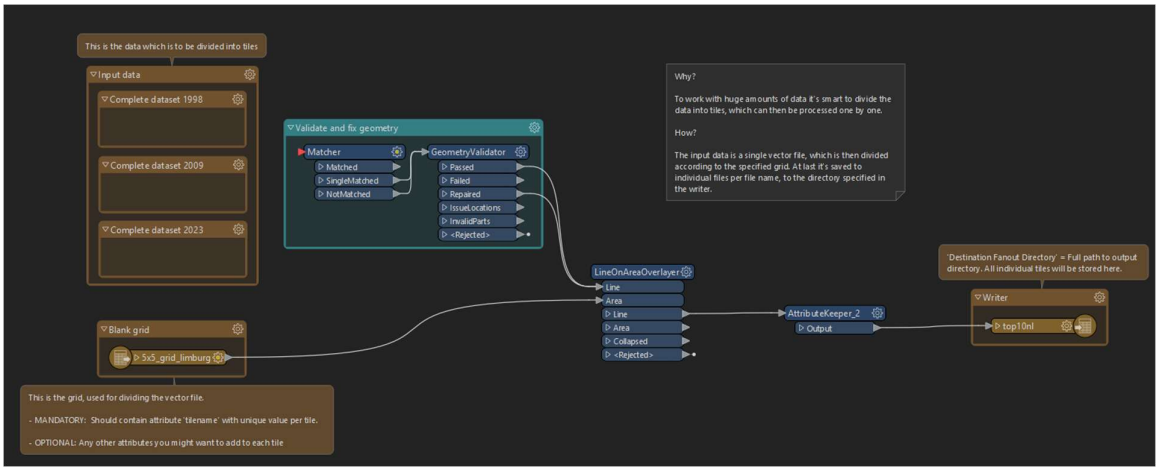
```
## Total runtime
print(f"Epalsed time: {time.time() - start}")

## Remove existing
outf = os.path.join(outdir, outfn + '.csv')
if os.path.exists(outf):
    os.remove(outf)
print(f'Saved to {outf}')

## Save dataframe
df.to_csv(outf, sep=',')

## Final message
print("\nDone without problems!")
```

In dit laatste stuk code wordt de totale tijd die het script nodig had uitgeprint. Vervolgens wordt gekeken of er al een bestand bestaat met een vergelijkbare naam. Wanneer dit het geval is, wordt deze eerst verwijderd voordat er een nieuw bestand wordt aangemaakt.

Bijlage 4.3 FME Workbench; onzekerheidsmarge



Bijlage 4.4 FME Workbench; divide_vector_to_tiles



Bijlage 5 Metadata bibliotheek

Actueel Hoogtebestand Nederland 2 (AHN)	
Samenvatting	De digitale hoogtekaart van heel Nederland
Bronhouder	Actueel Hoogtebestand Nederland
Datum	2007 tot 2012
Schaal of resolutie	50 centimeter
Verkrijgbaar via	ESRI portaal (in ArcGIS Pro)

Actueel Hoogtebestand Nederland 4 (AHN)	
Samenvatting	De digitale hoogtekaart van heel Nederland
Bronhouder	Actueel Hoogtebestand Nederland
Datum	2020 tot op heden
Schaal of resolutie	50 centimeter
Verkrijgbaar via	https://www.ahn.nl/ahn-viewer

Bestuurlijke grenzen	
Samenvatting	Bestuurlijke Grenzen bestaan uit de gemeente-, provincie- en landsrijksgrenzen. Deze worden vervaardigd op basis van de kadastrale registratie (BRK).
Bronhouder	PDOK
Datum	2021
Schaal of resolutie	n.v.t.
Verkrijgbaar via	https://www.pdok.nl/downloads/-/article/bestuurlijke-grenzen

Grondsoortenkaart	
Samenvatting	Deze kaart geeft een globaal overzicht van de bodemgesteldheid in Nederland. Er wordt onderscheid gemaakt in veengronden en minerale gronden. De kaart is afgeleid van de Bodemkaart 1:50 000. Er worden slechts 10 legenda-eenheden onderscheiden. *Potentieel gebruik* Regionale en landelijke toepassingen waarvoor globale informatie over de bodemgesteldheid nodig is.
Bronhouder	Wageningen University & Research

Datum	2006
Schaal of resolutie	1:50.000
Verkrijgbaar via	www.geodesk.nl/Grondsoorten.htm

LGN3	
Samenvatting	Het LGN3-bestand is gebaseerd op satellietbeelden uit 1995 en 1997, het TOP10-vector bestand en de landbouwstatistieken van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Weinig aan verandering onderhevige landgebruiksklassen zijn uit het LGN2-bestand overgenomen en geactualiseerd in LGN3. Het bestand wordt gekenmerkt door een legenda met 5 hoofdklassen die onderverdeeld zijn naar in totaal 25 subklassen. De informatie is opgeslagen in een rasterbestand met cellen van 25m*25m. Het LGN3plus-bestand is een uitbereiding van het LGN3-bestand met 14 klassen waarmee het totaal aantal klassen op 39 komt te liggen. De LGN3 natuurklassen droge heide (klasse 13), overig open begroeid natuurgebied (klasse 14) en kale grond in natuurgebied (klasse 15) zijn met behulp van satellietbeelden, TOP10vector, CBS-bodemstatistiek en aanvullende informatie uit hardcopy vegetatie kaarten verder onderverdeeld. Ook voor dit bestand geldt dat de informatie is opgeslagen in een rasterbestand met cellen van 25m*25m. De actualiteit van het bestand wordt in hoge mate bepaald door de aanwezigheid van geschikte satellietbeelden, voor het LGN3-bestand zijn dit satellietbeelden uit 1995 en 1997. Bij de productie van het LGN3-bestand is het bestand opgedeeld met behulp van de grenzen van de CBS landbouwgebieden. De verdeling van de gebieden verschilt sterk met het LGN2 bestand. De landbouwgebieden in de provincies Groningen, Drenthe, Overijssel, Gelderland en Limburg zijn met data van 1997 geclassificeerd, de overige provincies met data van 1995. De multi-temporele gewasclassificatie is voor 1997 gebaseerd op beeldopname voor drie tijdstippen, terwijl de classificatie van gewassen op satellietbeelden uit 1995 op vier tijdstippen is gebaseerd.

	Ga voor meer informatie naar dit rapport: http://webdocs.alterra.wur.nl/internet/geoinformatie/lgn/rapport663.pdf
Bronhouder	Landelijk Grondgebruik Nederland
Datum	November 1999
Schaal of resolutie	25 meter
Verkrijgbaar via	https://lgn.nl/bestanden

TOP10NL 2009	
Samenvatting	TOPNL bestanden zijn objectgerichte topografische bestanden op diverse schaalniveaus. Deze bestanden maken onderdeel uit van de Basis Registratie Topografie (BRT). De bestanden zijn uniform, consistent en bovendien landsdekkend. Dit betekent dat u ze als basis kunt gebruiken voor heel Nederland.
Bronhouder	Kadaster
Datum	2009
Schaal of resolutie	1:5.000 tot en met 1:25.000
Verkrijgbaar via	Niet openbaar, opvragen bij het Kadaster

TOP10NL 2023	
Samenvatting	TOPNL bestanden zijn objectgerichte topografische bestanden op diverse schaalniveaus. Deze bestanden maken onderdeel uit van de Basis Registratie Topografie (BRT). De bestanden zijn uniform, consistent en bovendien landsdekkend. Dit betekent dat u ze als basis kunt gebruiken voor heel Nederland.
Bronhouder	Kadaster
Datum	2023
Schaal of resolutie	1:5.000 tot en met 1:25.000
Verkrijgbaar via	https://service.pdok.nl/brt/topnl/atom/index.xml

TOP10VECTOR 1991 – 2003	
Samenvatting	De TOP10VECTOR bevat objectgerichte topografische bestanden. De bestanden zijn uniform, consistent en bovendien landsdekkend. Dit betekent dat u ze als basis kunt gebruiken voor heel Nederland.
Bronhouder	Kadaster
Datum	1991 t/m 2003
Schaal of resolutie	1:5.000 tot en met 1:25.000
Verkrijgbaar via	Niet openbaar, opvragen bij het Kadaster

Bijlage 6 Notulen interviews

Interview ecologen Waterschap Limburg op 17 april 2023

Vraag: Hoe verloopt de aanvraag om een watergang te dempen?
Als eerst bepaald een hydroloog van Waterschap Limburg of het dempen van de watergang belemmering oplevert voor de doorstroom van een watersysteem. Als het dempen van de watergang de doorstroom belemmert dan mag de watergang niet worden gedempt en wordt de aanvraag afgekeurd. Als dit wel het geval is wordt de aanvraag doorgestuurd naar de afdeling ecologie of een extern bureau om een QuickScan uit te voeren.

Vraag: Wat houdt een QuickScan in?
Een QuickScan is een ecologisch onderzoek in een bepaalde omgeving. Het doel hiervan is het in kaart brengen van alle planten en dieren die in een gebied leven. Hiermee kan worden bepaald of beschermde of bedreigde soorten in of rondom de watergang leven die men wil dempen. Als dit het geval is mag de watergang niet worden gedempt.

Vraag: Hoe worden op het gebied van ecologie de afwegingen gemaakt van het wel/niet dempen?
Bij het dempen van sloten dient rekening te worden gehouden met de natuurwaarden ter plaatse. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen gebiedsbescherming en soortenbescherming. Ter bescherming van de natuurwaarden is de Wet natuurbescherming (Wnb) van toepassing. Wat betreft de gebiedsbescherming richt de Wet natuurbescherming zich op de bescherming van Natura 2000-gebieden. Daarnaast is de Wet natuurbescherming gericht op het bereiken of herstellen van een gunstige staat van instandhouding van beschermde soorten. De Wet natuurbescherming verdeelt beschermde soorten in twee groepen:

- Strikt beschermde soorten waaronder soorten uit de Vogel- en Habitatrichtlijn;
- Andere soorten, bijvoorbeeld uit de Rode Lijst.

Vraag: Om welke redenen worden aanvragen ingediend om watergangen te dempen?
Grotendeels aanvragen vanuit natuurorganisaties om gebieden te 'vernatten' door watergangen te dempen. Daarnaast wil Waterschap Limburg soms stukken land van agrarische percelen naast beken om hier inrichtingsmaatregelen toe te passen. Als 'ruil' voor dit stuk land naast de beek mag een agrariër dan een kleine watergang dempen om hiermee zijn land te vergroten. Aanvragen vanuit agrariërs zelf om watergangen te dempen is volgens de ecologen minimaal. Hiervan weten hydrologen meer.

Vraag: Hoe kijken jullie aan tegen de ecosysteemdiensten die wij hebben geselecteerd, zowel watervoerende als droge watergang?
De ecologen vinden alle ecosysteemdiensten die wij laten zien interessant. De belangen vanuit het waterschap liggen met name rondom waterberging. Alhoewel biodiversiteit ook steeds belangrijker wordt. Advies is om de focus voornamelijk te leggen:

- Waterberging;
- Aquatisch milieu;
- Reinigend vermogen;
- Bodemerosie.

Aquatisch milieu is noodzakelijk om mee te nemen voor de KRW doelen.

* We zijn in gesprek gegaan over de meetbaarheid van de ecosysteemdiensten. Hieronder ideeën van de ecologen:

- *Waterberging*: Een hydroloog kan jullie verder helpen over het meetbaar maken van de waterberging;
- *Bestuiving*: Bloembedekking, nectorindex berekenen via Floron;
- *Bodemerosie*: Reliëf in het land, bodemgebruik en bodemsoort. Erosie kan worden verminderd als in de winter ook gewassen op de akkers staan en door bomen/hagen;
- *Waterkwaliteit*: Kijk naar riool overstorten, landgebruik in de omgeving. Glastuinbouw zal een zware belasting geven op de waterkwaliteit door het hevige pesticiden gebruik;
- *Reinigend vermogen* bodem lucht en water: Beplanting in de sloot zoals helofyten.

Vraag: Welke inrichtingsmaatregelen worden toegepast voor kleine watergangen en hebben jullie hier meer ideeën over?

- Meanderen n.v.t. voor kleine watergangen;
- Poelen kan wel, dan houd je water vast en leefgebied voor soorten. Deze moet je wel beheren, anders drogen ze op;
- Natuurvriendelijke oevers;
- Lijnvormige beplanting;
- Watergangen verontdiepen: breder en oppervlakkiger maken.

Interview hydrologen Waterschap Limburg op 10 mei 2023

Vraag: Wat zijn jullie functies binnen het waterschap, wat zijn jullie taken als hydrologen?
Je hebt verschillende soorten hydrologen binnen Waterschap Limburg. Een van de hydrologen zijn specialisme is de relatie tussen grondwater en oppervlakte water in noorden en midden Limburg. Een voorbeeld waar hij mee bezig is, is hoe het grondwater en oppervlaktewater reageert bij heftige neerslag. Globaal onderzoeken hydrologen bij Waterschap Limburg het waterpeil, grondwater, oppervlaktewater en de relaties hiertussen met behulp van modellen. De andere hydroloog is actief in projecten bij gemeentes en provincies waar hydrologen bij nodig zijn. Bij projecten kijken ze bijvoorbeeld naar natuurherstel en of verdroging of vernatting nodig is. Als vernatting nodig is dan helpt het dempen van watergangen om de waterstand te verhogen.

Vraag: Hoe verloopt de aanvraag om een watergang te dempen?
Als eerst kijken we of het een primaire, secundaire of tertiaire watergang is. Primaire en secundaire watergangen worden zelden gedempt, enkel tertiaire. Een watergang is primaire watergang als de piekafvoer 25 liter per seconde of meer is, een watergang is secundair als de piekafvoer meer dan 10 liter per seconde en een tertiaire watergang heeft een piekafvoer van minder dan 10 liter per seconde. Bij tertiaire watergangen wordt vervolgens gekeken naar de invloeden van de watergang op het waterstelsel. Als een tertiaire watergang geen invloed heeft op het waterstelsel dan mag de watergang worden gedempt. Als dit niet het geval is mag een watergang niet worden gedempt. De meeste sloten mogen worden gedempt omdat deze een lage afvoer hebben.

Vraag: Wat zijn de afwegingen die jullie maken?/wat vinden jullie van het dempen van watergangen?
Hydrologen doen weinig met de sloten en greppels omdat hier geen grote hoeveelheid water doorheen stroomt en de hydrologen voornamelijk focussen op waterkwantiteit. Sloten zijn interessant voor het landschap en Waterschap Limburg is geen landschap beheerder maar een waterbeheerder. Het maakt voor de hydrologen vaak niet uit als greppels en kleine sloten worden gedempt. Vaak heeft dit juist een positief effect, door het dempen van kleine sloten en greppels wordt water minder snel afgevoerd en wordt meer water vastgehouden. Dit helpt tegen de droogte en dat is positief.

Vraag: Welke KRW wetgeving is voor jullie van toepassing om te beoordelen
Vooral ecologen kijken naar KRW doelstellingen, hier hebben de hydrologen met betrekking tot kleine sloten weinig mee te maken. De hydroloog vult aan dat de verstuwing en natte elementen zoals vismigratie wel belangrijk is om naar te kijken.

Vraag: Houden jullie de waterkwaliteit van de watergangen in de gaten?
Hydrologen doen weinig met de kwaliteit van het water, voornamelijk de kwantiteit van het water. Ecologen en adviseurs waterkwaliteit kijken wel naar de kwaliteit van het water. Daarnaast kunnen gemeentes bij een project aandragen dat de waterkwaliteit van watergangen moet worden verbeterd.

Vraag: Hebben jullie zicht op alternatieven (inrichtingsmaatregelen) op het dempen van watergangen?
Als je een tertiaire sloot dempt wordt vaak drainage toegepast of een stuw geplaatst. De hydrologen zitten vooral op waterkwantiteit en focussen zich niet op waterkwaliteit.

Vraag: Wat zijn de ambities van Waterschap Limburg om bij te dragen aan biodiversiteit of het verbeteren van de waterkwaliteit van tertiaire watergangen?
We hebben een programma om af te stemmen op flora en fauna. Vroeger werd alles afgemaaid en nu wordt anders gemaaid en dit ligt per gebied vast.

Interview gebiedsbeheerder Waterschap Limburg op 24 mei 2023

Vraag: Wat is precies uw rol/functie binnen Waterschap Limburg?
De gebiedsbeheerder doet voornamelijk peilbeheer en zorgt dat het beleid in het veld wordt uitgevoerd. Daarnaast regelt hij waterinlaat en het zorgen dat stuwen op de juiste plek worden geplaatst. De gebiedsbeheerder is betrokken bij herinrichtingsprojecten van watergangen om te zorgen dat ook na inrichting onderhoud kan plaatsvinden en let daarbij op het onderhoud en de toekomstige beheerplannen. Daarbij handelt hij ook meldingen zoals wateroverlast af die van buitenaf komen. Hij heeft ook veel te maken met de tertiaire sloten sinds dat Waterschap Limburg heeft besloten om deze watergangen af te stoten en te verkopen

Vraag: Naar welke soort watergangen kijkt u?
Waterschap Limburg heeft geen schouwplicht zoals waterschappen in Noord-Brabant, maar ze onderhouden zelf alle watergangen. Er zijn enkele watergangen waarbij het onderhoud door derde wordt uitgevoerd maar wel onder de voorwaarden van Waterschap Limburg en het onderhoud wordt ook door Waterschap Limburg gecontroleerd.

Vraag: Hoe is momenteel het beheer van de watergangen?
Bij de primaire en secundaire watergangen is veel variatie in onderhoud en beheer. Tertiaire watergangen zijn voor waterbeheer niet van belang en hierdoor wil Waterschap Limburg hier het liefst vanaf. Waterschap Limburg maait deze watergangen 1 keer per jaar, zodat ze wel open blijven. Er zijn enkele tertiaire watergangen waar Waterschap Limburg 2 keer per jaar komt, dit gebeurd alleen als er wateroverlast is doordat de afvoer toch hoger is dan berekend in een model. De stijlregel is tertiaire watergangen 1 keer per jaar maaien. Enkele jaren geleden heeft Waterschap Limburg de tertiaire watergangen niet onderhouden en dan groeien de watergangen dicht met wilgen en andere vegetatie. Hierdoor ontstaat ook overlast en moet de watergang alsnog worden onderhouden. Dus daarna is besloten om de tertiaire watergangen ieder jaar 1 keer te maaien om de groei van houtige vegetatie tegen te gaan.

Vraag: Zijn er knelpunten bij het beheer van de watergangen?
Een tertiaire watergang heeft voor het waterschap geen functie, enkel als er te veel regen valt. De tertiaire watergangen zijn ook te koop, hierbij blijft de koper wel verantwoordelijk voor de wateroverlast en beheer. Waterschap Limburg dacht dat ze de tertiaire watergangen binnen een paar jaar allemaal hadden verkocht maar achteraf blijkt dat weinig mensen deze watergangen willen. Sommige watergangen zijn verkocht en die hebben de watergang vervolgens dichtgegooid, dit is ook mogelijk. Als je een tertiaire watergang koopt, mag je deze zonder vergunning dichtgooien.

Vraag: Wordt het onderhoud van de tertiaire watergangen die niet in beheer zijn van Waterschap Limburg gecontroleerd?
Alle tertiaire watergangen worden onderhouden door Waterschap Limburg, enkel de verkochte tertiaire watergangen worden niet onderhouden door Waterschap Limburg. Als je een watergang koopt hoef je geen vergunning aan te vragen en mag je deze altijd dempen. Soms kan het beheer worden uitgevoerd door derden, dit gebeurd met de voorwaarden die Waterschap Limburg stelt en het onderhoud wordt ook gecontroleerd door Waterschap Limburg.

Vraag: Wat is er de afgelopen jaren veranderd op het gebied van beheer / ontwikkelingen voor de toekomst?
De afgelopen jaren is veel verandering in het beheer van de watergangen. In het jaar 2000 is Waterschap Limburg begonnen met ecologisch onderhoud, voorbeelden hiervan zijn in blokken maaien, percentages maaien, eerst talud links daarna talud rechts. Tot 2000 wordt minimaal 2 tot 6 keer per jaar alle watergangen kaal gemaaid. Na 2000 begonnen met gedifferentieerd maaien. Waterschap Limburg wil zo min mogelijk maaien. Om wateroverlast te voorkomen moet soms meerdere keren worden gemaaid. Aan de hand van de waterhuishouding wordt bepaald hoe vaak moet worden gemaaid, niet meer maaien dan nodig. Als ze te weinig maaien kan wateroverlast ontstaan, als dat het geval is gaan ze meer maaien. Als een inspecteur ziet dat minder kan worden gemaaid dan wordt dit toegepast. Hierdoor veranderd het maaibeleid van de watergangen regelmatig.

Vraag: Wat zijn ambities of leidraden waar het beheer op wordt aangepast?
Het beheer wordt aangepast op natuurbeheer en KRW richtlijnen. Deze doelstellingen gelden niet voor tertiaire watergangen.

Vraag: Hoe kijkt u aan tegen de ecosysteemdiensten die wij hebben geselecteerd, zowel watervoerende als droge watergang?
De gebiedsbeheerder raadt ons aan om naar buiten te gaan om naar de tertiaire watergangen te kijken. Hij geeft aan dat ca. 90% van de tertiaire watergangen jaarrond droog staat. Qua ecologische waarden zal dit weinig impact hebben. De gebiedsbeheerder geeft aan dat er ooit een goed onderzoek moet komen welke watergangen gedempt kunnen worden omdat ze niet bijdragen aan de afvoer. Hij denkt dat veel watergangen gedempt kunnen worden en dat dit winst geeft voor iedereen (waterschap, agrariërs). Hij geeft aan dat struiken en bomen die gaan groeien op de gedempte watergang, ook moeten worden onderhouden.

De watergangen liggen vaak ook naast de akkerlanden, door uitspoeling en gifspuiten is de bodemkwaliteit en eventueel waterkwaliteit slecht. Vorig jaar heeft de gebiedsbeheerder samen met bijenhouders naar de haalbaarheid gekeken om watergangen later te maaien zodat de bijen in het voorjaar meer overlevingskans hebben. Bij de tertiaire sloten in akkerlanden stonden aan beide

kanten landbouwgewas waardoor maar een zeer klein stukje over was om bloemen te laten groeien. Daarnaast worden de gewassen ook bespoten met gifstoffen en deze gifstoffen komen in de watergang terecht, dus de bloemen die op de oever groeien zullen ook niet van goede kwaliteit zijn voor bijen. Door de bufferstroken is er meer kans op vegetatie naast de watergangen. De gebiedsbeheerder ziet wel dat door de bufferstroken veel tertiaire watergangen worden dichtgegooid.

Vraag: Kijkt u ook naar inrichtingsmaatregelen in watergangen, eventueel in combinatie met dempen?
Als een watergang hydrologisch gezien gedempt kan worden en je wil hier bijvoorbeeld hagen op planten dan kan dit zeker. Natuurlijk moet hierbij wel gekeken worden naar de situatie en overleg plaatsvinden met de omwonende etc.

Interview adviseur waterkwaliteit Waterschap Limburg op 26 mei 2023

Vraag: Wat houdt uw functie in?
Freek Althuizen, adviseur waterkwaliteit. Hij houdt zich bezig met het beheer van de database van waterkwaliteit en hij interpreteert analyses van waterkwaliteit. Daarnaast analyseert Freek gebieden waar meldingen zijn van overschrijdingen van nutriënten.

Vraag: Hoe en in welke watergangen wordt de waterkwaliteit gemonitord? Hoe wordt dit gemeten en hoe vaak?
Waterschap Limburg heeft verplichting om de KRW waterlichamen (A en B) te bemonsteren en te monitoren. Tertiaire watergangen bemonsteren ze zeer sporadisch of wanneer er iets aan de hand is, soms 1 keer in de 10 jaar. Ze bemonsteren hierbij vaak tijdens het groeiseizoen. Tijdens het groeiseizoen staan de tertiaire watergangen vaak droog en wordt de bemonstering dus niet uitgevoerd. Ze voeren enkel steekbemonsteringen uit bij tertiaire watergangen. Dan gaan de monsternemers naar bepaalde locaties, nemen hier water en sturen dit monster naar het laboratorium. Niet iedere secundaire en primaire watergang wordt vaak gemeten. Iedere zes jaar voor duurdere stoffen zoals gewasbeschermingsmiddelen. Nutriënten worden wel vaker gemeten. Voor nutrieten zit in natuurbeken 2,3 milligram stikstof per liter, voor overige 4,6 mg stikstof per liter. Als de tertiaire watergang doorloopt in de secundaire of primaire watergang en hierdoor de waterkwaliteit verslechterd, dan kan de tertiaire watergang strakker worden gemonitord.
Vaak worden tertiaire watergangen vanuit projecten gemonitord om de invloed op de secundaire en primaire waterloop te meten.

Vraag: Hoe komt naar voren dat de waterkwaliteit ergens slecht is, en dat deze verbeterd moet worden?
Gewasbeschermingsmiddelen worden soms verboden en er komen vaak nieuwe gewasbeschermingsmiddelen op de markt, waardoor het monitoren hiervan lastig is. In tertiaire watergangen is veel schade door stikstof. In het waterbeheerprogramma staan doelstellingen voor de tertiaire watergangen.

Vraag: Zijn er ambities om de waterkwaliteit van tertiaire watergangen te verbeteren?
In NPLG staan ambities voor tertiaire watergangen en naast het uitkopen van boeren ook meer geld beschikbaar om tertiaire watergangen te meten. Freek denkt dat tertiaire watergangen meer moeten worden gemeten en gemonitord. Je gaat niet in heel Limburg een meetnet starten maar dit gebeurd aan de hand van kleinschaligere projecten.
Project van Aa en Maas, Westerbeek over tertiaire watergangen. Daar zijn ze sensor gestuurd aan het meten bij boeren. Hier zijn ze constant bij alle tertiaire watergangen nutriënten metingen aan

het uitvoeren. Hierbij kijken ze wat drainage systemen doen, welke teelten zorgen voor meer uitspoeling of vermesting. Wat is de invloed van regenbuien op uitspoeling. Waterschap Limburg wil dit ook gaan doen, daar willen ze dit jaar mee beginnen.
Ook zijn er watergangen waarbij 20 mg stikstof per liter wordt gemeten, dit zijn vaak grondwater gevoede waterlopen. Met het grondwater komt vervuiling van de jaren 80 naar het oppervlak. Het grondwater en oppervlaktewater monitoren ze in een lopend project bij Waterschap Limburg.

Vraag: Hoe wordt de waterkwaliteit gestuurd? Hoe kan je dit verbeteren, mogelijk met inrichtingsmaatregelen?
Ze zijn bezig met helofytenfilters, ze doen ook pilots met eikenhout, dit gebeurd met Wageningen of Royal Haskoning DHV. Met deze projecten zijn ze net begonnen, het filter is net gemaakt en wordt nu verbeterd. Ze doen steenwollenfilter of andere soorten filters tussen het waterlichaam waar het water doorheen kan stromen. Het nadeel is dat er onderhoudt moet blijven plaatsvinden.
Freek krijgt regelt incidenten. Veel agrariërs hebben een vijver, hemelwaterbuffer. Al het water vanaf het harde oppervlak spoelt in die vijver. Bij overstort stroomt het vanuit de vijver in tertiaire watergang. Er zijn regels om een bepaalde hoop ergens neer te leggen met een afstand van de watergang, maar bij een flinke watergang kan dit toch erin stromen (activiteitenbesluit).
Glastuinbouw moeten zuiveren op gewasbeschermingsmiddelen voordat het riool mag, maar als er geen capaciteit is mag je ook lozen op oppervlaktewater. Ze hoeven niet te zuiveren op nutriënten dus er kunnen veel nutrieten worden geloosd op watergangen.

Vraag: Waaraan kan je in het veld de waterkwaliteit beoordelen?
Barend van Maanen en Monique Korsten, ze kijken naar welke diertjes er laat zien dat er overstort heeft plaatsgevonden en dus aangeven wat de waterkwaliteit is. Bloedzuigers, blauwalg zijn een slechte indicatie door nutriënten belasting. Temperatuur boven 20 graden dus niet jaarrond.
Misschien hebben ze veldformulieren om de waterkwaliteit te beoordelen.

Interview medewerker programmabureau (aanvalsplan landschap) op 9 juni 2023

Vraag: Wat is uw functie en bij wat voor soort bedrijf werkt u?
Aanvalsplan landschap is voortvloeisel uit deltaplan Biodiversiteitsherstel. Het deltaplan Biodiversiteitsherstel is 50 à 60 jaar geleden ontwikkeld om ervoor te zorgen dat meerdere partijen kunnen samenwerken om de biodiversiteit te herstellen. Ondertussen is het deltaplan Biodiversiteitsherstel een stichting geworden met ongeveer 100 partners. Door de omvang van de stichting is een programmabureau ingehuurd en de geïnterviewde werkt bij dit programmabureau. Haar taak is om te kijken welke plannen er momenteel zijn, welke richting het deltaplan op gaat en waar de focus op moet liggen. Bij het programma aanvalsplan landschap zorgt ze dat het plan goed wordt nageleefd.

Vraag: Zijn er naast het aanvalsplan landschap meer projecten vanuit de stichting deltaplan Biodiversiteitsherstel?
Ja, vaak worden er kleinere initiatieven opgezet door agrariërs en burgers zoals bloemrijke bermen. Afgelopen jaren was er een publiekscampagne: maak grijs groener. Om vooral in stedelijke gebieden de burgers te stimuleren om tegels te verwijderen en vegetatie te planten. Daarnaast heeft de stichting ook allerlei werkgroepen over bijvoorbeeld wet en regelgeving, verdienmodellen voor agrariërs en monitoring van de ontwikkelingen. Hierbij brengen ze de partners bij elkaar om vooruitgang te boeken.

Vraag: Wij denken dat watergangen belangrijk zijn als lijnelementen (ook als ze gedempt worden, en hier iets anders voor in de plaats komt zoals hagen). Wat vindt u dat watergangen bijdragen aan de structuur van het landschap en biodiversiteit?
Watervoerende watergangen dragen bij aan het realiseren van het blauwe gedeelte van het aanvalsplan landschap, dit gedeelte is moeilijk te realiseren. Bij watergang ligt de uitdaging dat het water vaak van het waterschap is maar de oever van iemand anders. Daarnaast moet er wel water in een watergang staan, een droge watergang draagt minder bij aan biodiversiteit.
Stel je dempt een watergang, dan moet je een nieuw passend element terugplaatsen. Je moet niet nieuwe landschapselementen toevoegen maar landschapselementen die al voorkomen in het landschap. Hierbij moet je je afvragen welke landschapselementen in het gebied passen?
Mogelijk is de handreiking voor landschapselementen een goede toevoeging. In deze handreiking staat aangegeven welke elementen worden meegerekend als landschapselementen en welke landschapselementen vallen onder blauwe en groene landschapselementen.

Vraag: Hoe belangrijk zijn tertiaire watergangen voor de biodiversiteit?

Ze kunnen heel belangrijk zijn maar het heeft ook met oeverbeheer te maken. De tertiaire watergangen en kleine greppels zijn juist de stukken waar je winst kan maken op biodiversiteit. Hoe groter en breder de watergang hoe meer leven op de oever, maar in het water valt de diversiteit aan fauna, op vissen en watervogels na, mee. Hoe smaller de watergang hoe meer leefgebied er is omdat de oevers dicht bij elkaar liggen. In kleinere watergangen is de biodiversiteit daardoor ook groter dan in grotere watergangen. Hierbij moet wel in acht worden genomen dat als er geen water in de watergang staat, dat de watergang weinig toegevoegde waarde heeft.

Vraag: Welke meekoppelkansen zijn er met betrekking tot watergangen vanuit het aanvalsplan landschap?
Het aanvalsplan landschap zet meer in op houtige structuur omdat deze bijdragen aan het opbouwen van een netwerk. De lijnelementen hebben een iets hogere prioriteit. Er zijn gebieden die zich erg goed lenen voor lijnelementen en gebieden die hier niet bij passen. Het is per gebied kijken wat mogelijk is en wat hierbij past. Houtige structuren zoals heggen kunnen in combinatie met watergangen worden toegepast.
In het aanvalsplan landschap staat niet beschreven welke meekoppelkansen er zijn per inrichtingsmaatregel maar je kan kijken wat een gedempte sloot kan vervangen. Dan kan je kijken of je een vergoeding krijgt bij deze landschapselement. Per provincie verschilt hoeveel subsidie je krijgt en bij welke landschapselement je vergoeding krijgt. Het is mogelijk dat in Gelderland een elementen meetelt als landschapselement maar niet in Noord-Brabant. Daarnaast is het altijd goed om voormalige blauwe elementen te vervangen door een groen element.
Vraag: Waar verwacht u in de praktijk uitdagingen met het aanvalsplan landschap?
Het in kaart brengen en monitoren is cruciaal en essentieel om de ontwikkelingen goed bij te kunnen houden. Hierbij is het belangrijk om een basispunt te hebben zodat je weet wat de stand van zaken is als je begint. Monitoren en bijhouden van de landschapselementen is een belangrijkpunt. Basisregistratie van de landschapselementen is een uitdaging en moet landelijk nog goed worden geïntegreerd.

Bijlage 7 Resultaten enquête

Ecosysteemdienst	Waterberging	Aquatisch milieu	Waterkwaliteit	Bodemerosie	Plaagonderdrukking	Bestuiving	Gezond & welzijn	Groene recreatie
	1	1	1	1	1	1	1	1
	4	4	4	2	1	2	2	2
	4	4	4	0	1	1	2	4
	1	0	0	0	1	1	0	0
	3	4	4	3	3	3	1	1
	2	4	4	0	2	2	2	2
	4	4	4	4	2	2	2	2
	4	4	4	1	0	1	2	2
Weging criteria	**2,9**	**3,1**	**3,1**	**1,4**	**1,4**	**1,6**	**1,5**	**1,8**

Tabel 6: Weging van de criteria voortgekomen uit de enquête.

Bijlage 8 Beoordelingsformulier MCA

Ecosysteemdienst	0	1	2	3	4
Waterbergings-potentieel Breedte insteek	0 tot 1 m	1 tot 2 m	2 tot 3 m	3 tot 4 m	>4 m
Waterbergings-potentieel Diepte van bodem tot bovenkant insteek	<0,5 m	0,5 tot 1 m	1 tot 1,5 m	1,5 tot 2 m	>2 m
Aquatisch milieu Bedekking waterplanten	0%	0 – 10%	10 – 25%	25 – 75%	>75%
Aquatisch milieu Meer dan 50% van een type oeverplanten	Brandnetels	Grassen	Riet	Hagen/houtige gewassen	Bloemen
Waterkwaliteit Watervoerend en ligging watergang	Droge watergang of de watergang ligt naast glastuinbouw	Watergang ligt in of naast een agrarisch perceel	Watergang ligt in of naast een open nat natuurlijk terrein	Watergang ligt in of naast een bosgebied	Watergang ligt in of naast een bosgebied en in een grondwater-beschermingsgebied
Waterkwaliteit Percentage van de watergang bedekt met algen en/of kroos	>75%	50 – 75%	25 – 50%	10 – 25%	0%
Waterkwaliteit Percentage van de watergang bedekt met schaduw	0%	5 – 10%	10 – 25%	25 – 75%	> 75%
Bodemerosie Talud	Steil talud: tot 1 op 2 zonder begroeiing van vegetatie	Steil talud: tot 1 op 2 met begroeiing van vegetatie	Flauw talud: 1 op 2 tot 1 op 3 zonder begroeiing van vegetatie	Flauw talud: 1 op 2 tot 1 op 3 met begroeiing van vegetatie	Natuurvriendelijke oever: 1 op 3 of flauwer
Bestuiving Percentage bloemrijke vegetatie	0%	0 – 10%	10 – 25%	25 – 75%	>75%
Plaagonderdrukking Watervoerend of droog en vegetatie	Droge watergang en geen bloemrijke vegetatie	Droge watergang en bloemrijke vegetatie of watervoerend zonder bloemrijke vegetatie	Watervoerende watergang en bloemrijke vegetatie	droge watergang en hagen	Watervoerende watergang en hagen

Gezond en welzijn Omgeving	-	Watergang ligt in of naast een agrarisch perceel of woning	Watergang ligt in of naast een natuurlijk terrein	Watergang ligt in of naast een bosgebied	Watergang ligt in of naast een dag- of verblijfsrecreatief terrein
Groene recreatie Omgeving	-	Watergang ligt in of naast een agrarisch perceel of woning	Watergang ligt in of naast een natuurlijk terrein	Watergang ligt in of naast een bosgebied	Watergang ligt in of naast een dag- of verblijfsrecreatief terrein

Tabel 7: Beoordelingsformulier voor de MCA.

Bijlage 9 Vragen QuickScan

Datum van inwinning van de gegevens:

…

Locatie van de watergang:

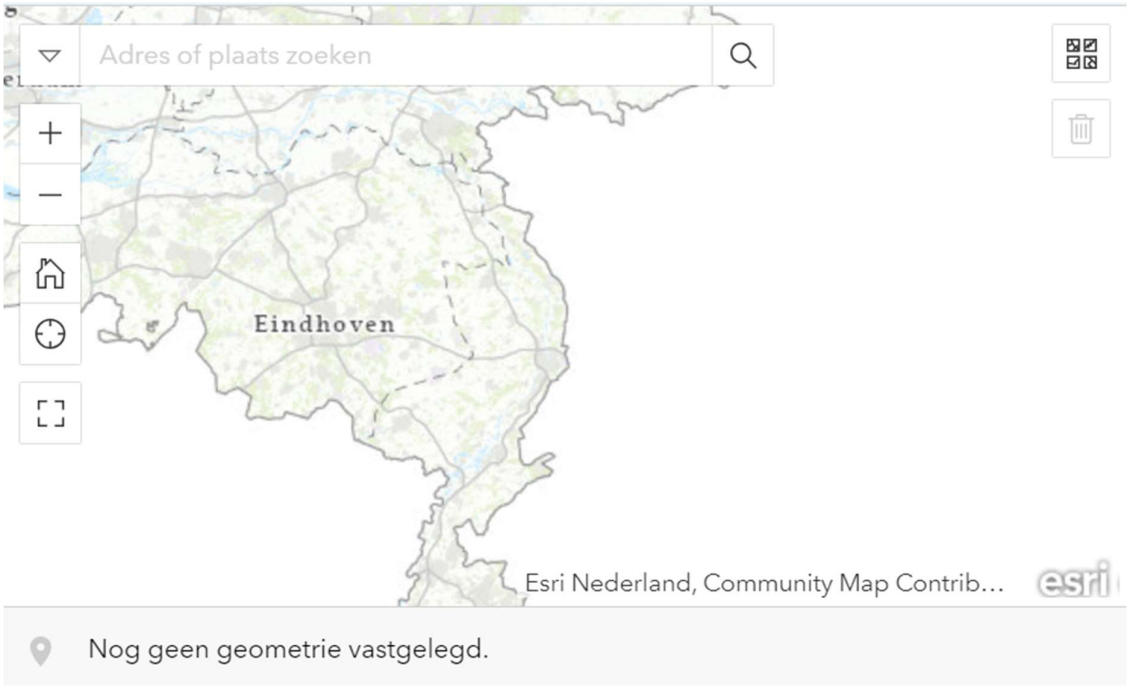


Foto van de watergang:

image hier neerzetten of image selecteren

Wat is de breedte van de watergang in meters?

- 0 tot 1
- 1 tot 2
- 2 tot 3
- 3 tot 4
- > 4

Hoe diep is de watergang in centimeters?

- … cm

Staat er water in de watergang?

- Ja
- Nee

Hoe hoog staat het water in de watergang in centimeters>

… cm

Is de bodem van de watergang zichtbaar?

- Ja
- Nee
- Water is niet zichtbaar door begroeiing
- Er staat geen water in de watergang

Stroomt het water?

- Ja
- Nee

Hoe loopt het talud?

- Natuurvriendelijke oever: 1 op 3 of flauwer
- Flauw talud: 1 op 2 tot 1 op 3
- Steil talud: tot 1 op 2
- Rechte oever met beschoeiing

Wat ligt er naast de watergang?

- Glastuinbouw
- Akkerbouw
- Open grasland
- Bosgebied
- Woning

Ligt de watergang in een grondwaterbeschermingsgebied?

- Ja
- Nee
- Kan nu niet worden uitgezocht

Hoeveel procent van de watergang wordt beschaduwd door bijvoorbeeld gebouwen en/of bomen?

- 0%
- 5% - 10%
- 10% - 25%
- 25 – 75%
- > 75%

Hoeveel procent van de watergang is bedekt met waterplanten?

- 0%
- 5% - 10%
- 10% - 25%
- 25 – 75%
- > 75%

Welke planten bedekken meer dan 50% van de oever?

- Brandnetels
- Grassen
- Riet
- Hagen/houtige gewassen
- Bloemrijke vegetatie

Hoeveel procent van de oever is bedekt met bloemrijke vegetatie?

- 0%
- 10% - 25%
- 25 – 50%
- 50% - 75%
- > 75%

Hoeveel procent van de watergang is bedekt met kroos en/of algen?

- 0%
- 10% - 25%
- 25 – 50%
- 50% - 75%
- > 75%

Eventuele opmerkingen:

…

Bijlage 10 Definities ecosysteemdiensten

Waterberging

Waterberging is het tijdelijk opvangen van (regen)water waarmee regenbuien worden opgevangen en wateroverlast wordt voorkomen. Waterberging is een van de primaire doelen van een watergang. Waterberging is de beschikbare ruimte tussen de bovenzijde van de oever tot het zomerpeil van de watergang. Naast water tijdelijk opvangen is het ook mogelijk om water te bergen in watergangen. Hiervoor moeten wel inrichtingsmaatregelen zoals afdammen worden toegepast, anders zal het water worden afgevoerd.

Aquatisch milieu

Het aquatisch milieu is een ecosysteem dat zich geheel of gedeeltelijk in het water bevindt. Er zijn op aarde verschillende aquatische ecosystemen zoals oceanen, meren, rivieren en sloten. De kenmerken van aquatische ecosystemen kunnen worden verdeeld in biotische en abiotische factoren. Biotische factoren zijn levende organismen en abiotische factoren omvat de temperatuur, zoutgehalte, nutriënten, diepte en stroming. Aquatische ecosystemen zijn cruciaal voor het welzijn en gezondheid van de mens doordat aquatische ecosystemen voedsel en drinkwater leveren.

Reinigend vermogen

Specifieke plant- en diersoorten en micro-organismen kunnen vervuilende stoffen filteren, verdunnen, afvangen of vasthouden. Door deze specifieke soorten wordt lucht, water en bodem gezuiverd. Planten zoals (naald)bomen vangen fijnstof en koolstofdioxide af waardoor de lucht wordt gezuiverd. Het water wordt gezuiverd door micro-organismen die stoffen afbreken zoals stikstof en fosfor af en halofyten nemen afvalstoffen uit het water op. Schimmels en bacteriën in de toplaag van de bodem zorgen voor de reiniging van de bodem.

Bodemerosie

Bodemerosie is het wegspoelen of wegwaaien van de bovenste bodemlaag door (regen)water en/of wind. De bodemkundige en geologische opbouw is sterk bepalend voor de gevoeligheid voor erosie. Löss is het erosiegevoeligste materiaal in Nederland door de uniformiteit, lichtheid en weinig verbindende elementen die het materiaal bevat. Löss komt enkel voor in het zuiden van Limburg en hier treedt ook voornamelijk watererosie op (Poelman, 1970). Onbegroeide zandgebieden zijn

gevoelig voor winderosie. Begroeiing van bijvoorbeeld grassen of bomen zorgt ervoor dat de grond met wortels wordt vastgehouden waardoor erosie wordt tegengegaan. Daarnaast breken hagen- of bomenrijen de wind waardoor minder winderosie plaatsvindt.

Bestuiving

Bestuiving is het overbrengen van de mannelijke stuifmeelkorrels naar de vrouwelijke stamper van andere bloemen. Bestuiving kan plaatsvinden door de wind en insecten. Door de wind worden stuifmeelkorrels die door de lucht vliegen gedragen naar andere bloemen. Echter is het overgrote deel van de plantensoorten afhankelijk van bestuiving door insecten. Insecten zoals zweefvliegen en bijen zijn cruciaal voor de bestuiving van wilde planten en voedselgewassen. Na de bestuiving ontwikkeld de bloem een vrucht, zoals een peer of appel. Maar zonder bestuiving ontwikkeld de bloem geen vrucht en wordt er dus geen voedsel geproduceerd.

Plaagonderdrukking

Plaagonderdrukking is het bestrijden van plagen veroorzaakt door luizen, rupsen en ziekten zoals bacteriën en schimmel door middel van chemische, biologische en natuurlijke bestrijdingsmiddelen. In tuin- en landbouw worden chemische en biologische bestrijdingsmiddelen gebruikt om de gewassen te beschermen tegen plagen en ziekten. Deze bestrijdingsmiddelen komen ook in het water en bodem terecht en dit heeft een negatieve invloed op het milieu. Om geen negatieve invloeden te hebben op het milieu kan ook gebruik worden gemaakt van natuurlijke vijanden van de plagen zoals sluipwespen en lieveheersbeestjes. Ziekten kunnen op een natuurlijke manier worden besteden door micro-organismen en schimmels.

Koolstofvastlegging

Planten halen door middel van fotosynthese CO_2 uit de atmosfeer. Een deel van de CO_2 wordt ’s nachts weer uitgestoten door de planten, het andere deel wordt vastgelegd in de plant als biomassa. Als de plant afsterft, wordt een deel van deze biomassa opgenomen in de bodem. Door deze processen halen planten en bodem CO_2 uit de atmosfeer. Door het vastleggen van de broeikasgas CO_2 wordt bijgedragen aan stabieler klimaat.

Gezond en welzijn

Onder gezondheid valt fysieke, mentale en sociale gezondheid. Fysieke gezondheid is de mate waarin een lichaam functioneert en mentale gezondheid is de mate waarin een individu zichzelf ziet, zich verhoudt tot andere individuen en hoe het individu omgaat met uitdagingen. Het kunnen deelnemen in de maatschappij en het hebben van sociale relaties behoren tot sociale gezondheid en dragen bij een fysieke en mentale gezondheid. Het welzijn van een individu verwijst naar de mate waarin het individu materiële en immateriële tevredenheid heeft.

Groene recreatie

Onder groene recreatie vallen alle manieren van recreëren in een groene omgeving, van een natuurwandeling tot sporten in de buitenlucht. Wandelen en fietsen in een groene omgeving draagt positief bij aan de gezondheid van mensen, stimuleert sociale contacten, nodigt uit tot bewegen en ontstrest (Kondo, Fluehr, McKeon, & Branas, 2018). Volwassenen en kinderen hebben minder vaak obesitas en bijkomende gezondheidsproblemen als ze nabij sport- en recreatiemogelijkheden wonen (Twohig-Bennet & Jones, 2018).

Bijlage 11 Omschrijving Inrichtingsmaatregelen

Dempen

Figuur 15: Dempen van een watergang, bron: (SDR, 2023).

Omschrijving

Een oplossing in de strijd tegen verdroging is om deze watergangen te dempen, zodat de drainerende werking van de watergang compleet wordt gestopt. Hierdoor blijft het grondwaterpeil hoger en is het omliggende landschap beter bestand tegen droogte (Eelerwoude, 2023). De impact en werking van dempen is blijvend, wanneer negatieve (hydrologische) effecten naar de omgeving optreden na dempen, zal de watergang opnieuw uitgegraven moeten worden. Dempen kan in de praktijk ook worden gedaan met een andere reden dan meer grondwater vasthouden in een gebied. Een andere reden voor dempen kan bijvoorbeeld zijn dat de ruimte nodig is voor bijvoorbeeld een weg of perceel. Wanneer de watergang een afwaterende functie had, wordt in deze gevallen vaak een drainagebuis verwerkt in de watergang bij dempen. Door deze buis aan te sluiten op een andere watergang, behoud de watergang de afwaterende functie ook naar dempen (STOWA, Regelbare drainage, sd). Daarnaast is het dempen van watergangen in de meeste gevallen een dure maatregel. De reden hiervoor is dat er veel grond benodigd is, wanneer er geen grond(overschot) beschikbaar is, en grond moet worden geleverd, kan dit erg in de kosten lopen.

Toepassing

Hydrologen van Waterschap Limburg geven aan dat de afweging om wel of niet te dempen, af hangt van de invloed van een watergang op het grotere waterstelsel (zie bijlage 5, notulen overleg hydrologen). Wanneer de watergang geen of een beperkte invloed heeft op het waterstelsel (stroomafwaarts) dan mag de watergang vanuit hydrologisch perspectief worden gedempt. Echter brengt dit in veel gevallen wel nadelen met zich mee met betrekking tot flora en fauna.

Verondiepen

Figuur 16: Verondiepen van een watergang, bron: (Gebr.vd.Geest, 2016).

Omschrijving

Naast dempen kan er ook voor worden gekozen om een watergang te verondiepen. Hierdoor wordt de drainerende werking van de watergang beperkt, afhankelijk van het gewenste grondwaterpeil kan de mate van verondiepen worden bepaald. Wanneer het belangrijk is dat de waterberging van de watergang wordt behouden, kan de watergang samen met het verondiepen ook verbreed worden (Eelerwoude, 2023).

Bij het slootschonen moet worden opgepast dat er niet te diep wordt gegraven, dit kan namelijk de watergang verdiepen waardoor de werking van deze inrichtingsmaatregel wordt tegengegaan. Afhankelijk van de mate van verondiepen en de dimensie van de watergang, kan veel grond benodigd zijn. Wanneer er geen grond beschikbaar is, en grond moet worden geleverd, kan dit erg in de kosten lopen.

Toepassing

Het verondiepen van tertiaire watergangen kan in meer gevallen plaatsvinden in vergelijking met dempen, omdat een gedeeltelijke waterafvoer in stand wordt gehouden. Verondiepen valt onder (gedeeltelijk) dempen. Hydrologen van Waterschap Limburg geven aan dat de mate van verondiepen af hangt van de invloed van de watergang op het grotere waterstelsel, soms is het helemaal niet mogelijk. Wanneer de watergang geen of een beperkte invloed heeft op het waterstelsel (stroomafwaarts) dan mag de watergang vanuit hydrologisch perspectief worden verondiept (zie bijlage 5, overleg hydrologen).

Natuurvriendelijke oevers

Figuur 17: Natuurvriendelijke oever, bron: (Naturetoday, 2017).

Omschrijving

In de praktijk wordt vaak onderscheid gemaakt tussen drie soorten oevers: natuurlijke, cultuurlijke en natuurvriendelijke oevers. De natuurvriendelijke oever is een door de mens ingerichte oever waarbij ontwikkeling van natuur, landschap en ecologie expliciet wordt gestimuleerd. Dit is een zeer brede definitie, die in de praktijk leidt tot een breed scala aan soorten oevers. Een natuurvriendelijke oever wordt natuurvriendelijker beoordeeld als deze de natuurlijke situatie dichter benadert. Natuurvriendelijke oevers kunnen aan één of aan beide zijdes van een watergang worden gerealiseerd. Vanzelfsprekend biedt de tweezijdige

oever de grootste mogelijkheden tot variatie en diversiteit, een bijkomend voordeel is dat hierdoor makkelijker obstakels kunnen worden omzeild zonder onderbreking van de oever. Een natuurvriendelijke oever heeft namelijk een grote waarden als lijnelement door een verbindende factor te zijn tussen natuur(gebieden). Eén brede strook is wel weer waardevoller als twee smalle stroken, een oever die gericht is op het zuiden is aan te bevelen boven een noordelijk gerichte oever, vanwege de warmere ligging en door grotere lichtintensiteit (STOWA, 2009), (Floron, 2019).

De aanwezigheid van veel dominante en onwenselijke soorten heeft invloed op de succeskans van de aan te leggen natuurvriendelijke oever. Dit bepaalt mede of er bij de aanleg vegetatie aangeplant of ingezaaid moet worden, of dat de oever zichzelf kan ontwikkelen.
Voor een goede ontwikkeling van de oever is de chemische kwaliteit belangrijk. Zeer voedselrijk of troebel water kan ertoe leiden dat dominante vegetatiesoorten zoals liesgras, gaan overheersen. Ook kan het zijn dat de soortenontwikkeling niet of nauwelijks op gang komt (STOWA, 2009).

Het onderhoud van natuurvriendelijke oevers betreft het jaarlijks maaien van de vegetatie, dit dient in het najaar te gebeuren, wanneer de planten zijn uitgebloeid en hun reserves voor de winter in de wortels hebben opgeslagen. Aanwezige fauna wordt in deze periode daarnaast zo min mogelijk door de werkzaamheden verstoord (Floron, 2019),

Toepassing
Bij natuurvriendelijk oevers draait het in de basis om de dynamiek en de overgang tussen water en land, daarnaast is waterberging een belangrijke functie die wordt verbeterd wanneer een natuurvriendelijke oever wordt gerealiseerd. Door dit gegeven, is het van belang dat natuurvriendelijke oevers worden gerealiseerd bij watervoerende watergangen, natuurvriendelijke oevers hebben nauwelijks positief effect op droogstaande watergangen.
De hellingshoek van het talud heeft direct effect op het areaal aan begroeibare oever. Een steile oever biedt minder variatie en ruimte voor oeverbegroeiing dan een flauwe oever. Verder vestigen de meeste helofyten zich niet of nauwelijks op een talud dat steiler is dan 1:2 (1 meter verticaal en twee meter horizontaal). Het talud van natuurvriendelijke oevers varieert globaal van 1:2 tot 1:20, maar kan ook nog veel flauwer zijn bij voldoende ruimte. Vaak wordt in de praktijk, vanaf het midden van water de watergang, een minimale breedte van 3 meter en een talud van 1:3 aangehouden wanneer wordt gesproken over een natuurvriendelijke oever. De optimale situatie van een natuurvriendelijke oever heeft een zo flauw mogelijke gradiënt van 1:5 of flauwer. In dat geval komen alle natuurlijke overgangszones voor en wordt een zo groot mogelijke soortenrijkdom verwacht.
De voorwaarde om hier aan te kunnen voldoen is voldoende ruimte. Bij een watergang die dieper en/of breder is dan nodig voor de functie, kan deze ruimte binnen het bestaande waterprofiel worden gevonden. Meestal moet er echter ruimte op het land worden verkregen om een voldoende

flauwe oever te kunnen creëren. Daarnaast moet boven op de oever ook nog voldoende ruimte beschikbaar zijn voor het onderhoud en beheer (STOWA, 2009), (Floron, 2019).

Struwelen

Figuur 18: Struwelen naast watergang, bron: (hedgelink, 2013).

Omschrijving

Struwelen zijn landschapselementen met een aaneengesloten opgaande begroeiing van inheemse, overwegend doornachtige, struiken, die vrij uit mogen groeien (LandschapsbeheerGelderland, 2019).

Het gebruik van inheemse plantsoorten heeft verschillende voordelen, zo zijn inheemse planten beter bestand tegen klimaatverandering, inheemse planten hebben zich aangepast aan het huidige klimaat. Daarnaast zijn inheemse planten afgestemd op de dieren die van nature voorkomen in een gebied. Er zijn zelfs insecten die alleen maar op één specifieke inheemse bloem vliegen.

Inheemse planten zijn erg belangrijk voor de biodiversiteit, van de inheemse bomen in Nederland is bijvoorbeeld nog slechts 3% over (IVN, 2021).

Struwelen kunnen bestaan uit verschillende inheemse houtige soorten, denk hierbij aan vuilboom, hazelaar, veldesdoorn, lijsterbes, sleedoorn, hondsroos, egelantier, Gelderse roos, rode kornoelje en de een- of tweezijdige meidoorn. In struwelen kunnen ook klimplanten als hop en heggenrank groeien. Doordat struwelen vaak niet jaarlijks worden onderhouden bestaat dit typen beplanting uit veel massa. Dit zorgt voor veel voedsel- en schuilmogelijkheden voor verschillende diersoorten (Biodivercity, Struweel, 2011).

Toepassing

Struwelen kunnen worden toegepast direct naast watergangen, bijvoorbeeld op bufferstroken, maar ook in combinatie met dempen. De frequentie van onderhoud voor struwelen is veel lager dan bij knip- of scheerheggen, namelijk gemiddeld slechts één keer in de 7 jaar. Dan vindt er groot onderhoud plaats door de vegetatie uit te dunnen en ongewenste vegetatie te verwijderen, dit is dan ook gelijk een grote kostenpost (BIJ12, L01.06 Struweelhaag, Z.d.).

Afdammen/stuwen watergang

Omschrijving

Figuur 19: Afdammen van een watergang, bron: (Omroepbrabant, 2020).

Wanneer (grond)water vasthouden in een gebied gewenst is, kunnen watergangen naast dempen of verondiepen ook afgedamd worden. Dit kan op verschillende manieren gebeuren, denk aan het dempen van de watergang over een aantal meters, of het plaatsen van een schot of stuw in de watergang, afhankelijk van de situatie kan voor deze maatregelen worden gekozen.

Wanneer wordt gekozen voor het plaatsen van een stuw, is na plaatsing variatie in het waterpeil mogelijk. Wel is het plaatsen van een stuw een duurdere oplossing dan bijvoorbeeld het plaatsen van een plaat, dit zal dus niet voor elke situatie de beste keuze zijn.

Toepassing

Het afdammen van watergangen is te vergelijken met dempen of verondiepen. Net als bij het verondiepen van watergangen blijft het aquatisch milieu in de watergang bestaan, echter is er geen of beperkte migratie mogelijk. Afdammen vormt een fysieke barrière tussen leefgebieden. De toepassing van deze inrichtingsmaatregel hangt dan ook heel erg af van de waterhuishouding in het gebied. Wanneer niet zeker is of dempen/verondiepen hydrologisch gezien goed uitpakt voor het gebied, kan de watergang tijdelijk afgedamd worden, om de gevolgen inzichtelijk te krijgen (Instituut-Natuur-enbosonderzoek, 2020).

Natte teelt

Omschrijving

Figuur 20: Lisdodde in een watergang, bron: (Researchgate, 2022).

Deze inrichtingsmaatregel is nog erg nieuw, maar wel erg toekomstgericht. In de toekomst zullen extreme natte en droge periodes steeds vaker voorkomen (KNMI, 2023). Natte teelt biedt kansen om een positieve invloed te leveren op de uitdagingen die hier mee gepaard gaan. Eén van de kansen die de natte teelten met zich mee brengen is het zorgen voor bufferzones, in deze zones kan water worden opgevangen in natte periodes en geleidelijk vrijgeven worden in droge periodes. Uit onderzoek is gebleken dat lisdodde de meest kansrijke natte teelt is van dit moment (HAS-Kennistransfer-en-Bedrijfsopleidingen, 2020).

Toepassing

Om lisdodde te kunnen telen, zijn specifieke omstandigheden benodigd. Wat de term 'natte' teelt al doet vermoeden, zijn erg natte omstandigheden nodig. Denk hierbij aan een waterpeil van ca. 20 cm boven maaiveld, dit kan bereikt worden door verlagen van het maaiveld, vaak in combinatie met het verhogen van het waterpeil.

Vanzelfsprekend kan dit niet in elke situatie toegepast worden. Enkele beekdalen, maar voornamelijk veengebieden zijn het meest kansrijk voor deze soort teelt. Het dalen van de veenbodem wordt namelijk al afgeremd door het waterpeil in deze gebieden hoog te houden, en deze grond is daardoor vaak te nat voor grasteelt en koeien. Natte teelt is in deze gevallen een goed alternatief (ProvincieUtrecht, 2022). Het telen van lisdodde gebeurd momenteel op een experimentele manier, met stroken op de overgang van watergangen en percelen (Groenehartwerkt, 2023). Mogelijke toepassingen/opbrengsten van lisdodde zijn: isolatiemateriaal, constructiemateriaal, veevoer, bio-plastics en bio-energie. De tijd van oogsten bepaald de typen oogst. Opbrengsten van lisdoddeteelt verschillen per toepassing is en wordt nog steeds onderzoek naar gedaan (HAS-Kennistransfer-en-Bedrijfsopleidingen, 2020).

Knip- of scheerheg

Omschrijving

Figuur 21 Knip- of scheerheg langs watergang, bron: (RobinPage, 2016).

Een knip- of scheerheg is een lijnvormig landschapselement bestaande uit, bij voorkeur inheemse, struiken die regelmatig geknipt of geschoren worden (BIJ12, L01.05 Knip- of scheerheg, 2023). Het gebruik van inheemse plantsoorten heeft verschillende voordelen, zo zijn inheemse planten beter bestand tegen klimaatverandering en zijn inheemse planten afgestemd op de dieren die van nature voorkomen in een gebied. Er zijn zelfs insecten die alleen maar op één specifieke inheemse bloem vliegen. Inheemse planten zijn erg belangrijk voor de biodiversiteit, van de inheemse bomen in Nederland is bijvoorbeeld nog slechts 3% over (IVN, 2021). Knip- of scheerheggen kunnen aangeplant worden met bosplantsoen bestaande uit de volgende soorten: Veldesdoorn, liguster, een- of tweestijlige meidoorn, iep, haagbeuk, hondsroos, egelantier, hazelaar, rode kornoelje (BIJ12, L01.05 Knip- of scheerheg, 2023).

Toepassing

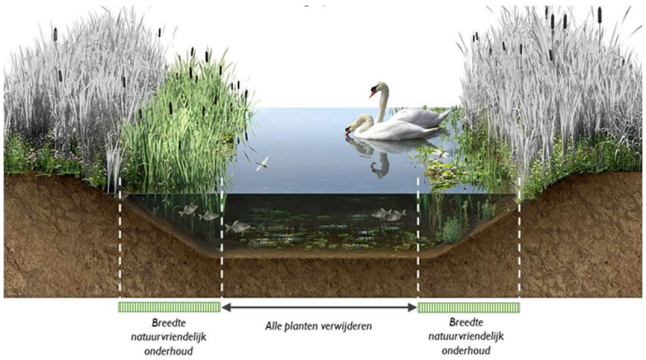
Knip- of scheerheggen kunnen worden toegepast direct naast watergangen, bijvoorbeeld op bufferstroken, maar ook in combinatie met dempen. Het toepassen van lijnelementen zoals hagen in

combinatie met het dempen van watergangen kan heel waardevol zijn.
Het verschil tussen de knip- of scheerheggen en struwelen is voornamelijk het onderhoud.
De frequentie van onderhoud voor de knip- of scheerheggen hangt af van een aantal factoren: de soort, de vorm, de functie en de eisen die van de grondeigenaar aan de heg wordt gesteld. Meestal wordt voor heggen in landelijk gebied het jaarlijks of eens in de 2 à 3 jaar knippen of scheren van de heggen aangehouden. Dit kan handmatig, met een heggeschaar of machinaal met bijvoorbeeld een tractor gebeuren, dit laatste is voornamelijk bij grote lengtes het goedkoopst. Genoeg ruimte is daarbij wel een vereiste (BIJ12, L01.05 Knip- of scheerheg, 2023).

Ecologisch onderhoud watergangen

Omschrijving

Inrichtingsmaatregelen zullen niet in elke situatie toepasbaar zijn, denk aan ruimtegebrek en/of een belangrijke afwaterende functie van de watergang. Vaak is in deze gevallen alsnog winst te behalen met betrekking tot biodiversiteit door watergangen ecologisch(er) te onderhouden. Traditioneel onderhoud aan watergangen wordt gedaan door het maaien van de vegetatie, en het op diepte houden van de watergang. Vanuit ecologisch oogpunt wordt beheer en onderhoud gezien als verstoring, maar wanneer natuurlijke/ecologische ontwikkelingen ongestoord door zouden gaan, kan dit leidden tot problemen. Denk hierbij aan het verlies van het aquatische milieu door verlanding en wateroverlast door onvoldoende afvoermogelijkheden. Bij goed beheer en onderhoud is het dus zoeken naar de balans tussen beiden (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).



Figuur 22: Schematische weergave optie ecologisch onderhoud watergangen, bron: (hhdelfland, 2022).

De frequentie en intensiteit/omvang van het beheer en onderhoud zijn sterk afhankelijk van de mate van eutrofiëring, organische belasting en hydromorfologische degradatie. Te hoge voedselrijkdom daarentegen leidt tot een kroosdek of algenbloei. Het verwijderen van de vegetatie zorgt er voor dat er veel habitat, hechtingssubstraat, voedselbronnen, schuilplaatsen enz. voor de fauna in een watergang verloren gaat. Wanneer daarnaast op minder dan 10 cm boven de bodem wordt gemaaid is de kans op tijdelijke vertroebeling en verstoring van de zuurstofhuishouding groot. Dit laatste wordt nog versterkt door achtergebleven afstervende plantendelen. Afgesneden plantendelen die achterblijven na maaien zullen zich echter ook verder verspreiden, waardoor planten zich kunnen uitbreiden.
Na maaien treedt altijd versnelde hergroei van overgebleven planten op omdat de scheutvorming is gestimuleerd. Snelle hergroeiers zijn dan in het voordeel en dit zijn juist soorten die snel massaal

optreden, zoals waterpest en sterrekroos, terwijl de gewenste trage groeiers en vaak ecologisch meer indicatieve soorten op termijn verdwijnen.
Wanneer beperkte of gefaseerde schoning wordt toegepast treden de bovenstaande effecten ook op, maar is de impact ervan op de flora en fauna kleiner. Ook als het volledig extensief en gefaseerd onderhouden van de watergang niet mogelijk is, zijn tussenoplossingen nog altijd beter dan het traditionele beheer (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).

Bijlage 12 Resultaten QuickScan

Watergang	Wat is de breedte van de watergang in meters?	Hoe diep is de watergang in centimeters?	Staat er water in de watergang	Hoe hoog staat het water in de watergang in centimeters	Is de bodem van de watergang zichtbaar?	Stroomt het water?
1	2 tot 3	1,9	Ja	20	Nee	Nee
2	> 4	2	Ja	70	Nee	Nee
3	> 4	250	Ja	80	Nee	Nee
4	> 4	230	Ja	70	Ja	Ja
5	> 4	200	Ja	80	Nee	Nee
6	> 4	170	Nee	0	Er staat geen water in de watergang	Nee
7	> 4	250	Ja	150	Nee	Nee
8	1 tot 2	150	Nee	0	Er staat geen water in de watergang	Nee
9	2 tot 3	150	Nee	0	Er staat geen water in de watergang	Nee
10	0,5 tot 1	80	Nee	0	Nee	Nee
11	1 tot 2	70	Nee	0	Nee	Nee
12	0,5 tot 1	60	Nee	0	Er staat geen water in de watergang	Nee
13	1 tot 2	60	Nee	0	Nee	Nee
14	1 tot 2	50	Nee	0	Er staat geen water in de watergang	Nee
15	> 4	150	Nee	0	Er staat geen water in de watergang	Nee
16	> 4	300	Ja	80	Nee	Nee
17	1 tot 2	150	Nee	0	Er staat geen water in de watergang	Nee
18	0,5 tot 1	50	Nee	0	Er staat geen water in de watergang	Nee

Tabel 8: Resultaten QuickScan, tabel 1/3.

Watergang	Wat is het talud?	Wat ligt er naast de watergang?	Ligt de watergang in een grondwaterbeschermingsgebied?	Hoeveel procent van de watergang wordt beschaduwd door bijvoorbeeld gebouwen en/of bomen?
1	Steil_talud:_tot_1_op_2	Akkerbouw	Nee	> 75%
2	Steil_talud:_tot_1_op_2	Akkerbouw	Nee	5 - 10%
3	Flauw_talud:_1_op_2_tot_1_op_3	Akkerbouw	Nee	10 - 25%
4	Steil_talud:_tot_1_op_2	Open grasgebied	Nee	5 - 10%
5	Natuurvriendelijke_oever:_1_op_	Bosgebied	Nee	0%
6	Flauw_talud:_1_op_2_tot_1_op_3	Akkerbouw	Nee	25 - 75%
7	Flauw_talud:_1_op_2_tot_1_op_3	Bosgebied	Nee	5 - 10%
8	Steil_talud:_tot_1_op_2	Akkerbouw	Nee	0%
9	Steil_talud:_tot_1_op_2	Akkerbouw	Nee	0%
10	Steil_talud:_tot_1_op_2	Glastuinbouw	Nee	5 - 10%
11	Steil_talud:_tot_1_op_2	Akkerbouw	Nee	25 - 75%
12	Steil_talud:_tot_1_op_2	Akkerbouw	Nee	5 - 10%
13	Steil_talud:_tot_1_op_2	Akkerbouw	Nee	0%
14	Flauw_talud:_1_op_2_tot_1_op_3	Bosgebied	Nee	10 - 25%
15	Steil_talud:_tot_1_op_2	Glastuinbouw	Nee	5 - 10%
16	Flauw_talud:_1_op_2_tot_1_op_3	Akkerbouw	Nee	0%
17	Steil_talud:_tot_1_op_2	Bosgebied	Nee	25 - 75%
18	Flauw_talud:_1_op_2_tot_1_op_3	Akkerbouw	Nee	5 - 10%

Tabel 9: Resultaten QuickScan, tabel 2/3.

Watergang	Hoeveel procent van de watergang is bedekt met waterplanten?	Hoeveel procent van de oever is bedekt met planten?	Hoeveel procent van de oever is bedekt met bloemrijke vegetatie?	Hoeveel procent van de watergang is bedekt met kroos en/of algen?	x	y
1	25 - 75%	25 - 75%	5 - 10%	10 - 25%	5,938441	51,44667
2	25 - 75%	> 75%	10 - 25%	5 - 10%	5,93853	51,44665
3	5 - 10%	10 - 25%	5 - 10%	5 - 10%	5,93861	51,44672
4	0%	10 - 25%	5 - 10%	0%	5,937773	51,44665
5	5 - 10%	0	25 - 75%	10 - 25%	5,929661	51,44791
6	0%	10 - 25%	0%	0%	5,929839	51,44795
7	0%	25 - 75%	0%	5 - 10%	5,922146	51,45004
8	0%	>75%	0%	0%	5,894699	51,44723
9	0%	>75%	0%	0%	5,896074	51,44722
10	0%	>75%	0%	0%	5,940779	51,43145
11	0%	5 - 10%	0%	0%	5,941071	51,43131
12	0%	25 - 75%	0%	0%	5,935533	51,43207
13	0%	10 - 25%	0%	0%	5,933073	51,43191
14	0%	5 - 10%	0%	0%	5,931958	51,43193
15	0%	0%	0%	0%	5,984292	51,43136
16	25 - 75%	>75%	10 - 25%	10 - 25%	5,979621	51,43193
17	0%	>75%	5 - 10%	0%	5,932714	51,42463
18	0%	0%	0%	0%	5,933673	51,42445

Tabel 10: Resultaten QuickScan, tabel 3/3.

Bijlage 13 Impact inrichtingsmaatregelen

Waterberging

Dempen, verondiepen en afdammen van watergangen zijn hydrologische maatregelen. Deze maatregelen leveren een negatieve tot neutrale impact op de ecosysteemdiensten, met uitzondering op waterberging. Als het gaat over waterberging kun je spreken over de fysieke waterberging in de watergang zelf, om bijvoorbeeld piekbuien op te kunnen vangen en vast te kunnen houden. Dit is voornamelijk relevant in stedelijk gebied. In dat geval levert het dempen een negatieve impact omdat er geen water in de watergang zelf kan worden opgeslagen en enkel in de bodem. Het afdammen van watergangen is in dat geval een betere oplossing. Er wordt in de watergang meer water vastgehouden wat niet direct wordt afgevoerd. Pas wanneer het waterpeil in de watergang het limiet heeft bereikt, tot die tijd kan het water de grond in zakken. Het verondiepen vergroot niet de capaciteit om water vast te houden in de watergang. Wel wordt er net als bij afdammen en dempen meer (grond)water vastgehouden in de bodem doordat de afwaterende functie van de watergang wordt beperkt.

Het effect van de hydrologische inrichtingsmaatregelen op de ecosysteemdienst waterberging is erg afhankelijk van de situatie. Heeft de watergang een beperkte functie om hemelwater te bergen en zou een hoger grondwaterpeil gewenst zijn in het gebied, bijvoorbeeld in de buurt van natuur, dan zouden de maatregelen een positief effect kunnen hebben op de natuur (Wageningen University Research, 2023).

Voor de inschatting van het effect van een natuurvriendelijke oever op de waterberging wordt alleen naar het profiel boven de waterspiegel gekeken. Dit is immers de ruimte voor waterberging. De natuurvriendelijke oever geeft een bergingsverlies als de oever binnen het bestaande talud wordt gerealiseerd. In dit geval wordt enkel de waterbodem opgehoogd om een flauwere oever te creëren, waardoor het profiel boven de waterspiegel geringer wordt. Wel wordt er extra berging gecreëerd wanneer de oever buiten het bestaande talud wordt gerealiseerd (STOWA, 2009)

Lisdoddeteelt heeft een positieve impact op de waterberging doordat bij deze typen teelt het waterpeil hoger kan staan ten opzichte van andere teelten of vegetatietypen. Er hoeft dus minder snel water afgevoerd te worden om deze teelt te kunnen verwezenlijken. De mogelijkheid om het maaiveld onder water te zetten betekend dus dat er waterberging mogelijk is (Groenehartwerkt, 2023).

Aquatisch milieu

Dempen en afdammen/stuwen hebben een negatief effect op het aquatisch milieu in een watergang. Bij dempen verdwijnt de flora en fauna in een watergang compleet, bij het afdammen/stuwen wordt de fauna in de watergang beperkt in hun leefgebied door een fysieke barrière. Om dit tegen te gaan wordt soms tegelijkertijd ook een (vis)passage aangelegd. Dit zijn vaak grote en dure projecten en daarom niet relevant voor de typen watergangen waar dit onderzoek over gaat. Door afdammen of het plaatsen van stuwen wordt mogelijk het stromend water omgezet in stilstaand water, hierdoor veranderd de habitat en neemt de kans tot opslibben toe wat onder andere de waterkwaliteit verslechterd (Instituut-Natuur-enbosonderzoek, 2020).

Een natuurvriendelijke oever heeft door de continue en flauwe gradiënt veel positieve effecten voor het aquatisch milieu in een watergang. Door de flauwe oever is er meer oppervlakte beschikbaar waar flora zich kan ontwikkelen. Door een fluctuerend waterpeil kunnen er daarnaast kwalitatief hoge flora ontwikkelen op de overgang tussen land en water. Diersoorten die zowel in het water als op land leven kunnen makkelijker de watergang in en uit gaan en verspreiden daardoor meer. Bij steile oevers zijn er vaak maar enkele plekken waar dieren in en uit het water kunnen (STOWA, 2009).

Lisdoddeteelt bevordert het aquatische milieu door de relatief hoge tolerantie voor verschillende omstandigheden met betrekking tot waterstand en waterkwaliteit. Lisdodde vormt een geschikt habitat voor veel aquatische macrofauna. De relatief ondiepe waterkolom, maximaal 30 cm, zorgt voor gunstige omstandigheden voor veel soorten. Het water kan door de relatief geringe diepte daarnaast snel opwarmen waardoor al vroeg in het jaar een geschikt leefgebied ontstaat voor diersoorten (Geertsema, 2015).

Wanneer bovenstaande inrichtingsmaatregelen niet haalbaar zijn in een situatie kan altijd worden geprobeerd winst te behalen door de watergang ecologisch(er) te beheren, om zo een beter aquatisch milieu te krijgen (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).

Waterkwaliteit

Een natuurvriendelijke oever kan, bij lagere fosfaatbelasting dan de grenswaarde van 0,8 mg/m2/dag, bijdragen aan een verbetering van de chemische waterkwaliteit. Bij een fosfaatbelasting groter dan 0,8 mg/m2/dag kunnen er problemen ontstaan als gevolg van troebel water. Bij dit soort fosfaatbelastingen is het aan te raden om met ecologen te overleggen over de beste oplossing voor de betreffende situatie. Het verbeteren van de waterkwaliteit door natuurvriendelijke oevers is in de meeste gevallen niet marginaal, speciaal ontwikkelde vloeivelden met helofytenfilters zijn hierop een uitzondering (STOWA, 2009).

Lisoddeteelt levert een grote positieve impact op de waterkwaliteit. De lisdodde zuivert het water en vervoert zuurstof naar de wortels. In het zuurstofrijke water rond de wortels nemen bacteriën een vaste plaats in. Deze breken fosfaten, nitraten en nitrieten af in het water, waardoor de waterkwaliteit verbeterd (Groenehartwerkt, 2023).
Wanneer bovenstaande inrichtingsmaatregelen niet haalbaar zijn in een situatie, kan altijd worden geprobeerd winst te behalen door de watergang ecologisch(er) te beheren. Hierdoor wordt er meer vegetatie in de watergang laten staan, die een zuiverende werking hebben om zo de waterkwaliteit te verbeteren (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).

Bodemerosie

Bodemerosie door water heeft een grote impact op mens en milieu. Door het wegspoelen van de oeverbodem kunnen meststoffen en bestrijdingsmiddelen in het watersysteem terecht komen. Zo kunnen kiemplanten bijvoorbeeld bedolven raken onder het sediment (OmgevingVlaanderen, 2023).

Een natuurvriendelijke oever zal minder snel eroderen dan een steile oever. Daarnaast zorgt de potentieel aanwezige vegetatie dat de bodem beter wordt vastgehouden en bestand is tegen erosie. Struweelhagen en knip- of scheerheggen dragen niet alleen bij aan erosie door water, maar ook door wind. Houtige beplanting wortelen diep, wat zorgt voor een stevige bodem. Doordat deze typen beplanting vaak wat hoger en dicht is, houdt dit de wind (winderosie) tegen. Lisdodde zijn planten die in het water staan, dit houdt de stroming tegen wat erosie door water voorkomt.

Bestuiving

Het dempen van watergangen levert een negatieve impact op bestuiving. Voor bestuiving is vegetatie nodig die verdwijnt wanneer puur wordt uitgegaan van het dempen van watergangen.

Natuurvriendelijke oevers zijn landschapselementen die worden ingericht met de focus op biodiversiteit. In vergelijking met gangbare oevers bieden natuurvriendelijke oevers meer ruimte voor diverse soorten vegetatie zoals bloemen, kruiden en rietvegetatie. Zo vormen natuurvriendelijke oevers een habitat voor bestuivers en andere diersoorten (Natuurverdubbelaars, 2020).

Inheemse struwelen en hagen vormen het leefgebied van diverse dieren zoals vleermuizen, dassen, muizen en diverse insecten. Struwelen hebben meer bladoppervlakte dan een knip- of scheerheg omdat deze minder intensief beheert wordt. Vaak is de soortenrijkdom van struwelen lager omdat er veel schaduw is onder de struwelen zelf. Hierdoor is er minder mogelijkheid voor onderbeplanting. Wel zorgt het grotere oppervlakte voor een voedingsbron en schuilplaats voor grote dieren zoals vogels (Biodivercity, Struweel, 2011).

Wanneer bovenstaande inrichtingsmaatregelen niet haalbaar zijn in een situatie, kan altijd worden geprobeerd winst te behalen door de watergang ecologisch(er) te beheren. Door ecologisch beheer worden de oever- en waterplanten minder en gefaseerd gemaaid, wat er voor zorgt dat er meer bestuiving kan plaatsvinden (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).

Plaagonderdrukking

Bij het bestrijden van ziekten en plagen op gewassen worden vaak chemische bestrijdingsmiddelen gebruikt, met negatieve effecten op de water- en bodemkwaliteit. Er kan echter ook een beroep worden gedaan op natuurlijke vijanden van de veroorzakers van de ziekten en plagen. Voorbeelden van deze natuurlijke vijanden zijn lieveheersbeestjes, sluipwespen en vogels (Groenkennisnet, 2022).

Het dempen van watergangen levert een negatieve impact op plaagonderdrukking doordat de natuurlijke vijanden vegetatie nodig hebben om in het gebied te kunnen leven. Vegetatie verdwijnt wanneer een watergang wordt gedempt zonder vervolgens maatregelen toe te passen.
Een watergang zou als fysiek element op zichzelf kunnen dienen als barrière voor enkele plagen. Dit zijn plagen die niet of nauwelijks door de lucht maar voornamelijk via het land verspreiden. Elke plaagdierbestrijder heeft een levenscyclus waarbij er niet alleen gefoerageerd wordt op plaagdieren maar ook op nectar. Daarom is een combinatie van zowel houtige gewassen (voor schuilplaats en voedsel) als nectar-houdende planten van belang. Er is niet één soort aan te wijzen die het beste in elke situatie kan worden toegepast. Afhankelijk van de typen plaag en mogelijk de gewenste teelt kan worden gekozen uit inrichtingsmaatregelen zoals natuurvriendelijke oevers, struwelen, knip- of scheerheggen en natte teelt (University of Amsterdam, 2022), (Groenkennisnet, 2022).

Wanneer bovenstaande inrichtingsmaatregelen niet haalbaar zijn in een situatie, kan altijd worden geprobeerd winst te behalen door de watergang ecologisch(er) te beheren. Door ecologisch beheer worden de oever- en waterplanten minder en gefaseerd gemaaid, wat ervoor zorgt dat er meer leefgebied voor natuurlijke plaagbestrijders in stand wordt gehouden in en rondom een watergang (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).

Gezond & welzijn

Studies laten zien dat een hoge biodiversiteit in een ecosysteem, zoals bijvoorbeeld in de bodem of landschapselementen, de effectiviteit en de betrouwbaarheid van de levering van ecosysteemdiensten verhoogt. Dit geldt bijvoorbeeld voor de vastlegging van koolstof, bodemvruchtbaarheid en de zuivering van water. Dit is de reden dat het goed is om een hoge diversiteit in landschapselementen te hebben zoals watergangen, natuurvriendelijke oevers en hagen.
Voornamelijk houtopstanden (bijvoorbeeld struwelen) vangen veel fijnstof en koolstof af. Dit heeft een gunstig effect op het milieu en de gezondheid van mensen (Groenkennisnet, 2022).

Groen draagt daarnaast ook bij aan een betere mentale gezondheid. Omdat een groene omgeving uitnodigt om te bewegen en ontspannen, speelt groen een rol bij de vermindering van bijvoorbeeld overgewicht, diabetes type 2 en hart- en vaatziekten. Onderzoekers hebben vastgelegd dat groen een gunstig effect heeft op hoe lang mensen leven, het geboortegewicht van baby's en de werking van het immuunsysteem. Groen lijkt te zorgen voor een verbeterde nachtrust, concentratie, geheugen en leerprestaties, met name bij kinderen (RIVM, 2022).
De inrichtingsmaatregelen die in dit onderzoek staan beschreven zijn maar een klein deel van de groene elementen die hier voor zorgen. Het hebben van diversiteit is het voornaamste belang. Enkel het dempen van watergangen zorgt ervoor dat landschapselementen en biodiversiteit verdwijnt terwijl er niets voor terug komt. Dempen heeft daarom een negatieve impact op de gezondheid en welzijn van mensen.

Wanneer bovenstaande inrichtingsmaatregelen niet haalbaar zijn in een situatie, kan vaak wel worden gekozen voor ecologisch(er) beheer van de watergang. Door ecologisch beheer worden de oever- en waterplanten minder en gefaseerd gemaaid, wat ervoor zorgt dat er meer vegetatie over blijft in en rondom een watergang (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).

Groene recreatie

Verschillende inrichtingsmaatregelen dragen bij aan de diversiteit van een omgeving. Het is locatie-afhankelijk welke maatregel de meeste positieve invloed heeft op recreatie. In een omgeving met veel weiland en bloemstroken kan het bijvoorbeeld een aangename toevoeging voor de beleving van recreanten zijn om struwelen of knip- of scheerheggen aan te planten. Een diverse en groene omgeving bevorderd daarnaast ook de sociale beleving van mensen. Mensen hebben meer sociale interactie waardoor ze zich minder snel eenzaam voelen. (teng-groep, sd).

Het dempen van watergangen zonder de gedempte watergang in te richten levert een negatieve impact voor deze ecosysteemdienst doordat het landschapselement verdwijnt en er minder voor recreanten te beleven is. Echter hebben mogelijk ook sommige inrichtingsmaatregelen negatieve effecten op groene recreatie. Wanneer bijvoorbeeld een struweelhaag te dicht bij een fietspad wordt geplaatst kan dit voor schade en ongemakken zorgen. Dit kan worden beperkt door rekening te houden met bijvoorbeeld de plantkeuze. Vlakwortelaars zoals de populier of beuk leveren eerder schade op dan planten met penwortels zoals de es of zomereik. Wanneer bovenstaande inrichtingsmaatregelen niet haalbaar zijn in een situatie, kan altijd worden geprobeerd winst te behalen door de watergang ecologisch(er) te beheren. Door ecologisch beheer worden de oever- en waterplanten minder en gefaseerd gemaaid, wat er voor zorgt dat er meer vegetatie overblijft wat weer positief is voor de belevingswaarde (STOWA, Beheer en onderhoud, 2023).