

**Perspectief op schaarste**  
**Inzicht in materiaal schaarste in areaal**  
**Rijkswaterstaat**

**Opdrachtgever**

Rijkswaterstaat Dienst Water, Verkeer en Leefomgeving

**Contactpersonen**

Machiel Krielaard

Jeroen Nagel

**Kenmerk**

R056095aa.17GZJ55.jlv

**Versie**

05\_001

**Datum**

30 januari 2018

**Auteur**

ing. J.B. (Jeannette) Levels-Vermeer

dr. H.A.E. (Dirk-Jan) Simons

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding.....</b>	<b>8</b>
1.1	Aanleiding onderzoek .....	8
1.2	Doelstelling onderzoek.....	8
1.3	Leeswijzer .....	9
<b>2</b>	<b>Onderzoeksvragen en methode.....</b>	<b>10</b>
2.1	Inleiding.....	10
2.2	Onderzoeksvragen.....	10
2.3	Methode .....	10
2.3.1	Onderzoek naar verwachte schaarste van materialen RWS .....	11
2.3.2	Onderzoek naar het areaal van RWS .....	11
2.3.3	Onderzoek naar de mate van circulariteit van de relevante materialen .....	12
2.3.4	Schaarste risico's voor RWS bij huidige bedrijfsvoering en in de toekomst .....	12
2.3.5	Opgave van handelingsperspectieven voor RWS .....	12
<b>3</b>	<b>Areaal Rijkswaterstaat .....</b>	<b>13</b>
3.1	Inleiding.....	13
3.2	Beschrijving areaal (kwalitatief) .....	13
3.3	Schaarse materiaalstromen binnen het areaal van Rijkswaterstaat.....	14
3.3.1	Indicatie volumestromen .....	15
3.3.2	Indicatie milieu impact (relevantie) volumestromen .....	17
<b>4</b>	<b>Schaarse materialen Rijkswaterstaat.....</b>	<b>19</b>
4.1	Metalen .....	19
4.1.1	Duiding schaarste .....	19
	<i>Politiek 21</i>	
4.1.2	Areaal Rijkswaterstaat .....	22
4.1.3	Mate van circulariteit .....	22
4.2	Grond .....	23
4.2.1	Duiding schaarste .....	23
4.2.2	Areaal Rijkswaterstaat .....	25
4.2.3	Mate van circulariteit .....	26
4.3	Zand.....	26
4.3.1	Duiding schaarste .....	26
4.3.2	Areaal Rijkswaterstaat .....	28
4.4	Cement/beton.....	28
4.4.1	Duiding schaarste .....	28
4.4.2	Areaal Rijkswaterstaat .....	30
4.4.3	Mate van circulariteit .....	30
4.5	Asfalt .....	31
4.5.1	Duiding schaarste .....	31
4.5.2	Areaal Rijkswaterstaat .....	33
4.5.3	Mate van circulariteit .....	33
<b>5</b>	<b>Impact Rijkswaterstaat .....</b>	<b>35</b>

5.1	Inleiding .....	35
5.2	Risico's huidige bedrijfsvoering.....	35
5.2.1	Metalen.....	35
5.2.2	Dijkenklei .....	36
5.2.3	Zand en grind .....	36
5.2.4	Cement en beton.....	37
5.2.5	Asfalt .....	37
5.3	Raamwerk voor toekomstige risico's .....	37
5.3.1	Het identificeren van een relevante toekomstscenario .....	38
5.3.2	Het beschouwen van de mogelijke schaarste risico's .....	39
5.3.3	Het koppelen van handelingsperspectieven aan de mogelijke schaarste risico's	40
<b>6</b>	<b>Handelingsperspectief Rijkswaterstaat .....</b>	<b>41</b>
6.1	Inleiding .....	41
6.2	Algemene aanbevelingen .....	41
6.2.1	Beschikbare data materiaalstromen .....	41
6.2.2	Beschikbare data schaarste.....	41
6.2.3	Uitwisselbaarheid objecten in areaal .....	44
6.3	Handelingsperspectieven in procescyclus .....	44
6.3.1	Programmering .....	45
6.3.2	Vraagspecificatie .....	46
6.3.3	Contract & uitvoering.....	48

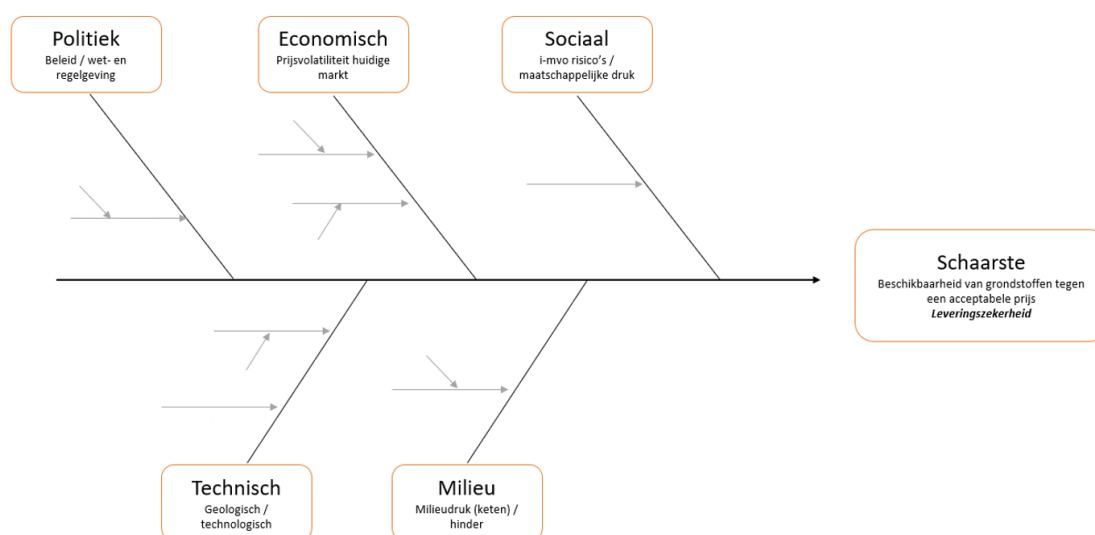
## Samenvatting

Het onderzoek perspectief op schaarste richt zich op de centrale vraag;  
*“In welk type assets van Rijkswaterstaat bevinden zich momenteel schaarse materialen en voor welke materialen is dit in de toekomst (2020-2050) te verwachten? Met welk risico gaat dat gepaard en wat is de orde grootte impact voor de kerntaken van onze organisatie”*

Het onderzoek heeft tot doel om 1) RWS inzicht te geven in schaarste van de meest voorkomende materialen binnen het areaal 2) het handelingsperspectief te duiden voor de verschillende actoren binnen RWS en haar procescyclus.

In onze visie zijn er een aantal factoren die op korte of lange termijn invloed op schaarste hebben. Om deze factoren te ordenen in een goede probleem analyse (RCA) is het PESTLE raamwerk gebruikt (met uitzondering van de factor ‘Legal’, deze is binnen de context van het onderzoek geïntegreerd in de factor “Politiek”). In het volgende figuur hebben wij het concept van ons analyse model opgenomen. De beschouwing van de verwachte schaarste is per materiaal opgenomen in hoofdstuk 4. Binnen het onderzoek zijn de volgende materialen beschouwd;

- Metalen,
- Grond,
- Zand,
- Cement/Beton, en
- Asfalt.



*Figuur, RCA model schaarste*

Op basis van de analyses in Hoofdstuk 4 is een kwalitatieve beoordeling op het schaarste risico voor RWS gemaakt voor de huidige bedrijfsvoering. Onder huidige bedrijfsvoering wordt verstaan dat het areaal, het volume en de toegepaste techniek gelijk blijft met de situatie anno nu.

De inschatting van het risico is als volgt geduid;

- Komt niet of nauwelijks voor

Laag risico
Matig risico
Hoog risico

In de onderstaande matrix is de risicoduiding per object en materiaalstroom weergegeven.

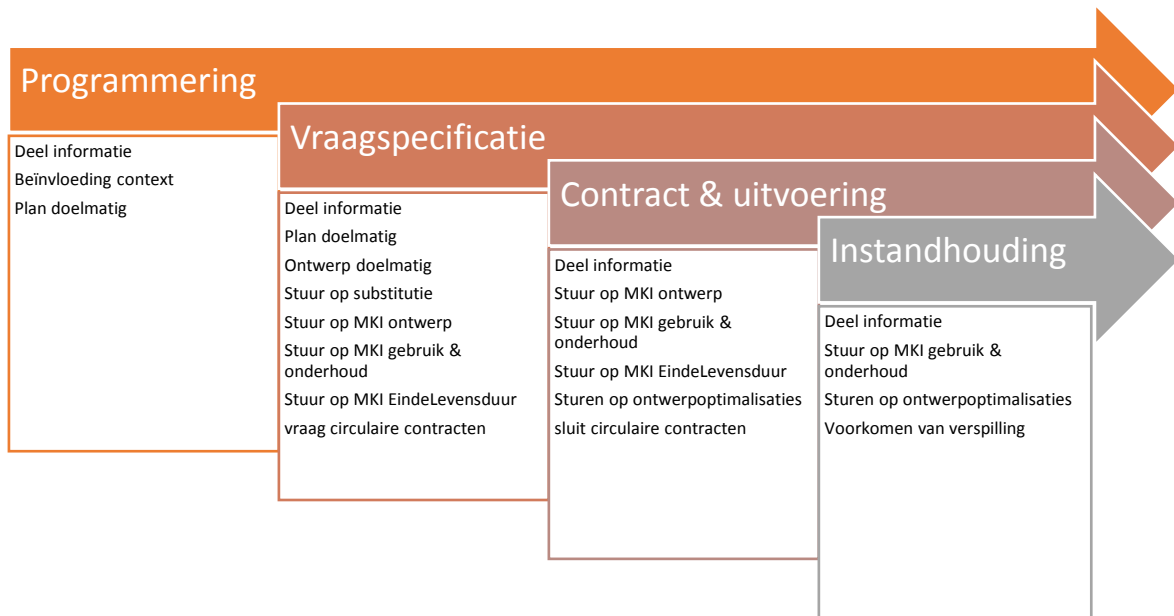
		metalen			kritieke metalen			dijkenklei			zand&grind			cement&beton			asfalt		
		2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050
HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		190 overige kunstwerken	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6000 portalen en uithouders	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verkeerscentrales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			> 375.000 borden en markeringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			7.798 km geleideconstructie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HWN	Dynamisch Verkeersmanagement	ruim 30.000 elementen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Oevers (damwandoevers)	2305 km	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	129 schutsluizen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		28298 vaarwegmarekeringen & scheepvaarttekens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	22 drips	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Oevers (erosiekuiten)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HVWN	Bediencentrales		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stormvloedkeringen		5 keringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HWS	Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	ca. 700 km keringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kustfundament	4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		347 duikers, kolken, natuur, spui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

In Hoofdstuk 6 zijn concrete aanbevelingen gedaan gericht op;

- Beschikbare data materiaalstromen
- Beschikbare data schaarste
- Uitwisselbaarheid objecten in areaal

Het handelingsperspectief is uitgewerkt naar een verkorte versie van de procescyclus van de werken van Rijkswaterstaat.

In de volgende figuur is de samenvatting opgenomen. In paragraaf 6.3 worden deze per fase uit de cyclus nader beschreven.



*Figuur, handelingsperspectieven binnen de procescyclus*

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding onderzoek

In de afgelopen eeuw is de wereldwijde vraag naar grondstoffen explosief gestegen. De verwachting is dat de vraag naar grondstoffen in de komende decennia verder zal toenemen, door een groeiende wereldbevolking en toenemende consumptie. Hierdoor wordt het steeds belangrijker om het gebruik van (niet hernieuwbare) grondstoffen zoveel mogelijk terug te dringen en om de beschikbare grondstoffen zo efficiënt en hoogwaardig mogelijk te (her)gebruiken. In september 2016 heeft het Rijk hiertoe het Rijksbrede programma Circulaire Economie (CE) gelanceerd. Hierin wordt het perspectief op een toekomstbestendige, duurzame economie en een leefbare aarde voor toekomstige generaties geschetst. De ambitie van het kabinet is om samen met maatschappelijke partners in 2030 een (tussen)doelstelling te realiseren van 50% minder gebruik van primaire grondstoffen (mineraal, fossiel en metalen) en om in 2050 100% hernieuwbare (gerecyclede en biobased) materialen toe te passen.

Rijkswaterstaat staat voor 'samen werken aan een veilig, leefbaar en bereikbaar Nederland'. In de bouw- en grond-weg en waterbouw (GWW) sector worden vooral veel ruim voorradige grondstoffen gebruikt. Dit geldt in grote mate ook voor Rijkswaterstaat, de grootste materialenstromen zijn grond(incl. zand), asfalt en beton. Rijkswaterstaat heeft zelf de doelstelling om in 2030 'circulair te werken' en 50% minder primaire grondstoffen te verbruiken. Dit betekent dat in 2030 alle processen en werkwijzen zo zijn ingericht dat optimaal circulair wordt gewerkt, een belangrijke tussenstap naar het circulair zijn in 2050.

Om Nederland bereikbaar en veilig te houden leeft de vraag of er bij het gebruik van materialen voor de kerntaak van Rijkswaterstaat risico's van schaarste aan grondstoffen zijn te verwachten. Worden de primaire taken van Rijkswaterstaat (verder RWS) beïnvloedt door schaarste en zo ja in welke mate?

### 1.2 Doelstelling onderzoek

Het onderzoek perspectief op schaarste heeft tot doel om 1) RWS inzicht te geven in schaarste van de meest voorkomende materialen binnen het areaal 2) het handelingsperspectief de duiden voor de verschillende actoren binnen RWS en haar procescyclus.



*Figuur 1, vereenvoudigde weergave procescyclus Rijkswaterstaat*

## 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de onderzoeksvragen en de methode van onderzoek nader beschreven. Het areaal van RWS, voor de context van het onderzoek, is nadere uitgewerkt in hoofdstuk 3. De analyse van schaarste is voor de beschouwde materiaalstromen opgenomen in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is een duiding van de risico's voor de huidige bedrijfsvoering opgenomen en een methode om de toekomstige ontwikkelingen hierin te betrekken. Tot slot volgen in hoofdstuk n6 de concrete aanbevelingen en handelingsperspectieven voor RWS.



## 2 Onderzoeksvragen en methode

### 2.1 Inleiding

De basis voor het onderzoek is de in de uitvraag opgenomen centrale vraag;  
*“In welk type assets van Rijkswaterstaat bevinden zich momenteel schaarse materialen en voor welke materialen is dit in de toekomst (2020-2050) te verwachten? Met welk risico gaat dat gepaard en wat is de orde grootte impact voor de kerntaken van onze organisatie”*

Om deze centrale vraag te beantwoorden zijn deze in eerste instantie vertaald naar een drietal specifieke onderzoeksvragen in een logische fasering. In de volgende paragraaf zijn deze onderzoeksvragen nader uitgewerkt. Aansluitend is in paragraaf 2.3 een beschrijving van de onderzoeksmethode opgenomen.

### 2.2 Onderzoeksvragen

De centrale vraag is vertaald naar drie gefaseerde onderzoeksvragen:

#### 1. In welk type assets van Rijkswaterstaat bevinden zich momenteel schaarse materialen

- a) Wat is de verwachte schaarste van de volgende materiaalstromen; Metalen, Grond, Zand, Cement/beton en Asfalt in 2020 en 2030 en 2050
- b) Hoe en op welke wijze zijn deze materiaalstromen aanwezig binnen het areaal van Rijkswaterstaat
- c) Wat is de mate van circulariteit van deze materiaalstromen
- d) Wat zijn realistische scenario's voor verschuivingen of transities in de materiaalstromen beschouwd vanuit de kerntaken van Rijkswaterstaat

#### 2. Welke impact hebben de potentiële risico's van schaarse materialen op de kerntaken van Rijkswaterstaat

- a) Wat zijn de risico's per keten voor de kerntaken van Rijkswaterstaat busines as usual
- b) Wat zijn de belangrijkste risico's per keten (kwalitatief) voor de kerntaken van Rijkswaterstaat voor 2 toekomstscenario's (1c)
- c) Welke impact (globaal) hebben de risico's economisch, technisch en organisatorisch
- d) Wat is de impact (verdieping) van de risico's voor metalen op de prestaties van de infrastructuur

#### 3. Welke strategieën zijn te identificeren om de risico's te mitigeren

### 2.3 Methode

In de navolgende paragrafen staat beschreven welke onderzoeksmethode is gehanteerd om de gedefinieerde onderzoeksvragen te beantwoorden

## 2.3.1 Onderzoek naar verwachte schaarste van materialen RWS

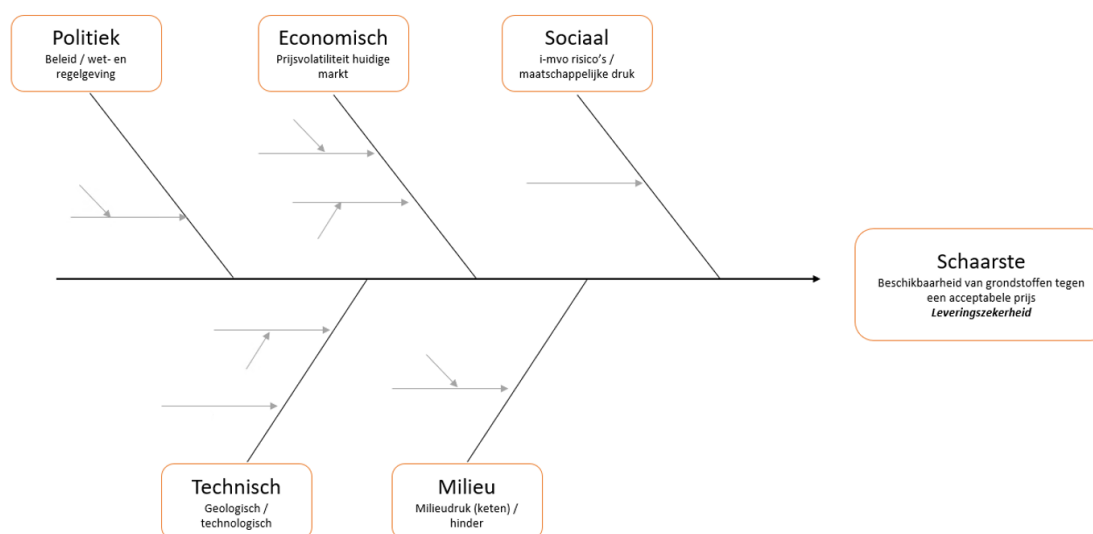
In eerste instantie is een literatuur- en bureaustudie uitgevoerd naar de verwachte schaarste voor:

- Metalen,
- Grond,
- Zand,
- Cement/Beton, en
- Asfalt.

De samengestelde literatuur- en bronnenlijst is opgenomen in Bijlage I

De materialen binnen de scope van het onderzoek zijn vooraf door RWS vastgesteld omdat ze belangrijk zijn bij het uitvoeren van hun kerntaken en omdat deze dominant aanwezig zijn in het areaal van RWS. Inzicht in de toekomstige leveringszekerheid risico's van deze materialen is dan ook gewenst. In de opdrachtschrijving worden deze risico's gekoppeld aan schaarste met als definitie; "beschikbaarheid van grondstoffen tegen een acceptabele prijs".

In onze visie zijn er een aantal factoren die op korte of lange termijn invloed op deze economische schaarste hebben. Om deze factoren te ordenen in een goede probleem analyse (RCA) is het PESTLE raamwerk gebruikt (met uitzondering van de factor 'Legal', deze is binnen de context van het onderzoek geïntegreerd in de factor "Politiek"). In het volgende figuur hebben wij het concept van ons analyse model opgenomen. De beschouwing van de verwachte schaarste is per materiaal opgenomen in hoofdstuk 4.



Figuur 2, RCA model schaarste

## 2.3.2 Onderzoek naar het areaal van RWS

Afhankelijk van de verwachte schaarste en de mate waarin de relevante materialen in het areaal van RWS voorkomen verschilt ook de leveringszekerheid risico's van de materialen. Er is zodoende een literatuur-/bureaustudie uitgevoerd om het areaal in zo veel mogelijk detail in beeld te krijgen.

De beschouwing van areaal van RWS is per materiaal opgenomen in hoofdstuk 4.

### **2.3.3 Onderzoek naar de mate van circulariteit van de relevante materialen**

De circulaire economie beoogt waarde behoud van materialen die reeds in de maatschappij aanwezig zijn door deze opnieuw hoogwaardig in te zetten en als gevolg hiervan de afhankelijkheid van primaire- en/of niet-hernieuwbare grondstoffen te reduceren. De mate van circulariteit van het materiaal zal dan ook direct invloed hebben op de vraag naar nieuwe primaire grondstoffen.

Afhankelijk van het inzicht in het areaal van RWS en op basis van overige, voor de materialen relevante ontwikkelingen in de sector, is een inschatting gegeven van de mate waarin met hergebruik en hoogwaardige recycling in de toekomstige materiaalbehoefte kan worden voorzien.

De beschouwing van de mate van circulariteit is per materiaal opgenomen in hoofdstuk 4.

#### *Beperkingen:*

Tijdens het uitvoeren van het areaal onderzoek bleek dat de bij RWS beschikbare informatie met betrekking tot materiaalstromen (massastromen) niet in voldoende detail aanwezig te zijn. Zo zijn alleen inschatting van de hoeveelheden van enkele hoofdstromen bekend. Door deze beperking is het niet mogelijk gebleken een gedetailleerde beschouwing van de schaarste risico's en mate van circulariteit te geven. Zodoende is er voor gekozen om deze aspecten slechts kwalitatief te beschouwen. Wel is er een voorbeeld gegeven van hoe gedetailleerde informatie over materiaalstromen gebruikt kan worden in Dubocalc, om het schaarste van grondstoffen gebruik inzichtelijk te maken.

### **2.3.4 Schaarste risico's voor RWS bij huidige bedrijfsvoering en in de toekomst**

Op basis van de voorgaande bevindingen is voor RWS een algemene beschouwing gegeven van de schaarste risico's op basis van de huidige bedrijfsvoering en maatschappelijke ontwikkelingen.

Er zijn echter diverse scenario's denkbaar die invloed kunnen hebben op de toekomstige schaarste risico's. Zonder hier in detail al een specifiek invulling aan te geven wordt een raamwerk gepresenteerd waarmee RWS dergelijke scenario's kan identificeren en beschouwen.

De beschouwing van de schaarste risico's voor RWS als geheel is opgenomen in hoofdstuk 5, paragraaf 5.1. Het raamwerk waarmee toekomstige schaarste risico's voor RWS beschouwd kunnen worden is opgenomen in paragraaf 5.2.

### **2.3.5 Opgave van handelingsperspectieven voor RWS**

Voor de geïdentificeerde risico's van de materiaalstromen zijn handelingsperspectieven vastgesteld per fase uit de procescyclus van RWS.

Een overzicht van de uitgewerkte handelingsperspectieven om de risico's van schaarste te verlagen is per onderdeel van RWS opgenomen in hoofdstuk 6.

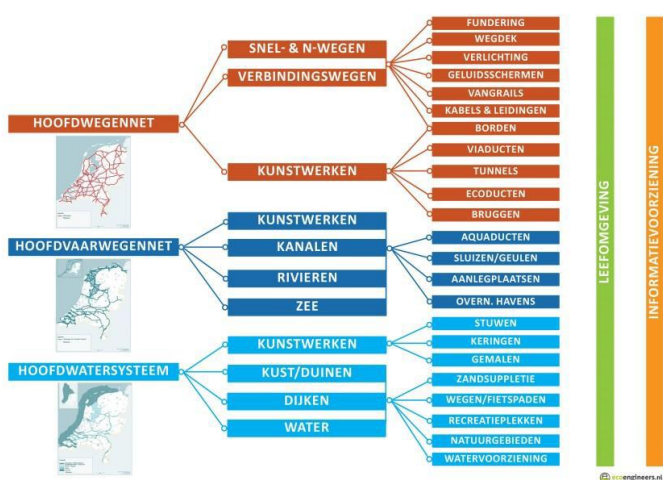
## 3 Areaal Rijkswaterstaat

### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven we het areaal van RWS in de context van de onderzoeksvragen. Het areaal wordt kwalitatief (welke functies worden onderscheiden) en kwantitatief (welke materialen zijn in welke mate aanwezig) beschreven.

### 3.2 Beschrijving areaal (kwalitatief)

Voor het onderzoek is het areaal van RWS beschouwd vanuit de drie hoofdnetwerken (HWN, HWWN & HWS) welke weer zijn opgedeeld in objecten. De objecten zijn beschreven in objectbeheerregimes inclusief een beschrijving en duiding van de reguliere ingrepen, areaalaanpassingen en onderhoud.



Figuur 3, hoofdnetwerken Rijkswaterstaat

In aanvulling op de reguliere OBR's hebben wij voor het onderzoek inzicht gekregen in de prognose voor aanvullende vervanging en renovatie voor de periode 2017 – 2050.

De ontvangen informatie hebben wij verwerkt tot het in figuur 4 opgenomen overzicht van objecten binnen de hoofdnetwerken en een kwalitatieve duiding van de omvang van de objecten in het betreffende netwerk.

HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen
	kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen
		190 overige kunstwerken
		6000 portalen en uithouders
	Verkeercentrales	
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting
		> 375.000 borden en markeringen
		7.798 km geleideconstructie
	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen
HVWN	Oevers (damwandoevers)	2305 km
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen
	Kunstwerken	129 schutsluizen
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen
		28298 vaarwegmarkeringen & scheepsvaarttekens
	Kunstwerken	22 drips
	Oevers (erosiekuilen)	
	Bediencentrales	
HWS	Stormvloedkeringen	5 keringen
	Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	ca. 700 km keringen
	Kustfundament	4.400 km <sup>2</sup>
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken
		347 duikers, kolken, natuur, spui

Figuur 4, hoofdnetwerken Rijkswaterstaat met objectduiding voor de context van dit onderzoek

Het overzicht in figuur 4 is een niet compleet dekkend overzicht maar is gericht op de context van het onderzoek.

### 3.3 Schaarse materiaalstromen binnen het areaal van Rijkswaterstaat

Binnen dit onderzoek naar perspectieven op schaarste zijn de volgende materiaalstromen beschouwd;

1. Metalen
2. Grond
3. Zand
4. Cement/beton
5. Asfalt

Op basis van de beschikbare informatie hebben we niet exact kunnen bepalen welke materiaalstromen in welke volumes aanwezig is c.q. gepland noodzakelijk is voor de objecten in de hoofdnetwerken. Wel hebben we op basis van de beschrijvingen in de OBR's een inschatting kunnen maken van het voorkomen van de materiaalstromen. Deze inschatting is opgenomen in figuur 5.

			metalen	kritische metalen	dijkenklei	zand&grind	cement&beton	asfalt
HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km	+	-	-	-	+	-
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan	-	-	-	+/-	+	+
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen	+	-	-	-	+	-
	kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen	+	+/-	-	-	+	-
		190 overige kunstwerken	+	-	-	-	+	-
		6000 portalen en uithouders	+	-	-	-	+	-
	Verkeerscentrales		+/-	+	-	-	+	-
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting	+/-	+	-	-	+/-	-
		> 375.000 borden en markeringen	+	-	-	-	+/-	-
		7.798 km geleideconstructie	+	-	-	-	+/-	-
HWN	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen	+	+	-	-	+/-	-
HVWN	Oevers (damwandoevers)	2305 km	+	-	-	-	-	-
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen	+	-	-	-	+	-
	Kunstwerken	129 schutsluizen	+	+/-	-	-	+	-
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen	-	-	+	+	+/-	-
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen	+	+	-	-	-	-
		28298 vaarwegmarkeringen & scheepsvaarttekens	+/-	-	-	-	+/-	-
	Kunstwerken	22 drips	+	+	-	-	-	-
	Oevers (erosiekuilen)		-	-	+	+	-	-
HVWN	Bediencentrales		+/-	+	-	-	+	-
HWS	Stormvloedkeringen	5 keringen	+	+/-	+/-	+/-	+	-
	Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	ca. 700 km keringen	-	-	+	-	+/-	+/-
	Kustfundament	4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-	+	-	-
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken	+/-	+/-	-	-	+	-

Figuur 5, materiaalstromen hoofdnetwerken Rijkswaterstaat

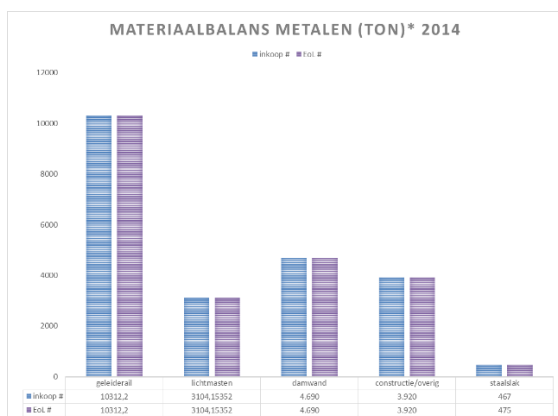
Op basis van de beschikbare OBR informatie is het uitsluitend mogelijk gebleken om een kwalitatieve inschatting te maken van het voorkomen van de onderzochte materiaalstromen. Niet of nauwelijks verwacht voorkomen van een materiaalstroom is aangeduid met een -, een +/- geeft een indicatie van het naar verwachting beperkt tot substantieel voorkomen en indien de verwachting is dat een materiaalstroom substantieel tot overwegend voorkomt is dit met een + aangegeven in figuur 5.

*Ter illustratie van figuur 5, een voorbeeld uitgeschreven; Binnen het hoofdvaarwegennetwerk komen 129 schutsluizen voor als kunstwerk. In deze objecten komen naar verwachting niet tot nauwelijks dijkenklei, zand & grind en asfalt voor. In beperkte mate worden kritische metalen verwacht en in substantiële mate metalen en cement & beton.*

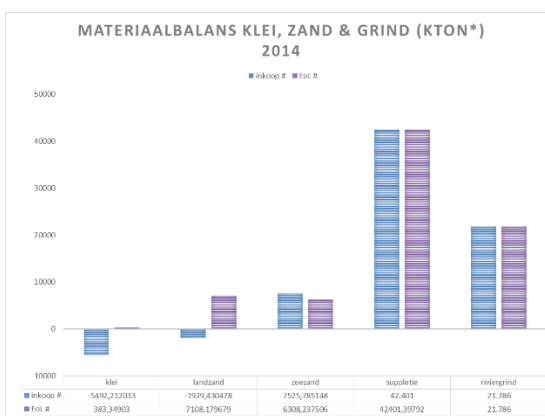
### 3.3.1 Indicatie volumestromen

Rijkswaterstaat stuurt haar netwerken op basis van functies en heeft slechts beperkt inzicht in de gebruikte materialen binnen de werken.

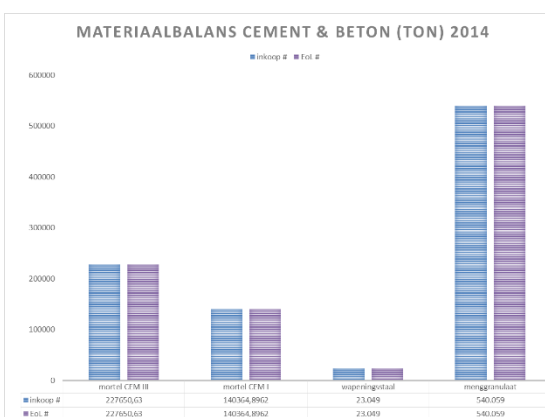
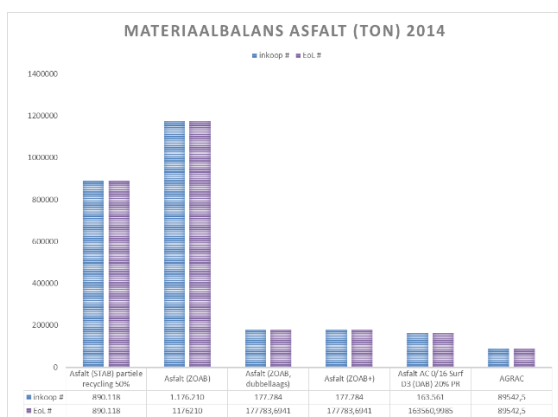
Om inzicht te krijgen in het reguliere materiaalverbruik van RWS binnen de drie hoofdnetwerken is gebruik gemaakt van de inventarisatie voor de CO<sub>2</sub> footprint van 2014. Uit deze inventarisatie zijn de volumestromen van de scope 3 inkoop en einde leven (EoL) gehaald. Op basis van deze data zijn de volgende materiaalbalansen afgeleid.



\* Staalslak is weergegeven in Kton



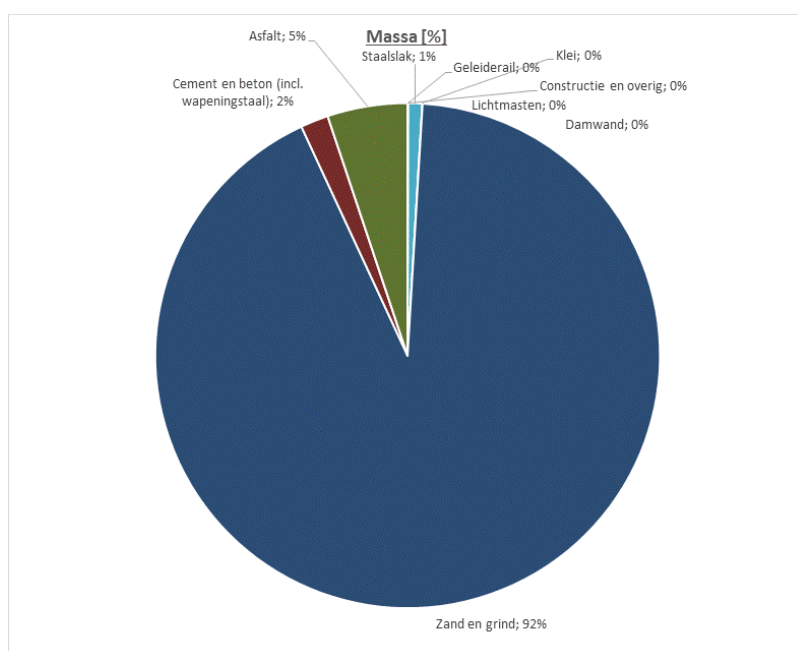
\* Riviergrind is weergegeven in Ton



Figuur 6, massabalansen scope 3 inventarisatie CO<sub>2</sub> footprint 2014

Uit de massabalansen, zoals opgenomen in figuur 6, valt direct op dat met uitzondering van klei, landzand en zeezand er geen specifieke data van eindeleven (sloop / afdanking/ vervanging etc.) is voor de materiaalstromen uit de CO<sub>2</sub> footprint. De data geeft wel inzicht in de totale materiaalstroom die in 2014 is ingekocht voor werken van RWS.

Getotaliseerd naar gewicht laat de data zien dat zand en grind dominant is in het materiaalverbruik binnen het areaal van Rijkswaterstaat.



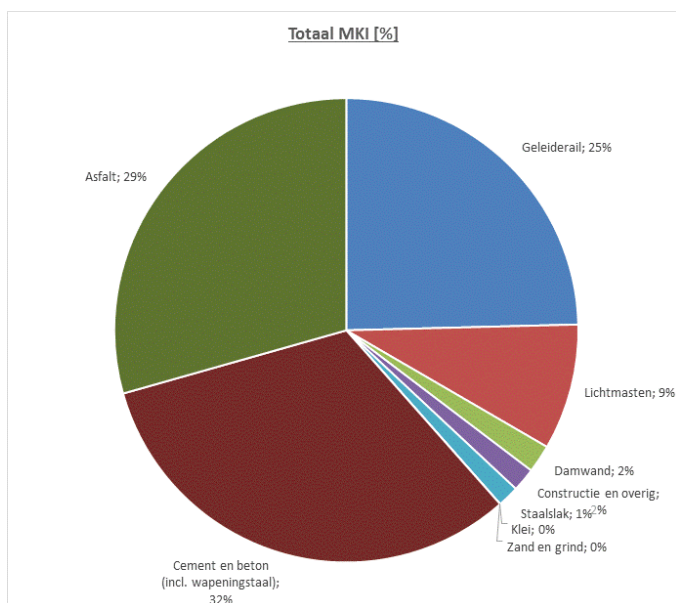
Figuur 6, volumestromen als % van de totale massa

### 3.3.2 Indicatie milieu impact (relevantie) volumestromen

Om een waardering van de milieu impact van de materialen te geven wordt binnen de GWW sector gewerkt met een systematiek van Milieukosten (MKI). Deze milieukosten zijn een optelling van 11 verschillende beschouwde milieueffecten in een levenscyclus analyse van het materiaal. Het geeft dus de milieubelasting van de primaire winning, de productie, de toepassing tot en met de sloop en afdanking weer. Hoe lager de milieukosten, hoe lager de gewogen opgetelde milieu impact. Deze methode is via de bepalingsmethode milieuprestatie gebouwen en GWW werken verankerd in de DuboCalc.

In de volgende balans hebben we de materialen vertaald naar de MKI score ervan.





*Figuur 7, materiaalstromen naar bijdrage (%) van de MKI*

Deze balans geeft inzicht in de bijdrage van de verschillende materialen (zoals verbruikt in 2014) in het areaal van RWS aan de totale milieu impact van de materialen.

## 4 Schaarse materialen Rijkswaterstaat

Rijkswaterstaat beheert een groot areaal aan materialen en grondstoffen. Niet alle van deze grondstoffen lopen een risico om op korte termijn schaars of kritisch te worden. Middels een literatuurstudie, en op aangeven van Rijkswaterstaat hebben we ons gericht op metalen, (4.1), grond (4.2), zand (4.3), cement en beton (4.4) en asfalt (4.5). Voor deze materiaalstromen is er op basis van bekende literatuur en bronnen een inventarisatie gemaakt en zijn de factoren die van invloed zijn op schaarste geïdentificeerd. In bijlage I is de gebruikte literatuur- en bronnenlijst opgenomen voorzien van een duiding voor welke materiaalstroom de specifieke literatuur en bronnen zijn gebruikt.

Om de factoren te ordenen in een goede probleem analyse (RCA) is het PESTE raamwerk gebruikt. In het raamwerk worden politieke- wetgevende, economische, sociaal-maatschappelijke en technische factoren gewogen. Om de onderlinge verbanden te benadrukken is er voor elke materiaalstroom een visgraaddiagram opgemaakt.

### 4.1 Metalen

#### 4.1.1 Duiding schaarste

Metalen hebben een zeer breed toepassingsgebied in de GWW sector, van constructieve toepassingen tot zeer specifieke technologische toepassingen.

Een groeiende wereldbevolking in combinatie met een sterke sturing op de energietransitie zorgt voor een toenemend besef van schaarste van specifieke metalen. Daarnaast blijft de netto behoefte aan metalen in brede zin toenemen. De milieudruk in de keten blijft toenemen door de afname van de gemiddelde ertskwaliteit waardoor winning en productie met steeds meer milieubelasting gepaard gaat.

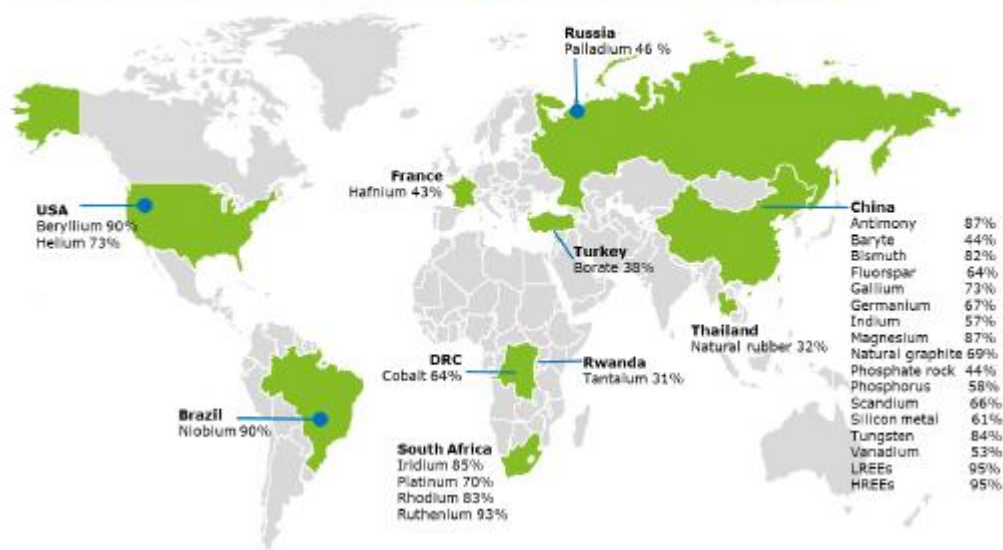
De Europese Unie voert een actief beleid op kritische grondstoffen waarbij de kritikaliteit wordt bepaald op basis van de leveringsrisico's en de economische afhankelijkheid. In figuur 8, zijn de recent vastgesteld 26 kritische grondstoffen weergegeven

2017 Critical Raw Materials (26)			
Antimony	Gallium	Magnesium	Scandium
Baryte	Germanium	Natural graphite	Silicon metal
Beryllium	Hafnium	Natural Rubber	Tantalum
Bismuth	Helium	Niobium	Tungsten
Borate	HREEs	PGMs	Vanadium
Cobalt	Indium	Phosphate rock	
Fluorspar	LREEs	Phosphorus	

Figuur 8, overzicht door EU vastgesteld kritieke metalen

De beoordeling van de leveringsrisico's is mede gekoppeld aan de herkomst van de kritische grondstoffen (geografische spreiding). Ruim 70% van de 26 kritische grondstoffen is afkomstig uit China, zie figuur 9. De politieke bewustwording leidt tot strategische programma's en samenwerkingen die potentieel de mondiale schaarste negatief beïnvloeden.

**Figure B: Countries accounting for largest share of global supply of CRMs**

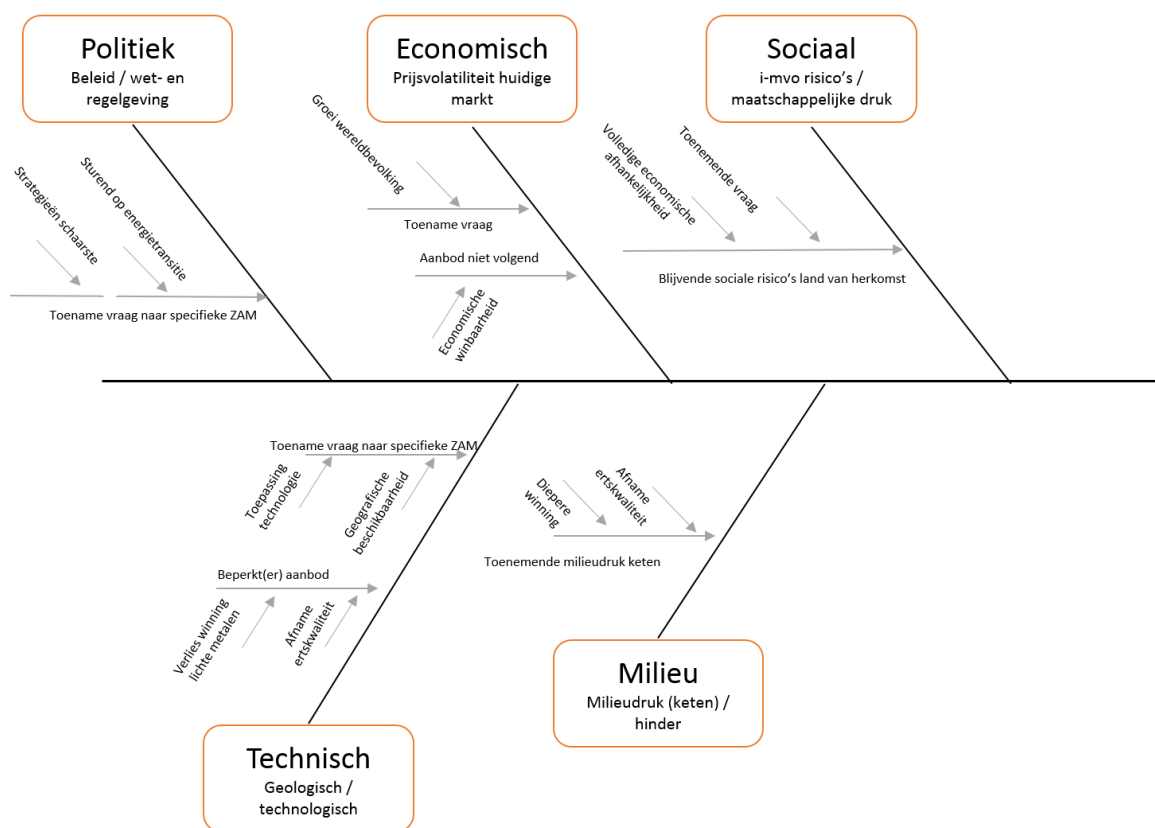


*Figuur 8, overzicht door EU vastgesteld herkomst kritieke metalen*

De beperkte economische winbaarheid van zeldzame aardmetalen zorgt voor volatiliteit in prijs en leveringszekerheidsrisico's door een mismatch van vraag en aanbod.

Naast de milieudruk in de keten is er ook sprake van sociale risico's. Beïnvloeding hiervan is complex door de sterke economische afhankelijkheid van grondstoffen van de betreffende landen.

In figuur 9 is de RCA schaarste analyse van metalen weergegeven. Middels de peilen is gepoogd om inzichtelijk te maken welke factoren van invloed zijn op schaarste van metalen, en hoe deze onderling verband houden.



Figuur 9, RCA schaarste Metalen

### Politiek

Door de politieke sturing op een energietransitie wordt de vraag naar schaarse metalen verhoogd. Dit omdat er grote hoeveelheden schaarse metalen benodigd zijn voor de middelen om duurzame energie op te wekken en op te slaan. Dit zorgt er ook voor dat er internationaal strategisch politiek beleid wordt gevoerd om deze grondstoffen veilig te stellen.

### Economisch

Door een groeiende wereldbevolking wordt de vraag naar metalen verder verhoogd. Doordat metalen technisch moeilijker winbaar worden, kan het aanbod deze vraag mogelijk niet volgen. Dit heeft prijsvolatiliteit tot gevolg.

### Sociaal

Door de toenemende vraag en de volledige afhankelijkheid van metalen zijn er blijvende sociale risico's.

### Technisch

Door een groeiend aantal toepassingen van innovatieve digitale technieken (energietransitie, internet of things en dergelijke ontwikkelingen), stijgt de vraag naar specifieke zeldzame aardmetalen. Tegelijkertijd neemt de kwaliteit van de aanwezige erts gestaag af, waardoor er meer

energie nodig is om de metalen te winnen. Verschillende zeldzame aardmetalen worden in combinatie met elkaar gewonnen. Lichte zeldzame aardmetalen komen hierbij in hogere concentraties voor dan zware. Tot slot zijn veel kritische metalen geografische sterk geconcentreerd aanwezig, waardoor niet alle metalen in alle werelddelen beschikbaar zijn.

## Milieu

Door de afname van de ertskwaliteit worden metalen gewonnen met een vergrootte milieudruk.

### 4.1.2 Areaal Rijkswaterstaat

In de volgende tabel is een vertaalslag gemaakt naar de toepassing van kritieke (rood – EU lijst) en schaarse metalen in toepassingen binnen het areaal van Rijkswaterstaat.

Aard	Toepassing	Kritieke & schaarse metalen
Basismetalaal	plaat en buisleidingen	Vanadium, Aluminium, Koper
Metaalbouw	Constructies, bruggen, masten, portalen, deuren, bordessen, tanks	Chroom, Cobalt, Molybdeen, Niobium, Wolfram, Vanadium, Aluminium, Koper, Goud, Magnesium, Mangaan, Rhenium, Strontium, Platina, Scandium,
machines en gereedschappen (Materieel)	Kranen, pompen, shovels, brekers etc.	Molybdeen, Wolfram, Aluminium, Koper, Magnesium, Mangaan, Strontium, Iridium,
e-componenten	Elektronica, verlichting, elektrische componenten, optische componenten, computers etc.	Antimoon, Beryllium, Cobalt, Indium, Lithium, Molybdeen, Niobium, Zilver, Wolfram, Vanadium, Aluminium, Bariet, Koper, Gallium, Germanium, Goud, Magnesium, Mangaan, Nikkel, Rhenium, Strontium, Tantalum, Tellurium, Zirconium, Iridium, Osmium, Palladium, Platina, Rhodium, Ruthenium, Cerium, Europium, Gadolinium, Lanthanum, Neodymium, Praseodymium, Samarium, Scandium, Dysprosium, Terbium, Ytterbium, Yttrium

Kritieke en schaarse metalen worden in basismetalaal primair toegepast voor mechanische en fysische eigenschappen van het metaal zoals hardheid, sterkte en bewerkbaarheid. In de e-producten gaat het om specifieke eigenschappen zoals geleiding, thermische & magnetische. Typische componenten met hoge concentraties kritieke en schaarse metalen zijn permanent magneten, sensoren, isolatoren, batterijen, elektroden en thermokoppels.

Uit de balans van 2014 en de OBR documenten is af te leiden dat ca 1 a 2 % van het areaal aan geleiderails en lichtmasten jaarlijks wordt vervangen dan wel ten gevolge van uitbreiding wordt gerealiseerd. Voor constructiewerken en damwand is geen inzicht in het totale volume (ton) in het areaal. Wel is duidelijk dat ten gevolge van vervanging en renovatie er een substantiële toename wordt verwacht van het verbruik.

### 4.1.3 Mate van circulariteit

Op het gebied van metalen in de “metaalbouw” (damwanden, geleiderails, bruggen etc.) zien we in de markt veel initiatieven op het gebied van circulariteit, variërend van hoogwaardige recycling tot hergebruik in allerlei vormen. Binnen de eigen netwerken van Rijkswaterstaat is er geen tot nauwelijks zicht op de materiaalstromen bij uitbreiding, onderhoud en vervanging. Materialen vervallen in principe aan de aannemer.

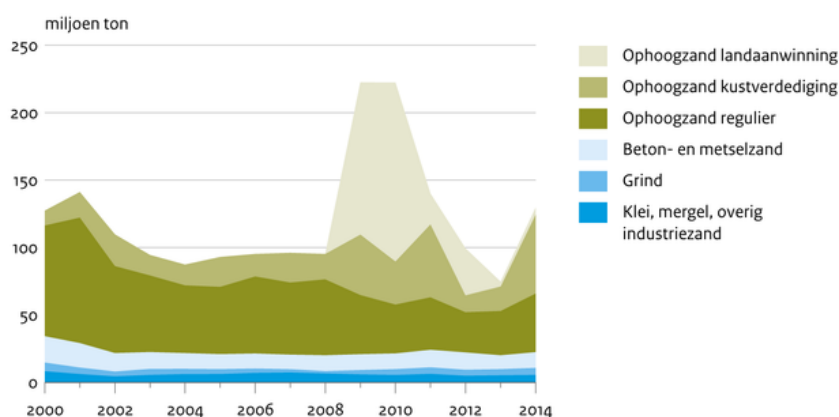
Ook op het gebied van kritieke metalen, veelal in e-componenten, ontstaan er initiatieven die zich richten op circulariteit. Veel van deze initiatieven zijn gekoppeld aan het concept van product as a service.

Op beide domeinen van metalen zoals hiervoor omschreven wordt door Rijkswaterstaat niet actief gestuurd in de strategische planning en de uitvoering.

## 4.2 Grond

In Nederland worden grote hoeveelheden grond verzet. Bij nagenoeg elk bouwproject wordt er grond verzet. Vaak wordt het op dezelfde locatie toegepast. Grond dat wordt gewonnen voor toepassing elders bestaat naast zand en grind, wat elders in deze rapportage wordt behandeld, vooral uit klei. In 2014 werd er voor 2.8 miljoen ton aan klei gewonnen, en werd een gelijke hoeveelheid ingezet. De winning van klei maakte in 2014 zo'n 2 tot 4% uit van de totaal gewonnen Nederlandse oppervlakedelfstoffen. In Nederland wordt klei vooral gewonnen in Gelderland en Limburg, waar ook de grootste voorraden liggen. Vaak komt klei vrij als bijproduct van zand- en grindwinning, of bij projecten in het kader van Ruimte Voor De Rivier.

### Winning van oppervlakedelfstoffen



Bron: RWS Waterdienst (voor 2009); MWH (2009-2012); H2H advies (2013, 2014)

CBS/sep16  
www.clo.nl/nl006716

Figuur 10, weergave winning oppervlakedelfstoffen

In de bovenstaande figuur 10 is het Nederlandse grondwinning weergegeven in de tijd (2000 tot 2014). Er zijn zover bekend geen actuelere gegevens beschikbaar. In de grafiek is de realisatie van de Tweede Maasvlakte goed zichtbaar (2008-2012). Ten tijde van de aanleg is er een flinke toename van het verbruik van ophoogzand zichtbaar.

### 4.2.1 Duiding schaarste

In de Nederlandse rivierendelta geldt klei als een hernieuwbare grondstof. Rivier sediment zorgt voor een continue aanvoer van kleideeltjes, die onder lage stroomsnelheden bezinken. Volgens onderzoek van H2H Advies wordt de beschikbare voorraad per 1 januari 2015 geschat op een kleine 150 miljoen ton, waarmee er met gelijk gebruik en geen natuurlijk aanwas, voor ruim 50 jaar voorhanden is. Ongeveer de helft van de gewonnen klei (46%) dient voor de baksteenindustrie, het overige deel voor o.a. dijkverzwaren en natuurontwikkelingsprojecten.

De voornaamste toepassing voor Rijkswaterstaat is klei voor dijkverzwaring. De benodigde dijkklei is van zeer hoge kwaliteit. Buiten dat de klei vrij moet zijn van fysieke vervuilingen en oneffenheden, moet dijkklei het juiste lutumgehalte, een laag zandgehalte en een zeer laag organisch stofgehalte te bevatten. Het CROW identificeert een drietal erosieklassen, waarbij erosieklasse 1 sterk erosie bestendig is en klasse 3 weinig erosie bestendig is. De erosieklassen worden vastgesteld door beoordeling op de plasticiteit van de grond en het gehalte aan minerale delen. Voor toepassing in dijkverzwaring is het belangrijk dat de klei een hoge mate van erosiebestendigheid heeft. Hoe voorradig klei van de gewenste erosieklasse is in Nederland, is onbekend. De lijkt aannemelijk dat er een tekort kan ontstaan, wanneer er sprake is van een intensivering van dijkverzwaringen en een afname van grondverzet, waar klei vrijkomt als bijproduct.

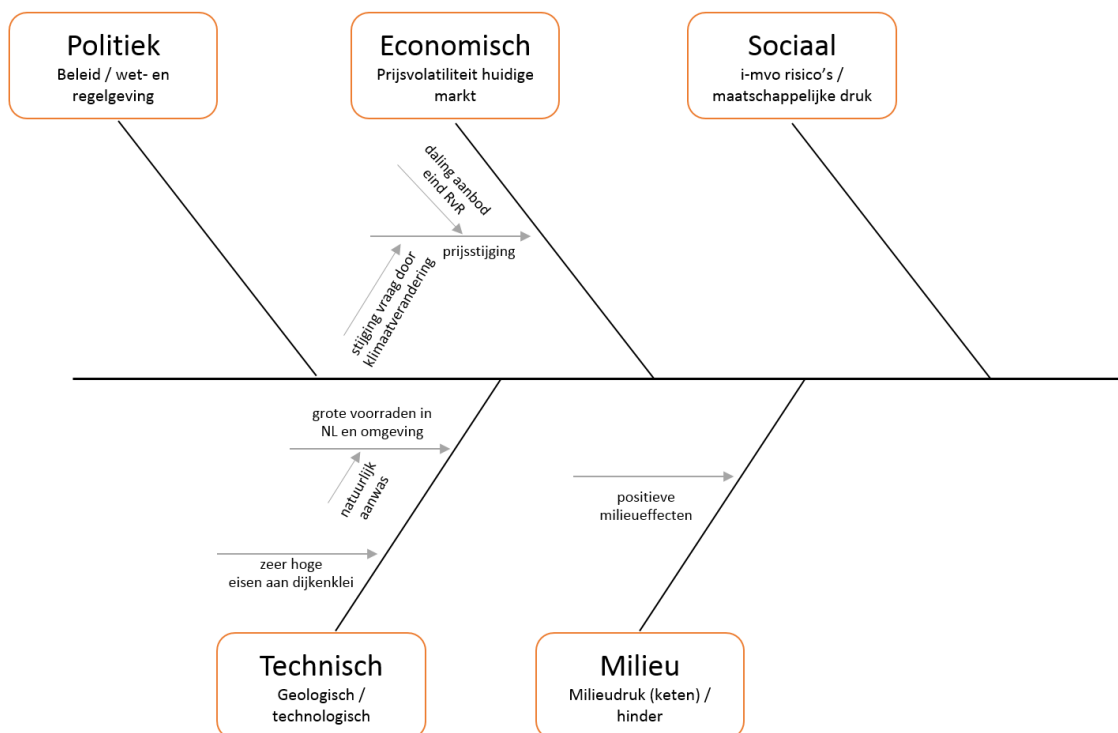
Gelet op het bovenstaande is het technische risico op schaarste van klei in Nederland vrij klein. De risico's op tijdelijke tekorten aan hoog erosiebestendige dijkklei zijn naar verwachting reëel.

Resultaat monitoring bouwgrondstoffen over 2014 (x miljoen ton)

	winning/ productie	import	export	verbruik
<b>bouwgrondstoffen regulier</b>				
<i>grof granulaat</i>				
grind	5,2	6,1		11,3
gebr.grind/ steenslag	0,5	5,3		5,8
secundair	0,6			0,6
<i>fijn granulaat</i>				
beton- en metselzand	11,7	5,0	3,2	13,5
<i>ophoogzand</i>				
ophoogzand regulier	43,4		5,2	38,2
<i>overige bouwgrondstoffen</i>				
kalkzandsteen	1,0			1,0
zilverzand	0,5			0,5
klei	2,8			2,8
mergel	1,3			1,3
<b>Totaal regulier</b>	<b>67,0</b>	<b>16,4</b>	<b>8,4</b>	<b>75,0</b>
<b>bouwgrondstoffen niet-regulier</b>				
Noordzee kustverdediging	58,6			58,6
Rijkswateren ov. projecten	5,0			5,0
<b>Totaal niet regulier</b>	<b>63,6</b>			<b>63,6</b>
<b>Totaal bouwgrondstoffen</b>	<b>130,6</b>	<b>16,4</b>	<b>8,4</b>	<b>138,6</b>

Figuur 11, Overzicht van het gebruik van bouwgrondstoffen in 2014 in mln ton  
(bron: Rapportage monitoring bouwgrondstoffen 2014, J. 't Hoen, H2H Advies, 2014)

In Figuur 12 is de RCA schaarste analyse van klei weergegeven. Middels de peilen is gepoogd om inzichtelijk te maken welke factoren van invloed zijn op schaarste van klei, en hoe deze onderling verband houden.



Figuur 12, RCA schaarste dijkenglei

### *Economisch*

Door een veranderend klimaat, wordt er om waterveiligheidsredenen meer in dijken geïnvesteerd. Dit drijft de vraag naar dijkenglei verder op. Tegelijkertijd lopen de projecten omtrent Ruimte voor de Rivier teneinde, waarmee ook een einde komt aan het grote grondverzet. Hiermee komt er minder klei vrij.

### *Technisch*

Door een natuurlijke aanwas en de ligging van de Nederlandse delta's, is klei in Nederland erg voorradig. Niet elke klei is echter geschikt voor dijken. We stellen zeer strenge eisen aan dijkenglei, wat de voorraden beperkt.

### *Milieu*

De winning van klei heeft positieve milieueffecten. Zo draagt de afgraving bij aan de afvoercapaciteit van de rivieren.

## 4.2.2 Areaal Rijkswaterstaat

Uit de materialenbalans van 2014 blijkt dat er bij Rijkswaterstaat voor 5.000 miljoen ton aan klei is ingekocht. Deze hoeveelheid is bijna een tweevoud meer dan de Nederlandse jaarproductie aan klei in 2014 (Rapportage monitoring bouwgrondstoffen 2014, J. 't Hoen, H2H Advies, 2014). Een verklaring hiervoor is dat de monitoring bouwgrondstoffen onvoldoende zicht heeft gehad op de directe toepassing van klei in grootschalige gebiedsinterventies, zoals afgravingen in het kader van Ruimte voor de Rivier projecten. Vrijkomende grondstromen worden hierbij doorgaans direct toegepast in dijkversterkingsprojecten of grondophoging.



Volgens dezelfde materialenbalans van 2014 is het volume eindelevensfase van klei zeer beperkt. Dit komt overeen met de verwachting, gezien het feit dat de toegepaste grondstromen vaak voor vele decennia worden vastgelegd. Een dijklichaam wordt vrijwel nooit volledig vernieuwd.

Onder het Hoogwaterbeschermingsprogramma voert Rijkswaterstaat tot 2031 aan 1.100 kilometer dijk verstevigingen uit. Het programma Ruimte voor de Rivier is anno 2017 grotendeels afgerond, wat naar verwachting zorgt voor een afname in de intensiviteit van grondverzet en de daarbij vrijkomende klei-stromen. Naar verwachting zal het areaal aan klei tot tenminste 2030 fors toenemen. Eventuele tekorten kunnen worden opgevangen door flexibilisering van de kwaliteitseisen, duurzame klei-winning projecten en eventueel import uit naburige landen.

### **4.2.3 Mate van circulariteit**

In het geval van dijkklei is de mate van circulariteit moeilijk vast te stellen. De dijklichamen waarin de klei wordt toegepast kennen vaak een bijzonder lange levensduur (in de honderden jaren). Gedurende deze tijd klinkt het materiaal in, waarna het dijklichaam in het kader van dijkverhoging en onderhoud wordt aangevuld met nieuwe klei. Bij een verlegging van een dijk wordt het oorspronkelijke materiaal vaak hergebruikt. Het onderhoud van dijklichamen heeft een constante aanvoer van primaire dijkklei nodig. Deze kan niet worden ingevuld met secundair verkregen materiaal.

## **4.3 Zand**

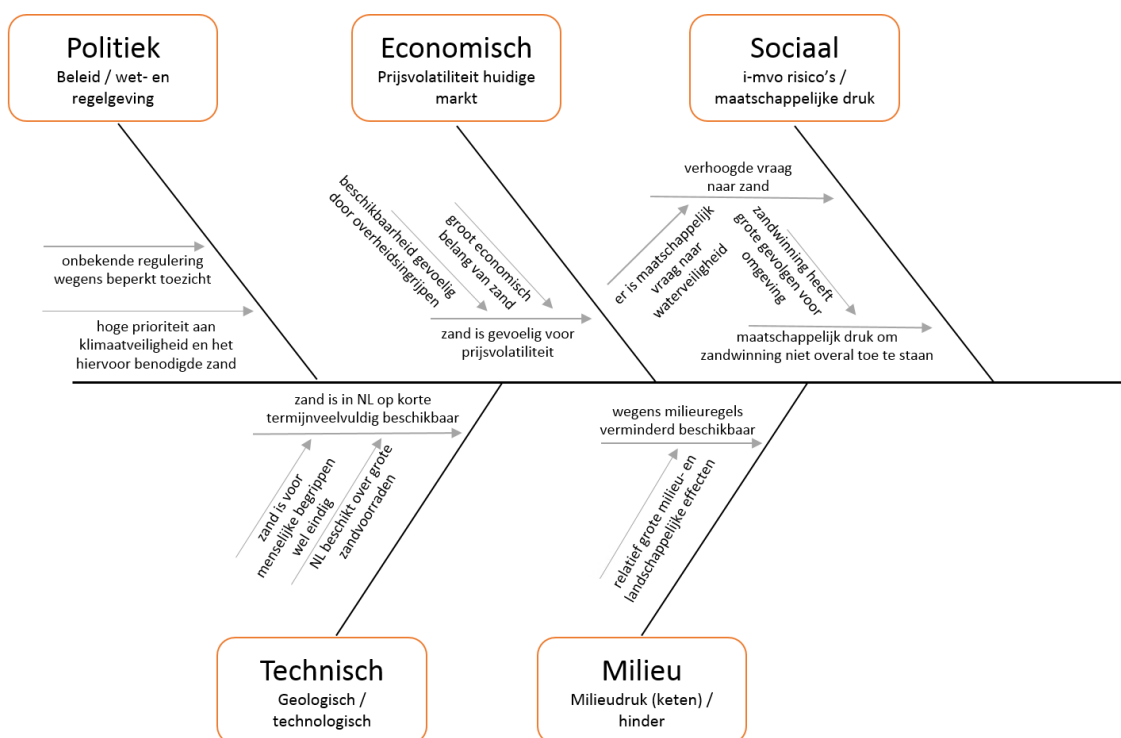
### **4.3.1 Duiding schaarste**

Geen Nederlands probleem, maar als er wereldwijd een probleem ontstaat, dan wordt het een Nederlands probleem. Gelet op de zand- en grindvoorkomens kan Nederland voorzien in de eigen behoefte aan ophoogzand en klei, in een groot deel van de eigen behoefte aan industriezand, en in ongeveer de helft van de eigen grindbehoefte.

Aanvullende invoer van grind, gebroken rots en natuursteen en (grovere) industriezanden vindt plaats vanuit Duitsland, België, Engeland en voor een deel zelfs verder weg uit Europa. Omgekeerd vindt er uitvoer plaats naar België van (fijnere) industriezanden en van ophoogzand.

Deze ontwikkeling heeft er in het verleden al toe geleid dat zand- en grindwinning hand in hand moeten gaan met gebiedsontwikkeling. Hier kan een spanningsveld ontstaan met het politiek speelveld. Politieke beslissingen kunnen de duurzame winning en gebiedsontwikkeling in NL een lagere prioriteit toedelen. Dit geldt ook voor de situatie dat grind in toenemende mate uit het buitenland moet komen. In dat geval heeft de toenemende vraag vanuit NL een spanningsveld met de landschapswaarde in het buitenland, en moet NL/RWS hier vanuit een maatschappelijke verantwoordelijkheid iets van vinden (of niet..).

In Figuur 13 is de RCA schaarste analyse van zand weergegeven. Middels de peilen is gepoogd om inzichtelijk te maken welke factoren van invloed zijn op schaarste van zand, en hoe deze onderling verband houden.



Figuur 13: RCA schaarste zand

### Politiek

Op politiek vlak gebeurt er wat betreft de beschikbaarheid en de winning van zand erg weinig. Er is te weinig zicht op zandstromen in Nederland. Voor de kustverdediging en klimaatadaptatie zijn er grote hoeveelheden zand nodig, en dit staat hoog op de politieke agenda (prioriteit).

### Economisch

Zand is gevoelig voor prijswolatiliteit gezien het feit dat de winning afhankelijk is van politieke wil en gezien het feit dat er erg grote economische belangen spelen.

### Sociaal

Vanuit een sociaal domein leidt de behoefte aan waterveiligheid tot een verhoogde vraag naar zand. Dit heeft echter gevolgen voor de omgeving, wat ertoe kan leiden dat er maatschappelijke druk wordt gelegd op het toestaan van zandwinprojecten. De totale balans van vraag en aanbod wordt hiermee onder druk gezet.

### Technisch

Hoewel zand voor menselijke begrippen en met het huidige gebruik technisch een eindige grondstof is, heeft Nederland dusdanig veel voorraden dat technische schaarste op korte termijn is uitgesloten.

### Milieu

Door de relatief grote milieugevolgen van zandwinning, en de bijkomende landschappelijke veranderingen, kan maatschappelijke druk ertoe leiden dat er minder zand wordt gewonnen. Dit zet meer druk op de markt.

#### 4.3.2 Areaal Rijkswaterstaat

De hoeveelheid zand voor kustsuppletie bedraagt ca. 25 Mton per jaar t.o.v. 50-75 Mton regulier ophoogzand. De hoeveelheid grind en beton- en metselzand (bij elkaar ca. 30 Mton per jaar) bedraagt bij elkaar minder dan een derde van deze twee hoofdstromen. Er treedt wel de nodige variatie op in de hoeveelheden per jaar, zodat wel tijdelijke kortdurende schaarste op kan treden (maar niet structureel). Belangrijk bij deze balans is te realiseren dat de winning van ophoogzand (voor kustsuppletie en regulier ophoogzand) voor het overgrote deel uit de kustwateren komt. De winning van grind en overig zand vind voornamelijk plaats in Limburg, Gelderland en Noord Brabant. M.a.w. klimaatadaptatie en kustsuppletie vormen geen 'bedreiging' voor de reguliere zand en grindwinning.

Op langere termijn (>10-15 jaar) komt er wel een eind aan de voorraad uit de huidige winprojecten in de rivieren in zicht. Dit noopt op termijn tot het ontwikkelen van nieuwe locaties, of het verder exploreren en produceren van de bestaande. Hiervoor zijn mogelijk beleidsaanpassingen noodzakelijk (b.v. dieper en langer winnen)

Bij toenemende vraag naar granulaire materialen in de vorm van steenslag en (grovere) grind(fracties) zal winning in het buitenland (België, Duitsland, evt. verder) in toenemende mate nodig zijn. Dit levert verdere spanning op voor milieu en daardoor politiek. In dat opzicht is het aan te bevelen om de beleidsstandpunten van de verschillende lidstaten er op na te slaan: hoe wordt aangekeken tegen grootschalige winlocaties, is dit vergelijkbaar met Nederland, of juist veel soepeler. En als dat laatste het geval is, welke maatschappelijke waarde verbindt RWS dan aan een afwendbare schaarste?

### 4.4 Cement/beton

#### 4.4.1 Duiding schaarste

##### *Primaire grondstoffen*

Voor de productie van klinker worden fossiele grondstoffen gebruikt (o.a. kalksteen en mergel). De grondstoffen zijn in ruime mate aanwezig en vanuit technisch en economisch perspectief niet schaars. De milieubelasting van de productie van cement is aanzienlijk, een mengsel op basis van hoogovenslakken (CEM III) heeft een betere milieuprestatie. Hierbij wordt opgemerkt dat er ten gevolge van allocatieregels momenteel sprake is van een overschatting.

De Nederlandse markt kent slechts één cementproducent: De Eerste Nederlands Cementindustrie (ENCI BV). Vanuit drie productielocaties (IJmuiden, Rotterdam en Maastricht) wordt er een substantieel deel van de vraag naar cement in Nederland voorzien, naar schatting 60%. Het overige deel, naar schatting 40%, wordt hoofdzakelijk uit omliggende landen geïmporteerd. Tussen 2012 en 2015 werd er jaarlijks zo'n 4.000 KT cement gebruikt. In Nederland wordt voor ongeveer 50 a 60% hoogovencement gebruikt. Circa 35% betreft portlandcement (CEM I), het overige deel bestaat onder meer uit portlandvliegascement (CEM II). Hoogovencement bestaat uit zo'n 60 tot 80% uit hoogovenslak. In Nederland is deze hoogovenslak afkomstig van de fabrieken van TATA Steel in IJmuiden.

Ten gevolge van de sluiting van de ENCI groeve (Sint-Pietersberg) zal uiterlijk juli 2019 de cementklinkeroven uit gebruik worden genomen bij ENCI locatie Maastricht. De ENCI blijft echter op de locatie cement produceren met geïmporteerd halffabricaat klinker.

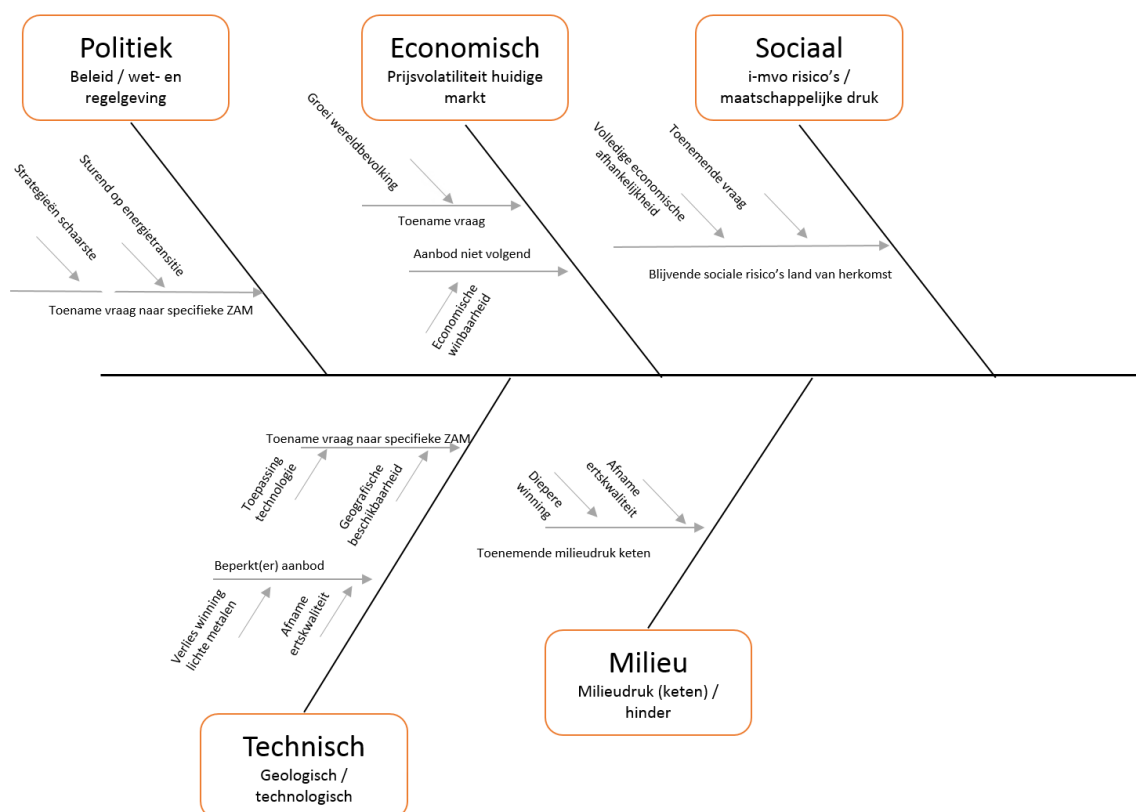
De toenemende vraag naar CEM III zal mogelijk prijsconsequenties hebben, momenteel is er nog een prijsvoordeel van ordegrrootte 15-20% ten opzichte van CEM I.

### *Secundaire materialen en grondstoffen*

In de huidige markt wordt betonpuin dat vrijkomt bij het slopen van woningen of GWW werken verwerkt tot betongranulaat of, samen met andere steenachtige materialen, tot menggranulaat. Het menggranulaat wordt voornamelijk toegepast als verharding of wegfundering.

Omdat de verwachting is dat de vraag naar nieuw funderingsmateriaal afvlakt en de druk op CO<sub>2</sub> reductie van bouwmaterialen stijgt wordt in toenemende mate onderzocht hoe betonpuin hoogwaardiger kan worden gerecycled of hergebruikt. In het concept van het betonakkoord wordt zelfs aangestuurd op een 100% hoogwaardig hergebruik van de individuele fracties van betonafval binnen de eigen branche/sector. De toenemende inzet op circulariteit en hoogwaardig hergebruik zal naar verwachting het volume beschikbaar beton- en menggranulaat beperken. Als de vraag naar nieuw funderingsmateriaal toch aanblijft kan er competitie ontstaan tussen beide toepassingen. De BRBS stelt dat technische mogelijkheden voor hoogwaardige betonrecycling al beschikbaar zijn en het slechts de vraag is hoeveel men bereid is te investeren om deze technieken ook daadwerkelijk toe te passen. Een standaard marktwerking zou de onbalans tussen vraag naar menggranulaat en het aanbod van betonpuin balanceren. De stortkosten van betonpuin, de kostprijs van beton- en menggranulaat en de kostprijs van de primaire beton grondstoffen zouden hierbij de variabelen zijn. Het is nu nog niet te voorzien in hoeverre de sectorale afspraken in het betonakkoord deze standaard marktwerking en de beschikbaarheid van toekomstig funderingsmateriaal zal beïnvloeden.

In figuur 14 is de RCA schaarste analyse van cement/beton weergegeven.



Figuur 14, RCA schaarste cement & beton

#### 4.4.2 Areaal Rijkswaterstaat

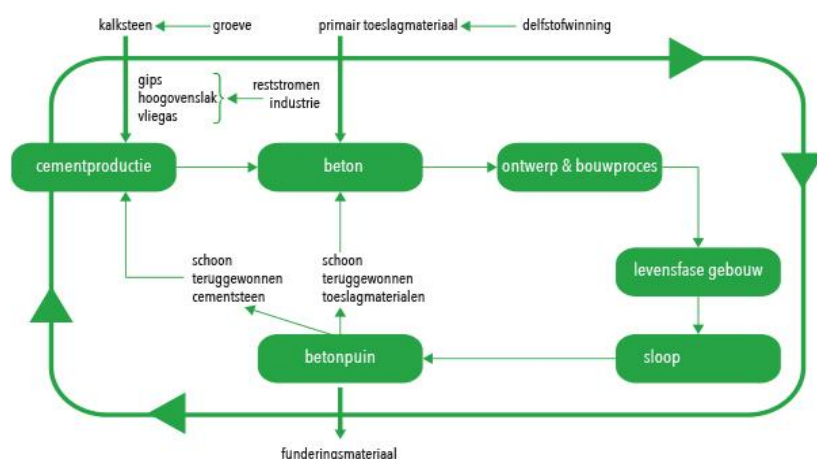
Beton wordt breed toegepast binnen het areaal, er is geen inzicht in het totale volume van beton in het areaal. Als we kijken naar de materialenbalans van 2014 schatten wij in dat Rijkswaterstaat circa 10% van de Nederlandse markt van nieuw beton beslaat en circa 4% van het toegepaste menggranulaat.

#### 4.4.3 Mate van circulariteit

Met betrekking tot beton toepassingen in kunstwerken en GWW werken is niet te verwachten dat er voor RWS schaarste optreedt voor wat betreft de benodigde bindmiddelen. Voor de productie van specifiek het hoogovencement (CEM III) voorziet TATA Steel in IJmuiden in de benodigde hoogovenslakken als belangrijkste grondstof. Voor de productie van de overige cementsoorten is de Nederlandse productie afhankelijk van de import van ruwe grondstoffen en halffabricaten. Bij een eventueel vertrek van TATA Steel zal Nederland voor de productie van alle soorten cement in zijn geheel afhankelijk worden van de import van de grondstoffen. Het betreft hierbij echter geen grondstoffen waarbij een schaarste is te verwachten. Ook zijn er inmiddels verschillende alternatieve bindmiddelen beschikbaar, waaronder met een gunstigere CO<sub>2</sub> footprint, die de potentie hebben om de reguliere cementsoorten te vervangen. Het is wel van belang op te merken dat meerdere van deze alternatieve bindmiddelen alsnog afhankelijk zijn van primaire gewonnen grondstoffen of een bijproduct zij van een ander primair productieproces. Dit zijn dus geen secundaire- of hernieuwbare grondstoffen.

Doordat er nog steeds meer gebouwd dan gesloopt wordt zal de betonketen bij 100% recycling naar verwachting nog steeds voor 80% afhankelijk zijn van primaire grondstoffen. Indirect kan hierdoor een risico op schaarste ontstaan door maatschappelijk weerstand tegen de hinder en/of milieudruk die gerelateerd is aan de winning van primaire grondstoffen.

Het geheel aan initiatieven voor verduurzaming binnen beton sector zal op termijn mogelijk ook gevolgen hebben voor de wegebouw. In de wegebouw worden granulaire (secundaire) materialen veelvuldig toegepast in wegfunderingen (zie figuur 15). Wanneer op basis van het betonakkoord al het vrijkomende betonpuin opnieuw wordt ingezet in betonproducten zal de hoeveelheid materiaal dat beschikbaar komt als beton- en menggranulaat voor wegfundering verminderen. Hetzelfde geldt voor LD-staalslakken die mogelijk in toenemende mate wordt gebruikt als CO2 bindende grondstof in alternatieve betonsystemen. Deze ontwikkelingen zouden als geheel gevolgen kunnen hebben voor de wegebouw omdat de betreffende bouw-/grondstoffen nu nog veelvuldig in wegfunderingen worden toegepast.



Figuur 15, Huidige beton kringloop

## 4.5 Asfalt

### 4.5.1 Duiding schaarste

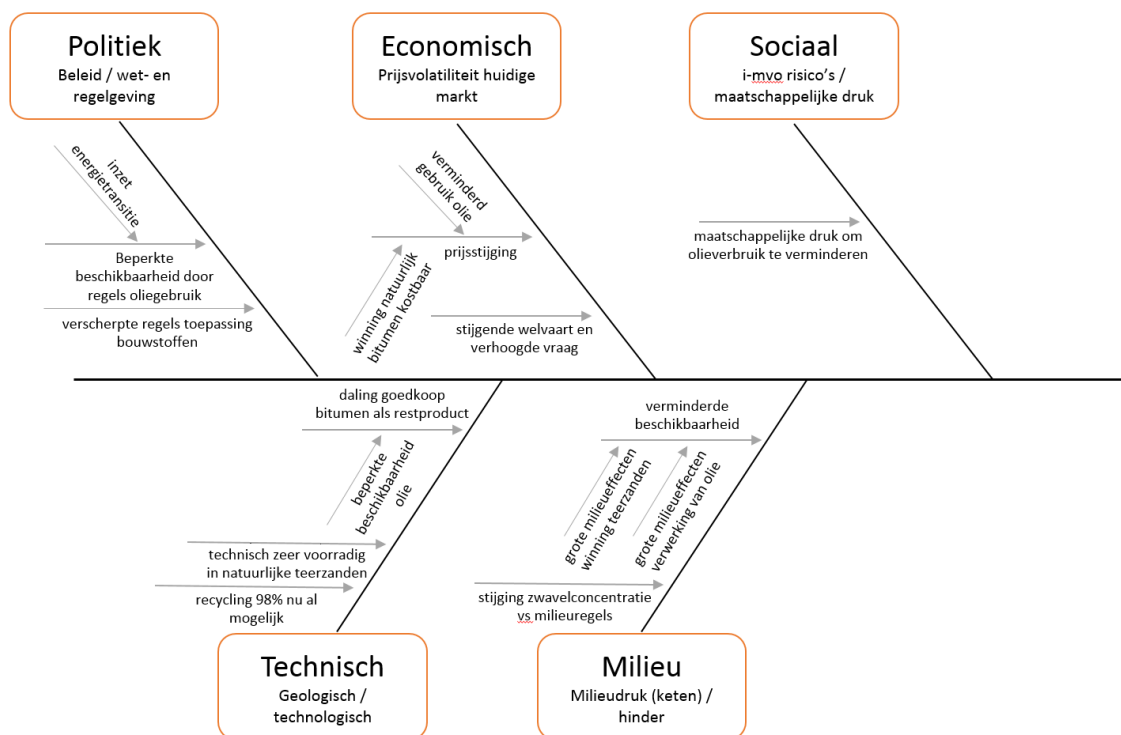
Het bitumen in asfaltsystemen bestaat uit restproduct van de raffinage van ruwe olie. Ten gevolge van beleid tegen het gebruik van fossiele brandstoffen ontstaat tevens een afname van de beschikbaarheid van bitumen. Dit heeft mogelijk een effect op de prijs, schaarste wordt niet verwacht. Wel zijn er ontwikkelingen (optimalisaties raffinage, andere kwaliteit ruwe olie) die tot een andere samenstelling van bitumen leiden. Hierdoor ontstaat een risico op beperkingen in het gebruik van bitumen.

Vanwege de toenemende welvaart wereldwijd zal de vraag naar asfalt blijven toenemen. Bij afnemende beschikbaarheid van bitumen, zal dit de prijs onder druk zetten.

Er zijn verschillende mogelijkheden om schaarste problematiek te ondervangen. Zo kan er natuurlijk bitumen worden gewonnen uit teerzanden. Dit is echter een relatief energie en kosten

intensief proces, waardoor de prijs van bitumen sterk zal toenemen. Anderzijds kan worden ingezet op recycling en opwaardering van secundair bitumen. Hiervoor is echter nog sprake van enige technische uitdaging om de kwaliteit van het asfalt goed te krijgen. Tot slot zijn er substituten beschikbaar die in sommige gevallen op biologische basis geproduceerd kunnen worden.

In figuur 16 is de RCA schaarste analyse van asfalt weergegeven. Middels de peilen is gepoogd om inzichtelijk te maken welke factoren van invloed zijn op schaarste van asfalt, en hoe deze onderling verband houden.



Figuur 16, RCA schaarste asfalt

### Politiek

Wat betreft politiek is er een grootschalige energietransitie gaande. Politieke ambities zijn erop gespist om het gebruik van fossiele brandstoffen terug te dringen, waardoor er minder bitumen vrijkomt. Daarnaast worden de regels verscherpt wat betreft de toepassing van bouwstoffen, wat de toepasbaarheid van bitumeuze producten kan beperken.

### Economisch

Door het naar verwachting verminderde oliegebruik en de toenemende efficiëntie in het kraakproces, komt er minder bitumen vrij. Dit drijft de prijs omhoog. Daarnaast is er sprake van een stijgende welvaart en een toenemende wereldbevolking, wat het vraagaanbod verder onder druk zet.

### Sociaal

Vanuit het sociale domein is er een overheersende druk om het oliegebruik te verminderen.

## *Technisch*

Hoewel bitumen zeer voorradig is in natuurlijke teerzanden, is de winning hiervan technisch uitdagend en zeer kostbaar. Tegelijkertijd vordert de techniek wat betreft alternatieven en doelmatige recycling.

## *Milieu*

De winning van teer en het gebruik van oliehoudende producten heeft grote milieugevolgen, die kunnen leiden tot politiek-maatschappelijke druk. Daarnaast stijgt het zwavelgehalte in bitumeuze producten, wat kan leiden tot striktere wetgeving.

### **4.5.2 Areaal Rijkswaterstaat**

Asfalt is een door Rijkswaterstaat veel gebruikt materiaal in de wegverhardingen. Asfalt bestaat uit een mineraal aggregaat (grint, steenslag en zand) en het bindmiddel bitumen. Asfaltcentrales zijn technisch goed in staat om naast minerale aggregaten ook oud asfalt te verwerken in nieuw asfalt. Dit asfaltgranulaat (gebroken asfalt) kan tot 50%, en in de toekomst zelfs tot 98% van het minerale aggregaat vervangen. Om deze reden wordt vooral gekeken naar het areaal aan bindmiddelen.

In 2014 werd er door Rijkswaterstaat voor ongeveer 3,5 miljoen ton asfalt ingekocht. Hierbij is onderscheid te maken tussen de typen asfalt STAB, ZOAB (enkel- en dubbellaags), ZOAB+, DAB en AGRAC, waarvan STAB en ZOAB veruit de meest toegepast worden (> 66%). Er kwam in dat jaar een vergelijkbare hoeveelheid einde levensfase asfalt vrij. Een deel hiervan kan weer worden ingezet in nieuw product (tot 50% in STAB asfalt, en tot 20% in DAB asfalt). Het overige deel vindt andere toepassingen.

### **4.5.3 Mate van circulariteit**

#### *Bitumen uit recycling*

Een belangrijke stroom aan secundair bitumen is het teruggewonnen bitumen uit bitumeuze dakbedekking. In de bitumeuze dakbedekking zijn grote stappen gezet om afgedankte dakbedekking te recyclen. In eerste instantie als nieuwe dakbedekking, maar ook voor de verwerking in asfaltgranulaat. De brancheorganisaties Vebidak (NL) en Probasys (Benelux) werken onder Bitumen Recycling Nederland aan diverse recycling initiatieven. Is momenteel voldoende capaciteit om alle bitumineuze producten die vrijkomen bij sloop om te kunnen zetten in grondstoffen voor de wegenbouw. Dit is volgens Vebidak nodig, omdat het aanbod van secundaire bitumineuze dakproducten de vraag naar nieuw overstijgt.

Volgens Vebidak zijn er vooral procedurele beperkingen aan het gebruik van asfaltgranulaat uit gerecycled dakmateriaal. Het is naar zeggen moeilijk om de kwaliteit te kunnen garanderen.

#### *Substitutie bitumen*

Een van de interventiemogelijkheden is door te sturen op de vervanging van bitumeuze producten in asfalt. Het is technologisch mogelijk om bitumen te vervangen door duurzame alternatieven. Door gebruik te maken van duurzame substituten, wordt de asfaltproductie minder afhankelijk van olie, en kan de beschikbaarheid ook in de toekomst worden gegarandeerd.

Een belangrijk substituuut is lignine. Lignine is de biopolymeer dat hout haar stevigheid en zorgt voor residentie tegen natuurlijke afbraak. Daarnaast beschikt lignine over bindende en visco-elastische eigenschappen die vergelijkbaar zijn met die van bitumen. Er is veel lignine voor handen



als een van de reststromen uit de papierproductie en bij de productie van bio-ethanol. Deze reststromen kunnen hoogwaardige toepassing vinden als substituut van bitumen in de wegenbouw.

Bio-asfalt is al op verschillende plekken op proefschaal toegepast en wordt getest op o.a. rolweerstand en geluid.

## 5 Impact Rijkswaterstaat

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk beschrijven we de potentiële impact van schaarste op het areaal van RWS. Hierbij gaan we eerst nader in de op de risico's in de huidige bedrijfsvoering tot en met 2050. In paragraaf 5.2 zetten we een raamwerk neer voor het identificeren van toekomstige risico's.

### 5.2 Risico's huidige bedrijfsvoering

Op basis van de analyses in Hoofdstuk 4 is een kwalitatieve beoordeling op het schaarste risico voor RWS gemaakt voor de huidige bedrijfsvoering. Onder huidige bedrijfsvoering wordt verstaan dat het areaal, het volume en de toegepaste techniek gelijk blijft met de situatie anno nu.

De inschatting van het risico is als volgt geduid;

- Komt niet of nauwelijks voor



In de volgende paragrafen is de beoordeling per materiaalstroom opgenomen.

#### 5.2.1 Metalen

		metalen			kritieke metalen		
		2020	2030	2050	2020	2030	2050
HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km	-	-	-	-	-
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan	-	-	-	-	-
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-	-	-
	kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-	-	-
		190 overige kunstwerken	-	-	-	-	-
		6000 portalen en ulthouders	-	-	-	-	-
	Verkeercentrales		-	-	-	-	-
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting	-	-	-	-	-
		> 375.000 borden en markeringen	-	-	-	-	-
		7.798 km geleideconstructie	-	-	-	-	-
HVWN	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen	-	-	-	-	-
	Oevers (damwandoevers)	2305 km	-	-	-	-	-
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen	-	-	-	-	-
	Kunstwerken	129 schutsluizen	-	-	-	-	-
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen	-	-	-	-	-
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen	-	-	-	-	-
		28298 vaarwegmarekeringen & scheepsvaarttekens	-	-	-	-	-
	Kunstwerken	22 drips	-	-	-	-	-
	Oevers (erosiekuiten)		-	-	-	-	-
	Bediencentrales		-	-	-	-	-
HWS	Stormvloedkeringen	5 keringen	-	-	-	-	
	Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	ca. 700 km keringen	-	-	-	-	
	Kustfundament	4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-	-	
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken	-	-	-	-	
		347 duikers, kolken, natuur, spui	-	-	-	-	

Voor de korte termijn voorzien wij, anders dan een matig risico voor schaarse metalen, geen risico's. Bij schaarse metalen zien we vooral potentiële economische en sociale risico's die uiteindelijk een effect op de beschikbaarheid tegen een acceptabele prijs hebben. De specifieke risico's voor deze materiaalstroom schatten wij toenemend in voor de toekomst.

## 5.2.2 Dijkenklei

			dijkenklei		
			2020	2030	2050
HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km	-	-	-
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan	-	-	-
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-
	kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-
		190 overige kunstwerken	-	-	-
		6000 portalen en uithouders	-	-	-
	Verkeercentrales		-	-	-
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting	-	-	-
		> 375.000 borden en markeringen	-	-	-
		7.798 km geleideconstructie	-	-	-
	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen	-	-	-
HWWN	Oevers (damwandoevers)	2305 km	-	-	-
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen	-	-	-
	Kunstwerken	129 schutsluizen	-	-	-
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen	-	-	-
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen	-	-	-
		28298 vaarwegmarkeringen & scheepvaarttekens	-	-	-
	Kunstwerken	22 drips	-	-	-
	Oevers (erosiekuiten)		-	-	-
Bediencentrales		-	-	-	
HWS	Stormvloedkeringen	5 keringen	-	-	-
	Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	ca. 700 km keringen	-	-	-
	Kustfundament	4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken	-	-	-
	347 duikers, kolken, natuur, spuiteringen	-	-	-	

Voor dijkenklei zien wij geen risico's op schaarste voor de kort en de lange termijn.

## 5.2.3 Zand en grind

			zand&grind		
			2020	2030	2050
HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km	-	-	-
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan	-	-	-
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-
	kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-
		190 overige kunstwerken	-	-	-
		6000 portalen en uithouders	-	-	-
	Verkeercentrales		-	-	-
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting	-	-	-
		> 375.000 borden en markeringen	-	-	-
		7.798 km geleideconstructie	-	-	-
	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen	-	-	-
HWWN	Oevers (damwandoevers)	2305 km	-	-	-
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen	-	-	-
	Kunstwerken	129 schutsluizen	-	-	-
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen	-	-	-
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen	-	-	-
		28298 vaarwegmarkeringen & scheepvaarttekens	-	-	-
	Kunstwerken	22 drips	-	-	-
	Oevers (erosiekuiten)		-	-	-
Bediencentrales		-	-	-	
HWS	Stormvloedkeringen	5 keringen	-	-	-
	Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	ca. 700 km keringen	-	-	-
	Kustfundament	4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken	-	-	-
	347 duikers, kolken, natuur, spuiteringen	-	-	-	

Voor zand & grind verwachten we een toename van de sociale risico's met een potentieel effect op schaarste in de toekomst.

### 5.2.4 Cement en beton

			cement&beton		
			2020	2030	2050
HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km			
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan			
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen			
	kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen			
		190 overige kunstwerken			
		6000 portalen en uithouders			
	Verkeercentrales				
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting			
		> 375.000 borden en markeringen			
		7.798 km geleideconstructie			
	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen			
HVWN	Oevers (damwandoevers)	2305 km	-	-	-
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen			
	Kunstwerken	129 schutsluizen			
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen			
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen	-	-	-
		28298 vaarwegmarkeringen & scheepsvaarttekens			
	Kunstwerken	22 drips	-	-	-
	Oevers (erosiekuiten)		-	-	-
	Bediencentrales				
	Stormvloedkeringen	5 keringen			
HWS	Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	ca. 700 km keringen			
	Kustfundament	4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken			
		347 duikers, kolken, natuur, spui			

Ook voor cement & beton voorzien wij een stijging van het risico op schaarste. Voor deze materialen met name vanuit economische risico's.

Voor cement & beton is er daarnaast sprake van een milieurisico en een specifieke systeemafhankelijkheid van CEM III (staal) en menggranulaat (sloop).

### 5.2.5 Asfalt

			asfalt		
			2020	2030	2050
HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km	-	-	-
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan			
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-
	kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-
		190 overige kunstwerken	-	-	-
		6000 portalen en uithouders	-	-	-
	Verkeercentrales		-	-	-
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting	-	-	-
		> 375.000 borden en markeringen	-	-	-
		7.798 km geleideconstructie	-	-	-
	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen	-	-	-
HVWN	Oevers (damwandoevers)	2305 km	-	-	-
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen	-	-	-
	Kunstwerken	129 schutsluizen	-	-	-
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen	-	-	-
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen	-	-	-
		28298 vaarwegmarkeringen & scheepsvaarttekens	-	-	-
	Kunstwerken	22 drips	-	-	-
	Oevers (erosiekuiten)		-	-	-
	Bediencentrales		-	-	-
	Stormvloedkeringen	5 keringen	-	-	-
HWS	Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	ca. 700 km keringen			
	Kustfundament	4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken			
		347 duikers, kolken, natuur, spui			

Ook voor asfalt voorzien wij een stijging van het risico op schaarste, met name vanuit economische risico's.

Bij asfalt zien we in aanvulling op de economische risico's ook technische risico's.

## 5.3 Raamwerk voor toekomstige risico's

In de vorige paragraaf is op basis van de huidige ontwikkelingen en bedrijfsvoering een inschatting gegeven van de potentiële risico's op schaarste. Er zijn echter maatschappelijke of sectorale ontwikkelingen denkbaar die invloed hebben op materiaal gebruik, en dus schaarste risico's, maar waarvan de specifieke uitwerking op langer termijn nog niet bekend zijn.

Aan de hand van een viertal voorbeelden wordt een raamwerk geschetst waarmee RWS een scenario studie kan doen om potentiële toekomstige schaarste risico's te identificeren en gerichte handelingsperspectieven te introduceren.

### 5.3.1 Het identificeren van een relevante toekomstscenario

Om een toekomst scenario te kunnen identificeren kunnen nogmaals de *PESLTE* factoren gebruikt worden in samenhang met de in paragraaf 2.3.1 benoemde definitie van schaarste:

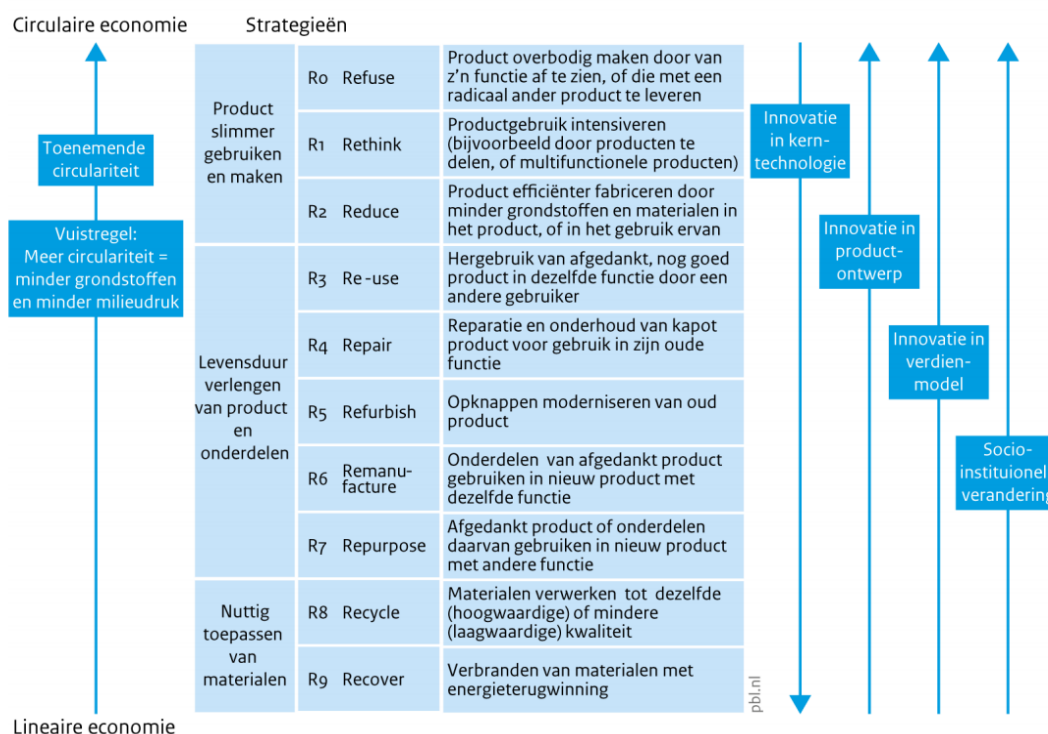
*“beschikbaarheid van grondstoffen tegen een acceptabele prijs”*

Een relevant toekomst scenario voldoet aan de volgende voorwaarde:

1. Het beschrijft een maatschappelijk of sectorale ontwikkeling die wordt gedreven door:
  - Politieke factoren,
  - Economische factoren,
  - Sociale factoren,
  - Technologische factoren, en/of
  - Milieukundige factoren.
2. Deze ontwikkeling heeft invloed op materiaal en of grondstof gebruik door:
  - De hoeveelheden die gebruikt wordt, en/of
  - De manier waarop het (her)gebruikt wordt.
3. De ontwikkeling heeft invloed op een materiaal of grondstof die belangrijk is voor de taken van RWS (zie ook hoofdstuk 4) omdat deze:
  - in grote hoeveelheden in het areaal van RWS aanwezig zijn, of
  - ondanks hun geringe aanwezigheid in het areaal van RWS toch een zeer belangrijke functie vervullen.

Met betrekking tot de hoeveelheden kan het uiteraard gaan om een toename of afname. Voorbeelden van de verschillende manieren waarop materialen en grondstoffen (her)gebruikt worden zijn gegeven in het onderstaande figuur.

## Prioriteitsvolgorde van circulariteitsstrategieën en rol van innovatie in productketen



Bron: RLI 2015; bewerking PBL

Figuur 17, R-ladder (bron: PBL)

Uit het figuur kan opgemerkt worden dat de benoemde strategieën feitelijk ook handelingsperspectieven zijn. Het is belangrijk te beseffen dat handelingsperspectieven die in één sector of keten worden toegepast direct invloed kunnen hebben op de beschikbaarheid van materialen en grondstoffen in een andere keten of sector.

Voorbeelden van (mogelijk) relevante scenario's naar aanleiding van de hiervoor benoemde voorwaarden zijn:

1. *Smart mobility*: De opkomst van zelfrijdende- en onderling communicerende auto's
2. *Klimaatadaptatie*: Aanpassingen die noodzakelijk zijn als reactie op een stijgende zeespiegel en een veranderend weerpatroon.
3. *Betonakkoord*: Het beoogde doel van de betonsector om op termijn 100% van het vrijkomende betonafval binnen de eigen branche opnieuw hoogwaardig in te zetten.
4. *Energie transitie*: De overgang naar een maatschappij waarin enkel nog hernieuwbare energie technieken geaccepteerd worden.

### 5.3.2 Het beschouwen van de mogelijke schaarste risico's

Wanneer een mogelijk relevant scenario is geïdentificeerd kunnen de mogelijke schaarste risico's beschouwd worden. Hiertoe kunnen de volgende vragen worden gesteld:

1. Welke ontwikkelingen zijn kenmerkend in het scenario?
2. Wat zijn de gevolgen van de ontwikkeling met betrekking tot de belangrijke materialen en grondstoffen in de algemene zin?

3. Wat zijn de gevolgen van de ontwikkeling voor het areaal van RWS?
4. Wat zijn de gevolgen op het vlak van circulariteit (de beschikbaarheid van secundaire materialen en grondstoffen)?

In bijlage II zijn, ter illustratie van hoe een dergelijke scenariostudie er uit kan zien, de in de voorgaande paragraaf benoemde voorbeeld scenario's binnen dit raamwerk uitgewerkt. In de onderstaande matrix zijn de scenario's in relatie tot de materiaalstromen opgenomen.

	scenario's			
	mobiliteit	betonakkoord	klimaatadaptatie	energietransitie
metalen - metaalbouw	JA	JA	JA	JA
metalen - materieel	JA	NEE	JA	JA
metalen - schaarse metalen	JA	NEE	NEE	JA
dijkenklei	NEE	NEE	JA	JA
zand	NEE	JA	JA	JA
cement/beton	JA	JA	JA	JA
asfalt	JA	NEE	NEE	JA

De verschillende scenario's zijn beschreven en uitgewerkt naar de gevolgen voor het grondstofgebruik generiek, de gevolgen voor het areaal van Rijkswaterstaat en de gevolgen voor de (circulaire) balans.

### 5.3.3 Het koppelen van handelingsperspectieven aan de mogelijke schaarste risico's

Aansluitend aan de beschouwing van de mogelijke schaarste risico's kunnen geschikte handelingsperspectieven gezocht worden met het doel deze risico's te verminderen. Voor de mogelijkheden wordt zowel terugverwezen naar de handelingsperspectieven die in hoofdstuk 4 bij de betreffende materialen zijn opgenomen alsmede de potentiële handelingsperspectieven die per proces van RWS in hoofdstuk 6 zijn benoemd.

## 6 Handelingsperspectief Rijkswaterstaat

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn allen resultaten vertaald naar concrete aanbevelingen welke als handelingsperspectief zijn uitgewerkt. In de eerstvolgende paragraaf hebben we de algemene RWS brede aanbevelingen die, inhoudelijk of organisatorisch, uit het onderzoek zijn gekomen opgenomen. In paragraaf 3.6 zijn de specifieke handelingsperspectieven op basis van de fasering van de procescyclus van RWS opgenomen.

### 6.2 Algemene aanbevelingen

#### 6.2.1 Beschikbare data materiaalstromen

Schaarste en circulariteit gaan per definitie over materiaalstromen. Om een uitspraak te kunnen doen over de mate waarin met secundaire (vrijkomende) materiaalstromen aan de toekomstige vraag van de materialen kan worden voldaan is een inzicht nodig in de exacte hoeveelheden en kwaliteit van de betreffende materiaal stromen. Ook om de effectiviteit van maatregelen en het realiseren van de eigen circulaire doelstelling te monitoren is een ander niveau van areaal data noodzakelijk. Op dit moment is bij RWS niet in detail bekend hoeveel van een specifieke materiaal of grondstof er in hun areaal aanwezig is. **Wij adviseren om, mede op basis van dit onderzoek, te beschouwen welke informatiebehoefte op welke wijze in het administratieve proces van RWS kan worden ingevuld.**

#### 6.2.2 Beschikbare data schaarste

Het ontbreekt binnen het huidige systeem ook aan data gericht op het voorkomen van schaarse materialen in werken. Binnen het huidige aanbestedingssysteem (vraagspecificatie en contract & uitvoering) is er ook geen prikkel naar marktpartijen om deze data te beschouwen in de projectcontext.

Een van de mogelijke handelingsperspectieven is dat er tijdens de uitvraag van een project en in het kader van de aanbesteding al aandacht wordt gevraagd van aannemers om Schaarste in kaart te brengen. De onderstaande uitwerking is een voorbeeld van hoe dit mogelijk is met Dubocalc, een bestaand instrument dat nu ook al wordt gebruikt om de MKI van werken in beeld te brengen.

Op basis van de eigen data van Rijkswaterstaat (footprint 2014) en de Dubocalc bibliotheek ontstaat goed inzicht in de omvang van basismetalen (metaalbouw) in het areaal van Rijkswaterstaat. De LCA data in de DuboCalc bibliotheek maken een nadere analyse van abiotische uitputting mogelijk.

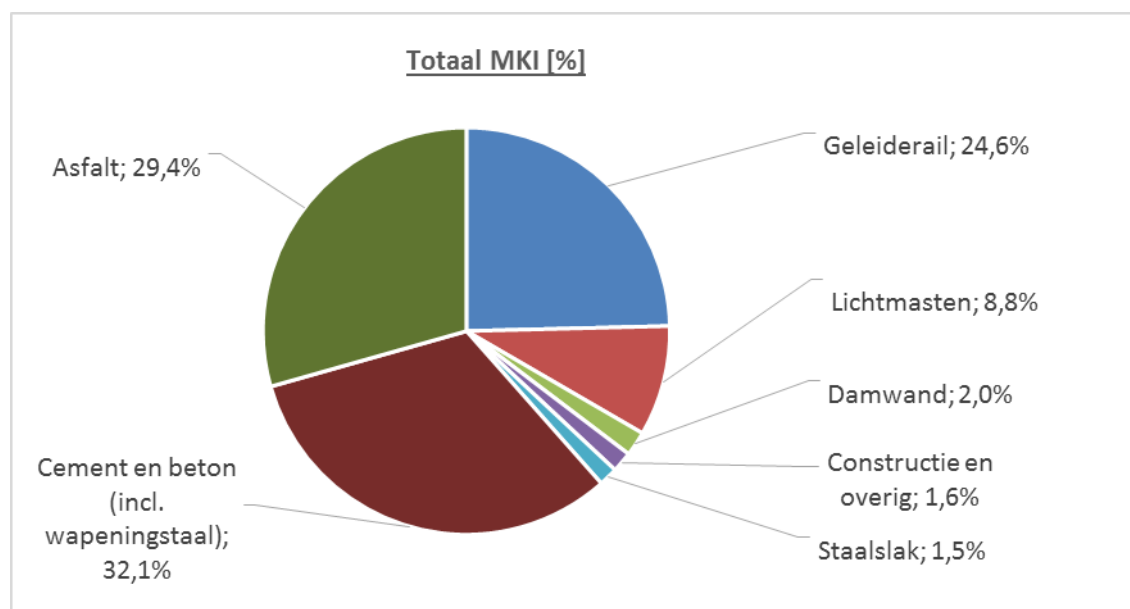


In de huidige SBK rekenmethode waarmee de MKI van werken en de MPG van gebouwen wordt berekend worden 11 milieueffecten beschouwd. Specifiek met betrekking tot grondstoffen schaarste is het milieueffect *abiotische uitputting* interessant. De rekenmethode die voor abiotische uitputting wordt gebruikt karakteriseert de schaarste van een abiotische grondstof aan de hand van de totale reserves van een grondstof en de mate waarin de grondstof wereldwijd wordt gewonnen.

Het is van belang op te merken dat de invloed van de overige denkbare PESTLE factoren op de beschikbaarheid en leveringszekerheid van een grondstoffen niet in de rekenmethode worden beschouwd omdat deze als economische factoren gezien worden die geen invloed hebben op de milieukundige schaarste.

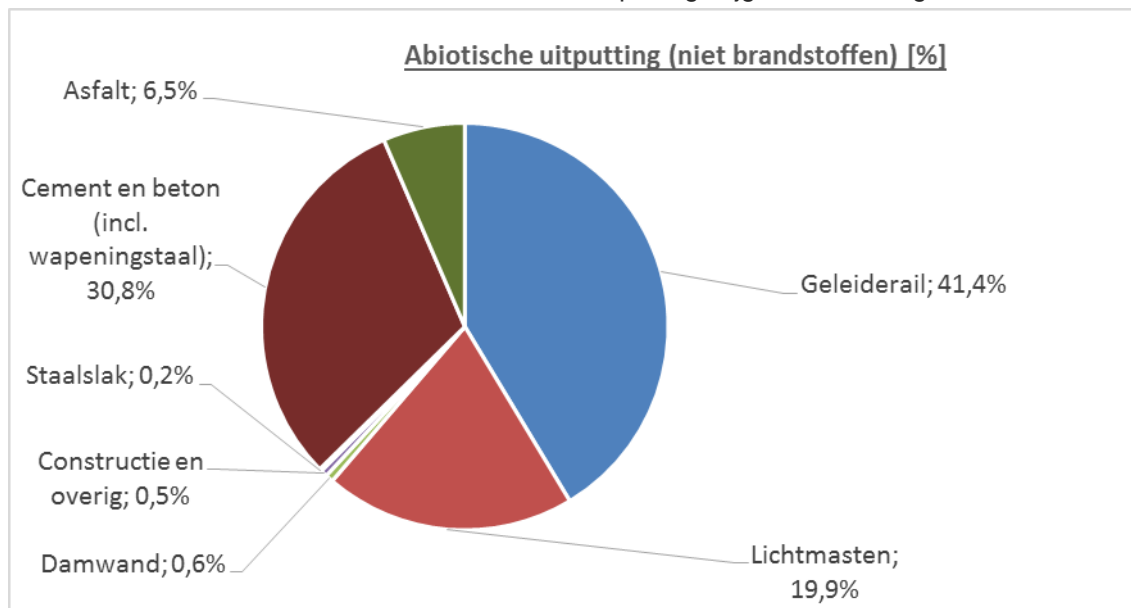
In hoofdstuk 3 hebben we de onderstaande materialenbalans van 2014 opgenomen vertaald naar de MKI. Het betreft hier uitsluitend de MKI van de ingekochte materialen (scope 3), de MKI van alle andere stromen zoals brandstof is hier buiten beschouwing gelaten.

Wij hebben aanvullend op de eigen data van RWS de lichtmasten voorzien van armaturen om een realistischer beeld van de bijdrage te krijgen.



Figuur 18, materiaalstromen naar bijdrage (%) van de MKI

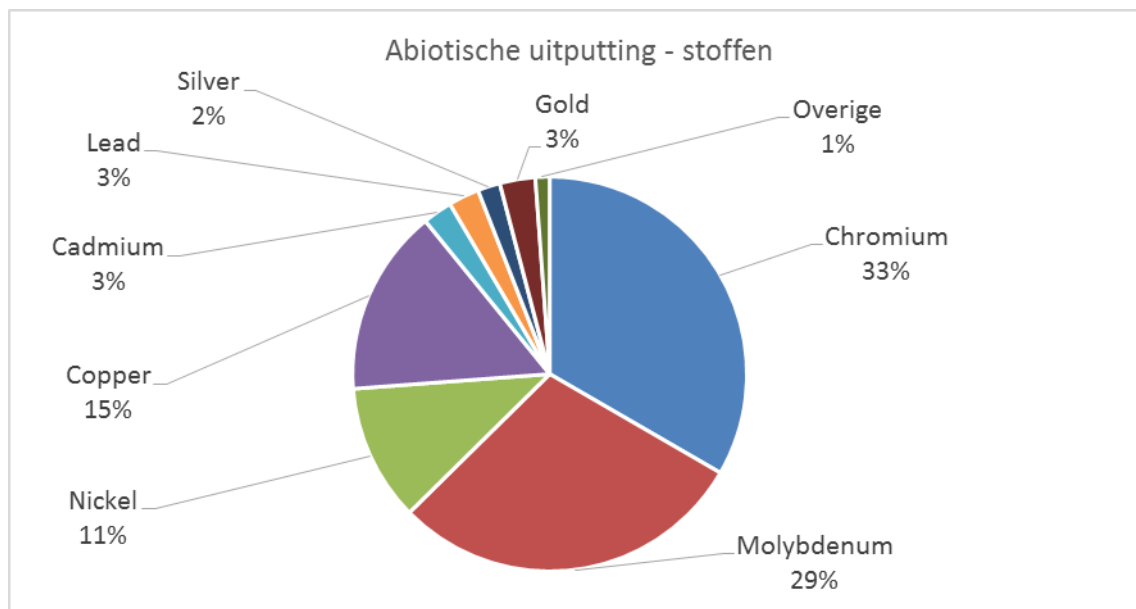
Als we deze balans doorrekenen naar abiotische uitputting krijgen we het volgende resultaat.



Figuur 19, materiaalstromen naar bijdrage (%) van de Abiotische uitputting

Hieruit ontstaat een duidelijk beeld welke materiaalstromen relatief het meest bijdragen aan uitputting en daarmee schaarste in technische en milieutechnische zin.

Een analyse van de stoffenlijst van het effect abiotische uitputting geeft inzicht in welke metalen en mineralen de grootste bijdrage leveren. Deze analyse is in de volgende balans opgenomen;



Figuur 20, weergave van de stoffenlijst van het effect Abiotische uitputting naar % van het totaal

Het ontbreken van gedetailleerde data van e-componenten in het areaal van Rijkswaterstaat en het ontbreken van deze objecten in de bestaande DuboCalc bibliotheek maakt een nadere analyse hiervan niet mogelijk.

Het effect abiotische uitputting heeft binnen de MKI een verwaarloosbare bijdrage, een aanvullende analyse op dit effect geeft wel goed inzicht in het aspect schaarste en maakt beoordeling hiervan binnen het beleidsinstrument van MKI mogelijk. In een functionele omschrijving voor het tenderproces kan eenvoudig met een forfaitaire omvang van installaties en componenten worden gerekend. **Wij adviseren om voor de volgende objecten na te gaan op welke wijze dit in het tenderproces kan worden opgenomen.**

HWN	kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen
	Verkeerscentrales	
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting
	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen
HVWN	Kunstwerken	129 schutsluizen
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen
	Kunstwerken	22 drips
	Bediencentrales	
HWS	Stormvloedkeringen	5 keringen
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken

Binnen het project harmonisatie van DuboCalc met de nationale milieudatabase is er een natuurlijk moment om deze producten toe te voegen.

**Wij adviseren om bij de harmonisatie van DuboCalc met de nationale milieudatabase de data te verrijken met voor RWS relevante installaties en e-componenten.**

### 6.2.3 Uitwisselbaarheid objecten in areaal

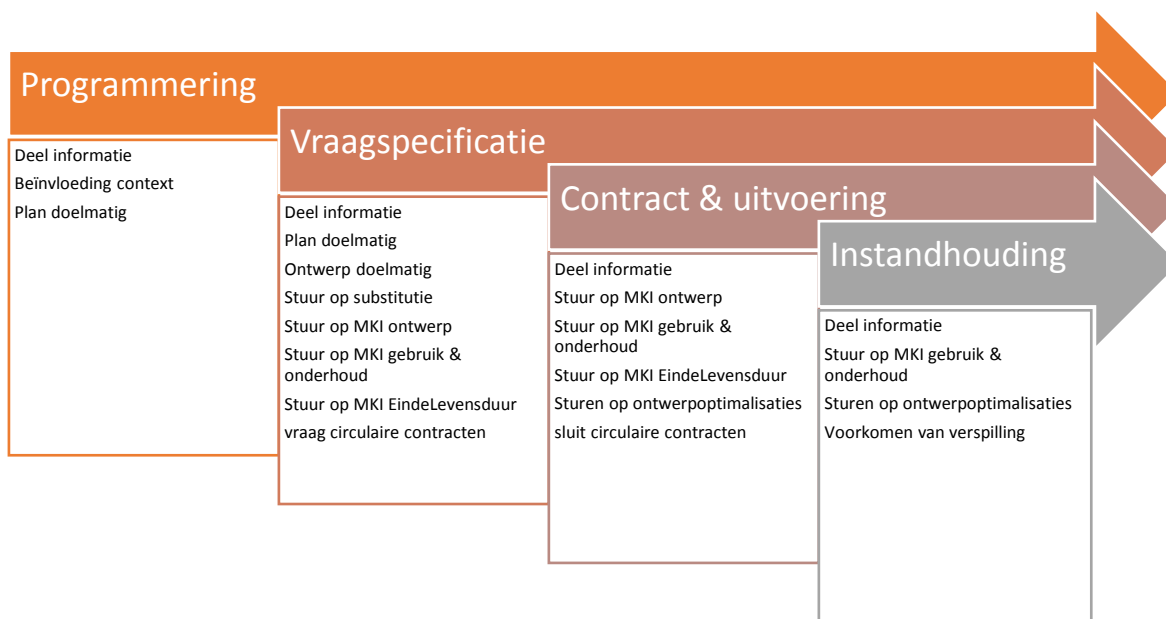
Repeterende objecten en homogene materiaalstromen binnen het areaal zijn een belangrijk aangrijpingspunt om de circulariteitsdoelstellingen te realiseren. Belangrijk aandachtspunt hierbij voor RWS is de toekomstige uitwisselbaarheid van systemen. Door het systeem van functioneel aanbesteden worden er diverse oplossingen binnen het areaal toegepast door de markt. Het beter specificeren van systeemeisen of zelfs het voorschrijven van specifieke systemen maakt grootschalig hergebruik binnen het eigen areaal mogelijk. Het actief sturen op inzetten van hergebruik in de instandhoudingsfase geeft waardevolle input aan deze optimalisatie in specificaties. Welke systemen zijn juist wel of niet uitwisselbaar en waar komt dat door? Welke product(en) c.q. onderdelen zijn repareerbaar? Etc.

## 6.3 Handelingsperspectieven in procescyclus

Om enerzijds de schaarste risico's te beperken en anderzijds de eigen doelstellingen voor een circulaire economie en daarmee innovatie in de markt te realiseren is een handelingsperspectief uitgewerkt.

Het handelingsperspectief is uitgewerkt naar een verkorte versie van de procescyclus van de werken van Rijkswaterstaat.

In de onderstaande figuur is de samenvatting opgenomen. In de volgende paragrafen worden deze per fase uit de cyclus nader beschreven.



*Figuur 21, handelingsperspectieven binnen de procescyclus*

Op 15 januari zijn de resultaten van dit onderzoek gepresenteerd tijdens een lunchlezing in het kader van de week van de circulaire economie. De presentatie is opgenomen in Bijlage III. Aan het eind van de lezing is er brede belangstelling gebleken om, bijvoorbeeld op basis van case studies, de handelingsperspectieven en het werken met scenario's verder te toetsen en uit te werken.

### 6.3.1 Programmering

In de programmeringsfase is het belangrijkste handelingsperspectief het doelmatig plannen binnen de 3 netwerken. In deze fase kunnen de toepassing van (toekomstig) kritieke grondstoffen (zie paragraaf 5.2) nog geheel of grotendeels worden voorkomen. In de R-ladder van PBL, zie figuur 17, gaat het dan om de strategieën Refuse en Rethink.

Kan een oplossing met veel verkeersmanagement elementen (regelingen) ook bijvoorbeeld worden opgelost met een verkeersplein? Kan de geleiderails of een onderhoudsweg ook gebruikt worden voor duurzame energieopwekking, bijvoorbeeld in een deels verplaatsbare opstelling?

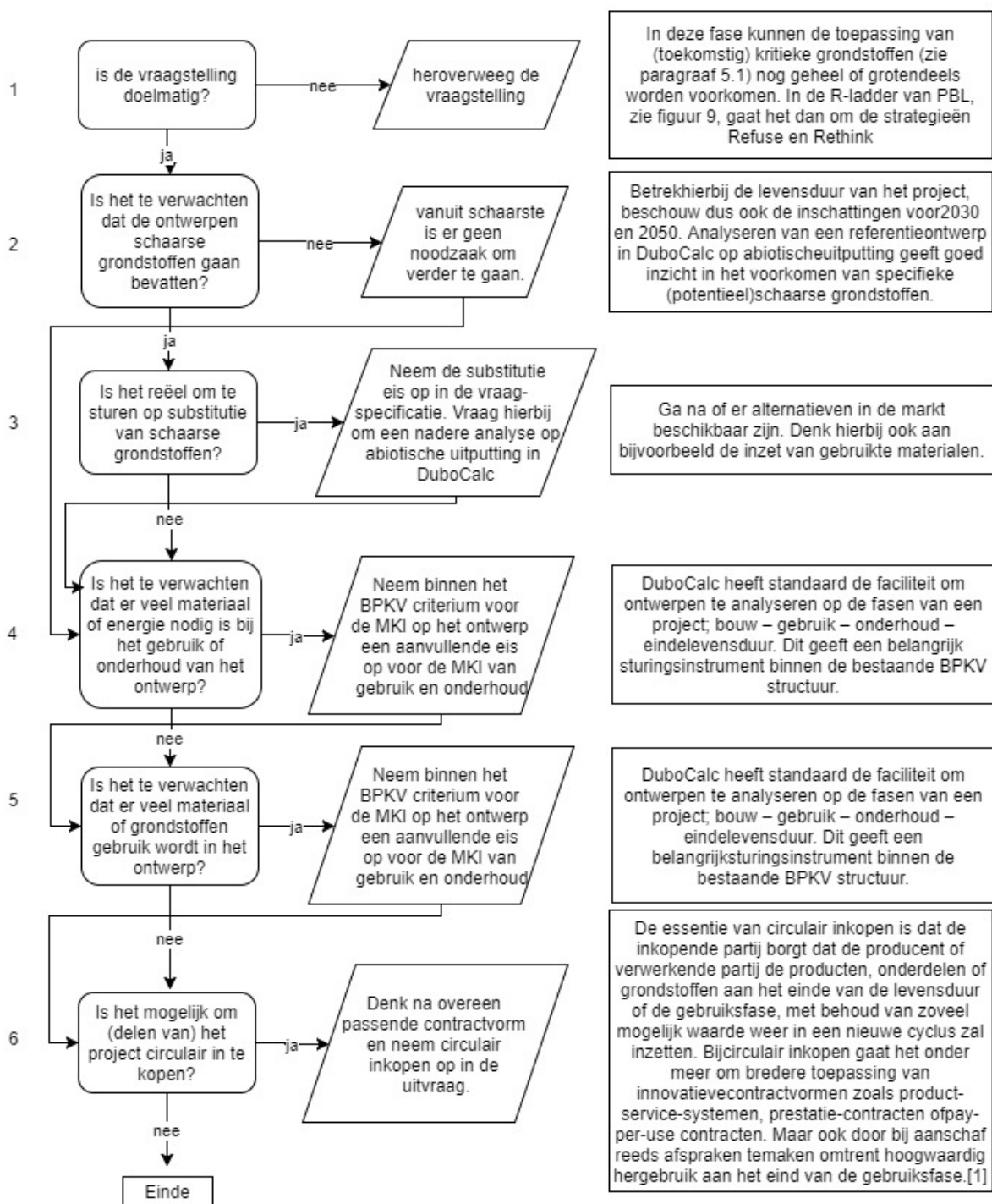
Bij het toetsen van de doelmatigheid is het werken met scenario's evident van belang. Door het afwegen van toekomstige ontwikkelingen kunnen keuzes worden getoetst en mogelijk bijgesteld of nader gespecificeerd.

In aanvulling op de invloed op het eigen areaal heeft Rijkswaterstaat vanwege de omvang van haar areaal en haar positie een verantwoordelijkheid in het delen van informatie met de markt en stakeholders. Maak expliciet waarom schaarste een relevant vraagstuk is en welke mogelijkheden er zijn om deze te beïnvloeden. Naast delen van informatie kan Rijkswaterstaat een belangrijke rol vervullen in het nationale en Europese beleid op dit gebied. Participeren in onderzoek, studies, normcommissies en pilot projecten zijn passende mogelijkheden om dit te doen.

### **6.3.2 Vraagspecificatie**

Voor deze fase is een afwegingskader uitgewerkt dat bij elk project doorlopen kan worden. Het bestaat uit vragen die met ja of nee kunnen worden beantwoord. Met het doorlopen van de vragen worden diverse handelingsperspectieven aangereikt.

Bij het doorlopen van het afwegingskader is het van belang om hierbij ook de gebruikte scenario's voor de programmeringskeuze 's mee te nemen in de beantwoording. Zijn er nog geen scenario's toegepast is het goed om dat in deze fase te doen.

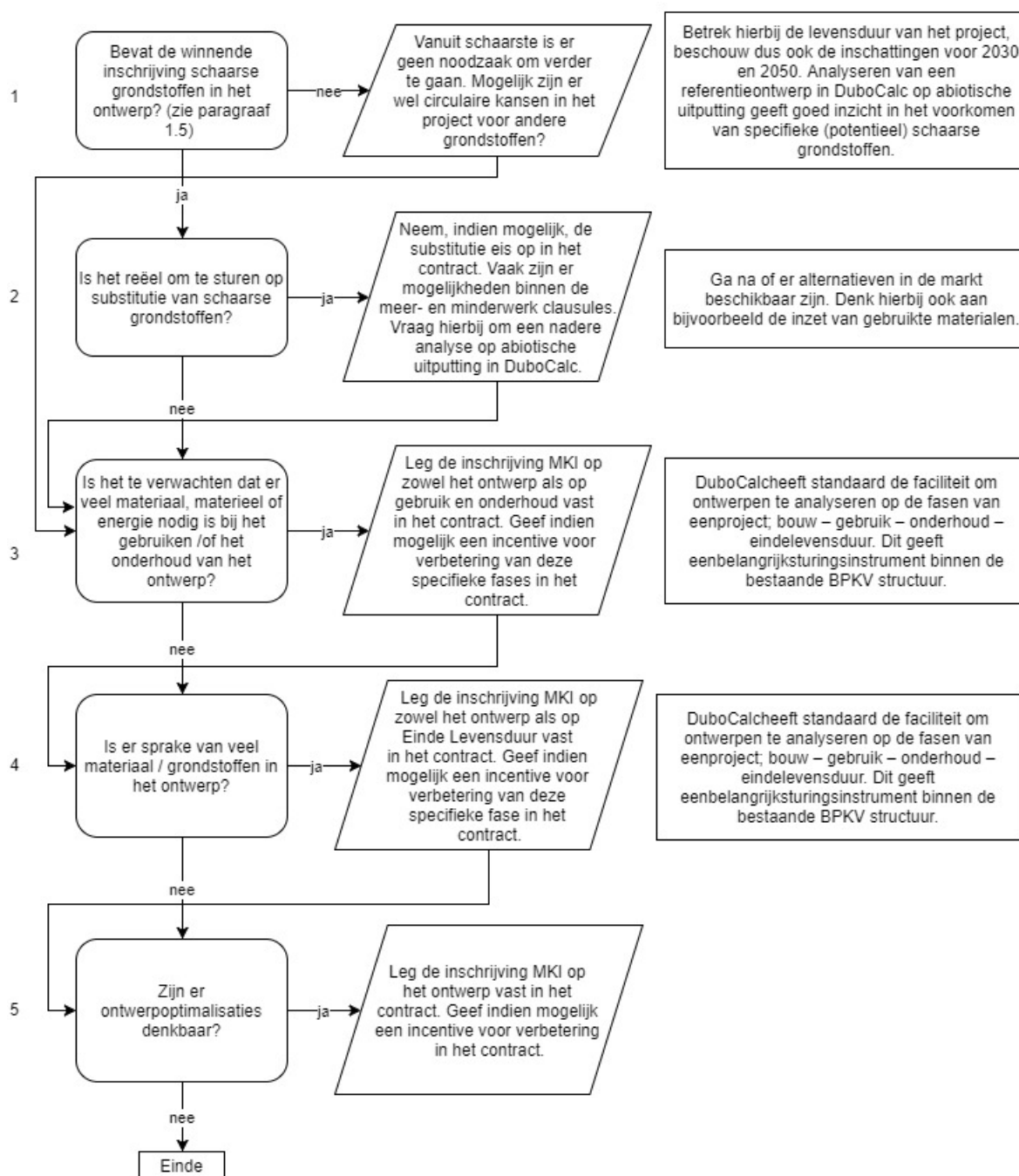


Om het systeem verder te ontwikkelen kan het nog aangevuld worden met voorbeelden uit de praktijk. Ook kan worden gedacht aan het vastleggen van technische eisen die inzet van hergebruikte materialen mogelijk maakt. Zo heeft Prorail bijvoorbeeld een technische standaard ontwikkeld over het hergebruik van spoorstaven in de baan. Zo kan elke aannemer op gelijke wijze materiaal hergebruiken binnen de veiligheidsmarges van Prorail.

Belangrijk aandachtspunt hierbij voor Rijkswaterstaat is de toekomstige uitwisselbaarheid van systemen. Door het systeem van functioneel aanbesteden worden er diverse oplossingen binnen het areaal toegepast door de markt. Het beter specificeren van systeemeisen of zelfs het voorschrijven van specifieke systemen maakt grootschalig hergebruik binnen het eigen areaal mogelijk.

### **6.3.3 Contract & uitvoering**

Voor deze fase is een afwegingskader uitgewerkt dat bij elk project doorlopen kan worden. Het bestaat uit vragen die met ja of nee kunnen worden beantwoord. Met het doorlopen van de vragen worden diverse handelingsperspectieven aangereikt.



### 6.3.4 Instandhouding

In deze fase is het met name van belang om actief te sturen op voorkomen van verspilling en het inzetten van hergebruik door de levensduur van producten en materialen actief te verlengen. Zie hiervoor de R strategieën in figuur 9 (R3 t/m R7).

Hulpmiddel hierbij kan zijn het vastleggen van technische eisen die inzet van hergebruikte materialen mogelijk maakt. Zo heeft Prorail bijvoorbeeld een technische standaard ontwikkeld over het hergebruik van spoorstaven in de baan. Zo kan elke aannemer op gelijke wijze materiaal hergebruiken binnen de veiligheidsmarges van Prorail.



Belangrijk aandachtspunt hierbij voor Rijkswaterstaat is de toekomstige uitwisselbaarheid van systemen. Door het systeem van functioneel aanbesteden worden er diverse oplossingen binnen het areaal toegepast door de markt. Het beter specificeren van systeemeisen of zelfs het voorschrijven van specifieke systemen maakt grootschalig hergebruik binnen het eigen areaal mogelijk. Het actief sturen op inzetten van hergebruik in de instandhoudingsfase geeft waardevolle input aan deze optimalisatie in specificaties. Welke systemen zijn juist wel of niet uitwisselbaar en waar komt dat door? Welke product(en) cq onderdelen zijn repareerbaar? Etc.

LBP|SIGHT BV



ing. J.B. (Jeannette) Levels-Vermeer



dr. H.A.E. (Dirk-Jan) Simons

**Bijlage I**  
literatuur- en bronnenlijst

## Literatuur- en bronnenlijst

Brnr	Auteur	datum	titel	type	metalen	grond	Zand	cement/beton	asfalt	toekomstscenario's	risico's	Interventies	materiaalstromen	rijkswaterstaat
1	Bastein, Rietvel, Keijzer	2-mei-17	Ex Ante evaluatie van het rijksbrede programma	rapport TNO								X		
2	Delahaye, Baldé	6-11-2016	Circulaire economie in Nederland	rapport CBS								X		
3	Solleile ea.	1-7-2017	Study on the review of the list of Critical Raw Mater	EC rapportage	X						X			
4	Delahaye, Zult	1-1-2013	Monitor materiaalstromen 2008	rapport CBS	X		X						X	
5	Kamphof, Heintze	1-10-2013	Globaliseringsreeks 7	rapport NCDO						X	X	X		
6	MacDonald	1-11-2014	Dealing with cement shortage	artikel The Concrete Producer				X				X		
7	Myers, Kempthorne	1-1-2008	Mineral Commodity Summaries 2008	rapport USGS	X		X	X		X	X		X	
8	Lechtenberg	9-12-2013	Top 75 Global Cement Companies 2014	artikel Global Cement				X		X				
9	Remmerswaal, Hanemaaijer, Kishna	18-5-2017	Van betalen voor bezit naar betalen voor gebruik	rapport PBL						X		X		
10	Tukker, Basteun, Peck	-	Nederland Circulair - Noodzaak voor gebruik 'elements of hope'	presentatie Universiteit Leiden, TU Delft en TNO								X		
11	Warmerdam, Van Den Bogaart, Segeth	1-4-2015	Building block for the future	publicatie Roadmapteam Components & Circuits	X							X		
12	Commissie DUO	1-6-2016	Werken aan een circulaire economie: geen tijd te verliezen	rapport SER						X		X		
13	Bastein, Rietveld	28-11-2016	De circulaire potentie van producten en de impact op leveringszekerheid	rapport TNO	X					X	X	X	X	
14	Bastein, Roelofs, Rietveld, Hoogendoorn Reuter, Hudson, Schaik, Heinskanen,	11-6-2013	Kansen voor de circulaire economie in Nederland	rapport TNO						X		X		
15	Meskers, Hagelüken	1-1-2013	Metal Recycling: oppertunities, limits, infrastructure	rapport UNEP	X							X	X	
16	Van Der Voet, Salminen, Eckelman,	1-1-2013	Environmental Risks and Challenges of Anthropogenic Metals Flows and Cycles	rapport UNEP						X	X			
17	Mudd, Norgate, Hischer	23-6-2009	Metal Minerals Scarcity and the Elements of Hope	presentatie TNO	X						X	X		
18	Diederer	1-1-2016	E-Waste en Natuurlijk Kapitaal	rapport TNO	X					X		X		
19	Bastein, De Vos	11-10-2010	Materials Scarcity, Managed Austerity and the Elements of Hope	presentatie TNO	X						X	X		
20	Diederer	10-3-2009	Metal Minerals Scarcity A Call For Managed Austerity And the Elements of Hope	rapport TNO	X					X	X	X		
21	Gradael, et la.	1-1-2010	Metal Stocks in Society	rapport UNEP	X					X	X			
22	Grandell, Lehtilä, Koljonen, Lauri	1-9-2016	Role of Critical Metals in the Future Markets of Clean Energy Technologies	scientific publication	X					X		X		
23	Bastein, Korteweg et al.,	12-3-2012	Samenwerken aan Zeldzame Aarden	rapport TNO/HCSS	X					X		X		
24	E-Book: International Resource Panel Work on	1-1-2013	Global Metal Flows	rapport UNEP	X					zie andere UNE			X	
25	Strothmann et al.,	1-9-2014	MVO Sector Risico Analyse	rapport KPMG							X			
26	Hendriksen, Tholen	20-7-2015	Objectbeheerremine Kunstwerken HWN	bedrijfsinformatie RWS										X
27	Den Besten	1-8-2015	Objectbeheersregime Verkeersvoorzieningen	bedrijfsinformatie RWS										X
28	Van Der Marel, Soesbergen	9-10-2012	Schaarste van grondstoffen	notitie PBL							X		X	
29	Witthuis, Manders, Timmerhuis	1-11-2017	Scarce and Critical Metals in Rijkswaterstaat	studentenonderzoek UU	X						X	X		X
30	Torres, Hurlimann, Merton, Swarts, Tommasi, Burer, Verbaasdonk	30-5-2017	An improbable global shortage: sand	artikel The Economist			X	X		X	X		X	

Brnr	Auteur	datum	titel	type	metalen	grond	zand	cement/beton	asfalt	toekomstscenario's	risico's	interventies	materialstromen	rijkswatersstaat
31	Zhang, Song, Yang, Liu	1-1-2006	Performance of Mortar and Concrete Made with a Fine Aggregate of Desert Sand	scientific publication			X	X		X		X		
32	Geas	1-3-2014	Sand, rarer than one thinks	rapport UNEP			X	X			X		X	
33	Goicoechea	5-8-2014	Building an economie on quicksand	artikel Ejolt			X	X			X			
34	Beiser	26-3-2015	The deadly global war for sand	artikel Wired			X	X			X			
35	Owen	29-5-2017	The world if running out of sand	artikel The New Yorker			X	X			X			
36	Beiser	23-6-2016	The World's Disappearing Sand	artikel The New York Times			X	X			X			
37	Diverse	24-1-2017	Grondstoffenakkoord	Circulaire Economie Nederland						X		X		
38	Onbekend	1-1-2017	Beleidslijnen voor vergroening van het verdienvermogen van Nederland	Literatuuronderzoek						X		X		
39	Onbekend	-	Samenvatting van enkele groene groei publicaties	Literatuuronderzoek						X		X		
40	Hijkema, Lok, Reerink, Smits	2017	2000 Duurzame kleiwinning, de meenwaarde van duurzame kleiwinning langs de grote rivieren sinds 2000	Vereniging Koninklijke Nederlandse Bouwkeramiek, Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten en natuurfederaties.		X				X	X			
41	-	1996	Technisch rapport klei voor dijken	TNO rapport		X								
42	Krausman, et al.,	2009	Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century	scientific publication		X	X			X	X		X	
43	John	2009	The impacts of sand mining in Kallada river	scientific publication		X					X			
44	-	2017	Markt informatie cement-industrie Nederland	eigen markt informatie				X				X	X	
45	-	2014	Raad van State vernietigt milievergunningen Enci	Uitspraak RvS				X			X			
46	Overduin, Ozinga	2011	Grip op ijzer en staal scrap	strategie rapport Casteller				X			X			
47	Christie, Thompson, Brathwaite	2001	Mineral Commodity Report 21	rapport Institute of Geological				X			X			
48	Speight	2003	NATURAL BITUMEN (TAR SANDS) AND HEAVY	consultancy report					X					
49	-	2015	Paris agreement	United Nations Framework				X		X	X			
50	Khoo, Tan	2006	Environmental Impact Evaluation of Conventional	scientific publication				X		X	X			
51	Millington	2017	CANADIAN OIL SANDS SUPPLY COSTS AND	report CANADIAN				X		X	X			
52	Freedonia	2017	World Asphalt (Bitumen)	market report				X		X	X			
53	Onbekend, bestuurders uit de keten	2017	Betonakkoord voor duurzame groei	Betonakkoord				X		X		X		
54	-	2016	Winning van oppervlaktedelfstoffen Nederland	rapportage CLO		X	X	X					X	X
55	J. 't Hoen	2014	Rapportage monitoring bouwgrondstoffen 2014	rapportage H2H advies i.o.v.		X	X	X					X	X
56	-	2017	Jaarplan 2017 Bouwend Nederland	Vakgroep Bitumineuze Werken					X	X	X			X
57	D. van Wieringen	2018	Welk luchtje kleef er aan bitumen	whitepaper Tauw Group					X		X			

**Bijlage II**

Voorbeelden scenario's

## Voorbeelden scenario's

Mobiliteit						
Scenario	Kenmerk	Ontwikkeling	Gevolgen voor grondstofgebruik	Gevolgen voor RWS areaal	Gevolgen voor (circulaire) balans	Bron
	MA-1	Het personenautopark neemt tot 2050 met ongeveer 30% sterk toe. De voertuigverliesuren nemen daardoor tot 2050 met circa 80% toe (scenario hoog).	De verwachte groei van het personenautopark vergroot de verkeersdruk en vergroot de vraag naar asfalt, verkeerssystemen en overige infrastructuren	RWS dient het wegnetscapaciteit te vergroten breiden middels meer asfalt en het vergroten van verkeersknooppunten. Hiervoor dient het areaal te worden uitgebreid (asfalt voor wegenbouw, beton voor knooppuntvergroting en metalen)	Zelfs met 100% circulair asfalt en beton, overstijgt de vraag naar nieuw asfalt en beton het aanbod aan secundair materiaal. Er is daarom een blijvende vraag naar primair asfaltgranulaat en beton, of secundair materiaal afkomstig vanuit andere sectoren.	66/67
<b>Scenario A:</b> wagenpark neemt sterk toe, moderniseert in matig tempo, verkeersdruk stijgt.	MA-2	Trage technologische ontwikkeling voor personenvervoer, slechts een beperkte rol voor smart-voertuigen en aanverwante technologieën.	De beperkte ontwikkeling van smart-voertuigen en aanverwante technologieën resulteren in een gelijkblijvend ruimtegebruik/voertuig, waarmee het de verkeersdoorstroming alleen kan verbeteren door infrastructurele aanpassing/uitbreiding, waarvoor meer grondstoffen benodigd zijn.	RWS dient het wegnetscapaciteit te vergroten breiden middels meer asfalt en het vergroten van verkeersknooppunten. Hiervoor dient het areaal te worden uitgebreid (asfalt voor wegenbouw, beton voor knooppuntvergroting).	Zelfs met 100% circulair asfalt en beton, overstijgt de vraag naar nieuw asfalt en beton het aanbod aan secundair materiaal. Er is daarom een blijvende vraag naar primair asfaltgranulaat en beton, of secundair materiaal afkomstig vanuit andere sectoren.	66/67
	MA-3	Trage technologische ontwikkeling voor infrastructuur. Het opkomen the-internet-of-things en smart-infrastructuur is beperkt.	De beperkte ontwikkeling van smart-infrastructuur en aanverwante technologieën beperken de verkeersdoorstroming, waardoor infrastructurele maatregelen nodig zijn. Hiervoor zijn meer bouwstoffen nodig, maar de vraag naar regeltechniek is wel relatief laag.	RWS dient het wegnetscapaciteit te vergroten door meer te investeren in asfalt en door het vergroten van verkeersknooppunten. Hierdoor dient het areaal te worden uitgebreid (asfalt voor wegenbouw, beton voor knooppuntvergroting). De vraag naar regeltechniek blijft gelijk of neemt slechts beperkt toe, waardoor het areaal aan metalen slechts langzaam stijgt.	Zelfs met 100% circulair asfalt en beton, overstijgt de vraag naar nieuw asfalt en beton het aanbod aan secundair materiaal. Er is daarom een blijvende vraag naar primair asfaltgranulaat en beton, of secundair materiaal afkomstig vanuit andere sectoren. Met een hoge mate van circulariteit kan het areaal aan metalen in theorie grotendeels de vraag naar secundair materiaal beantwoorden.	66/67

<b>Mobiliteit</b>						
Scenario	Kenmerk	Ontwikkeling	Gevolgen voor grondstofgebruik	Gevolgen voor RWS areaal	Gevolgen voor (circulaire) balans	Bron
	MB-1	Het personenautopark neemt tot 2050 met ongeveer 10% voertuigen slechts beperkt toe. De voertuigverliesuren nemen daardoor tot 2050 met circa 10% af (scenario laag).	De beperkte groei van het personenautopark zorgt slechts voor beperkte verkeersdruk. Er hoeft maar beperkt in nieuw asfalt voor wegverbreding te worden geïnvesteerd. Infrastructurele investeringen focussen zich vooral op onderhoud.	RWS kan met beperkte uitbreidingen voldoende wegnetscapaciteit behouden. Investeringsrichtingen richten zich vooral op onderhoud en eventuele vervanging. Het grondstoffenareaal hoeft daarom slechts beperkt te worden uitgebreid.	Door een beperkte uitbreiding van wegnetscapaciteit daalt de vraag naar nieuw asfalt en beton. De vraag kan worden ingevuld door secundair materiaal.	64/66/67
<b>Scenario B:</b> wagenpark neemt af, moderniseert sterk, verkeersdruk neemt af	MB-2	Zeer snelle technologische ontwikkeling voor personenvervoer, met een aanzienlijke rol voor smart-voertuigen en aanverwante technologieën.	De sterke ontwikkelingen voor personenvervoer en een aanzienlijke rol voor smart-voertuigen leidt ertoe dat het ruimtegebruik/voertuig afneemt, waardoor de verkeersdoorstroming wordt bevorderd. Dit zorgt ervoor dat er minder infrastructurele aanpassingen nodig zijn om goede doorstroming te behouden.	RWS kan met beperkte uitbreidingen voldoende wegnetscapaciteit behouden. Investeringsrichtingen richten zich vooral op onderhoud en eventuele vervanging. Het grondstoffenareaal hoeft daarom slechts beperkt te worden uitgebreid.	Door een beperkte uitbreiding van wegnetscapaciteit daalt de vraag naar nieuw asfalt en beton. De vraag kan worden ingevuld door secundair materiaal.	66/67
	MB-3	Snelle technologische ontwikkeling voor infrastructuur. Het opkomen the-internet-of-things en smart-infrastructuur is snel en ingrijpend.	Ontwikkelingen in de informatiesamenleving leidt tot een verhoogde efficiëntie en verkeersdoorstroming, wat de vraag naar asfalt kan verlagen. Tegelijkertijd vereist het meer regeltechniek, waarmee de vraag naar (schaarse) metalen toeneemt.	RWS moet grootschalig investeren in smart-regeltechniek in infrastructurele werken. Dit heeft tot gevolg dat RWS haar areaal aan grondstoffen gerelateerd aan de regeltechniek zal vergroten (metalen).	Door een intensivering van de vraag naar elektrotechnische installaties voor in de infrastructuur stijgt de vraag naar zeldzame aardmetalen. De vraag naar aardmetalen voor elektrische toepassingen overstijgt het aanbod aan secundaire producten. Het is wel mogelijk om metalen uit bestaande afvalstromen te winnen (urban mining), waarmee de beschikbaarheid kan worden vergroot.	66/67

Roadmap betonakkoord						
	Kenmerk	Ontwikkeling	Gevolgen voor grondstofgebruik	Gevolgen voor RWS areaal	Gevolgen voor (circulaire) balans	Bron
<b>Scenario A:</b> De roadmap met doelstellingen die is vastgelegd in het concept betonakkoord wordt gevolgd.	RBA1	In 2030 wordt alle secundaire grondstoffen die vrijkomen bij het verwerken van betonpuin opnieuw hoogwaardig ingezet binnen de betonketen.	In 2025 komt er naar verwachting circa 30 miljoen ton steenachtig BSA vrij. Hiervan is 22 miljoen ton betonpuin dat binnen de betonsector opnieuw wordt ingezet. Ook komt er nog circa 5 miljoen ton een oud asfalt vrij en 4 miljoen ton aan direct toegepaste materialen (o.a. granulaten uit bestaande werken).	Schattingen geven een verwachte behoefte aan van 23 à 24 miljoen ton granulaat voor wegfunderingen	Het afnemende aanbod van beton als betongranulaat of onderdeel van menggranulaat kan tot een mogelijk tekort gaan lijden aan beschikbare grondstoffen voor wegfunderingen.	60, 68, 69
	RBA2	In 2030 wordt de milieudruk van betonsystemen met 35% gereduceerd. Dit wordt o.a. gerealiseerd door het in toenemende mate inzetten van alternatieve bindmiddelen	Staalslakken die voorheen in wegfunderingen werden toegepast worden nu gebruikt bij de productie van milieutechnisch gunstige betonsystemen	"	"	



Klimaatadaptatie						
	Kenmerk	Ontwikkeling	Gevolgen voor grondstofgebruik	Gevolgen voor RWS areaal	Gevolgen voor (circulaire) balans	Bron
<p><b>Scenario A:</b> Door klimaatverandering staat waterveiligheid staat onder druk, Nederland vecht tegen water.</p>	KA1	<p>Door een sterk stijgende zeespiegel (1,0m in 2050), een en intensivering van de piekafvoeren en een dalende bodem (0,5m in 2050) staat waterveiligheid onder druk. Nederland investeert in nieuwe dijklichamen ter bescherming van het land, en verhoogt de bestaande dijken.</p>	<p>Door de investering in nieuwe dijklichamen en het verhogen van bestaande, stijgt de vraag naar dijkklei. Met 17.691 km aan dijken en een ophoging van tenminste 1,5m wordt de benodigde klei geschat op tenminste 160 miljoen m3.</p>	<p>De sterk verhoogde vraag naar dijkklei, zorgt ervoor dat RWS haar areaal dient te vergroten. Mogelijk dient er materiaal te worden ingekocht vanuit het buitenland.</p>	<p>De verhoogd vraag zal er echter toe leiden dat er meer natuurlijke klei dient te worden gewonnen. Mogelijk zijn er substitutiematerialen voorhanden.</p>	
<p><b>Scenario B:</b> Door klimaatverandering staat waterveiligheid staat onder druk, Nederland omarmd het water.</p>	KB1	<p>Door een sterk stijgende zeespiegel (1,0m in 2050), een en intensivering van de piekafvoeren en een dalende bodem (0,5m in 2050) staat waterveiligheid onder druk. Nederland investeert slechts beperkt in dijken, en besluit delen van het land op te geven aan het water. Oppervlaktegebruik wordt ingevuld middels drijvende steden en aquacultuur.</p>	<p>Door een beperkte investering in dijklichamen, daalt de vraag naar dijkklei.</p>	<p>RWS kan de vraag naar dijkklei vullen met vrijkomende klei van infrastructurele projecten in de waterbouw.</p>	<p>De vraag naar dijkklei kan worden ingevuld met materiaal dat vrijkomt bij waterbouw projecten. De klei wordt veelal lokaal gewonnen en toegepast. Substitutiematerialen zijn niet of nauwelijks nodig.</p>	

Energietransitie						
	Kenmerk	Ontwikkeling	Gevolgen voor grondstofgebruik	Gevolgen voor RWS areaal	Gevolgen voor (circulaire) balans	Bron
	EA1	In 2050 wordt energie 100% duurzaam opgewekt en worden fossiele brandstoffen enkel gebruikt in sommige chemische toepassingen. De bitumen die hierbij vrijkomt is slechts zeer beperkt voor handen.	De beperkingen in het vrijkomen van bitumen als bijproduct leidt tot een enorme prijsstijging. Bitumen is derhalve niet meer financieel rendabel als toepassing in de wegenbouw.	RWS zal het areaal aan bitumen houdend asfalt hergebruiken indien mogelijk, en waar nodig aanvullen met substituten.	Het volume aan bitumeuze materialen in omloop verkleint langzaam wegens onbruikbare fracties, en worden, indien rendabel, vervangen door substituten.	
<b>Scenario A:</b> De energietransitie van fossiele brandstoffen naar duurzame bronnen zoals zon en wind verloopt zeer snel, hierdoor wordt het gebruik van fossiele brandstoffen uitgefaseerd, wordt energie veelvuldig voorhanden, tegen lage prijzen en concurreert het energielandschap sterk met andere landschappelijke functies.	EA2	In 2050 wordt energie 100% duurzaam opgewekt en in overmaat voorhanden. De energieprijs is aanzienlijk lager dan de huidige prijs, waardoor energetisch intensieve processen financieel aantrekkelijk worden.	De lagere energieprijs maakt energie intensieve processen voor de terugwinning van grondstoffen (waaronder metalen, asfalt en beton) financieel aantrekkelijk.	Versterkte marktactiviteit op het gebied van recycling maakt het gemakkelijker voor RWS om haar areaal circulaire te maken. Het bestaande areaal hoeft minder te worden uitgebreid.	Door de intensivering van recycling worden kringlopen gesloten. De vraag naar materiaal kan het aanbod aan secundair doen overstijgen, waardoor er nog steeds een vraag is naar primair materiaal.	
	EA3	Door transitie naar duurzame energiebronnen, zoals wind en zon, concurreert het energielandschap in 2050 voor beschikbare ruimte. Andere ruimtelijke functies, zoals waterberging komen hiermee onder druk te staan.	De verhoogde druk op landgebruik, verkleint de opties tot waterberging, waardoor verdere verhoging van dijken in het kader van waterveiligheid noodzakelijk wordt. Hiervoor is meer dijkklei benodigd.	RWS zal meer dijkklei moeten gaan opkopen om aan de vraag te kunnen voldoen. Het areaal aan klei groeit hiermee tijdelijk.	De vraag naar dijkklei kan grotendeels worden ingevuld met materiaal dat vrijkomt bij waterbouw projecten. De klei wordt veelal lokaal gewonnen en toegepast. Substitutiematerialen zijn mogelijk nodig om de vraag geheel te dekken.	
	EB1	In 2050 wordt ruwe olie nog veelvuldig gebruikt in chemische toepassingen, vanwege de hoge olieprijs komt er echter weinig bitumen vrij als restproduct.	De beperkingen in het vrijkomen van goedkoop bitumen leidt tot prijsstijgingen. Bitumen is niet altijd financieel rendabel als toepassing in de wegenbouw.	RWS zal het areaal aan bitumen, afhankelijk van de vraag iets uitbreiden, maar daarnaast ook stevig investeren in substituten.	Het volume aan bitumeuze materialen in omloop verkleint langzaam wegens dure en energie-intensieve terugwinprocessen. Er is een grote rol voor energie-efficiënte substituten.	
<b>Scenario B:</b> De energietransitie verloopt moeizaam, hierdoor wordt het gebruik van fossiele brandstoffen slechts langzaam uitgefaseerd, wordt energie beperkt voorhanden, tegen hoge prijzen.	EB2	In 2050 wordt energie nog niet volledig duurzaam opgewekt en vanwege hoge belastingen is de energieprijs hoog.	De hoge energieprijzen maakt energie intensieve processen voor terugwinning van grondstoffen (waaronder metalen, asfalt en beton) financieel onaantrekkelijk.	Moeizame marktontwikkeling op het gebied van recycling maakt het moeilijk voor RWS om haar areaal circulaire te maken. Het bestaande areaal dient mogelijk te worden uitgebreid met substituten.	Door de hoge energieprijzen worden kringlopen niet altijd gesloten. Als gevolg hiervan is er een grote rol voor energie-efficiënte substituten.	

**Bijlage III**

lunchlezing perspectief op schaarste

**Perspectief op schaarste**

Bouw  
Ruimte  
Milieu

**LBP | SIGHT**

Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

**LBP | SIGHT**  
Bouw | Ruimte | Milieu

Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

**Perspectief op schaarste**  
Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

Programmering  
Vraagspecificatie  
Contract & uitvoering  
Instandhouding

1

**LBP | SIGHT**  
Bouw | Ruimte | Milieu


 **Rijkswaterstaat**  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat


## Perspectief op schaarste

Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat



**LBP | SIGHT**  
Bouw | Ruimte | Milieu

 **Rijkswaterstaat**  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat



1. Programmering
2. Vraagspecificatie
3. Contract & uitvoering
4. Instandhouding



**LBP SIGHT**  
Bouw | Ruimte | Milieu



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

## Perspectief op schaarste

### Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

*“In welk type assets van Rijkswaterstaat bevinden zich momenteel schaarse materialen en voor welke materialen is dit in de toekomst (2020-2050) te verwachten? Met welk risico gaat dat gepaard en wat is de orde grootte impact voor de kerntaken van onze organisatie”*



**LBP SIGHT**  
Bouw | Ruimte | Milieu

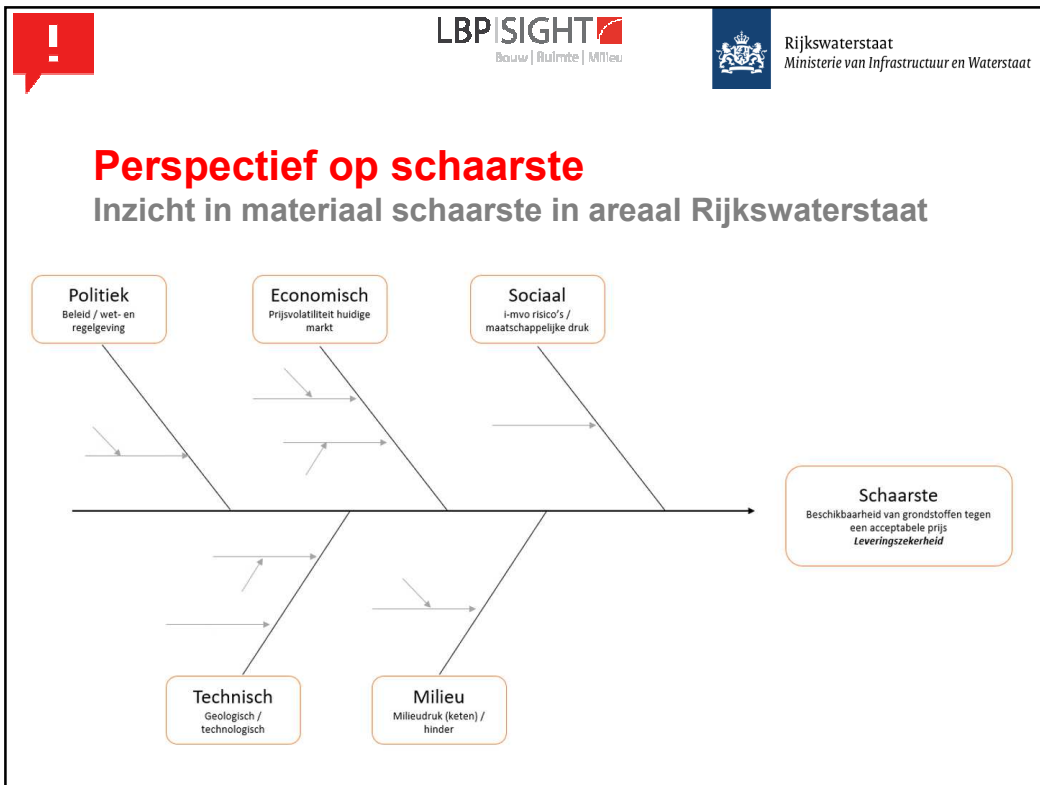


Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

## Perspectief op schaarste

### Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat


1. In welk type assets van Rijkswaterstaat bevinden zich momenteel schaarse materialen
2. Welke impact hebben de potentiële risico's van schaarse materialen op de kerntaken van Rijkswaterstaat
3. Welke strategieën zijn te identificeren om de risico's te mitigeren




**Perspectief op schaarste**  
Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

- Metalen
- Grond (klei)
- Zand
- Cement & Beton
- Asfalt

1. Generieke issues schaarste
2. Areaal RWS
3. Specifiek issues RWS
4. Mate van circulariteit
5. Landingsperspectieven
6. Scenario's



Bouw | Ruimte | Milieu

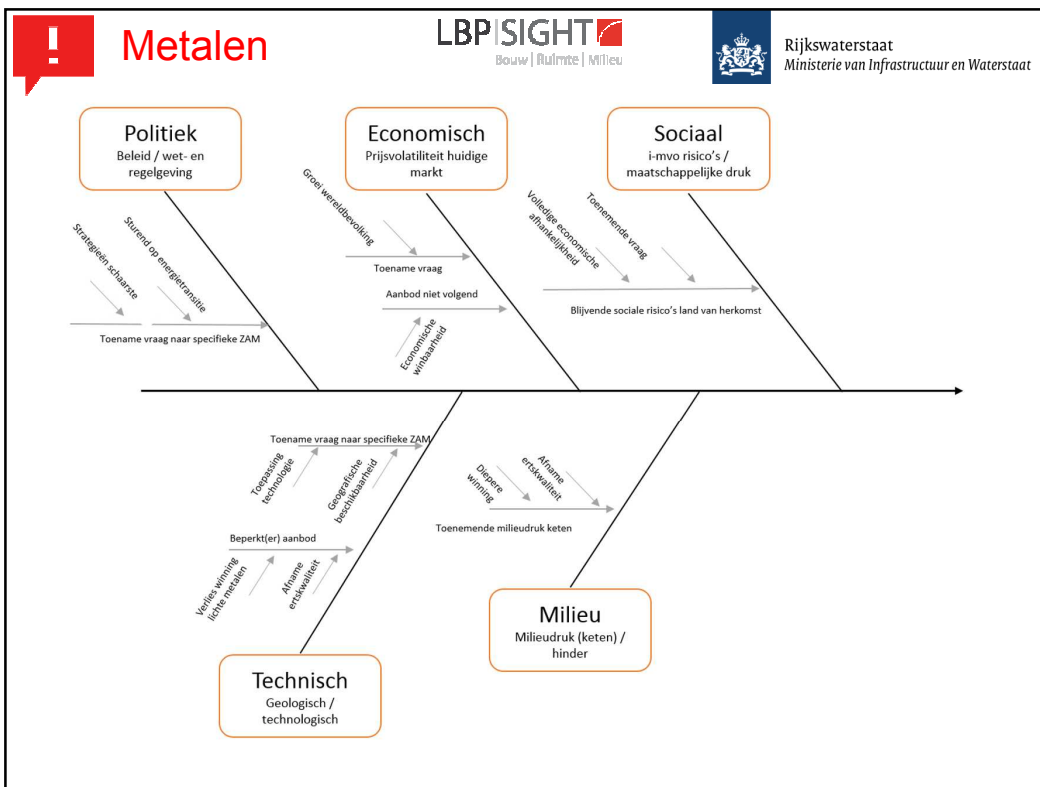


Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

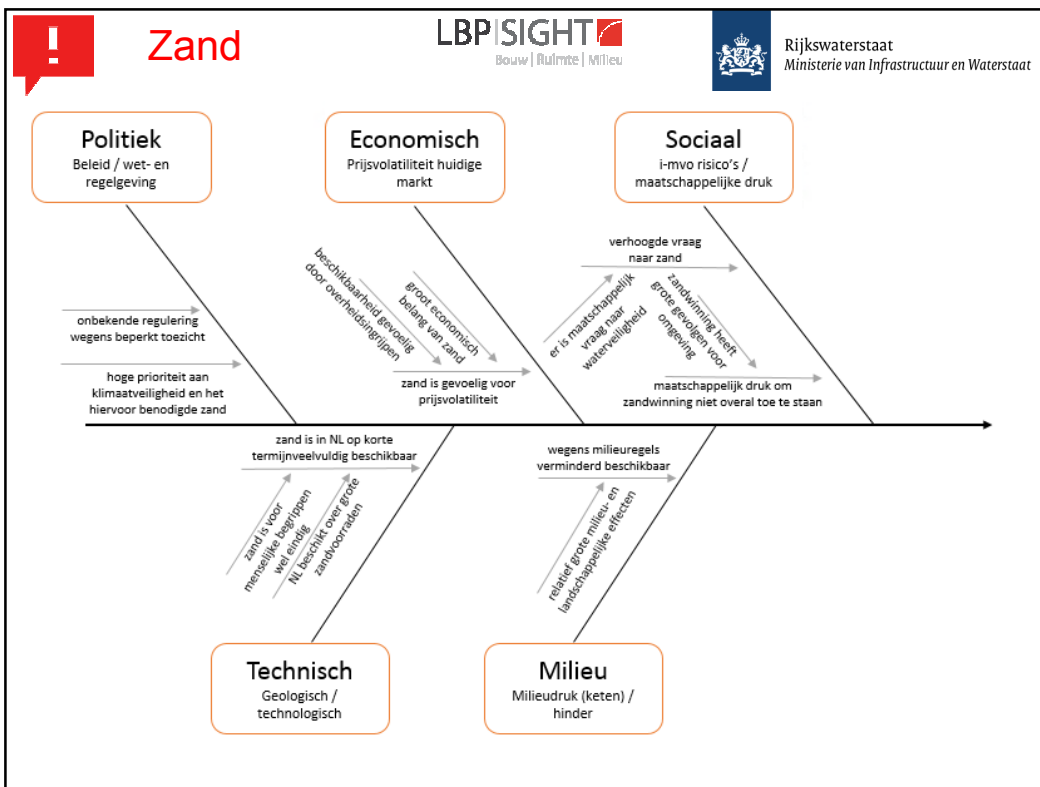
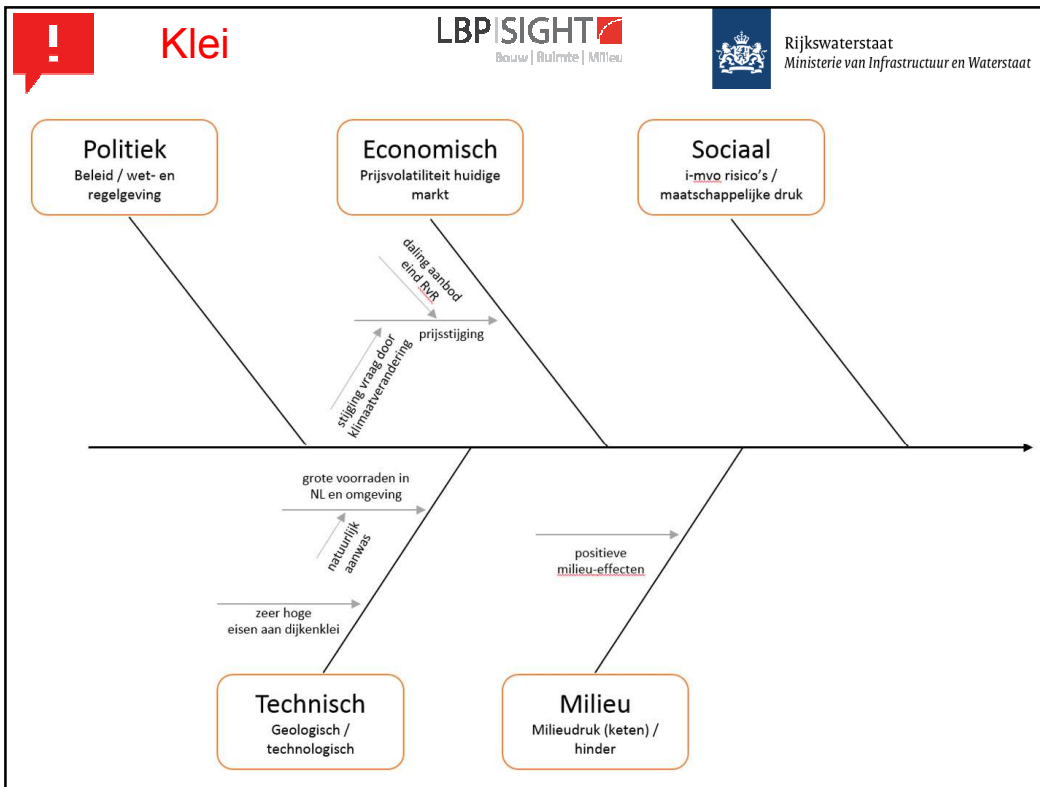
## Perspectief op schaarste

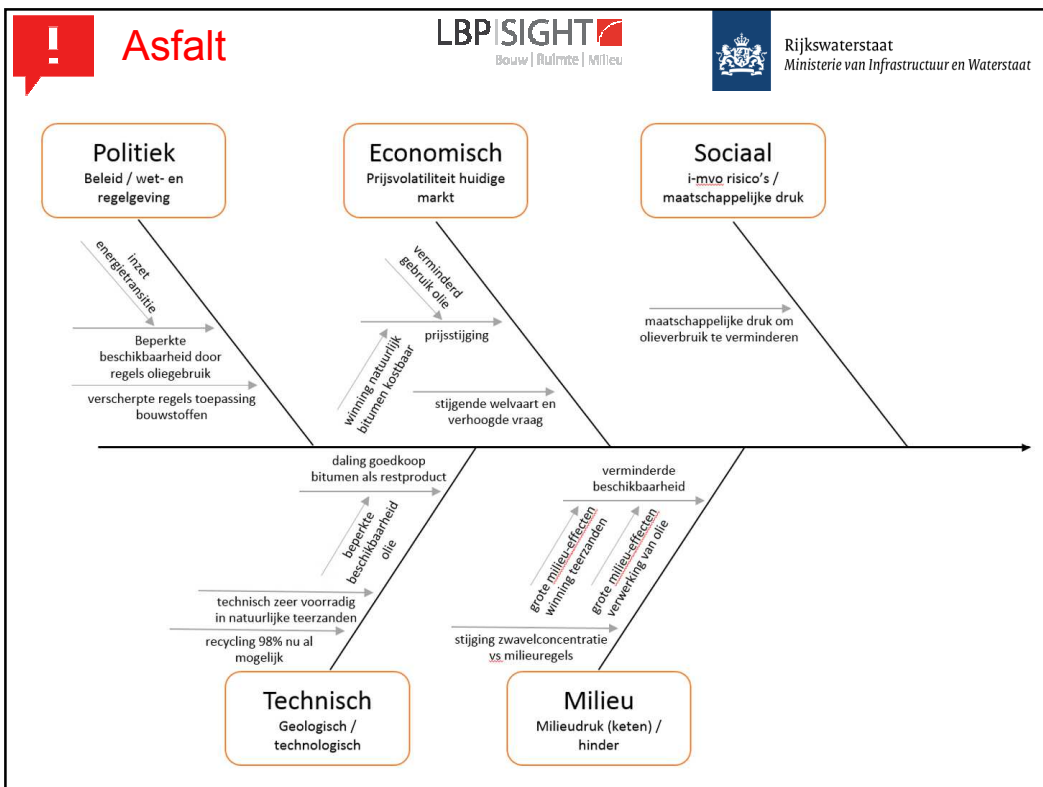
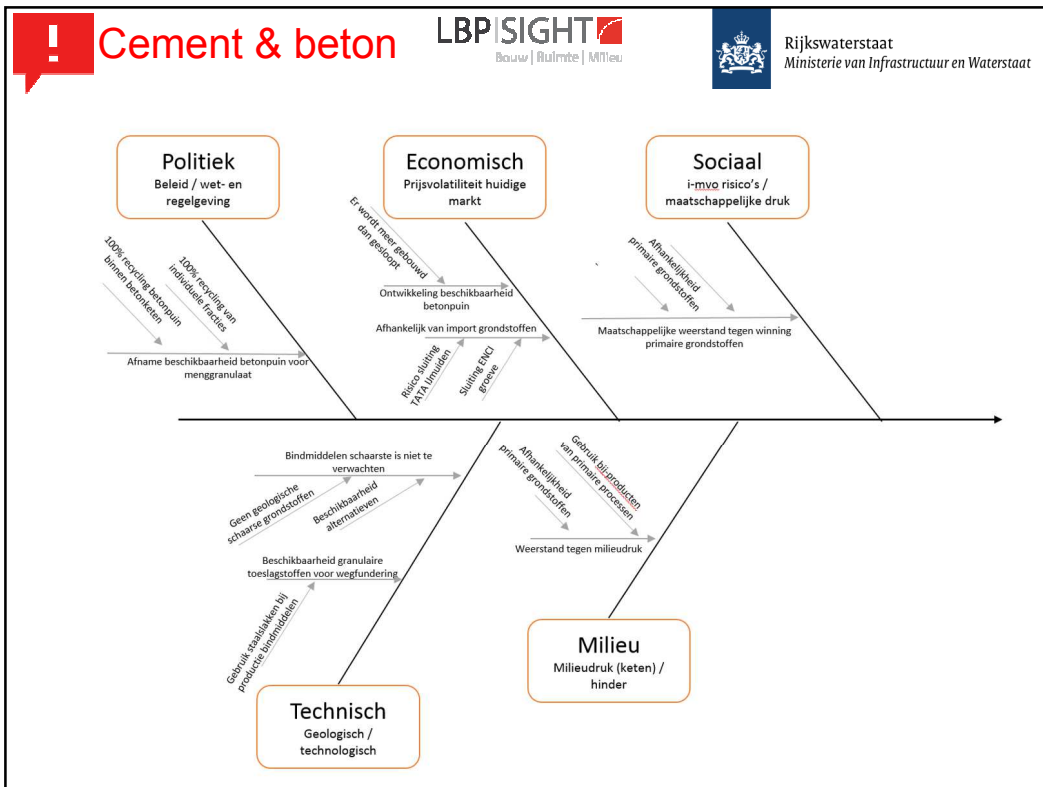
### Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

		metalen	kunststof	glas	steen	beton	andere
HWN	Landschap en Milieu (geluidschermen)	757 km	+	-	-	-	+
	Wegverhardingen (Wegfundering)	5700 km doorgaande rijbaan	-	-	-	+	+
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen	+	-	-	-	+
		79 tunnels & beweegbare bruggen	+	+/-	-	-	+
		190 overige kunstwerken	+	-	-	-	+
		6000 portalen en uithouders	+	-	-	-	+
	Verkeerscentrales		+/-	+	-	-	+
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijverlichting & 93.956 mastverlichting	+/-	+	-	-	+/-
		> 375.000 borden en markeringen	+	-	-	-	+/-
		7.798 km geleideconstructie	+	-	-	-	+/-
HWWN	Dynamisch Verkeersmanagement	ruim 30.000 elementen	+	+	-	-	+/-
	Overvoers (damwandoevers)	2305 km	+	-	-	-	-
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmoervoorzieningen	+	-	-	-	-
		129 schutsluizen	+	+/-	-	-	+
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen	-	-	+	+	+/-
		1378 onderdelen tlv verkeersgeleidingssystemen	+	+	-	-	-
		28298 vaarwegmarkeringen & scheepsvaarttekens	+/-	-	-	-	+/-
	Overvoers (erosiekuilen)	22 drijs	+	+	-	-	-
	Bedencentrales		+/-	+	-	-	+
	HWS	Stormvloedkeringen	5 keringen	+	+/-	+/-	+/-
Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden		ca. 700 km keringen	-	-	+	-	+/-
Kustfundament		4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-	+	-
Kunstwerken		112 gemalen, stuwten, waterreguleringswerken	+/-	+/-	-	-	+
		347 duikers, kolken, natuur, spui	+/-	-	-	-	+









Bouw | Ruimte | Milieu

Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

## Perspectief op schaarste

### Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

	Kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen
	Verkeerscentrales	
	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.95 mastverlichting
	Dynamisch Verkeermanagement	ruim 30.000 elementen
	Kunstwerken	129 schutsluizen
	Kunstwerken	1378 onderdelen t.b.v. verkeersgeleidingssystemen
	Kunstwerken	22 drips
	Bedieningscentrales	
	Stormvloedkeringen	5 keringen
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken

e-componenten

Elektronica, verlichting, elektrische componenten, optische componenten, computers etc.

Metaalbouw

Constructies, bruggen, masten, portalen, deuren, bordessen, tanks

Chroom, **Kobalt**, Molybdeen, Niobium, **Wolfram**, Vanadium, Aluminium, Koper, Goud, **Magnesium**, Mangaan, Rhenium, Strontium, **Platina**, **Scandium**,

Antimoon, Beryllium, **Kobalt**, **Indium**, Lithium, Molybdeen, **Niobium**, Zilver, **Wolfram**, **Vanadium**, Aluminium, **Bariet**, Koper, **Gallium**, **Germanium**, Goud, **Magnesium**, Mangaan, Nikkel, Rhenium, Strontium, **Tantalium**, Tellurium, Zirkonium, **Iridium**, **Osmium**, **Palladium**, **Platina**, **Rhodium**, **Ruthenium**, Cerium, Europium, Gadolinium, Lanthanium, Neodymium, Praseodymium, Samarium, **Scandium**, **Dysprosium**, **Terbium**, **Ytterbium**, **Yttrium**

Bouw | Ruimte | Milieu

Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

## Perspectief op schaarste

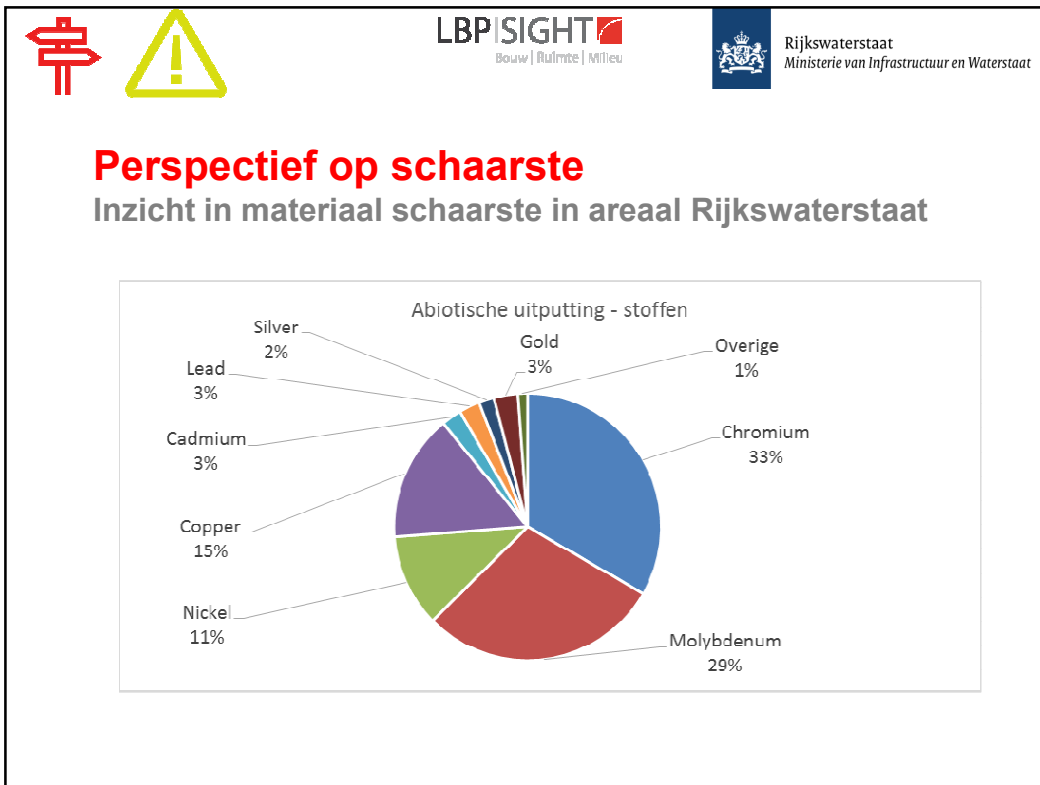
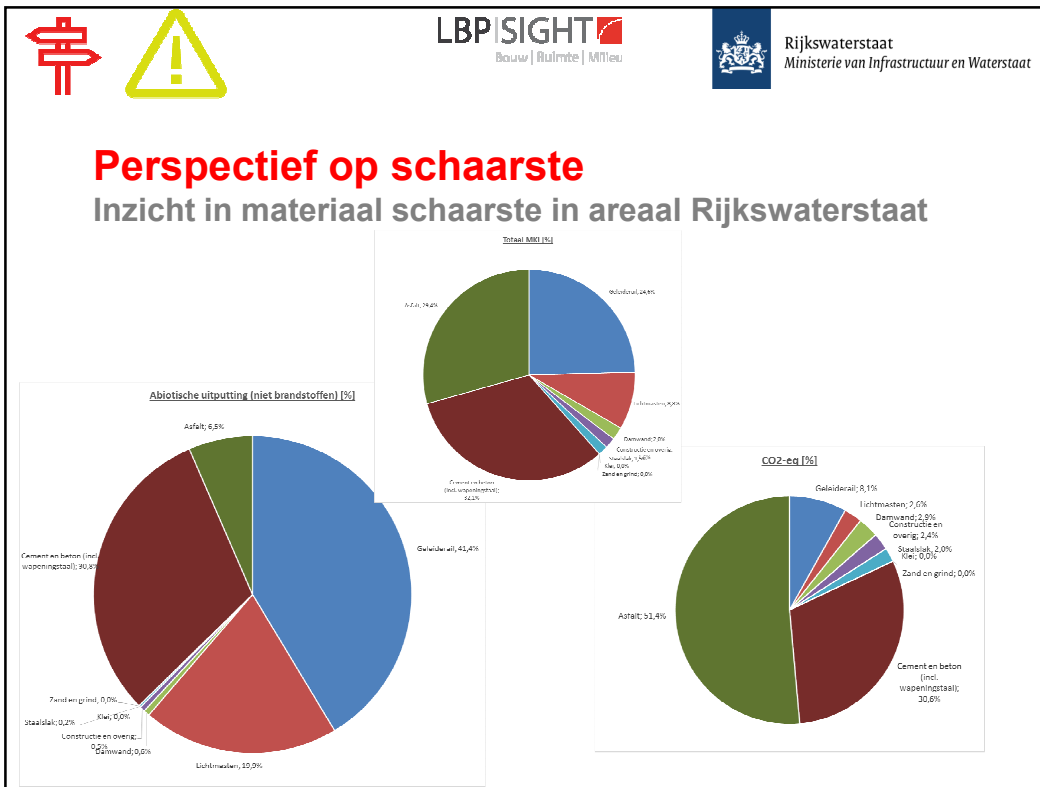
### Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

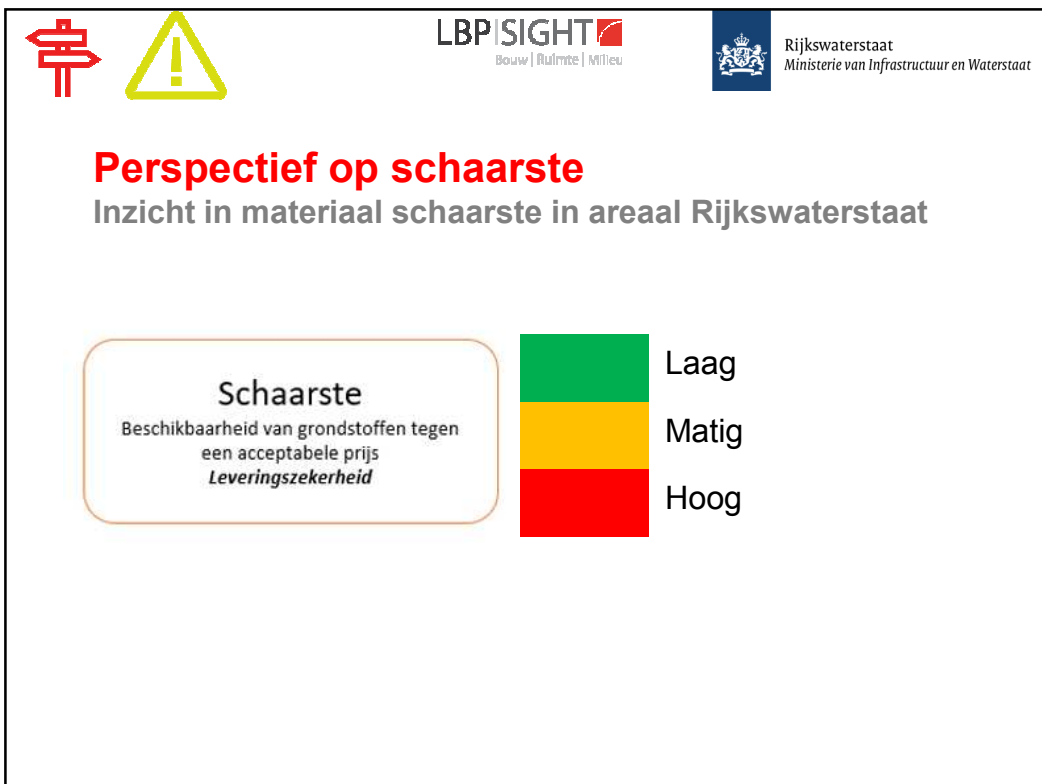
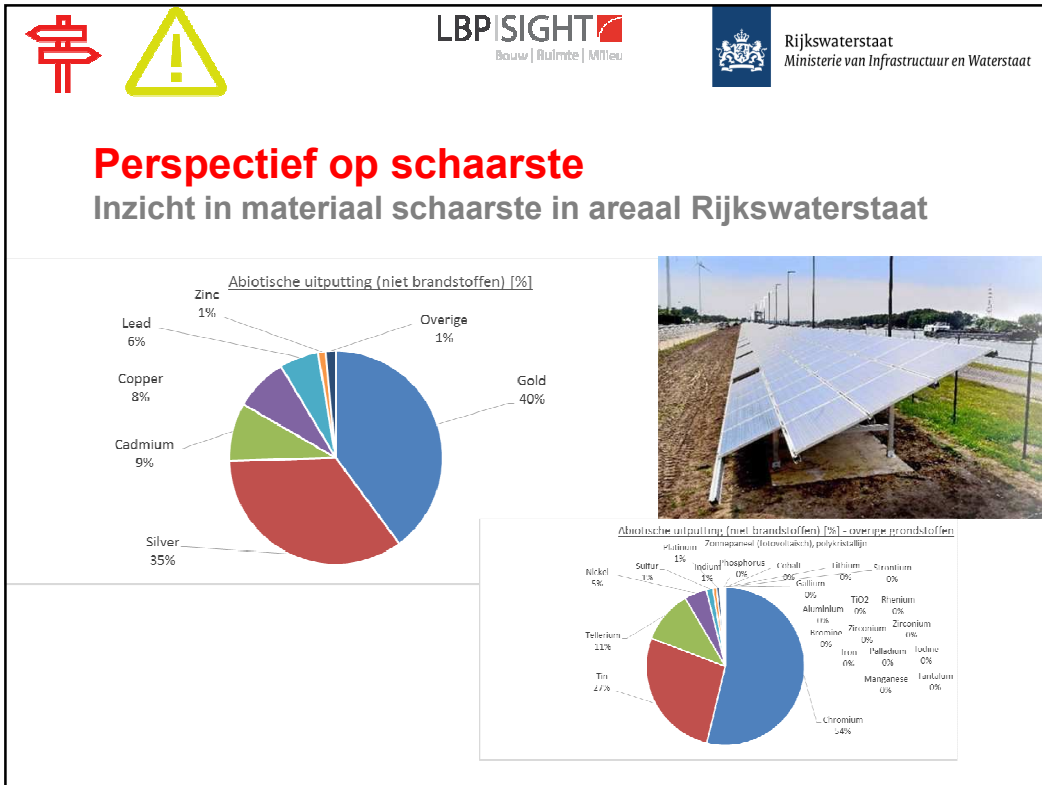
**Massa [%]**



- Zand en grind: 92,2%
- Arfak: 5,1%
- Massa (Staal): 0,9%
- Cement en beton (incl. wapeningstaal): 1,8%

**Totaal MKI [%]**

- Geleiders: 24,0%
- Aafak: 29,1%
- Cement en beton (incl. wapeningstaal): 22,1%
- Lichtmasten: 8,8%
- Diamant: 2,0%
- Constructie en sving: 1,3%
- Staal: 1,3%
- Klei: 0,0%
- Zand en grind: 0,0%





## Perspectief op schaarste

### Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

			metalen		kritieke metalen		dijken/kei			zand&grind		cement&beton			asfalt			
			2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050	2020	2030	2050	
Landschap en Milieu (geluidschermen)	Wegverhardingen (Wegfundering)	757 km	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	5700 km doorgaande rijbaan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	4890 grote kunstwerken ex. Tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	79 tunnels & beweegbare bruggen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		190 overige kunstwerken	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		6000 portalen en uithouders	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Verkeerscentrales	Verkeersvoorzieningen	228 km lijnverlichting & 93.956 mastverlichting	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			> 375.000 borden en markeringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			7.798 km geleideconstructie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		HWN	Dynamisch Verkeersmanagement	ruim 30.000 elementen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Devers (damwandovers)	Kunstwerken	2305 km	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	323 vaste bruggen & afmeervoorzieningen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	129 schutsluizen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Verkeersvoorzieningen nat	7000 km vaarwegen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	1378 onderdelen tbv verkeersgeleidingssystemen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		28298 vaarwegmarekeringen & scheepvaarttekens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	22 drips	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Devers (erosiekuilen)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	HVWN	Bediencentrales		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Stormvloedkeringen	5 keringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dijken, dammen, duinen, uiterwaarden	Kustfundament	ca. 700 km keringen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	4.400 km <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Kunstwerken	112 gemalen, stuwen, waterreguleringswerken	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HWS	Kunstwerken	347 duikers, kolken, natuur, spui	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	







LBP | SIGHT  
Bouw | Ruimte | Milieu



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

## Perspectief op schaarste

Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

- **Smart mobility:** De opkomst van zelfrijdende- en onderling communicerende auto's
- **Klimaatadaptatie:** Aanpassingen die noodzakelijk zijn als reactie op een stijgende zeespiegel en een veranderend weerpatroon.
- **Betonakkoord:** Het beoogde doel van de betonsector om op termijn 100% van het vrijkomende betonafval binnen de eigen branche opnieuw hoogwaardig in te zetten.
- **Energie transitie:** De overgang naar een maatschappij waarin enkel nog hernieuwbare energie technieken geaccepteerd worden.



LBP | SIGHT  
Bouw | Ruimte | Milieu



Rijkswaterstaat  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

## Perspectief op schaarste

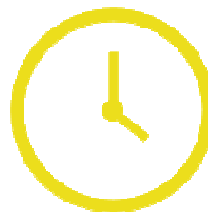
Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat

1. Programmering

2. Vraagspecificatie

3. Contract & uitvoering

4. Instandhouding










## Perspectief op schaarste

### Inzicht in materiaal schaarste in areaal Rijkswaterstaat







## Neem gerust contact met ons op!



**JEANNETTE LEVELS-VERMEER**  
 Vennot, Adviseur  
 ☎ 06-33952904  
 ✉ j.levels@lbsight.nl





**GERWIN BEUKHOF**  
 Adviseur  
 ☎ 06-33952014  
 ✉ g.beukhof@lbsight.nl





**RENÉ KRAAIJENBRINK**  
 Adviseur  
 ☎ 062-0360327  
 ✉ r.kraaijenbrink@lbsight.nl





**DIRK-JAN SIMONS**  
 Vennot, Adviseur  
 ☎ 06-51090713  
 ✉ d.simons@lbsight.nl

