



Risico en effecten verminderde leveringszekerheid bouwmaterialen

Beton, bitumen, klei, staal, zink



Committed to the Environment

Risico en effecten verminderde leveringszekerheid bouwmaterialen

Beton, bitumen, klei, staal, zink

Dit project is uitgevoerd binnen het programma 'Circulaire Economie in de GWW' van Rijkswaterstaat.
Auteurs: :Isabel Nieuwenhuijse, Nicole Imholz, Marijn Bijleveld, Maarten Bruinsma

Delft, CE Delft, november 2023
Publicatienummer: 23.220438.164

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat
Kenmerk: P1F7_37

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij Isabel van Nieuwenhuijsse (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Inhoud

	Samenvatting	3
1	Introductie	6
2	Methodiek	9
	2.1 Aanpak: stappen in de uitvoer van het project	9
	2.2 Toelichting: selectie van materialen	9
	2.3 Toelichting: aanpak informatieverzameling	9
3	Beschikbaarheid en risico's per materiaalsoort	11
	3.1 Beton	11
	3.2 Bitumen	16
	3.3 Klei	20
	3.4 Staal	23
	3.5 Zink	27
	3.6 Elektronica/elektronische apparatuur	29
4	Conclusies en aanbevelingen	30
	4.1 Conclusies en samenvatting van de belangrijkste bevindingen leveringszekerheid per materiaal	30
	4.2 Circulaire oplossingen en aanbevelingen voor onderzoek per materiaal	33
	4.3 Circulariteit in de praktijk	34
	Literatuur	37
	Bijlage A: verkenning inbedding in praktijk MIRT	40
	A1 Samenhang duurzaam materiaalgebruik en circulariteit	40
	A2 Projectverloop: veel betrokkenen, maar niemand van kop tot staart vanwege overdracht	41
	A3 Duurzaamheid is verplicht in projecten, kennis erover en invulling verschilt	44
	A4 Het IUP-proces en doorontwikkeling duurzame KES	45
	A5 Adviezen om handelingsperspectieven voor leveringszekerheid ingebed te krijgen in de praktijk	46



Samenvatting

In het debat over leveringszekerheid en kritieke grondstoffen gaat het meestal over zeldzame aardmetalen en kritieke mineralen voor elektronische componenten (Rijksoverheid, 2022; TNO, 2021). Rijkswaterstaat vermoedt echter dat ook bij traditionele bouwmaterialen risico's voor leveringszekerheid bestaan. CE Delft is gevraagd om te verkennen of de vermoedens gegrond zijn. Zijn er risico's te verwachten met leveringszekerheid? Van welke aard zijn de risico's? En: welke kansen biedt het toepassen van circulaire principes om leveringszekerheid te risico's te vermijden of te verminderen?

De verkenning richt zich op vijf materialen die veelvuldig in projecten van Rijkswaterstaat worden toegepast: **beton, bitumen, klei, staal en zink**. Het project is onderdeel van het programma 'Circulaire Economie in de GWW' van Rijkswaterstaat.

Risico's leveringszekerheid

Geen van de materialen zijn fysiek schaars: er bestaat genoeg van. Voor vier van de vijf materialen zijn wel reële risico's voor leveringszekerheid geconstateerd. Klei is het meest urgent. We constateren bij klei diverse onzekerheden waar duidelijkheid over moet komen via diepgaander (markt)onderzoek.

Klei - urgent: leveringszekerheid mogelijk op korte termijn in het geding

Voor dijkversteving en -uitbreiding is categorie 1 klei nodig (erosiebestendig). Het is onzeker of genoeg geschikte klei voor dijkprojecten in de nabije toekomst beschikbaar is. De onzekerheden, die nader uitgezocht moeten worden, zijn:

- Vergunningen voor winning en projecten waarbij klei vrijkwam lopen af. Nieuwe vergunningen worden niet eenvoudig verleend, er bestaat maatschappelijke weerstand tegen nieuwe winlocaties.
- Het is onduidelijk waar in Nederland de geschikte klei zich bevindt.
- Bronnen over hoeveelheid import spreken elkaar tegen. Onduidelijk is of en hoeveel categorie 1 klei nu überhaupt wordt geïmporteerd en, zo ja, waarvandaan. Betere marktgegevens zijn nodig.
- Het is onduidelijk of PFAS-problematiek ook speelt in (potentiële) buitenlandse wingebieden waar Nederland uit importeert of kan importeren.

Beton: aandachtspunten op langere termijn

- De vergunningsproblematiek (zie klei) speelt ook bij zand en grind. Voor zand is een bepaalde kwaliteit nodig (grove korrel). De levering vormt minder een probleem, want import uit buitenland is goed mogelijk en alternatieve bronnen voor zand en grind zijn beschikbaar.
- RWS gebruikt veelal cement type CEM III in beton, op basis van hoogovenslakken, vanwege technische eigenschappen en een lagere klimaatimpact. Er is nu een overschot, maar mocht staalproductie uit Nederland en West-Europa verdwijnen dan heeft dat gevolg voor de beschikbaarheid van de hoogovenslakken. Het risico is dat men terugvalt op portlandcement (CEM I); dat kent geen leveringszekerheidsproblemen en kan technisch worden ingezet, maar heeft een hoge CO₂-uitstoot.

Bitumen: aandachtspunten op langere termijn

- Als klimaatdoelen wereldwijd serieus genomen worden en fossiele grondstoffen niet meer mogen worden gebruikt, dan zal geen raffinage van aardolie meer (mogen) plaatsvinden in 2050. Er is dan geen bitumen meer beschikbaar. In Europa sluiten kleine

- raffinaderijen al. Op kortere termijn is er geen tekort, wereldwijd, want het aantal raffinaderijen groeit. Kosten kunnen echter wel stijgen vanwege import van verder weg.
- Een aandachtspunt is de toenemende fluctuerende kwaliteit van (primaire) bitumen. Hoewel door verwachte strengere normen het risico op lagere kwaliteit van het wegdek daalt, beïnvloeden de normen het leveringsgemak negatief.

Staal: aandachtspunten voor leveringszekerheid op langere termijn

- Staal bevat gemiddeld een hoog gerecycled aandeel. Recycling van staalschroot gebeurt echter veelal buiten de EU. Vergroting van de recyclingcapaciteit van staal binnen de EU is gewenst om op langere termijn geopolitiek buiten de staallevering te houden.
- Voor primair staal zijn legeringselementen nodig. Enkele daarvan staan op de lijst kritieke ruwe materialen. Het is onzeker in hoeverre dit gevolgen zal hebben voor de staalproductie, wereldwijd. IJzererts zelf is geen schaars materiaal.

Zink: geen risico's

Zink is geen fysiek schaars materiaal en wereldwijd zijn er grote reserves. We constateren geen risico op leveringszekerheid; slechts mogelijke prijsstijging door geopolitieke ontwikkelingen en hogere energieprijzen.

Transitie naar circulaire economie: kansen en aandachtspunten

Bij de circulaire kansen per materiaal richten we ons op ontwikkelingen die aangrijpen op de substitutie van grondstoffen, levensduurverlenging en hoogwaardige verwerking, waaronder toepassing van secundaire grondstoffen (recycalaat). Ook deze circulaire maatregelen leiden tot een verlaging van benodigd (primaire) materiaal. Bij secundaire grondstoffen spelen echter soms ook trends die negatief zijn voor de leveringszekerheid. We belichten de belangrijkste circulaire kansen en oplossingen, die in het rapport worden benoemd.

Tabel 1 - Belangrijkste circulaire kansen/oplossingen per materiaal

Materiaal	Circulaire kansen/oplossingen om eventuele leveringszekerheidsproblemen te verkleinen
Beton	Inzet basaltvezelwapening reduceert de vraag naar wapeningsstaal en beton.
	Streef optimale korreelpakking na, dit voorkomt overdosering van cement.
	Vrijkomend beton: inzet op hoogwaardige recycling. Houd oog voor benodigde hoeveelheid toegepast als wegfundering; dat kan naast elkaar bestaan.
	Goed onderhoud op moeilijke plekken: zelfhelend beton.
	Geopolymeer als alternatief voor zowel Portlandcement als hoogovencement.
Bitumen	Vergroot de toepassing van gerecycled asfalt. Kennisdeling met (Europese) landen waar het recyclingspercentage nog sterk kan groeien, zodat de bitumenvraag in Europa daalt.
	Levensduurverlengend onderhoud.
	Doorontwikkeling lignine als alternatief voor bitumen.
Klei	Ontwikkeling van alternatieve dijkontwerpen en materiaaloplossingen.
Staal	Hergebruik van bestaande stalen constructies, waaronder geleiderails.
	Meer recyclingsfaciliteiten in Europa in combinatie met verhoging gerecycled aandeel in producten.
	Inzet van duurzame alternatieven voor staal zoals hout en basaltvezelwapening.
Zink	Onderzoek alternatieven voor verzinkt stalen producten. Dit past ook bij het circulaire aandachtspunt dat zink uitlooft, waardoor de zinkketen niet circulair kan worden.

De kansen om grondstofgebruik geheel te vermijden, liggen bij het ontwerp en ontwikkelproces, door de R-principes 'refuse' en 'rethink' toe te passen. Circulair werken is dan heel effectief om leveringszekerheidsproblemen te omzeilen. Een concreet voorbeeld, voor vermindering van het urgent bouw materiaal klei, is alternatief dijkontwerp waarbij bijvoorbeeld gebiedseigen grond wordt toegepast.

Om de circulaire oplossingen in de praktijk te brengen, en te vertalen tot eisen in (bijvoorbeeld) de duurzame KES, is veelal eerst meer praktijkonderzoek nodig door materiaalspecialisten via pilots. Dit rapport bevat een verkenning, door middel van interviews, hoe duurzaamheid en circulariteit beter verankerd kunnen worden in de huidige werkprocessen voor projecten van Rijkswaterstaat. Het structureel circulair werken moet bij Rijkswaterstaat nog verder ontwikkeld worden. Het helpt als:

- alternatieve/innovatieve materialen worden opgenomen in de duurzame KES (klanteisspecificaties);
- alternatieve/innovatieve materialen het IUP-traject¹ hebben doorlopen.

Aanpak

De verkenning is uitgevoerd middels bronnenstudie en interviews. Voor cijfers over vraag en aanbod en beschikbaarheid in Nederland zijn openbare bronnen gebruikt. Daarbij is, voor zover mogelijk, rekening gehouden met de kwaliteit materiaal die benodigd is voor toepassing door Rijkswaterstaat. Interviews richtten zich op:

- trends en ontwikkelingen die invloed hebben op leveringszekerheid;
- of men problemen verwacht met leveringszekerheid, en zo ja welke;
- kansrijke circulaire ontwikkelingen die effect hebben op de materiaalbehoefte;
- toepassing van circulair werken en aanbevelingen in de praktijk.

Zo ontstond een beeld van de mogelijke problemen leveringszekerheid en de urgentie. De interviews leverden kwalitatieve informatie op, geen cijfermatige onderbouwing.

¹ IUP: Innoveren, Uniformeren, Producteren.

1 Introductie

In het debat over leveringszekerheid en kritieke grondstoffen gaat het meestal over zeldzame aardmetalen en kritieke mineralen voor elektronische componenten (Rijksoverheid, 2022) (TNO, 2021). Rijkswaterstaat vermoedt echter dat ook bij traditionele bouwmaterialen risico's voor leveringszekerheid bestaan. CE Delft is gevraagd om te verkennen of de vermoedens gegrond zijn.

Materialen spelen een belangrijke rol in het werk van Rijkswaterstaat. Het is daarom van groot belang dat deze beschikbaar zijn en blijven, om haar kerntaken - waterveiligheid en het in goede staat houden van de Rijksinfrastructuur - te kunnen blijven uitvoeren. Door verschillende factoren (fysieke uitputting, veranderende geopolitieke verhoudingen, maatschappelijke veranderingen) kunnen sommige materialen die Rijkswaterstaat veel gebruikt, fysiek of kwalitatief verminderd beschikbaar worden. De mogelijke gevolgen hiervan variëren van prijsstijgingen van materiaal, verminderde kwaliteit van assets tot het niet kunnen uitvoeren van bouwprojecten.

Dit rapport geeft inzicht in de te verwachten risico's op leveringszekerheid voor vijf prioritaire materiaaltypen: beton, bitumen, klei, staal en zink. Deze vijf worden veel toegepast in de bouwprojecten van Rijkswaterstaat. Ze zijn geselecteerd omdat bij Rijkswaterstaat signalen zijn binnengekomen over leveringszekerheid van deze materialen of de grondstoffen daarvoor, of trends signaleert die mogelijk leveringszekerheid beïnvloeden. We beschouwen mogelijke risico's voor de leveringszekerheid tot 2050.

Het rapport gaat ook in op hoe toepassen van circulaire principes en duurzame ontwikkelingen effect kunnen hebben op leveringszekerheid. Tot slot is ook een verkenning uitgevoerd van hoe aanbevelingen in de praktijk kunnen landen.

Leeswijzer

- **Hoofdstuk 2:** licht de voor dit onderzoek gehanteerde methodiek toe.
- **Hoofdstuk 3:** is de kern van het rapport. Het gaat per type materiaal in op vraag en aanbod, trends en verwachtingen ten aanzien van leveringszekerheid, alternatieven en circulaire oplossingen.
- **Hoofdstuk 4:** bevat conclusies en aanbevelingen, zowel materiaalspecifiek als algemeen.
- **De bijlagen** bevat inzichten en aanbevelingen over hoe circulair werken en duurzaam materiaalgebruik beter verankerd kunnen worden in het werkproces van infrastructurele projecten bij Rijkswaterstaat².

² Dit deel is opgenomen als bijlage omdat de materiaalspecifieke bevindingen en aanbevelingen nog niet direct toepasbaar zijn in de werkprocessen voor grote GWW- en infrastructurele projecten. Er zijn meestal eerst stappen te zetten door materiaalspecialisten in pilotprojecten en verificatietrajecten, voordat duurzame alternatieven of circulaire handelingsperspectieven als standaard worden aangemerkt.



Box 1 - Circulariteit en leveringszekerheid

Naast het uitvoeren van haar kerntaken zet Rijkswaterstaat zich in voor een duurzame leefomgeving. Daarvoor is Rijkswaterstaat onder andere bezig om de ambitie in 2030 klimaatneutraal en circulair te kunnen werken te behalen. Circulair werken wordt onder andere nagestreefd om de aarde zo weinig mogelijk verder uit te putten qua grondstoffen. Dat betekent dat er wordt gestuurd op het minimaliseren van (primaire) materiaalgebruik. In de praktijk kan dit worden gedaan door circulaire principes te volgen (zie ook het kader op de volgende bladzijde): door de levensduur van assets te maximaliseren, door het goed beheren en onderhouden ervan, door hergebruik van (onderdelen van) assets en door vrijkomende materialen te recyclen en opnieuw in te zetten.

Circulair werken en leveringszekerheid zijn aan elkaar gekoppeld op meerdere manieren. Circulair werken kan bijdragen aan het verhogen van de leveringszekerheid, doordat er minder primaire grondstoffen nodig zijn. Daardoor blijft de fysieke beschikbaarheid van grondstoffen in de aarde langer in stand. Anderzijds heeft de leveringszekerheid van een materiaal gevolgen voor de circulariteit van assets. Het kan zijn dat een grondstof fysiek nog voldoende beschikbaar is, maar dat bijvoorbeeld de kwaliteit verandert in de (nabije) toekomst. Dit kan een negatief effect hebben op de kwaliteit van assets, waardoor de levensduur korter wordt of onderdelen minder goed herbruikbaar zijn. Dan is er mogelijk ook meer van een materiaal nodig, wat de leveringszekerheid verlaagt. Veranderend materiaal aanbod kan dus ook een negatief effect hebben op de circulaire ambitie van Rijkswaterstaat. Risico's voor leveringszekerheid kunnen dus ook risico's voor de circulaire ambities van Rijkswaterstaat zijn.

Achtergrondinformatie over circulariteit

De circulaire principes dragen bij aan het verminderen van niet-hernieuwbare primaire grondstoffen. Het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) onderscheidt vier 'knoppen' om dat te bereiken:

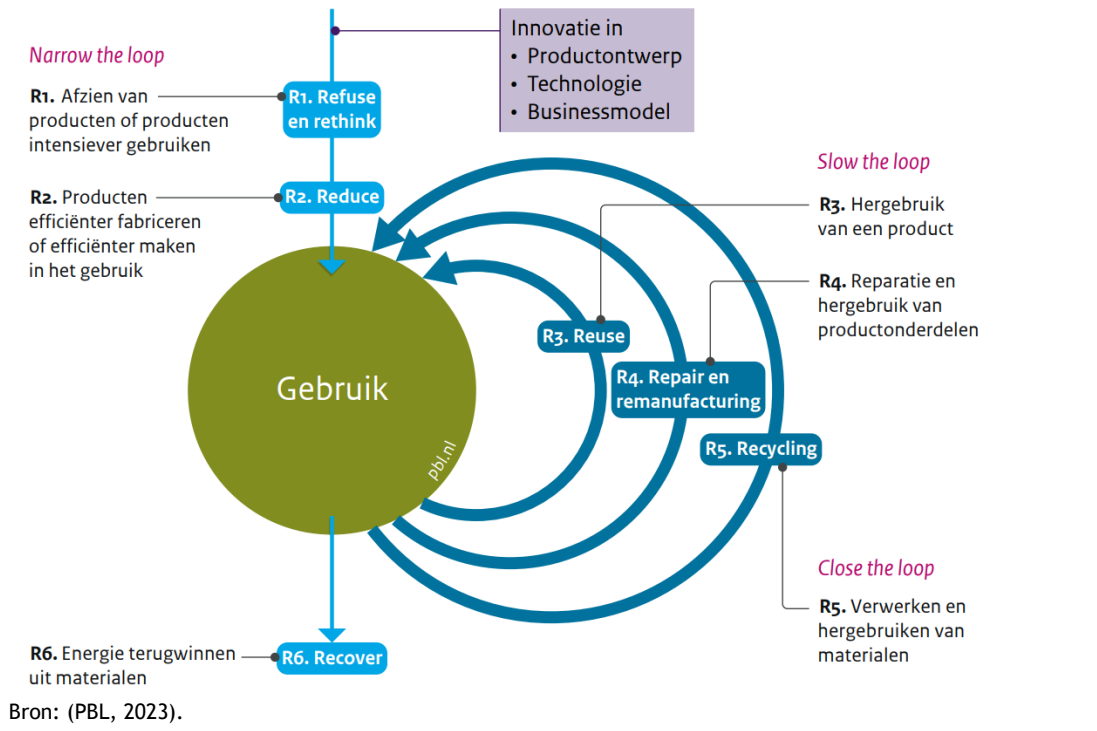
1. **Directe vermindering van grondstoffengebruik.** Minder (primaire) grondstoffen gebruiken door af te zien van producten, deze te delen of ze efficiënter te maken ('*narrow the loop*'). 
2. **Substitutie van grondstoffen.** Het zo ontwerpen van producten dat niet-hernieuwbare primaire grondstoffen vervangen worden door secundaire grondstoffen of duurzame biograndstoffen, in zo hoogwaardig mogelijke toepassing. Of, als die nog niet beschikbaar zijn, door andere, meer algemeen, beschikbare grondstoffen met lagere milieudruk. 
3. **Levensduurverlenging.** Producten en onderdelen langer en intensiever gebruiken door hergebruik en reparatie. Dit vertraagt de vraag naar nieuwe grondstoffen ('*slow the loop*') en leidt zo op termijn tot minder materiaalgebruik. 
4. **Hoogwaardige verwerking.** De kringloop sluiten door hoogwaardige recycling van materialen en grondstoffen, zodat er minder afval wordt verbrand of gestort én er meer hoogwaardig aanbod van secundaire grondstoffen ontstaat ('*close the loop*'). 

De zogeheten R-strategieën geven aan hoe in de economie zuinig omgegaan wordt met grondstoffen en, als ze eenmaal worden gebruikt, hoe we de grondstoffen vervolgens in de kringloop kunnen houden. Er is een koppeling met de vier knoppen:

1. *Refuse, rethink* (R1) en *reduce* (R2) bij knop 1 'Vermindering van grondstoffengebruik'.
2. *Rethink* (R1) past ook bij knop 2 'Substitutie van grondstoffen'.
3. *Reuse* (R3), *repair/remanufacturing* (R4) passen bij knop 3 'Levensduurverlenging'.
4. *Recycling* (R5) past bij knop 4 'Hoogwaardige verwerking'.

In de praktijk zijn alle principes en knoppen combinatie nodig om tot duurzaam grondstofverbruik te komen.

Figuur 1 - De circulaire principes en R-strategieën voor het bereiken van circulariteit



2 Methodiek

In dit hoofdstuk lichten we de voor dit onderzoek gehanteerde methodiek toe.

2.1 Aanpak: stappen in de uitvoer van het project

Het project is uitgevoerd in vier stappen:

Stap	Methode(n)
Selectie van materialen waarvan bekend is of vermoed wordt dat er problemen kunnen ontstaan met leveringszekerheid.	Voorselectie door Rijkswaterstaat, definitieve selectie in overleg met CE Delft.
Informatieverzameling: Analyse van vraag en aanbod, verwachtingen daarin en trends omtrent leveringszekerheid.	
Per materiaal: identificeren van aandachtspunten en aanbevelingen. Focus: De kansen die toepassing van circulaire principes bieden, duurzame alternatieven, technische mogelijkheden.	<ul style="list-style-type: none">– Raadplegen bestaande recente studies– Kennisdeling met andere lopende projecten over vraag en aanbod– Interviews
Inzicht in werkprocessen bij Rijkswaterstaat en identificeren van aandachtspunten en aanbevelingen voor circulariteit in projecten.	

2.2 Toelichting: selectie van materialen

Asfalt, beton, verzinkt staal en klei zijn bouwmaterialen die in grote hoeveelheid worden gebruikt in projecten van Rijkswaterstaat, samen met bagger, grondverzet en funderingsmateriaal. Voor de vier eerstgenoemde heeft de initiator van dit project bij Rijkswaterstaat, Evert Schut, de afgelopen jaren signalen opgevangen dat er mogelijk risico's bestaan voor leveringszekerheid van bouwmaterialen. In het startoverleg van dit project hebben Rijkswaterstaat en CE Delft asfalt toegespitst tot bitumen, en besloten staal en zink los te beschouwen. Zo ontstond de selectie: beton, bitumen, klei, staal en zink.

2.3 Toelichting: aanpak informatieverzameling

Het projectteam van CE Delft heeft twee methoden gehanteerd om de leveringszekerheid van de materialen te verkennen:

1. Raadplegen van bestaande bronnen voor gegevens over vraag en aanbod.
2. Interviews (zestien stuks) voor het identificeren van trends en ontwikkelingen, discussie over leveringszekerheidsproblemen op korte - en lange termijn, verifiëren van bevindingen uit literatuur. De interviews vormen een belangrijk deel van het onderzoek. Ze leveren kwalitatieve inzichten, maar geen kwantitatieve onderbouwing, zeker waar het de toekomst betreft.

In de tekst van dit rapport staat de gebruikte literatuurbron aangegeven. Soms spreken bronnen elkaar tegen of mist nog informatie; dit vermelden we in de tekst.

Ten tijde van deze studie voeren KplusV, Alba Concepts en Movares een onderzoek uit naar de internationale productieketen van asfalt (bitumen), beton en staal. We hebben dankbaar

gebruik kunnen maken van vraag- en aanbodgegevens die via deze studie beschikbaar kwamen. We hebben ons beider bevindingen uitgewisseld en aan elkaar getoetst.

We hebben interviews gehouden en kennis uitgewisseld met:

- Consortium KplusV, Alba Concepts en Movares.
- Leonie van der Voort - Cascade, Branchevereniging van oppervlakedelfstoffenwinnende bedrijven in Nederland.
- Een vertegenwoordiger van Het Betonhuis, branchevereniging en kennisplatform van de Nederlandse cement- en betonindustrie.
- Inge van Vilsteren, adviseur Wegenbouwmaterialen, GPO, RWS.
- Een expert wegenbouw materialen, GPO, RWS.
- Anthon Tolboom, algemeen directeur van Latexvalt B.V.
- Evert Schut, expert circulaire economie, RWS (WVL).
- Een projectmanager, GPO, RWS, expert kunstwerken.
- Hans Boender, technisch expert bij Zinkinfo Benelux, brancheorganisatie voor het discontinu thermisch verzinken in Nederland, België en Luxemburg.
- Guido Joosen, *senior economist* bij Tata Steel Europe.
- Jeroen Besamusca, *principal scientist* bij Q8 Petroleum Research & Technology.
- Rob Dijcker, adviseur circulaire constructies, Witteveen+Bos.
- Marjan Poortinga, adviseur circulaire economie, RWS (WVL).
- Rianne Läkamp, adviseur duurzaamheid, RWS (WNZ).
- Kees Sanderse, adviseur duurzaamheid, RWS (ZD).
- Senne Verpoorten, adviseur techniek E&IA, RWS (PPO).

Sommige personen worden op verzoek niet bij naam genoemd. Van alle interviews zijn notulen opgesteld die vervolgens gecontroleerd zijn door de geïnterviewden, om na te gaan of de interviews correct zijn vastgelegd.

3 Beschikbaarheid en risico's per materiaalsoort

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de leveringszekerheid van elk materiaal ontwikkelt naar 2050 toe. Per materiaal is de opzet:

- Eerst brengen we kort in kaart hoe de grondstoffenwinning en productie van elk materiaal plaatsvindt, en voor welke andere materialen de grondstoffen eventueel worden gebruikt.
- Vervolgens analyseren we de voorspellingen voor het internationale aanbod en de vraag van elk materiaal. Bij zowel vraag als aanbod onderzoeken we de hoeveelheid, kwaliteit, milieu-impact en locatie. Als vraag en aanbod niet op elkaar aansluiten qua hoeveelheid, kwaliteit, milieu-impact en/of locatie, zijn er risico's voor de leveringszekerheid. We vermelden de risico's en bepalen wat de gevolgen zouden zijn mochten deze risico's zich voltrekken.
- Ten slotte kijken we welke alternatieven of technologische oplossingen beschikbaar zijn of kunnen worden om de leveringszekerheid te verhogen.

3.1 Beton

3.1.1 Betongebruik bij RWS

Beton wordt toegepast in de woningbouw, utiliteitsbouw, GWW, de landbouw en voor particulier gebruik. In de GWW wordt beton vooral gebruikt voor kunstwerken en bestrating.

Beton is een samengesteld product. De belangrijkste grondstoffen van beton zijn zand, grind en cement. Ook cement, het bindmiddel in beton, is een geproduceerd product. Het wordt geproduceerd uit calciumcarbonaat (kalksteen), hoogovenslakken, silica- en aluminarijke grondstoffen of een mix daarvan. Cement wordt voornamelijk in beton-producten en -mortel toegepast. Aan zand voor beton worden specifieke technische eisen gesteld: het moet een grove korrel hebben. Daarmee concurreert het niet met fijn zand dat in veel andere toepassingen wordt gebruikt. Zand geschikt voor beton is echter fysiek schaarser dan fijn zand. Grind wordt bijna uitsluitend gewonnen voor beton (Cascade, 2022). Meestal wordt niet-gebroken grind gebruikt en soms gebroken kalksteen. De grondstoffen van beton concurreren al met al weinig met toepassingen buiten de bouw.

3.1.2 Huidige stand van zaken betonmarkt

Grondstoffen van beton

De grondstoffen van beton (cement, zand en grind) worden deels gewonnen in Nederland. Het zand wordt gewonnen in Nederland. Grind wordt voor grofweg de helft van de vraag gewonnen in Nederland, de rest wordt geïmporteerd vanuit Duitsland. In Nederland wordt veel hoogovencement gebruikt, waarin hoogovenslakken van onder andere Tata Steel worden gebruikt. Bij RWS wordt in de regel hoogovencement gebruikt: dit is minder gevoelig voor problemen zoals zoutindringing. Hoogovencement bevat (afhankelijk van het subtype hoogovencement) naast hoogovenslak maximaal 65% portlandcementklinker, anders bindt het niet goed. Portlandcement, geproduceerd uit klinker op basis van met name



kalksteen komt onder andere uit België. Bij de productie van Portlandcementklinker komt veel CO₂ vrij, en daardoor heeft Portlandcement een hogere CO₂-impact dan hoogoven-cement. Al het cement in Nederland wordt geproduceerd door HeidelbergCement, of geïmporteerd uit Duitsland en België.

Betonproductie

Het in Nederland benodigde beton wordt bijna uitsluitend geproduceerd in Nederland. Er is een klein aandeel import vanuit en export naar België en Duitsland. Dit wordt geschat op 1 à 2% maar is moeilijk in kaart te brengen want dit hoeft niet geregistreerd te worden.

Het aanbod wordt voornamelijk bepaald door de vraag van beton voor nieuwbouw, wat weer wordt bepaald door de economie. We bouwen als de vraag er is en als het economisch goed gaat. Bij vorm van crisis, terugval in de economie, merk je dat in de nieuwbouw. Ongeveer 20% van de vraag van beton ging in 2019 naar GWW, de rest naar B&U (EIB & Metabolic, 2022).

3.1.3 Ontwikkelingen in de betonmarkt

Vraagontwikkelingen

De vraag naar beton in Nederland is de afgelopen jaren min of meer stabiel rond de 8 à 12 Mm³ per jaar (in 2019 was het 9 Mm³ of 21 Mton (EIB & Metabolic, 2022)). In Nederland is er een grote vraag naar woningen en dit zal de komende decennia blijven, hierdoor blijft de vraag naar beton constant, met een mogelijke afname van 20% tegen 2050 (EIB & Metabolic, 2022).

Specifiek voor GWW wordt er geen groei van de vraag verwacht want er wordt vooral gebouwd waar al de nodige infrastructuur is, en blijft ongeveer 20% van de totale vraag (EIB & Metabolic, 2022). Van wegen en kunstwerken worden geen uitbreiding verwacht, maar vooral vervanging. Ten behoeve van klimaatadaptie en het snel bufferen van water ontstaan er nieuwe markten waardoor de vraag zou kunnen toenemen.

Binnen Europa is Nederland een kleine speler; de wereldvraag naar beton is jaarlijks ongeveer 15 Gm³. In de EU is de bouwindustrie de afgelopen 10 jaar meer dan 20% gegroeid (Statista, 2023). De Europese vraag naar beton blijft toenemen. Wereldwijd blijft de behoefte toenemen door de blijvende bevolkingsgroei, met name voorspeld voor steden.

Aanbodontwikkelingen van de grondstoffen van beton

De hoeveelheid gesloopt betonmateriaal dat vrijkomt in Nederland is onvoldoende om in de vraag te voorzien. Als theoretisch maximum wordt er geschat dat 30% van de vraag in 2030 kan worden gedekt als al het gesloopt beton ingezet wordt voor secundair beton (EIB & Metabolic, 2022). Primair beton blijft daarom dominant. Circulariteit door terugnamegaranties en leaseconstructies neemt wel toe.

Voor zand en grind is het grootste risico op verminderde leveringszekerheid van maatschappelijke aard: de vergunningen om deze grondstoffen in Nederland te delven lopen de komende jaren af en volgens de sector worden er niet genoeg nieuwe vergunningen verstrekt (ABN Amro, 2023). De reden hiervoor is dat grind- en zandwinning vaak botst met milieu en ruimtelijke ordeplannen. Tegelijkertijd zijn er de afgelopen jaren voorbeelden



geweest van winningsprojecten waarbij ook natuur werd gecreëerd, zoals langs de Grensmaas. Wanneer we minder zand en grind winnen, vergroot dat de afhankelijkheid van import uit buurlanden (zie Paragraaf 3.3 over klei, daar spelen dezelfde risico's). De toenemende Europese en wereldwijde vraag naar beton zou de importmogelijkheden voor Nederland kunnen gaan beperken, maar dit is niet zeker. Daarnaast loopt de toevoer van zand en grind vooral via water, wat de afgelopen jaren wegens droogte al voor leveringsproblemen heeft gezorgd (ABN Amro, 2023). De combinatie afhankelijkheid van import met langere transportafstanden en de toename van extreem weer maakt dat dit ook in de (nabije) toekomst voor leveringsproblematiek kan zorgen.

Voor de komende 5 jaar wordt verwacht dat de Europese cementvraag 5% per jaar toeneemt (van 290 Mton in 2022 naar 382 Mton in 2028) door toenemende verstedelijking en ontwikkeling van grote infrastructuurprojecten (IMARC, 2023). Buiten West-Europa wordt momenteel voornamelijk portlandcement gebruikt, en is er een overschot aan hoogovenslak. Naar verwachting schakelen deze landen op de korte termijn over op hoogovencement, waardoor er hiervan schaarste zal ontstaan en de prijs zal stijgen (ABT, 2021). Dit effect wordt versterkt als de Europese hoogovens sluiten of verduurzamen (zie Paragraaf 3.4).

Aanbodontwikkelingen van beton

Het fysieke aanbod voor beton is nu in Nederland niet beperkend; de vraag naar beton bepaalt het aanbod. Beton op basis van hoogovencement kan schaars worden wanneer dit buiten Nederland meer wordt gebruikt, waardoor het duurder wordt. Daarnaast is de prijs van beton afhankelijk van de status van de economie: als de economie minder loopt worden producten duurder, omdat fabrieken sluiten. De doelstellingen om beton te verduurzamen zullen leiden tot prijsstijgingen. De hogere prijs kan investeringen in innovatie in de hand werken en mensen motiveren om te blijven werken in de sector.

3.1.4 In hoeverre spelen er leveringszekerheidsproblemen voor beton en wat zijn de effecten en risico's daarvan?

Onderstaand stuk is gebaseerd op gesprekken met experts waarin toekomstscenario's zijn verkend. Deze zijn inherent onzeker. Cijfermatige onderbouwing ontbreekt daarom.

Vanwege de grote vraag naar beton en het beperkt vrijkomen van secundair beton, zal primair beton in het grootste deel van de vraag voorzien. Er spelen een aantal leveringszekerheidsrisico's voor de grondstoffen van primair beton.

Voor cement wordt de komende jaren een verhoogde vraag naar hoogovenslakken in Europa verwacht. Tegelijkertijd wordt staalproductie in hoogovens in de EU afgebouwd (zie Paragraaf 3.4). Hierdoor is het mogelijk dat de fysieke beschikbaarheid van hoogovencement voor Rijkswaterstaat afneemt. Van portlandcement is fysiek genoeg beschikbaar en het is te importeren vanuit België, dus van schaarste van cement zal geen sprake zijn. Echter, de hogere milieu-impact van portlandcement past niet bij de klimaat- en circulaire ambities van Rijkswaterstaat. Daarnaast kan het vervangen van hoogovencement door portlandcement in sommige kunstwerken mogelijk ook secundaire milieueffecten en kosten hebben. De levensduur van de kunstwerken op basis van beton met Portlandcement kan door verhoogde gevoeligheid voor zoutindringing daarvan afnemen. Hierdoor is meer onderhoud nodig, wat verhoogde kosten, verlaagde verkeersdoorstroming en verhoogd



(primair) materiaalgebruik met zich meebrengt. Daarmee is het een risico voor meerdere doelstellingen van Rijkswaterstaat.

Voor zand en grind speelt het aflopen van huidige winningsvergunning en uitblijven van nieuwe winningsvergunningen in Nederland. Daardoor worden we afhankelijker van import. Dit kan leiden tot duurder grind en zand vanwege langere transportafstanden, maar ook tot een fysieke schaarste van zand en grind voor betonproductie in Nederland. Ten eerste kan het transport zelf beperkend worden. Grind en zand zijn goedkoop en relatief zwaar en vervoersbedrijven stappen soms afhankelijk van de transportprijs van andere goederen over op het verschepen van andere producten/materialen. Daarnaast heeft droogte er de afgelopen jaren al een aantal keer voor gezorgd dat transport over water überhaupt moeilijk wordt. De verwachting is dat dit de komende jaren vaker voor kan komen. Tot slot bestaat de mogelijkheid dat doordat wij zelf (bijna) niets meer winnen, andere landen minder willen exporteren naar Nederland. Hoe groot dit risico daadwerkelijk is, moet beter worden onderzocht. Het effect van een verminderde fysieke beschikbaarheid van zand en grind is dat beton duurder wordt, en uiteindelijk te weinig beschikbaar is in Nederland.

3.1.5 Alternatieven en technische mogelijkheden voor beton

De meest effectieve manier om leveringszekerheid te garanderen is het verlengen van de levensduur van (kunstwerken van) beton. Dit verlaagt de vraag naar primair beton. Dit is ook de focus van RWS. Er zijn verschillende strategieën om de levensduur te verlengen:

- In het ontwerp van een kunstwerk:
 - Zorg dat het kunstwerk goed toegankelijk is voor inspectie en onderhoud;
 - Houd rekening met een veranderende leefomgeving (adaptief ontwerp), zoals klimaatverandering, veranderende behoeftes en de natuur (Buro Ontwerp en Omgeving).
- In het aanleggen en tijdens de levensduur van het kunstwerk:
 - Goede aanleg: Het voorkomen van degradatie door gebruik van een juiste betonsamenstelling en uitvoering. Dit voorkomt het vormen van scheurtjes (de eerste stap in het slijtageproces) (Jonkers, 2021).
 - Goed onderhoud: Met name bij betonnen kunstwerken met een stalen wapening is het onderhoud cruciaal voor het verlengen van de levensduur. Gewapend beton slijt in verschillende stappen, gaande van kleine scheurtjes, tot het blootstellen van de wapening aan lucht. Als de wapening gecorrodeerd is, moet de volledige constructie vervangen worden. Onderhoud van kleine scheurtjes is daarom van groot belang voor het maximaliseren van de levensduur van een kunstwerk van gewapend beton.

Ontwerpen die adaptief, losmaakbaar of modulair zijn kunnen bijdragen aan een langere levensduur en verminderde vraag naar grondstoffen in de toekomst. Dit kan ook het onderhoud vergemakkelijken. Hiermee voert RWS nu experimenten uit, bijvoorbeeld bij de versterking van de afsluitdijk (Rijkswaterstaat, 2021). Het is lastig om bij zeer lange levensduren rekening te houden met toekomstige noden en gebruik. Hierdoor ontstaat het risico dat de bedoelde manier van adaptiviteit, losmaakbaarheid of modulariteit in de toekomst niet wordt gebruikt. Zeker wanneer overdimensionering nodig is om tot adaptiviteit, losmaakbaarheid of modulariteit te komen, is het daarom zaak de voors en tegens goed af te wegen. Wanneer in de toekomst niet van de circulaire mogelijkheden van het kunstwerk gebruik wordt gemaakt, wordt de extra milieudruk die nu wordt gedaan, dan namelijk teniet gedaan.

In gevallen waar onderhoud lastig uit te voeren is, zou zelfhelend beton een optie kunnen zijn. Er zijn verschillende manieren om beton zelfhelend te maken. Bij één hiervan zorgen bacteriën voor de opvulling van scheurtjes met kalksteen (Jonkers, 2021). Hier zijn in

Nederland al projecten mee uitgevoerd (Basilisk, 2021). Belangrijk is dat hierbij een onderscheid is tussen *self-sealing*, waarbij scheurtjes worden opgevuld, maar de mechanische eigenschappen van het beton niet ‘herstellen’. Volledige *self-healing* brengt de mechanische eigenschappen terug naar dat van het oorspronkelijke beton. Zelfhelend beton is een actief onderzoeksveld, waar nog weinig standaardisatie in hoe het zelfhelend vermogen wordt gemeten, wat het vergelijken van verschillende soorten zelfhelend beton bemoeilijkt (Guo & Chidiac, 2019). Mogelijk zijn voor specifieke toepassingen en barsten een specifiek type zelfhelend beton meer geschikt. In welke mate zelfhelend beton in praktijk de levensduur kan verlengen, is op dit moment moeilijk in te schatten. Het is ook niet bekend of het voor de werken van Rijkswaterstaat een oplossing kan zijn. Dit moet voor de specifieke toepassing en een specifiek type zelfhelend beton worden uitgezocht.

Er bestaan alternatieven voor de bestanddelen van beton. De mogelijke prijsstijging en tekorten van hoogoven cement kunnen leiden tot een financiële prikkel voor duurzame innovaties voor bindmiddelen. In plaats van hoogoven- of portlandcement is er geopolymeercement. Dit cement wordt meestal met hoogovenslakken, poederkoolvliegias of kleimineraal (metakaolien) gemaakt. Momenteel wordt het nog vooral met hoogovenslakken en poederkoolvliegias gemaakt, waardoor het niet direct een alternatief is voor hoogoven cement (SGS intron B.V., 2021). Met het oog op eventueel tekort aan hoogovenslakken op de langere termijn is het noodzakelijk om te onderzoeken welke andere grondstoffen kunnen worden gebruikt in geopolymeercement, om het een serieuze vervanger voor hoogoven cement te maken. Meer voorbeelden van alternatieve bestanddelen zijn te vinden in het betonakkoord.

Voor de stalen wapening van beton zijn er alternatieven zoals vezels, staven of netten van kunststof, textiel, koolstof en glas. Het verbetert de eigenschappen van ongewapend beton, maar kan traditionele stalen wapening niet voor alle toepassingen vervangen (Betonhuis, 2019). Een ander alternatief is een wapening van basaltvezels. Deze heeft vergelijkbare tot betere technische eigenschappen dan een stalen wapening. Basalt roest bovendien niet, waardoor er tot 40% minder beton nodig is om de wapening te bedekken in vergelijking met een stalen wapening (Betonhuis, 2021). Basalt is een vulkanisch gesteente. Basalt wordt momenteel gebruikt voor bouwstenen en funderingen. Het is nog niet bekend op welke schaal het toegepast kan worden om stalen wapening te vervangen bij Rijkswaterstaat. Ook is het aan te bevelen de leveringszekerheid van basalt verder te onderzoeken.

Mogelijk kan het cementgebruik bij primair beton verlaagd worden door optimale korrelpakking na te streven bij de aanleg van een kunstwerk. De gradering van beton is belangrijk: perfect beton vergt een geleidelijke korrelverdeling om weinig holle ruimtes te hebben waar cement in zit. Bij een optimale korrelverdeling is weinig cement nodig. Dit is technisch veeleisend, waardoor een optimale korrelpakking in de praktijk vaak niet wordt behaald. Overdosering van cement zou kunnen worden gereduceerd als hier meer tijd en aandacht voor is. Een bijkomend voordeel is dat een optimale samenstelling de vorming van scheurtjes voorkomt, en daarmee de levensduur van een kunstwerk verlengt.

Als het betonproduct aan het einde van zijn levensduur komt en hergebruik is niet meer mogelijk, dan is recycling van het materiaal belangrijk. Volgens het betonakkoord zal gesloopt beton hoogwaardig worden gerecycled. Door bijvoorbeeld het slim breken van beton kunnen zand, grind en cement teruggewonnen worden, en kan van deze bestanddelen opnieuw beton gemaakt worden (SmartCrusher bv, 2023). Betonpuin kent nu een nuttige toepassing als wegfundering, hoewel dit laagwaardiger toepassing is vanuit het oogpunt van circulariteit. Een wegfundering zonder beton heeft minder binding en sterkte. De toepassingen kunnen naast elkaar bestaan: betonpuin voor funderingen indien nodig, en beton hergebruiken of hoogwaardig recycleren tot zijn originele bestanddelen.

3.2 Bitumen

3.2.1 Bitumengebruik bij RWS

Bitumen is een belangrijke grondstof voor asfalt. Rijkswaterstaat gebruikt asfalt met name voor de rijkswegen en in sommige gevallen als toplaag op dijken. Asfalt wordt met name gebruikt voor onderhoud aan wegen en in mindere mate voor de aanleg van nieuwe wegen. In Nederland zijn - naast Rijkswaterstaat - gemeenten, provincies en waterschappen grote afnemers van asfalt en daarmee van bitumen.

3.2.2 Huidige stand van zaken bitumenmarkt

De grondstof van bitumen is ruwe aardolie. Ruwe aardolie wordt verwerkt in raffinageprocessen, waarvan bitumen van oorsprong een restproduct is. Omdat ruwe aardolie is ontstaan uit oud biologisch materiaal, is de samenstelling ervan afhankelijk van de samenstelling van het oorspronkelijk biologische materiaal. De locatie waar de ruwe aardolie is gewonnen bepaalt daardoor het bitumengehalte in aardolie. De uiteindelijke eigenschappen van bitumen worden daarom bepaald door de oorsprong van de ruwe olie en het raffinageproces (zie Aanbodontwikkelingen - eigenschappen van bitumen onder Paragraaf 3.2.3).

Bitumen is een wereldmarkt. Er wordt niet/nauwelijks winst op gemaakt, maar de verkoop van het restproduct bitumen is financieel aantrekkelijker dan het te laten verwerken als afvalstroom. Bitumen wordt met name toegepast in asfalt (80-85%). Verder wordt het als dakbedekking (10-15%) en voor verschillende industriële toepassingen (5%) gebruikt.

De productie en het verbruik van bitumen zijn moeilijk in kaart te brengen omdat 1) het niet-gepubliceerde bedrijfsgegevens betreft; 2) er geen exacte definitie van bitumen is; en 3) bitumen soms wordt gerekend bij 'bitumineuze producten' en 'asfalt', waarbij de productie of het verbruik van bitumen wordt opgeteld bij dat van andere materialen. Ten slotte is er een bron voor import en exportgegevens (OEC, 2021b), maar deze geeft geen informatie over de hoeveelheid productie en het verbruik in een land.

Uit interviews met Q8 en Latexfalt kwamen de volgende schattingen naar boven:

- de huidige wereldvraag naar bitumen wordt geschat op 100 miljoen ton per jaar;
- de huidige Europese vraag ligt tussen 12 en 20 miljoen ton per jaar;
- de huidige Nederlandse vraag is 200 à 350 duizend ton per jaar.

Volgens gegevens van de OEC verhandelt Nederland veel bitumen en asfalt: Nederland exporteert 2,3% van de wereldwijde bitumen en asfalt in 2021. Als bovenstaande schatting van de wereldvraag van bitumen klopt, is dit minstens 2,3 miljoen ton. Nederland importeert 0,6% van de wereldwijde vraag, dus minstens 0,6 miljoen ton. Omdat de import aanzienlijk hoger is dan de vraag, én omdat de export aanzienlijk groter is dan de import, betekent dit dat Nederland zelf een grote producent van bitumen en asfalt moet zijn³.

Het is niet duidelijk waar het bitumen dat in Nederland wordt gebruikt vandaan komt. Dit komt omdat import en export gegevens worden gegroepeerd met asfalt of andere bitumineuze producten. Daarnaast worden ruwe olie en bitumen wereldwijd door verhandeld, en is het mogelijk dat bijvoorbeeld uit China geïmporteerde olie oorspronkelijk uit Rusland of Venezuela kwam, zonder dat dit gerapporteerd wordt (Bloomberg News, 2020) (Bloomberg News, 2020; Transport & Environment, 2023). Verschillende bronnen

³ De import en productie zijn gelijk aan de export en het verbruik.

geven aan dat bitumen in Europa of specifiek Nederland uit de hele wereld geïmporteerd wordt, en in Europa zelf geproduceerd. Er wordt import vermeld uit Azië (Rusland, Turkije, China en India), het Midden-Oosten (Iran, Irak, Saudi-Arabië), Noord-Amerika (VS, Canada en Mexico), Zuid-Amerika (Brazilië) en van binnen Europa (Duitsland, België, Noorwegen, Spanje, Verenigd Koninkrijk) (OEC, 2021a; UN, 2022). Sinds de oorlog in Oekraïne wordt minder bitumen uit Rusland geïmporteerd door de EU. Dit gat is opgevuld door levering van bitumen uit USA, Canada, Iran, en ook Europese landen zoals Spanje, Italië en Griekenland (Globe Newswire, 2022).

3.2.3 Ontwikkelingen in de bitumenmarkt

Vraagontwikkelingen

Uit interviews met RWS, Latexfalt en Q8 kwamen enkele ontwikkelingen in de vraag naar voren. Rijkswaterstaat heeft de komende tien jaar een grote onderhoudsopgave. De vraag naar bitumen vanuit Rijkswaterstaat is daarmee naar verwachting groter dan de afgelopen 10 tot 15 jaar. Tegelijkertijd zijn er in Nederland verschillende trends die tot een afname van de vraag leiden:

- Een (nog steeds) groeiend recyclingpercentage van asfalt, waarvoor minder bitumen nodig is in vergelijking met primair asfalt.
- Hoeveel minder primair bitumen nodig is, is nog niet duidelijk omdat alternatieven opkomen en een deel van de primair bitumen kunnen vervangen (zie Paragraaf 3.2.5, Alternatieven).
- Levensduurverlengend onderhoud van asfalt, waardoor asfalt minder vaak vervangen hoeft te worden. Hoe lang het asfalt mee kan gaan, en hoe intensief het onderhoud is, is nog niet bekend. Dit hangt ook af van de toekomstige verkeersbelasting.
- De afgelopen jaren is er 20% minder asfalt aangelegd vanwege het stikstofbeleid. Het stikstofbeleid kan veranderen.
- Klinkers in plaats van asfalt: lokale trend, of toch niet⁴?

Omdat bitumen een wereldmarkt is en Nederland slechts een zeer kleine afnemer, zijn vraagontwikkelingen in andere landen ook relevant. Veel Europese landen hebben net als Nederland al veel asfaltwegen liggen. Daar is dus, net als in Nederland, met name een vraag naar asfalt voor onderhoud. Naar verwachting blijft de Europese vraag daarom stabiel. Het recyclingpotentieel van asfalt kan in die landen nog sterker groeien dan in Nederland; Nederland is hierin een koploper. Er zijn wereldwijd wel nog veel landen waar het areaal aan asfaltwegen nog uitgebreid kan worden. Daar zal de vraag naar asfalt en bitumen naar verwachting dus nog stijgen. Bij uitbreiding van het weggennet kan ook nog geen gebruik worden gemaakt van gerecycled materiaal, want het asfalt dat in gebruik is blijft nodig voor het bestaande wegdek.

Aanbodontwikkelingen - hoeveelheid bitumen

In Europa daalt de komende decennia de vraag naar fossiele brandstoffen vanwege de energietransitie. Daarmee zullen er naar verwachting raffinaderijen sluiten in Europa. Er is nu al een trend gaande dat kleine raffinaderijen sluiten en de verwerking van aardolie

⁴ Het gebruiken van klinkers in plaats van asfalt voor wegen in gemeenten werd in enkele interviews gesuggereerd. We hebben recente nieuwsberichten gevonden waaruit blijkt dat gemeenten dit overwegen en soms ook uitvoeren. Tegelijkertijd zijn er nieuwsberichten van het vervangen van klinkers door asfalt in gemeenten. Het vervangen van asfalt door klinkers lijkt dus geen trend.



gecentraliseerd wordt in enkele grote raffinaderijen wereldwijd. Dit is vanwege een dalende vraag in Europa, maar ook vanwege een verstrenging van de wetgeving over emissies van de eindproducten van raffinaderijen zoals diesel, benzine en stookolie, wat procesaanpassingen vergt. Het aanbod van in Europa geproduceerd bitumen in Europa zal daarmee verder dalen.

Tegelijkertijd worden er buiten Europa nog veel raffinaderijen gebouwd, bijvoorbeeld in landen in Afrika en in India. De huidige prognoses laten zien dat de verwerking van aardolie tot en met 2040 nog stijgt. Daarom zal het wereldwijde aanbod van bitumen niet snel verminderen.

Aanbodontwikkelingen - eigenschappen van bitumen

Wanneer een aannemer de bitumen *inkoopt*, wordt de bitumen getest op bepaalde eigenschappen volgens de asfaltnorm (NEN-EN 12697). Maar het geleverde bitumen voor projecten (van Rijkswaterstaat) wordt niet opnieuw getest. Het proces van aanbesteding tot uitvoering duurt lang. Daardoor is het mogelijk is dat de aanbestede en geteste bitumen van een andere batch is dan de uiteindelijk geleverde en toegepaste bitumen, en daardoor andere eigenschappen heeft dan oorspronkelijk voorzien. In de uiteindelijke asfaltnorm zit daarom mogelijk een bitumen dat niet de juiste eigenschappen heeft om de levensduur en kwaliteit van het asfalt te waarborgen.

Dit is een groeiend probleem. Want er ontstaat meer variatie in de eigenschappen van bitumen. Dat komt door drie ontwikkelingen:

1. Er worden nieuwe aardoliebronnen gebruikt (en het bitumengehalte in aardolie verschilt per winlocatie).
2. Aardolie van verschillende bronnen wordt vaker gemengd.
3. Raffinage haalt steeds meer lichtere fracties uit de olie.

De toenemende variatie in de eigenschappen van bitumen vormt een onzekerheid bij de aanleg van asfalt. Dit wordt versterkt als bitumen van verder weg wordt geïmporteerd, als raffinaderijen in Europa sluiten. Rijkswaterstaat vraagt in aanbestedingen om asfalt met bitumen conform de asfaltnorm. Het voldoen aan de asfaltnorm is echter geen garantie (meer) voor een goede kwaliteit van bitumen als bindmiddel.

De veranderende eigenschappen van bitumen zijn op zich geen probleem, maar wel de onduidelijkheid bij toepassing. In praktijk wordt het navolgen van de standaardspecificaties niet gecontroleerd. Onder kennisplatform CROW is een project opgestart om een methode te ontwikkelen om de kwaliteit van asfalt te borgen voor het uitvoerstadium van een project (CROW, 2023). Daarnaast worden de Europese standaardspecificaties voor bitumenkwaliteit strenger, waarop de asfaltnorm (NEN-EN 12697) is gebaseerd. De specificaties worden strenger om de veranderende eigenschappen van bitumen tegen te gaan, zodat er minder fluctuatie in kwaliteit is, en omdat er steeds hogere eisen aan de levensduur van asfalt worden gesteld.

3.2.4 In hoeverre spelen er leveringszekerheidsproblemen voor bitumen en wat zijn de effecten en risico's daarvan?

De kans is klein dat fysieke schaarste van bitumen ontstaat tussen nu en 2050. Het aanbod in Europa zal wat dalen door sluiting van raffinaderijen. Het wereldwijde aanbod van bitumen stijgt door de bouw van nieuwe raffinaderijen. Naar verwachting zullen de

veranderingen in vraag en aanbod in balans zijn, zeker als maatregelen getroffen worden voor vraagreductie (zie de volgende paragraaf).

Omdat bitumen een relatief laagwaardig materiaal is, heeft transport een relatief groot aandeel in de kosten ervan. Wanneer het over langere afstanden getransporteerd moet worden, bijvoorbeeld als raffinaderijen in Europa sluiten, zal dit mogelijk leiden tot prijsstijgingen.

Als de kwaliteit van bitumen afneemt, neemt de kwaliteit van asfalt af. Risico's hiervan zijn: onveiligere wegen, meer nood aan onderhoud, hogere kosten, slechtere verkeersdoorstroming en meer (primair) materiaalgebruik.

Het omgaan met de genoemde ontwikkelingen vergt meer werk van de aannemer. Ten eerste moet de aannemer steeds strengere levensduureisen van asfalt naleven. Ten tweede moet de aannemer omgaan met de veranderende bitumeneigenschappen en de asfaltmix en additieven hierop afstemmen. De uitkomsten van het CROW-onderzoek naar borging van kwaliteit van asfalt in uitvoer stadium van een project, zullen voor aanbestedingen door Rijkswaterstaat nuttig zijn.

3.2.5 Alternatieven en technische mogelijkheden

Er zijn verschillende mogelijkheden om met leveringszekerheidsrisico's om te gaan die rondom asfalt spelen. Momenteel wordt door Rijkswaterstaat al veel gerecycled asfalt toegepast. Het aandeel gerecycled asfalt dat wordt toegepast groeit naar verwachting (richting maximaal ~70%) de komende jaren. Door het toepassing van gerecycled asfalt daalt de vraag naar primair bitumen, omdat er minder primair bitumen aan hoeft te worden toegevoegd. Daarnaast experimenteert Rijkswaterstaat met levensduurverlengend onderhoud van asfalt. Hierdoor daalt de vraag naar asfalt en bitumen ook. Omdat Nederland en Rijkswaterstaat koploper zijn op het gebied van asfaltrecycling: 40 á 50% van nieuw asfalt bestaat uit asfaltgranulaat (Bron: interviews Q8 en Latexfalt). Nederland (se aannemers) zouden omringende landen kunnen ondersteunen om het daar ook toe te gaan passen. Dit leidt tot een nog grotere vraagreductie, waardoor de risico's verder worden vermeden.

Daarnaast wordt er onderzocht of bitumen in asfalt kan worden vervangen door andere, niet-fossiele, mogelijk duurzamere materialen. Voorbeelden hiervan zijn lignine (zowel primair als uit industriële reststromen, bijvoorbeeld uit de papierindustrie) en secundaire fossiele materialen (plastics). Vanwege de relatief lage kosten van bitumen lijken secundaire materialen het beste te kunnen concurreren met bitumen.

De ligninereststroom uit de papierindustrie zou hier een rol in kunnen spelen. Er worden in Nederland al pilots gedaan met deze bitumenvervanger (Wageningen University & Research, 2021). In het programma CIRCUIROAD (voorheen CHAPLIN) van RWS werken bedrijven, overheid en kennisinstellingen samen om bitumen te vervangen door lignine (Circular Biobased Delta, 2023). Een van de doelen is om deze technologie verder te ontwikkelen tot TRL niveau 6/7 (Universiteit Utrecht, 2022). Ook kan lignine gewonnen worden uit biobased (rest)stromen afkomstig van bosbouw en snoei.

Er wordt verwacht dat lignine als bitumenvervanger binnen 5-7 jaar op de markt zal zijn. De benodigde volumes zijn groot; bitumen wordt veel toegepast. Een potentieel risico voor dit alternatief is dat er ook andere mogelijke toepassingen zijn van deze reststroom, zoals de productie van chemicaliën of biobrandstof. Deze producten zijn duurder dan bitumen, wat een mogelijk concurrentievoordeel geeft wanneer de vraag naar de reststroom (te) groot wordt.

3.3 Klei

3.3.1 Kleigebruik bij RWS

In Nederland is er veel klei in de bodem aanwezig. Klei groeit ook aan doordat Nederland een Delta is waar via de rivieren sediment naartoe stroomt en wordt gededoneerd. Het is onbekend hoeveel er wordt afgezet en of dat in balans is met de hoeveelheid gewonnen klei, blijkt ook na navraag in interviews. RWS gebruikt klei voor natuurontwikkeling, kunstwerken en de topplaat van dijken. Daarnaast wordt klei in de bouw toegepast in de keramiekindustrie, met name voor bakstenen. Er zijn verschillende categorieën voor klei die verschillen in kwaliteit. Voor dijken wordt categorie 1 klei gebruikt want deze is het meest erosieresistent. Voor andere grondwerken en bakstenen is categorie 1 klei niet nodig.

3.3.2 Huidige stand van zaken kleimarkt

Grofweg de helft van de kleivraag in Nederland gaat naar bakstenen, met name voor de woningbouw, en de helft naar GWW (dijkverzwaring en natuurprojecten) (LBP Sight, 2018). Dit wordt bevestigd door twee rapporten: van 2016 tot 2020 wordt er gemiddeld per jaar grofweg 1,5 Mton klei gewonnen voor voornamelijk de grofkeramische industrie (Cascade, 2022). Voor de grofkeramische industrie is Nederland netto grotendeels (90%) zelfvoorzienend; 40% wordt geïmporteerd uit Duitsland, maar 30% wordt ook geëxporteerd naar België. Klei is een lokale markt, omdat de economische waarde laag is en het transport het grootste deel van de kosten uitmaakt. De transportafstand wordt daarom zo laag mogelijk gehouden.

Bronnen over klei spreken elkaar soms tegen. In gegevens van de OEC staat dat in 2021 de import van klei naar Nederland (\$207M) groter was dan de export (\$119M). Landen waaruit wordt geïmporteerd zijn naast Duitsland ook China, Turkije en de Verenigde Staten (OEC, 2021b). Het is niet duidelijk uit deze bron om welk type klei dit gaat en voor welk doel. Dus we weten niet in hoeverre deze bron overlapt met de gegevens van branchevereniging Cascade over klei voor de grofkeramische industrie. Het staat haaks op de informatie vanuit Cascade (interview) dat import niet praktisch en economisch is.

In 2019 werd er 1,7 Mton klei gebruikt in de GWW, alleen voor het versterken van dijken (EIB & Metabolic, 2022). Een deel van de nodige klei wordt gewonnen bij rivierverruimingsprojecten. RWS probeert sinds het project Ruimte voor de Rivier (2007 tot 2019) om de aanleg van dijken te combineren met baggerprojecten om vrijgekomen klei meteen in te zetten. De rest wordt door RWS ingekocht. Het is niet bekend welk aandeel van de vraag van GWW wordt ingevuld door rivierverruimings- en baggerprojecten, inkoop vanuit Nederlandse markt of import vanuit het buitenland. Sinds 2018 is de vraag naar en het gebruik van dijkklei bij Cascade niet bekend (Cascade, 2022).

Bakstenen worden voor grofweg de helft gemaakt van rivierklei (EIB & Metabolic, 2022), dat aangroeit, en zijn tot op zekere hoogte abiotisch hernieuwbaar⁵. Voor kleitoepassingen die geen categorie 1 klei vragen is er fysiek voldoende klei aanwezig.

⁵ Rivierklei en -slib wordt jaarlijks aangevoerd door de rivieren, vanuit onuitputtelijke bron. Dus de hoeveelheid die jaarlijks toegevoerd wordt is als hernieuwbare bron te gebruiken.



3.3.3 Ontwikkelingen in de kleimarkt

Vraagontwikkelingen

In het hoogwater-beschermingsprogramma, gestart in 2014, zal RWS samen met de waterschappen 1.500 km dijk versterken voor 2050 (Nationaal Deltaprogramma, 2021). Dit zal de vraag naar klei vergroten: naar schatting is de jaarlijkse vraag klei voor dijkenversterking in 2030 3,9 Mton in plaats van 1,7 Mton in 2019, ruim een verdubbeling (EIB & Metabolic, 2022).

Vanwege verdere woningbouwontwikkeling zal de vraag naar bakstenen aanhouden. Dit hoeft niet te concurreren met de vraag naar dijkenklei, vanwege het verschil in kwaliteitseis tussen de twee toepassingen.

Aanbodontwikkelingen

Het programma Ruimte voor de Rivier is beëindigd in 2019 (Rijkswaterstaat). Dit was een bron voor klei die nu dus is verdwenen. In het nieuwe programma Integraal Riviermanagement (IRM) worden de rivieren verruimd in combinatie met dijkversterkingen en -verhogingen, waardoor er weer meer klei vrijkomt (Nationaal Deltaprogramma, 2021). Of deze klei ingezet zal kunnen worden voor dijken is echter niet zeker. Ten eerste is de voorraad van categorie 1 klei (erosiebestendig) voor dijken niet bekend. Daarnaast is het belangrijk dat er naast civieltechnische er ook milieutechnische eisen zijn aan de klei, zoals het toegestaan gehalte PFAS en eisen uit de natuurbeschermingswet, zoals de bestrijding van exoten als duizendknoop. De eisen rondom gebruik van klei met een te hoge concentratie PFAS worden steeds strenger. PFAS breken niet af; ze zijn persistent. Hierdoor zal de concentratie niet snel afnemen, ook al wordt de productie aan banden gelegd door de EU in 2025 (Rijksoverheid, 2021). Dit zorgt mogelijk voor een lager aanbod aan geschikte klei, nu al en ook in de toekomst. Of dit het aanbod momenteel beperkt of zal beperken, is niet zeker.

Tot slot zijn bedrijven die klei winnen afhankelijk van het krijgen van vergunningen. Voor klei lopen de huidige vergunningen voor winnen in Nederland af. De laatste jaren wordt zo'n 1,5 Mton klei per jaar gewonnen voor de grofkeramische industrie. Als dit constant blijft en geen nieuwe vergunningen worden uitgegeven, zal de winning van klei tegen 2029 de vraag niet meer kunnen voorzien (Cascade, 2022). Voor de grofkeramische industrie en eventueel ook voor RWS zal dan meer geïmporteerd moeten worden.

3.3.4 In hoeverre spelen er leveringszekerheidsproblemen voor klei en wat zijn de effecten en risico's daarvan?

Onderstaande informatie is onder andere afkomstig van interviews met branchevereniging Cascade, die achttien leden vertegenwoordigt die tezamen 90% van de productie verzorgen van zand, grind, klei, kalksteen en zilverzand in Nederland.

Klei is het materiaal dat, van de vijf onderzochte maatregelen, het meest gevoelig lijkt voor leveringszekerheidsproblemen. Het is een reëel risico dat er een tekort aan klei ontstaat, terwijl de vraag zal stijgen. Drie ontwikkelingen dragen eraan bij:

1. Het huidige beleid waarbij vergunningen lokaal worden verleend ondervindt lokale maatschappelijke weerstand. De verwachting is dat vergunningen voor nieuwe locaties voor kleiwinning niet zomaar zullen worden verleend.
2. De voorraad van categorie 1 klei en de winning hiervan niet bekend is in Nederland. Dus ook met nieuwe winlocaties (programma Integraal Riviermanagement) en vergunningen is de toepasbaarheid van vrijkomend klei voor dijken onzeker.
3. De concentratie PFAS in de omgeving blijft nog steeds toenemen, waardoor het mogelijk is dat op termijn klei te verontreinigd is voor toepassing op dijken.

Import kan een oplossing bieden, maar daarvoor is het nodig meer grip te krijgen op de marktcijfers (zie Paragraaf 3.3.2) – want wellicht importeert Nederland nu al klei specifiek voor dijken – en of PFAS-problematiek een rol van betekenis speelt in de gebieden van waaruit wij importeren. Het verhogen van import uit landen als Duitsland draagt ook het risico dat maatschappelijke weerstand in die landen vergroot en de winning en dus export van klei tegenhoudt. Import vanuit landen met minder maatschappelijke weerstand (Turkije, China, VS) leidt tot prijsstijgingen door transport. Afhankelijkheid van import uit deze landen maakt de levering van klei afhankelijk van de geopolitieke situatie, wat ook onzekerheid meebrengt.

Het effect van een mogelijk kleitekort bij Rijkswaterstaat is dat dijken niet voldoende onderhouden, aangepast of aangelegd kunnen worden. In combinatie met de verwachte effecten als gevolg van klimaatverandering op het weer en de zeespiegel, levert dit een risico voor een van de kerntaken van Rijkswaterstaat: waterveiligheid.

3.3.5 Alternatieven en technische mogelijkheden

Er zijn alternatieve materialen voor de toplaag van dijken in plaats van klei zoals asfalt en stenen. Er zijn geen alternatieve natuurlijke en begroeibare materialen voor de toplaag, als wordt vastgehouden aan huidige ontwerpen.

Binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma (HWBP) zijn er verschillende projecten en initiatieven die kunnen leiden tot vermindering van kleigebruik (HWBP, 2023). Zo wordt gekeken of er minder klei nodig is als er rekening wordt gehouden met de schuifsterkte van klei die niet onder water staat⁶. Ook is er een project gaande om de erosiebestendigheid van klei te verbeteren door het toevoegen van kalk. In het *Geo Clay Lining* project wordt klei vervangen door bentonietmatten, een techniek die in Duitsland veel wordt toegepast.

Alternatieve ontwerpen voor dijken zijn mogelijk en hier zijn door RWS al pilots mee gedaan. Een eerste vorm van alternatief ontwerp is het gebruik van gebiedseigen grond voor de dijk. Hierbij wordt het ontwerp van de dijk aangepast aan de soorten en kwaliteit van de grond die lokaal vrijkomen. In principe is alle grond toepasbaar in dijken wanneer er voldoende ontwerprijheid is (Fugro, 2021). In praktijk wordt afwijkende grond (die niet voldoet aan de in de normale praktijk gehanteerde eisen) bij haast elke dijkversterking toegepast omdat het economisch voordelig is. In het rapport van Fugro (Fugro, 2021) worden de *best* en *worst practices* en hieruit voortkomende aanbevelingen gegeven. Een hiervan is het functioneel ontwerpen: dat op basis van de beschikbare grond en de eigenschappen hiervan het dijkontwerp wordt bepaald.

Daarnaast werken meerdere HWBP-projecten aan het gebruiken van bestaande, minder benutte oplossingen tegen overstromingen, waarbij naast waterveiligheid ook waarde

⁶ Project Kennisontwikkeling van de schuifsterkte van de onverzadigde kleizone.

gecreëerd wordt dankzij recreatie- en natuurgebieden. Hieronder vallen meegroeidijken⁷, brede groene dijken, het aanleggen van vooroevers en ook het benutten van kwelders. Deze ontwerpmethoden vergen vaak meer ruimte voor de dijk. De vraag is of dit overal in Nederland kan worden toegepast. Door altijd alternatieve ontwerpen te overwegen kan het, waar het past, worden toegepast. Klei hoeft dan alleen ingezet te worden waar de ruimte ontbreekt en het echt nodig is.

3.4 Staal

3.4.1 Staalgebruik bij RWS

Er zijn verschillende soorten staal, onder te verdelen in halffabricaat (*ingots*) en eindproduct. Binnen de eindproducten wordt een onderscheid gemaakt tussen *flat steel* en *long steel* producten. RWS gebruikt vooral *long* producten zoals staaldraad en balken voor in kunstwerken en geleiderails. Dit *long steel* wordt geproduceerd in *electric arc furnaces* (EAF's) die deels gevoed worden met (al dan niet vervuild) schroot. Dit is laagwaardiger staal en gemakkelijker te fabriceren dan *flat steel* producten. *Flat steel* wordt meestal geproduceerd in hoogovens (*blast furnace - basic oxygen furnace*, BF-BOF) uit ijzererts. Tata Steel is een *flat steel* producent (met hoogovens, een ander proces dan BF-BOF) wiens staal wordt toegepast in onder meer de auto-industrie, verpakkingen, batterijen en machinebouw.

3.4.2 Huidige stand van zaken staalmarkt

Grondstof van staal: ijzererts en schroot

Ijzerertsreserves bevinden zich wereldwijd met grote voorraden (voor zover bekend) vooral in Australië, Brazilië, India en China. In 2022 werd er 1,6 Gton ijzererts gemijnd. Er wordt echter geschat dat er wereldwijd 230 Tton aan ijzer uit ijzerertsbronnen (*resources*, zie Paragraaf 3.5 Zink) zijn. De huidige bekende reserves zijn wereldwijd 85 Gton (USGS, 2023). Ijzererts wordt niet als een kritisch materiaal gezien wat betreft beschikbaarheid (EC, 2023). Het is wel mogelijk dat het mijnen op nieuwe locaties meer energie kost als ze moeilijk bereikbaar zijn.

Het staal in de GWW bestaat voor 70% uit secundair staal (EIB & Metabolic, 2022). Primair staal wordt gemaakt van ijzererts en koolstof, vaak afkomstig uit kolen. Afhankelijk van het gehalte van toegevoegde elementen zoals mangaan, molybdeen, wolfram, silicium, chroom en nikkel spreekt men van ongelegeerd, laaggelegeerd en hooggelegeerd staal. Een veel voorkomend voorbeeld van hooggelegeerd staal is roestvrijstaal: dit bevat vaak chroom en nikkel. In de GWW worden on- of laaggelegeerd en roestvrijstaal gebruikt (Rijksoverheid, 2023).

Staalproductie

Staal is een wereldmarkt. 72% van de wereldwijde productie van ruw staal (*crude*) vindt plaats in Azië, waarvan 54% in China (Eurofer, 2022). De vraag naar staal wordt vooral gedreven door consumptie en economische groei. Ontwikkelande landen waar nog relatief veel wordt gebouwd hebben (nog) een grote *long steel*-sector. Met economische ontwikkeling neemt de vraag naar producten zoals auto's toe, waardoor de *flat steel*-industrie zich

⁷ Hierop wordt regelmatig slib of baggeroverschot aangebracht.



ontwikkelt. In de EU bevindt zich relatief meer *flat steel*-productie (55-60% van de staal-productie) dan *long steel*-productie (Eurofer, 2022), terwijl in China relatief meer *long steel*-productie plaatsvindt. De laatste 10 jaar is Europa in plaats van netto exporteur, netto importeur geworden van staal. Het meeste staal wordt geïmporteerd uit Azië (onder andere Turkije, Rusland, India) (Eurofer, 2022).

Rijkswaterstaat gebruikt vooral long steel producten. Dit wordt nog steeds in Europa geproduceerd, hoewel het aandeel afneemt. De hoeveelheid benodigd staal voor RWS is echter beperkt. De gehele GWW gebruikte 220 kton in 2019 (EIB & Metabolic, 2022).

Er zijn verschillende staalsectoren, waarvan constructie – relevant voor RWS – de grootste is met ongeveer 35% van de Europese markt. De andere grote sectoren zijn de auto-industrie, werktuigbouwkunde, metaalwaren en buizen (elk zo'n 12 à 16%) (Eurofer, 2022). De totale Nederlandse vraag naar staal is 6,5 Mton per jaar. Hiervan is ongeveer 40% *long steel*. *Long steel* wordt vooral geïmporteerd uit België, Spanje (Celsa), Duitsland (Dillinger) en mogelijk ook uit Polen en Italië. *Long steel* producten zijn groot, zwaar en laagwaardig, wat het transport ervan relatief duur maakt. Dit is de reden waarom long steel toch nog steeds in de EU wordt geproduceerd.

Wereldwijd is er structurele overcapaciteit: de staalsector kan meer produceren dan nodig is (vanwege eventuele storingen en het onderhoud van productieprocessen).

3.4.3 Ontwikkelingen in de staalmarkt

Vraagontwikkelingen

In Nederland en de EU is de vraag naar staal stabiel, met uitzondering van een lichte dip de laatste jaren door Covid en de oorlog in Oekraïne. De laatste 10 jaar schommelde de Europese vraag naar *long steel* tussen de 45 en 55 Gton en de vraag naar *flat steel* tussen de 75 en 90 Gton per jaar (Eurofer, 2022). Over decennia neemt het aandeel *long steel* geleidelijk af en het aandeel *flat steel* toe. Wereldwijd is er een toename van de vraag naar staal omdat dit samenhangt met de economische groei.

Aanbodontwikkelingen

In de hele EU wordt de capaciteit voor *long* en *flat steel* al 30 jaar afgebouwd, en deze trend zal zich verder voortzetten. Dit komt enerzijds doordat de vraag naar *long steel* afneemt en anderzijds door het Europees beleid dat staalproducenten aanzet te decarboniseren. Dit kost veel geld en is minder competitief. Hierdoor zal de staalprijs in EU stijgen (de eindgebruiker betaalt uiteindelijk voor de CO₂, of voor maatregelen die de CO₂-uitstoot reduceren). Deze prijsstijgingen maken het ook aantrekkelijker om naar de EU te exporteren. Mede hierdoor zal de import van staal uit onder andere China, Turkije en India toenemen.

Sommige legeringselementen voor in primair staal worden schaars. Mangaan en wolfram en silicium metaal⁸ staan op de *Critical Raw Materials* lijst van de EU. Nikkel is niet kritiek, maar wel strategisch en staat om die reden ook op de lijst. Chroom en molybdeen staan niet op de lijst (EC, 2023). Deze elementen kunnen voorkomen in gelegeerd staal dat RWS

⁸ Silicium metaal is een geproduceerde, ultrapure vorm van silicium. Het wordt bij zeer hoge temperatuur in een *electric arc furnace* geproduceerd. Silicium zelf is geen kritieke grondstof.



gebruikt. Veel van deze stoffen worden gedolven in China. Als deze legeringsmaterialen veel gebruikt worden bij RWS, raden we aan de leveringszekerheid van deze elementen verder te onderzoeken.

3.4.4 In hoeverre spelen er leveringszekerheidsproblemen voor staal en wat zijn de effecten en risico's daarvan?

Het *long steel* dat RWS gebruikt in de GWW bestaat grotendeels uit secundair staal. Daarom zijn de leveringszekerheid van schroot en/of secundair staal belangrijk. Op dit moment is er voldoende schroot; de EU verwerkt meer schroot tot secundair staal dan de vraag naar secundair staal in de EU (EuRIC, 2020). Er zijn meerdere trends die de beschikbare hoeveelheid schroot en secundair staal beïnvloeden. Er zijn trends die zowel de hoeveelheid schroot vergroten als beperken, en in welke mate is onzeker. Hierdoor is het moeilijk in te schatten of er tekorten van schroot en secundair staal zullen zijn. Deze trends zijn de volgende:

- Op dit moment is 70% van het wereldwijd tot nu toe geproduceerd staal in gebruik (EuRIC, 2020). De hoeveelheid schroot die vrijkomt zal naar verwachting toenemen wanneer stalen producten die nu in gebruik zijn hun einde levensduur bereiken. Het aanbod van schroot zal dus toenemen.
- Ongeveer 15% van het schroot wordt nu geëxporteerd en verwerkt buiten Europa, onder andere in Turkije en India. Deze export neemt de laatste jaren toe (Eurofer, 2022).
- Het afbouwen van de productiecapaciteit in Europa maakt de EU meer afhankelijk van import. Door het meer verwerken van schroot buiten Europa kan in verband met geopolitieke risico's het aanbod van secundair staal in Europa minder zeker worden. Er zijn signalen dat investeringen in secundaire productiefaciliteiten (*electric arc furnaces*) gaan plaatsvinden (Recycling Today, 2023) (ArcelorMittal, 2023). De Nederlandse branche geeft echter aan dat het nog de vraag is op welke schaal dit werkelijkheid wordt.
- Vanuit de publieke opinie en Europees klimaatbeleid is er druk op staalproducenten om te verduurzamen. De verduurzaming van *flat steel* kan het aanbod in schroot beperken als schroot toegepast zal worden in *flat steel*. Sectoren die nu primair staal gebruiken, zoals de auto-industrie, zouden kunnen overschakelen op secundair staal (Daehn et al., 2017). Dit verkleint het aanbod van schroot voor *long steel*, maar wakkert wel de vraag naar schroot in Europa aan.
- *Flat steel* kan ook het huidige proces verduurzamen en ijzererts blijven gebruiken. Als de duurzame *flat steel*-industrie ijzererts blijft gebruiken, en hierop wordt ingezet⁹, dan is er minder kans op concurrentie met schroot voor *long steel*.

Voor primair staal worden geen risico's voor leveringszekerheid voorzien. Wereldwijd is er genoeg erts en er wordt een overschot aan staal geproduceerd. Hoewel de EU inmiddels een netto importeur van staal is, betreft Nederland het *long steel* van producenten in de EU. Mogelijke risico's voor de leveringszekerheid van staal voor de GWW zijn dus (vergroete) afhankelijkheid van landen buiten de EU voor de verwerking van staalschroot en verduurzamingsbeleid dat de beschikbaarheid van schroot en secundair staal beperkt en/of leidt tot prijsstijgingen.

⁹ Een voorbeeld van nieuwe, duurzamere *flat steel*-processen, is direct reduced iron (DRI) met waterstof (McKinsey, 2021). Wereldwijd is er voldoende ijzererts. Het wordt in Europa alleen gemijnd in Zweden (USGS, 2023). Europa is dus afhankelijk van de import van ijzererts, dit brengt geopolitieke risico's met zich mee. Daarnaast wordt wel verwacht dat het winnen van ijzererts steeds meer energie gaat kosten, wat het mogelijk ook moeilijker maakt om deze winning te verduurzamen. Dit maakt het moeilijker om de milieu-impact van staal over de hele keten te reduceren.



3.4.5 Alternatieven en technische mogelijkheden voor staal

Er zijn verschillende alternatieven en technische mogelijkheden om de leveringszekerheid van staal voor Rijkswaterstaat te vergroten. Dit kan door:

1. Waar mogelijk stalen (onderdelen van) constructies her te gebruiken.
2. Het verhogen van de circulariteit (recycling) van *long steel* binnen de EU: schroot binnen de EU (op duurzame wijze) verwerken in plaats van exporteren.

De meest eenvoudige maatregel om de vraag naar primair staal te reduceren, is om te hergebruiken wat vrijkomt. Dit kan hergebruik van gehele kunstwerken of wegmeubilair zijn, maar ook van onderdelen daarvan. Zo wordt door Rijkswaterstaat zo veel mogelijk grip op de beschikbaarheid van benodigde stalen onderdelen gehouden. Bij onder andere stalen damwanden en geleiderails gebeurt dit al in de praktijk. Bij projecten zou de eerste prioriteit moeten zijn om te gebruiken wat er al beschikbaar is. Dit vergt uiteraard ook gerichte ontmanteling bij vervanging. Om deze maatregel vaker en beter toe te kunnen passen in de toekomst, is het noodzakelijk om hier in het ontwerp van nieuwe kunstwerken en wegmeubilair rekening mee te houden door losmaakbare constructies te ontwerpen.

Het is ook mogelijk om stalen bouwproducten en constructies met alternatieve materialen te ontwerpen. Hout is een alternatief dat, al dan niet gelamineerd of als kruislaaghout, kan worden ingezet voor bruggen, damwanden, liggers in viaducten, geluidsschermen en geleideconstructies. Vaak zijn de constructies technisch al bewezen, TRL 9. Het aanbod van hout levert volgens (Royal HaskoningDHV, 2021) geen knelpunt op, hoewel Nederland afhankelijk is van import. Aandachtspunt hierbij is dat er meerdere sectoren zijn van waaruit de vraag naar hout kan groeien. De beschikbaarheid van het gebruik van hout uit duurzaam beheerde bossen, moet blijvend gemonitord worden. Over het algemeen wordt het gebruik van hout als bouw materiaal gezien als een hoogwaardige toepassing ervan.

Specifiek voor wapeningsstaal is basaltwapening een alternatief. Hiervoor moet nog worden uitgezocht welke leveringszekerheidsrisico's hiermee samenhangen.

Staal kan ook goed worden gerecycled; 70% van het constructie- en wapeningsstaal in Nederland is van secundaire oorsprong (EIB & Metabolic, 2022). Het verhogen van de recycling van staal binnen de EU kan door het ingezamelde schroot niet meer te exporteren, maar hier te verwerken, in combinatie met beleid dat gebruik van secundair materiaal stimuleert.

Daarnaast kan het staalschroot hoogwaardiger benut worden als er een systeem wordt opgezet om de samenstelling (type legering) van het staal bij te houden, zodat het staal en de grondstoffen daarin zo hoogwaardig mogelijk teruggewonnen kunnen worden. Dit vergt naast beleid ook ketensamenwerking. Deze ketensamenwerking kan worden gestimuleerd door mogelijke kostenstijgingen ten gevolge van verduurzaming van de staalindustrie: deze zullen staalgebruikers aanzetten om rendementsverliezen te beperken en efficiënter te produceren. RWS kan hierin een voorbeeldfunctie aannemen: sturen op efficiënter materiaalgebruik door met leveranciers af te spreken dat ze verliezen terugkrijgen, en strikt te zijn op welk staal wordt ingekocht en welke emissies daardoor veroorzaakt zijn.

3.5 Zink

3.5.1 Zinkgebruik bij RWS

Zink wordt bij RWS gebruikt voor de verzinking van stalen geleiderails, lantaarnpalen en in primer voor portalen. De toepassing van zink voorkomt corrosie van het staal. Verzinkt staal wordt verder nog gebruikt voor hoogspanningsmasten en dakbedekkingen. Naast verzinkt staal wordt zink ook gebruikt voor bouwelementen zoals afvoerpijpen, dakgoten en paaltjes. Er zijn geen cijfers gevonden, of via interviews beschikbaar gekomen, over hoeveel zink in Nederland jaarlijks wordt gebruikt in de GWW.

3.5.2 Huidige stand van zaken zinkmarkt

Wereldwijd wordt zink voor grofweg de helft toegepast in de bouwsector. Ongeveer een kwart gaat naar transport en een kwart naar gebruiksartikelen en elektrische apparaten (International Zinc Association, 2022). Ongeveer 1% gaat naar batterijen en accu's.

Een derde van het zinkerts wordt gewonnen in China. Andere landen waar zinkerts wordt gewonnen zijn Peru, Australië, India, VS, Mexico (International Zinc Association, 2022). In Europa is er alleen in Zweden een beperkte winning (United States Geological Survey, 2023). Er zijn wel zinkvoorraden in Europa maar er zijn economische en maatschappelijke drempels om deze te ontginnen.

De raffinage van zinkerts gebeurt wel in Europa. Stalen geleiderails worden voornamelijk geproduceerd in Polen en Roemenië, waarna de verzinking gebeurt in Duitsland.

3.5.3 Ontwikkelingen in de zinkmarkt

Vraagontwikkelingen

De verwachting is dat in Nederland de vraag naar zink constant blijft. De vraag voor infrastructuur en constructie, de grootste vragende sector, blijft stabiel. De vraag vanuit de agrarische sector blijft stabiel of neemt af, en ook in de transportsector wordt geen toename van de vraag verwacht. De enige vraag die toe zal nemen is voor toepassingen in batterijen en accu's, maar deze maken een zeer kleine fractie uit van de totale zinkvraag. De wereldwijde vraag naar zink neemt wel toe, omdat veel landen zich nog ontwikkelen.

Aanbodontwikkelingen

Bij het inschatten van de voorraad zinkerts maakt de mijnindustrie een onderscheid tussen bronnen (*resources*) en reserves (*reserves*). Door dit onderscheid is er wel eens verwarring over de fysieke leveringszekerheid van zink. Reserves zijn per definitie de mijnbare voorraad op korte termijn: er is zekerheid van de fysieke beschikbaarheid, en het uiteindelijke mijnen van deze voorraad hangt af van de vraag en de kosten van het mijnen. De reserves zijn meestal voor de komende 20 jaar (bij het doorzetten van het huidige mijntempo) omdat het plannen van mijnactiviteiten deze tijdsperiode vergt (Pirard, 2021). Volgens de USGS zijn de huidige wereldwijde zinkreserves 210 Mton (United States Geological Survey, 2023). Momenteel wordt er wereldwijd ongeveer 13,5 Mton primair zink geproduceerd per jaar (International Zinc Association, 2022). De zinkreserves zijn dus genoeg voor zo'n 16 jaar als de vraag naar primair zink constant blijft.



Relevanter voor leveringszekerheid zijn de zinkbronnen (*resources*). Er zijn verschillende schattingen hiervoor die uiteenlopen van 1,9 Gton (United States Geological Survey, 2023) tot 34 Tt (Erickson, 1973). De meeste schattingen rekenen met een mijndiepte van (maximaal) 1 km tot 5 km, maar met huidige technologieën zou tot 10-15 km diepte gemijnd kunnen worden, waardoor de zinkbronnen nog veel hoger liggen (Pirard, 2021). Zink staat niet op de lijst van *Critical Raw Materials* van de EU (EC, 2023).

Er wordt dus geen fysieke schaarste van zink verwacht. De energie nodig bij het mijnen zal wel toenemen naarmate diepere bronnen aangesproken worden (Pirard, 2021). Verduurzaming van de zinkwinning vraagt om elektrificatie. Het hogere energieverbruik en de elektrificatie vragen om investeringen. Mocht de energie nodig voor het mijnen niet verduurzamen zal dit de milieu-impact van zink verhogen.

Naast de reserves, is er nog een bron van zink: grofweg een gelijke hoeveelheid zink als in de huidige reserves is momenteel in gebruik (Van Assche, 2019). Dit is een grote voorraad die met *urban mining* benut kan worden wanneer deze producten hun eindelevensduur bereiken. Momenteel wordt in Europa 55% van het vrijgekomen zink gerecycled (Van Assche, 2019). Slechts 13 à 25% van de zinkproductie wordt geproduceerd uit secundair zink (Van Assche, 2019) (International Zinc Association, 2022). De vraag naar zink is dus hoger dan het zink dat vrijkomt. Wanneer huidige zinkproducten hun einde levensduur bereiken, zal het aanbod secundair zink toenemen en hoger kunnen worden dan de vraag.

3.5.4 In hoeverre spelen er leveringszekerheidsproblemen voor zink en wat zijn de effecten en risico's daarvan?

We constateren geen risico op een fysieke schaarste van zink tussen nu en 2050; wereldwijd is er voldoende beschikbaar. Dieper mijnen, internationale spanningen zoals de oorlog in Oekraïne en de daarmee gepaarde stijging van de energiekosten en verduurzaming zouden kunnen leiden tot een prijsstijging van zink. Gezien de lange gebruiksduur van producten van verzinkt staal is een prijsstijging niet noodzakelijk problematisch. Qua circulariteit en milieu-impact is het nadeel het gebruik van verzinkt staal in de buitenruimte dat 80-90% van het zink tijdens de levensduur van de rail losraakt en in het milieu terecht komt. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat het meeste zink die in het milieu terecht komt afkomstig is van vervoersmiddelen zelf (op basis van gegevens Emissieregistratie).

3.5.5 Alternatieven & technische mogelijkheden voor zink

Stalen producten ontzinken en opnieuw verzinken is technisch mogelijk. Dit gebeurt voor Rijkswaterstaat al met geleiderails; in deze paragraaf gaan we nader in op geleiderails, als voorbeeld van een verzinkt stalen product.

Bij hergebruik wordt de oude zinklaag in een etsbad verwijderd en nieuw zink wordt opgebracht. Hergebruik van geleiderails heeft direct effect op het verminderen van primaire staalproductie. Op zinkbeschikbaarheid heeft het beperkt impact omdat slechts 10-20% van het zink overblijft na 40 jaar. Er is dus nog steeds voor een groot deel primair zink nodig. Dit maakt de toepassing van verzinkt staal voor geleiderails minder circulair als wordt beredeneerd vanuit het materiaal zink, zelfs wanneer de rail wordt hergebruikt.

Alternatieve behandelingen van stalen geleiderails om corrosie te voorkomen zijn in opdracht van RWS onderzocht in een levenscyclusanalyse (DHV Milieu en Infrastructuur B.V., 1995). Onder de haalbare alternatieven kwamen aluminiseren en emailleren met een organische coating als meest milieuvriendelijk naar voren, en beter dan verzinken. Wel vragen we ons af of een coating hergebruik van het stalen product hindert. De combinatie

van verzinken én coaten om te voorkomen dat het zink corrodeert (en verloren gaat) kwam uit het rapport als minder milieuvriendelijk. Bovendien is dit een duur alternatief. De aluminium-zinklegering scoorde ook minder goed dan aluminiseren of emailleren. Deze heeft een kortere levensduur van ongeveer 25 jaar en vergt dus meer onderhoud. Het kan interessant zijn om deze studie te updaten met huidige technologieën voor productie en eindelevensverwerking van geleiderails. Hierbij moeten de verschillende alternatieven worden geanalyseerd op klimaatimpact, milieu-impact en hergebruik/circulariteit.

Hout is onderzocht als materiaal ter verduurzaming van de geleiderails door RWS, TU Delft en Centrum Hout (De Pauw et al., 2004). Een aanleiding was het verminderen van het uitloggen van zink naar het grond- en oppervlaktewater. Het ontwerp voor houten geleiderails uit dit project voldeed aan de technische normen voor snelwegen¹⁰ en was duurzamer. De houten geleiderail vergt aanvankelijk meer ontwikkelingsbudget. Pas na een technische optimalisatiestap waarbij de aanschafkosten zullen dalen, kan de houten geleiderail competitief worden. Het rapport beveelt voor de realisering van de houten geleiderail aan dat RWS bij de aanbesteding van projecten duurzaamheidseisen voorschrijft.

3.6 Elektronica/elektronische apparatuur

De afgelopen jaren is vanwege Covid en de politieke onrust in de wereld een leveringsprobleem van elektronica die benodigd is voor de bediening van de infrastructuur van RWS ontstaan. Dit is binnen RWS (deels) opgelost door het opzetten van een interne marktplaats. Hier wordt nog functionele, maar niet meer benodigde apparatuur op gezet. Deze kan worden gevonden voor gebruik in andere projecten, al dan niet na het reviseren ervan. Het knelpunt dat blijft bestaan, is elektronica voor nieuwe infrastructuur.

¹⁰ Momenteel worden twee varianten van de stalen geleiderails gebruikt langs snelwegen: een flexibele en stijve variant. De eigenschappen van het ontwerp van de houten geleiderail in het pilotproject kwamen overeen met de stijve stalen geleiderail. Dit ontwerp zou 30 tot 40% van de stalen geleiderails kunnen vervangen.

4 Conclusies en aanbevelingen

Dit hoofdstuk bevat:

- samenvatting en bevindingen over de leveringszekerheid voor de vijf onderzochte materialen (Paragraaf 4.1);
- samenvatting van meest relevante circulaire oplossingen en aanbevelingen voor onderzoek per materiaal (Paragraaf 4.2);
- bevindingen en aandachtspunten over circulariteit in de praktijk (Paragraaf 4.3).

4.1 Conclusies en samenvatting van de belangrijkste bevindingen leveringszekerheid per materiaal

Noot vooraf: de conclusies in deze paragraaf zijn van toepassing op de onderzochte materialen: beton, bitumen, klei, staal en zink. De conclusies en aanbevelingen gelden niet in het algemeen voor alle (bouw)materialen die Rijkswaterstaat gebruikt. Het is denkbaar dat de diverse ontwikkelingen ook van invloed zijn op andere materialen, maar op basis van dit onderzoek is daar niets over te zeggen.

Een overzicht van de risico's voor leveringszekerheid en mogelijke effecten hiervan voor RWS staat in Tabel 2.

Geen van de materialen zijn fysiek schaars: er bestaat genoeg van. Voor vier van de vijf materialen zijn wel reële risico's voor leveringszekerheid geconstateerd. **Bij klei constateren we urgente risico's.** Bij beton, bitumen en staal zijn er aandachtspunten op wat langere termijn (> 2030 - 2050). Bij zink constateren we geen risico's voor leveringszekerheid.

Voor dijkversteving en -uitbreiding is categorie 1 klei nodig (erosiebestendig). Er zijn vier onzekere factoren die nader uitgezocht moeten worden om weten of er genoeg geschikte klei voor dijkprojecten in de nabije toekomst beschikbaar is.

Vergunningsproblematiek speelt een rol bij klei, zand en grind. Dit vormt echter minder een probleem voor zand en grind, want import uit buitenland is goed mogelijk en alternatieve bronnen voor zand en grind zijn beschikbaar (zie Paragraaf 4.2). Klei, zink en legeringselementen voor staal zijn mogelijk gevoelig voor **geopolitiek**, vanwege de landen waaruit Nederland nu importeert.

Bij **bitumen en staal** is de verwachting dat winnings- en productielocaties in de EU zullen afschalen. Als gevolg hiervan kunnen materialen mogelijk in groeiende mate op grotere afstand van Nederland worden gewonnen en geproduceerd en zal de winning en productie van materialen mogelijk duurder worden. Daardoor worden de materiaalkosten hoger in RWS-projecten en kan Nederland (en daarmee Rijkswaterstaat) voor de levering van materialen afhankelijker worden van landen buiten de EU. Voor bitumen bestaat er ook een lagere voorspelbaarheid van de kwaliteit.

Er is risico op lagere levensduur dan verwacht bij kunstwerken (door ander cementgebruik) en bij wegen (door onzekere bitumenkwaliteit). Er is dan meer onderhoud nodig, wat een negatief effect heeft op de verkeersdoorstroming, kosten en klimaatambities.

Tabel 2 - Risico's op verminderde leveringszekerheid en effecten daarvan

Materiaal	Verwachte problemen leveringszekerheid	Inschatting zwaarte	Mogelijk effect	Risico's van mogelijke effecten
Beton	Zand & grind: aflopende en geen nieuwe winningsvergunningen in Nederland.	Reëel.	Grotere afhankelijkheid van import, langere transportafstand. Mogelijk minder bereidwilligheid export naar Nederland. Niet genoeg zand en grind voor beton.	Materiaalgebruik in de bouw wordt duurder.
	Zand & grind: groeiende droogte, moeilijker transport.	Onbekend.	Niet genoeg zand en grind voor beton.	Niet genoeg beton. Materiaalgebruik in de bouw wordt duurder.
	Cement: hoogovencement minder beschikbaar.	Reëel.	Meer portlandcementgebruik in beton bij Rijkswaterstaat.	Hogere klimaatimpact door inzet beton. Levensduur sommige kunstwerken achteruit: meer onderhoud nodig. Leidt tot hoger primair materiaalgebruik, hogere kosten, slechtere verkeersdoorstroming.
Bitumen	Herkomst en kwaliteit bitumen onvoorspelbaarder/ onzekerder.	Reëel. Nader onderzoeken.	Slechtere kwaliteit bitumen: slechtere kwaliteit wegen.	Kortere levensduur wegen: lagere veiligheid, meer onderhoudskosten, slechtere verkeersdoorstroming, meer primair materiaalgebruik.
	Herkomst meer van buiten Europa.	Reëel.	Langere transportafstand.	Kosten materiaalgebruik wegen stijgt.
Klei	Weerstand tegen nieuwe vergunningen voor lokale winning van klei in Nederland.	Reëel.	Minder voor dijken geschikte klei beschikbaar (categorie 1). Grotere afhankelijkheid van import, terwijl de mogelijkheden daarvoor onzeker zijn,	Materiaalgebruik in de bouw wordt duurder. Niet genoeg klei voor dijken: risico's voor waterveiligheid.
	Voorraad en locaties kwalitatief hoogwaardig klei (categorie 1) zijn onbekend.			

Materiaal	Verwachte problemen leveringszekerheid	Inschatting zwaarte	Mogelijk effect	Risico's van mogelijke effecten
	Vervuiling met PFAS; klei mag niet op dijken worden toegepast.	Reëel	langere transportafstand.	
	De mogelijkheden voor import zijn onduidelijk.	Onbekend: nader uit te zoeken		
Staal	Schrootrecycling gebeurt veelal buiten de EU, in combinatie met een grotere vraag naar schroot.	Klein risico.	Minder schroot voor de <i>long steel</i> staalproducten GWW beschikbaar.	Negatief effect op klimaat- en circulaire ambities: minder bouw met staal uit secundaire grondstoffen mogelijk. Stijgende materiaalkosten.
	Legeringselementen zijn mogelijk kritieke grondstof.	Onbekend: nader te onderzoeken.	Minder primair staal van benodigde kwaliteit beschikbaar.	Bij tekort aan geschikt staal: Betonconstructies kunnen niet adequaat gewapend worden; Bij grootschalige wegbreiding mogelijk tekort aan geleiderails.
	Energievraag ijzererts winning omhoog.	Onbekend.	Hogere milieu-impact staal. Stijgende materiaalkosten door hogere energiekosten.	Negatief effect op klimaat- en circulaire ambities: staal krijgt gemiddeld hogere milieu-impact. Hogere kosten.

Voor zink zijn er geen risico's geïdentificeerd op verminderde leveringszekerheid. Wel zijn er twee aandachtspunten gesignaleerd die op een andere manier relevant zijn, namelijk wat betreft de klimaat- en circulaire ambities van RWS en kosten.

Tabel 3 - Aandachtspunten zink

Materiaal	Aandachtspunt bij productie of gebruik	Inschatting zwaarte	Mogelijk effect	Risico's van mogelijke effecten
Zink	Zink van verzinkte producten in de buitenruimte verdwijnt grotendeels in het milieu door uitloging.	Reëel.	Terugwinning of hergebruik zink is grotendeels niet mogelijk: niet circulair.	Negatief effect op klimaat- en circulaire ambities.
	Energievraag zinkerts winning omhoog, stijgende energiekosten zinkproductie.	Onbekend/Reëel.	Hogere milieu-impact. Stijgende materiaal-kosten door hogere energiekosten.	Negatief effect op klimaat- en circulaire ambities. Hogere kosten.

Toelichting op nader te onderzoeken onderwerpen, op volgorde van urgentie

Import van klei kan een oplossing bieden, maar er zijn enkele onduidelijkheden om met nader onderzoek grip op te krijgen:

- Hoeveel klei is er nodig voor de toekomstige dijkprojecten?
- Hoeveel klei wordt er nu echt geïmporteerd en gebruik in Nederland?
- Is de geïmporteerde kwaliteit voldoende voor toepassing op dijken?
- Uit welke landen komt deze klei?
- Speelt PFAS-problematiek, maatschappelijke weerstand en geopolitiek een rol in deze landen?

Enkele **legeringscomponenten in staal** staan op de critical raw materials lijst (EC, 2023). Het is op dit moment niet bekend welke legeringscomponenten er nodig zijn voor de staalproducten die RWS toepast. Het gaat hier om het aandeel primair staal in de *long steel* producten (zoals wapeningsstaal) en *flat steel* producten (zoals geleiderails) die RWS toepast. Het is nuttig te onderzoeken of deze legeringsmaterialen veel gebruikt worden voor de producten bij RWS en, zo ja, om de leveringszekerheid van deze elementen voor staalproductie verder te onderzoeken.

Een groeiend probleem bij **bitumen** is de grotere variatie in kwaliteit in combinatie met 1) de norm die alleen tests bij inkoop vereist en 2) het lange proces van aanbesteding tot realisatie. Hou de ontwikkelingen in de gaten en pas deze toe bij aanbesteding:

- CROW ontwikkelt een methode om de kwaliteit van asfalt te borgen (CROW, 2023).
- Strengere standaardspecificaties voor bitumenkwaliteit helpen (verwachte aanscherping NEN-EN 12697), maar maken levering van de juiste kwaliteit wel lastiger, zeker wanneer raffinaderijen in Europa sluiten en bitumen van verder weg zal moeten worden geïmporteerd.

4.2 Circulaire oplossingen en aanbevelingen voor onderzoek per materiaal

Circulariteit biedt kansen om de materiaalbehoefte te verminderen en daarmee ook eventuele leveringszekerheidsproblemen. Immers, wat men niet gebruikt hoeft ook niet geleverd te worden. Tabel 4 geeft een samenvatting van concrete circulaire oplossingen per materiaal. De rechterkolom bevat aanknopingspunten voor verder onderzoek naar leveringszekerheid van de alternatieve materialen, of technisch onderzoek, voordat de circulaire oplossing (grootschalig) toegepast kan worden in MIRT-projecten.

Tabel 4 - Circulaire oplossingen en aanbevelingen voor onderzoek per materiaal

Materiaal	Circulaire oplossing	Nader onderzoek nodig naar:
Beton	Inzet basaltvezelwapening reduceert de vraag naar wapeningsstaal en beton.	De leveringszekerheid van basalt.
	Streef optimale korrelpakking na, dit voorkomt overdosering van cement.	Onderzoek optimale korrelpakking voor veelvoorkomende constructies. Besteed aandacht aan dit onderwerp bij aanleg.
	Vrijkomend beton: inzet op hoogwaardige recycling. Dit verlaagt de behoefte naar primair zand, grind en (in mindere mate) cement.	<ul style="list-style-type: none">– Onderzoek hoeveelheid vrijkomend materiaal in relatie tot de behoefte aan betongranulaat voor wegfunderingen. Hoeveel blijft over voor hoogwaardige recycling?– Onderzoek alternatieve materialen voor wegfundering.

Materiaal	Circulaire oplossing	Nader onderzoek nodig naar:
		— Er loopt onderzoek door RHDHV en SGS naar hoogwaardige recycling.
	Goed onderhoud op moeilijke plekken: zelfhelend beton.	Onderzoek of en in welke gevallen dit nuttig is voor kunstwerken.
	Geopolymeren als alternatief voor cement.	Geopolymeren als bindmiddel vermijden traditioneel portlandcement. Ze worden onder andere uit hoogovenslak geproduceerd - zie de mogelijke leveringszekerheidsproblemen in tabel 2) - maar er bestaan ook andere bronnen (zie het betonakkoord). Onderzoek deze alternatieve bronnen en neem daarbij leveringszekerheid mee.
Bitumen	Vergroot de toepassing gerecycled asfalt.	Verspreid kennis hierover onder andere opdrachtgevers in Nederland en in andere landen.
	Levensduurverlengend onderhoud.	Verspreid kennis hierover onder andere opdrachtgevers in Nederland en in andere landen.
	Doorontwikkeling lignine als alternatief voor bitumen.	Onderzoek de vraag naar lignine in de (nabije) toekomst vanuit verschillende sectoren. En haak aan bij ontwikkeling van lignine uit biobased (rest)stromen.
Klei	Ontwikkeling van alternatieve dijk(ontwerp)en, en materiaaloplossingen.	Dit loopt al, onder andere in hoogwater-beschermingsprogramma. Zoek samenwerking met andere opdrachtgevers zoals Waterschappen.
Staal	Hergebruik van bestaande stalen constructies, waaronder geleiderails.	Maak hergebruik de norm bij wegrenovatie en -aanleg. Praktisch onderzoek nodig naar het beheren van voorraad.
	Meer recyclingsfaciliteiten in Europa in combinatie met verhoging recycled aandeel in producten.	Geen onderzoek door Rijkswaterstaat nodig.
	Inzet van duurzame alternatieven voor staal zoals hout en basaltvezelwapening.	Neem leveringszekerheid mee in innovatietraject alternatieve materialen/grondstoffen.
Zink	Onderzoek alternatieven voor verzinkt stalen producten. Dit past ook bij het circulaire aandachtspunt dat zink uitlooft, waardoor de zinkketen niet circulair kan worden.	Update van eerder verschenen onderzoeken naar alternatieven voor geleiderails.

4.3 Circulariteit in de praktijk

Circulaire principes in het algemeen

In algemene zin kan worden gesteld dat het voor de leveringszekerheid van alle materialen positief is dat Rijkswaterstaat inzet op circulair werken. Het circulair ontwerpen, verlengen van de levensduur van assets, het hergebruiken van onderdelen en het recyclen van materialen leidt tot een directe verlaging van benodigd (primair) materiaal. Op deze manier draagt Rijkswaterstaat bij aan de (toekomstige) beschikbaarheid van de benodigde materialen.

Dat betekent ook dat nieuwe assets zo moeten worden ontworpen en uitgevoerd dat onderhoud makkelijk uit te voeren is, onderdelen gemakkelijk kunnen worden losgemaakt om te hergebruiken en materialen goed te scheiden zijn voor recycling. Er bestaan verschillende circulair ontwerphandreikingen. Voor Rijkswaterstaat wordt momenteel door Witteveen + Bos een nieuwe handreiking uitgewerkt.

Herbruikbaarheidsscan

Daarnaast is het van belang dat bij ieder project waarbij (onderdelen van) constructies en materialen vrij kunnen komen, wordt geïnventariseerd of wat er vrijkomt bruikbaar is binnen het project of in een ander project van RWS (of zelfs buiten RWS kan worden ingezet, via brede marktplaatsen). Nebest ontwikkelde een herbruikbaarheidsscan, in het kader van SBIR Circulaire Viaducten, die tot nu toe getest werd in pilotprojecten. De herbruikbaarheidsscan heeft grote potentie en kan breder ingezet worden, bijvoorbeeld bij de reguliere standaardinspecties van bestaande kunstwerken (Rijkswaterstaat, 2023).

Circulariteit in projecten

Rijkswaterstaat wil duurzaamheid en circulariteit in projecten versterken. Als onderdeel van het project heeft CE Delft daartoe gesproken met duurzaamheidsadviseurs en asset managers in de regio. In Bijlage A5 is een verslag van de verkenning opgenomen. Hieronder volgen de drie belangrijkste aandachtspunten en adviezen:

1. Vooruitzien en continuïteit waarborgen, ondanks overdracht

Aandachtspunt is dat veel (grote) projecten bij Rijkswaterstaat langlopende trajecten behelzen. Halverwege het proces vindt overdracht plaats van de regio naar GPO/PPO - een harde knip - van het gehele project inclusief de verantwoordelijkheid ervoor. Dit heeft twee risico's:

- Voor sommige duurzame/circulaire oplossingsrichtingen is het nodig om ver vooruit te kijken, wat lastig is bij een overdracht met harde knip. Het vergt kennis van mogelijke knelpunten later in het proces, waar vooraf rekening gehouden moet worden¹¹.
- Na overdracht sneuvelen duurzaamheids-/circulaire maatregelen regelmatig, volgens de geïnterviewde duurzaamheidsadviseurs en assetmanagers. Voornaamste oorzaak is dat de maatregelen botsen met andere eisen aan het project. Andere oorzaak dat ze niet specifiek genoeg zijn.

2. Nuttige ontwikkelingen

De kans groeit dat circulaire en duurzame oplossingen daadwerkelijk worden doorgevoerd en toegepast in de praktijk, als:

- Circulair werken de standaard wordt.
- Alternatieve/innovatieve materialen worden opgenomen in de duurzame KES (klanteisspecificaties)¹². Om concrete materiaalbevelingen te kunnen doen in de duurzame KES is praktijkonderzoek nodig door specialisten (bij Rijkswaterstaat) in pilotprojecten.

¹¹ Een voorbeeld is: het gebruik van gebiedseigen grond voor dijken, als alternatief voor klei. Het ontwerp hangt af van het type grond dat gebruikt kan worden. Dat vergt tests op locatie vroegtijdig in het ontwerpproces; men kan niet wachten op het vrijkomen van de grond als de dijk wordt gerealiseerd.

¹² De KES is een document dat de klantvraag specificceert, de probleemstelling, eisen en wensen per klant weergeeft. Op het gebied van duurzaamheid bestaat een standaardlijst 'duurzame KES' die wordt doorontwikkeld.



- Meer alternatieve/innovatieve materialen het IUP-traject¹³ hebben doorlopen.

3. Kennis centraal en breed bekend, in plaats van versnipperd

Uit de interviews kwam naar voren dat kennis over duurzame en circulaire *best practices* niet breed bekend is. De aanbeveling hierbij is: focus bij het aanbod en de ontwikkeling van cursussen, handreikingen en tools over duurzaamheid en circulaire principes op de duurzaamheidsadviseurs die zowel de assetmanagers (regio) en als de projectleiders (GPO/PPO) ondersteunen. Zo kan deze kennis effectief binnen de regio en GPO/PPO terecht komen, zonder dat alle stakeholders zich diepgaand in te hoeven lezen. Zorg er daarnaast voor dat ‘best practices’ uit specifieke regio’s met andere regio’s worden uitgewisseld. Maak daarvoor zoveel mogelijk gebruik van bestaande handreikingen en leidraden over:

- bestaande tools en informatiebronnen voor ‘[duurzame aanleg en onderhoud](#)’ (onder andere duurzame KES en IUP-proces);
- basisprincipes circulariteit;
- duurzaamheidsbudgetten bij RWS.

¹³ IUP: Innoveren, Uniformeren, Produceren.

Literatuur

- ABN Amro. (2023). *Stand van de Bouw*.
- ABT. (2021). *Hoogovenslak in beton en duurzaamheid; hoe zit het nou echt?*<https://abt.eu/nieuws/hoogovenslak-in-beton-en-duurzaamheid-hoe-zit-het-nou-echt/>
- ArcelorMittal. (2023, 16-06-2023). *ArcelorMittal invests 67 million euros in a new electric arc furnace at its Belval site, with the support of the Ministry of Economy*.<https://corporate.arcelormittal.com/media/news-articles/arcelormittal-invests-67-million-euros-in-a-new-electric-arc-furnace-at-its-belval-site-with-the-support-of-the-ministry-of-economy>
- Basilisk. (2021). *Projecten*.<https://basiliskconcrete.com/projecten/>
- Betonhuis. (2019). *Vezelversterkt beton*.<https://betonhuis.nl/betonhuis/vezelversterkt-beton>
- Betonhuis. (2021). *Basalt voor betonwapening*.<https://betonhuis.nl/system/files/2021-11/presentatie-basaltwapening-in-beton.pdf>
- Bloomberg News. (2020). *Traders Suspect Venezuela Oil in China as Bitumen Flows Soar*.<https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-08-24/china-s-bitumen-import-boom-has-traders-smelling-venezuelan-oil#xj4y7vzkg>
- Buro Ontwerp en Omgeving. (n.d.). *NL Adaptief*.<https://nladaptief.nl/themas/>
- Cascade. (2022). *Rapportage Monitoring Bouwgrondstoffen 2019-2020*.
- Circular Biobased Delta. (2023). *CHAPLIN*.<https://circularbiobaseddelta.nl/focus-themas/projecten/chaplin/>
- CROW. (2023). *Kwaliteitsborging*.<https://www.crow.nl/asfalt-impuls/projecten/kwaliteitsborging>
- Daehn, K. E., Serrenho, A. C., & Allwood, J. M. (2017). How Will Copper Contamination Constrain Future Global Steel Recycling? *Environmental Science & Technology*, 51, 6599-6606.
- De Pauw, I., Van de Kuilen, J. W., Antonelli, V., & Bak, W. (2004). *Houten geleiderail van beleid naar praktijk*.
- DHV Milieu en Infrastructuur B.V. (1995). *Alternatieven voor het thermisch verzinken van geleiderail*.
- EC. (2023). *Critical Raw Materials*.https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en
- EIB, & Metabolic. (2022). *Materiaalstromen in de bouw en infra*.
- Erickson, R. L. (1973). Crustal abundance of elements, and mineral reserves and resources. *U.S. Geological Survey Prof. Paper*, 820, 21-25.
- EuRIC. (2020). *Metal Recycling Factsheet*.
- Eurofer. (2022). *European steel in figures*.
- Fugro. (2021). *POV Dijkversterking met gebedseigen grond: Fase 2 'best practices' Nederland*.
- Globe Newswire. (2022). *How war in Ukraine hits Russia's global bitumen market*.<https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/04/14/2422877/0/en/How-War-in-Ukraine-Hits-Russia-s-Global-Bitumen-Market.html>
- Guo, S., & Chidiac, S. (2019). *Self-healing concrete: a critical review* CSCE Annual Conference, Laval, Montreal.
- HWBP. (2023). *Hoogwaterbeschermingsprogramma Kennis & Informatieportfolio*.



- IMARC. (2023). *Europe Cement Market: industry trends, share, size, growth, opportunity and forecast 2023-2028*. <https://www.imarcgroup.com/europe-cement-market#:~:text=The%20Europe%20cement%20market%20size%20reached%2090%20million,a%20growth%20rate%20%28CAGR%29%20of%204.6%25%20during%202023-2028>.
- International Zinc Association. (2022). *Zinc environmental profile: life cycle assessment - 2022 update*.
- Jonkers, H. (2021). *Self-healing concrete: Autogenous and bio-enhanced crack-healing*. <https://betonhuis.nl/system/files/2021-11/self-healing-concrete-mechanisms-cracks.pdf>
- LBP Sight. (2018). *Perspectief of schaarste - Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat*.
- McKinsey. (2021). *The DRI dilemma: could raw material shortages hinder the steel industry's green transition?* <https://www.mckinsey.com/industries/metals-and-mining/our-insights/the-dri-dilemma-could-raw-material-shortages-hinder-the-steel-industrys-green-transition>
- Nationaal Deltaprogramma. (2021). *Deltaplan Waterveiligheid*. <https://www.deltaprogramma.nl/themas/waterveiligheid/deltaplan>
- OECD. (2021a). *Bitumen and asphalt*. <https://oec.world/en/profile/hs/bitumen-and-asphalt>
- OECD. (2021b). *Clays in Netherlands*. <https://oec.world/en/profile/bilateral-product/clays/reporter/nld>
- PBL. (2023). *Integrale Circulaire Economie Rapportage 2023*.
- Pirard, E. (2021). *Metals, technologies & innovation: Paper theme 3: Recent evolutions: innovations, circular economy and deep-sea mining*.
- Recycling Today. (2023, 05-07-2023). *European steel investments continue apace*. <https://www.recyclingtoday.com/news/steel-europe-recycling-decarbonization-investments-electric-arc-furnace/>
- Rijksoverheid. (2021). *Officiële start voor Europees PFAS verbod*. <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2021/07/15/officiële-start-voor-europees-pfas-verbod>
- Rijksoverheid. (2022, 09-12-2022). *Kabinet wil meer zekerheid over toevoer grondstoffen en halfproducten*. <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/12/09/kabinet-wil-meer-zekerheid-over-toevoer-grondstoffen-en-halfproducten>
- Rijksoverheid. (2023). *Eigenschappen metalen en geleiderail (voertuigkering)*. <https://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bouwstoffen-en-afvalstoffen/metalen-en-geleiderail-vo114147/eigenschappen-metalen-en-g114148>
- Rijkswaterstaat. *Ruimte voor de rivieren*. <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/ruimte-voor-de-rivieren>
- Rijkswaterstaat. (2021). *Versterking Afsluitdijk ideale test voor duurzaam beton*.
- Rijkswaterstaat. (2023, 20-07-2023). *Pilot Herbruikbaarheidsscan - Samen op zoek naar herbruikbare onderdelen*. <https://www.magazinesrijkswaterstaat.nl/zakelijkeninnovatie/2023/02/herbruikbaarheidsscan>
- Royal HaskoningDHV. (2021). *Advies houtgebruik in het KCI transitiepad Kunstwerken*.
- SGS intron B.V. (2021). *Ontwikkelingen betreffende hoofdbestanddelen voor klinkergebaseerde cementen en geopolymeren*.
- SmartCrusher bv. (2023). *Homepage SmartChrusher bv*. <https://slimbreker.nl/index.html>
- Statista. (2023). *Annual turnover of the construction industry in th European Union (EU-27) from 2011 to 2020, by segment*. <https://www.statista.com/statistics/964601/construction-industry-turnover-eu-28/>



- TNO. (2021). *Kritikaliteit van grondstoffen: ontwikkeling en operationalisatie*.
- Transport & Environment. (2023). *New oil map: impact of Russia's war on Ukraine on supply and demand*.
- UN. (2022). *Trade Data*. <https://comtradeplus.un.org/>
- United States Geological Survey. (2023). *Mineral Commodity Summaries: Zinc*.
- Universiteit Utrecht. (2022). *Collaboration in asphalt Applications with Lignin in the Netherlands - eXtra Lignin (CHAPLIN XL)*.
- USGS. (2023). Iron ore - annual mineral commodity summary.
<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023-iron-ore.pdf>
- Van Assche, F. (2019). *Zinc reserves - now and in the future (presentation)*.
- Wageningen University & Research. (2021). *Op weg naar bio-asfalt*. <https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/food-biobased-research/show-fbr/op-weg-naar-bio-asfalt.htm>



Bijlage A: verkenning inbedding in praktijk MIRT

Uiteindelijk zal circulair werken een vaste plek moeten krijgen in de projecten en programma's van het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (MIRT). Inspelen op een circulaire bedrijfsvoering biedt kansen om leveringszekerheid van materialen te verbeteren. CE Delft is gevraagd om te verkennen hoe circulaire maatregelen (inclusief alternatieve materialen) kunnen landen in het werkproces van infrastructurele projecten bij Rijkswaterstaat. Het is als bijlage opgenomen, omdat de aanbevelingen in Hoofdstuk 4 niet direct acties zijn om op te pakken in de MIRT-projecten.

We beschrijven in deze bijlage hoe dit proces er van planvorming tot aanbesteding uit ziet en geven advies over mogelijk aanpassingen daarin. De adviezen over alternatieve materialen en circulaire maatregelen uit Hoofdstuk 3 en 4 zijn voorbeelden van maatregelen die kunnen worden opgenomen in het bestaande proces.

De opbouw is als volgt:

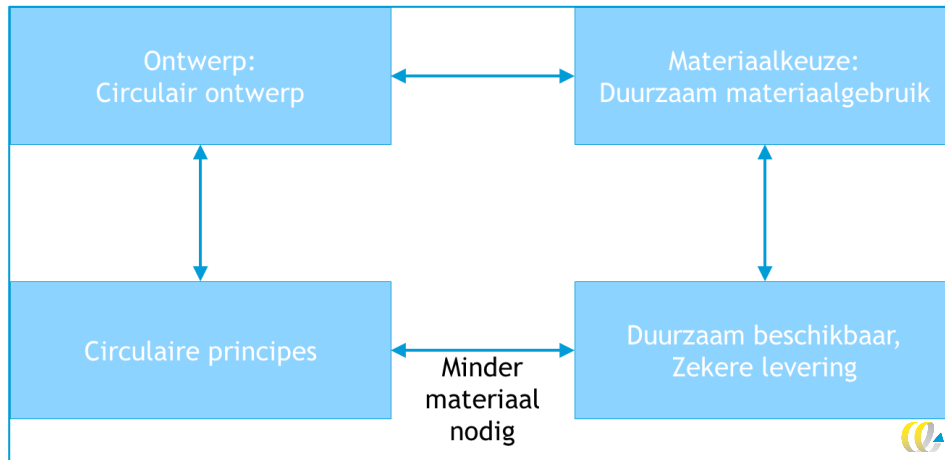
- A1 - Toelichting: samenhang tussen duurzaam materiaalgebruik en circulariteit.
- A2 - Beschrijving van de huidige werkwijze voor projecten bij Rijkswaterstaat. Daarbij gaan we met name in hoe duurzaamheid en duurzaamheidsthema's zoals circulariteit op dit moment een rol spelen in de diverse projectfasen.
- A3 - Beschrijven huidige stand van zaken duurzaamheid in projecten.
- A4 - Het IUP-proces en doorontwikkeling duurzame KES.
- A5 - Adviezen op procesniveau.

De inzichten in het hoofdstuk komen voort uit gesprekken met assetmanagers en adviseurs in de regio en adviseurs bij de landelijke uitvoeringsdiensten (GPO/PPO).

A1 Samenhang duurzaam materiaalgebruik en circulariteit

Er is een samenhang tussen duurzaam materiaalgebruik, waaronder leveringszekerheid, en circulariteit. In Figuur 2 geven we die samenhang schematisch weer. Tijdens het ontwerp worden keuzes voor materiaalgebruik vastgelegd. De principes van circulariteit maken het mogelijk om minder niet-hernieuwbare materialen te gebruiken, zoals via levensduurverlenging, en door alternatieve materiaalkeuze. In Hoofdstuk 3 geven we daar voorbeelden van. Zo kan circulair werken bijdragen aan duurzaam materiaalgebruik, waaronder verhoogde leveringszekerheid.

Figuur 2 - Samenhang circulariteit, materiaalkeuze en duurzame beschikbaarheid



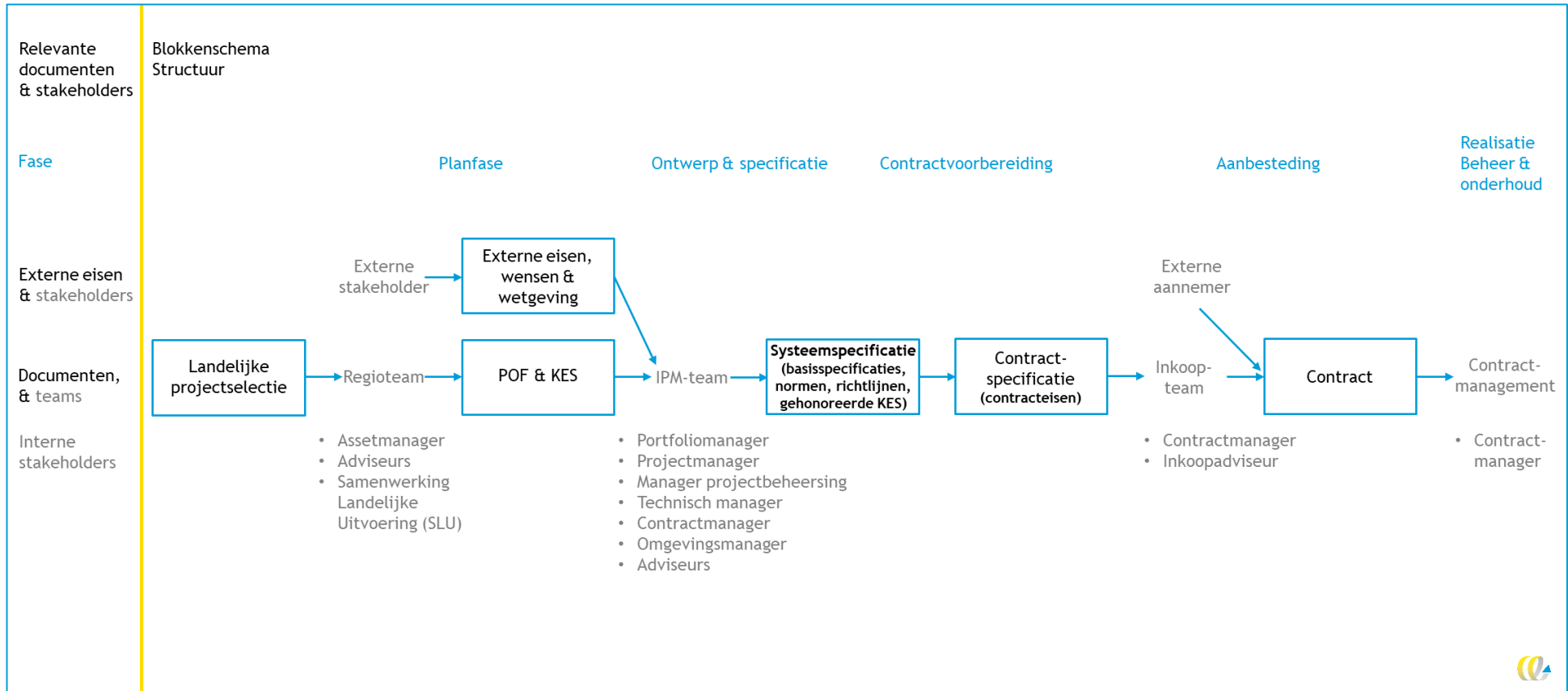
A2 Projectverloop: veel betrokkenen, maar niemand van kop tot staart vanwege overdracht

Projecten binnen Rijkswaterstaat doorlopen meerdere fases (Figuur 3). De exacte definitie van deze fases verschilt per type project, maar over het algemeen kan een project opgedeeld worden in de volgende fases:

- Planfase (Regioteams).
- Ontwerp- en systeemfase (IPM (Integraal Projectmanagement)-teams bij landelijke uitvoeringsdiensten GPO en PPO).
- Contractvoorbereiding (IPM-teams bij landelijke uitvoeringsdiensten GPO en PPO).
- Aanbesteding (Inkoopteam).
- Realisatie (Contractmanagement).
- Beheer (Contractmanagement).
- Onderhoud (Contractmanagement).

De invulling van duurzaamheid bij projecten wordt bepaald tijdens de plan-, systeem- en ontwerp- en contractvoorbereidingsfases. Circulariteit en duurzaamheid zijn slechts één van de vele aspecten die een rol spelen bij de totstandkoming van een project. Duurzaamheidsadviseurs geven inhoudelijke ondersteuning om duurzaamheid binnen projecten concreet uit te werken en duurzaamheidsbudgetten aan te boren.

Figuur 3 - Schematisch overzicht projectfases en betrokken stakeholders



Projectopdrachtformulier (POF) en gewenste klanteisenspecificaties (KES) tijdens de planfase bevat prioriteiten

Nadat op landelijk niveau een selectie van projecten is gemaakt waarvoor budget beschikbaar wordt gesteld, wordt in de regio de planfase opgestart. Deze fase wordt door assetmanagers in regioteams uitgewerkt (met ondersteuning van adviseurs), waarbij zij de rol van interne opdrachtgevers voor GPO/PPO innemen. Binnen deze fase vult de assetmanager een projectopdrachtformulier (POF) in, waarin de prioriteiten (wat er moet er gebeuren) en het budget voor de uitvoering van het project vastgesteld worden. Daarnaast wordt een lijst met gewenste klanteisenspecificaties opgesteld op basis van standaard klanteisenspecificaties (KES). De KES is een document met daarin aanvullende acties die kunnen worden gevolgd/uitgevoerd binnen projecten, naast de minimale basisspecificaties, normen en richtlijnen die er voor een bepaald type project sowieso gevolgd/uitgevoerd moeten worden. Voor verschillende onderwerpen bestaan aparte standaard-KES-documenten die als informatiebron kunnen worden gebruikt tijdens de planfase van een project. Op het gebied van duurzaamheid bestaat een standaardlijst 'duurzame KES', die al actief is en momenteel wordt doorontwikkeld.

Duurzaamheid is binnen het POF een verplicht onderdeel. In het POF wordt op hoofdlijnen beschreven op welke manier duurzaamheid mee kan worden genomen in het project. Specifieke wensen op het gebied van duurzaamheid kunnen worden opgenomen in de gewenste KES-lijst, op basis van de duurzame KES. Duurzaamheidsadviseurs ondersteunen de assetmanager bij het maken van keuzes op dit gebied.

Overgang naar ontwerp- en systeemspecificatie: overhandiging aan portfoliomanager en combineren van gewenste KES en basisspecificaties, normen en richtlijnen

Bij de afronding van de planfase en overgang naar de ontwerp- en systeemspecificatiefase wordt het definitieve POF en de gewenste KES door de assetmanager overgedragen aan een portfoliomanager bij GPO/PPO. Vervolgens wordt het project binnen GPO/PPO toegekend aan een IPM-team¹⁴, met aan het hoofd een projectmanager die inhoudelijk wordt ondersteund door technisch managers, contractmanagers, omgevingsmanagers en andere (duurzaamheids)adviseurs.

Binnen deze fase worden de gewenste KES van het regioteam geanalyseerd en gehonoreerd waar mogelijk. Er wordt onder andere gekeken naar kosten, haalbaarheid en eventueel conflict tussen verschillende wensen en/of basisspecificaties, normen en richtlijnen. Hoe concreter een gewenste KES, hoe makkelijker het is om deze analyse uit te voeren. De KES 'voer het project duurzaam uit' heeft meer invulling van GPO/PPO dan de KES 'gebruik een alternatief materiaal voor onderdeel [x]'. IPM-teams houden ook rekening met eisen van andere interne en externe partijen (zoals gemeentes, aannemers en de scheepsvaart), het behouden van een gelijk speelveld in de markt en met wetgeving. Hierdoor is het mogelijk dat duurzame gewenste KES sneuvelen tijdens de ontwerp- en systeemspecificatiefase, als deze botsen met andere eisen en/of wetgeving.

In de basisspecificaties kunnen ook duurzaamheidsmaatregelen zitten, die standaard worden uitgevoerd. Hierover meer in Bijlage A4.

¹⁴ IPM staat voor integraal projectmanagement.



Overgang naar contractvoorbereidingsfase

In de contractvoorbereidingsfase wordt de systeemspecificatie vertaald naar contracteisen voor de aanbestedingsdocumenten. Projectmedewerkers binnen het IPM-team spelen hierbij in op de kenmerken en de situatie van het project, waarbij modelcontracteisen en -teksten als ondersteuning voor de invulling van onder andere duurzaamheid beschikbaar zijn.

Verschillende mensen verantwoordelijk tijdens het project en een lange looptijd

Na de overdracht van het POF aan GPO/PPO, heeft de regio geen rol meer in het project. Vanuit de regio is er geen of nauwelijks zicht op of en hoe klant-eis-specificaties worden uitgewerkt tot contracteisen. Van assetmanagers wordt namelijk niet verwacht dat ze de uitwerking van het POF tot contracteisen volgen voor hun assets. Communicatie vindt top-down plaats: het IPM-team neemt in principe alleen contact op met de assetmanager als vragen opkomen. Circulaire en duurzaamheidsambities kunnen dus komen te vervallen, zonder dat daar door de opstellers zicht op is. Daarnaast kosten alle fases tijd, waardoor het voor kan komen dat mensen die in een bepaalde fase aan het project hebben gewerkt, niet meer beschikbaar zijn voor vragen. Nadat het contract is opgesteld en de inkoopfase is begonnen, vinden slechts nog beperkte aanpassingen plaats. Bijvoorbeeld naar aanleiding van feedback en vragen van potentiële uitvoerders in de markt via marktconsultaties of een Nota van Inlichtingen. Hierdoor kunnen duurzaamheidscriteria en -eisen wel aangepast worden, maar dit leidt zelden tot het schrappen van duurzaamheidsambities.

A3 Duurzaamheid is verplicht in projecten, kennis erover en invulling verschilt

Duurzaamheid is bij de voorbereiding van projecten bij RWS een verplicht onderdeel, waar in elk project invulling aan moet worden gegeven. Duurzaamheid is hierbij een breed begrip, waar zowel het thema 'klimaat' als 'circulariteit', 'biodiversiteit' en een 'gezonde leefomgeving' onder valt. De mate waarin duurzaamheid binnen een project aan bod komt staat niet vast, omdat de relevantie en toepasbaarheid van maatregelen binnen verschillende duurzaamheidsthema's per project sterk kan verschillen. Het staat projectmedewerkers vrij hoe duurzaamheid vormgegeven wordt binnen een project. Factoren die een rol spelen zijn het type project, het kennisniveau en de motivatie van projectmedewerkers, de beschikbare tijd en het budget van het project.

Kennis over duurzaamheid en circulariteit is voornamelijk geconcentreerd bij specialistische medewerkers, zoals duurzaamheidsadviseurs binnen de regio en GPO/PPO. Deze kennis wordt onder andere opgedaan uit handreikingen en cursussen die aangeboden worden binnen RWS. Onder assetmanagers (regio) en projectmanagers (GPO/PPO) is deze kennis echter nog niet breed gedragen, doordat zij binnen hun dagelijkse werkzaamheden beperkt tijd hebben om zich voldoende in te lezen in deze onderwerpen of cursussen te volgen.

Om de duurzaamheidsambities te halen en leveringszekerheid te verhogen, kan de rol van duurzaamheid in projecten nog groter. Extra handreikingen over circulariteit zijn echter niet per se gewenst vanuit projectmedewerkers. In plaats daarvan is er met name vraag naar concrete duurzame KES, duurzame maatregelen in basisspecificaties, normen en richtlijnen en in modelcontracteisen. Om duurzaamheidsmaatregelen waar nodig te kunnen financieren, is het mogelijk om het projectbudget te verhogen door aanspraak te maken op duurzaamheidsbudgetten op landelijk niveau. Deze mogelijkheid kan nog wat meer bekendheid gebruiken binnen de organisatie.



A4 Het IUP-proces en doorontwikkeling duurzame KES

IUP-proces

IUP staat bij Rijkswaterstaat voor Innoveren - Uniformeren - Produceren. Het doel is om innovaties van een verkennende fase naar een productiefase te brengen. Met productie wordt in deze context bedoeld dat de innovatie tot een gebruikelijke manier van werken is gebracht (en dus het karakter innovatie is verloren).

In de innovatiefase van het IUP-proces wordt een innovatie verkend, ontwikkeld en beproefd. Hierbij wordt gekeken naar de risico's van een maatregel bij RWS, de business-case van de maatregel, een impactanalyse van de maatregel en wordt de maatregel in pilotprojecten getest. Wanneer een maatregel deze fases heeft doorlopen, en na iedere fase een GO heeft gekregen, kan deze naar de uniformeringsfase.

De uniformeringsfase is de overgang van innovatie naar brede toepassing van een maatregel. In deze fase worden onder andere kaders, normeringen, toegestane kosten en contracteisen gewijzigd en bepaald om ervoor te zorgen dat de maatregel in het bestaande projectproces van Rijkswaterstaat wordt ingebed. Maatregelen die deze fase hebben doorlopen, worden een basisspecificatie/norm/richtlijn in een project, en hoeven dus niet meer als gewenste KES te worden benoemd in de planfase. Momenteel bevinden de maatregelen hergebruik van geleiderails en hergebruik van portalen, die beide kunnen bijdragen aan vergrootte leveringszekerheid van de materialen in deze objecten, zich in de uniformeringsfase.

Op het intranet van lenW staan nuttige documenten over wie meer wil weten over het IUP-proces: <https://pleinienw.nl/thoughts/22191>. Het is de komende jaren aan te raden om de werking van het IUP-proces te blijven analyseren en om de bekendheid van dit traject te vergroten waar nodig. Het zorgt er immers voor dat duurzaamheid een gevestigde plek krijgt in de organisatie en het toepassen van duurzaamheidsmaatregelen minder tijd gaat kosten in het projectproces.

Duurzame KES

De duurzame KES is een document (Word en Excel) waarin duurzaamheidsmaatregelen zijn opgenomen per objecttype. In de duurzame KES staan ook maatregelen die zich nog in de innovatiefase bevinden. Bij iedere maatregel wordt aangegeven of het een koploper, peloton of innovatie is. Dit geeft een indicatie van hoe breed de maatregel al toegepast/bekend is en daarmee hoe ambitieus het toepassen van de maatregel is. Het is belangrijk dat er bij de materiaalspecialisten van RWS consensus bestaat over het nut van de maatregelen die in de duurzame KES terecht komen.

De komende tijd wordt de duurzame KES doorontwikkeld. Het doel is om de duurzame KES de plaats te laten worden waar alle duurzaamheidsmaatregelen waarover consensus bestaat te verzamelen. Zo wordt het dé informatiebron voor assetmanagers en duurzaamheidsadviseurs in de regio om (aanvullende) duurzaamheid toe te passen in projecten. Momenteel bestaan er nog verschillende bronnen. Om nieuwe maatregelen in de duurzame KES te krijgen, kan contact op worden genomen met de beheerder daarvan.



A5 Adviezen om handelingsperspectieven voor leveringszekerheid ingebed te krijgen in de praktijk

In deze paragraaf geven we adviezen gericht op:

1. Waarborgen dat de handelingsperspectieven voor leveringszekerheid van materialen bekend raken in de praktijk.
2. Zorgen dat duurzaamheid in het algemeen (en circulariteit in het bijzonder) een grotere rol gaan spelen in projecten.

Advies 1: Geef prioriteit aan het toepassen van circulariteitsprincipes voor essentiële materialen

Uit ons onderzoek blijkt dat er voor de meeste voor RWS essentiële materialen geen directe fysieke schaarste zal optreden in de nabije toekomst. Wel spelen er risico's gerelateerd aan leveringszekerheid, zoals het risico op stijgende kosten van de materialen en het risico van toelevering over steeds grotere afstand. Bij klei, zand en grind speelt wel een fysiek leveringszekerheidsrisico op de korte termijn, omdat vergunningen van delving van deze grondstoffen in Nederland aflopen. Voor alle materialen geldt dat een verminderde vraag positieve effecten op het gebied van leveringszekerheid zal hebben. Dit kan worden bereikt door het toepassen van circulaire maatregelen. Voor klei, zand en grind heeft dit de grootste prioriteit. Hierbij moet de volgende voorkeursvolgorde worden gehanteerd (van meest gewenst naar minimale eis):

- verminderen van materiaalverbruik (refuse, rethink, reduce);
- substitutie van materialen met andere materialen (rethink);
- levensduurverlenging (reuse/repair);
- hoogwaardige verwerking van afgedankt materiaal (recycle).

Advies 2: Ga verder met het doorontwikkelen van de duurzame KES en het uniformeren van duurzaamheidsmaatregelen

Door de duurzame KES en het opnemen van duurzaamheidsmaatregelen in de basis-specificaties/normen/richtlijnen van RWS door te uniformeren, wordt het toepassen van deze maatregelen laagdrempeliger voor projectmedewerkers in de regio en GPO/PPO. Maak daarom:

- de duurzame KES vollediger (in de doorontwikkeling duurzame KES);
- de duurzame KES leidend in informatievoorziening van mogelijke duurzaamheidswensen in een project te behalen;
- de bekendheid van zowel de duurzame KES als het IUP-proces groter.

Advies 3: Stem de informatievoorziening over duurzaamheidsthema's af op duurzaamheidsadviseurs

Focus bij het aanbod en de ontwikkeling van cursussen, handreikingen en tools over duurzaamheid en circulaire principes op duurzaamheidsadviseurs die assetmanagers (regio) en projectleiders (GPO/PPO) ondersteunen. Zo kan deze kennis effectief binnen de regio en GPO/PPO terecht komen, zonder dat alle stakeholders zich diepgaand in te hoeven lezen. Zorg er daarnaast voor dat 'best practices' uit specifieke regio's met andere regio's worden uitgewisseld. Maak zoveel mogelijk gebruik van bestaande handreikingen en leidraden over:

- bestaande tools en informatiebronnen voor '[duurzame aanleg en onderhoud](#)' (onder andere duurzame KES en IUP-proces);
- basisprincipes circulariteit;
- duurzaamheidsbudgetten bij RWS.

Advies 4: Coördineer het verspreiden en monitoren van duurzaamheid vanuit de afdeling SLU

Omdat er vaak duurzaamheidswensen verloren gaan in het projectproces door de looptijd en overdracht, is het nuttig om een afdeling/functie verantwoordelijk te maken om bij het hele traject betrokken te zijn. Vanuit de Afdeling Samenwerking Landelijke Uitvoeringsorganisaties (SLU) is contact met zowel de regio als GPO/PPO. Vanuit de SLU ligt er daarom een kans om de implementatie van duurzaamheid en circulariteit gedurende de volledige looptijd van een project te monitoren, zonder dat dit extra druk legt op individuele assetmanagers in de regio om dit zelfstandig te volgen. Ook de verspreiding van informatie over duurzaamheid en circulariteit aan duurzaamheidsadviseurs kan mogelijk via de SLU lopen, waarbij de SLU een centraal orgaan kan worden waar duurzaamheidsadviseurs en evt. andere projectmedewerkers terecht kunnen voor informatie over duurzaamheid, circulariteit, duurzaamheidsbudgetten, interne tools en cursussen.

Advies 5: Onderzoek ook van alternatieve materialen de leveringszekerheidsrisico's

Wanneer een alternatief materiaal wordt toegepast, is het belangrijk om ook daar de leveringszekerheidsrisico's van te kennen. Onderzoek dit daarom, bijvoorbeeld in de uniformeringsfase van het IUP-proces. Hiermee wordt voorkomen dat een alternatief materiaal standaard wordt in RWS-projecten, terwijl het niet op grote schaal beschikbaar is.

Advies 6: Maak het opstellen van een circulair plan onderdeel van een opdracht.

Gebruik MKI als controle-instrument tijdens het proces

MKI weegt circulaire principes niet altijd goed. Onderzoek daarom of het mogelijk is om circulariteit/een circulair plan leidend te maken in een aanbesteding. MKI kan dan worden ingezet als check maar niet als beoordeling. Dus niet: laagste MKI wint, maar het beste plan wint. Zo wordt de toekomst beter meegenomen in de beoordeling van een ontwerp.