

RIVIERWERKEN

RAAK-publiek 2021



RIVIERWERKEN

RAAK-publiek 2021



Auteurs:
dr.ir. Maria Barciela Rial
dr.ir. Jeroen Rijke

3 november 2021

INHOUDSOPGAVE

INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING (288 WOORDEN)	4
1. INLEIDING (599 WOORDEN)	5
2. VRAAGARTICULATIE (695 WOORDEN)	7
3. NETWERKVORMING (1400 WOORDEN)	9
3.1. Consortium.....	9
3.2. Aansluiting nationale innovatiethema's en regionale speerpunten.....	11
3.3. Bijdrage aan de strategische doelstellingen hogescholen.....	12
3.4. Duurzaamheid borging en uitbreiding consortium	12
4. ONDERZOEKSPLAN (7275 WOORDEN)	13
4.1. State of the art.....	13
4.2. Scope, onderzoeksvragen en beoogde uitkomsten.....	28
4.3. Activiteitenplan	30
4.4. Impact op onderzoek en onderwijs	35
5. PROJECTORGANISATIE EN -MANAGEMENT (1499 WOORDEN)	36
5.1. Professioneel projectmanagement	36
5.2. Projectleider	36
5.3. Projectteam en werkgroepen	37
5.4. Adviescommissie	37
5.5. Projectbemensing	38
5.6. Planning	39
5.7. SWOT-analyse.....	40
6. DATAMANAGEMENT PARAGRAAF	42
7. PRESTATIE-INDICATOREN	43
8. REFERENTIES	44
BIJLAGE A: GESPREKKENLIJST	46
BIJLAGE B: CV BETROKKEN HOOFDONDERZOEKER	47
BIJLAGE C: CV/PUBLICATIEOVERZICHT BETROKKEN LECTOR	48
BIJLAGE D: STEUNBRIEF HWBP	49

SAMENVATTING (288 WOORDEN)

Er wordt continu 'reuzenarbeid' verricht in het rivierengebied in het teken van hoogwaterbescherming, vaarwegbeheer, natuurontwikkeling en delfstoffenwinning. Bij veel van deze rivierprojecten maakt grondverzet het grootste deel uit. Het is onder andere bepalend voor de kosten, de CO₂-footprint en de omgevingshinder van dergelijke projecten, en de ruimtelijke kwaliteit van het rivierlandschap. Slim omgaan met grond is daarom een sleutelfactor van duurzaam rivierbeheer. Het onderwerp heeft daarom een prominente plek in verschillende kennis- en innovatieagenda's, zoals de KIA Landbouw, Voedsel en Water, de KIA Circulaire Economie, en de KIA van het Hoogwaterbeschermingsprogramma. Deze articuleren een behoefte aan praktijkgericht onderzoek dat bijdraagt aan verduurzaming en kostenreductie van grondverzet, zodat grondverzet in 2030 energieneutraal is, de kosten per m³ tussen 2020 en 2030 aanzienlijk gedaald zijn en dat er in 2030 een gezonde slibecconomie is voor circulair materiaalgebruik. Desondanks moet er nog heel wat water door de Rijn voordat bovenstaande ambities in de praktijk kunnen worden gehaald.

Het doel van dit project is om praktische inzichten en tools voor duurzaam grondmanagement in riviergebieden te ontwikkelen. Een consortium van 22 partijen (publiek, privaat, kennis) zal onder leiding van HAN lectoraat Sustainable River Management praktijkgericht onderzoek doen ter ondersteuning van technisch managers, ontwerpers, risicomanager, projectmanagers en beheerders van dijken en uiterwaarden. Door middel van o.a. materiaalonderzoek, ontwerpend onderzoek en evaluaties worden praktische handvatten ontwikkeld voor realisatiestrategieën voor grondstoffenwinning volgens het DNA van de rivier, en het bruikbaar maken van sediment en gebiedseigen grond voor toepassing in de dijkverbouwing. Bovendien worden verbeterde werkwijzen en tools ontwikkeld voor het op rivierniveau afstemmen van vraag en aanbod van delfstoffen in natuur- en dijkversterkingsprojecten in het rivierengebied. Hiermee levert het project een concrete bijdrage aan de invulling van het Grondstoffenakkoord en het Rijksprogramma 'Nederland Circulair in 2050'.

1. INLEIDING (599 WOORDEN)

Er wordt continu 'reuzenarbeid' verricht in het rivierengebied. Hiermee worden verschillende doelen gediend, zoals hoogwaterbescherming, zoetwatervoorziening, bevaarbaarheid, natuurontwikkeling, grondstoffenwinning en recreatie. Tijdens het hoogwater van juli 2021 werd duidelijk dat de rivierverruimende maatregelen van de afgelopen jaren effect hebben gehad, maar ook dat er nog veel werk moet worden verzet om het rivierengebied leefbaar te houden in het licht van klimaatverandering. Ter illustratie van de omvang van de huidige opgave: de komende 30 jaar moet er naar verwachting mogelijk zelfs 1900km dijken worden versterkt, waarvan het grootste deel in het rivierengebied (Figuur 1). Daarnaast zijn er grote opgaven in het rivierengebied op het gebied van natuur en grondstoffenwinning.

Het verplaatsen van grond (grondverzet) is een van de belangrijkste factoren bij dergelijke rivierprojecten: het heeft niet alleen zichtbaar effect op het landschap, maar het is vaak ook de grootste veroorzaker van kosten, omgevingshinder en CO₂-uitstoot van rivierprojecten. Vanuit de praktijk is er steeds meer aandacht voor duurzaam grondverzet (winning, transport en toepassing). Duurzame grondstoffenwinning kan een bijdrage leveren aan riviersysteemherstel (bijv. het tegengaan van bodemerosie en overmatige sedimentatie in de uiterwaarden); duurzaam transport en verwerking van grond kunnen bijdragen aan verkleinen van CO₂-footprint van rivierprojecten; en duurzame toepassing van bijv. baggerspecie in dijken kan bijdragen aan het terugdringen van de grondstoffenbehoefte.



Figuur 1 Grondverzet bij rivierprojecten: aanleg van nevengeulen bij Gebiedsontwikkeling Ooijen-Wanssum (links), dijkversterking bij Schoonhovenseveer (midden) en de verwachte dijkversterkingsopgave tot 2050 (rechts; alles behalve de blauwe lijnen moet worden versterkt).

Vanwege deze potentie heeft het onderwerp duurzaam grondverzet ook haar weg gevonden naar beleid en verschillende kennis- en innovatieagenda's, zoals de KIA Landbouw, Voedsel en Water, de KIA Circulaire Economie, en de KIA van het Hoogwaterbeschermingsprogramma. Deze articuleren een behoefte aan praktijkgericht onderzoek dat bijdraagt aan verduurzaming en kostenreductie van grondverzet, zodat grondverzet in 2030 energieneutraal is, de kosten per m³ tussen 2020 en 2030 aanzienlijk gedaald zijn en dat er in 2030 een gezonde slibeconomie is voor circulair materiaalgebruik. Hiermee wordt invulling gegeven aan het Grondstoffenakkoord en het Rijksprogramma 'Nederland Circulair in 2050'. Hoewel de kansen voor verduurzaming worden herkend, moet er nog heel wat water door de Rijn voordat bovenstaande ambities in de praktijk kunnen worden gehaald.

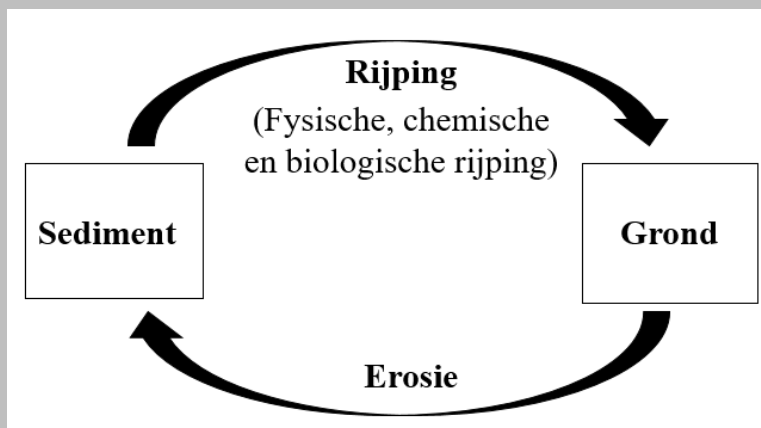
Professionals werkzaam in grote rivierprojecten, zoals dijkversterkingen en natuurontwikkeling in uiterwaarden, zijn op zoek naar een nieuwe werkwijze om bovenstaande ambities te verwezenlijken. Dit betreft onder andere beter om kunnen gaan met grond-gerelateerde risico's, een nieuwe (grond-gestuurde) ontwerpaanpak, een nieuwe manier van plannen (grondgestuurd programmeren van projecten). Project Rivierwerken beantwoordt de belangrijkste onderzoeksvragen die hierbij gepaard gaan.

Het project is voortgekomen uit een kennisbehoefte van professionals die betrokken zijn bij de planvoorbereiding, realisatie en beheer van grootschalige rivierprojecten, zoals beschreven in Hoofdstuk 2. De resultaten zullen derhalve in eerste instantie gericht zijn op technisch managers, ontwerpers, risicomangers, projectmanagers en beheerders van dijken en uiterwaarden. Daarnaast sluit het aan bij de onderzoeks- en onderwijsambities van de betrokken hogescholen (Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, Hogeschool Van Hall Larenstein, Hogeschool van Rotterdam) op het vlak van duurzaamheid, circulaire economie en klimaatadaptatie.

Intermezzo: Sediment, bagger, grond en rijping

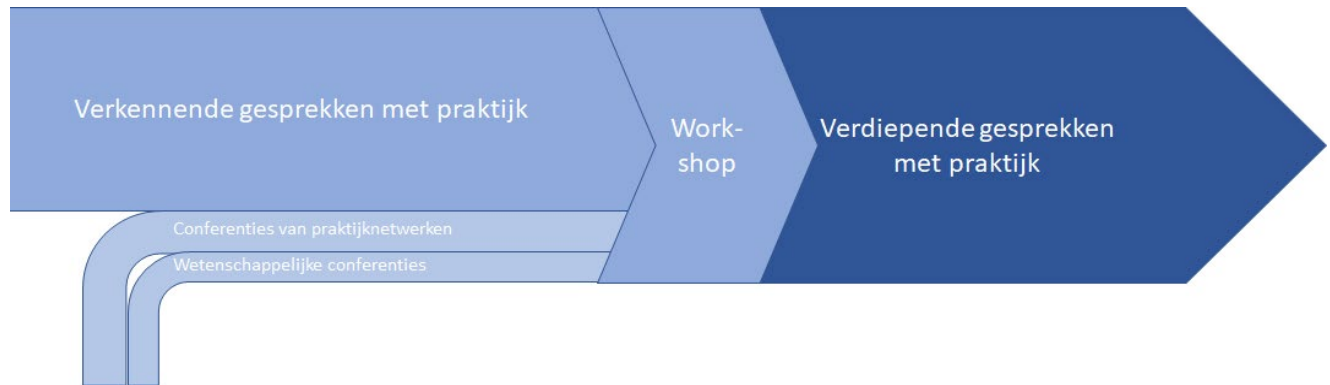
Sediment is een van nature voorkomend vast materiaal dat wordt afgebroken door processen van vertering en erosie en vervolgens wordt getransporteerd. Sediment is een mengsel van losse vaste stoffen (klei, slib, zand, grovere deeltjes, organische stof), gas en een hoog watergehalte dat in de natuur bezinkt, wordt opnieuw gesuspendeerd en getransporteerd in waterlichamen. Baggerspecie is ook sediment. Namelijk modderig sediment die van de waterbodem wordt uitgethaald.

Grond is het materiaal dat resulteert uit rijpingsprocessen van sediment. Rijken omvat zowel fysieke rijping (verlies van water en toename van consistentie) als biochemische rijping: verandering in mineralogisch/organisch gehalte.



2. VRAAGARTICULATIE (695 WOORDEN)

Dit project is tot stand gekomen als gevolg van een uitgebreid proces van vraagarticulatie (Figuur 1). In totaal hebben circa 100 professionals hieraan een bijdrage geleverd.



Figuur 2 Vraagarticulatieproces

Ten eerste zijn verkennende gesprekken gevoerd met o.a. technisch managers, projectleiders, gebiedsontwikkelaars, terreinbeheerders, rivierkundigen en omgevingsmanagers werkzaam bij o.a. waterschappen, Rijkswaterstaat, Staatsbosbeheer, delfstoffenwinners en adviesbureaus (Bijlage A: Gesprekkenlijst).

In een gesprek met de werkgroep-trekkers van het programma Integraal Riviermanagement (IRM) werd de behoefte benoemd naar “duurzame systeemgerichte maatregelen in het rivierengebied, waarin alle opgaven op integrale wijze worden opgepakt. Sediment en grondverzet spelen hierbij een sleutelrol.” (19-10-2020). Deze observatie wordt ook gemaakt door vertegenwoordigers van grondstoffenwinners en dijkversterkingsprojecten (HWBP). *Project Partner 1* voegt bovendien toe dat “duurzaam grondverzet past in de nationale ambities voor Nederland Circulair in 2050” (16-10-2020). Maar “om dit op grote schaal in dijkversterking toe te passen moeten bewustwording en een nieuwe manier van werken worden ontwikkeld” (*Quote*, 21-5-2021). Tegelijk is er “behoefte aan borging van ruimtelijke kwaliteit in grondverzet projecten, zoals dijkversterkingen” (*Quote*, 30-4-2021), een punt dat vanuit het perspectief van terreinbeheer ook benadrukt is door *Project Partner 2* (*Quote*, 4-3-2020).

Het belang van bovenstaande kennisbehoefte is ook benoemd in verschillende kennisnetwerken, zoals het Netherlands Centre for River studies, European Sediment Network Sednet, EcoShape (Paragraaf 4.1). Ter specificering en afbakening van de vraagarticulatie is op 6-7-2021 een workshop georganiseerd met beoogde projectpartners (Bijlage A: Gesprekkenlijst). Zoals Figuur 3 illustreert, kwam hierbij een kennisbehoefte aan de oppervlakte met betrekking tot:

- het aanbod en de kwaliteit van grondstoffen: bijv. “sedimentbeschikbaarheid”, “kwaliteit grond en klei”, “vervuild sediment”;
- afstemmen tussen vraag en aanbod: bijv. “overzicht vraagaanbod”, “gebiedseigen grond”, “timing”, “grondbank”, “kansenkaart”;
- operationaliseren van duurzaamheidsprincipes: bijv. “wat is duurzaam”, “circulariteit”, “CO₂-neutraal”, “dna respecteren”.



Figuur 3: Belangrijkste kennisbehoefte volgens de deelnemers van de vraagarticulatie workshop (mentimeter)

Tijdens de workshop en verschillende 1-op-1 gesprekken is de kennisbehoefte verder gespecificeerd. Daarbij worden dijkontwerp, materiaaleigenschappen, landschappelijke inrichting en koppelen van projecten met elkaar in verband gebracht:

“Normaal worden de dimensies van een dijk met een rekenmethode bepaald. Als daarin wordt uitgegaan van klei met bepaalde eigenschappen, moet die klei worden gekocht en soms moet dat over grote afstanden worden aangevoerd. Omdat dit vanuit het oogpunt van circulariteit niet optimaal is, heeft het Hoogwaterbeschermingsprogramma de ambitie om meer grondgestuurd te ontwerpen: eerst vaststellen welke grond er beschikbaar is, en vervolgens daarmee de dijk ontwerpen. Echter, welke grond beschikbaar is, is meestal niet zo 1-2-3 bekend.”

- Quote (13-9-2021)

“Er zijn verschillende sleutelmomenten die bepalen of er met gebiedseigen grond gewerkt kan worden: 1) voor het bepalen van de projectscope is coalitievorming tussen gebiedsopgaves en/of koppelen van projecten bepalend, 2) nadat in een project is vastgesteld dat er gebouwd zal worden met gebiedseigen grond moet het technisch uitgewerkt worden in het ontwerp en de uitvoering van dijkversterkingen. Het is daarom van belang om de functionele materiaaleigenschappen, zoals erosiebestendigheid en schuifsterkte, snel te kunnen herkennen en aantoonbaar te kunnen maken dat een bepaalde constructie aan de functionele eisen voldoet. Hiervoor is onderzoek nodig.”

- Quote (27-5-2021).

“De meeste systemen zijn ontwikkeld om beleidsdoelen te monitoren. Maar voor duurzaam grondverzet hebben wij systemen nodig om het werk voor te bereiden. Hier moet je de informatie over bijv. constructieve eigenschappen, milieu-hygiënische kwaliteit, archeologie, explosieven uit kunnen halen: een soort Bouwwerk Informatie Model voor de bodem.”

- Quote (8-6-2021)

“Project Ooijen-Wanssum toont aan dat werken met gebiedseigen grond mogelijk is, ondanks de technische, logistieke, juridische en organisatorische uitdagingen. De volgende stap is deze aanpak op te schalen naar langere riviertrajecten. Daarbij is decision support nodig voor duurzame winning en het koppelen van projecten”

- Quote (20-9-2021)

Uit het bovenstaande proces van vraagarticulatie is de volgende vraag afgeleid:

Welke materiaaleigenschappen heeft de beschikbare grond in het rivierengebied en hoe kan deze op duurzame wijze worden toegepast bij dijkversterkingen?

3. NETWERKVORMING (1400 WOORDEN)

3.1. Consortium

Het consortium bevat 18 partners en 4 betrokken partijen (publiek, privaat, kennis). Tabel 1 beschrijft de expertise, rol en ambitie van elke partner. De precieze bijdrage van elke partner aan de verschillende werkpakketten is beschreven in de deelnameformulieren.

Tabel 1: Lijst van consortiumpartners (organisatie, expertise en rol en ambitie).

Organisatie	Ambitie	Relevante expertise	Rol in project
Publieke instellingen			
Rijkswaterstaat (RWS)	- Streeft naar verduurzaming rivierbeheer en grondverzet. - Wil beter inzicht verkrijgen in aanwezige grondsoorten en potentiële toepassingen in het rivierengebied.	Riviersysteemwerking, beheer en onderhoud aan rivieren/vaarwegen en uiterwaarden. Nauw betrokken bij o.a. Deltaprogramma, IRM, HWBP.	Brengt kennis en data in over (afgeronde en huidige) projecten, systeemontwikkelingen en (beheer) en onderhoud uitdagingen.
Staatsbosbeheer (SBB)	- Natuurontwikkeling, mede via meekoppelen met grote rivierprojecten. - Integrale aanpak en borging ruimtelijke kwaliteit.	Natuurbeheer rivieren/uiterwaarden.	Brengt kennis en data in over projecten in de uiterwaarden, rivier-DNA en riviernatuur, natuurbeheer en onderhoudsuitdagingen.
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV)	Streeft ernaar dat grondstoffenwinning en grondverzet plaatsvindt volgens het DNA van de rivier en zodanig leidt tot natuurwaarde / ruimtelijke kwaliteit.	Natuurbeleid in de grote rivieren, als zodanig ook betrokken bij Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) en programma en IRM.	Maakt koppeling met IRM en PAGW projecten mogelijk.
Waterschappen (Limburg, Rijn en IJssel)	Streven naar verduurzaming bij dijkversterkingsopgave (reductie kosten, hinder, CO2; vergroten ruimtelijke kwaliteit/maatschappelijke waarde). Met name gericht op ontwerpkanalen tijdens verkenningsfase van dijkversterkingsprojecten.	Technische, organisatorische en omgevingskennis van dijkversterkingsprojecten, vanuit perspectief versterking, beheer en beoordeling.	- Inbreng van actuele werkwijze, toepassingen en uitdagingen m.b.t. dijken van gebiedseigen grond. - Link leggen met actuele projecten (contacten en data), zoals de POV Dijken van Gebiedseigen Grond (trekker: w'schap Limburg).
Provincies (Gelderland, Limburg).	Willen lessen trekken van integrale/grondgestuurde projecten.	- Natuurbeleid, economische ontwikkeling, leefbaarheid rivierengebied. - Proceskennis m.b.t. gebiedsgericht werken.	Inbreng van kennis en Ruimtelijke kwaliteit en het natuurbelang in grondgestuurd werken te waarborgen

Organisatie	Ambitie	Relevante expertise	Rol in project
Kennisinstellingen			
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN)	<ul style="list-style-type: none"> - Verstevenigen van de kennispositie van lectoraat Sustainable River Management (SRM) ten aanzien van verduurzaming van rivierprojecten. - Voorbereiden van studenten op de uitdagingen van de toekomst. 	Toegepast onderzoek, duurzaam riviermanagement, integrale rivierprojecten uiterwaardenbeheer, Building with Nature en circulair hergebruik van sedimenten.	Penvoerder, uitvoerder van onderzoek, verankering in onderwijs bij HAN, koppeling met andere Civiele Techniek opleidingen via de Hoger Onderwijs Groep Bouw en Ruimte en lectorenplatform Water.
Hogeschool Van Hall Larenstein (VHL)	<ul style="list-style-type: none"> - Onderwijsontwikkeling ten aanzien van duurzame grond-, weg- en waterbouw. - Voorbereiden van studenten op de uitdagingen van de toekomst. 	Kennis van land- en watermanagement	Uitvoerder van onderzoek, verankering in VHL-onderwijs.
TU Delft	<ul style="list-style-type: none"> - Doorwerking van het project in het universitaire onderwijs. - Verbinding met HBO versterken. 	<ul style="list-style-type: none"> - Expertise erosie en sedimenttransport in rivieren - Expertise dijken en grondmechanica 	Afdeling "Rivers, Ports, Waterways and Dredging Engineering" brengt kennis in over rivier systeem en "Geo-Engineering" brengt kennis in over duurzaam dijk ontwerp
Deltares	<ul style="list-style-type: none"> - kennisuitwisseling met HBO op het vlak van rivierbeheer en duurzaam grondverzet. - Doorwerking naar interne Duurzaamheid programma 	Kennis morfologie, sedimenttransport en modelleringstechnieken en duurzaam dijkontwerp.	Studentbegeleiding, koppeling met projecten, inbreng expertise.
Overige partners			
Smart Rivers	Stimuleren van systeemgericht werken bij rivierprojecten.	Landschapsecologie, omgevingsmanagement, strategie.	Inbreng van landschappelijke en proceskennis t.b.v. integrale rivierprojecten.
EcoShape	Toepassing van Building with Nature Bouwen stimuleren. Wegnemen van knelpunten m.b.t. bouwen met sediment en gebiedseigen grond breed.	Brede specialistische kennis over Building with Nature (bijv. bouwen met sediment, kleirijperij).	Inbrengen geleerde lessen in op het gebied van implementatie en beheer van integrale system-based projecten.
K3Delta	<ul style="list-style-type: none"> -Duurzamer bronnen van sediment vinden - Publiek-private samenwerkingen stimuleren. 	Delfstofwinning en gebiedsontwikkeling in het riviereengebied.	Inbreng van kennis en perspectief van delfstoffwinners.
Fugro	Inzicht krijgen grondeigenschappen in Nederlandse rivieren gebied en geschikte grond behandeling technieken	Geo-data en Geo-risicobeheer	Afstudeerbegeleiding en studentopdrachten functioneel dijkontwerp en grondeigenschappen.
Van Oord	Verduurzaming Grond- Weg en Waterbouw bij rivierprojecten	Bouwtechniek, geotechniek, perspectief aannemerij.	Advies bouwtechnieken
Aveco de Bondt	Ontwikkeling van een overkoepelend verhaal voor al hun ontwikkelde tools m.b.t. grondgestuurd werken.	Ingenieursbureau met focus op actuele thema's zoals circulaire economie, klimaatadaptatie, energietransitie, omgevingswet	Bijdrage aan ontwikkelen kansen tool voor grondgestuurd programmeren.
NETICS	Sediment als volwaardig bouw materiaal	Bouwen met sediment, behandelingstechnieken	Afstudeerbegeleiding, inbreng van kennis.

Daarnaast zijn er nog een aantal betrokken partijen die voorlopig op informele wijze verbonden zullen zijn aan het project:

- Programmadirectie Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) en Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA) zullen het project volgen en bijdragen aan kennisdeling onder de waterschappen.
- Ministerie van Infrastructuur en Water (I&W) zal frequent communiceren met het consortium over de voortgang en behoeften binnen het programma Integraal Riviermanagement.
- Hogeschool Rotterdam heeft de ambitie om onderzoekscapaciteit op te zetten rondom de opleiding Civiele Techniek en erkent het belang van het onderzoeksthema. Vanwege onzekerheid over voldoende beschikbare capaciteit zal het dit project in eerste instantie actief volgen en eventueel in een later stadium als volwaardig partner instappen.

3.2. Aansluiting nationale innovatiethema's en regionale speerpunten

3.2.1. Nationale innovatie thema's

Het project richt zich expliciet op de volgende Kennis en Innovatie Agenda's (KIA):

1. KIA Landbouw Water Voedsel MMIP F1: Verduurzamen en kostenbeheersing uitvoeringsprojecten waterbeheer.
2. KIA Landbouw Water Voedsel MMIP E3: Duurzame rivieren, meren en intergetijdengebieden:
3. KIA Hoogwaterbeschermingsprogramma
4. KIA Circulaire economie MMIP 1 - Ontwerp voor circulariteit
5. KIA Circulaire economie MMIP 2 - Circulaire grondstoffen en (productie) processen

Op nationale schaal draagt het project ook direct bij op een aantal grote programma's met betrekking tot hoogwaterveiligheid, natuur, bevaarbaarheid en delfstoffenwinning in het rivierengebied. Deze programma's worden beschreven in Hoofdstuk 4.

3.2.2. Regionale speerpunten

Het project sluit aan bij de strategische agenda's van de betrokken regionale overheden. We noemen hier een paar voorbeelden:

Deltaprogramma's Rijn en Maas en Integraal Riviermanagement

Het doelen van het nationaal Deltaprogramma zijn: beschermen tegen overstromingen; zorgen voor voldoende zoetwater en de inrichting van het land klimaatbestendig maken. Het Deltaprogramma omvat verschillende initiatieven om de functies van de grote rivieren (Rijntakken en Maas) ook in de toekomst te behouden, maar de opgave is heel complex een vraagt om een nieuwe aanpak. Daarom was het Programma Integraal Riviermanagement (IRM) gemaakt. In IRM richten Rijk en regio samen zich op de opgaven en kansen in het rivierengebied tot 2050. De kern van het programma is integraliteit: doordachte keuzes voor duurzame en veerkrachtige maatregelen zijn alleen mogelijk met een samenhangen aanpak van alle opgaves. En in de strategische agenda van IRM staat grond centraal, met name vanwege de belang van nuttige toepassing van lokale grond voor duurzaamheid en circulariteit en vanwege het lokale opslibben van de uiterwaarden en uitslibben van het rivierbodem

Hoogwaterbeschermingsprogramma en verkenningsfase dijkversterking bij waterschappen Rijn&IJssel en Limburg:

De waterschappen zijn nu bezig met de eerste verkenningsfase van verschillende dijkversterkingsprojecten in het rivierengebied. Innovatie en het zoeken van een duurzame aanpak waarin lokale grond word verzet staat centraal.

Duurzaamheidsfocus Provincie Gelderland

Hierin zijn de doelen:

- klimaatbestendig zijn in 2050;

- circulariteit: het gebruik van primaire grondstoffen met 50% teruggebracht in 2030;
- natuur-inclusief werken in 2050;
- kwaliteit van de leefomgeving;
- duurzaam, dynamisch en toegankelijk economisch vestigingsklimaat (nu en in het toekomst).

3.3. Bijdrage aan de strategische doelstellingen hogescholen

Met de focus op de KIA's, sluit het project zich aan bij de voorgenomen programmering van het Lectorenplatform Water, dat is voortgevloeid uit het Centre of Expertise Deltatechnologie/Deltaplatform. Daarnaast sluit het aan bij de strategische doelstellingen van:

3.3.1. HAN

- Zwaartepunt Sustainable Energy en Environment: bijdrage aan subthema's 'Veilig en aantrekkelijk rivierengebied' en 'Circulaire economie'.
- Academie Built Environment: versterking onderzoekscapaciteit op het gebied van rivieren, civiele techniek, en bouwmanagement. Namelijk de volgende opleidingen: Civiele techniek (voltijd en deeltijd) en HAN/VHL Minor Sustainable River Engineering.
- Lectoraat SRM: Sluit aan bij kernthema's integraal riviermanagement, Building with Nature, assetmanagement.
- Centrum Meervoudige Waardecreatie, waarin Master Circulaire Economie en minor Circulaire economie.

3.3.2. VHL

- Ambitie om meest duurzame hogeschool van Nederland te zijn.
- Sluit aan bij onderzoekslijn Lectoraat Duurzame Watersystemen in de Omgevingswet.
- Link met opleidingen Land- en Watermanagement, MSc River Delta Development, Tuin- en Landschapsinrichting.

3.4. Duurzaamheid borging en uitbreiding consortium

Het project streeft naar duurzame impact op de beroepspraktijk en onderwijs:

- De resultaten zijn direct toepasbaar in de IRM, HWBP, Kaderrichtlijn Water KRW, PAGW en Nederland Circulaire 2050 (zie Hoofdstuk 4). Deze nationale programma's zullen niet alleen de resultaten gebruiken, maar ook opvolgen en uitgebouwen. Verder worden de bevindingen verder uitgebouwd door EcoShape en Smart Rivers.
- Resultaten zijn geborgd in het onderwijs bij HAN, VHL en TUDelft door het opzetten van een River Campus als kennisplatform in integraal riviermanagement. Hierbij wordt aangesloten bij de Community of Practice die vanuit programma's IRM en HWBP wordt opgericht.

4. ONDERZOEKSPLAN (7275 WOORDEN)

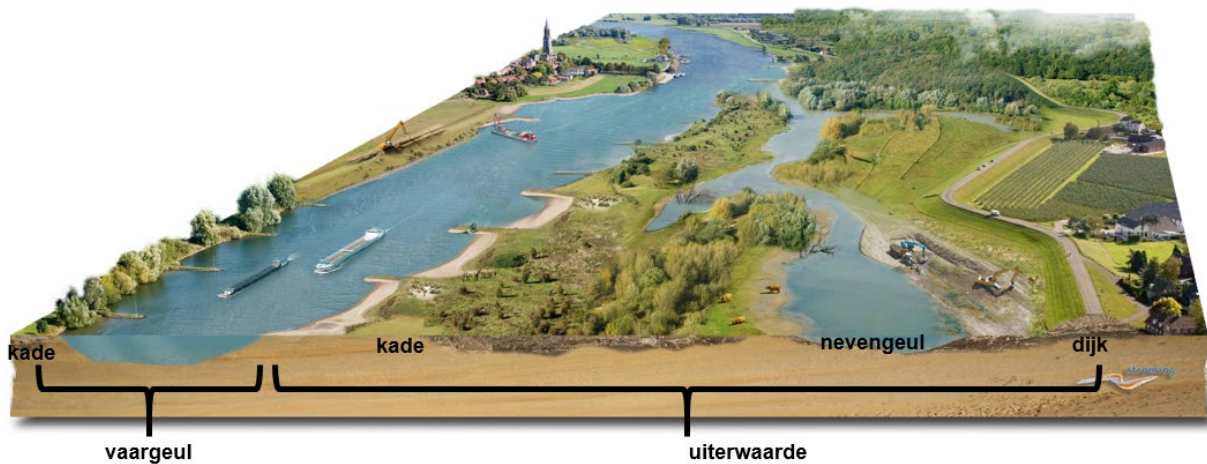
4.1. State of the art

Grondverzet maakt het grootste deel uit van veel rivierprojecten, zoals dijkversterking, vaarwegbeheer en natuurontwikkeling. Het is onder andere bepalend voor de kosten, de CO₂-footprint en de omgevingshinder van projecten, en de ruimtelijke kwaliteit van het rivierlandschap. Slim omgaan met grond is daarom een sleutelfactor van duurzaam rivierbeheer.

4.1.1 Opgaven in het rivierengebied

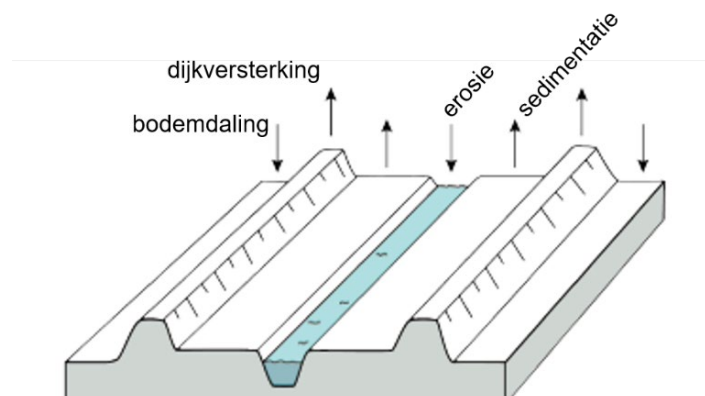
Het verhaal van de rivier: opgaven en uitdagingen

De grote rivieren hebben te maken met veel verschillende opgaven: waterveiligheid, scheepvaart, natuur, waterkwaliteit, zoetwaterbeschikbaarheid, wonen, werken en recreatie (Figuur 4).



Figuur 4 Schema van een typisch Nederlands rivierlandschap (Bron: aangepast van Ruimte voor Levende Rivieren).

De ruimte voor de grote rivieren is door de eeuwen heen steeds kleiner geworden. Sinds het begin van de mensheid hebben mensen zich dicht bij rivieren gevestigd en vormen zij een levensader voor samenlevingen. Eeuwenlang stroomden rivieren nog vrij door het landschap, waarbij geulen aanzandden en zich verlegden en aangrenzende gebieden regelmatig overstromden. In de 19e eeuw zijn in veel rivieren grootschalige riviernormalisaties uitgevoerd ten behoeve van scheepvaart en hoogwaterveiligheid. De effecten hiervan zijn in Nederland bijvoorbeeld terug te zien in de IJssel, Rijn, Waal en Maas (Figuur 5). De Maas is een gestuwde rivier geworden. En in de Waal en de IJssel is al decennia uitschuring van de rivierbodem gaande als gevolg van de verandering van de riviergeometrie.

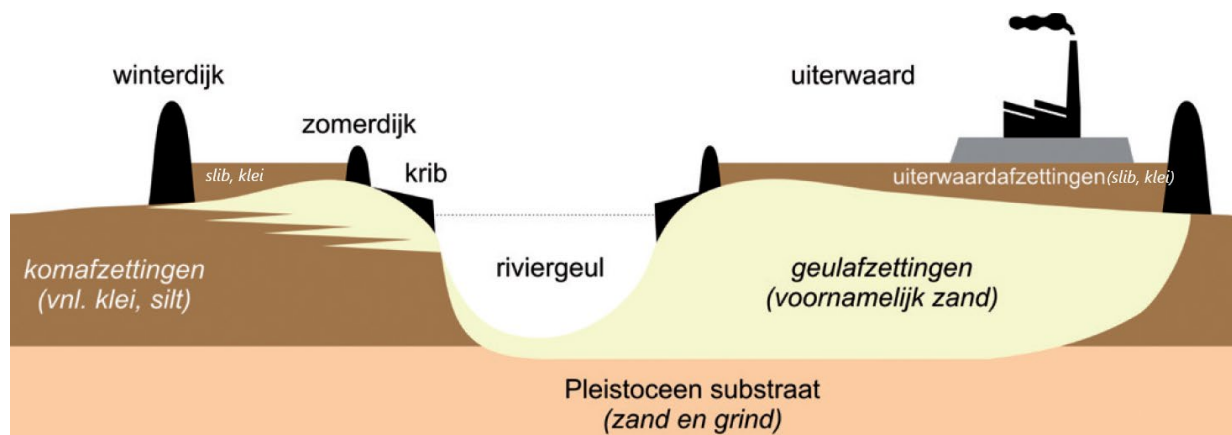


Figuur 5 Systeemveranderingen in het Nederlandse rivierengebied

Dat leidt tot problemen met de stabiliteit van constructies en een afnemende vaardiepte voor de scheepvaart op plekken waar de bodem is vastgelegd (zoals bij sluizen en de vaste harde laag in de Waal bij Nijmegen). Daarnaast zijn de uiterwaarden hoger geworden, omdat sedimentatie op een steeds kleiner wordend gebied kon plaatsvinden vanwege de aanleg van dijken langs de rivier. Dit heeft geleid tot plaatselijke metersdikke kleipakketten (Figuur 6), tot verdroging van de uiterwaarden en een afname van de diversiteit van riviernatuur, en heeft een nadelig effect op de afvoercapaciteit van het winterbed. Bovendien zijn de effecten van klimaatverandering al merkbaar (bijv. hoogwater zomer 2021, droogte 2018, 2019 en 2020). Klimaatverandering maken bovenstaande uitdagingen voor rivierbeheer nog complexer (Deltares, 2020):

- Hogere piekafvoeren en vaker hoogwaters (e.g. overstromingen in Europa in juli 2021). De rivieren staan dus vaker hoog en, als we niets doen, hoger dan ooit tevoren. Bovendien wordt bodemerrosie in de vaargeul hierdoor versterkt;
- Lagere laagwaters die bovendien langer kunnen duren. De Maas wordt volledig gevoed door regen- en/of grondwater en kan tijdelijk vrijwel stilvallen als gevolg van aanhoudende droogte;
- Meer verdroging van uiterwaarden doordat de grondwaterstand daalt met lagere waterstanden in de rivier en daardoor verlies aan diversiteit van de riviernatuur.

Rivierverruiming en suppleties van het rivierbed worden als belangrijkste maatregelen gezien om opgaven die voortkomen uit de veranderingen van het riviersysteem te adresseren. Daarbij is er een potentiële combinatie met grondstoffenwinning. Er is namelijk circa 0,42 miljoen m³/ jaar overtollig klei uit de Rijntakken en Maas beschikbaar is dat kan worden gebruikt als een hernieuwbare grondstof in de keramische industrie of voor de bouw (Van der Meulen et al., 2009). De aanpak voor hergebruik van sediment moet echter niet beperkt zijn tot sedimentwinning, maar de strategische combinatie van natuurontwikkeling en andere functies omvatten. Bijvoorbeeld door het uitgraven van secundaire geulen in de uiterwaarden die: 1) de connectiviteit van de hoofdgeul met de uiterwaarden zou verbeteren, en 2) de hoeveelheid water in de uiterwaarden (en overstroming frequentie) zou vergroten en daarmee ook de ecologische waarde.



Figuur 6: Fijn sediment (klei, slib) hoopt zich op in uiterwaarden (aangepast van Van der Meulen et al. 2011)

4.1.2 Rivierwerken: werk in uitvoering in het rivierengebied

De komende dertig jaar staan vele grote ingrepen gepland in het Nederlandse rivierengebied, met name in het kader van hoogwaterbescherming, natuurontwikkeling en delfstoffenwinning:

- Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP): om aan de wettelijke hoogwaterveiligheidsnormen te voldoen is naar verwachting tot 1900 km dijkversterking nodig tot 2050, waarvan het merendeel in het rivierengebied. Omdat dit gepaard gaat met een grote behoefte aan grondstoffen, is vanuit het HWBP de Projectoverstijgende Verkenning Dijkversterking met gebiedseigen grond (POVDGG) geïnitieerd.

- Uitvoeringsprojecten Kaderrichtlijn Water (KRW): natuurvriendelijke oevers en nevengeulen, waarbij mogelijk grond vrijkomt. Op dit moment loopt de tweede tranche: 242 maatregelen, budget €247 miljoen. De derde/laatste tranche projecten loopt van 2022-2027 (€323 miljoen).
- Zelfrealisatie delfstoffenwinning: De sector heeft, met wisselend succes, ervaring opgedaan met integrale gebiedsontwikkeling. Er is een grote grondstoffenbehoefte door de bouwopgave, tegelijk lopen huidige winningsprojecten af en worden winningsvergunningen nauwelijks meer afgegeven (bijv. in 2025 lopen de laatste vergunningen voor grindwinning af). Tegelijkertijd duurt het 10-15 jaar om een goed uitgedacht en met bewoners afgestemd project te ontwikkelen dat naast zand- en grindwinning positief effect heeft op bijv. natuur en waterveiligheid.

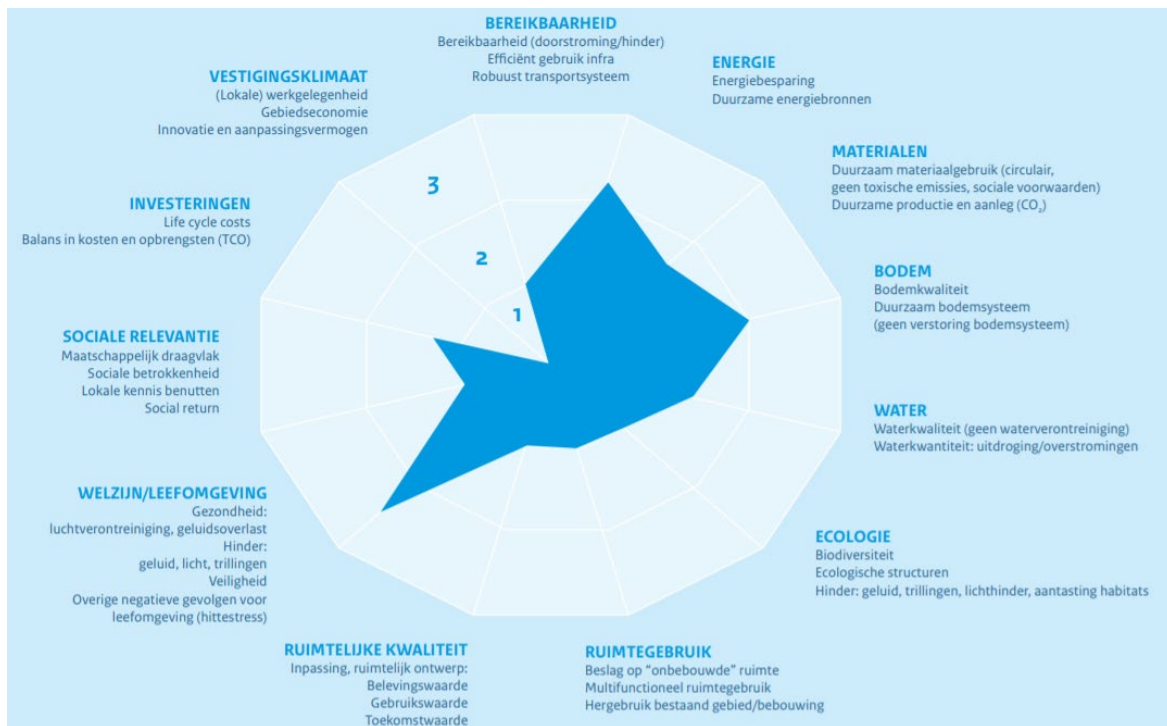
Daarnaast zijn er verschillende beleidsprogramma's waarin de kaders wordt geschetst voor toekomstige uitvoeringsprojecten in het rivierengebied:

- IRM: Het programma Integraal Riviermanagement (2028 tot 2050) is opgezet om alle verschillende uitdagingen in het rivierengebied op integrale wijze aan te pakken. Binnen IRM werken het Rijk en regionale partners samen aan een veilig, functioneel en aantrekkelijk rivierengebied.
- Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW), met doel de voorbereiding, besluitvorming, realisatie en monitoring van de projecten in hun onderlinge samenhang te regisseren. Zo krijgt de vereiste ecologische impuls effectief gestalte. Rijkswaterstaat, Staatsbosbeheer en de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) realiseren de projecten in opdracht van de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) en LNV, samen met regionale overheden, marktpartijen en natuurorganisaties. In het kader van de PAGW neem de verkenning Proeftuin Duurzaam en Kosteneffectief Grondverzet plaats. Deze proeftuin is er op gericht om kennis en innovaties op gebied van grondverzet verder te ontwikkelen en te laten zien dat deze in de praktijk tot een duurzaamheidswinst (inclusief kosteneffectiviteitswinst) leiden.
- Deltaprogramma: waarin het Rijk, provincies, waterschappen en gemeenten samen werken aan plannen voor klimaatadaptatie. Het doel van het Deltaprogramma is: Nederland nu en in de toekomst beschermen tegen overstromingen; zorgen voor voldoende zoetwater; de inrichting van het land klimaatbestendig maken.

Dit alles in het kader van een transitie aan circulaire en klimaat neutrale economie om duurzaamheid te bereiken in alle sectoren en niveaus. Het energie transitie en het gezamenlijke ambitie om een circulaire economie te realiseren (e.g. programma Nederland Circulair 2050, waartoe ook het Grondstoffenakkoord behoort) staan centraal in nationale en internationale beleid.

4.1.3 Criteria voor duurzaam GWW bij Rivierwerken

De Green Deal Duurzaam GWW (Grond- Weg- en Waterbouw) heeft sinds 2017 als ambitie om duurzaamheid een integraal onderdeel te laten zijn van spoor-, grond-, water- en wegenbouwprojecten. Het Duurzaamheidsambitiweb is een van de die vanuit Duurzaam GWW zijn ontwikkeld (Figuur 7). Dit web is een visuele tool van de duurzaamheidsthema's en de daar aan gekoppelde ambitieniveaus. Het wordt bijv. gebruikt als duurzaamheidskader in het IRM-programma.



Figuur 7 Duurzaamheidsambitieweb volgens de Handreiking Aanpak Duurzaam GWW (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2016)

Duurzaamheid staat ook steeds meer op de agenda van het HWBP. Toch zijn met name klimaat- & energieneutraliteit en circulariteit relatief nieuwe begrippen in dijkversterking. Er zijn nog geen richtlijnen, werkprocessen, breed gedragen uitgangspunten of beproefde rekenmethoden voor de GWW-sector met nadruk voor dijken. Het HWBP streeft er daarom naar om in 2023 duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit geborgd te hebben in de aanpak van projecten. Als gevolg hiervan zijn “duurzame dijkwerkers” werkgroepen opgericht. Binnen deze groepen wordt een zogenaamde “duurzaamheidsroos” als richtinggevend kader gebruikt (zie Figuur 8). Hierbij valt op dat de duurzaamheidsroos in Figuur 7 en Figuur 8 min of meer dezelfde duurzaamheidsaspecten onderscheiden.



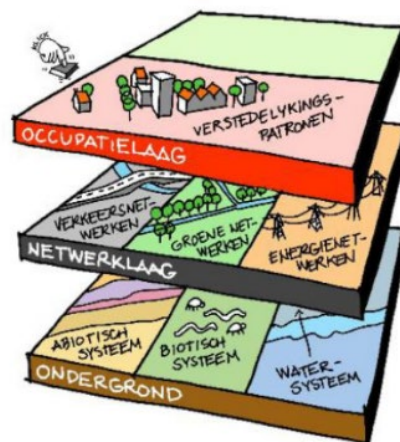
Figuur 8: Duurzaamheidsroos gebruikt binnen het HWBP

De duurzaamheidsroos is ook sterk gerelateerd aan het concept van integrale planning en ontwerp. In het rivierengebied houdt een integrale benadering in dat rekening wordt gehouden met alle rivierfuncties (waterveiligheid, natuur, recreatie, bevaarbaarheid etc.) en hun interacties in het plan- en ontwerpproces. Niet alleen het nieuwe IRM-programma streeft naar integraliteit in het rivierengebied; de recent ontwikkelde methodiek 'Integrale scopebepaling waterveiligheidsopgaven' (Osmanoglou et al., 2020) laat bijvoorbeeld zien dat het ook een steeds centralere rol inneemt binnen het HWBP.

In het huidige voorstel hanteren we de duurzaamheidsroos van het HWBP om het begrip duurzaamheid te operationaliseren. In de volgende paragrafen verdiepen we ons verder in de sleutelbegrippen van de duurzaamheidsroos: Circulariteit, Ruimtelijke kwaliteit, Energie & klimaat. Vanwege de expliciete aandacht voor het verstoorte riviersysteem in de praktijk (bijv. programma IRM) voegen we hier het begrip *Systeemgericht rivierbeheer* aan toe.

4.1.4 Systeemgericht rivierbeheer

Om duurzaamheid te bereiken is het nodig uit te gaan van de werking van het riviersysteem als geheel. Riviersystemen kunnen worden gekarakteriseerd als sociaalecologische systemen, waarbij verschillende deelsystemen (bijv. geologie, morfologie, hydrologie, ecologie, cultuurhistorie, infrastructuur, en de samenleving) op elkaar inwerken. Er kan op verschillende wijzen naar 'het' systeem worden gekeken. De *source-to-sea* benadering richt zich bijvoorbeeld rechtstreeks op de verbanden tussen land-, water-, delta-, estuarium-, kust-, en oceanecosystemen die leiden tot een holistisch beheer van natuurlijke hulpbronnen en economische ontwikkeling (Mathews et al. 2019). Een andere aanpak is die van *Smart Rivers* (Peters et al, 2021). Deze richt zich op inrichting volgens het DNA of "intrinsieke landschappelijke karakter" van de rivier. Dit DNA wordt voornamelijk bepaald door de eigenschappen van de ondergrondlaag zoals beschreven in de lagenbenadering (De Hoog et al, 1998; Figuur 9).



Figuur 9: Het DNA van een rivier wordt voornamelijk bepaald door de ondergrondlaag (De Hoog et al., 1998).

Building with Nature en integraal grondbeheer

In de waterbouwkunde resulteert een systeembenadering vaak in het ontwikkelen van op de natuur gebaseerde oplossingen, ofwel *Building with Nature* (BwN, De Vriend et al. 2015). BwN is een multidisciplinair ontwerpproces gericht op het gebruik van natuurlijke grondstoffen en het werken met natuurlijke processen voor civieltechnische doelstellingen. Voorbeelden van BwN-projecten in het verleden, hebben laten zien dat BwN kan resulteren in een duurzamer, kosten-effectiever en ecologisch verantwoord alternatief voor 'grijze' infrastructuur (Temmerman et al. 2013). Inzicht krijgen in het systeem en het identificeren van de natuurlijke processen is daarom de eerste stap van BwN.

De definitie van BwN als een multidisciplinair systeemgericht ontwerpproces suggereert zijn potentieel als geschikte ontwerpmethodiek voor integraal grondbeheer in riviergebied. In de context van

rivierbeheer gaat BwN vooral om het gebruik maken van natuurlijke sedimenttransport patronen, hydrologie en hydrodynamica, en vegetatieontwikkeling. Voorbeelden van BwN in het rivierengebied zijn bijvoorbeeld: Ruimte voor de Rivier, en bouwen met gebiedseigen grond. Grondverzet staat hierbij centraal.

4.1.5 Circulair grondstoffengebruik

Wereldwijd is de circulaire economie (CE) een kernbegrip in duurzaamheid-gerelateerde beleidsprogramma's geworden. Een circulaire economie biedt oplossingen voor wereldwijde duurzaamheidsuitdagingen door de transitie van de lineaire *take-make-use-dispose-economie* naar een betere organisatie van delfstoffen/hulpmiddelen. Volgens de Ellen Macarthur Foundation zijn de principes van circulaire economie: 1) afval en vervuiling tegengaan, 2) producten en materialen in gebruik houden en 3) natuurlijke systemen regenereren.

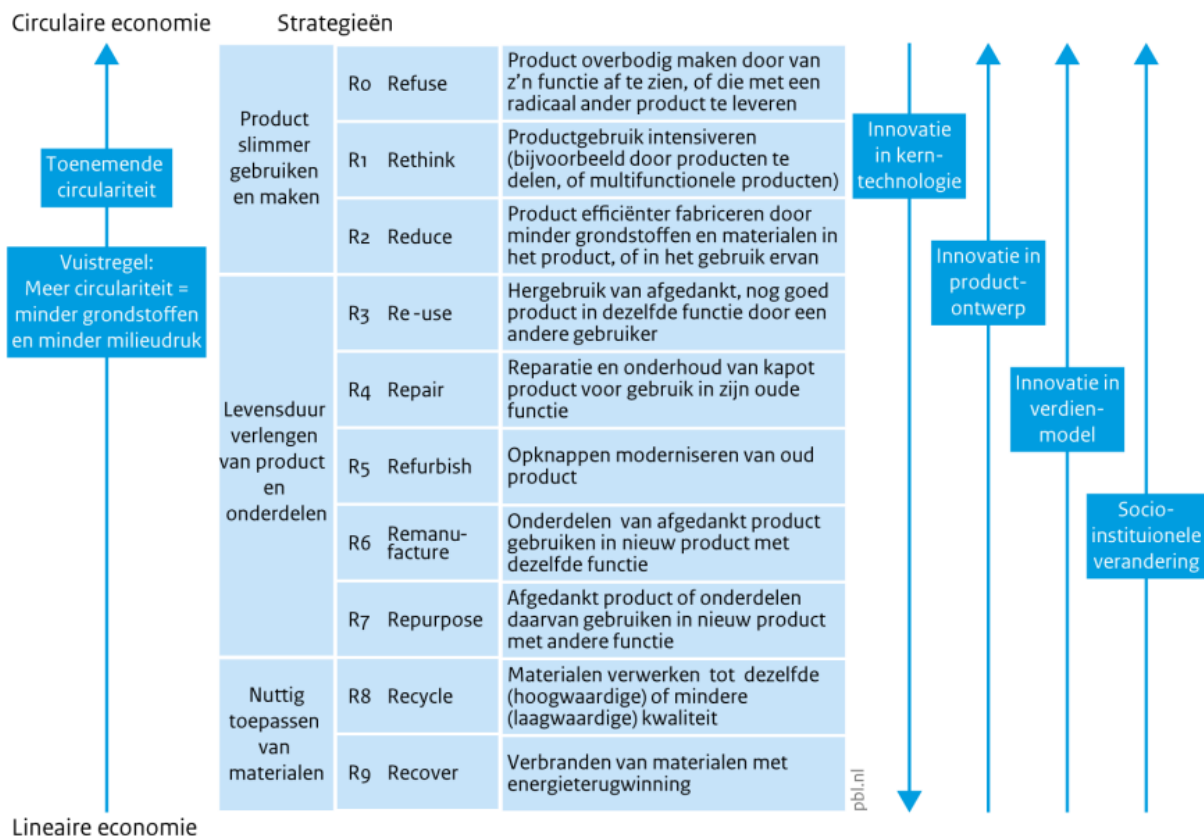
In het circulaire economie beleid van Nederland is een belangrijke rol weggelegd voor grondstoffen: deze hangen samen met milieudruk, en de CE biedt kansen voor maximalisatie van waardebehoud van grondstoffen en ook meer onafhankelijkheid van buitenlands aanbod (Figuur 10).



Figuur 10: Doeldomeinen van circulaire economie in Nederland (Ministerie I&W, 2020)

Laatste jaren werden zand en ander grof grondstoffen schaars, terwijl bijv. miljarden kubieke meters (samenhangend) slib wereldwijd worden uitgebaggerd om de vaargeulen operationeel te houden. Baggerspecie is volgens de regelgeving een van de grootste potentiële afvalstromen. Daarom wordt bagger vaak direct afgevoerd naar zee of naar het land. Echter is grond een deel van onze minerale bronnen, niet alleen voor de mens maar ook voor de natuur.

Daarom spelen grondstof en land een rol in de circulaire economie (Breure et al. 2018) in het algemeen maar nog meer in natuurlijke systemen (natuur). Grond en sediment zijn de sleutelfactoren om de circulaire economie in het rivierengebied te realiseren. Het ontwikkelen van hergebruikscenario's en duurzame grondbronnen (nuttige toepassing) is nodig voor duurzaam grondbeheer, zowel voor infrastructuur- en natuurontwikkeling- projecten als voor industrie. Nuttig toepassing van materialen zoals gebiedseigen grond heeft een hele hoog innovatief karakter met betrekking tot innovatie in kern technologie (Figuur 11): het impliceert nieuwe *know-how* in ontwerp en uitvoering.



Figuur 11: Circulariteitstrategieën in relatie tot innovaties (PBL, 2016)

Vanuit de praktijk zijn de afgelopen jaren meerdere internationale initiatieven gestart om nuttig hergebruik van sediment en grond te aanmoedigen. Hierin zijn de volgende het meest relevant:

- Beneficial Reuse of Sediment working group van PIANC (Permanent International Commission for Navigation Congresses, i.e. het World Association for Waterborne Transport Infrastructure).
- Werkgroep Sediments in Circular Economy van Sednet. SedNet is een Europees netwerk gericht op het incorporeren van sedimentvraagstukken en kennis in Europese strategieën, met als doel de ondersteuning van het bereiken van een goede milieutoestand en het ontwikkelen van nieuwe instrumenten voor sedimentbeheer (<https://sednet.org/>).
- Samenwerking tussen de CEDA (Central Dredging Association) en IADC (International Association of Dredging Companies) heft onder andere geleid tot het boek "Dredging for Sustainable Infrastructure" (Laboyrie et al., 2018). Dit is een leidraad voor ontwerp, uitvoering en beheer van waterinfrastructuurprojecten met een baggercomponent. De doelgroep bevat zowel eigenaren, toezichhouders, adviseurs als ontwerpers en aannemers.
- Mudnet, een netwerk waarvan de TU Delft de trekker is. De deelnemers hieraan zijn de havenautoriteiten van de grotere Europese havens die te maken hebben met aanslibbingsproblemen (Rotterdam, Hamburg, Antwerpen, Emden).
- Beneficial Use of Sediment Table – EcoShape. De ambitie van deze werkgroep binnen EcoShape is om via het BwN mainstreaming te bevorderen en het nuttige (her)gebruik van sedimenten te maximaliseren naar 100% hergebruik. EcoShape is een multidisciplinair consortium van onder meer aannemers, adviseurs en kennisinstututen dat is gericht op het verder ontwikkelen en opschalen van Building with Nature.

Er zijn ook verschillende nationale initiatieven, zoals:

- STOWA: Circulair baggerbeheer, project Circulair omgaan met regionale baggerspecie bij de waterschappen. Mede de volgende onderzoekoutput: *Onderzoek circulair gebruik van baggerspecie bij de waterschappen* (Besseling et al., 2019).
- Circulair baggerbeheer: een toetsingsinstrument om circulair te gaan met regionale bagger (Besseling et al., 2020)- NETICS, Deltares
- Verschillende pilots Bouwen met sediment, zoals: de Kleirijperij en Pilot Ophogen Landbouwgrond (POL) (<https://eemsdollar2050.nl/>) of het gebruik van GEOWall bij het Oranjekanaal

4.1.6 CO₂ reductie en energieneutraliteit

De traditionele winning, bewerking en het transport van grond zorgen voor een grote CO₂ belasting op omgeving en klimaat. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat wil uiterlijk in 2030 volledig klimaatneutraal zijn (Ministerie I&W, 2018). Dat betekent dat de CO₂-emissies tot nul zijn teruggebracht en dat er evenveel duurzame energie op eigen grondgebied wordt opgewekt, als dat er wordt gebruikt. De grondverzetketen kan door het enorme materiaalvolume en bijbehorende CO₂-emissie potentieel een grote bijdrage leveren aan deze duurzaamheidsdoelstelling. Samen met kustlijn zorg worden binnen het vaargeulonderhoud van rivieren de meeste zand- en grondstromen gebruikt, en wordt hier een groot deel van de CO₂-uitstoot veroorzaakt (Rijksoverheid, 2020). In termen van minimalisatie van grondstofgebruik en CO₂-uitstoot valt hier nog veel milieuwinst te behalen.

Het gebruik van circulaire materialen is een belangrijke tactiek om de CO₂-voetafdruk van maatregelen en projecten te verlagen en om met schaarser wordende grondstoffen om te gaan. Binnen uitvoeringsprojecten in het waterbeheer zijn met name in grondverzet van waterinfrastructuur nadrukkelijke mogelijkheden zichtbaar voor het verduurzamen en beheersen van de kosten. Onder verduurzaming wordt onder andere CO₂-neutrale uitvoering van waterbeheerprojecten, circulair gebruik van grondstoffen en inpassing van maatregelen in het natuurlijke en socio-economische systeem verstaan (Transitieagenda Circulaire Bouweconomie, 2018).

Om duurzaamheidsambities te bewerkstelligen is het noodzakelijk om emissies bij grondverzet in beeld te brengen en innovatieve maatregelen te verkennen om deze emissies te reduceren. Enkele voorbeelden zijn:

- Afstemming tussen of opschalen van projecten, zodat transportafstanden kunnen worden verkleind en materieel efficiënt kan worden ingezet
- Investeren in risicobeheersing, zodat niet meer grond dan nodig moet worden toegepast en verplaatst.
- Slow-building, zodat de uitstoot van materieel (bijv. langzaam varende baggerschepen) teruggebracht kan worden (Topsector Water & Maritiem, 2020).
- Alternatieve (schonere) brandstoffen materieel.
- CO₂ omzetten naar biomassa, bijv. door aangroei van oobos in de uiterwaarden (Figuur 12).

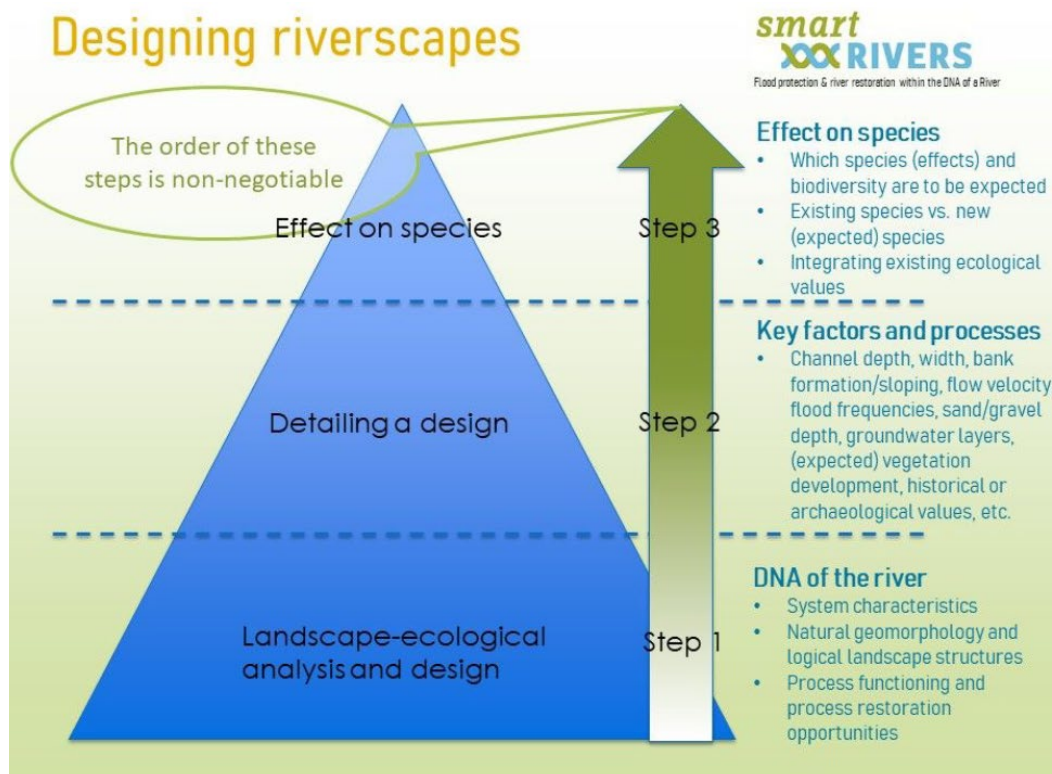


Figuur 12: Oobos in de Duursche Waarden: een zeldzaam landschap dat naast verrijking van biodiversiteit ook vastlegging van CO₂ biedt (foto: Staatsbosbeheer)

4.1.7 Ruimtelijke kwaliteit

De rivieren zijn bepalend voor hoe Nederland eruitziet en het gebruik van de ruimte. Ruimtelijke kwaliteit en rivieropgaven zijn daarom onlosmakelijk met elkaar verbonden. In deze context kan ruimtelijke kwaliteit gedefinieerd worden als “hoogwaardige inspanning en kwaliteit van de realisatie van de wateropgaven, waarbij het ruimtegebruik voldoet aan de drie afwegingsprincipes zoals verwoord in de Nationale Omgevingsvisie (NOVI)” (AT Osborne, 2021). De drie kernwaarden voor ruimtelijke kwaliteit zijn belevingswaarde, gebruikswaarde en toekomstwaarde. Ruimtelijke kwaliteit krijgt betekenis in een gebied door voor deze waarden na te gaan wat het economisch, sociaal, ecologisch en cultureel belang is. Effectief ruimtegebruik vraagt om een afweging tussen deze belangen. In de NOVI worden drie richtinggevendende afwegingsprincipes genoemd om tot een integrale afweging van dergelijke belangen te komen: 1) combinaties van functies gaan voor enkelvoudige functies, 2) kenmerken en identiteit van een gebied staan centraal en 3) afwentelen moet worden voorkomen.

Het tweede afwegingsprincipe correspondeert met systeemgericht ontwerpen, ofwel ontwerpen volgens het DNA van de rivier. Hier ligt dus een directe relatie met grondverzet. Peters et al. (2021) hebben hiervoor een methodiek ontwikkeld, waarbij het DNA van het rivierlandschap leidend is voor het ontwerp en ervan uitgegaan wordt dat ecologische processen en effecten als gevolg hiervan vanzelf ontspruiten. (Figuur 13). Hoewel deze aanpak is ontstaan uit de ervaringen in rivierprojecten gedurende de afgelopen 25 jaar, is de toepassing ervan in de praktijk allesbehalve vanzelfsprekend. Zo stelde het College van Rijksadviseurs bijvoorbeeld in juli 2020 in een advies aan de minister van Infrastructuur en Waterstaat en de programmadirectie van het HWBP nog dat de aanpak van waterveiligheidsopgaven meer kwaliteit kan opleveren als de verantwoordelijke overheden slimmer samenwerken. In een recente verkenning naar verbetermogelijkheden omtrent ruimtelijke kwaliteit bij wateropgaven worden bovendien o.a. een behoefte aan het toevoegen van ruimtelijke ontwerpkracht in het proces en een behoefte aan heldere kaders voor ruimtelijke kwaliteit benoemd. De reden hiervoor is dat ruimtelijke kwaliteit afhankelijk is van gebiedsspecifieke doelstellingen die minder concreet, meetbaar en tastbaar zijn terwijl wateropgaven veelal ontworpen worden op basis van normen, toetskaders en ontwerpdimensies (AT Osborne, 2021).



Figuur 13: The triangle of spatial quality in designing riverscapes (Peters et al, 2021)

4.1.8 Duurzaam grondverzet bij dijkversterking

Dijkversterking met Gebiedseigen Grond

Binnen het HWBP lopen verschillende Project Overstijgende Verkenningen (POV's). Eén van deze POV's gaat over duurzaam grondverzet: POV Dijkversterking met Gebiedseigen Grond (POV-DGG) dat sinds 2018 tot eind 2022 loopt. Het gebruik van gebiedseigen grond betekent milieuwinst door minder transportbewegingen. De afname van transportbewegingen zorgt ook voor minder overlast in het gebied. Vroeger was bouwen met lokaal beschikbare grond normaal, maar om de kwaliteit van dijken te borgen zijn er strenge regels opgesteld. Lokale grond voldoet vaak niet aan de strenge regels. Het vraagt vakmanschap en grondkennis om toch een veilige dijk te realiseren van lokale grond.

Tabel 2: Chronologisch overzicht van alle richtlijnen op het gebruik van grond voor dijkenbouw. Gebaseerd op (Fugro, 2021).

Richtlijn	Voortkomende eisen en tegenstrijdigheden
NEN 5104 Geotechniek - Classificatie van onverharde grondmonsters (1989)	Beschreef hoe grond in Nederland tot 2020 moest worden geclassificeerd. Deze norm is officieel niet meer van toepassing en vervangen door NEN-EN-ISO 14688, maar wordt in de praktijk nog intensief gebruikt.
RAW (Richtlijnen Aanbesteding Werken), 1995 & 2020	In de RAW zijn de eisen uit het Technisch Rapport Klei voor Dijken overgenomen als standaard bestekseisen. De RAW wordt elke vijf jaar herzien en inmiddels is RAW 2020 beschikbaar. De eisen aan klei en zand zijn, voor zover bekend, sinds 1995 echter niet veranderd.
Technisch Rapport Klei voor Dijken (1996)	Dit rapport is een bundeling van ervaringskennis en fundamenteel onderzoek naar het gedrag van klei. In tegenstelling tot eerdere leidraden worden hier geen eisen gesteld aan het lutumgehalte.
Addendum bij Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies (2007)	De eisen aan het lutumgehalte voor klei worden herintroduceerd, omdat in de praktijk blijkt dat men tegen problemen aanloopt als men hier niet aan toets.
Addendum I bij de Leidraad Rivieren (2008)	De lutumgehalte-eisen en laagdikte-eisen zijn hierin verder gespecificeerd ten opzichte van het Addendum bij Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.
Studie voor richtlijnen klei op buitentaluds in het riviereengebied (2010)	Een studie naar de benodigde richtlijnen voor klei op dijktaaluds, vooral gericht op de interactie met de graszode op de dijk. Introductie van nieuwe indeling in klei-erosiecategorieën stevige klei, schrale klei en niet geschikte klei in plaats van categorie 1, 2 en 3. Deze indeling is later overgenomen in het WBI.
Toepassen klei met hoger zoutgehalte in dijklichamen, (Kruse, 2013)	Een onderbouwing waarom klei met een iets te hoog zoutgehalte onder voorwaarden mag worden toegepast met een beschrijving van compenserende maatregelen.
Klei eigenschappen in verband met het project "Ruimte voor de Rivier IJsseldelta" (2015)	Een onderbouwing waarom klei met een iets te hoog organisch stofgehalte onder voorwaarden mag worden toegepast met een beschrijving van compenserende maatregelen.
Rijkswaterstaat-rapport "Vier quick wins grond en klei" (2018)	Een rapportage over klei betreffende erosiecategorieën, bandbreedte bij beoordeling, doorlatendheid en verbeterde werkwijze bij verdichting en de controle hierop.
Handboek Dijkenbouw (2018)	Een bundeling van eisen uit de hierboven genoemde publicaties. Expliciete aandacht voor de toepasbaarheid van andere grondsoorten dan zand en klei. Bevat kwalitatieve aanduiding van consequenties wanneer grenswaarden worden overschreden.
NEN-EN-ISO 14688 geotechnisch onderzoek en beproeving (2019)	Een nieuw systeem voor de beschrijving van grond, dat in plaats komt van de NEN 5104. Uit interviews en webinars van Fugro blijkt dat er nog maar weinig bekendheid is over het bestaan van deze nieuwe norm in de dijkenwereld.

Wet- en regelgeving voor gebiedseigen grond

Daarnaast is het wegnemen van onduidelijkheden en tegenstrijdigheden in wet- en regelgeving van afwijkende grond belangrijk. Nederland beschikt over een complex systeem van normen, leidraden en handreikingen vanwege de preventieve strategie om met overstromingsrisico's om te gaan (Wiggers & Peters, 2021). Toch staat dit sterk ontwikkelde systeem dat leunt op richtlijnen het gebruik van gebiedseigen grond in de weg. Er bestaan meerdere richtlijnen (weergeven in Tabel 2) naast elkaar en

versnipperd verschijnen er nieuwe leidraden over deelaspecten. Dit leidt tot verwarring. Bovendien is het onduidelijk welke consequenties verbonden zijn aan het niet naleven van gestelde eisen, omdat er geen duidelijke uitgever van de eisen is (Fugro, 2021).

Richtlijnen aansluitend op ontwikkelingen

Huidige richtlijnen over de toepassing van afwijkende grond zijn onvoldoende voorgesorteerd op ontwikkelingen. Er wordt beperkt rekening gehouden met innovatieve dijkconcepten en klimatologische veranderingen zoals toenemende droogte. In RAW 2020 (CROW, 2020) zijn de eisen uit het Technisch Rapport Klei voor Dijken (TAW, 1996) overgenomen als standaard besteisen. De RAW wordt elke vijf jaar herzien, maar de eisen aan klei en zand zijn, voor zover bekend, sinds 1995 niet veranderd (Wiggers & Peters, 2021). Onderscheid tussen kleisoorten wordt hierdoor vooral gemaakt op basis van bestendigheid tegen erosie door golfbelasting en stromend water, terwijl in het licht van klimatologische en socio-economische veranderingen hogere eisen worden gesteld aan materiaaleigenschappen als sterkte, waterdoorlatendheid, afslagbestendigheid, weerstand tegen structuurvorming en begroeibaarheid (Fugro, 2021). Ook wordt vooral geschreven over zand en klei, terwijl juist silt en keileem regelmatig in grote mate voorkomen in het riviereengebied. De slechte waterdoorlatendheid en grote beschikbaarheid maken deze grondsoorten geschikte bouwmaterialen voor dijkenbouw, echter passen deze niet binnen de eisen die voornamelijk voor klei en zand zijn afgeleid.

Het is noodzakelijk om de richtlijnen beter aan te laten sluiten op eisen aan materiaaleigenschappen die tegenwoordig en toekomstig belangrijk zijn voor dijken. Daarbij moet in de richtlijnen een verband worden gelegd tussen materiaaleisen en functionele eisen aan dijkonderdelen, rekening houdend met het streven naar innovatieve dijkconcepten. Maatschappelijke trends kunnen de toepassing van afwijkend materiaal namelijk stimuleren (e.g. kleizuinig ontwerpen, natuur-inclusief bouwen) (Fugro, 2021).

Ontwerpruimte en flexibiliteit

De praktijk wijst uit dat de toepassing van afwijkende grond wordt belemmerd door organisatorische en beleidsmatige knelpunten. Alle grond is in principe toepasbaar in dijken, mits er voldoende ontwerprijheid is. De ontwerprijheid wordt echter vaak in een te vroeg stadium beperkt, of gaat verloren als gevolg van schaalvergroting en uitbesteding van werk. Veelal worden de eigenschappen van (afwijkend) beschikbaar materiaal pas tijdens de uitvoeringsfase bekend. De ontwerprijheid is dan nog maar gering omdat de ruimteclaim al is bepaald en er in detail afspraken met de omgeving zijn gemaakt over de vormgeving van de dijk. Daarbij speelt ook dat de eigenschappen van beschikbare grond in de voorbereidingsfase vaak worden overschat. 'Geschikte' materialen volgens de richtlijnen veroorzaken in sommige gevallen toch ongewenst materiaalgedrag, zoals onvoldoende verdichting of overmatige scheurvorming. Dit geeft aan dat de standaard materiaaleisen niet in alle gevallen voldoen.

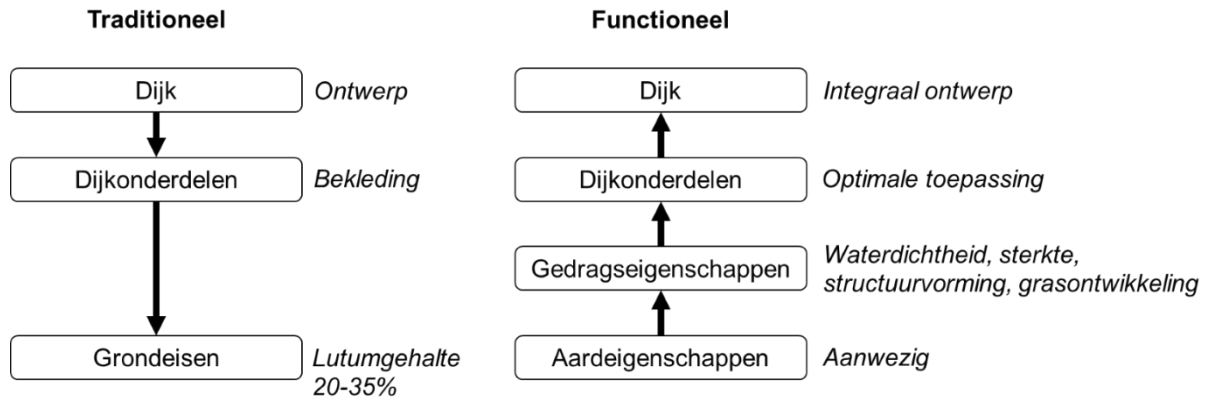
Onderlinge afstemming over planning, hoeveelheden en kwaliteit over grondkoppeling tussen verschillende projecten blijkt nog lastig en vereist meer tijd voor beide partijen. Het is daarom rendabel om dijkversterkingen te combineren met gebiedsontwikkelingen zodat een efficiënter hergebruik van grondstromen behaald kan worden.

Ontwerpen met grond: richtlijngestuurd vs grondgestuurd

Ondanks dat er in Nederland de laatste jaren meerdere initiatieven in opkomst zijn, is de trend steeds erg gericht naar richtlijn-gestuurd ontwerpen in vergelijking met andere Europese landen waarin grondgestuurd ontwerpen meer "mainstream" is (Wiggers & Peters, 2021).

Bij grondgestuurd ontwerp is het lokale materiaal bepalend voor het principe ontwerp. In de geest van grondgestuurd ontwerpen dienen dijken functioneel ontworpen te worden. Het uitgangspunt van functioneel ontwerpen is dat niet de geschikte grond gezocht wordt bij een dijkontwerp, maar vanuit de beschikbare grond wordt beschouwd hoe een dijkontwerp er uit zou kunnen zien. Op basis van de samenstelling van de grond kan een inschatting worden gedaan op het gedrag van materiaal. Vervolgens wordt bepaald in welk dijkonderdeel deze gedragseigenschappen het beste kunnen worden toegepast. Deze manier van ontwerpen is weergegeven in Figuur 14.

Voor het stimuleren van grondgestuurd ontwerpen met gebiedseigen grond is het van belang om vooronderzoek naar aanwezige materialen meer plaats te geven in het ontwerpproces (Wiggers & Peters, 2021).



Figuur 14: Traditioneel ontwerpen van een dijk versus functioneel ontwerpen

In aanvulling op het ontwerpen met de in de richtlijnen voorgeschreven gedragseigenschappen kan 'onverklaarbaar' gedrag van klei mogelijk beter worden begrepen door niet alleen naar de standaard parameters te kijken, maar ook naar andersoortige parameters zoals de mineralogische samenstelling. Hier liggen kansen voor materiaalkundig onderzoek naar bijmengingen in afwijkende grond, zoals het verbeteren van de eigenschappen door toevoeging van bijvoorbeeld kalk, polymeren of cement (Fugro, 2021).

Karteren van beschikbare grond

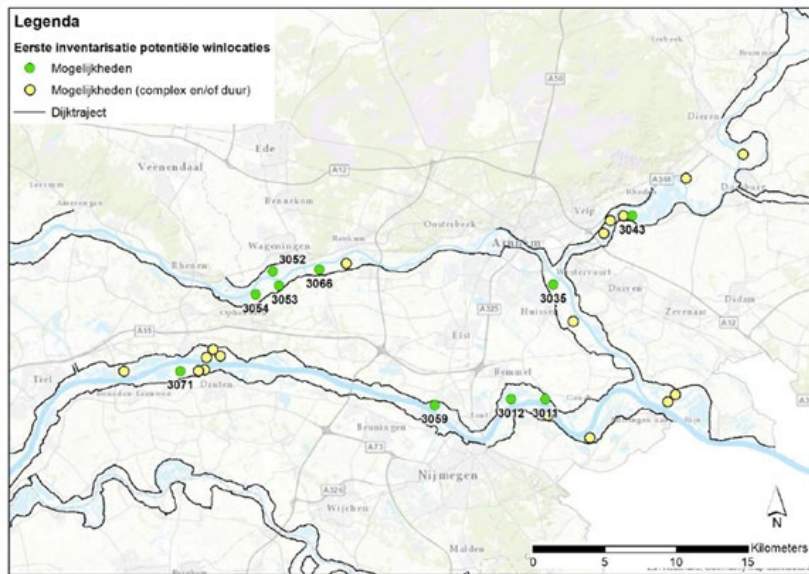
Ten behoeve van grondgestuurd ontwerpen moet beter worden vastgelegd waar welk type grond aanwezig en beschikbaar is. Dit leidt tot meer ontwerpruimte omdat al ruim voor de uitvoeringsfase de materiaaleigenschappen van gebiedseigen grond grofweg bekend zijn en er geen ruimteclaims of gedetailleerde afspraken met de omgeving zijn gemaakt. Verdieping in de technische eigenschappen van en mogelijkheden met verschillende soort materialen is dus een dringend onderzoeksonderwerp. De samenstelling van grond en de mechanische eigenschappen ervan variëren sterk in de natuur (e.g. Barciela-Rial, 2020) en ook in de loop van de tijd (tijdens en na uitvoering), e.g. van RPS (2020). Belangrijk daarbij is om ook de hoeveelheid beschikbare grond nauwkeuriger in kaart te brengen, om onzekerheden in hoeveelhedenramingen weg te nemen en te streven naar een grondbalans. Door Fugro (2021) wordt aanbevolen om na elk dijkversterkingsproject minimaal één, algemeen beschikbaar en door een onafhankelijke partij opgesteld, evaluatierapport op te leveren.

Op weg naar een 'kansenscan-tool'

De afgelopen jaren zijn er een aantal lokale initiatieven geweest om te starten met het schetsen van een zogenaamde kansenscantool of tool die helpt om aanbod te koppelen aan vraag naar bodem. Deze worden gepresenteerd in deze paragraaf.

Lievse (2019) heeft in een studie voor RWS-WVL mogelijke winlocaties voor sediment in het rivierbed van de Rijntakken onderzocht. In deze studie zijn tien locaties aangewezen als meest haalbare winstlocaties, en zestien locaties als mogelijke winlocatie (Figuur 15). De locaties zijn geselecteerd vanuit de door RWS-WVL opgestelde criteria, zijnde:

- Uitsluitingen: vooraf uitgesloten gebieden welke bijvoorbeeld te dicht op de kering liggen;
- Kosten: locaties waar het te duur is om te winnen;
- Overige criteria: locaties waar door cultuurhistorie winning onwenselijk is.



Figuur 15: Overzicht van de locaties met de meeste haalbaarheid om ontwikkeld te worden als winlocatie (Lieveense, 2019)

Deze eerste inventarisatie heeft geleid tot een selectie van locaties waar winning van grof zand (24.000.000 m³) en grind (6.200.000 m³) kansrijk lijkt (Tabel 3).

Tabel 3: Benodigde en mogelijk beschikbare volumes per traject (Lieveense, 2019)

Trajecten	traject- lengte [km]	benodigde volumes			waarschijnlijk benodigde sediment type	mogelijk beschikbare volumes			
		initieel volume [m ³]	jaarlijks aanvulvolume in-situ [m ³]	top10 locaties grof zand [m ³]		top10 locaties grind [m ³]	top26 locaties grof zand [m ³]	top26 locaties grind [m ³]	
Boven-Fijn (km 862-867)	5	300,000	15,000	matig grof grind	-	-	7,400,000	6,600,000	
Boven-Waal (km 868-886)	18	900,000	73,000	fijn grind	2,500,000	1,360,000	5,000,000	1,540,000	
Midden-Waal (km 887-915)	28	1,400,000	47,000	uiterst grof zand	5,500,000	1,190,000	21,000,000	1,950,000	
Pannerdensch Kanaal (km 868-879)	10	300,000	3,000	matig grof en fijn grind	4,800,000	120,000	8,200,000	240,000	
Boven-IJssel I (km 878-903)	25	400,000	34,000	fijn grind	2,500,000	330,000	11,300,000	2,340,000	
Boven-IJssel II (km 903-930)	27	500,000	22,000	uiterst grof zand	-	-	1,600,000	-	
Nederrijn					8,300,000	3,200,000	8,300,000	3,200,000	
Totaal	113	3,800,000	194,000		24,000,000	6,200,000	62,800,000	15,870,000	

Lieveense (2019) concludeert dat grof zand en grind zijn binnen de uiterwaarden van de Rijntakken in ruime mate aanwezig. Echter zijn veel locaties waar bruikbaar sediment aanwezig is al heringericht of onder voorbehoud door bestaande plannen voor. In de praktijk betekent dit dat het sediment op deze locatie (voorlopig) niet winbaar is. Bovendien blijkt het lastig om de verschillende locaties met elkaar te vergelijken. De analyse laat onvoldoende zien welke weerstand bestaat in de omgeving, wat de effecten zijn van aanwezige vergunningen en de bereidheid van zandwinners om land te verkopen.

De analyse laat ook de onzekerheid zien rondom de kosten en opbrengsten van hoeveelheden grof zand en grind, wat een groot effect kan hebben op de prioritering van winlocaties. Deze onzekerheden kunnen worden teruggebracht met aanvullend grondonderzoek. Echter, verwacht wordt dat bij de winning van de benodigde volumes grind waarschijnlijk meer grof zand vrijkomt dan voor de supplementies nodig is. Dit grof zand kan dan op de markt worden verkocht, om de winning van het grind mede te financieren.

In het rapport worden de volgende aanbevelingen gedaan:

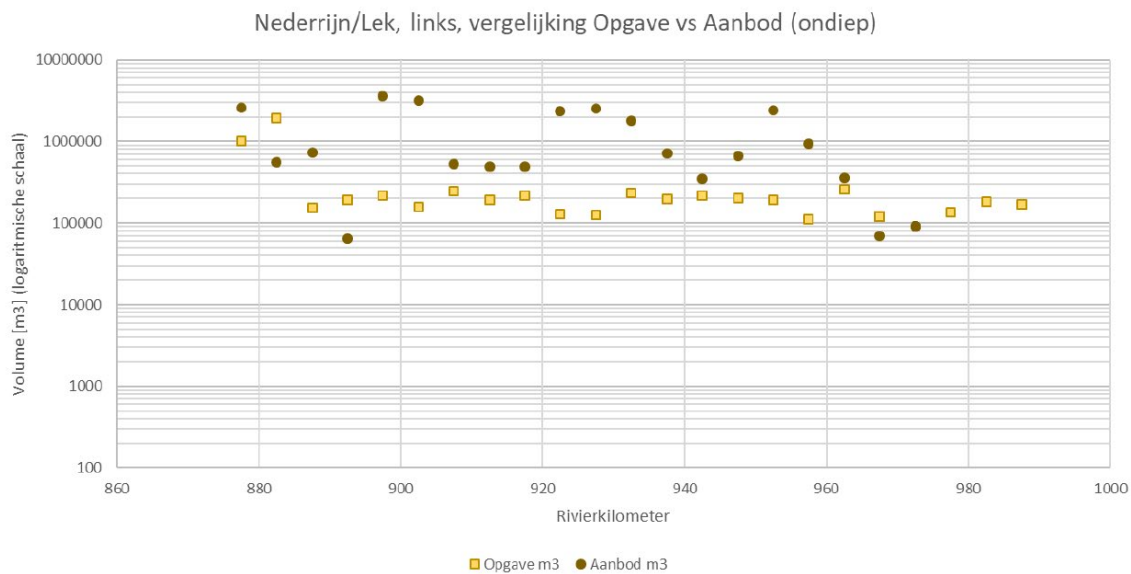
- Vervolgonderzoek naar zowel de daadwerkelijke opbrengst en naar de haalbaarheid van winlocaties is noodzakelijk.
- De oplevering van het gebied na afloop van de winning kan diepe winning onmogelijk maken.
- De oplevering van een gebied na afloop van de winning kan zo worden ingericht dat er natuurwinst te behalen is. Op die manier kan het werken in de uiterwaard aantrekkelijker worden gemaakt voor de omgeving.
- Op basis van de gehanteerde kosten kentallen blijkt dat de aankoop van grind in Duitsland een interessant alternatief kan zijn wanneer winning voor enkele locaties onhaalbaar lijkt.
- De cijfers lijken aan te geven dat er ruim voldoende sediment voorhanden is. Ook is lijkt er gemakkelijker grof zand te kunnen worden gewonnen dan grind. Benadrukt wordt dat de genoemde mogelijk beschikbare volumes moeten worden geïnterpreteerd als theoretisch maximaal haalbaar. Het is immers zeker dat de winning niet op alle locaties mogelijk zal blijken te zijn.

Ander voorbeeld van een kansenscan is de QuickScan gebiedseigen grond langs de Waal en Nederrijn-Lek Vraag, aanbod en kansrijkheid (Lieveense, 2020) in opdracht van POV DGG). Doel van deze analyse was het inzichtelijk maken van de potentie van het gebruik van gebiedseigen grond uit de uiterwaarden voor toepassing bij dijkversterking. In deze tool zijn de potentiële winningslocaties weergegeven waarbij de score en soort is weergegeven met een kleur (zie Figuur 16).



Figuur 16 Kansrijke projectlocaties (Lieveense, 2020)

Een eerste conclusie die kan worden getrokken uit de QuickScan gebiedseigen grond langs de Waal en Nederrijn-Lek is dat het aanbod de vraag vaak ruimschoots overtreft, vooral wanneer er diep gegraven zal worden (e.g. Figuur 17).



Figuur 17 Grondvraag en aanbod Nederrijn/Lek, links, ondiepe ontgraving (Lievence, 2020)

Netics en Deltares hebben een tool ontwikkeld voor waterschappen (Besseling et al., 2021). Deze tool beoordeelt het niveau van circulariteit, gebaseerd op vier criteriagroepen: kosten en toegevoegde waarde, volumes, emissies en systeemimpact. De tool bevat bijv. uitstoot door baggermachines en transport, maar ook broeikasgas (BKG)-emissies door rijping van sedimenten. De tool kent een score toe (vergelijkbaar met een energie label) naar mogelijke paden op basis van gebruikersinvoer. Echter is dit tool beperkt tot de dijk als “ontvanger” van sediment en het onderhoudswerken van waterschappen als bronnen van sediment, zoals het baggeren van dijksloten.

Aveco de Bondt heeft ook een aantal tools ontworpen, zoals het Aereal potentie scan voor RWS Rijkswaterstaat West-Nederland Noord, waarin vrijkomend en aan te brengen volumes van verschillende grondstoffen (niet alleen grond) worden getoond per project locatie in de regio.

Uit deze verschillende pilot kansenscantoos kan worden geconcludeerd dat de aanpak voor de kansenscantoos tot nu toe vrij lokaal en sectoraal is geweest: elke verschillende organisatie (e.g. waterschap of Rijkswaterstaat) heeft verschillende kansenscantoos in gebruik genomen.

4.1.9 Synthese: kennishiaten

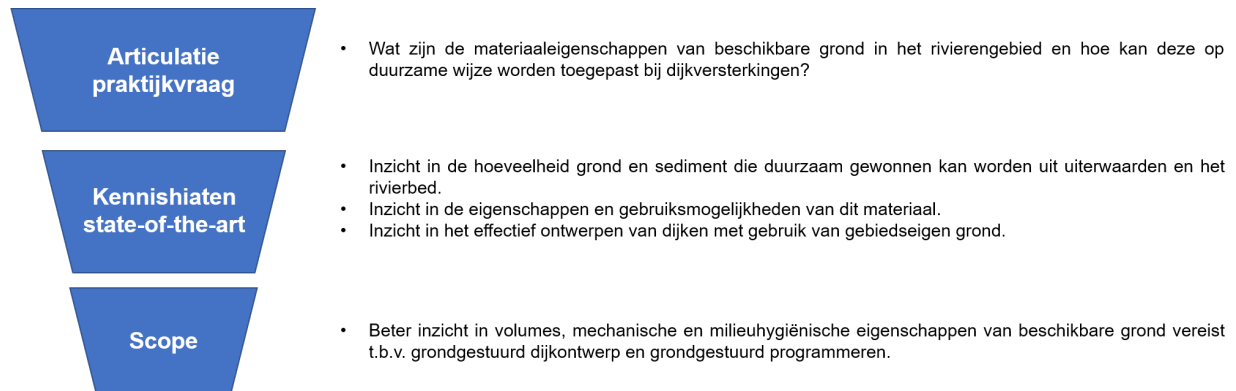
Er zijn in de state-of-the-art verschillende kennishiaten geïdentificeerd met betrekking tot verduurzaming van grondverzet bij grote rivierwerken. Samengevat, is er op hoofdlijnen behoefte aan:

- Inzicht in de hoeveelheid grond en sediment die duurzaam gewonnen kan worden uit uiterwaarden en het rivierbed, zodat de ruimtelijke kwaliteit van het rivierengebied kan worden versterkt.
- Inzicht in de eigenschappen en gebruiksmogelijkheden van dit materiaal, zodat de koppeling naar nuttige toepassing ervan in projecten kan worden gerealiseerd.
- Inzicht in het effectief ontwerpen van dijken met gebruik van gebiedseigen grond, zodat de CO₂-uitstoot, omgevingshinder en kosten als gevolg van transportbewegingen zoveel mogelijk kunnen worden gereduceerd.

Het huidige voorstel beoogt een antwoord te vinden op deze kennishiaten, met de overkoepelende scope van duurzaam hergebruik van lokale sediment en grond in het riviergebied. Duurzame lokale grondverzet draagt bij aan circulaire economie door afval te verminderen en natuurlijke systemen (uiterwaarden) te regenereren.

4.2. Scope, onderzoeksvragen en beoogde uitkomsten

N.a.v. de vraagarticulatie en de state-of-the-art is ervoor gekozen dit voorstel te richten op duurzaam grondverzet bij ingrepen in het rivierengebied in oost Nederland (Figuur 18). Hierbij ligt de focus met name op de bovenste grondlaag in de uiterwaarden, omdat hier het meeste grondverzet plaatsvindt bij grote rivierprojecten.



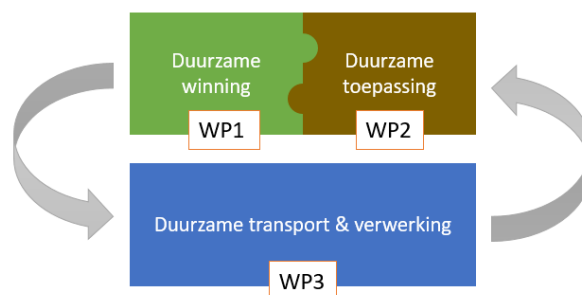
Figuur 18. Van vraagarticulatie naar scope

Het doel van dit project is om praktische inzichten en tools voor duurzaam grondmanagement in riviergebieden te ontwikkelen. Het project beantwoordt de volgende hoofdvraag:

Welke materiaaleigenschappen heeft de beschikbare grond in het rivierengebied en hoe kan deze op duurzame wijze worden toegepast bij dijkversterkingen?

Voor het verduurzamen van grondverzet maken we onderscheid tussen duurzame winning, duurzame transport en verwerking, en duurzame toepassing (Figuur 19). De projectactiviteiten zijn zodanig gestructureerd dat elk werkpakket overeenkomt met een van deze onderdelen. Daarbij worden de volgende deelvragen beantwoord:

1. Hoeveel grind, zand en klei kan in de grote Nederlandse rivieren worden gewonnen volgens het DNA van de rivier? (WP1)
2. Wat zijn de potentiële neveneffecten van delfstoffenwinning volgens het DNA van de rivier op natuur, sedimentatie en waterstanden? (WP1)
3. Wat zijn de materiaaleigenschappen van verschillende typen gebiedseigen grond in het rivierengebied, en hoe veranderen deze in de tijd? (WP2)
4. Wat zijn de implicaties van het toepassen van verschillende typen gebiedseigen grond op de dimensionering van de dijk? (WP2)
5. Hoe kunnen vraag en het aanbod van grondstoffenstromen in verschillende riviertrajecten op de korte/middellange termijn beter op elkaar worden afgestemd? (WP3)



Figuur 19: Werkpakketten gekoppeld aan opties tot verduurzaming van grondverzet.

Samengevat, zijn de beoogde uitkomsten:

1. Praktische handvatten voor realisatiestrategieën m.b.t. grondstoffenwinning volgens het DNA van de rivier (WP1).
2. Praktische handvatten voor het bruikbaar maken van sediment en gebiedseigen grond voor toepassing in de dijkenbouw (WP2).
3. Verbeterde werkwijzen en tools voor het op rivierniveau afstemmen van vraag en aanbod van delfstoffen in natuur- en dijkversterkingsprojecten in het rivierengebied (WP3).

In de volgende paragraaf wordt gespecificeerd op welke wijze deze uitkomsten worden gerealiseerd.

4.3. Activiteitenplan

De inhoud van elk werkpakket wordt beschreven in de tabellen hieronder:

Tabel 4: WP1

Werkpakket 1	
WP1- Grondstoffenwinning volgens DNA van de rivier	
Partners	HAN, VHL, TUDelft, Deltares, RWS, SBB, LNV, K3, Smart Rivers, Provincies
Looptijd	augustus 2022- april 2023

Beschrijving

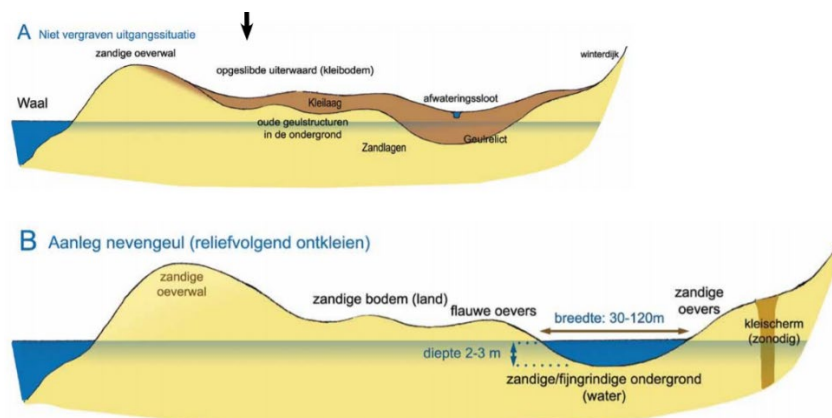
WP1 beantwoordt deelvragen 1 en 2 die zich richten op duurzame winning. In WP1 berekenen we de hoeveelheden van grind, zand en klei die op duurzame wijze gewonnen kunnen worden. Hierbij geldt als uitgangspunt dat het rivier-DNA versterkt wordt d.m.v. systeemgericht ontwerp. Bovendien wordt een inschatting gemaakt van de effecten van deze ingrepen op natuur, sedimentatie en waterstanden. Hiermee draagt WP1 bij aan beleidsontwikkeling en de totstandkoming van een realisatiestrategie voor grondstoffenwinning in grote rivieren.

Taken en methoden

T1.1 Inschatten van volume van grind, zand en klei dat duurzaam kan worden gewonnen (augustus 2022 – april 2023)

Methode:

- Stap 1: Onderverdeling van de rivieren (Maas, Waal, IJssel, Nederrijn) in trajecten met hetzelfde DNA. De trajecten van de Smart Rivers posters (beschikbaar op www.smartrivers.com) worden hiervoor als uitgangspunt gehanteerd.
- Stap 2: Dimensioneren van standaard-ontwerpen voor grondstoffenwinning die passen bij het DNA van elk traject (bijv. nevengeulen bij de Waal, Figuur 20), m.b.v. Smart Rivers posters en expert input via semigestructureerde interviews met landschapsarchitecten en rivierkundigen en via werkgroepen met experts uit het consortium.



Figuur 20: Voorbeeld van een mogelijk nevengeul-ontwerp voor de Waal (www.smartrivers.nl)

- Stap 3: Inschatting van totale volumes per soort sediment (klei, zand, grind) per traject. Hierbij wordt geput uit databases zoals het DINOloket (ondergrondgegevens) en het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN).
- Stap 4: Vergelijking van de volumes die nog kunnen worden gewonnen en de verwachte behoefte naar klei, zand en grind op basis van deskstudie en interviews).

T1.2 Identificatie potentiële neveneffecten (augustus 2022 – april 2023)

Methode:

- Inschatting natuureffecten: kwantificering natuurverbetering door het identificeren van nieuw gecreëerde (en verloren/veranderde) habitats.
- Inschatting effecten op sedimentatieprocessen: hierbij worden de standaard-ontwerpen uit T1.1 in een workshop met experts gebruikt voor een kwalitatieve analyse van de mogelijke gewenste en ongewenste effecten op sediment op verschillende plekken in het rivierbed (hoofdgeul, nevengeul, uiterwaarde).
- Inschatting waterstandseffecten: modelcalculatie met SOBEK of (eventueel) WAQUA.

Uitvoering T1.1 en T1.2 door studenten (HAN/VHL minor Sustainable River Engineering SRE, VHL Minor Ruimtelijke Informatie Technologie RIT en majors Grond-, weg-, en waterbouw GWW en Watermanagement WM, afstudeerders HAN/VHL/MSc TUDelft), onder supervisie, begeleiding en onderzoekswerk van (docent-) onderzoekers hogescholen/TUDelft (Tabel 10).

Deliverables

D1.1 Rapport: "Duurzame grondstoffenwinning volgens het DNA van de rivier"

D1.2 Wetenschappelijk artikel

Tabel 5: WP2

Werkpakket 2		WP2- Circulair materiaalgebruik voor dijkbouw	
Partners	HAN, VHL, RWS, WLimburg, WRIJ, TUDelft, Deltares, Fugro, Netics, EcoShape, Van Oord		
Looptijd	augustus 2022 - juli 2024		

Globale beschrijving

WP2 richt zich specifiek op het geschikt maken van gebiedseigen grond voor dijkbouw (deelvragen 3 en 4). Op basis van grondmonsters wordt inzicht verkregen in de materiaaleigenschappen in de loop van de tijd, met het oog op de dimensionering van dijken met gebruik van gebiedseigen grond. Bovendien worden grondbehandelingstechnieken geïnventariseerd en geëvalueerd, zodat gebiedseigen grond beter en sneller geschikt kan worden gemaakt voor toepassing bij dijkbouw. Hierdoor draagt het bovendien bij aan de bijsturing van Kennis & Innovatieagenda HWBP.

Taken en methoden

T2.1 Identificatie van samenstelling, materiaaleigenschappen en verouderingsprocessen (augustus 2022 – juli 2024)

Methode:

- Veldwerk: bij werk-in-uitvoering (dijkversterkingen en/of nevengeulen) bij de betrokken waterschappen/RWS worden grondmonsters (boorkernen) genomen om de samenstelling en te bepalen.
- Lab tests voor verschillende soorten grondmonsters (zand, keileem, klei, klei met hoger organische stofgehalte):
 - o Bepaling samenstelling: watergehalte door ovendroging, deeltjesgrootteverdeling (particle size distribution PSD) met zeefanalyse, totale organische stof (TOM) door *loss on ignition*, reactiviteit van het organische stof en bepaling van totaal organische koolstof (TOC) met de Rock Eval test, X-Ray Diffraction XRD voor mineralogische samenstelling.
 - o Bepaling materiaaleigenschappen en verouderingsprocessen: soil consistency (Atterbergse grenzen), Constant Rate of Strain CRS test voor consolidatieparameters en hydraulische geleidbaarheid, Hyprop tests voor Soil Water retention Curves (zuigspanning of waterspanning tijdens droging). Voor sediment met grote water hoeveelheid zoals bagger, is de undrained shear strength test met fall cone van toepassing
- Veroudering processen:
 - o Direct Simple Shear (DSS) tests voor het kwantificering van veranderingen in shear strength van sediment en grond tijdens verschillende rijping condities/stadia.

T2.2 Grondbehandelingstechnieken (februari 2023 – juli 2023)

Methode:

- Inventarisatie van toegepaste grondbehandelingstechnieken en de effecten ervan op materiaaleigenschappen met behulp van semigestructureerde interviews met aannemers en specialisten.

T2.3 Functioneel grondgestuurd dijkontwerp (augustus 2022 – juli 2024)

Methode:

- Met casestudy's die alle verschillende beschikbaar grondsoorten bestrijken: zand, keileem, klei, klei met hoger organisch materiaal OM
- Matchen van grondsoorten met mogelijke dijkversterkingstechnieken: ontwerpverkenningen grondgestuurd dijkontwerp

Uitvoering T2.1, T2.2 en T2.3 door studenten (HAN Deeltijd Civiel Techniek CT, HAN/VHL minor SRE, VHL majors GWW en WM, afstudeerders HAN/VHL/BSc en MSc TUDelft), onder supervisie, begeleiding en onderzoekswerk van (docent-) onderzoekers hogescholen/TUDelft (Tabel 10).

Deliverables

- D2.1 Rapport "Evaluatie materiaaleigenschappen en verouderingsprocessen"
- D2.2 Studentrapport "Inventarisatie Grondbehandelingstechnieken"
- D2.3 Wetenschappelijk artikel (materiaaleigenschappen en grondbehandeling)
- D2.4 (Student)rapporten "Ontwerpverkenningen grondgestuurd dijkontwerp"
- D2.5. Flowchart/menukaart functioneel dijkontwerp

Tabel 6: WP3

Werkpakket 3	Grondgestuurd programmeren
Partners	HAN, VHL, Deltares, WRIJ, RWS, Wlimburg, Netics, Aveco de Bondt
Looptijd	februari 2023 - juli 2024

Globale beschrijving

WP3 beantwoordt deelvraag 5. Het bouwt voort op lopende ontwikkelingen die erop gericht zijn om grondstromen uit verschillende projecten met elkaar te koppelen. Hiervoor wordt een evaluatie uitgevoerd van projecten, werkwijzen en tools en wordt een verbeterde tool ontwikkeld. Hiermee draagt WP3 direct bij aan vereenvoudigen van de afstemming van grondstoffenstromen tussen projecten in het rivierengebied.

Taken

T3.1 . Evaluatie werkwijze integrale aanpak grondverzet (februari 2023 – september 2023)

Op basis van semigestructureerde interviews met projectmanagers, technisch managers, risicomangers van dijkversterkingsprojecten aan zowel de zijde van opdrachtgevers en -nemers, worden de uitdagingen, voordelen en werkwijzen van het toepassen van gebiedseigen grond geëvalueerd. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen: a) hoogwaterveiligheid door toepassing van gebiedseigen grond binnen de scope van een project (Ooijen-Wanssum, Dubbele dij, meegroeidijk), b) hoogwaterveiligheid i.c.m. grondstoffenwinning d.m.v. zelfrealisatie (Grensmaas, Millingerwaard), en c) de koppeling van naburige projecten waartussen grond uitgewisseld is, of dit wel geprobeerd maar niet gelukt is (dijkversterkingen Brede Groene dijk, Nederbetuwe, Lob van Gennep).

T3.2 Evaluatie tools voor grondgestuurd programmeren (februari 2023 – september 2023)

Bestaande tools voor grondgestuurd programmeren worden geëvalueerd op basis van semigestructureerde interviews met de ontwikkelaars en gebruikers (KansenScan HWBP POV-DGG, Areaal Potentiescan RWS, STOWA). Hierbij worden de volgende criteria in ogenschouw genomen: a) werking, b) output, c) benodigde inputdata, d) tijd en kennis input en andere eisen aan de gebruiker.

T3.3 Toolontwikkeling (januari 2024- juli 2024)

De bevindingen van T3.2 worden verwerkt in een Terms of Reference voor een verbeterde tool voor grondgestuurd programmeren. Afhankelijk van de uitkomsten kan dit een doorontwikkeling van een bestaande tool zijn, of een geheel nieuwe tool. Uitgangspunt zijn de randvoorwaarden en lessen geleerd van vorige pilot kansenscans (zie *State of de art*). Eerst zal een prototype tool ontwikkeld worden. Vervolgens zal deze worden getest bij de deelnemende waterschappen, waarna een verbeterlag wordt aangebracht.

Uitvoering T3.1, T3.2 en T3.3 door studenten (VHL Master River Delta Development RDD, HAN minor en master Circulair Economie CE, HAN Deeltijd CT, VHL major WM), onder supervisie, begeleiding en onderzoekswerk van (docent-) onderzoekers hogescholen/TU Delft (Tabel 10).

Deliverables

D3.1 Rapport: Lessen over grondgestuurd programmeren bij hoogwaterveiligheidsprojecten

D3.2 Rapport: Evaluatie tools voor grondgestuurd programmeren

D3.3 Flowchart Grondgestuurd programmeren

D3.4 Tool voor grondgestuurd programmeren van hoogwaterveiligheidsprojecten

4.4. Impact op onderzoek en onderwijs

De doorwerking van de vergaarde kennis naar praktijk en onderzoek gemeenschap vinden plaats via:

- De betrokkenheid van multidisciplinaire professionals. Kennisuitwisseling met praktijk- en kennispartners is daarom continu.
- Projectwebsite. Hierop worden ook vlogs en Webinars gedeeld met het bredere publiek. Updates zullen via social media (Linkedin, Whatsapp) worden gedeeld.
- Onderzoeksrapporten en notities. Deze worden na goedkeuring van de projectgroep openbaar gemaakt via de projectwebsite.
- Peer-reviewed wetenschappelijke publicaties (open access).
- Presentaties op nationale (bijv. jaarlijkse NCR-dagen, Kennisdag Inspectie Waterkeringen) en internationale wetenschappelijke conferentie (bijv. RiverFlow, Sednet).

De resultaten van het project worden in het onderwijs geïntegreerd via lesmateriaal en onderwijsvormen voor relevante opleidingen en minoren in het bacheloronderwijs, masteronderwijs en vervolgoopleidingen. Hierbij wordt de rapportages aangevuld met algemene lesstof over circulaire economie van grond en duurzaam rivier en dijkbeheer. Vervolgens zal deze leergang via het HOG Bebouwde Ruimte en HOG Watermanagement met andere hogescholen worden gedeeld. Tabel 7 geeft een overzicht van de opleidingen die actief zijn betrokken bij uitvoering van het onderzoek en toepassing van de producten. Ook zullen afstudeerders van deze opleidingen betrokken worden. Naar verwachting zullen in totaal ca 50 studenten per jaar een actieve bijdrage leveren aan het onderzoek (totaal ca. 100). Bovendien wordt de ontwikkelde praktijkleergang (buiten het project) doorontwikkeld voor de relevante onderwijsprogramma's bij de deelnemende hogescholen en TU Delft.

Tabel 7: Overzicht van betrokken opleidingen

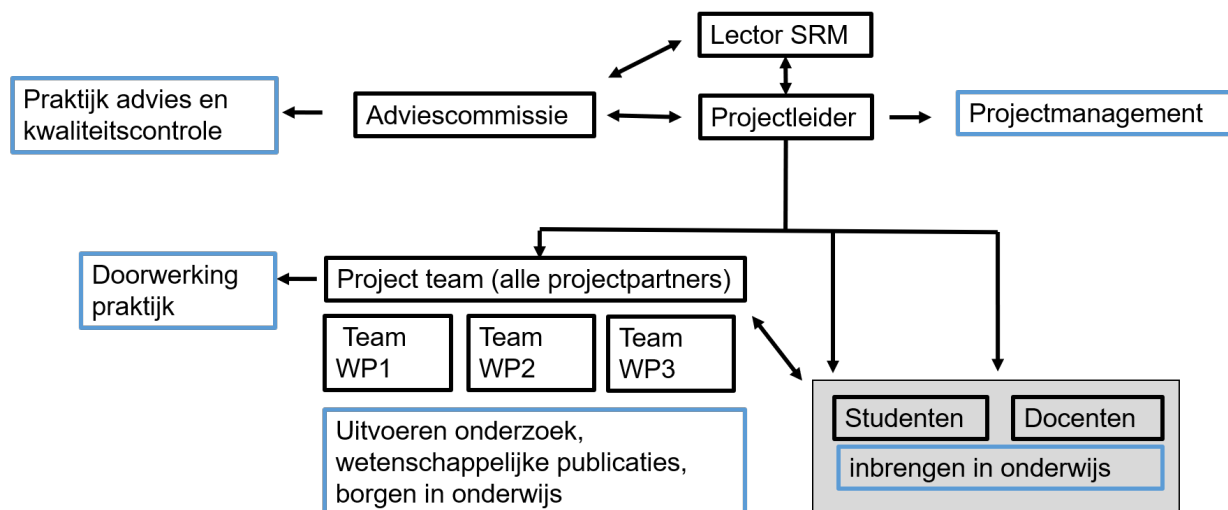
Opleidingsonderdeel	Studenten per jaar (±)	Bijdrage aan project
HAN/VHL Minor Sust. River Eng. (4e jr)	20	Verkenningen functioneel dijkontwerp, veldwerk
HAN Afstuderen/stages (4e jr)	3	Uiteenlopend, functioneel dijk ontwerp
HAN Deeltijd Civiele Techniek (3 ^e jr)	5	Complexe gebiedsopgaven
HAN Minor Circulaire economie (4 ^e jr)	50	Financiële haalbaarheid en verdienmodellen circulaire economie van grondstof
HAN Master Circulaire economie	40	
VHL Major Grond-, weg-, en waterbouw en Major Watermanagement (3 ^e jr)	4	Ontwerp/beheer vraagstukken
VHL Minor Ruimtelijke Informatie Techn. (4e jr)	3	Ruimtelijke inventarisaties, GIS, remote sensing
VHL Afstuderen/stages (4e jr)	2	Uiteenlopend, land en watermanagement en ruimtelijke informatie
VHL/HZ/HRo MSc River Delta Development	4	Decision support grondgestuurd programmeren
TUDelft MSc Hydraulic Engineering, River Engineering track	2	Modelleren waterstanden, sediment transport
TUDelft MSc Geo-Engineering	2	Verkenningen functioneel dijkontwerp, lab testen grondeigenschappen, veldmetingen
TUDelft BSc Civiele Techniek	2	Verkenningen functioneel dijkontwerp
TUDelft BSc Applied Earth Sciences	2	Verkenningen functioneel dijkontwerp, lab testen grondeigenschappen, veldmetingen

5. PROJECTORGANISATIE EN -MANAGEMENT (1499 WOORDEN)

5.1. Professioneel projectmanagement

Na honorering worden er direct afspraken gemaakt met alle partners over intellectueel eigendom, bevoegdheden, verantwoordelijkheden en datamanagement. Deze worden geformaliseerd in een samenwerkingsovereenkomst.

Het project wordt gecoördineerd vanuit lectoraat Sustainable River Management en is ingebed in de HAN Academie Built Environment. Er wordt gebruik gemaakt van de bestaande structuren, namelijk de beschikbare secretariële, administratieve en financiële ondersteuning en systemen. Op het project is het kwaliteitszorgsysteem onderzoek van de HAN van toepassing: Voor het project wordt een administratieve organisatie en maatregelen voor interne controle opgesteld, waarin de administratieve procedures en afspraken met betrekking tot rapportages worden uitgewerkt. Er worden aparte kostenposten aangemaakt en een integrale urenregistratie gevoerd. Het project krijgt een projectstructuur, bestaande uit een adviescommissie, een projectleider, een projectteam, werkgroepen, en een team van studenten en docenten (Figuur 21). Hierdoor worden expertises optimaal benut en kan het werk efficiënt worden verdeeld.



Figuur 21 Projectstructuur

5.2. Projectleider

Dr.ir. Maria Barciela Rial zal als projectleider optreden onder supervisie van lector Sustainable River Management (SRM) dr.ir. Jeroen Rijke (CV's in Bijlage). De projectleider is verantwoordelijk voor de projectmanagement en adequate uitvoering van het project. Na 6 en 15 maanden stelt de projectleider een tussenrapportage op, incl. de status van financiën, realisatie, behaalde doelen en eventuele knelpunten. Daarmee wordt bepaald of het project op schema ligt. Deze tussenrapportages worden door de projectleider gepresenteerd tijdens de adviescommissie-overleggen. Daarnaast is de projectleider verantwoordelijk voor het aanleveren van de tussen- en eindrapportages aan SIA. De projectleider wordt ondersteund bij het projectmanagement door de collega's binnen de Academie Built Environment en geadviseerd door de lector SRM.

5.3. Projectteam en werkgroepen

Alle consortiumpartners maken deel uit van het projectteam en dragen gezamenlijk zorg voor de uitvoering van het project volgens plan.

Overleggen:

- Alle consortiumpartners zijn vertegenwoordigd in de 8 programma-overleggen (4 per jaar).
- Kennisdeling van afgeronde projecten t.b.v. evaluaties WP1 en WP3.
- Inbrengen van kennis vanuit de praktijk.
- Gezamenlijk uitvoering van het project.
- Beschikbaar voor studentbegeleiding en/of opdrachtgeversrol.
- Deelname in workshops voor kennisdeling en samenwerking.

Naast de gezamenlijke bovenstaande verantwoordelijkheden, zijn de hogescholen en andere kennisinstellingen (o.l.v. HAN) verantwoordelijk voor:

- Uitvoeren van onderzoek, waarbij zoveel mogelijk gesteund door studenten.
- Borgen van de doorwerking van het onderzoek in onderwijs, inclusief het vertalen van de onderzoeksopgave naar hanteerbare studentopdrachten en begeleiding daarbij.
- Schrijven van open acces wetenschappelijk publicaties.

Het project is opgedeeld in beheersbare/haalbare werkpakketten. Elk werkpakket wordt uitgevoerd door een subteam van het consortium (werkgroep). Elke werkgroep heeft een kennisinstelling (+overheid indien nodig) als trekker die de activiteit leidt en verantwoordelijk is voor uitvoering (zie Tabel 8). De trekker(s) zorgen ook voor tijdige oplevering van de deliverables.

Tabel 8 Werkgroepen

	Werkgroep WP1	Werkgroep WP2	Werkgroep WP3	Project Management
Leden	HAN, VHL, TUDelft, Deltares, RWS, SBB, LNV, K3, Smart Rivers, Provincies	HAN, VHL, RWS, WLimburg, WRIJ, TUDelft, Deltares, Fugro, Netics, EcoShape, Van Oord	HAN, VHL, Deltares, WRIJ, Wlimburg, RWS, LNV, SBB, Provincies, Netics, Aveco de Bondt	HAN
Trekker	HAN, actief ondersteund door VHL en TUDelft	HAN, actief ondersteund door Waterschap Limburg en TU Delft	HAN, actief ondersteund door VHL	HAN

5.4. Adviescommissie

Er worden twee bijeenkomsten met de adviescommissie georganiseerd:

- Na 6 maanden: over de doelen, scope en aanpak van het project en eerste resultaten.
- Na 15 maanden: over de beoogde eindproducten en doorwerking van de projectresultaten.

Naar aanleiding van de bijeenkomsten zal de aanpak voor de vervolgstap in het project eventueel worden aangescherpt, met het oog op de toepasbaarheid en doorwerking van de projectresultaten.

5.5. Projectbemensing

Tabel 9 toont het overzicht van alle projectleden en hun organisaties en functies. Uit de werkfunctie blijkt dat het team zeer multidisciplinair is.

Tabel 9 Overzicht projectbemensing inclusief organisatie en functie

Team Lid	Organisatie	Functie/ werkervaring

5.6. Planning

De planning is te zien in Tabel 10. Hier is ook te zien wanneer alle genoemde onderwijsseenheden betrokken zijn. De activiteiten zijn gepland om te komen tot een maximaal impact en input in het onderwijs. Tabel 10 laat ook zien dat WP2 (het grootste werkpakket) loopt de hele projecttijd door.

Tabel 10 Gedetailleerde planning en betrokken onderwijsseenheden

Werkpakket (WP) en Activiteit (A)	2022												2023							2024								
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7				
WP1- Grondstoffenwinning																												
T1.1 Inschatten van volumes	Minor RIT, Minor SRE, Major GWW, onderzoekers																											
T1.2 Neveneffecten	Minor SRE, Major GWW/WM, MSc Hydraulic Eng., onderzoekers																											
WP2- materiaalgebruik voor dijkbouw																												
T2.1 Materiaaleigenschappen	MSc Geo-Eng., onderzoekers						Afstuderen HAN&VHL, Bsc thesis & MSc Geo-Eng., onderzoekers						Minor SRE , MSc Geo-Eng, onderzoekers															
T2.2 Grondbehandelingstechnieken							Afstuderen HAN/VHL																					
T2.3 Functioneel dijkontwerp	Minor SRE, Major GWW/WM, afstuderen HAN&VHL, onderzoekers						Afstuderen HAN&VHL, Deeltijd CT, onderzoekers						Minor SRE, TUD: Bsc thesis & MSc Geo-Eng., onderzoekers															
WP3- Grondgestuurd programmeren																												
T3.1 Evaluatie werkwijze							MSc RDD & CE, Minor CE, deeltijd CT, onderzoekers																					
T3.2 Evaluatie tools							MSc RDD & CE, Minor CE, Major WM, onderzoekers																					
T3.3 Tool ontwikkeling													MSc RDD, Minor CE, onderzoekers															
Projectmanagement																												
Deliverables (D)							1.1		1.2		2.1		2.2		3.1		3.2		2.3		2.4		3.3		2.5		3.4	

5.7. SWOT-analyse

Tabel 11: SWOT analyse en maatregelen per risico

Intern	
Sterktes	Zwaktes
Alle key-players die vanuit planvorming, ontwerp, realisatie en/of beheer te maken hebben met verduurzaming van grondverzet van rivierprojecten zijn aangesloten bij het consortium	HWBP is geen officieel project partner, want niet mogelijk i.v.m. organisatie-/financieringsstructuur.
Betrokkenheid van de praktijk in onderzoek en implementatie	Beperkte kennis bij HAN m.b.t. ecologie/rivier-DNA
Multidisciplinair consortium met leden uit de hele triple helix.	Triple helix i.p.v. quadruple helix. Burgers niet betrokken, i.v.m. gebrek aan directe betrokkenheid bij verduurzaming van grondverzet.
Aansluiting project op nationale en regionale doelen en lopende programma's.	
Overdracht van innovatieve kennis op studenten en inbedding in het onderwijs	
Extern	
Kansen	Bedreigingen
Bijdrage aan circulaire economie in het riviergebied	De relatief grote partnergroep herbergt risico van inefficiënt interne communicatie/projectmanagement en dat kan de projectvoortgang onder druk zetten.
Direct bijdrage aan Hoogwaterbeschermingsprogramma, met name aan dijkenbouw met sediment/gebiedseigen grond	Potentieel risico op conflicterende (organisatie) belangen.
Bijdrage aan sommige kerndoelen van het programma Integraal Riviermanagement (2028-2050)	
Overdracht van innovatieve kennis op studenten en inbedding in het onderwijs	
Positionering en uitbouwen van de onderzoekslijn/ontwikkelstrategie van lectoraat Sustainable River Management	

Tabel 12: Maatregelen per risico

Risico	Maatregel
Bepaalde kennis bij HAN m.b.t. ecologie/rivier-DNA	Samenwerking met organisaties die de kennis inbrengen (Smart Rivers, Staatsbosbeheer, LNV)
HWBP is geen officieel project partner	HWBP maak wel deel van het adviescommissie en de doelen van het HWBP worden meegenomen in door de betrokken waterschappen. Waterschap Limburg is bovendien binnen HWBP trekker van POV Dijken van Gebiedseigen grond.
De relatief grote partnergroep herbergt risico van inefficiënt interne communicatie / projectmanagement en dat kan de projectvoortgang onder druk zetten	-Het project heeft een gestructureerde organisatie; er wordt per werkpakket gewerkt met kleinere werkgroepen. -De 8 programmavergaderingen hebben een gestructureerde structuur. -Praktische digitale werkomgeving.
Potentieel risico op conflicterende (organisatie) belangen	-Een consortiumovereenkomst zal worden opgesteld en ondertekend voor alle partijen. Hierin worden verantwoordelijkheden, rollen en bijdrages duidelijk beschreven. -Voor elk werkpakket is een aanspreekpunt vanuit het werkveld benoemd. Hier kan op teruggevallen worden als de projectvoortgang in het geding komt.

6. DATAMANAGEMENT PARAGRAAF

1. Worden er data verzameld of gegenereerd die voor hergebruik geschikt zijn?

Ja. In dit project wordt gebruik gemaakt van nieuw te verzamelen data. De data worden na afloop van het project geanonimiseerd en zijn als zodanig beperkt bruikbaar voor toekomstige onderzoeksprojecten bij de betrokken partners in het consortium

2. Waar worden de data gedurende het onderzoek opgeslagen?

De HAN heeft een Datamanagementplan opgesteld dat van toepassing is (deze is indien gewenst op te vragen bij HAN CvVO). Gedurende het onderzoek worden ruwe en bewerkte data opgeslagen op de speciaal voor onderzoeksdata gecreëerde veilige netwerkschijf (R-schijf) van HAN. Deze fungeert als 'kluis': tot de projectomgeving op deze schijf hebben gedurende het project slechts de door de projectleider toegewezen onderzoekers toegang, alsmede de lector en het lectoraatssecretariaat. De R-schijf heeft een vaste indeling, met een mappenstructuur gebaseerd op de fasen van een lopend onderzoek. Er is een aparte map beschikbaar voor de sleutels van versleutelde data. De mappenstructuur ziet er als volgt uit: Projectnummer-projectnaam A. Ruwe datasets B. Halfbewerkte datasets C. Datasets voor analyse D. Publicaties E. Contact en Contract Projectnummer - sleutelgegevens A. Sleutelgegevens (map met aparte vergrendeling en zeer beperkte toegang).

3. Hoe worden de data na afloop van het project voor de lange termijn opgeslagen en voor hergebruik beschikbaar gesteld voor derden? Voor wie zijn de data toegankelijk?

Alle datasets worden gedurende 10 jaar bewaard na het eind van het onderzoek op de R-schijf indien nodig versleuteld. Alleen een vooraf aangewezen supervisor en vervanger hebben toegang tot de mappen van een lectoraat. De publicaties worden zoveel mogelijk open access gepubliceerd.

4. Welke voorzieningen (ICT*, (beveiligd) archief, koelkasten of juridische expertise) zijn naar verwachting nodig voor de opslag van data gedurende het onderzoek en na het onderzoek? Zijn deze beschikbaar?

Voor dit onderzoek zijn de standaard ICT voorzieningen van HAN beschikbaar. Deze voorzieningen zijn toereikend en het is niet de verwachting dat er extra rekenkracht nodig is.

Laboratoria van de HAN en TUDelft en VHL worden in dit project gebruikt. In al deze laboratoria zijn er zijn koelkasten beschikbaar om de monsters op te slaan en technische faciliteiten in de laboratoria om tests uit te voeren die de traceerbaarheid van gegevens garanderen.

* Met ICT-voorzieningen voor dataopslag wordt bedoeld zaken als capaciteit voor dataopslag, bandbreedte voor datatransport en rekenkracht voor dataverwerking.

7. PRESTATIE-INDICATOREN

Netwerkvorming			
Type organisatie	Aantal	Waarvan consortiumpartner	Waarvan overige betrokken partijen
Hogeschool	3	2	1
Koepel- of brancheorganisatie	2	1	1
Beroepsvereniging	1	1	-
Publieke instelling	8	7	1
Mkb-onderneming	2	2	-
Bedrijf (geen mkb-onderneming)	3	3	-
Kennisinstelling	3	2	1
Zzp'er	-	-	-
Onderwijs			
Onderwijssector*	Aantal docenten betrokken bij onderwijssector	Aantal studenten betrokken bij onderwijssector	
Betatechniek	11	100	
Economie	2	180	

*De onderwijssectoren zijn:

Agro en Food
Betatechniek

Gezondheidszorg
Kunst

Sociale Studies
Economie

Onderwijs

8. REFERENTIES

AT Osborne (2021) Ruimtelijke kwaliteit in wateropgaven - Een verkenning naar verbetermogelijkheden. Mei 2021. Geraadpleegd op 03-11-2021 via <https://www.omgevingsweb.nl/wp-content/uploads/po-assets/565457.pdf>

Barciela-Rial, M., van Paassen, L. A., Griffioen, J., van Kessel, T., & Winterwerp, J. C. (2020). The effect of solid-phase composition on the drying behavior of Markermeer sediment. *Vadose Zone Journal*, 19(1). <https://doi.org/10.1002/vzj2.20028>

Besseling, E., de Haan, F., Volbeda, E., Koster, J., van Zelst, V., & Sittoni, L. (2021) Assessing circularity of inland dredging activities: a new tool for the Dutch Water Authorities to pave the way towards a circular economy of dredge sediments.

Breure, A. M., Lijzen, J. P. A., & Maring, L. (2018). Soil and land management in a circular economy. *Science of the total environment*, 624, 1125-1130.

Cox, J. R., Huismans, Y., Knaake, S. M., Leuven, J. R. F. W., Vellinga, N. E., van der Vegt, M., et al. (2021). Anthropogenic effects on the contemporary sediment budget of the lower Rhine-Meuse Delta channel network. *Earth's Future*, 9, e2020EF001869.

CROW (2020). Standaard RAW Bepalingen 2020.

De Vriend, H. J., van Koningsveld, M., Aarninkhof, S. G., de Vries, M. B., & Baptist, M. J. (2015). Sustainable hydraulic engineering through building with nature. *Journal of Hydro-environment research*, 9(2), 159-171.

De Hoog, M., Sijmons, D. & Verschuuren, S. (1998) Herontwerp van het Laagland, in: D. H. Frieling (Ed.) *Het Metropolitane Debat*, pp. 74–87.

Deltares (2020). Geraadpleegd op 03-06-2021 via <https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/programma-projecten/rivierkennis/eerste-product/>

Fugro (2021) POV Dijkversterking met gebiedseigen grond Fase 2 'best practices' Nederland V3. Roermond: Waterschap Limburg & Fugro.

Hoogwaterbeschermingsprogramma (2020). Programmatische aanpak ondersteuning borging duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit Hoogwaterbeschermingsprogramma.

IRM Bouwdagen (2020). Geraadpleegd op 03-06-2021 via <https://www.bouwplaatsirm.nl/opbrengst-bouwdagen-november-2020#no-back>

Kouwen, N. van (2021). De duurzaamheid van rivierkundige maatregelen: Circulair- en klimaatneutraal ingrijpen op het riviersysteem. Delft: TU Delft.

Laboyrie, P., Van Koningsveld, M., Aarninkhof, S., Van Parys, M., Lee, M., Jensen, A., ... & Kolman, R. (2018). *Dredging for sustainable infrastructure*. CEDA/IADC.

Lievense (2019) Quick Scan Sedimentbeschikbaarheid suppleties Rijntakken Studie naar mogelijke winlocaties

Lievense (2020) QuickScan gebiedseigen grond langs de Waal en Nederrijn-Lek Vraag, aanbod en kansrijkheid

Mathews, R. E., Tengberg, A., Sjödin, J., & Liss-Lymer, B. (2019). Implementing the source-to-sea approach: A guide for practitioners. SIWI, Stockholm.

Ministerie I&W (2018). Beleidsnota CO₂-Prestatieladder, CO₂-managementplan 2018-2019

Ministerie I&W (2020). Rapport Publieke Waarde Scan: Circulaire Economie September 2020.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2016). Handreiking Aanpak Duurzaam GWW

Osmanoglou D., Rijpert J., Doornekamp J., Crielaard M., Niël L. Programmadirectie HWBP: R. Havinga, A. L. Nillesen, M. zum Felde, L. van Nieuwenhuijze & C. Poureau (2020). Integrale scopebepaling waterveiligheidsopgaven.

Peters, B., van Buuren, M., van den Herik, K., Daalder, M., Tempels, B., Rijke, J., & Pedrolì, B. (2021). The Smart Rivers approach: Spatial quality in flood protection and floodplain restoration projects based on river DNA. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 8(3), e1511.

Rijksoverheid (2020). Nederland Circulair in 2050. Geraadpleegd via Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/circulaire-economie/nederland-circulair-in-2050>

Rijkswaterstaat (2019) Praatplaat Strategische Agenda Rivierbeheer 2019- 2020

PBL (2016). Circulaire economie: innovatiemeten in de keten

RPS (2020). Project overstijgende verkenning- Dijkversterkingen met gebiedseigen grond. Brede Groene dijk en dubbele dijk. Rapport NL202001269-R20-320, 2 oktober 2020.

TAW (1996). Technisch rapport Klei voor Dijken. Projectgroep TAW-B6, 1 mei 1996.

Temmerman, S., Meire, P., Bouma, T. J., Herman, P. M. J., Ysebaert, T., & De Vriend, H. J. 2013. Ecosystembased coastal defence in the face of global change. *Nature*. Nature Publishing Group

Transitieagenda Circulaire Bouweconomie (2018). Transitieagenda Circulaire Bouweconomie 2018-2021. De Circulaire Bouweconomie. Geraadpleegd via <https://edepot.wur.nl/440495>

Topsector Water & Maritiem (2020). Verkenning Proeftuin Duurzaam en Kosteneffectief Grondverzet: in het kader van de Programmatische Aanpak Grote Wateren. Topsector Water & Maritiem. Geraadpleegd via <https://www.deltares.nl/app/uploads/2020/04>

Van der Meulen, M.J., Wiersma, A.P., Van der Perk, M., Middelkoop, H., Hobo, N. (2009): Sediment management and the renewability of floodplain clay for structural ceramics, *J Soils Sediments* 9(6), 627-639.

Van der Meulen, M. J., Wiersma, A. P., van der Perk, M., Middelkoop, H., & Hobo, N. (2011). Sedimentbeheer en de vernieuwbaarheid van uiterwaardklei als grofkeramische grondstof. *Klei Glas Keramiek-Including Keramisch Jaarboek*, 32(2), 26.

Wiggers A. & Peters D. (2021) Grondgestuurd ontwerpen; "Best Practices" Internationaal. Rapport Royal HaskoningDHV voor POV Dijkversterking met gebiedseigen grond, fase 2.

BIJLAGE A: GESPREKKENLIJST

Zie bijlage.

BIJLAGE B: CV BETROKKEN HOOFDONDERZOEKER

Zie bijlage.

BIJLAGE C: CV/PUBLICATIEOVERZICHT BETROKKEN LECTOR

Zie bijlage.

BIJLAGE D: STEUNBRIEF HWBP

Zie bijlage.