

WATERSCHAP LIMBURG

GRONDSTOFFENPLAN PLANUITWERKING ARCEN

16 MEI 2023



WSP NEDERLAND B.V.
TRAMSINGEL 2
4814 AB BREDA

+31 (0)88 910 20 00
wsp.com

PROJECTNUMMER
WAB019011

DOCUMENTNUMMER
DR65-2021Z852-WSP_16-05-2023-Grondstoffenplan-A01.01-
Grondstoffenplan_100%



COLOFON

RAPPORTHISTORIE

1.0	24-04-2023	Opleveren 90% versie
2.0	16-05-2023	100% versie na verwerken reviewcommentaar

VERANTWOORDING

Deze rapportage betreft het Grondstoffenplan voor de Planuitwerking Arcen, opgesteld in opdracht van Waterschap Limburg.

CONTACTGEGEVENS

WSP
+31 (0)88 910 20 00
nl.info@wsp.com

AUTORISATIE

PROJECTNUMMER	DOCUMENTNUMMER	VERSIE	STATUS
WAB019011	DR65-2021Z852-WSP_15-05-2023-Grondstoffenplan-A01.01-Grondstoffenplan_100%	2.0	100 %

OPGESTELD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
EGERA	Adviseur	16-05-2023	EGERA
GEVERIFIEERD DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
PKA	PM	12-04-2023	
VRIJGEGEVEN DOOR	FUNCTIE	DATUM	PARAAF
MLI	TM	16-05-2023	

INHOUDS- OPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Planproces dijkversterking en -verlegging	5
1.2	Aanpak	7
1.3	project Arcen	7
1.4	Scope en positionering document	8
1.5	Disclaimer	9
1.6	Relatie grondstoffenplan, uitvoeringsplan en MKI-berekening	9
1.7	Leeswijzer	9
2	WETTELIJKE KADERS	10
2.1	Milieutechnische kwaliteit	10
2.1.1	Algemeen	10
2.1.2	Vigerende wet- en regelgeving	11
2.1.3	(water)Bodembeleid	13
2.1.4	Omgevingsverordening Limburg	13
2.1.5	Bevoegd gezag	14
2.1.6	Toekomstige wet- en regelgeving	15
2.2	Geotechnische kwaliteit	15
2.3	ARBO wetgeving	16
3	GEBIEDSSPECIFIEKE INFORMATIE	16
3.1	Algemeen	16
3.2	Openbare informatie	16
3.2.1	Beheergrenzen	16
3.2.2	Bodemkwaliteitskaart Limburg Noord	16
3.3	Ontvangen informatie	17
3.3.1	Ontwerp	17
3.3.2	Onderzoeken (milieukundig)	17
3.3.3	Onderzoeken (geotechnisch)	19
3.3.4	informatie Harde Kering Arcen midden	19
3.3.5	Contracteisen	19
4	GRONDSTROMEN	20
4.1	Inzicht grondstromen	20
4.1.1	Inleiding	20
4.1.2	Grondstromen	21
4.2	Mogelijkheden grondverzet	22
4.2.1	Algemeen	22
4.2.2	Tijdelijke depots/Tijdelijke opslag	23
4.2.3	Tijdelijke uitname (interne Grondstromen)	23
4.2.4	Toepassen (interne grondstromen)	23

4.2.5	Toepassen (externe grondstromen)	24
4.2.6	Afvoer grondstromen	24
4.2.7	Uitvoeringsaspecten	24

5 BOUWSTOFSTROMEN 25

5.1	Inzicht bouwstoffenstromen	25
5.1.1	Inleiding	25
5.1.2	Bouwstoffenvolumes	26
5.2	Mogelijkheden bouwstoffenverzet	26
5.2.1	Algemeen	26
5.2.2	Tijdelijke depots/tijdelijke opslag	27
5.2.3	Tijdelijke uitname (interne bouwstoffen)	27
5.2.4	Toepassen (interne bouwstoffen)	27
5.2.5	Toepassen (externe bouwstoffen)	27
5.2.6	Afvoer bouwstoffen	27
5.2.7	Uitvoeringsaspecten	28

OVERZICHT BIJLAGE(N)

Bijlage A

- Kaart waterregeling

Bijlage B

- Volumes grond Arcen Noord en Zuid

Bijlage C

- Volumes grond Arcen Midden

Bijlage D

- Overzicht Bouwstoffen

1 INLEIDING

1.1 PLANPROCES DIJKVERSTERKING EN -VERLEGGING

Om te borgen dat Nederland nu en in de toekomst beschermd is tegen overstromingen, is wettelijk vastgelegd dat primaire waterkeringen periodiek worden gecontroleerd. Primaire waterkeringen die niet op orde zijn, worden versterkt. Afspraken over welke primaire waterkeringen wanneer aangepakt worden, leggen het Rijk en de waterschappen gezamenlijk vast in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Het HWBP wordt jaarlijks geactualiseerd en steeds voor een periode van zes jaar opgesteld, met een doorkijk naar twaalf jaar. Het doel van het huidige programma is het op orde krijgen van de primaire waterkeringen die in de afgelopen en lopende toets-/beoordelingsronde zijn afgekeurd.

Waterschap Limburg (WL) is verantwoordelijk voor de hoogwaterbescherming in het door haar beheerde gebied. Ze werkt daarbij nauw samen met partners als het Rijk, Provincie Limburg, betrokken gemeenten en naastgelegen waterschappen. Na de hoge rivierwaterstanden in 1993 en 1995 zijn in het beheergebied van WL in snel tempo Maaskades aangelegd die als nooddijk fungeerden met een overstromingskans van circa 1/50^e per jaar. Deze Maaskades zouden deels een tijdelijke functie hebben en vooruitlopend op rivierverruiming hoogwaterbescherming bieden tegen de hoge rivierwaterstanden zoals deze in 1993 en 1995 optraden.

Op 1 januari 2017 is de Waterwet gewijzigd. Er zijn nieuwe wettelijke normen voor hoogwaterveiligheid in werking getreden. Voor ieder dijktraject bestaan de wettelijke normen uit twee delen, beide uitgewerkt in een overstromingskans per jaar. Ten eerste de signaleringswaarde, de overstromingskans per jaar die de beheerder het sein geeft dat de waterkering op termijn versterkt moet worden. Daarnaast de ondergrens, de overstromingskans per jaar waarop het dijktraject gedurende de gehele levensduur ten minste berekend moet zijn. Voor dijktraject Arcen betreft dit een signaleringswaarde van 1/300^e per jaar en een ondergrens van 1/100^e per jaar. Na dijkverbetering dient de waterkering gedurende de gehele levensduur in ieder geval veiliger te zijn dan de ondergrenswaarde.

Op basis van de nieuwe normen voor hoogwaterbescherming in de Waterwet zijn veel dijken in het beheergebied van Waterschap Limburg afgekeurd op hoogte en sterkte. In 2016 heeft het Waterschap een dijkverbeteringsprogramma opgestart om diverse dijktrajecten in de Noordelijke Maasvallei te verhogen en te versterken. Deze dijkverbeteringen zijn opgenomen in het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP). Waterschap Limburg, Rijkswaterstaat, provincie Limburg, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, gemeente Beesel, gemeente Bergen, gemeente Leudal, gemeente Maasgouw, gemeente Peel en Maas, gemeente Roermond en gemeente Venlo hebben samen de Stuurgroep HWBP Noordelijke Maasvallei opgezet. Deze Stuurgroep adviseert de bevoegde bestuursorganen met betrekking tot de te nemen besluiten. De doelstelling van het dijkversterkingsprogramma is primair: het verbeteren van de waterveiligheid in de Maasvallei (versterkingsopgave). De secundaire doelstelling is het versterken van gebiedskwaliteiten (opgave ruimtelijke kwaliteit). Deze doelstellingen zijn van alle betrokken partners binnen de Stuurgroep HWBP Noordelijke Maasvallei. Deze opgaven zijn in paragraaf 1.3 nader toegelicht.

Dijkversterkingen en dijkverleggingen in Limburg

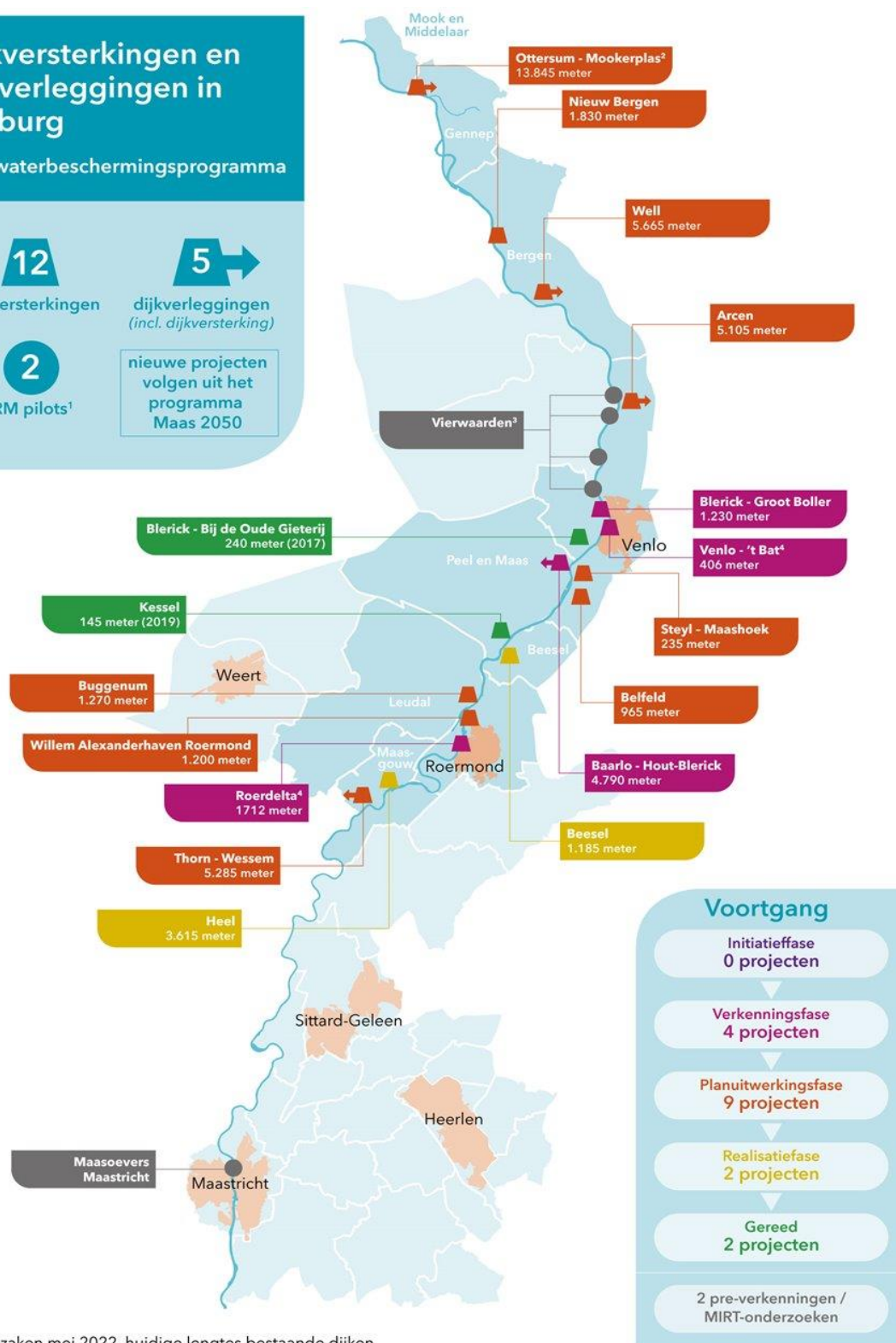
Hoogwaterbeschermingsprogramma

12
dijkversterkingen

2
IRM pilots¹

5
dijkverleggingen
(incl. dijkversterking)

nieuwe projecten
volgen uit het
programma
Maas 2050



Stand van zaken mei 2022, huidige lengtes bestaande dijken

Figuur 1-1: Locaties van dijkversterkingen van Waterschap Limburg in het Hoogwaterbeschermingsprogramma.

1.2 AANPAK

Het HWBP werkt aan de hand van een systematiek die ontleend is aan de werkwijze uit het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT). Dit betekent dat de volgende fasen doorlopen worden: de voorverkenning, de verkenning, de planuitwerking en de realisatie. Momenteel bevindt het project dijkverbetering Arcen zich aan het einde van de planuitwerking.



Figuur 1-2: De planfasen van de HWBP dijkversterkingen.

In de planuitwerkingsfase worden het voorkeursalternatief en eventuele restpunten verder geoptimaliseerd, uitgewerkt en gedetailleerd. Het uiteindelijke ruimtebeslag (hoogte en breedte) kan afwijken van het vastgestelde voorkeursalternatief.

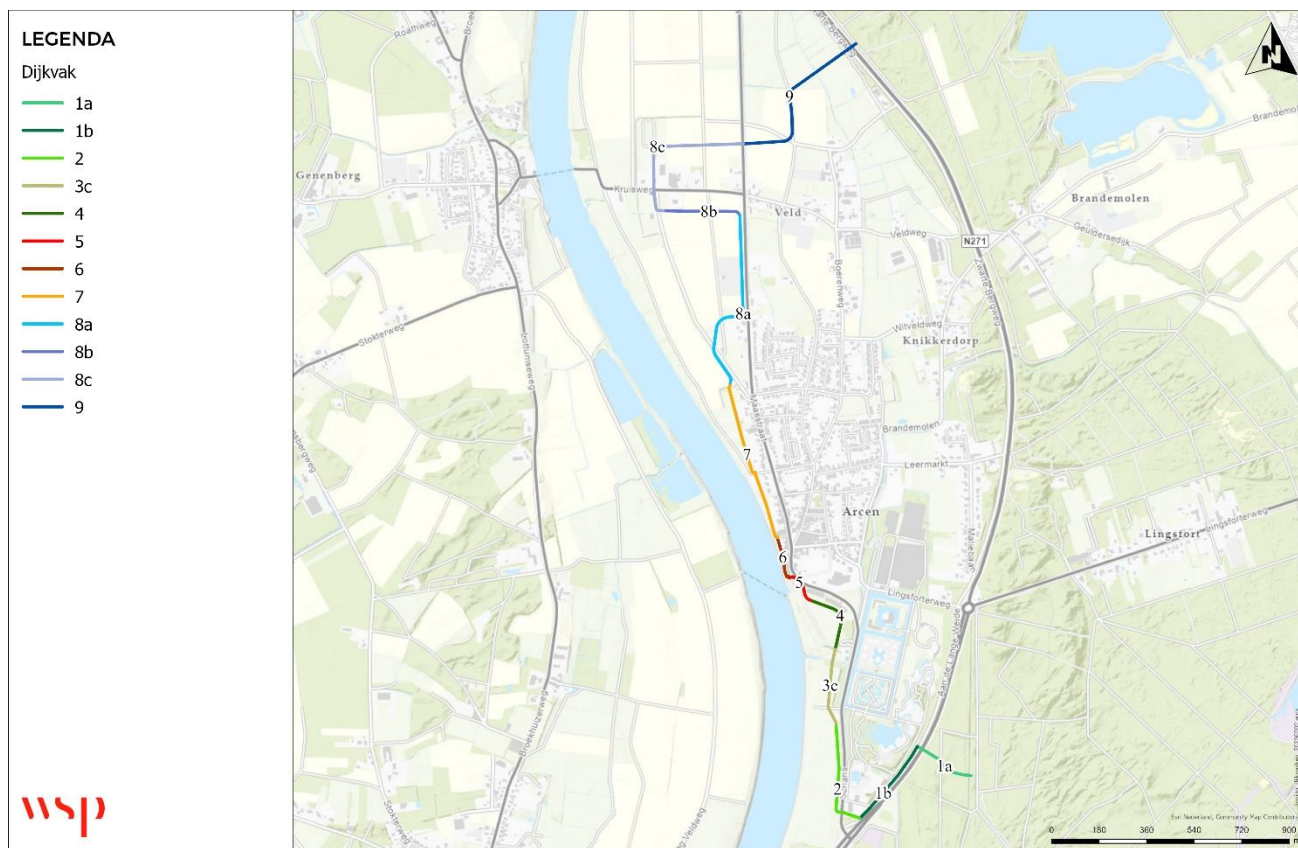
1.3 PROJECT ARCEN

Het project Arcen geeft invulling aan de doelstellingen vanuit verschillende programma's. Allereerst maakt het onderdeel uit van het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP Noordelijke Maasvallei), zoals beschreven in paragraaf 1.1. Het project heeft daarnaast een extra opgave meegekregen: de systeemopgave. Met deze systeemopgave wordt beoogd om zoveel mogelijk rivierbed te behouden en de stijging van de waterstand te voorkomen. In de verkenningfase zijn verschillende tracés voor de primaire waterkering onderzocht en vergeleken. Dit heeft geleid tot een bestuurlijk vastgesteld tracé voor nieuwe primaire waterkering (zie Figuur 1-3). De bestaande waterkering wordt geheel vervangen en, met name in het noordelijke deel, dichter tegen de bebouwde kom van Arcen aangelegd. In Arcen Midden wordt de waterkering uitgevoerd als een glazen wand óf als een zelfsluitende kering. In Arcen Noord en Arcen Zuid wordt een 'groene' kering aangelegd van grond die aansluit op de hoge gronden aan de rand van het Maasdal. Op een aantal plaatsen worden coupures aangelegd die bij hoogwater worden gesloten. Op maatwerklocaties en langs de kasteeltuin wordt geen groene kering aangelegd maar een verticale constructie (keermuur). In de planuitwerking wordt dit tracé nader uitgewerkt en geoptimaliseerd tot een referentieontwerp voor de waterkering dat de basis is voor de juridische procedures en de realisatiefase. Ten derde wordt met het project Arcen ook invulling gegeven aan de Kaderrichtlijn water (KRW). Naast het aanleggen en versterken van de primaire waterkering omvat het project ook het beekherstel van de Lingsforterbeek inclusief een vispassage bij de Wymarsche watermolen.

Tot slot is er nog sprake van verschillende meekoppelkansen die bijdragen aan de doelstelling voor het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit van het gebied. In de planuitwerkingsfase worden diverse wensen vanuit de omgeving meegenomen in het referentieontwerp:

- Dubbelzijdig fietspad vanaf zuidelijke molenvijver direct aan de nieuwe dijk gelegen bij de Schans tot de provinciale weg;
- Het verplaatsen van de bebouwde kom bij de Schans gecombineerd met een 30km-plateau en fietsoversteekplaats;
- Het parkeerterrein tegenover MFA uitbreiden met 7 parkeerplaatsen;
- Het herinrichten van het Schanstorenplein, inclusief terugbrengen oude gracht en suggestie van een brug in combinatie met de nieuwe te plaatsen kering met diverse wandelroutes;
- Het herinrichten/verbeteren van de Burgemeester Linderspromenade inclusief de nieuwe kering (landschappelijk en cultuurhistorisch passend);

- Het duiden op verschillende plekken van de landschappelijk cultuurhistorische waarde van het gebied gecombineerd met de dijkversterking-, of verlegging;
- Realiseren van een passantenhaven ter plaatse van de Schans (optioneel).



Figuur 1-3: Ligging van de dijkvakken voor het tracé bij Arcen.

1.4 SCOPE EN POSITIONERING DOCUMENT

Het grondstoffenplan heeft tot doel om de randvoorwaarden voor de vrijkomende en benodigde grondstoffen (grond en bouwstoffen) inzichtelijk te maken. Het grondstoffenplan geeft naast de randvoorwaarden vanuit de vigerende wet- en regelgeving ook de projectspecifieke randvoorwaarden weer. Op basis van deze randvoorwaarden wordt bepaald of met de voorziene grond- en bouwstoffenstromen het plan gerealiseerd (maakbaar en vergunbaar) kan worden met traditionele oplossingen. Het grondstoffenplan dient als input voor de interne kostenraming (betaalbaar) en wordt als informatief document aangeboden aan de marktpartijen voor de aanbestedingsfase.

Het grondstoffenplan draagt ook bij om vrijkomende grondstoffen optimaal te hergebruiken binnen het werk. Vanuit circulariteit en duurzaamheid geeft het grondstoffenplan reeds een eerste invulling aan de duurzaamheidsambities van Waterschap Limburg en het landelijke Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP).

Ten slotte is het grondstoffenplan ook gericht op het kunnen bepalen van de milieu-effecten in het MER.

Het grondstoffenplan is uitgewerkt voor de “groene” delen van de kering (Arcen Noord en Arcen Zuid) en de “grijze” delen van de kering (Arcen Midden, muur Kasteeltuinen/N-weg, coupures, Watermolen/vispassage, Hotel Roland en de kruisingen van de watergangen). De basis van het grondstoffenplan ligt in het uitvoeringsplan dat is opgesteld voor dit traject. Randvoorwaarden en uitgangspunten zijn omschreven in het uitvoeringsplan.

1.5 DISCLAIMER

Het grondstoffenplan is opgesteld gedurende de planuitwerkingsfase en kent een detailniveau op hoofdlijnen. De verdere detailuitwerking van het werk (EMVI en ontwerp) door de marktpartij en een verandering van de wet- en regelgeving (Omgevingswet) kan leiden tot andere inzichten en resultaten. De contracteisen zoals genoemd in de VSP/VSE zijn hierin leidend.

Leemte in kennis

In 2023 heeft Geonius nog een aanvullend milieukundig (water)bodemonderzoek uitgevoerd. Deze rapportage was nog niet beschikbaar voor het grondstoffenplan. De resultaten van dit onderzoek kunnen van invloed zijn op inhoud van dit document.

1.6 RELATIE GRONDSTOFFENPLAN, UITVOERINGSPLAN EN MKI-BEREKENING

Zowel het uitvoeringsplan, het grondstoffenplan als de MKI berekeningen zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden en gebaseerd op dezelfde uitgangspunten en aannames. Het ontwerp dient gerealiseerd te kunnen worden tegen acceptabele kosten. Daartoe dient een uitvoeringsplan te worden opgesteld waarin aandacht wordt besteed aan de realisatiefase. Knelpunten voor de realisatie dienen in het ontwerp te worden geëlimineerd, beheersmaatregelen dienen te worden vastgelegd. Het realiseren van een waterkering gaat vaak gepaard met het transporteren van grote hoeveelheden grond en bouwstoffen. Door tijdens het ontwerp aandacht te besteden aan deze kostenbepalende factor kan in de realisatiefase geld worden bespaard. Daartoe dient een grondstoffenplan te worden opgesteld waarin aandacht wordt besteed aan de realisatiefase. Daarnaast dienen de MKI-berekeningen te worden uitgevoerd om de referentiewaarde voor de integrale milieukosten van het ontwerp inzichtelijk te maken.

1.7 LEESWIJZER

Het grondstoffenplan bestaat uit de onderstaande delen:

- Een toelichting van de wettelijke kaders (hoofdstuk 2).
- Een overzicht van de gehanteerde informatiebronnen (hoofdstuk 3).
- Een uitwerking van de voorziene grondstromen (hoofdstuk 4).
- Een uitwerking van de voorziene bouwstofstromen (hoofdstuk 5).

2 WETTELIJKE KADERS

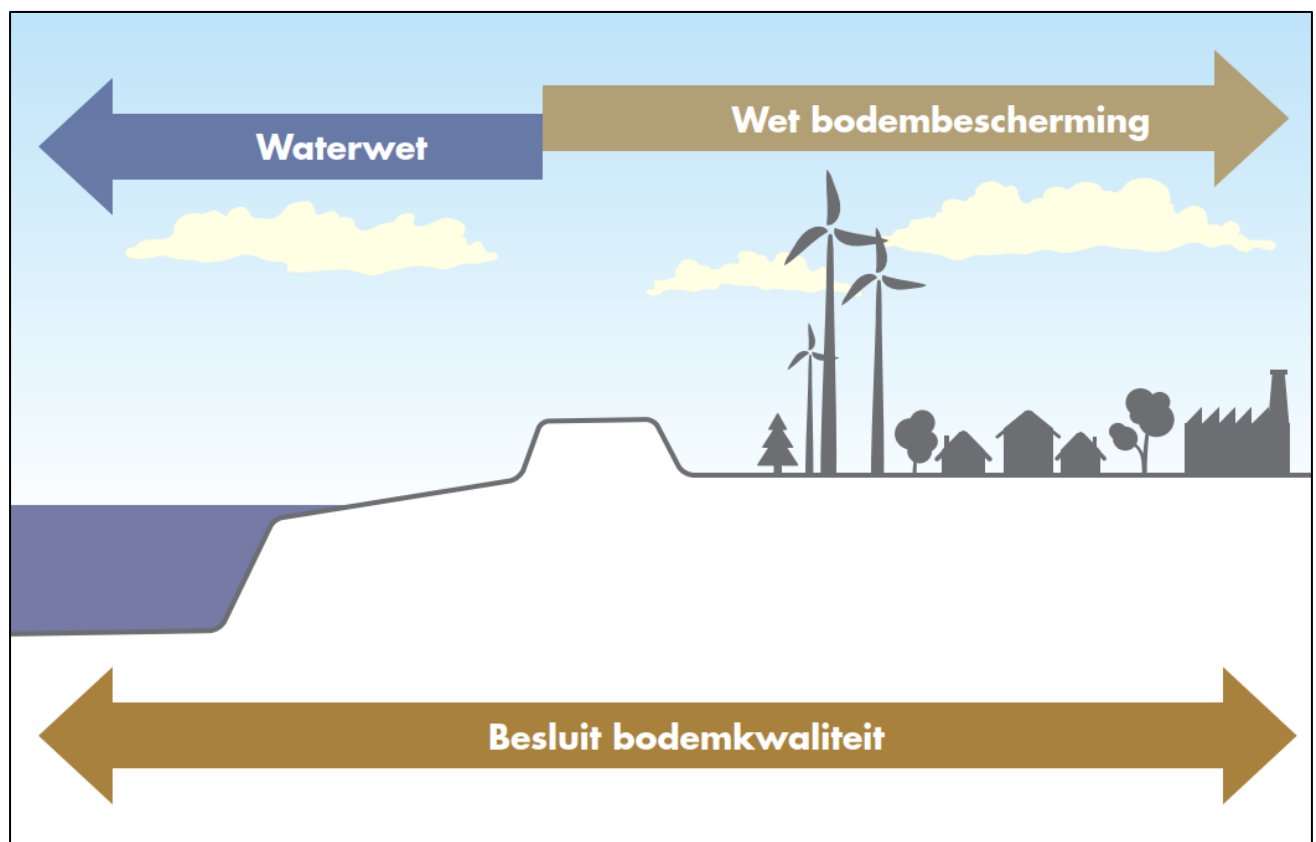
2.1 MILIEUTECHNISCHE KWALITEIT

2.1.1 ALGEMEEN

Ter plaatse van de waterkerende constructies (zoals dijklichaam, harde kering, hoge grond) vindt de overgang plaats van de Waterwet naar de Wet bodembescherming. De Waterwet geldt voor het buitendijks gebied en de Wet bodembescherming voor het binnendijks gebied. Beide vormen de wettelijke kaders voor omgang met (sterk) verontreinigde waterbodem respectievelijk landbodem.

De (beleidsmatige) grens tussen binnen- en buitendijks gebied is vastgelegd in de kaarten uit de Waterregeling. Een uitsnede van deze kaart voor DR65 Arcen is opgenomen in bijlage A. Het Besluit bodemkwaliteit vormt de regelgeving voor het toepassen van bodemmateriaal (en bouwstoffen) binnen waterbodem en landbodem. Deze regelgeving geldt zowel voor het binnendijks en buitendijks gebied en kent deels afwijkende regelgeving voor waterbodem en landbodem.

Onderstaande figuur (2.1) maakt inzichtelijk hoe de bodem wet- en regelgeving momenteel is geregeld binnen dijkversterkingsprojecten.



Figuur 2.1: Bodem wet- en regelgeving binnen dijkversterkingsprojecten (bron: Kragten)

De kaarten uit de Waterregeling geven duidelijk de beleidsmatige grens weer; deze liggen op de buitenkruinlijn voor primaire waterkeringen (artikel 3.1 Waterwet). Binnen het Maasdal liggen echter niet overal kerende constructie (zoals een dijklichamen) waardoor de ligging van deze beleidsmatige grens niet overal logisch lijkt. Daarnaast worden deze grenzen (na realisatie van de dijkversterking) aangepast. Onderstaand een nadere toelichting voor DR 65 Arcen.

Het gebied ten zuiden van de dijk bij de Wijmarsche Watermolen (Arcen Zuid) laat een opmerkelijk contour van deze grens zien. Ter plekke bevinden zich hoger en lager gelegen terreindelen (bron: www.ahn.nl) en geen kerende constructies. De grens ter plaatse lijkt arbitrair gekozen te zijn en volgt niet de laagtes en een (natuurlijke) hoogtes van het terraslandschap. De overstromingscontouren uit 1993/1995 (bron: De Maas hoogwater januari/februari 1995) en 2021 (bron: <https://storymaps.arcgis.com/stories/7488a4903f47499a9f765a23619eb2f4>) bevestigen de overstroming van de lager gelegen terreindelen. Deze terreindelen zijn echter grotendeels als drogere oevergebied (lees: landbodem) aangeduid.

Binnen de dijkversterkingsopgave van DR 65 Arcen zijn ook veel dijkerugleggingen en aansluitingen op hoge gronden voorzien. De nieuwe dijken worden gerealiseerd binnen gebieden die in de huidige situatie als landbodem worden aangeduid; drogere oevergebieden en niet gearceerde gebieden (kaarten Waterregeling). De huidige wet- en regelgeving voor landbodem is veelal minder ruim dan voor waterbodem, waardoor er mogelijk onvoldoende toepassingsruimte is voor het hergebruik van vrijkomende grondstromen binnen het gebied. Deze situaties kunnen aanleiding geven om deze beleidsmatige kaarten vooruitlopend op de realisatiefase aan te passen; door het verruimen van het areaal waterbodem. Deze situatie past ook bij het toekomstig gebruik (buitendijks gebied).

2.1.2 VIGERENDE WET- EN REGELGEVING

Wet bodembescherming (Wbb)

De Wet bodembescherming (Wbb) beoogt een effectieve bescherming te bieden voor de bodem en het zich daar in bevindende grondwater. Enerzijds bevat deze wet bepalingen ter regulering van handelingen die een bedreiging vormen voor de bodem en het grondwater. Anderzijds moeten bestaande verontreinigingen worden aangepakt en gesaneerd of beheerd. De Wbb stelt regels om de bodem te beschermen. De sanering van verontreinigde bodem en grondwater is door middel van de Wbb geregeld.

De Wbb regelt zaken rondom de omgang met sterk verontreinigde landbodem zoals:

- Geval van verontreiniging.
- Saneringsnoodzaak/spoedeisend.
- Saneringsdoelstellingen/terugsaneerwaarden.
- Herschikken binnen een geval.
- Saneringsplan of BUS-melding.
- Kritische werkzaamheden.
- Milieukundige begeleiding (MKB).

Drogere oevergebieden

Binnen de Rijkswateren, zoals de Maas, bevinden zich de zogenaamde 'drogere oevergebieden'. Deze gebieden bevinden zich talrijk langs de dijkversterkingsopgave binnen de Noordelijke Maasvallei; zo ook binnen DR 65 Arcen (zie bijlage A). Deze gebieden (veelal lager gelegen gebieden achter een kerende constructie) worden als landbodem gezien en vallen onder de Wbb.

Waterwet (Wtw)

Het waterbodembeheer is gereguleerd vanuit het watersysteembeheer. Dit houdt in dat de verbetering van de kwaliteit van de bodem en oevers van oppervlaktewaterlichamen, met uitzondering van drogere oevergebieden, onder de Waterwet (Wtw) valt. Waar de Wbb een saneringsplicht kent voor verontreinigde landbodems, kent de Wtw geen dergelijke plicht voor verontreinigde waterbodems. Het saneren van een waterbodem heeft lang niet altijd zin, zeker

niet als op voorhand eigenlijk al duidelijk is dat de waterbodem binnen de kortste tijd weer verontreinigd zal zijn door de blijvende aanvoer van (diffuse) verontreinigd sediment.

Voor de toetsing van waterbodems wordt gekeken naar de achterblijvende waterbodems na een ingreep. Een ingreep in de waterbodem mag er niet toe leiden dat de toestandsklasse van het waterlichaam (conform de Kaderrichtlijn Water, KRW) achteruit gaat. Uitgangspunt is dat waterbodems met een kwaliteit beter dan de interventiewaarde, geen negatieve beïnvloeding van de toestand van het waterlichaam zullen veroorzaken.

De Waterwet regelt zaken rondom de omgang met (sterk) verontreinigde waterbodem zoals:

- Het oppakken van waterbodem en de hiermee samenhangende lozingen op het oppervlaktewater; melding Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi) en indien de waterbodemkwaliteit >interventiewaarde het opstellen van een werkplan.
- Kwaliteit oppervlaktewater in relatie tot achterblijvende waterbodem; Beheerplan Rijkswateren (BPRW).
- Het gebruik van een waterstaatwerk (onderhoud, aanleg, wijziging); melding, opstellen projectplan, watervergunning.

Besluit bodemkwaliteit (Bbk)

Het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) geeft regels voor de toepassing van grond (landbodem), baggerspecie (waterbodem) en bouwstoffen. Hiermee wordt gewaarborgd dat de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater als gevolg van de toepassing voldoende wordt beschermd. Het Bbk streeft naar een balans tussen de bescherming van de bodemkwaliteit voor mens en milieu én ruimte voor maatschappelijke ontwikkelingen. Deze balans noemen we duurzaam bodembeheer en het Bbk biedt hiervoor de kaders.

Onderstaand de meeste belangrijke aspecten voor grond/baggerspecie en bouwstoffen:

- De definitie van nuttige en functionele toepassingen.
- De toepassingsregels.
 - Generiek.
 - Grootschalige toepassing (GBT).
- De toepassingsnormen.
 - Generiek.
 - Gebiedspecifiek (LMW).
- De regels omtrent tijdelijke uitname.
- De regels omtrent tijdelijke opslag.
- De hoeveelheid bodemvreemd materiaal.
- De soorten erkende bewijsmiddelen.
- De noodzakelijke melding van een toepassing.
- Categorieën bouwstoffen:
 - Vormgegeven.
 - Niet-vormgegeven.
 - IBC-bouwstoffen.
- Normstelling bouwstoffen:
 - Samenstellingswaarde (organische parameters).
 - Emissiewaarde (anorganische parameters).
- Functionele toepassing van bouwstoffen in een werk.
- Terugnembaarheid van bouwstoffen.

Handelingskader PFAS

PFAS staat voor Poly- en Perfluor Alkyl Stoffen, een stofgroep die stoffen als PFOS en PFOA bevat. PFAS komt diffuus verspreid voor in de (water)bodem en wordt op veel plaatsen in gehalten boven de detectielimiet aangetroffen. Als gevolg daarvan treedt stagnatie op van het grondverzet. Het Handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie (d.d. december 2021) beoogt die stagnatie waar mogelijk op te heffen en biedt een landelijk

kader voor de omgang met PFAS-houdende grond. Het handelingskader PFAS vormt de basis voor het starten van het traject over het vastleggen van de omgang met PFAS-houdende grond in de regelgeving. Omdat sprake is van een invulling van de zorgplicht kan dit handelingskader, vooruitlopend op de aanpassing van de regelgeving, reeds worden gebruikt. In het handelingskader PFAS worden voorlopige toepassingswaarden geïntroduceerd voor hergebruik van PFAS-houdende grond.

2.1.3 (WATER)BODEMBELEID

Landbodem

Binnen de scope van de dijkversterkingsopgave Noordelijke Maasvallei (waar DR65 Arcen deel van uitmaakt) is recent een regionaal bodembeleid en een regionale bodemkwaliteitskaart (BKK) vastgesteld. Onderstaand een nadere toelichting.

Nota bodembeheer Limburg Noord 2020-2029

De Nota bodembeheer Limburg Noord 2020-2029 is een gemeenschappelijke nota van de 15 Noord- en Midden-Limburgse gemeenten. In de Nota staat hoe de regio omgaat met bodemverontreiniging en welke mogelijkheden er zijn voor het toepassen en hergebruiken van grond. De Nota geeft regels en richtlijnen voor iedereen die bij het voorbereiden van projecten of het uitvoeren van bodemwerken rekening moet houden met de kwaliteit van de bodem.

Bodemkwaliteitskaart Limburg Noord

De 15 Noord- en Midden-Limburgse gemeenten hebben naast een gezamenlijke Nota bodembeheer ook een gezamenlijke bodemkwaliteitskaart (BKK). De BKK Limburg Noord geeft de bodemkwaliteit (NEN en PFAS) weer binnen deze regio; de gemeentegrenzen vormen hierbij geen begrenzing. De BKK geeft inzicht in de bodemkwaliteit van de bodemlagen van 0,0 tot 0,5 m-mv en van 0,5 tot 2,0 m-mv. De BKK is opgesteld om grondverzet op een efficiënte, kosteneffectieve en verantwoorde manier mogelijk te maken tussen de gemeenten.

Nota bodembeheer en BKK Limburg Noord: https://experience.geowebonline.nl/GeoWeb56/index.html?viewer=BKK_Limburg

Bodembeleid Wet bodembescherming

De gemeente Venlo is bevoegd gezag Wet bodembescherming. Voor de omgang met sterk verontreinigde grond en grondwater wordt verwezen naar het bodembeleid (zie www.venlo.nl).

Waterbodem

Zowel Rijkswaterstaat als Waterschap Limburg hebben geen gebiedsspecifiek bodembeleid gedefinieerd. Beide maken gebruik van het generieke bodembeleid (Bbk).

2.1.4 OMGEVINGSVERORDENING LIMBURG

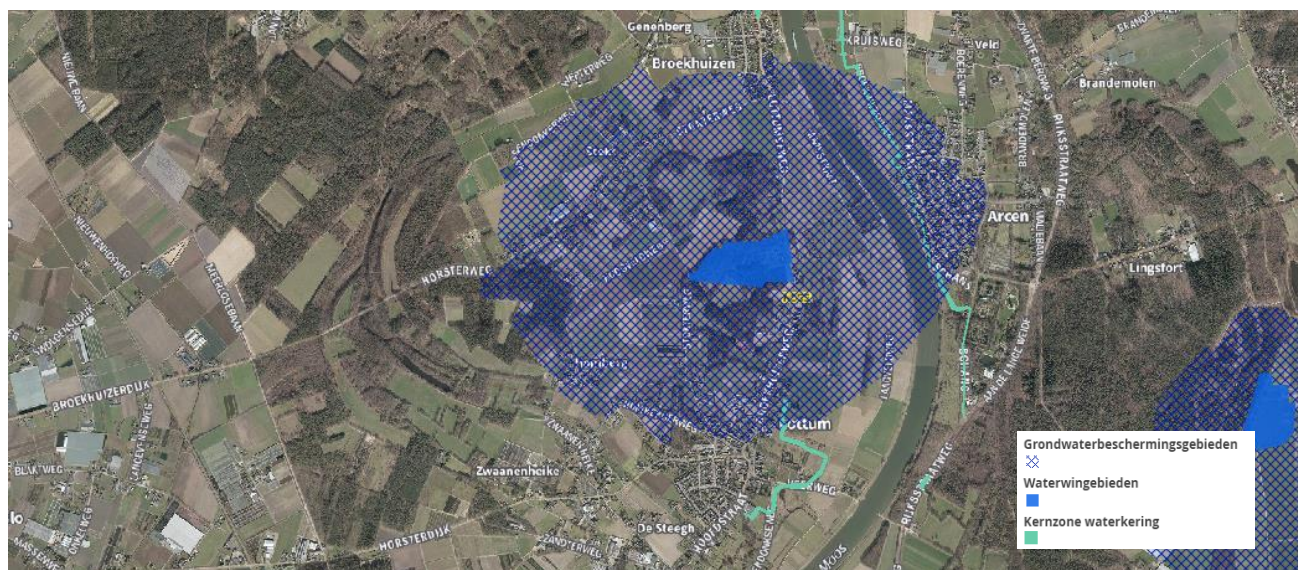
Milieubeschermingsgebieden

In de Omgevingsverordening Limburg 2014 staan onder ander regels die betrekking hebben milieubeschermingsgebieden. Binnen waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden worden bodemkwaliteitseisen gesteld aan het toepassen van grond. Onderstaand een overzicht van deze eisen. De ligging van deze milieubeschermingsgebieden zijn te raadplegen op www.limburg.nl.

Tabel 2-1. Kwaliteitsklassen toe te passen grond bij verschillende milieubeschermingsgebieden.

MILIEUBESCHERMINGSGEBIED	BODEM	KWALITEITSKLASSE TOE TE PASSEN GROND
Waterwingebied	Landbodem	AW2000
	Waterbodem	AW2000
Grondwaterbeschermingsgebied	Landbodem	Wonen
	Waterbodem	A

Onderstaande figuur geeft het grondwaterbeschermingsgebied weer ter hoogte van DR 65 (Arcen).



Figuur 2.2: Situering grondwaterbeschermingsgebieden en waterwingebieden ten opzichte van bestaande waterkering (bron: www.limburg.nl).

Bovengenoemde kwaliteitsklassen gelden ook voor een grootschalige bodemtoepassing (GBT). Dit betekent dat het kernlichaam van een GBT binnen een grondwaterbeschermingsgebied maximaal klasse Wonen of klasse A mag bevatten. Overwogen kan worden om te onderzoeken of het mogelijk is een ontheffing aan te vragen om grond met een afwijkende kwaliteitsklasse binnen dit gebied toe te passen.

2.1.5 BEVOEGD GEZAG

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bevoegde gezagen binnen het projectgebied van DR 65 Arcen.

Tabel 2-2. Bevoegde gezagen binnen het dijktraject.

WET- EN REGELGEVING	LANDBODEM	WATERBODEM	BOUWSTOFFEN
WET BODEMBESCHERMING	Gemeente Venlo*	-	-
WATERWET	-	Rijkswaterstaat (Rijkswateren)** Waterschap Limburg (regionale wateren)	-

WET- EN REGELGEVING	LANDBODEM	WATERBODEM	BOUWSTOFFEN
BESLUIT BODEMKWALITEIT	Gemeente Venlo Provincie Limburg***	Rijkswaterstaat (Rijkswateren)** Waterschap Limburg (regionale wateren) Provincie Limburg***	Rijkswaterstaat (Rijkswateren)** Waterschap Limburg (regionale wateren) Provincie Limburg***

*De gemeente Venlo is een zogenaamde 'rechtstreekse gemeente' en is bevoegd gezag voor alle Wbb-taken binnen haar grondgebied.

**kaarten Waterregeling (waterkwaliteit)

***Grondwaterwingebied en grondwaterbeschermingsgebied

2.1.6 TOEKOMSTIGE WET- EN REGELGEVING

Naar verwachting zal per 1 januari 2024 de bestaande bodem wet- en regelgeving (bijna volledig) overgaan binnen de Omgevingswet. In de Omgevingswet is de bodemkwaliteitszorg geïntegreerd in het omgevingsbeleid. Bodemzorg is dan meer dan voorheen gericht op het duurzaam gebruik van de bodem en ecosysteemdiensten. In deze context verschuift dan ook het accent van de bodemkwaliteitszorg van chemische kwaliteit naar de kwaliteit van het bodemsysteem als geheel.

De nadere invulling op basis van de Omgevingswet valt vooralsnog buiten de scope van dit grondstoffenplan. Ter indicatie geeft onderstaande tabel reeds enkele (niet limitatief) verschillen weer tussen het Besluit bodemkwaliteit en de Omgevingswet.

Tabel 2-3. Verschillen tussen Besluit Bodemkwaliteit en de omgevingswet.

BESLUIT BODEMKWALITEIT	OMGEVINGSWET
Nuttig en functioneel toepassing	Functionele toepassing
Normering waterbodembodem: AW, A, B, NT	Normering waterbodembodem: Niet, licht, matig en sterk verontreinigd
Normering landbodembodem: AW, Wonen, Industrie, NT	Normering landbodembodem: Landbouw/natuur, Wonen, Industrie, matig en sterk verontreinigd
Gebiedspecifiek beleid: Stand still op gebiedsniveau Bodembeheergebied definiëren	Maatwerkregels of maatwerkvoorschriften: Stand still op gebiedsniveau Bodembeheergebied definiëren
Erkend bewijsmiddel/milieuhygiënische verklaring	Milieuverklaring bodemkwaliteit

2.2 GEOTECHNISCHE KWALITEIT

De eisen met betrekking tot de geotechnische kwaliteit van de te realiseren kering staan omschreven in de Nota van Uitgangspunten HWBP Noordelijke Maasvallei (november 2020). De kleibekleding van de kering moet bestaan uit categorie I klei, met daarboven een 0,3 m dikke teelaardelaag bestaande uit categorie III klei.

2.3 ARBO WETGEVING

Volgens de ARBO wet en het arbo-besluit moet iedere werknemer veilig en gezond kunnen werken. Om de veiligheid en gezondheid van medewerkers te garanderen is het werken met en in sterk verontreinigde grond gebonden aan strenge voorschriften en regelgeving. Voor het veilig, zorgvuldig en risicogestuurd werken met verontreinigde bodem, baggerspecie en grondwater is een methodiek ontwikkeld. In de CROW-publicatie 400 'Werken in en met verontreinigde bodem' is deze methodiek beschreven.

In deze richtlijn worden handvatten gegeven om risico's van blootstelling aan verontreinigde grond, baggerspecie of grondwater te voorkomen. De te nemen maatregelen worden beschreven in het V&G-plan en bevat in elk geval informatie over de verontreiniging en de risico's daarvan. Ook de veiligheidsklasse-indeling (voortkomend uit de CROW 400) en de beheersmaatregelen komen daarin aanbod. Het toepassingsgebied van CROW 400 is breed en omvat ook de werkzaamheden met bodemvreemde materialen in de bodem, zoals (secundaire) bouwstoffen. Definitieve bepaling van de werkzaamheden dienen door de HVK van de uitvoerend aannemer definitief bepaald te worden.

3 GEBIEDSSPECIFIEKE INFORMATIE

3.1 ALGEMEEN

Voor een nadere invulling van het grondstoffenplan zijn diverse informatiebronnen geraadpleegd. Enerzijds zijn dit openbare informatiebronnen en anderzijds zijn dit project specifieke informatiebronnen (ontvangen van de opdrachtgever).

3.2 OPENBARE INFORMATIE

3.2.1 BEHEERGRENZEN

De kaarten bij de Waterregeling geven de begrenzing weer van de wateren in beheer bij Rijkswaterstaat. Een uitsnede van deze kaart voor DR65 Arcen is opgenomen in bijlage A. De groene gekleurde gebieden (beheer waterkwaliteit) geven de gebieden weer die als waterbodem (Rijk) worden aangeduid. De geel gekleurde gebieden (drogere oevergebieden) en de niet gekleurde gebieden worden als landbodem gekarakteriseerd. Binnen de laatst genoemde gebieden bevinden zich de regionale wateren, welke ook als waterbodem worden gekarakteriseerd.

De dijkversterking van DR65 Arcen voorziet ook in een systeemmaatregel (dijk teruglegging). Dit zal ertoe leiden dat de kaarten bij de Waterregeling worden aangepast. Er ontstaat netto meer buitendijks gebied en dus meer waterbodem. Over het algemeen kent waterbodem ruimere hergebruiksmogelijkheden dan landbodem.

3.2.2 BODEMKWALITEITSKAART LIMBURG NOORD

Het deel landbodem van projectgebied van DR65 Arcen bevindt zich binnen het bodembeheergebied van de regio Limburg Noord. Voor deze regio is, naast een Nota bodembeheer, een bodemkwaliteitskaart (BKK Limburg Noord) opgesteld. Deze BKK geeft de landbodemkwaliteit (NEN en PFAS) weer binnen deze regio; bodemlagen van 0,0 tot 0,5 m-mv en van 0,5 tot 2,0 m-mv.

Op basis van de BKK Limburg Noord voldoet de te ontgraven grond aan onderstaande bodemkwaliteit.

NEN-parameters:

- Bovengrond: Landbouw/Natuur (AW2000).
- Ondergrond: Landbouw/Natuur (AW2000).

PFAS-parameters:

- Bovengrond: Landbouw/Natuur.
- Ondergrond: Landbouw/Natuur.

De BKK Limburg Noord kan als erkend bewijsmiddel (Bbk) worden gebruikt voor toepassingen binnen het projectgebied (deel landbodem). De Nota bodembeheer (paragraaf 2.2) en de PFAS-BKK Limburg Noord (paragraaf 5.4) omschrijven hiervoor de randvoorwaarden. Een vooronderzoek (NEN5725) blijft altijd noodzakelijk! Waterschap Limburg aanvaardt de BKK Limburg Noord als erkend bewijsmiddel (Bbk). **Dit dient nog door WSLimburg besloten te worden!**

Specifiek aandachtspunt voor DR65 Arcen (bron: PFAS-BKK Limburg Noord):

Toepassing in grondwaterbeschermingsgebieden en grondwaterwingebieden is alleen toegestaan met een partijkeuring als milieuhygiënische verklaring. Daarnaast moet voldaan worden aan het provinciaal toepassingsbeleid in deze gebieden.

3.3 ONTVANGEN INFORMATIE

3.3.1 ONTWERP

Voor het dijkversterkingstraject is, zoals in de inleiding reeds omschreven, onderscheid gemaakt tussen het detailniveau van het ontwerp van Arcen Midden en Arcen Noord en -Zuid. Voor Arcen Noord en -Zuid is een gedetailleerd ontwerp gemaakt. Voor Arcen Midden ligt er een ontwerp met een lager detailniveau; hier zal de aannemer uiteindelijk het gedetailleerde ontwerp voor maken.

Het grondstoffenplan is voor Arcen-Noord en Arcen-Zuid gebaseerd op:

- Concept ontwerp (WSP/Kragten, d.d. 23-09-2022, met een update voor het definitieve ontwerp d.d. d.d. 02-03-2023) voor het bepalen van de volumes grond.
- Uitvoeringsplan d.d. 20-04-2023 voor het bepalen van de volumes bouwstoffen.

Het grondstoffenplan is voor Arcen-Midden gebaseerd op:

- Ontwerp (Witteveen+Bos/Arcadis, kenmerk 2021, d.d. 05-01-2021) voor het bepalen van de volumes grond; ophogen van de tuinen (zelfsluitende kering).
- Uitvoeringsplan d.d. 20-04-2023 voor het bepalen van de volumes bouwstoffen.

3.3.2 ONDERZOEKEN (MILIEUKUNDIG)

Binnen het projectgebied van DR65 Arcen hebben een aantal milieukundige (water)bodemonderzoek plaatsgevonden. Onderstaand een nadere toelichting van deze onderzoek en de relevante informatie voor het grondstoffenplan.

Tabel 3-1. Vooronderzoeken 2021.

RAPPORT	
VOORONDERZOEK TER PLAATSE VAN HET HUIDIGE DIJKLICHAAM EN HET TOEKOMSTIGE TRACÉ VAN HET DIJKLICHAAM RONDOM DE DORPSKERN VAN ARCEN	
KENMERK	MA200271.013.R01.V1.0
DATUM	16.12.2021

RAPPORT
VOORONDERZOEK TER PLAATSE VAN HET HUIDIGE DIJKLICHAAM EN HET TOEKOMSTIGE TRACÉ VAN HET DIJKLICHAAM RONDOM DE DORPSKERN VAN ARCEN

ADVIESBUREAU	Geonius
RESULTATEN	Er zijn geen bijzondere aandachtslocaties/-gebieden geïnventariseerd tijdens het vooronderzoek die een totaal afwijkende bodemkwaliteit zouden veroorzaken. Bestaande dijklichaam: De bestaande dijk is als nooddijk aangelegd, waarbij niet bekend is wat voor materiaal is toegepast in deze dijk.
	Voor gedetailleerde informatie wordt verwezen naar de rapportage.

Tabel 3-2. Verkennend (water)bodemonderzoek (d.d. 2022)

RAPPORT	VERKENNEND (WATER)BODEMONDERZOEK TER PLAATSE VAN HET HUIDIGE DIJKLICHAAM EN HET TOEKOMSTIGE TRACÉ VAN HET DIJKLICHAAM RONDOM DE DORPSKERN VAN ARCEN
KENMERK	MA200271.013.R02.V5.0
DATUM	09.09.2022
ADVIESBUREAU	Geonius
RESULTATEN	Enkel de milieukwaliteit van het bestaande dijklichaam (deellocatie 34L.W) is als informatie gebruikt voor dit grondstoffenplan!
	Onderzoeksinspanning (bestaand dijklichaam): -15 boringen tot maximaal 2,0 m-mv (allen gesitueerd in Arcen-Noord) -10 analyses (C2-pakket) -1 analyses (PFAS)
	Bodemopbouw: -Bovengrond (overwegend leem, deels zand) -Ondergrond (zand en leem)
	Zintuiglijke verontreinigingen: In de boven- als de ondergrond zijn bijmengingen waargenomen (sporen baksteen/kolen/beton/aardewerk).
	Milieukwaliteit (NEN): -Bovengrond: klasse A/klasse Industrie -Ondergrond: overwegend AW, plaatselijk klasse A/klasse Industrie
	Milieukwaliteit (PFAS): -Bovengrond: onbekend -Ondergrond: gehalten ≤ detectiegrens
	Opmerkingen: -Het betreft een indicatief onderzoek. De milieukwaliteit is gebaseerd op slechts enkele waarnemingen (boringen/analyses). -Het bestaande dijklichaam tussen het Schansplein en de Wijmarsche watermolen zit niet binnen de scope van dit onderzoek.

Aanvullend (water)bodemonderzoek (d.d. 2023)

Op basis van de resultaten van het verkennend (water)bodemonderzoek (Geonius, 2022) en beter inzicht in de noodzakelijk maatregelen, vanuit het ontwerpproces, is een aanvullend (water)bodemonderzoek uitgevoerd door Geonius (d.d. 2023). De rapportage was nog niet beschikbaar. **De resultaten van dit onderzoek zijn niet meegenomen binnen de uitwerking van dit grondstoffenplan!**

3.3.3 ONDERZOEKEN (GEOTECHNISCH)

Door Geonius (en Inpijn-Blokpoel (2017) is langs het traject geotechnisch grondonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek bestond uit diverse sonderingen, machinale boringen en handboringen.

- Grondonderzoek t.b.v. aanleg dijk te Arcen, projectnummer GA211060, Geonius, 2021.
- Geotechnisch onderzoek Dijkkring 65 Waterschap Limburg te Limburg, documentnummer 02P008617-04-RG-65-def2, Inpijn-Blokpoel, 5 september 2017.

Het geotechnisch onderzoek is enkel informatief meegenomen in dit grondstoffenplan.

3.3.4 INFORMATIE HARDE KERING ARCEN MIDDEN

Van Waterschap Limburg zijn diverse documenten ontvangen (Grontmij, d.d. 1995-1997) omtrent gedetailleerde maatvoering van de harde kering (Arcen-Midden). Deze informatie is slechts informatief voor dit grondstoffenplan.

3.3.5 CONTRACTEISEN

Het grondstoffenplan geeft naast de randvoorwaarden vanuit de vigerende wet- en regelgeving ook de projectspecifieke randvoorwaarden weer. Deze projectspecifieke randvoorwaarden staan vermeld in het document Vraagspecificatie Eisen (VSE) en maakt deel uit van het contract. Onderstaande tabel geeft een opsomming van deze eisen.

SYS-00013	De waterkering dient gedurende de realisatie van de werkzaamheden minimaal op het bestaande veiligheidsniveau te zijn, waarbij voldaan wordt aan het Protocol 'Werken aan de waterkering'. Opdrachtnemer dient aan te tonen dat (zowel binnen als buiten het hoogwaterseizoen): - het bestaande veiligheidsniveau van de waterkering binnen de vastgestelde reactietijd gegarandeerd blijft; - het handelingsperspectief voor het (eventueel) herstellen van de waterkering aantoonbaar geborgd is (benodigde maatregelen voor het instandhouden van het bestaande veiligheidsniveau); - aangesloten wordt op de calamiteitenorganisatie van het waterschap.
SYS-00080	De bovenste 30 cm van het grondwerk ter plaatse van de aansluiting van het maaiveld aan de binnen- en buitendijkse zijde van de te realiseren harde waterkering dient teelaarde te zijn. Zodat de private eigenaren hierop zelf weer hun tuin kunnen aanplanten. De aan te brengen (ophoog)grond dient te zijn voorzien van een milieuhygiënische verklaring waaruit blijkt dat de grond geschikt is voor gebruik 'wonen met tuin'.
SYS-00131	Thermisch gereinigde grond of thermisch gereinigd zand dient niet te worden toegepast.
SYS-00173	De toplaag van de verholten kering in dijkvak 1 dient te bestaan uit bosgrond, waarbij minimaal de bestaande toplaag wordt afgegraven en opnieuw wordt toegepast in de dijk in dijkvak 1.

4 GRONDSTROMEN

4.1 INZICHT GRONDSTROMEN

4.1.1 INLEIDING

Binnen het project komen grondstromen vrij en worden diverse grondstromen benodigd. Om de (in situ) volumes inzichtelijk te maken is het concept-ontwerp (d.d. 04.11.2022) gehanteerd. De totaalvolumes wijken enigszins af van het definitief-ontwerp. Hiervoor is een correctiefactor gehanteerd, om te voldoen aan de hoeveelheden uit het meest recente ontwerp (d.d. 02.03.2023). Voor Arcen midden zijn de volumes grond gehanteerd uit het VKA (zelfsluitend), de volumes zijn niet significant veranderd in het huidige ontwerp. Daarnaast zal door de aannemer een definitief ontwerp gemaakt worden. Hieronder zijn de gehanteerde uitgangspunten samengevat.

Uitgangspunten volumebepaling (Arcen Noord en Zuid)

- Concept Ontwerp (d.d. 04.11.2022); 3D model.
 - Totaalvolumes.
 - Deelvolumes: teelaarde, kleilaag, kernlichaam, ondergrond.
 - In bijlage B is een overzicht opgenomen met de berekende deelvolumes.
- Definitief Ontwerp (d.d. 02.03.2023); 3D model.
 - Totaalvolumes.
 - De deelvolumes zijn niet opnieuw bepaald. De afwijking op de totaalvolumes zijn verwerkt op de deelvolumes.
 - Afwijking Arcen Noord en Zuid: +10% ten opzichte van concept-O.
 - Afwijking aansluiting op hoge grond: +80% ten opzichte van concept-O.
- Principeprofielen.
 - Ter plaatse van het bestaande en het nieuwe dijklichaam zijn principe profielen bepaald (afstand circa 50m).
 - Het volume/m wordt vermenigvuldigd met lengte tussen de profielen.
 - De berekende volumes en de principeprofielen zijn opgenomen in bijlage B.
- Ontgraven en aanvullen van bestaand dijklichaam.
 - Gescheiden ontgraven: teelaarde en kleilaag/kernmateriaal (in verband met mogelijk hergebruik binnen nieuwe dijklichaam).
 - Tot 1m-mv onder dijklichaam (exclusief eventuele voor- af achterlandverbeteringen).
 - Cunet aanvullen tot omliggend maaiveld.
- Aanbrengen van nieuw dijklichaam.
 - Teelaarde ontgraven.
 - Ontgraven tot circa 1m-mv ter plaatse van klei inkassingen.
 - Opbouw conform ontwerp.

Uitgangspunten volumebepaling (Arcen Midden)

- Ontwerp Witteveen+Bos, kenmerk 2021, d.d. 05.01.2021; opgenomen in bijlage C.
- Enkel de volumes voor het ophogen van de tuinen.
- Volumes berekend voor variant glazen kering (groter volume dan zelfsluitende kering).

Opmerking

Eventuele lokale extra volumes (buiten het dijklichaam zelf) voor op- en afritten en aansluitingen zitten niet binnen de berekende volumes.

Het ontwerp van de Wijmarsche Watermolen en de vispassage (Lingsforterbeek) is onvoldoende in detail uitgewerkt om een nauwkeurige inschatting van de volumes te bepalen.

4.1.2 GRONDSTROMEN

Binnen het projectgebied DR65 Arcen komen de onderstaande (in situ) volumes aan grondstromen vrij en worden benodigd.

Arcen Noord

Binnen Arcen Noord zijn onderstaand grondvolumes voorzien.

GRONDSOORT	VRIJKOMEND (M ³)	BENODIGD (M ³)
BESTAAND DIJKLICHAAM_ONTGRAVEN TOPLAAG (TEELARDE)	17.000	-
BESTAAND DIJKLICHAAM_ONTGRAVEN KLEILAAG+KERNLICHAAM (TOT 1M-MV, KWALITEIT ONBEKEND)	29.000	-
BESTAAND DIJKLICHAAM_AANBRENGEN ZAND/GROND	-	18.000
BESTAAND DIJKLICHAAM_AANBRENGEN TEELARDE TOT MV	-	5.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AFGRAVEN 1M -MV (INKASSING/INTANDING)	14.000	-
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN KERNLICHAAM	-	17.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN KLEI (CAT 1+2)	-	27.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN KLEI (CAT 1+2)	-	24.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN GROND	-	-
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN TOPLAAG (TEELARDE)	-	12.000
TOTAAL	60.000	103.000

Arcen Zuid

Binnen Arcen Zuid zijn onderstaand grondvolumes voorzien.

GRONDSOORT	VRIJKOMEND (M ³)	BENODIGD (M ³)
BESTAAND DIJKLICHAAM_ONTGRAVEN TOPLAAG (TEELARDE)	23.000	-
BESTAAND DIJKLICHAAM_ONTGRAVEN KLEILAAG+KERNLICHAAM (TOT 1M-MV, KWALITEIT ONBEKEND)	8.000	-
BESTAAND DIJKLICHAAM_AANBRENGEN ZAND/GROND	-	4.000
BESTAAND DIJKLICHAAM_AANBRENGEN TEELARDE TOT MV	-	1.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AFGRAVEN 1M -MV (INKASSING/INTANDING)	6.000	-
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN KERNLICHAAM	-	5.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN KLEI (CAT 1+2)	-	9.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN KLEI (CAT 1+2)	-	9.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN GROND	-	11.000
NIEUW DIJKLICHAAM_AANBRENGEN TOPLAAG (TEELARDE)	-	4.000
WIJMARSCH WATERMOLLEN EN VISPASSAGE (LINGSFORTERBEEK)	Vooralsnog niet nauwkeurig bekend	Vooralsnog niet nauwkeurig bekend
TOTAAL	37.000	43.000

Arcen Midden

Binnen Arcen Midden zijn onderstaand grondvolumes voorzien.

GRONDSOORT	VRIJKOMEND (M ³)	BENODIGD (M ³)
TUINEN_ONTGRAVEN TOPLAAG (TEELAARDE)	7.000	-
TUINEN_AANBRENGEN OPHOOGMATERIAAL	-	6.000
TUINEN_AANBRENGEN BOVENGROND	-	15.000
TOTAAL	7.000	21.000

4.2 MOGELIJKHEDEN GRONDVERZET

4.2.1 ALGEMEEN

Het uiteindelijke grondverzet wordt bepaald door tal van factoren. Alleen als deze factoren samengaan met elkaar, zullen er mogelijkheden ontstaan voor grondverzet. Deze factoren zijn (niet limitatief):

- Kwaliteitseisen
 - Geotechnisch.
 - Milieukundig (NEN- en PFAS-parameters).
- Contract eisen (VSE).
- Vergunningseisen (onder andere stikstofdepositie ruimte).
- Beschikbaarheid (planning).
 - Hergebruik grondstromen uit bestaande dijklichaam; belemmerend werkt dat er geen hoogwatervrije periode meer is.
 - Extern te leveren grondstromen zoals dijkklei.
 - Mogelijkheden voor tijdelijke opslag.
- Veel gebruikte EMVI-criteria:
 - Duurzaamheid.
 - Circulariteit.
 - Minimaliseren van overlast naar de omgeving.
 - CO2-reductie.
- Kosten.

De grondbalans (paragraaf 4.1.2) toont aan dat het project DR65 Arcen netto een grondtekort heeft. Dit versterkt de behoefte om de vrijkomende grondstromen zo veel als mogelijk te hergebruiken binnen het werk. Hergebruik van grondstromen uit het te ontmantelen dijklichaam en vrijkomende teelaarde zijn belangrijke opgaves.

Binnen dit grondstoffenplan worden enkel de milieukundige kwaliteitseisen uitgewerkt voor toepassingen van traditionele dijkversterkingsmaatregelen.

Aandachtspunt toepassen grondstromen in de tuinen (Arcen Midden)

Door het aanpassen van de ligging van de harde kering kan er ook een verschuiving plaatsvinden van waterbodembodem naar landbodem (kaarten Waterregeling). De landbodem kent strengere toepassingseisen (dubbele toets). De kwaliteit van de toe te passen grondstromen moet passen bij de toekomstige bodemfunctie (wonen met tuin); voorafgaand aan de aanpassing van de kaarten (Waterregeling). Daarnaast liggen de tuinen reeds grotendeels binnen het grondwaterbeschermingsgebied. Hiervoor gelden ook strengere toepassingseisen (zie paragraaf 2.1.4). Dit aandachtspunt is ondervangen door SYS-00080 (zie paragraaf 3.3.5).

Handelingskader grondverzet dijkversterkingen Noordelijke Maasvallei

Momenteel stelt Kragten een Handelingskader grondverzet dijkversterkingen Noordelijke Maasvallei op voor Waterschap Limburg. Dit handelingskader voorziet in het zoveel als mogelijk hergebruiken van gebiedseigen grond binnen de dijkversterkingsprojecten van het programma HWBP Noordelijke Maasvallei. Het handelingskader is het resultaat van haalbare en gedragen oplossingen die verkent zijn en geeft een nadere invulling van de milieuhygiënische kaders van het grondstromenproces, specifiek gericht op de uitvoeringspraktijk van dijkversterkingsprojecten. De verwachting is dat deze eind 2023 wordt vastgesteld.

4.2.2 TIJDELIJKE DEPOTS/TIJDELIJKE OPSLAG

Voor informatie omtrent tijdelijke depotlocaties wordt verwezen naar het uitvoeringsplan.

Het Bbk biedt voldoende ruimte voor het tijdelijke opslag van vrijkomende grondstromen. Onderstaand een overzicht:

- Maximaal 3 jaar op landbodem.
- Maximaal 10 jaar op waterbodem.
- Looptijd van de werkzaamheden (bij tijdelijke uitname).

4.2.3 TIJDELIJKE UITNAME (INTERNE GRONDSTROMEN)

Voor tijdelijke uitname van grond stelt het Bbk geen extra verplichtingen. Dit is dus toegestaan zonder kwaliteitsbepaling, toetsing aan de functie en melding. De voorwaarde hierbij is dat de grond niet wordt bewerkt en op of nabij dezelfde plaats en onder dezelfde condities opnieuw in dezelfde toepassing wordt teruggebracht. Ook blijft de zorgplicht van toepassing. De term 'op of nabij' geeft enige speelruimte. Dit betekent dat de grond of baggerspecie niet precies op dezelfde plaats moeten worden toegepast, maar wel binnen dezelfde toepassing. Rijkswaterstaat hanteert hierbij in beginsel een afstand van 300 m.

Een voorbeeld hiervan zou het (gescheiden) ontgraven van een te ontmantelen dijklichaam zijn. Een nadere toelichting:

- Door de top laag (teelaarde) en het onderliggende kernmateriaal (veelal klei/leem/zand) separaat te ontgraven, kan deze weer als nieuw dijklichaam ('nabij') terug worden geplaatst. De top laag van het dijklichaam zou ook gebruikt kunnen worden als toekomstige top laag van het op te vullen cunet ('op') wat ontstaat door het ontgraven van het dijklichaam.
- De aangetoonde gehalten (Geonius 2022, gehalten < interventiewaarde landbodem en waterbodem) geven ook geen aanleiding tot zorgplicht.

Het 'Handvat tijdelijke uitname van grond en baggerspecie' (Agentschap NL, kenmerk mca/201004004, d.d. 07.07.2010) bevat een checklist om te beoordelen of een voorziene tijdelijke uitname daadwerkelijk past binnen de reikwijdte van dit artikel.

4.2.4 TOEPASSEN (INTERNE GRONDSTROMEN)

De milieukundige kwaliteit van de top laag van het bestaande dijklichaam voldoet aan de maximale waarde A (waterbodem) of de maximale waarde industrie (landbodem). Deze milieukwaliteit (klasse A) voldoet aan de gebiedskwaliteit van de bovengrond van de uiterwaarden (Maasdal) waardoor de vrijkomende top laag als top laag van het aan te vullen cunet (van het te ontmantelen dijklichaam) gebruikt kan worden.

De milieukwaliteit van het kernmateriaal uit het bestaande dijklichaam is veelal schoner (veelal kwaliteit AW) . De gemiddelde kwaliteit voldoet aan de toepassingsnormen voor een grootschalige bodemtoepassing (GBT) binnen de nieuwe dijk. Aandachtspunt hierbij is de noodzakelijke minimale hoogte van 2m voor het kernlichaam.

4.2.5 TOEPASSEN (EXTERNE GRONDSTROMEN)

De milieukundige kwaliteit van extern toe te passen grondstromen (met name klei) dienen te voldoen aan de generieke toepassingseisen (Bbk).

4.2.6 AFVOER GRONDSTROMEN

Het project kent een netto grondtekort. Dit versterkt de behoefte om de vrijkomende grondstromen zo veel als mogelijk her te gebruiken binnen het werk. Voor de eventuele afvoer van grondstromen buiten het project zullen kwaliteitsgegevens aangeleverd dienen te worden ten behoeve van de ontvangende partij/verwerker.

Indien er sprake is van een externe toepassingslocatie dan is een erkend bewijsmiddel (Bbk) noodzakelijk. In onderstaande gevallen kan er reeds sprake zijn van een erkend bewijsmiddel:

- Toepassen van vrijkomende landbodem: Mogelijk biedt de BKK Limburg Noord (in combinatie met een vooronderzoek) reeds een erkend bewijsmiddel; zie paragraaf 3.2.2.
 - Het waterbodemonderzoek (Geonius, d.d. 2023) kan mogelijk dienen als erkend bewijsmiddel (Bbk). Dit dient nader bepaalt te worden.
-

4.2.7 UITVOERINGSASPECTEN

Voor overige uitvoeringsaspecten omtrent het grondverzet wordt verwezen naar het uitvoeringsplan.

5 BOUWSTOFSTROMEN

5.1 INZICHT BOUWSTOFFENSTROMEN

5.1.1 INLEIDING

Binnen de werkgrens van het project komen naast grond ook diverse bouwstoffen vrij. De steenachtige bouwstoffen zijn inzichtelijk gemaakt voor het project. Hiervoor is gebruik gemaakt van de BGT (Basisregistratie Grootchalige Topografie). Dit is een actuele en betrouwbare digitale kaart van Nederland waarop de inrichting van de fysieke omgeving staat weergegeven.

De contour van het ontwerp (veelal de werkgrens) is, middels GIS, over de BGT gepositioneerd. Hierdoor wordt een projectspecifieke 'uitsnede' van de BGT gemaakt met een overzicht van de aanwezige materialisatie binnen het project.

Naast een geografisch overzicht van de diverse aanwezige materialen binnen het projectgebied kunnen op basis van verkregen oppervlaktes en een aanname omtrent diktes een goede inschatting gemaakt worden van in situ volumes aan steenachtige bouwstoffen. Overige niet steenachtige bouwstoffen (zoals damwanden, glas) zijn opgenomen in het uitvoeringsplan.

Groeperen van materialen

De BGT kent een veelvoud van inrichtingstypes. Om het overzichtelijk te houden hebben we onderstaande inrichtingstypes samengevoegd tot nieuwe bouwstoffengroepen.

NIEUWE BOUWSTOFFENGROEP	INRICHTINGSTYPE BGT
BETON	Betonelement, cementbeton, betonstraatsteen, grasklinkers, sierbestrating, tegels
(KADE)MUUR	Muur, kademuur
ZAND	Grind*, zand*
BEBOUWING	Pand, schuur

**Grind en zand worden hier als bouwstof beschouwd, gezien hun functie als verhardingslaag.*

Geografisch overzicht van steenachtige bouwstoffen

In bijlage D is een overzicht opgenomen van de steenachtige materialen binnen het projectgebied.

Enkele opmerkingen

Het ontwerp van de Wijmarsche watermolen en de vispassage (Lingsforterbeek) zit niet volledig binnen de gehanteerde contour van het ontwerp! Ter plaatse kunnen ook nog bouwstoffen vrijkomen.

Overige aanwezige bouwstoffen in de ondergrond (zoals buizen en riolering) zitten niet in dit overzicht! Hiervoor wordt verwezen naar het uitvoeringsplan.

Damwanden zijn enkel aanwezig in Arcen Midden en worden niet verwijderd. Binnen het uitvoeringsplan is gewerkt met de aanname dat de bestaande keermuur over het traject Arcen Midden met 1 m wordt verlaagd.

5.1.2 BOUWSTOFFENVOLUMES

Binnen het projectgebied DR65 Arcen komen de onderstaande (in situ) volumes aan steenachtige bouwstoffen vrij. Het uitvoeringsplan geeft een inschatting van de benodigde volumes.

BOUWSTOFGROEP	Vrijkomend (m ³)			Benodigd (m ³)
	Oppervlakte (m ²)	Dikte (m)*	In situ volume (m ³)	
ASFALT	16.973	0,15	2.546	Zie uitvoeringsplan***
BETON	6.421	0,1	642	
GEBAKKEN KLINKERS	2.247	0,1	225	
PUIN	676	0,2	135	
ZAND	3.542	0,2	708	
SCHELLEN	690	0,05	35	
ERF	19.290	0,2	3.858	
HALF VERHARD	391	0,2	78	
OPEN VERHARDING	775	0,1	155	
(KADE)MUUR	189	2,0	378	
PAND	2.135	Ntb	Ntb	
FUNDERINGSLAAG**	-	-	8.462	

*Gemiddelde dikte op basis van:

-Asfalt: onderzoek Geonius (2022); diktes tussen 0,06-0,68m

-Kademuren: worden tot 1,0m-mv verwijderd (aangenomen worden dat de hoogte van de kademuren 1m+mv bedraagt). Onbekend is of de aanwezige coupures ook binnen het vlak van de kademuur liggen.

-Overige: inschatting

**Funderingslaag onder verharding (som oppervlakte asfalt+beton+gebakken klinkers*1,1*0,3m)

***De benodigde volumes zijn afhankelijk van de nadere detailuitwerking van het ontwerp door de marktpartij. In het uitvoeringsplan is een inschatting gemaakt van de volumes.

5.2 MOGELIJKHEDEN BOUWSTOFFENVERZET

5.2.1 ALGEMEEN

De bovengenoemde tabel toont aan dat er veel bouwstoffen vrijkomen binnen het werk. Het uitvoeringsplan geeft een inschatting van de benodigde volumes bouwstoffen. Of de vrijkomende bouwstoffen direct hergebruikt kunnen worden in het werk hangt sterk af van de kwaliteit (restlevensduur) van de vormgegeven bouwstoffen. Veelal worden vrijkomende bouwstoffen verwerkt tot granulaten (niet vormgegeven bouwstoffen). De milieukundig en civieltechnisch eigenschappen bepalen dan de hergebruiksmogelijkheden. Binnen dit grondstoffenplan worden enkel de milieukundige kwaliteitseisen uitgewerkt.

5.2.2 TIJDELIJKE DEPOTS/TIJDELIJKE OPSLAG

Voor informatie omtrent tijdelijke depotlocaties wordt verwezen naar het uitvoeringsplan.

De (tijdelijke) opslag van bouwstoffen wordt niet gereguleerd door het Bbk. Bouwstoffen moeten altijd, dus ook als deze in opslag liggen, aan de kwaliteitseisen voldoen.

5.2.3 TIJDELIJKE UITNAME (INTERNE BOUWSTOFFEN)

Voor bouwstoffen die tijdelijk worden verplaatst of uit een werk weggenomen stelt het Bbk geen extra verplichtingen. In deze situaties hoeft de kwaliteit van de bouwstoffen niet te worden bepaald en de toepassing niet te worden gemeld. Dit vermindert de administratieve lasten voor situaties die in de praktijk geen milieurisico's opleveren. De voorwaarde hierbij is dat de bouwstoffen niet worden bewerkt en op of nabij dezelfde plaats en onder dezelfde condities opnieuw in het werk worden toegepast. Dit waarborgt dat de samenstelling en emissie van de bouwstoffen niet verandert. Ook blijft de zorgplicht van toepassing. De term 'op of nabij' geeft enige speelruimte. Dit betekent dat de bouwstoffen niet exact op dezelfde plaats moeten worden toegepast, maar wel binnen hetzelfde werk.

Van de vrijkomende bouwstoffen zullen met name bestratingsmateriaal (gebakken klinkers en beton) of het schelpenmateriaal via tijdelijke uitname hergebruikt kunnen worden binnen het werk.

Voor de overige bouwstoffen geldt ook dat er naast de mogelijkheden vanuit de milieuregeling ook civieltechnische eisen worden gesteld, waardoor tijdelijke uitname niet altijd mogelijk is.

5.2.4 TOEPASSEN (INTERNE BOUWSTOFFEN)

Het vrijkomende bouw- en sloopafval (zoals sloop kademuren, panden, beton) kunnen binnen het werk hergebruikt worden tot (meng)granulaat voor noodzakelijke funderingslagen.

De BRL 2506 beschrijft de werkwijze voor het toepassen van dit recyclinggranulaat welke ontstaat bij de bewerking van steenachtige afvalstoffen in een (mobiele) bewerkingsinstallatie. Het bevat naast milieukundige eisen (Bbk) ook civieltechnische eisen.

5.2.5 TOEPASSEN (EXTERNE BOUWSTOFFEN)

De milieukundige kwaliteit van extern toe te passen bouwstoffen dienen te voldoen aan de toepassingseisen (Bbk).

De kwaliteit dient aangetoond te worden middels een milieuhygiënische verklaring (zoals partijkeuring, erkende kwaliteitsverklaring of fabrikant-eigenverklaring). Voor enkele natuursteenproducten hoeven geen kwaliteitseisen bepaald te worden.

5.2.6 AFVOER BOUWSTOFFEN

Binnen het waterbodemonderzoek (Geonius, 2023) is ook het asfaltonderzoek opgenomen. Vooralsnog is het uitgangspunt dat het vrijkomende asfalt teerhoudend is en afgevoerd dient te worden naar een erkend verwerker. Teerhoudend asfalt betreft asfalt met samenstellingswaarde >75 mg/kg d.s. voor PAK's (som).

Voor de eventuele afvoer van overige bouwstoffen (zoals verhardingslagen) zullen kwaliteitsgegevens aangeleverd dienen te worden ten behoeve van het aanleveren bij een erkende verwerker. Het waterbodemonderzoek (Geonius, 2023) geeft mogelijk reeds een indicatie van de milieukwaliteit van deze vrijkomende bouwstoffen.

5.2.7 UITVOERINGSASPECTEN

Voor overige uitvoeringsaspecten omtrent het grondverzet wordt verwezen naar het uitvoeringsplan.

OVERZICHT BIJLAGE(N)

Bijlage A

- Kaart waterregeling

Bijlage B

- Volumes grond Arcen Noord en Zuid

Bijlage C

- Volumes grond Arcen Midden

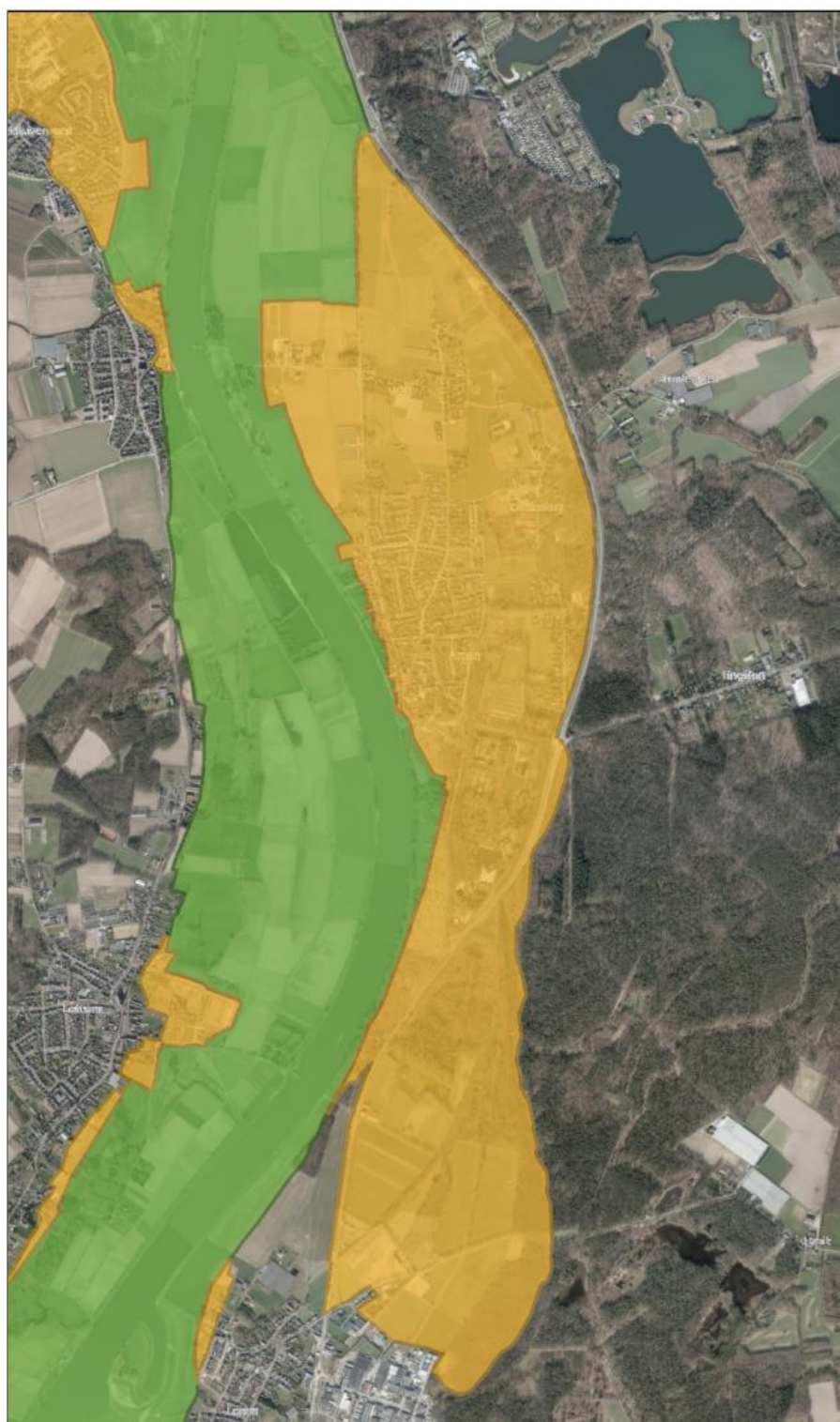
Bijlage D

- Overzicht Bouwstoffen

BIJLAGE

A

KAART WATERREGELING



Legenda

- Drogere Oevergebieden
- Waterkwaliteit



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

1.000 0 500 1.000
Kilometers

Gebruik van de kaart: Deze kaart geeft een indicatie van de werkelijkheid weer.
Deze kaart is niet bedoeld voor gedetailleerd gebruik of voor ontfangen van informatie
voor operationele besluiten ter plaatse.

Auteur: -Auteur-

Datum: 16-05-2023

Schaal: 1:25,000

BIJLAGE

B

VOLUMES GROND
ARCEN NOORD EN
ZUID

BIJLAGE

C

VOLUMES GROND
ARCEN MIDDEN



BIJLAGE

D

OVERZICHT
BOUWSTOFFEN

NOTITIE MILIEU-IMPACT EN CIRCULARITEIT ARCEN

PROJECT	Planuitwerking Arcen
PROJECTNUMMER	WAB019011
ONDERWERP	Notitie milieu-impact en circulariteit Arcen
AUTEUR	Sanne Lahaije
DATUM	12 mei 2023

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	2
2	MILIEU-IMPACT (MKI)	2
2.1	MKI berekening grondverzet	3
2.1.1	Scope	3
2.1.2	Hoeveelheden	3
2.1.3	Uitgangspunten	5
2.1.4	Invoer dubocalc	6
2.1.5	Resultaten	7
2.1.6	MKI per object	7
2.1.7	MKI per fase van de levenscyclus	9
2.2	MKI-berekening stalen damwand	11
2.2.1	Uitgangspunten	11
2.2.2	Resultaten	11
2.2.3	MKI stalen damwand	11
2.2.4	MKI per fase van de levenscyclus	12
2.3	MKI-berekening Betonwerk	13
2.3.1	Resultaten	15
2.3.2	Resultaten per locatie en constructie	15
2.3.3	Resultaten per fase van de levenscyclus	16
3	CIRCULAIR PEIL INDEX (CPI)	17
4	CONCLUSIE	21
	BIJLAGEN	22
A.	Uitwerking dubocalc bouwblokken	22
B.	Details Zwaartepuntanalyse grondwerk	23
C.	Details zwaartepuntanalyse betonwerk	26

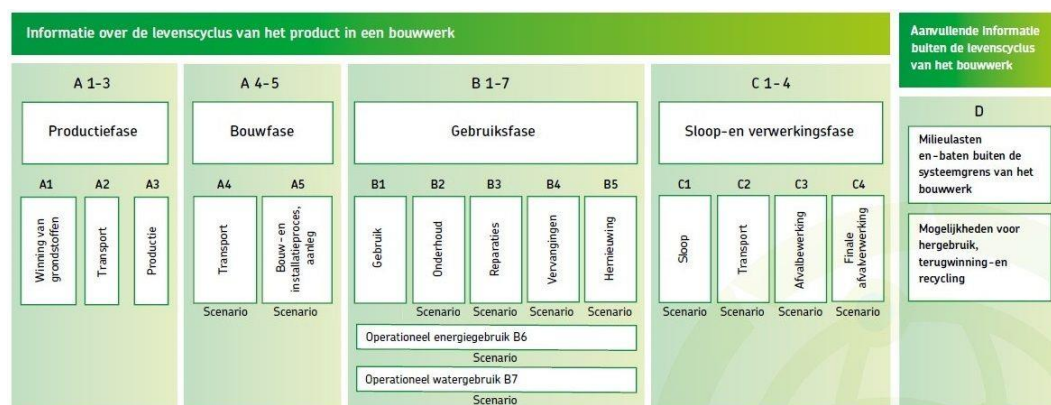
1 INLEIDING

Waterschap Limburg heeft de ambitie om duurzaamheid in de planuitwerkingsfase en realisatiefase van de dijkversterking en -verlegging in Arcen te waarborgen. Om inzicht te krijgen in de thema's circulariteit, energie en klimaat uit de Duurzaamheidsroos van het HWBP is met de softwaretool DuboCalc de milieu-impact van het grondverzet, de stalen damwand en het betonwerk uit het referentieontwerp van de planuitwerkingsfase in beeld gebracht. Daarnaast is het instrument de Circulaire Peiler toegepast om de toegepaste inspanningen op het gebied van circulariteit inzichtelijk te maken. In deze notitie worden de berekeningen en resultaten toegelicht. Het maakt op hoofdlijnen de milieu-impact van het project inzichtelijk en biedt handvatten om deze in de realisatiefase verder te reduceren.

2 MILIEU-IMPACT (MKI)

Om in beeld te brengen waar de grootste milieu-impact ligt van het materiaalgebruik en bijbehorende werkzaamheden voor het versterken en verleggen van de dijk bij Arcen zijn MKI-berekeningen uitgevoerd voor het referentieontwerp. Deze milieukostenindicator (MKI) is berekend voor het *grondverzet*, de *stalen damwand* en het *betonwerk*. Hiervoor is gebruik gemaakt van het programma Dubocalc versie 6.0. De MKI drukt de milieu-impact uit in euro's. Hoe lager de MKI, hoe lager de impact op het milieu. De MKI neemt 11 milieueffecten mee, waaronder ook de uitstoot van CO₂.

De MKI wordt berekend voor de gehele levenscyclus van de materialen, dat wil zeggen fase A1 tot en met fase D (zie Figuur 1). Dit betreft dus de milieu-impact gerelateerd aan de materialen zelf, zoals winning, productie en transport, maar ook de impact van bijbehorende werkzaamheden zoals het aanbrengen en het beheer en onderhoud van de materialen. Er wordt uitgegaan van een levensduur van 100 jaar. Deze notitie omschrijft de uitgangspunten die zijn genomen voor de referentie-berekening. Daarnaast worden de resultaten toegelicht en wordt een zwaartepunt-analyse uitgevoerd per object (materiaalgebruik en werkzaamheden) en per levenscyclusfase.



Figuur 1 - Fases in de levenscyclus van producten

In het programma DuboCalc is gebruik gemaakt van de door het HWBP gedeelde bouwblokken die zijn samengesteld uit de Nationale Milieudatabase: *HWBP Dijkversterking PU-fase*. Om een zo goed mogelijke weerspiegeling te creëren van de toegepaste materialen en werkzaamheden, zijn de elementen uit de HWBP-bouwblokken aangepast aan de uitgangspunten die zijn opgesteld voor deze referentieberekening. De volgende paragrafen lichten specifiek de uitgangspunten en berekeningen toe voor het *grondverzet* (zie paragraaf 2.1), de *stalen damwand* (zie paragraaf 2.2), en

het betonwerk (zie paragraaf 2.3). De invoer voor het grondverzet van het bestaand en toekomstig werk is weergegeven in Tabel 6 en Tabel 7. De invoer voor de stalen damwand is weergegeven in Tabel 9. De invoer voor het betonwerk is weergegeven in Tabel 11. Daarnaast geeft Bijlage A een gedetailleerder overzicht van de ingevoerde elementen uit DuboCalc.

2.1 MKI BEREKENING GRONDVERZET

Ten eerste wordt de MKI berekend voor het grondverzet. In deze paragraaf lichten we de scope en uitgangspunten toe.

2.1.1 SCOPE

De MKI-berekening van het grondverzet is onderverdeeld in werkzaamheden in de deeltrajecten Arcen-Noord, -Midden en -Zuid. De grondwerkzaamheden voor de maatwerklocatie Rooland, het Schanstorenplein, de kistdam en vispassage bij de watermolen en de keermuur langs de kasteeltuin Arcen zijn niet meegenomen in de scope van de berekeningen voor het grondverzet. De lengtes die zijn gehanteerd voor de trajecten, staan weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 Lengtes dijktrajecten Noord, Midden en Zuid

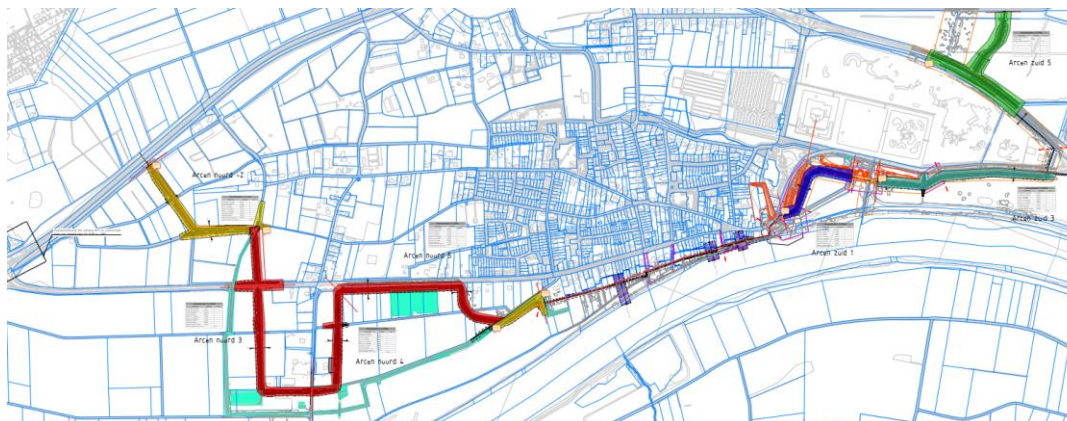
Trajecten	Lengtes (streckende meter)
Arcen-Noord	4.128
Arcen-Midden	936
Arcen-Zuid	1.560

2.1.2 HOEVEELHEDEN

De MKI-berekeningen voor het *grondverzet* in Arcen-Noord, Midden en -Zuid worden uitgevoerd voor materialen en werkzaamheden gerelateerd aan de bestaande kering (zie Figuur 2) en de toekomstige kering (zie Figuur 3).



Figuur 2 Fasering werk bestaand - grondverzet Arcen-Noord en -Zuid



Figuur 3 Fasering werk toekomstig – Arcen-Noord en -Zuid

Onderstaande tabellen geven weer met welke hoeveelheden is gerekend per traject (Noord, Midden en Zuid). Ten eerste worden voor het grondverzet de hoeveelheden en materialen gerelateerd aan de bestaande kering weergegeven in Tabel 2. Dit betreft onder andere het afgraven van aanwezige grond. In Arcen-Midden vindt geen grondverzet plaats voor de bestaande kering. Tabel 3 geeft ditzelfde weer voor het werk aan de toekomstige kering, zoals het aanbrengen van kernmateriaal. Het afgraven en aanbrengen van halfverharding (onderhoudspad) is uit de scope gelaten, omdat, wegens de zeer kleine volumes ten opzichte van de andere materialen en de bijdrage aan de totale impact verwaarloosbaar is.

Tabel 2 Hoeveelheden grondverzet werk bestaand – Arcen-Noord, -Midden en -Zuid

Grondverzet	Noord (m3)	Midden (m3)	Zuid (m3)	Totaal
Teelaarde (dikte = 0,3m) afgraven	17.127	-	22.915	40.042
Kernmateriaal afgraven	8.240	-	28.501	36.741
Teelaarde (dikte = 0,3m) aanbrengen	5.266	-	1.272	6.538
Grond aanvullen	17.553	-	4.241	21.794
Totaal	48.186	-	56.929	105.115
<i>Verskil ten opzichte van Noord</i>	-	-	+ 8.743	

Tabel 3 Hoeveelheden grondverzet werk toekomstig – Arcen-Noord, -Midden en -Zuid

Grondverzet	Noord (m3)	Midden (m3)	Zuid (m3)	Totaal
Kernmateriaal aanbrengen	16.819	-	4.591	21.410
Klei aanbrengen	35.179	-	17.221	52.400
Ontgraving grond tbv kleikist	14.321	-	5.361	19.682
Teelaarde (dikte = 0,3m) aanbrengen	11.684	-	4.015	15.699
Grond aanbrengen	0	21.498	10.669	32.167
Totaal	78.003	21.498	41.857	141.358
<i>Verskil ten opzichte van Noord</i>	-	- 56.505	- 36.146	-

2.1.3 UITGANGSPUNTEN

Hergebruik

Voor de berekening is uitgegaan van het scenario waarbij de helft van de grond en de helft van de teelaarde die vrijkomt bij het verwijderen van de bestaande kering wordt hergebruikt en waarbij geen klei wordt hergebruikt. Dit is deels gebaseerd op de milieutechnische kwaliteit van de bestaande dijken maar ook op de fasering en efficiëntie die daarin gevonden kan worden. Dit betreft een uitgangspunt, maar is zeker geen eis. De ambitie is natuurlijk om zoveel mogelijk grond te hergebruiken.

Tabel 4 laat zien hoe het hergebruik van grond en teelaarde wordt toegepast. De grond die wordt hergebruikt dekt dus niet de volledige behoefte voor het project, waardoor alsnog grond en teelaarde zal moeten worden aangevoerd. Voor het aanbrengen van de grond in Arcen Midden wordt *geén* gebruik gemaakt van hergebruikte grond, wegens de kwaliteitseisen die aan deze grond worden gesteld. Tabel 5 geeft weer hoe de hergebruikte hoeveelheden zijn verdeeld over Arcen-Noord en -Zuid. De hoeveelheden die worden hergebruikt zijn op basis van procentuele verhouding verdeeld over Arcen-Noord en -Zuid. Ter voorbeeld: grond/zand aanvullen (bestaand werk) betreft 17.553 m³ in Arcen-Noord (81%), en 4.241 m³ in Arcen-Zuid (19%). Van de 7.701 m³ grond die wordt hergebruikt voor het aanvullen van grond/zand in het bestaand werk, zal daarom 81% (6.238 m³) worden toebedeeld aan Arcen-Noord, en 19% (1.463) aan Arcen-Zuid.

Tabel 4 Hoeveelheden hergebruik en aanvoer

	Ontgraven bestaande dijk	Hergebruiken	Nodig voor project	Extra aanvoer nodig
Grond	36.741 m ³	18.371 m ³ (50%)	53.873 m ³	35.503 m ³
Teelaarde	40.042 m ³	20.020 m ³ (50%)	22.237 m ³	2.217 m ³
Klei	19.682 m ³	0 (0%)	67.710 m ³	67.710 m ³

Tabel 5 Verdeling hergebruikte grond en teelaarde

Grondsoort	Hoeveelheid herbruikbaar	Werkzaamheden waarbij ingezet	Hoeveelheid hergebruikt materiaal ingezet (% van benodigd materiaal)
Grond (afgraven bestaande dijk)	18.371 m ³	Aanbrengen grond (toekomstig werk)	10.669 m ³ (100%)
		Grond/zand aanvullen (bestaand werk)	7.701 m ³ (35%)
Teelaarde (afgraven teelaarde bestaande dijk)	20.020 m ³	Leeflaag aanbrengen (toekomstig werk)	15.699 m ³ (100%)
		Aanbrengen teelaarde (bestaande dijk)	4.321 m ³ (66%)

Depotplaatsing

Er wordt uitgegaan van het in een depot plaatsen van de grond die wordt aangeleverd alvorens de grond naar het eindlocatie wordt gebracht voor verwerking in de dijk. Dit heeft betrekking op

zowel grond, teelaarde en klei. Klei wordt vanaf het schip naar het depot gebracht en vanaf het depot naar het project. Ook in het geval van hergebruik wordt uitgegaan van het plaatsen in een depot.

Transport

Voor het transporteren over de weg is uitgegaan van een Euro 5 vrachtwagen. Voor de afstand vanaf de winningslocatie naar het depot is 18 kilometer per as aangehouden. Voor de afstand van het depot naar de locatie van aanbrengen is 3 kilometer per as aangehouden. Voor het leveren van klei per binnenvaartschip is uitgegaan van levering vanuit België en daarmee een afstand van 100 kilometer en een afstand naar het depot van 3 kilometer. Deze afstanden zijn als uitgangspunt gekozen op basis van verwachte herkomst en gangbare locaties van depots en leveranciers.

2.1.4 INVOER DUBOCALC

Onderstaande Tabel 6 en Tabel 7 geven weer welke elementen uit de door het HWBP gedeelde bouwblokken in DuboCalc zijn ingevoerd voor het grondverzet. In de tabel is aangeven om hoeveel procent van de grond het gaat. Wanneer bijvoorbeeld (een deel van de) grond wordt hergebruikt, wordt minder of geen grond 'geleverd' van ver.

Tabel 6 Dubocalc invoer: grondverzet bestaand werk

Grondverzet	Invoer DuboCalc HWBP Dijkversterking PU-fase	
	Leveren/ontgraven	Afvoeren/aanbrengen
Teelaarde afgraven	Teelaarde ontgraven per as (100%)	Grond afvoeren per as (50%)
Kernmateriaal afgraven	Grond ontgraven per as (100%)	Grond afvoeren per as (50%)
Teelaarde aanbrengen	Leveren van grond per as (31%)	Grond aanbrengen per as (100%)
Grond aanvullen	Grond leveren per as (64%)	Grond aanbrengen per as (100%)

Tabel 7 Dubocalc invoer: grondverzet toekomstig werk

Grondverzet	Invoer materiaal	
	Leveren/ontgraven	Afvoeren/aanbrengen
Kernmateriaal aanbrengen	Grond leveren per as (100%)	Grond aanbrengen (100%)
Klei aanbrengen	Klei leveren per schip (100%)	Klei aanbrengen per as (x2-depot) (100%)
Ontgraving t.b.v kleikist	Grond ontgraven per as (100%)	Grond afvoeren per as (100%)
Teelaarde aanbrengen (*)	-	Aanbrengen grond per as (100%)
Grond aanbrengen (Arcen Noord en Zuid)	-	Grond aanbrengen per as (100%)
Grond aanbrengen (Arcen Midden)	Grond leveren per as (100%)	Grond aanbrengen per as (100%)

(*) Teelaarde afgraven en aanbrengen: Het aanbrengen van teelaarde is in DuboCalc ingevoerd als het "leveren van grond" in combinatie met het "aanbrengen van grond". Hierbij wordt namelijk uitgegaan van het leveren per as over 18 kilometer, en het aanbrengen van grond vanuit een depot. Er is niet gekozen voor het element "leveren van teelaarde" omdat dit een afstand van 50 kilometer betreft. De MKI van teelaarde en grond is nagenoeg gelijk.

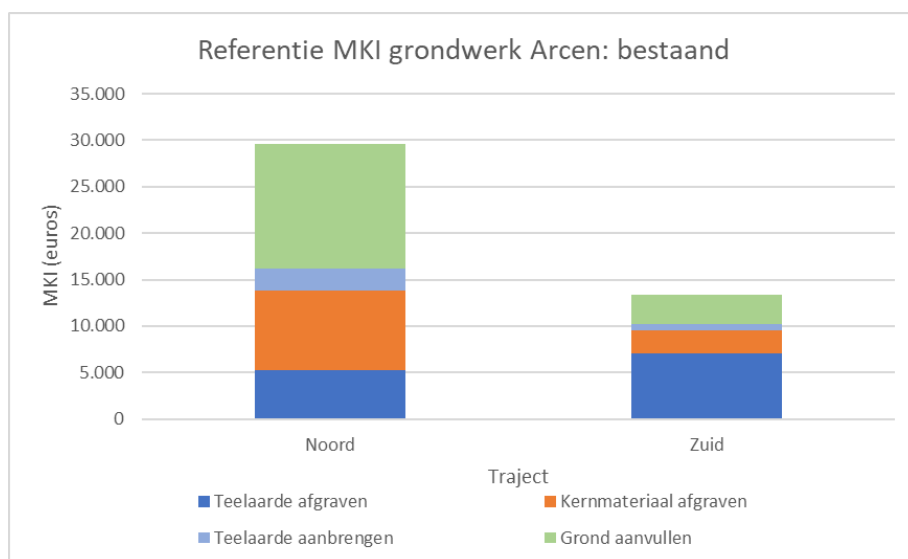
2.1.5 RESULTATEN

Deze paragraaf geeft de resultaten weer van de MKI-berekeningen voor het grondverzet in Arcen. Een zwaartepuntanalyse is uitgevoerd voor zowel de objecten (materialen en werkzaamheden) als de fases van de levenscyclus om inzicht te krijgen in waar de meeste impact ligt. Ook is in sommige gevallen een deel van de MKI toe te schrijven aan *MKI-toeslag*. Dit houdt in dat er materialen ingevoerd zijn waarvan de data niet gebaseerd is op een specifieke leverancier, maar op bijvoorbeeld een branchegemiddelde. Omdat dit een inschatting is, wordt een zogenoemde toeslag berekend om te compenseren voor deze onzekerheid. Deze toeslag is ook meegenomen in de resultaten, om een beeld te krijgen van de hoeveelheid MKI die verlaagd kan worden door het gebruik van specifiekere data. Paragraaf 2.1.6 geeft de resultaten weer per object. De kleuren in de staafgrafieken tonen de activiteiten. In paragraaf 2.1.7. worden de resultaten weergegeven per fase van de levenscyclus.

2.1.6 MKI PER OBJECT

Bestaande kering Noord: De milieu-impact die is berekend voor het werk aan de bestaande kering, wordt voornamelijk veroorzaakt door het *aanvullen van grond* en het *afgraven van het kernmateriaal* (zie oranje en lichtgroen in Figuur 4). Het afgraven van teelaarde draagt slechts weinig bij aan de totale MKI. De grote impact gerelateerd aan het afgraven van kernmateriaal, wordt voornamelijk veroorzaakt door het grote volume aan kernmateriaal (30.336 m³). Het afgraven van teelaarde draagt met name weinig bij door het kleine volume aan teelaarde (5.600m³): De MKI-waardes per m³ voor het afgraven van kernmateriaal (0,54) en voor het afgraven van teelaarde (0,55), liggen namelijk dicht bij elkaar. Het *aanvullen van grond* heeft een relatief hoge MKI per m³ (1,1) en betreft daarnaast ook een groot volume aan grond (18.671 m³).

Bestaande kering Zuid: De milieu-impact van het grondverzet voor de bestaande kering in Arcen-Zuid is beperkt ten opzichte van Arcen-Noord. Ook hier veroorzaken het *afgraven van kernmateriaal* (oranje) en het *aanvullen van grond* (lichtgroen) de hoogste impact, met name door het relatief grote volume. De impact gerelateerd aan afgraven teelaarde, en het aanbrengen van teelaarde is hier verwaarloosbaar.



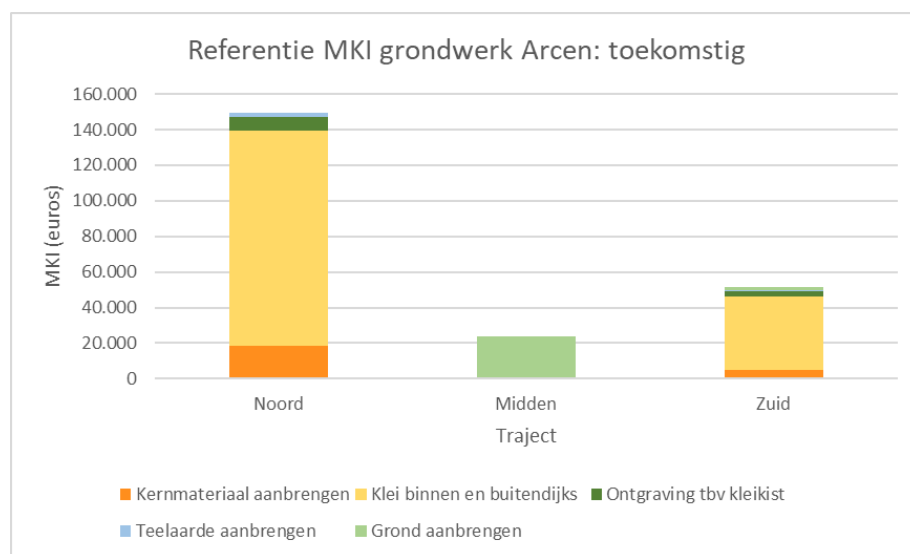
Figuur 4 Referentie MKI-berekening grondwerk bestaand, voor Arcen-Noord en -Zuid

Toekomstige kering Noord: Figuur 5 geeft de MKI-resultaten weer voor de werkzaamheden aan de toekomstige kering. Het aanbrengen van de klei binnen- en buitendijks (geel) veroorzaakt in

Arcen-Noord de meeste impact. Deze impact valt voor een groot deel te wijten aan het grote volume klei dat aangebracht wordt. Daarnaast ligt ook de MKI voor het leveren van klei per schip relatief hoog (1,66). De MKI-waardes voor de activiteit die (op het klei aanbrengen na) de meeste impact veroorzaken, zoals het aanbrengen van kernmateriaal (1,1), en het aanbrengen van teelaarde (1,1), liggen lager. Daarnaast gaat het bij deze activiteiten om veel kleinere volumes aan materiaal.

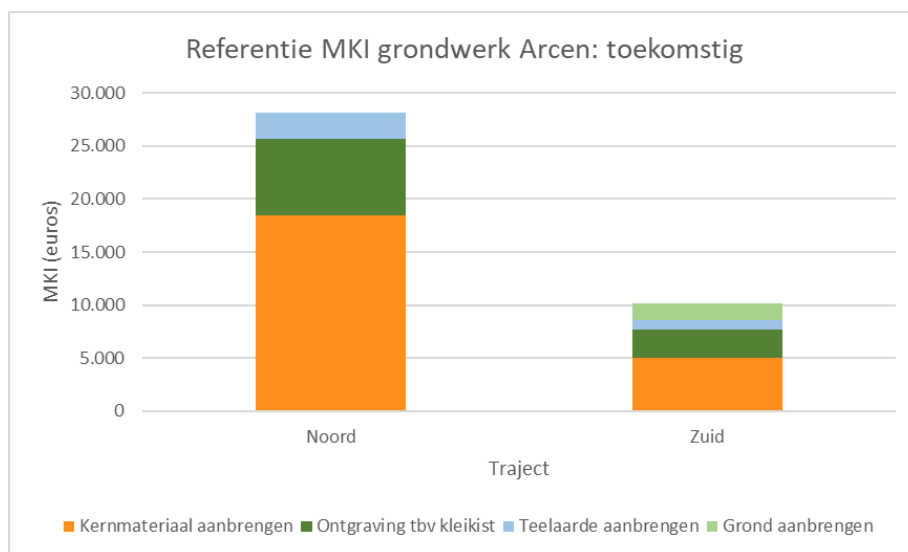
Toekomstige kering Midden: In Arcen-Midden wordt enkel grond aangebracht. Er vindt geen kleiwerk plaats. Arcen-Midden heeft daarom een relatief lage MKI-score ten opzichte van Arcen-Noord en -Zuid. De MKI voor het aanbrengen van deze grond wordt vooral veroorzaakt door het feit dat dit een relatief groot volume aan grond betreft ten opzichte van de grond in Arcen-Noord en -Zuid, en doordat is uitgegaan van *geen* hergebruik, maar leveren per as over 18 kilometer en plaatsing in depot.

Toekomstige kering Zuid: Ook in Arcen-Zuid wordt de meeste impact voor het werk aan de toekomstige kering veroorzaakt door het aanbrengen van klei binnen- en buitendijks. Deze impact is opnieuw toe te schrijven aan de grote volumes klei en de relatief hoge MKI-waarde (1,66).



Figuur 5 Referentie MKI berekening grondwerk toekomstig, voor Arcen-Noord, -Midden en -Zuid.

Om meer inzicht te krijgen in de impact van de overige objecten is in Figuur 6 het resultaat exclusief klei weergegeven. Hieruit blijkt dat voornamelijk het aanbrengen van kernmateriaal de meeste milieu-impact veroorzaakt. Echter is een groot deel van deze impact toe te schrijven aan de MKI-toeslag. Deze toeslag wordt gerekend op het binnenvaart transport. Wanneer we deze toeslag buiten beschouwing laten, ligt voornamelijk impact in de productie- en bouwphase van het kernmateriaal. Dit heeft betrekking tot het winnen en leveren en de installatie van het ophoogmateriaal.



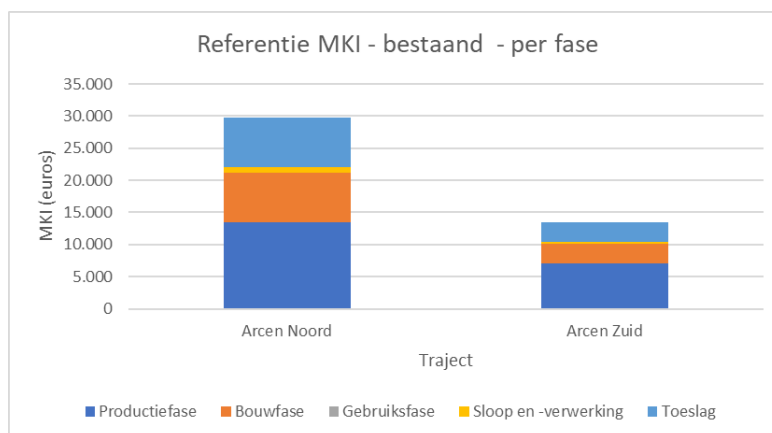
Figuur 6 Referentie MKI grondwerk toekomstig - exclusief klei

2.1.7 MKI PER FASE VAN DE LEVENSCYCLUS

Om een duidelijk beeld te krijgen van waar winst te behalen valt is een zwaartepuntanalyse uitgevoerd per fase van de levenscyclus. De milieu-impact per fase is weergegeven in Figuur 7 en Figuur 8 voor respectievelijk het grondwerk bestaand en toekomstig. De fases waar in het programma DuboCalc onderscheid tussen wordt gemaakt zijn de productiefase, de bouwphase, de gebruiksfase en sloop- en verwerkingsfase.

Bestaande kering Noord: Figuur 7 toont dat in de productiefase (donkerblauw) een groot deel van de impact wordt veroorzaakt (bijna 50%). Figuur 17 in bijlage B laat zien dat de impact in deze fase voornamelijk wordt veroorzaakt door het afgraven van kernmateriaal in Arcen-Noord. Zowel het totale volume aan kernmateriaal als de MKI-waarde voor de productiefase liggen hoog. De MKI voor de productiefase bestaat onder andere uit het transport per as (18 kilometer). Dit draagt in sterke mate bij aan de hoge MKI. De impact veroorzaakt in de bouwphase (oranje) wordt voornamelijk veroorzaakt door het aanvullen van grond. Hieronder valt het leveren van grond, waarbij in de bouwphase een hoge MKI wordt gerekend voor het installatieproces met een wiellaadschap.

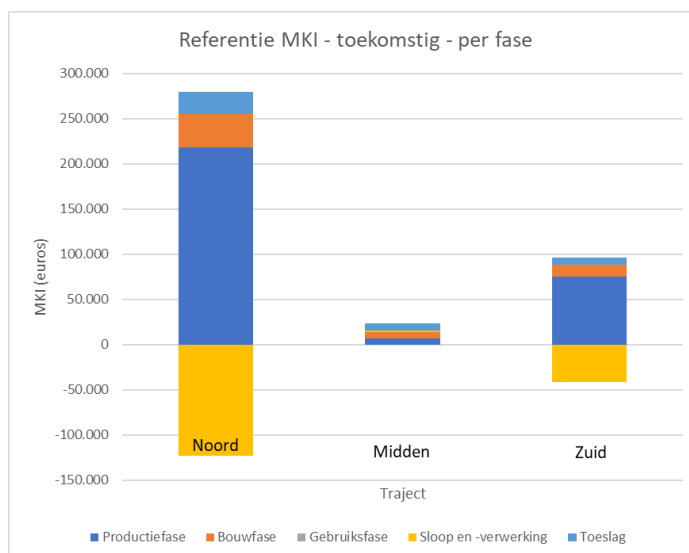
Bestaande kering Zuid: Ook in Arcen-Zuid wordt de meeste impact veroorzaakt door de productiefase (Figuur 7). De verhoudingen liggen hetzelfde als voor Arcen-Noord, omdat de procentuele bijdrage van elke fase voor de MKI-waardes gelijk is. Het transport per as voor het aanbrengen van het kernmateriaal draagt opnieuw het meeste bij aan de productiefase.



Figuur 7 Referentie MKI berekening grondwerk bestaand per traject, opgedeeld in fases

Toekomstige kering Noord: Ook voor het werk aan de toekomstige kering wordt de meeste uitstoot veroorzaakt in de productiefase. In Figuur 19 in bijlage B is weergegeven dat deze uitstoot opnieuw door het aanbrengen van klei wordt veroorzaakt. Echter wordt deze hoge MKI enigszins gecompenseerd met een 'negatieve' MKI in de sloop- en verwerkingsfase. Namelijk omdat het gebruik van klei mogelijkheden biedt voor hergebruik in de toekomst.

Toekomstige kering Zuid: Ook in Arcen-Zuid draagt de productiefase het meest bij aan de totale MKI-waarde en wordt een *negatieve* waarde meegenomen in de sloop- en verwerkingsfase van het kleiwerk. Vergeleken met het kleiwerk dragen de andere activiteiten slechts minimaal bij aan de totale MKI.



Figuur 8 Referentie MKI-berekening grondwerk toekomstig per traject, opgedeeld in fases

2.2 MKI-BEREKENING STALEN DAMWAND

Deze paragraaf omschrijft de scope, uitgangspunten en resultaten van de MKI-berekening voor de stalen damwand. De impact van de stalen damwand is berekend voor Arcen-Noord, -Midden en -Zuid. Tabel 8 geeft weer welke hoeveelheden zijn gehanteerd voor de stalen damwand en de bijbehorende werkzaamheden in Arcen-Midden. Deze hoeveelheden zijn een realistische schatting, enkele kleinere damwanden zijn hierin niet meegenomen.

Tabel 8 Hoeveelheden pipingmaatregelen - Stalen damwand Arcen Midden

Piping	Noord (m ²) - diepte 5,6m	Midden (m ²) - diepte 6,5m	Zuid (m ²) - diepte 5,8m
Stalen damwand aanbrengen	13.776	5.284	7.356

2.2.1 UITGANGSPUNTEN

Stalen damwand aanbrengen

Voor het aanbrengen van de stalen damwand is uitgegaan van heien en trillen volgens de bouwblokken van het HWBP (HWBP Dijkversterking PU-fase). Damwandankers zijn buiten beschouwing gelaten. De stalendamwand betreft een damwand van 0,136 ton/m². Tabel 9 geeft weer welke elementen zijn ingevoerd in Dubocalc om de MKI-waarde voor de stalen damwand te berekenen.

Tabel 9 DuboCalc invoer: stalen damwand

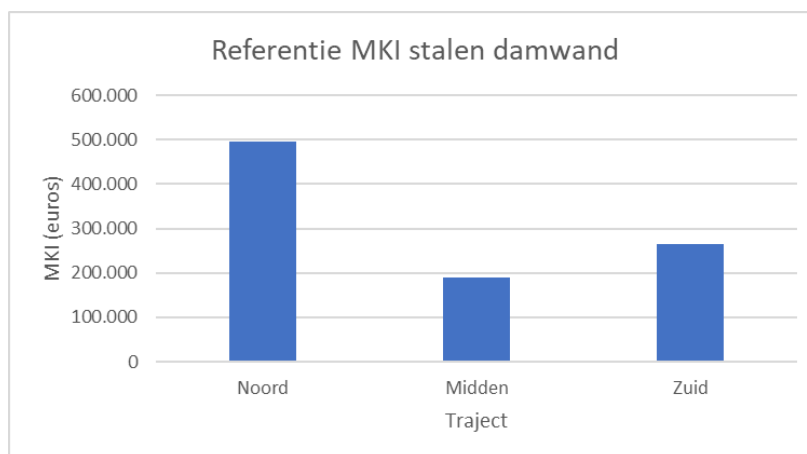
Stalen damwand	Invoer materiaal
Stalen damwand aanbrengen	Stalen damwanden van 12 meter diep, 0,136 ton/m ² , aanbrengen door middel van heien en trillen

2.2.2 RESULTATEN

De resultaten van de MKI-berekening voor de stalen damwand zijn op eenzelfde wijze weergegeven als voor het grondverzet: een zwaartepuntanalyse is uitgevoerd voor zowel de objecten (materialen en werkzaamheden) als de fases van de levenscyclus, om inzicht te krijgen in waar de meeste impact ligt. Ook is opnieuw een deel van de MKI toe te schrijven aan MKI-toeslag. Paragraaf 2.2.3 geeft de resultaten weer per object. De kleuren in de staafgrafiek tonen de activiteiten. In paragraaf 2.2.4 worden de resultaten weergegeven per fase van de levenscyclus.

2.2.3 MKI STALEN DAMWAND

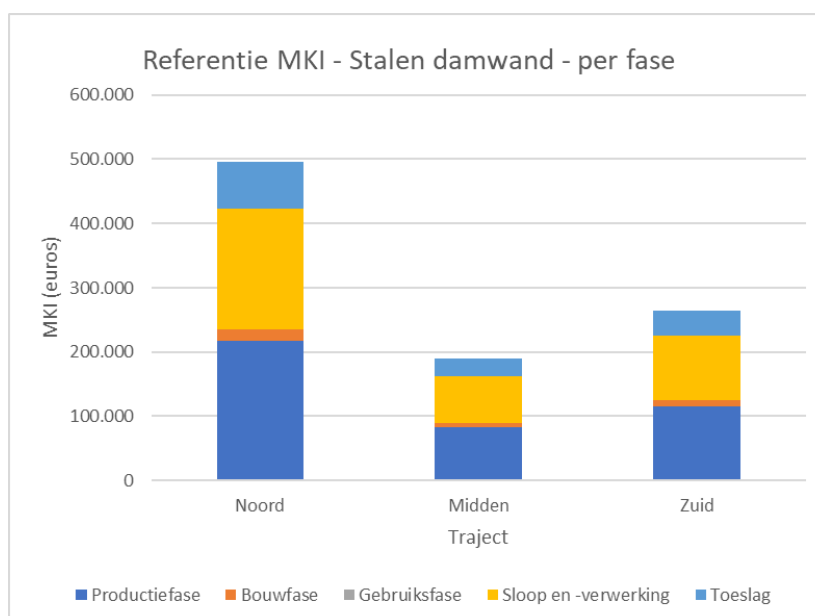
De grafiek in Figuur 9 geeft weer dat de impact van de stalen damwand het hoogst is in Arcen-Noord. Namelijk omdat in dit traject ook de grootste lengte aan damwand (kwelscherm) en dus het meeste staal, wordt toegepast. Om een beeld te krijgen van de impact veroorzaakt door de damwand, vergelijken we deze met de MKI-waardes voor het grondverzet. Het toepassen van de stalen damwand leidt tot een hoge MKI in alle trajecten ten opzichte van de MKI-waardes van het grondverzet (zie Figuur 9). De MKI-waarde per m² voor het toepassen van een stalen damwand ligt zeer hoog (35,95) ten opzichte van de MKI-waardes voor het grondverzet, zoals het aanbrengen van klei (2,4) en het aanbrengen van teelaarde (1,1). Daarnaast wordt over bijna het gehele dijktraject (Noord, Midden en Zuid) een damwand aangebracht en daarmee ook een groot oppervlak aan staal. De totale MKI is gerelateerd aan het aantal strekkende meter, waardoor de verschillen tussen Noord, Midden en Zuid voornamelijk toe te schrijven zijn aan het verschil in lengte van de trajecten.



Figuur 9 Referentie MKI Stalen damwand per traject

2.2.4 MKI PER FASE VAN DE LEVENSCYCLUS

Figuur 10 geeft de impact weer per fase van de levenscycli van de stalen damwand. Daaruit blijkt dat voornamelijk in de productiefase en de sloop- en verwerkingsfase van de damwand veel impact wordt veroorzaakt. In de productiefase zit deze impact vooral in het leveren, transporteren en fabriceren van het staal. In de sloop- en verwerkingsfase, ligt de grootste impact 'buiten de levenscyclus van de dijk'. Hiermee wordt verwezen naar de impact van de benodigde werkzaamheden gerelateerd aan het verwijderen, hergebruiken of recyclen van het staal.



Figuur 10 Referentie MKI Stalen damwand per traject, opgedeeld in fases van de levenscyclus

2.3 MKI-BEREKENING BETONWERK

In deze paragraaf worden de scope, uitgangspunten en resultaten van de MKI-berekening voor het betonwerk omschreven. Daarbij wordt de impact van het storten van beton berekend voor de locaties waar hier sprake van is. Dit geldt voor de zelfsluitende kering in Arcen-Midden, voor de coupure Kruisweg (brouwerijcluster) en Schans, voor de keermuur langs de kasteeltuin Arcen (KTA) en voor de vispassage. De hoeveelheden die hiervoor zijn gehanteerd staan weergegeven in Tabel 10.

Per locatie worden een aantal betonwerk constructies gerealiseerd. De betonvolumes van deze constructies zijn weergegeven in onderstaande tabel. Het betonwerk betreft de constructies waarbij beton wordt gestort. Daarbij worden ook de bijkomende materialen (o.a. staal ten behoeve van de wapening) meegerekend, om een eerlijke vergelijking te maken.

Tabel 10 Betonvolumes per locatie en constructie

Locatie	Constructies	m ³	m ²
Zelfsluitende kering	Storten beton funderingspalen	11.000	-
	Maken werkvloer	517	-
	Betonstorten vloeren	1208	-
	Betonstorten wanden	1.590	-
	Totaal	14.315	-
Coupure Kruisweg (brouwerijcluster) en Schans	Betonvloer storten	70	-
	Betonstorten wand	52	-
	Werkvloer (dikte 0,05 m)	-	150
	Totaal	122	-
Keermuur langs KTA	Funderingssloof	267	-
	Betonstort fundering	230	-
	Betonstort wanden	390	-
	Werkvloer	892	-
	Totaal	1.779	-
Vispassage	Aanbrengen werkvloer	2	-
	Beton storten vloer	12	-
	Beton storten opstort	3,6	-
	Totaal	17,6	-

Tabel 11 geeft weer welke elementen uit DuboCalc zijn toegepast om de MKI-waardes te berekenen voor de constructies uit Tabel 10.

Tabel 11 Invoer Dubocalc per constructie

Constructie	Element DuboCalc	Hoofdproducten in element	Transport
Funderingsvloer	Funderingsvloer, gewapend	Betonmortel C30/37 CEM III, 2386 kg/m3	50 km bulktransport naar werk 50 km transport voor einde-leven naar sorteerlocatie 100 km transport totaal voor einde-leven naar stort (vrachtwagen euro 5, diesel)
		Wapeningsstaal B500B	
Funderingssloof	Funderingsvloer, gewapend	Betonmortel C30/37 CEM III, 2386 kg/m3	50 km bulktransport naar werk 50 km transport voor einde-leven naar sorteerlocatie 100 km transport totaal voor einde-leven naar stort (vrachtwagen euro 5, diesel)
		Wapeningsstaal B500B	
Funderingspalen*	Funderingspalen, Beton; in het werk gestort, C2025; incl. wapening	Wapening 3,6 kg	
		In het werk gestort betonmortel, C2025 mix: 25% CEMI+75% CEMIII	
Wanden	Damwand – beton per m ²	Betonmortel, C45/55 CEM III, 2387 kg/m3	150 km transport naar werk 50 km transport voor einde-leven naar sorteerlocatie 100 km transport totaal voor einde-leven naar stort (vrachtwagen euro 5, diesel)
		Wapeningsstaal, B500B	
Werkvloer	Fundering op staal: Werkvloer	Betonmortel C20/25 CEM I, 2332 kg/m3)	50 km bulktransport naar werk (vrachtwagen euro 5, diesel)
Opstort	Fundering op staal: Werkvloer	Betonmortel C20/25 CEM I, 2332 kg/m3)	50 km bulktransport naar werk (vrachtwagen euro 5, diesel)

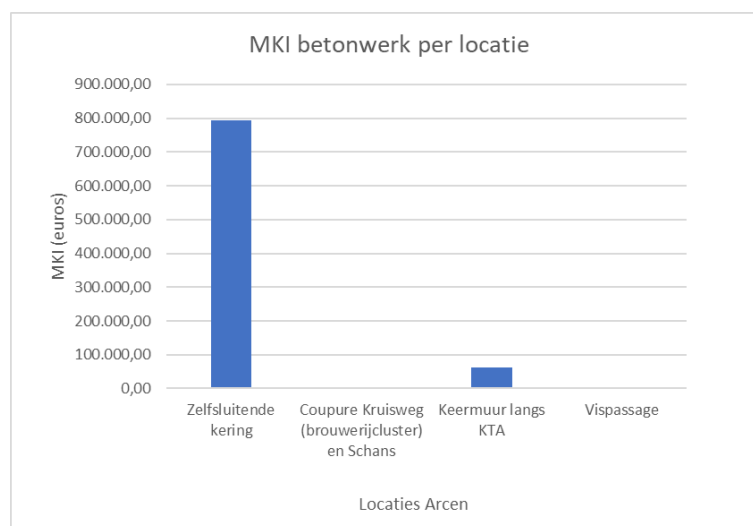
* Het element funderingspalen is geselecteerd uit de Nationale Milieudatabase. De precieze uitgangspunten m.b.t. transport zijn momenteel niet terug te vinden in productomschrijvingen vanuit de NMD. Deze vraag staat momenteel uit bij de NMD.

2.3.1 RESULTATEN

De resultaten van de MKI-berekening voor het betonwerk zijn op eenzelfde wijze weergegeven als voor het grondverzet en de stalen damwand. Een zwaartepuntanalyse is uitgevoerd voor zowel de constructies als de fases van de levenscyclus om inzicht te krijgen in waar de meeste impact ligt. Ook is opnieuw een deel van de MKI toe te schrijven aan *MKI-toeslag*. Paragraaf 2.3.2 geeft de resultaten weer per locatie en per constructie. De kleuren in de staafgrafiek tonen de constructies. In paragraaf 0 worden de resultaten weergegeven per fase van de levenscyclus.

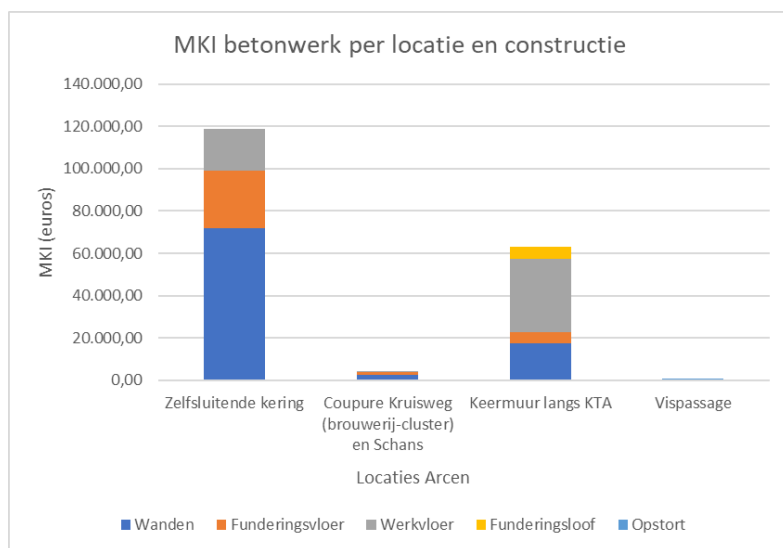
2.3.2 RESULTATEN PER LOCATIE EN CONSTRUCTIE

De grafiek in Figuur 11 geeft weer dat de milieu-impact van het betonwerk vooral wordt veroorzaakt door de zelfsluitende kering. Namelijk omdat hier de meeste kuub beton wordt toegepast. De MKI per kuub beton is 61,32, terwijl de MKI per kuub beton voor de funderingsvloer bijvoorbeeld 22,58 is. Dit verschil zit met namen in de productiefase. Het produceren van de relatief grote hoeveelheid staal in de funderingspalen, leidt tot een relatief grote milieu-impact. Namelijk 91% van de totale MKI van de funderingspalen.



Figuur 11 MKI betonwerk per locatie in euro's

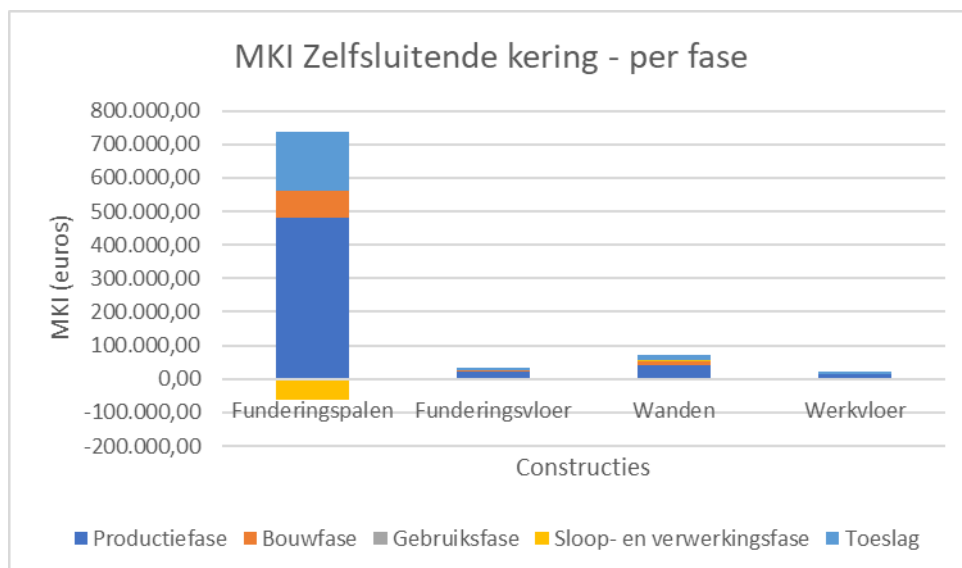
Om beter weer te geven wat de impact is van de andere constructies, is in Figuur 12 de impact weergegeven van de constructies, exclusief funderingspalen. Nog altijd draagt van alle locaties de zelfsluitende kering het meest bij aan de milieu-impact. Met name wegens relatief grote volumes aan benodigd beton. De wandconstructies dragen met uitzondering van de funderingspalen het meest bij aan de MKI-waarde voor de zelfsluitende kering.



Figuur 12 MKI zelfsluitende kering - per fase - exclusief funderingspalen

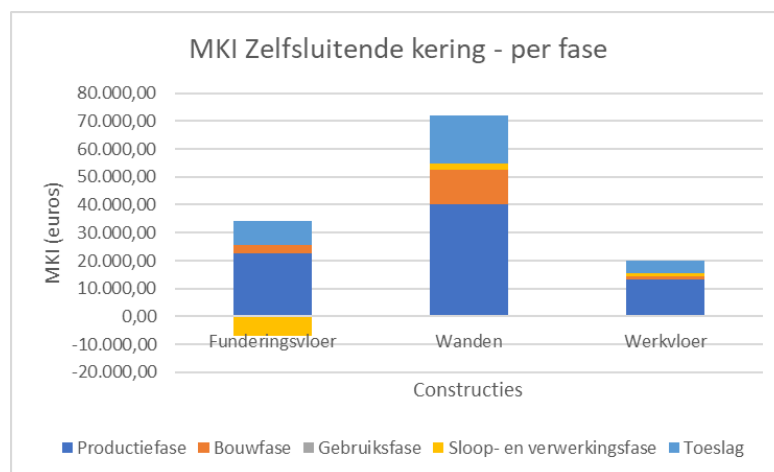
2.3.3 RESULTATEN PER FASE VAN DE LEVENSCYCLUS

Figuur 13 geeft de MKI-waardes weer per fase van de levenscyclus voor de zelfsluitende kering. In Bijlage C wordt deze ook weergegeven voor de andere locaties. In Figuur 13 is zichtbaar dat met name de productie van het benodigde materiaal voor de funderingspalen bijdraagt aan de totale MKI. Dit betreft de productie van het benodigde staal voor de wapening. De productie van het beton draagt relatief weinig bij.



Figuur 13 MKI Zelfsluitende kering - per fase

Figuur 14 biedt eenzelfde weergave voor de zelfsluitende kering (opgesplitst op basis van fase van de levenscyclus en constructieonderdelen), *exclusief* funderingspalen. Dit geeft duidelijker zicht op de milieu-impact van de andere materialen. De resultaten laten zien dat de milieu-impact veroorzaakt door de wanden, met name ontstaat door de productie van de benodigde materialen. Dit betreft het beton. Deze hoge milieu-impact ontstaat door de relatief grote volumes beton, maar ook door een relatief hoge MKI per m³ die wordt gehanteerd voor het produceren van beton voor de wanden. De MKI ligt 50% hoger dan voor bijvoorbeeld de funderingsvloer.



Figuur 14 MKI zelfsluitende kering - per fase - exclusief funderingspalen

Uit bovenstaande resultaten volgt dat de funderingspalen in sterke mate bijdragen aan de totale MKI. De meeste impact zit voor alle constructies en locaties in de productiefase. Dit betreft voornamelijk de productie van staal (wapening voor funderingspalen) en betonmortel.

3 CIRCULAIRE PEIL INDEX (CPI)

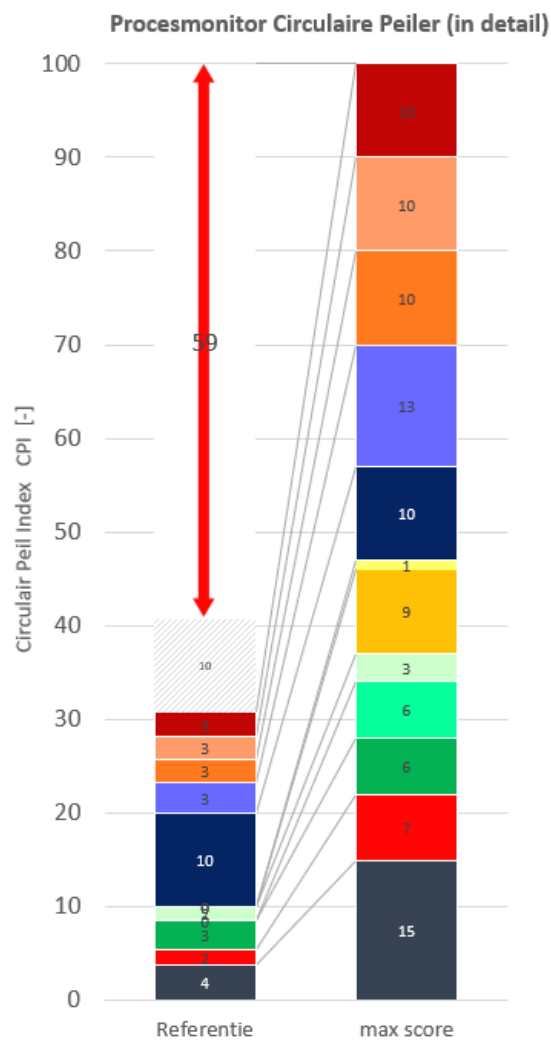
In samenwerking met projectteamleden van Waterschap Limburg, WSP en Kragten is op 10 februari 2023 de Circulaire Peiler ingevuld voor het dijkversterkingsproject bij Arcen. Dit instrument bepaalt aan de hand van acht circulaire ontwerpprincipes de CPI-score (Circulaire Peil Index). Hoe hoger de CPI, hoe beter het project scoort op circulariteit, waarbij een score van 100 maximaal is.

Onderstaande Figuur 15 geeft de acht ontwerpprincipes van de Circulaire Peiler weer. Per ontwerpprincipe wordt aangegeven welke acties ondernomen zijn, zoals bijvoorbeeld het uitvoeren van MKI-berekeningen of het meenemen van bepaalde onderwerpen in de afweging. Op basis van deze invoer kent de Circulaire Peiler een bepaald aantal punten toe per ontwerpprincipe. De resultaten geven vervolgens weer binnen welke ontwerpprincipes al werk geleverd is en waar nog winst te behalen valt.

Tijdens een sessie op 10 februari is de Circulaire Peiler ingevuld samen met WL met als doel om een momentopname te maken en een beeld te krijgen van de ontwerpbeslissingen en stappen die tot nu toe genomen zijn met betrekking tot circulariteit. De resultaten staan weergegeven in Figuur 16. In Tabel 12 worden de ingevulde waardes onderbouwd en toegelicht. Ook wordt toegelicht welke ambities er zijn om op specifieke ontwerpprincipes beter te scoren.

Voorkómen: niet doen wat echt niet hoeft
Verleng de levensduur van bestaande objecten of componenten
Duurzaam gebruik van bestaande objecten, materialen, grondstoffen en natuurlijke processen
Ontwerp voor meerdere levenscycli
Ontwerp toekomstbestendig
Ontwerp voor optimaal beheer en onderhoud
Duurzaam materiaalgebruik (hoeveel x milieubelasting)
Ontwerp voor minimaal grondstof- en energiegebruik in de aanleg/gebruiksphase

Figuur 15 De acht Circulaire Ontwerpprincipes



Figuur 16 Circulair Peil Index (CPI) resultaat referentie ten opzichte van maximale score

Tabel 12 Toelichting ingevoerde waarde per ontwerpprincipe

Ontwerpprincipe 1:
Invoer: Opgave verkleining via efficiëntere oplossingen + meekoppelkansen onderzocht (verkenkend onderzoek; géén MKI-berekeningen) Toelichting: Op de maatwerklocatie bij Hotel Roeland is gekozen voor het ophogen van de asfaltweg met beperkte hoogte. Er is ingezet op een minimale investering om de veiligheid te handhaven. Het eventueel nemen van extra maatregelen ligt bij de eigenaren zelf. Daarnaast is op deze locatie de dijk verkort. Voornamelijk als systeemmaatregel (behoud winterbed), maar ook vanuit het oogpunt sober en doelmatig ontwerpen. Hierbij is bewust gekeken om de dijk zo kort mogelijk te houden, zonder aantasting van hoogwaterbescherming. Er zijn echter geen MKI-berekeningen uitgevoerd om te bepalen of alternatieven daadwerkelijk een lagere impact hebben op het milieu. Ook is gekozen om de parkeerplaats te laten liggen en is de kistdam in het noorden vervangen door grond omdat bleek dat het ruimtebeslag meeviel. Over de gehele dijk liggen nog kansen om de opgave scherp te krijgen en waar mogelijk te minimaliseren. Bijvoorbeeld door eventuele alternatieve materialen voor de schermen te onderzoeken.
Ontwerpprincipe 2:
Invoer: Levensduurverlenging is systematisch onderzocht (10-R); implementatie onzeker of <50% van de haalbare maatregelen Toelichting: Het hele tracé is onderzocht op hergebruik van bestaande objecten (Duiker, pompstelling, etc.). Ook is in de verkenningfase overwogen om de bestaande kering (bijvoorbeeld in het noorden) te behouden en te versterken. Echter zijn weinig haalbare maatregelen gevonden en is voor alle afwegingen besloten om deze niet toe te passen.
Ontwerpprincipe 3:
Invoer: Restwaarden in kaart gebracht (10-R); toepassingen in het project/gebied zijn onderzocht Toelichting: Voor het hergebruik van de schotbalken is onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de balken. Daaruit bleek onzekerheid over de levensduur, en vervanging van de schotbalken op relatief korte termijn zou nodig kunnen zijn. Ook het hergebruik van grond is onderzocht. Dit is echter nog niet geïmplementeerd. Ook is onderzocht of asfalt dat wordt afgegraven herbruikbaar is of niet met behulp van een Quickscan. Er is (nog) geen aandacht geweest voor het gebruik van vrijkomende natuurelementen. Er liggen nog kansen om de levensduur van de hergebruikte materialen te bepalen.
Invoer: Raadpleging van één of meer materialen(data)banken is niet overwogen voor het project Toelichting: Er is geen materialen(data)bank geraadpleegd.
Invoer: Kansen voor inzet natuurlijke processen zijn onderzocht voor het project & gebied (omgeving) Toelichting: Bij de zuidelijke aansluiting van het project bij het Natura2000 gebied is gekozen voor bosherstel. Het voorland met bomen en ondergroei dient als golfremming. Echter heeft het niet geleid tot opgaveverkleining wegens de beoogde robuustheid van de dijk. Echter is wel aandacht geweest voor een alternatief tracé en het mogelijk verlagen van de dijk. Dit is bewust niet toegepast omdat dit alternatief over 50 jaar hoogstwaarschijnlijk moet worden aangepast/opgehoogd. Ook is in het gebied gekeken naar het toepassen van natuurprocessen, maar hier heeft nog geen afweging plaatsgevonden. Daarvoor dient eerst verder onderzoek plaats te vinden.
Ontwerpprincipe 4:
Invoer: Herbruikbaarheid van materialen, etc. na einde levensduur is niet onderzocht Toelichting: Op dit ontwerpprincipe is nog veel winst te behalen: hoewel bij het afwegen van materialen rekening is gehouden met herbruikbaarheid van het materiaal (klei) en het vermijden van lastig herbruikbare kunststoffen, is de waarde van de materialen aan het einde

van de levensduur nog niet onderzocht. Dit is nodig om goed onderbouwde afwegingen te maken.
Invoer: <i>Er is geen materialenpaspoort opgesteld voor toegepaste materialen in het project</i> Toelichting: Ook hier liggen nog kansen om met een materialenpaspoort de impact van materialen in kaart te brengen.
Ontwerpprincipe 5:
Invoer: <i>Gebiedsambities worden geïntegreerd; geanticipeerd wordt op mogelijke toekomstige sociale, ruimtelijke, klimatologische en natuurontwikkeling</i> Toelichting: In het algemeen is gekozen voor een dijk met een levensduur van 50 jaar, en constructies met een levensduur van 100 jaar. Echter is met het oog op adaptief bouwen de keuze gemaakt om een aantal constructies met een levensduur van 50 jaar te ontwerpen, zodat de mogelijkheid bestaat om de ligging van de kering na 50 jaar te kunnen uitbreiden. Hiermee is het eenvoudiger om de dijk te versterken, en is verwijderen niet nodig. Dit was een overweging en belangrijk aspect in de tracé keuze. Ook zijn de maatregelen voor bosherstel van toepassing in dit ontwerpprincipe.
Ontwerpprincipe 6:
Invoer: <i>Van het ontwerp is een berekening van de levensduurkosten (LCC) gemaakt.</i> Toelichting: Vanaf het begin is de waterschapbeheerder en watersysteembeheer betrokken geweest en afstemming met deze partij is nadrukkelijk geborgd. Echter zijn de levensduurkosten vooral bepaald aan de hand van deskundig oordeel, en zijn geen specifieke berekeningen uitgevoerd (zoals een LCC-berekening). Er is voornamelijk gebruik gemaakt van kennis en ervaring van de beheerder. Op deze manier heeft onderzoek plaatsgevonden naar beheer en onderhoudskosten. Hier ligt nog ruimte om ontwerp oplossingen te vergelijken, en om circulaire oplossingen te vergelijken met het conventionele. Ook is hier ruimte voor het onderzoeken van de toepassing van innovaties.
Ontwerpprincipe 7:
Invoer: <i>Beperkt onderzoek maar geen onderdeel afweging van materiaalarm construeren, schaarse grondstof, hergebruik materiaal, (her)gebruik hernieuwbare en sec.(grond)stoffen.</i> Toelichting: Er is aandacht geweest voor materiaalarm construeren (bijvoorbeeld het hergebruik van de bestaande dijk) maar dit was geen onderdeel van de afweging en meer aandacht op dit vlak is gewenst.
Invoer: <i>Beperkt onderzoek maar geen onderdeel afweging circulaire alternatieven per materiaalsoort (10-R model)(preventie, hergebruik, recycling, hernieuwbaar, etc)</i> Toelichting: Ook hier geldt dat er kansen liggen om voor materialen en alternatieven de impact (kwantitatief) in kaart te brengen, zodat goed onderbouwde afwegingen gemaakt kunnen worden.
Ontwerpprincipe 8:
Invoer: <i>Beperkt onderzoek maar geen onderdeel afweging beperking grondstof- en energiegebruik tijdens aanlegfase en van toekomstige gebruikers + opwekking hernieuwbare energie</i> Toelichting: Mogelijkheden voor het opwekken van hernieuwbare energie zijn onderzocht (zoals het realiseren van een parkeerdak met zonnepanelen bij de kasteeltuinen). Echter zijn deze mogelijkheden uitgesloten. Voor het ingraven van klei is aandacht besteed aan het beperken van de uitstoot van CO2. Hier zijn geen berekeningen voor uitgevoerd. Er is behoefte om (met behulp van constructieberekeningen) in kaart te brengen waar nog winst te behalen valt op energie- en grondstofverbruik. Bijvoorbeeld het reduceren van het benodigde staal door scherpere berekeningen.

4 CONCLUSIE

Deze rapportage geeft inzicht in de resultaten van de referentieberekeningen voor de MKI (milieukostenindicator van de materialen en werkzaamheden) en de CPI (circulariteitsscore) voor het dijkversterking en -verlegging bij Arcen. De milieu-impact van het grondverzet, de stalen damwand en het betonwerk is meegenomen in de scope. Het grondwerk is beschouwd voor Arcen-Noord, -Midden en -Zuid. De resultaten zijn samengevat in Tabel 13 en Tabel 14.

Uit de MKI-berekeningen blijkt dat de milieu-impact van het grondverzet voornamelijk wordt veroorzaakt door het aanbrengen van klei binnen- en buitendijks voor de toekomstige kering. Voor het werk aan de bestaande kering ligt de meeste impact bij het aanvullen van grond en het afgraven van kernmateriaal. Het aanbrengen van de stalen damwand heeft een hoge impact ten opzichte van het grondverzet. De meeste impact (voor zowel het bestaand als het toekomstig werk) vindt plaats in de productiefase, waarbij het transport relatief het grootste aandeel heeft in de MKI-waarde. Ook voor het betonwerk blijkt dat de grootste milieu-impact wordt veroorzaakt in de productiefase. De funderingspalen voor de zelfsluitende kering dragen veruit het meest bij aan de totale impact, voornamelijk door de productie van het staal voor de wapening. De benodigde productie van het beton voor de betonnen wanden, draagt naast de funderingspalen het meest bij.

Tabel 13 MKI resultaten grondverzet en stalen damwand

MKI waardes		Noord	Midden	Zuid	Totaal
Grondverzet		194.693	23.647	70.804	289.144
Bestaand		29.697	-	13.418	43.115
Toekomstig		164.996	23.647	57.386	246.029
Stalen damwand		495.247	189.978	246.448	931.673

Tabel 14 MKI Resultaten Betonwerk

Betonwerk	MKI
Zelfsluitende kering	793.524
Coupure Kruisweg en Schans	4.217
Keermuur langs KTA	63.257
Vispassage	487
Totaal	861.485

De MKI-waardes voor de verschillende materialen en werkzaamheden kunnen worden gereduceerd door kansen op het gebied van circulariteit te benutten. De resultaten uit de Circulaire Peiler geven weer waar deze kansen liggen en welke stappen al genomen zijn. Door bijvoorbeeld de impact en levensduur van specifieke materialen van verschillende herkomst te berekenen en vergelijken, kan een onderbouwde afweging worden gemaakt om de totale MKI te verlagen. Het hergebruik van materialen en het toepassen van innovaties dient te worden onderzocht om tot een lagere MKI en meer circulair ontwerp te komen.

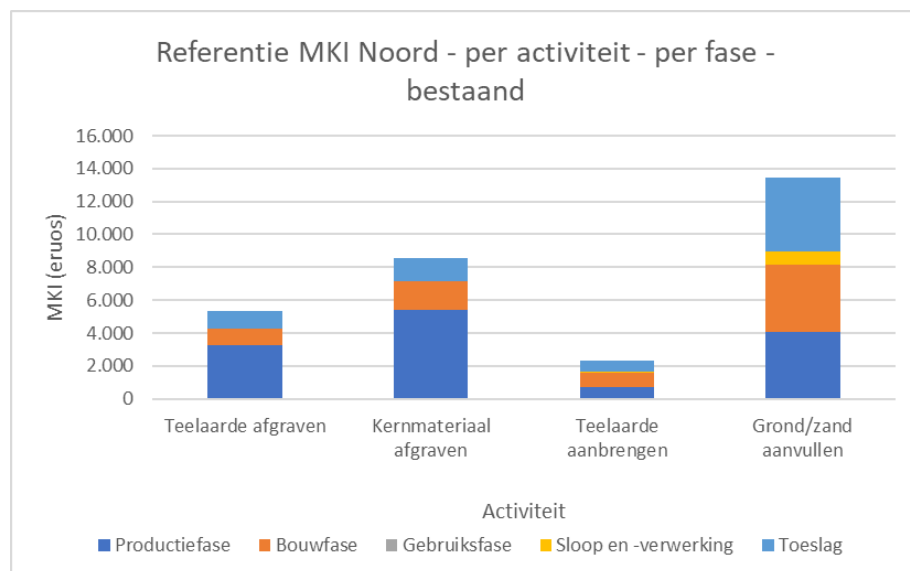
Deze MKI-waardes kunnen worden gebruikt als referentie bij het inzichtelijk maken van de winst in het kader van duurzaamheid.

BIJLAGEN

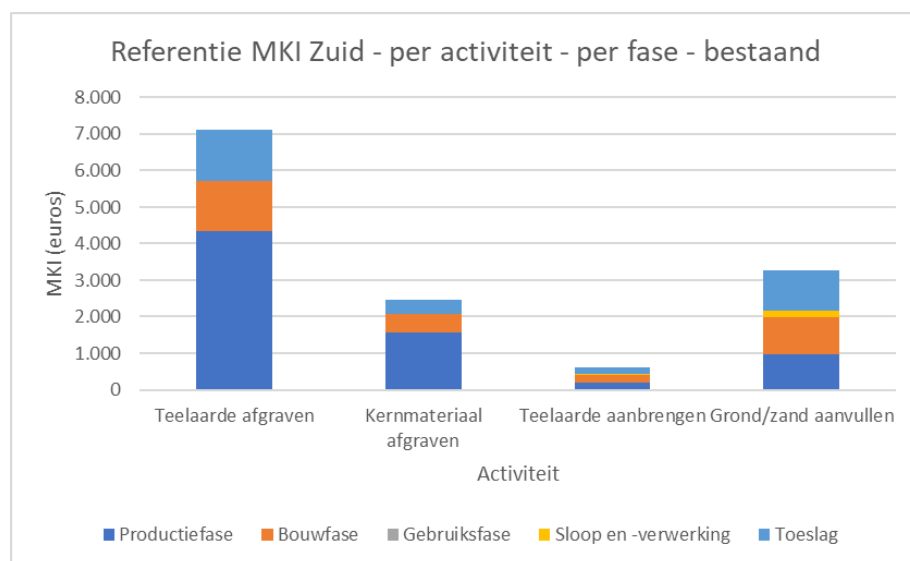
A. UITWERKING DUBOCALC BOUWBLOKKEN

Element DuboCalc	Onderdelen van element	Eenheid
Teelaarde ontgraven per as	Transport met vrachtwagen, EURO 5 diesel	5,4 tkm
	Graafmachine, cat. IV, diesel	0,01 uur
Grond ontgraven per as	Transport met vrachtwagen, EURO 5 diesel	4,88 tkm
	Graafmachine, cat. IV, diesel	0,01 uur
Leveren van grond per as	Ophoogmateriaal, grond	1 m3
	Transport met vrachtwagen, EURO 5 diesel	29,25 tkm
	Graafmachine, cat LV, diesel	0,01 uur
Leveren van klei per schip	Ophoogmateriaal, klei	1 m3
	Graafmachine, cat LV, diesel	0,01 uur
	Transport per binnenvaartschip	160 tkm
Grond afvoeren	Transport met vrachtwagen, EURO 5 diesel	29,25 tkm
	Graafmachine, cat. IV, diesel	0,01 uur
Grond aanbrengen	Transport met vrachtwagen, EURO 5 diesel	4,88 tkm
	Graafmachine, cat. IV, diesel	0,01 uur
	Graafmachine, cat. IV, diesel	0,01 uur
Klei aanbrengen	Transport met vrachtwagen, EURO 5 diesel	4,8 tkm
	Graafmachine, cat. IV, diesel	0,01 uur
	Graafmachine, cat IV, diesel	0,01 uur
Stalen damwand	Damwand, staal constructiestaal	

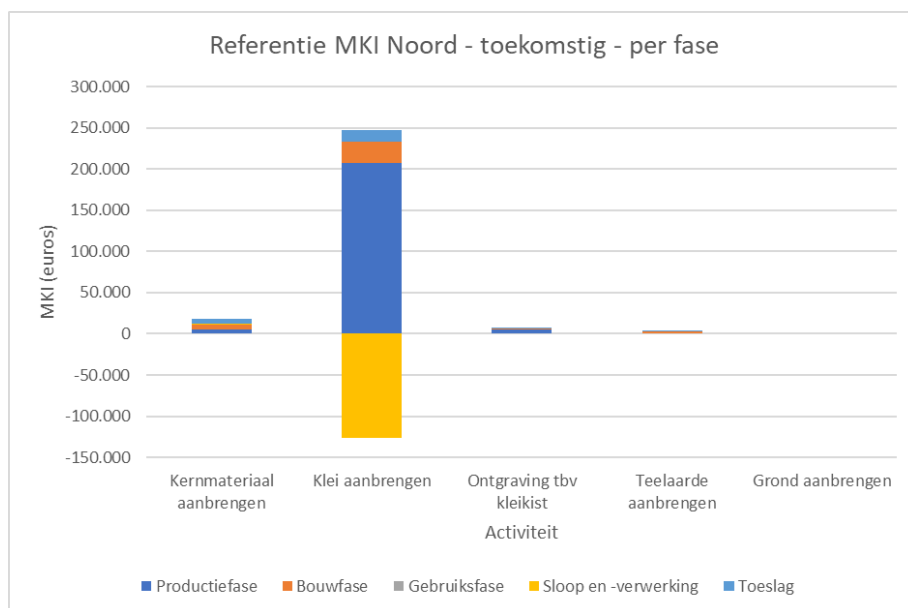
B. DETAILS ZWAARTEPUNTANALYSE GRONDWERK



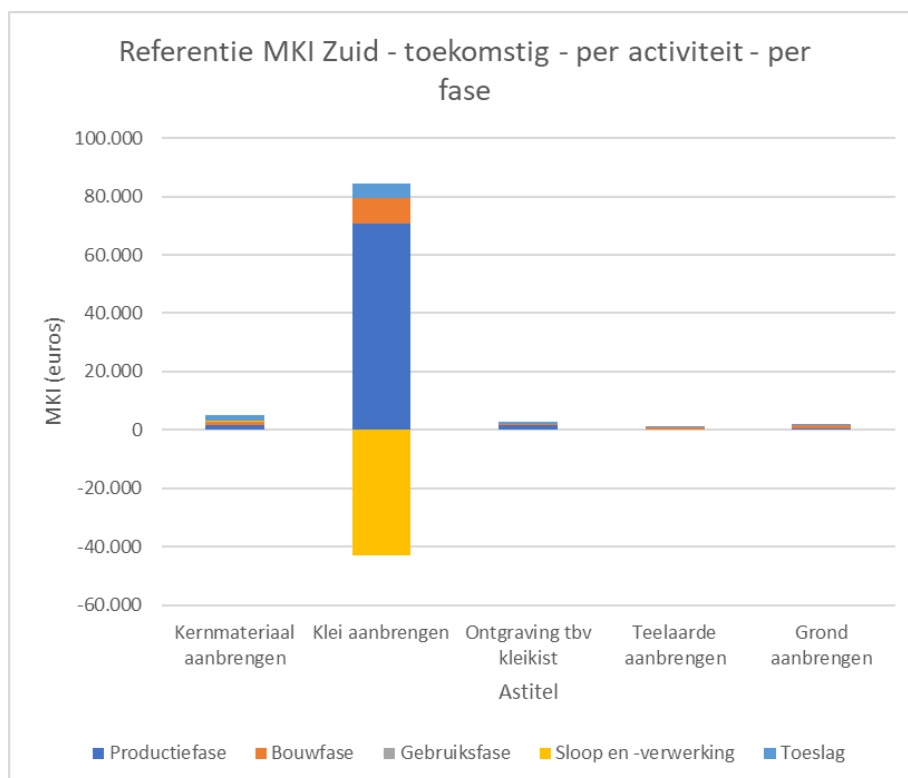
Figuur 17 Referentie MKI-berekening grondwerk Arcen-Noord, bestaand per activiteit, opgedeeld in fases van de levenscyclus



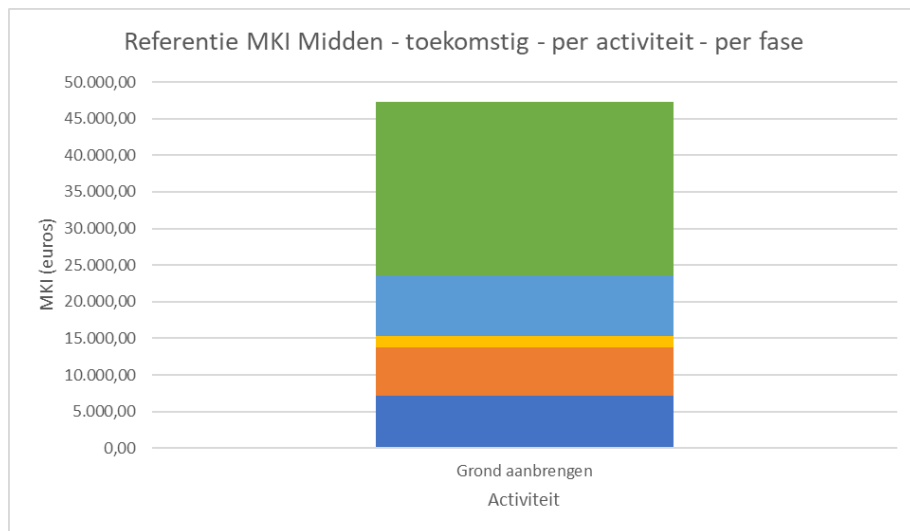
Figuur 18 Referentie MKI-berekening grondwerk bestaand Arcen-Zuid, per activiteit, opgedeeld in fases van de levenscyclus



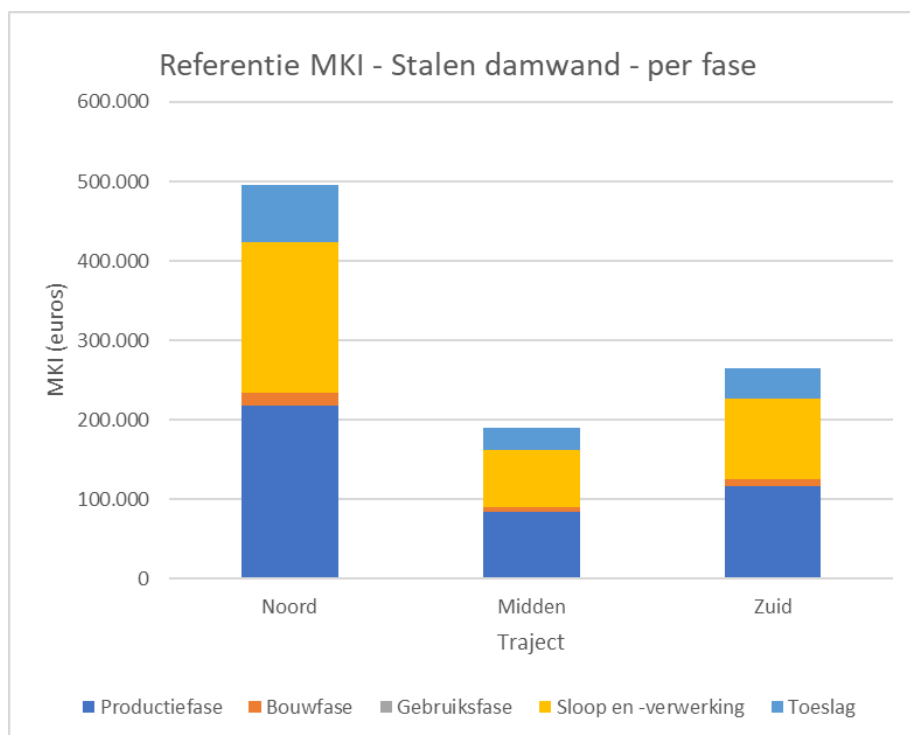
Figuur 19 Referentie MKI-berekening toekomstig Arcen-Noord, per activiteit, opgedeeld in de fases van de levenscyclus



Figuur 20 Referentie MKI-berekening toekomstig Arcen-Zuid, per activiteit, opgedeeld in de fases van de levenscyclus



Figuur 21 Referentie berekening Arcen-Midden, toekomstig, per activiteit, per fase



C. DETAILS ZWAARTEPUNTANALYSE BETONWERK

