



Onderzoek hergebruikpotentie

Geleiderails

Rijkswaterstaat

17 februari 2023

Project Onderzoek hergebruikpotentie
Opdrachtgever Rijkswaterstaat

Document Geleiderails
Status Definitief
Datum 17 februari 2023
Referentie 129722-23-002.529

Projectcode 129722
Projectleider Ir. R. Dijcker
Projectdirecteur Ir. A.C. de Wit

Auteur(s) B.M. Roelofs MSc
Gecontroleerd door Ir. R. Dijcker
Goedgekeurd door Ir. R. Dijcker

Paraaf 

Adres Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs B.V.
Leeuwenbrug 8
Postbus 233
7400 AE Deventer
+31 (0)570 69 79 11
www.witteveenbos.com
KvK 38020751

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Witteveen+Bos is gecertificeerd op basis van ISO 9001.

© Witteveen+Bos

Niets uit dit document mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Witteveen+Bos noch mag het zonder dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd, behoudens schriftelijk anders overeengekomen. Witteveen+Bos aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enigerlei schade die voortvloeit uit of verband houdt met het wijzigen van de inhoud van het door Witteveen+Bos geleverde document.

SAMENVATTING

Rijkswaterstaat heeft de ambitie om in 2030 circulair te werken. Inzet op hergebruik is daar een belangrijk onderdeel van. De hergebruikpotentie van een objecttype is afhankelijk van onder meer de technische eigenschappen, de potentiële milieuwinst en de financiële haalbaarheid. Voor de rol van Rijkswaterstaat is onder meer de fase van markttransformatie en het bijpassende organisatiemodel van belang.

De hergebruikpotentie van geleiderails is groot. Naar verwachting komt er circa 4.000 km vrij in de periode tot 2030, waarvan circa 1.700 kilometer her te gebruiken is. Dit is minder dan de verwachte vraag naar geleiderails die door vervanging en nieuwe aanleg totaal 5.000 km is. Herbruikbare geleiderails komen vooral vrij uit wegreconstructies en geleiderails die technisch einde levensduur zijn (renovatie).

Technisch zijn geleiderails goed geschikt voor hergebruik. Dit komt door goede losmaakbaarheid en geringe fysieke belasting. De afkeur van geleiderails wordt met name bepaald door corrosie en vervormingen. De daadwerkelijke hergebruikpotentie is lastig te bepalen omdat op dit moment de afkeur niet wordt geregistreerd.

De potentiële milieu-impact van hergebruik van geleiderails is groot. Voor de periode tot 2030 is de potentiële milieuwinst bij hoogwaardig hergebruik van alle vrijkomende en herbruikbare objecten 7,04 mln EUR MKI (-38 % +43 %). Deze winst is vooral het gevolg van renovatie, omdat meer geleiderails in aanmerking komen voor renovatie dan direct hergebruik. Direct hergebruik levert per meter geleiderail wel meer milieuwinst op.

De financiële haalbaarheid van hergebruik van geleiderails lijkt goed. Met de huidige materiaal- en arbeidsprijzen (2022) is er daarmee wel een financiële businesscase voor hergebruik. In het validatieproject A79 is aangetoond dat met lagere staalprijsen dan de huidige er sprake is van een positieve businesscase voor hergebruik, waarbij het uitvalspercentage van geleiderails een doorslaggevende factor kan zijn. Enerzijds ontstaan er meer kosten door nette demontage en tijdelijke opslag. Dit wordt ruimschoots gecompenseerd doordat de opbrengsten als gevolg van besparing op de aanschaf van nieuwe geleiderails.

Vanuit het markttransformatiemodel bevindt de markt zich voor hergebruik van geleiderails in fase 2. Dit betekent dat er sprake is van een competitiefase. Om volgende stappen te zetten naar meer hergebruik is het van belang om een heldere visie vanuit RWS te geven over de richting die wordt ingezet. De huidige keten van geleiderails is gedreven door de markt. Rijkswaterstaat gaat hergebruik van geleiderails bevorderen door 'nette demontage' standaard uit te vragen. Als blijkt dat hergebruik door marktwerking (onder voorwaarde van nette demontage) niet plaatsvindt, kan meer sturing door RWS gegeven worden om hergebruik te faciliteren.

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	6
1.1	Doel van het onderzoek	6
1.2	Scope en definitie geleiderail	7
1.3	Aanleiding keuze geleiderail	7
1.4	Aanpak	8
1.5	Leeswijzer	8
2	HERGEBRUIKPOTENTIE GELEIDERS	9
2.1	Vrijkomende geleiders 2021-2030	9
2.1.1	Overzicht vrijkomende geleiders	10
2.2	Herbruikbaarheid: technisch	12
2.2.1	Beperkingen	15
2.2.2	Restlevensduur van geleiders	15
2.2.3	Overige aandachtspunten bij herbruikbaarheid van geleiders	16
2.3	Herbruikbaarheid: milieuaspecten	16
2.3.1	Milieu-impact en materialen	16
2.4	Herbruikbaarheid: kosten en baten	20
3	HANDELINGSPERSPECTIEF	22
3.1	Herbruikbaarheidsproces	22
3.1.1	Huidige levensloop geleiders	22
3.1.2	Proces bij herbruikbaarheid	23
3.1.3	Ketenpartners	26
3.2	Barrières en oplossingsrichtingen	26
3.3	Consequenties	28
3.4	Fase markttransformatie	29
3.5	Organisatiemodellen	30
4	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	32
4.1	Conclusies	32
4.2	Aanbevelingen	35

Bijlage(n)

Aantal pagina's

I	Analyse RESULTATEN validatieproject A79	2
II	Berekening	4
III	Twee ketenmodellen	2

1

INLEIDING

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 toeneemt, door een groeiende wereldbevolking en toenemende consumptie. Dit gaat gepaard met een forse impact op het milieu. 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 en uitstoot van broeikasgassen terug te dringen. 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 (RWS) heeft zelf de doelstelling om al in 2030 circulair te werken. In 2017 is daarom het 'Impulsprogramma Circulaire Economie' gestart, dat tot en met eind 2021 liep, om de kennis te ontwikkelen waarmee handen en voeten gegeven kan worden aan 'circulair werken in 2030'. Om de opgedane kennis ook daadwerkelijk te implementeren in de organisatie, is eind 2019 de strategie 'Naar klimaatneutrale en circulaire rijks infrastructuurprojecten'(KCI) vastgesteld door het ministerie van IenW, in samenwerking met RWS en ProRail. Deze strategie, die gericht is op het behalen van meetbare doelen, moet ertoe leiden dat in 2030 alle processen en werkwijzen zo zijn ingericht dat circulair wordt gewerkt, dat deze klimaatneutraal zijn en een reductie van 50 % minder primaire grondstoffen is behaald. Hergebruik van vrijkomende objecten en onderdelen wordt als een van de belangrijkste mogelijkheden gezien om de doelstellingen op korte termijn te realiseren. Rijkswaterstaat wil nadrukkelijk inzetten op hergebruik en hiervoor een organisatie brede hergebruikstrategie ontwikkelen. Als input voor deze strategie is de hergebruikpotentie bepaald voor zeven objecttypen, te weten betonnen prefab liggers, geleiderails, vaste stalen bruggen, stootplaten, oeverconstructies (damwanden), portalen en installaties. Deze rapportage beschrijft de resultaten van het onderzoek naar de hergebruikpotentie van geleiderails.

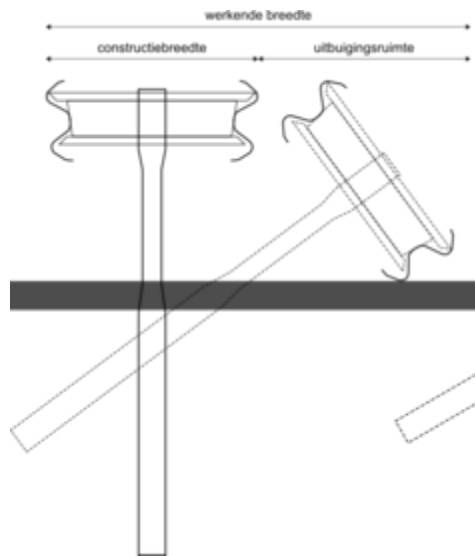
1.1 Doel van het onderzoek

Het doel van dit rapport is om inzicht te krijgen in de hergebruikpotentie van geleiderails. Onder de hergebruikpotentie wordt de uitsparing van materiaal, milieu- en klimaatimpact verstaan, de kosten en eventuele opbrengsten, én de praktische invulling van hergebruik; technisch en economisch. Naast inzicht op deze aspecten voor geleiderails dient dit rapport als onderdeel van de prioritering voor hergebruik waarbij ook prefab liggers, stootplaten, stalen bruggen, damwanden, verkeersportalen en installaties worden beschouwd. Daarmee geeft het inzicht in prioritering en aandeel van de totale potentie voor de bijdrage aan milieu- en klimaatdoelen van RWS. Aangezien voor hergebruik geleiderails al een RWS-traject loopt en daarmee al hoge prioriteit kent, draagt deze deskstudie voornamelijk bij door hergebruik van geleiderails in context te plaatsen met andere hergebruikkansen voor RWS. Voor geleiderails is al veel onderzoek gedaan, waarmee inzicht in herbruikbaarheid, milieu-impact en kosten is verkregen. Specifiek voor het onderdeel geleiderail is het dus van belang deze kennis samen te brengen, kritisch te analyseren en de hergebruikpotentie te bepalen.

1.2 Scope en definitie geleiderail

Een geleiderail (vangrail in de volksmond) is bedoeld ervoor te zorgen dat voertuigen niet van de weg raken. Specifieker zorgt een geleiderailconstructie voor 'beveiliging tegen middenbermperforaties en tegen obstakels in bermen, waarbij voertuigen zodanig worden geleid dat hun koers wordt gecorrigeerd' [... het is een] 'voorziening langs een rijbaan die moet voorkomen dat voertuigen op een andere rijbaan of van de weg geraken, dan wel tegen een obstakel aanrijden die bij een aanrijding een groot risico oplevert'¹. Afbeelding 1.1 laat zien hoe een geleiderail, wanneer deze geraakt wordt, in staat is uit te bewegen en zo krachten op te vangen.

Afbeelding 1.1 Werking geleiderails. Bron: [Wegenwiki.nl/geleiderail](https://www.wegenwiki.nl/geleiderail)



Er bestaan verschillende prestatieniveaus voor geleiderails, namelijk:

- T1 tot en met T3 voor tijdelijke voertuigkeringen;
- N1 en N2 voor normale voertuigkeringen (gebiedsontsluitingswegen en erftoegangswegen);
- H1 tot en met H3 voor hoge prestatie (autosnelwegen) en;
- H4a en H4b voor zeer hoge prestatie (kunstwerken of gevaarpunten op autosnelwegen).

In het geval van Rijkswaterstaat areaal gaat het met name om prestatieniveau H2 'voertuig kerende constructies'. In de NPR5191 is de levering en plaatsing van geleiderail vastgelegd, zoals beschreven in NEN5190 en NEN5191. Daarnaast bevat de NPR5191 de specifieke plaatsingscriteria voor de constructies, de regels voor de uitvoering en verdere toepassingseisen voor de H2-kerende geleiderail (conform NEN5190 en NEN5191). Doordat de NPR5191 wordt aangehouden als standaard inkoopvoorschrift is er een hoge mate van standaardisatie in geleiderails.

1.3 Aanleiding keuze geleiderail

RWS beheert circa 8.000 km geleiderail langs het hoofdwegennetwerk (HWN)² en is de grootste afnemer van geleiderails. Daarnaast blijkt uit de zwaartepuntanalyse MKI en klimaatimpact (CE Delft) dat de MKI van geleiderails een groot aandeel van het de totale Vervanging en Renovatie (VenR) opgave is, circa 25 %³. Op klimaatimpact is dit aandeel zelfs circa 30 %. Voor nieuwe Aanleg (MIRT) is dit aandeel beduidend lager (6 %), wat duidt op nadruk op in stand houden en of aanpassen van het huidige areaal.

¹ <https://www.wegenwiki.nl/Geleiderail>.

² TwynstraGudde (2020) Verkenning duurzame geleiderail (spoor bestaand).

³ CE Delft (2021) Zwaartepuntanalyse MKI en klimaatimpact Transitiepad Kunstwerken RWS 2021-2030.

In de periode 2021-2030 wordt dus ingeschat dat een ongeveer kwart van de aan de VenR gerelateerde milieu- en klimaatimpact door het aanbrengen van nieuwe geleiderails wordt veroorzaakt. De relatief grote milieu-impact is een gevolg van grote lengtes geleiderails. Een geleiderail is daarnaast goed herbruikbaar door losmaakbaarheid en standaardisering.

1.4 Aanpak

Bij het uitvoeren van het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven, zijn de volgende stappen ondernomen:

- beschrijving van het object en relevantie van de aanleg- en vervangingsopgave (paragraaf 1.2, 2.1, 2.2 en 2.3);
- wat gebeurt er momenteel met de vrijkomende geleiderails in de keten? (paragraaf 3.1.1);
- potentie van hergebruik, inclusief scan behoefte/potentiële afnemers/markt, met daarbij de belangrijkste stappen/maatregelen die nodig zijn om hergebruik mogelijk te maken (paragraaf 2.2., 3.1.2. en 3.1.3);
- beschrijving relevante aspecten op milieu en grondstoffenverbruik bij hoogwaardig hergebruik versus nieuw en recycling (paragraaf 2.3.1 en 2.3.2.);
- beschrijving kosten en baten hoogwaardig hergebruik versus nieuw en recycling (paragraaf 2.4);
- wet- en regelgeving die van toepassing/missend/belemmerend/ in ontwikkeling zijn voor hergebruik (paragraaf 3.2);
- algemene en object/onderdeel-specifieke risico's en belemmeringen voor hergebruik, inclusief voorstellen en beheersmaatregelen (paragraaf 3.2.);
- inzicht in de ketenpartners voor hergebruik en impact van hergebruik op de betreffende ketenpartners (leveranciers en opdrachtnemers) (paragraaf 3.1.3)
- inzicht in de huidige positie in de markttransformatie richting 'hergebruik, tenzij' (paragraaf 3.4);
- inzicht in het huidige organisatiemodel en transformatie op de korte en middellange termijn mogelijk zijn om hergebruik te bevorderen (paragraaf 3.5).

Expertise

Voor het opstellen van het onderzoek naar het hergebruik van geleiderails is gebruik gemaakt van kennis binnen Witteveen+Bos en RWS. De experts die geraadpleegd zijn staan in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Betrokken experts

Naam	Organisatie	Ervaring
H. (Henk) Senhorst	RWS (GPO)	expert en aanjager hergebruik geleiderail bij RWS
ing. D.A. (Diederik) Van den Oudenrijn	Witteveen+Bos	infrastructuur en mobiliteit, senior-adviseur en ontwerper Verkeer en Wegen
ing. O.C. (Oscar) Kerssens	Witteveen+Bos	infrastructuur en mobiliteit, Construction management, Kostenmanagement en advies

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de hergebruikpotentie van geleiderails en beschouwt daarbij 4 aspecten: inschatting vrijkomende objecten en de technische, milieu en financiële aspecten van de hergebruikpotentie. Hoofdstuk 3 gaat vervolgens in op het handelingsperspectief door het hergebruikproces te schetsen, eventuele barrières en oplossingsrichtingen te noemen en de consequenties aan te stippen (vooral op organisatorisch gebied). Tot slot, worden in hoofdstuk 4, conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

2

HERGEBRUIKPOTENTIE GELEIDERAILS

2.1 Vrijkomende geleiderails 2021-2030

Om de potentie van hergebruik van geleiderails te onderzoeken is eerst beschikbaar onderzoek, aangeleverd door RWS, geanalyseerd. Vervolgens is informatie uit openbare bronnen en de Nationale Milieu Database (NMD) gebruikt om ontbrekende informatie aan te vullen. De resultaten uit beschikbare onderzoeken en door ons gehanteerde uitgangspunten en aannames zijn geverifieerd met de heer ing. D.A. van den Oudenrijn (W+B, senior-adviseur/ontwerper Verkeer en Wegen) en de heer ing. O.C. Kerssens (W+B kostendeskundige).

Beschikbare data en onderzoek

Ten opzichte van overige objecten binnen de studie naar hergebruikpotentie voor RWS, is onderzoek naar hergebruik van geleidrail al ver gevorderd. Dit rapport richt zich daarom dan ook op het bundelen van deze informatie en vertalen naar hergebruikpotentie en daarnaast op het inzichtelijk maken van uitgangspunten en gevoeligheid daarvan op de hergebruikpotentie.

Verkenning duurzame geleiderail

In de periode eind 2019-medio 2020 is door RWS in samenwerking met de sector (aannemers, renovatiebedrijf, leveranciers geleiderails) de haalbaarheid van renovatie van geleiderails onderzocht. De conclusie hiervan was dat renovatie van geleiderails wenselijk is vanuit circulariteits- en klimaatdoelen, technisch haalbaar is én economisch aantrekkelijk. In het rapport van TwynstraGudde¹ wordt de haalbaarheid en milieu- en economische aspecten van de verduurzaming van het bestaande systeem geleiderails beschreven. RWS heeft in een eerder traject (Green Deal Duurzame Geleiderails) zowel nieuwe geleiderails als gerenoveerde geleiderails (renorails) opgenomen in de DuboCalc Bibliotheek en in aanbestedingen de MKI-waarde van geleiderails opgenomen als gunningscriterium.

Validatieproject A79

Naar aanleiding van de verkenning duurzame geleiderail is een validatieproject² gestart door RWS met als doel om ervaring op te doen met de technische en organisatorische kanten van het renovatieproces en om de opgedane ervaringen breed te verspreiden binnen RWS en naar relevante marktpartijen. In het validatieproject is een stuk geleiderail (5-10 km) op de A79 (Maastricht-Heerlen) gedemonteerd en gerenoveerd is. De resultaten hiervan staan beschreven in het RWS Validatieproject A79 dat in 2021 is gepubliceerd. Hierin is ook een eerste kostenmodel voor renovatie van geleiderails beschreven.

Milieu-impact

Naast de praktische inzichten uit het validatieproject zijn er ook gevalideerde³ studies gedaan naar de milieu-impact van geleiderail en gerenoveerde geleiderail. In DuboCalc is voor verschillende typen geleiderail een productkaart aanwezig. De LCA-resultaten die de basis vormen van deze productkaarten zijn tevens openbaar beschikbaar gesteld door Nibe⁴.

¹ TwynstraGudde (2020) Verkenning duurzame geleiderail Spoor bestaande Rapportage Verkenning Duurzame Geleiderail.

² RWS (2021) Verslag Validatieproject A79.

³ Toetsing door NMD gecertificeerd deskundige, conform NMD bepalingmethode.

⁴ Nibe (2021) Categorie 3 LCA's wegmeubilair Stalen geleiderails & gerenoveerde stalen geleiderail (NMD Document H33 Afschermingsvoorzieningen - Stalen geleiderails - V 1.1).

Onderzoek renovatieketens

Gelijktijdig met onderhavig onderzoek is onderzocht door PKM-advies metaal onderzocht welk organisatiemodel voor RWS de voorkeur heeft (eindrapportage tweeketenmodellen geleiderail onderzoek d.d. 21 juni 2022). Om bevindingen uit het lopende onderzoek van PKM en hieruit volgende interne traject met betrekking tot hergebruik geleiderails zo goed als mogelijk mee te kunnen nemen in dit onderzoek heeft afstemming plaatsgevonden met Henk Senhorst (RWS, GPO) en Anneke van Leeuwen (RWS-WVL). Een overzicht van de beschikbare onderzoeken is weergegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Referentielijst

Naam	Omschrijving
TwynstraGudde (2020) Verkenning duurzame geleiderail Spoor bestaand. Rapportage Verkenning Duurzame Geleiderail	haalbaarheid en milieu- en economische aspecten van de verduurzaming van het bestaande systeem geleiderails
Nibe (2021) Categorie 3 LCA's wegmeubilair Stalen geleiderails & gerenoveerde stalen geleiderail (NMD Document H33 Afschermingsvoorzieningen - Stalen geleiderails - V 1.1)	achtergrond milieudata geleiderails
Nationale Milieu Database	milieudata geleiderails
CE Delft Zwaartepuntanalyse (2021)	zwaartepuntanalyse MKI en klimaatimpact transitiepad kunstwerken RWS 2021-2030
Prognoserapport_VenR_2021 (definitief 26102021)	vervanging en Renovatie prognose voor de periode 2021 tot en met 2050
CE Delft (2017) LCA-resultaten van geleiderails	achtergrond milieudata geleiderails
Primum (2019)	achtergronddata RWS Feitenbasis Strategie Klimaatneutrale en Circulaire GWWS-projecten
PKM (2022)	eindrapportage onderzoek renovatieketens (21 juni 2022)
RWS-memo (2022)	hergebruik geleiderails Memo ter voorbereiding gesprek met opdrachtgevers d.d. 7 juli 2022

2.1.1 Overzicht vrijkomende geleiderails

Om inzicht te krijgen in de potentie voor hergebruik, is het noodzakelijk zicht te hebben op vrijkomende objecten in de komende jaren. RWS beschrijft de vervanging en renovatie (VenR) opgave in het prognoserapport VenR 2019. Op basis van deze prognose en aanleg/uitbreiding kan bepaald worden hoeveel geleiderail (lengte, massa) er de komende jaren in potentie beschikbaar zal komen voor hergebruik.

RWS beheert circa 8.000 km geleiderail langs het hoofdwegennetwerk (HWN), dit is ongeveer 337 kiloton verzinkt staal¹. Per jaar wordt ingeschat dat het areaal met circa 100 km geleiderail wordt uitgebreid door aanleg van nieuwe wegen en aanbrengen van geleiderail waar deze ontbreekt. Daarnaast wordt per jaar circa 400 km vervangen door aanrijdingen (circa 100 km/jaar), wegconstructies (circa 150 km/jaar) of einde levensduur van de zinklaag (circa 150 km/jaar)². Tabel 2.2. geeft een overzicht van deze inschatting voor jaarlijkse vervanging en uitbreiding van geleiderail in het RWS-areaal.

¹ Eén kilometer geleiderail komt gemiddeld genomen overeen met 42,1 ton staal.

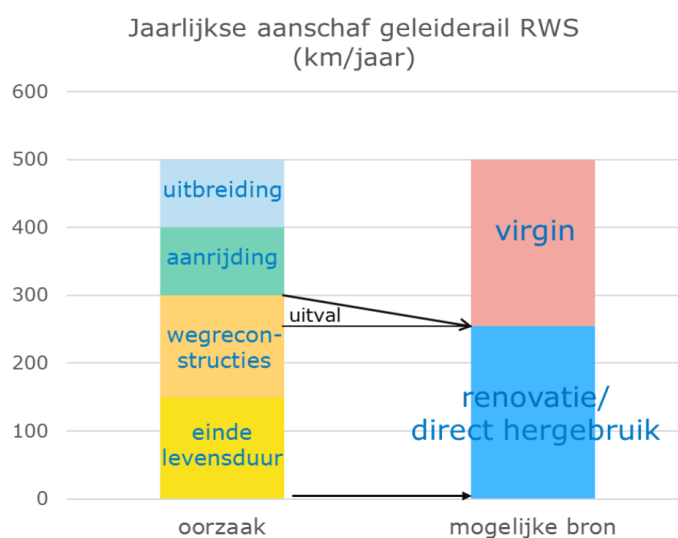
² TwynstraGudde (2020) Verkenning duurzame geleiderail Spoor bestaand Rapportage Verkenning Duurzame Geleiderail.

Tabel 2.2 Overzicht jaarlijkse vervanging en uitbreiding geleiderail areaal RWS Bron: TwynstraGudde (2020)

		Lengte [km/jaar]
vervanging	totaal	400
	aanrijding	100
	wegreconstructie	150
	einde levensduur zinklaag	150
uitbreiding	totaal	100

Afbeelding 2.1 laat verschillende oorzaken voor de aanschaf van geleiderail door RWS zien en daarnaast de mogelijkheden om dit aan te vullen uit het bestaande areaal. Uitbreiding van het areaal kan in theorie alleen uit nieuw (virgin) geleiderail worden gerealiseerd. Dit betekent niet dat bij een wegverbreding of aanleg van nieuwe wegen geen renorails toegepast kan worden. Het gehele areaal aan geleiderails kan niet groeien doordat hergebruikte geleiderails afkomstig is uit hetzelfde areaal. Daarnaast is er altijd sprake van uitval en zal voor instandhouding van het areaal en groei inzet van nieuwe geleiderails noodzakelijk zijn. Alleen bij krimp van het areaal is de inzet van nieuwe geleiderails mogelijk tijdelijk niet nodig. Geleiderail dat door aanrijding moet worden vervangen is ongeschikt voor renovatie of hergebruik. Geleiderail dat vervangen wordt door wegreconstructies of einde levensduur (corrosiebescherming) is grotendeels geschikt voor renovatie en direct hergebruik.

Afbeelding 2.1 Geleiderail geschiktheid voor renovatie en hergebruik (TwynstraGudde, 2020)



Tabel 2.3 Prognose VenR en Aanleg geleiderail

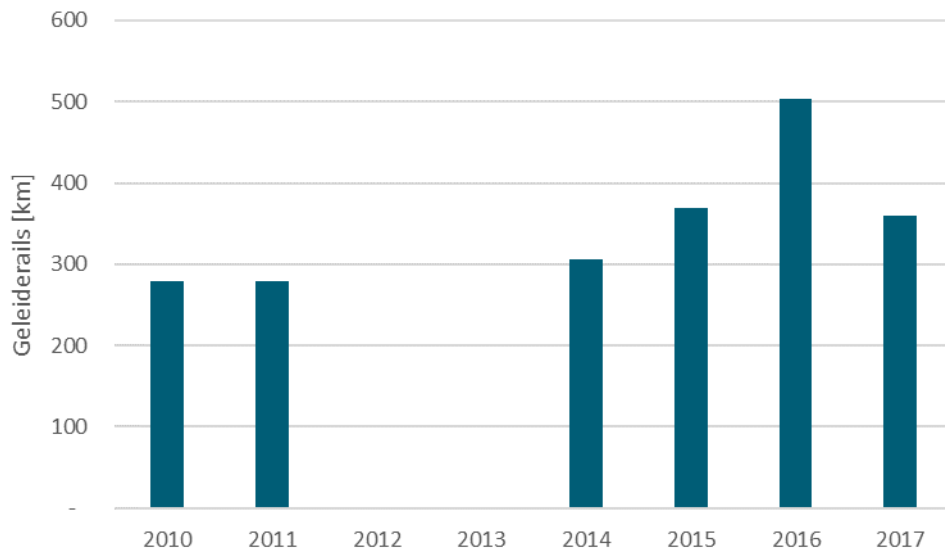
Opgave 2021-2031	CE Delft (2021): lengte [km]	Twynstra Gudde (2020) Lengte [km]
vervanging	3528	4000
aanleg	918	1000

Verificatie lengte geleiderail vervanging en aanleg

De discrepanties tussen de prognoses van RWS en TwynstraGudde laten de onzekerheid zien van deze prognoses. Met name de prognose voor vervanging resulteert op een significant verschil van circa 13 %,

daarnaast verschilt de prognose voor aanleg circa 9 %. Afbeelding 2.2 laat historische data zien voor toegepaste geleiderail. Data voor verwijderde geleiderail is niet beschikbaar, echter zal toegepaste geleiderail hiervan een weerspiegeling zijn door uitbreiding en instandhouding van het areaal. De historische data laten zien dat sinds 2010 het aantal kilometers geleiderail varieert van 300 tot 500 km/jaar (voor 2012 en 2013 is geen data bekend). Daarmee vallen de inschatting van RWS en TwynstraGudde beiden binnen deze range en zijn deze gebaseerd op prognoses van RWS die relatief veel zekerheid bieden.

Afbeelding 2.2 Historische data toegepaste geleiderail. Bron: Primum (2019)



Als de toepassing van geleiderail volgens de laagste (300 km/jaar) jaren plaatsvindt, zal er in de periode 2021-2031 circa 3.000 km (-25 % ten opzichte van prognose TwynstraGudde (2020)) geleiderails benodigd zijn. Als dit volgens het hoogste jaar plaatsvindt (500 km/jaar), zal dit oplopen tot circa 5.000 km (+25 % ten opzichte van prognose TwynstraGudde (2020)).

2.2 Hergebruikpotentie: technisch

Hergebruik en renovatie

De twee mogelijkheden voor hergebruik zijn gedefinieerd als direct hergebruik en renovatie. Uitgangspunt bij direct hergebruik is dat geleiderail die bij onderhoud aan wegen vrijkomen en nog voldoende restlevensduur hebben opnieuw ingezet worden, zonder dat sprake is van het aanpassen van de zinklaag. Voor renovatie is er sprake van dussdanige aantasting van de corrosiebescherming (zinklaag) dat deze vervangen dient te worden. Bij direct hergebruik voldoet de geleiderail aan de normering en kunnen zonder degradatie van functie worden hergebruikt. Aangezien hier geen nieuwe conservering is aangebracht, hangt de restlevensduur af van de resterende originele technische levensduur van de geleiderail. Het grotere aandeel dat gerenoveerd moet worden kan na renovatie ook in dezelfde functie worden toegepast. Vervormde geleiderail of delen waar vergaande corrosie heeft plaatsgevonden zijn niet geschikt voor renovatie en worden gerecycleerd.

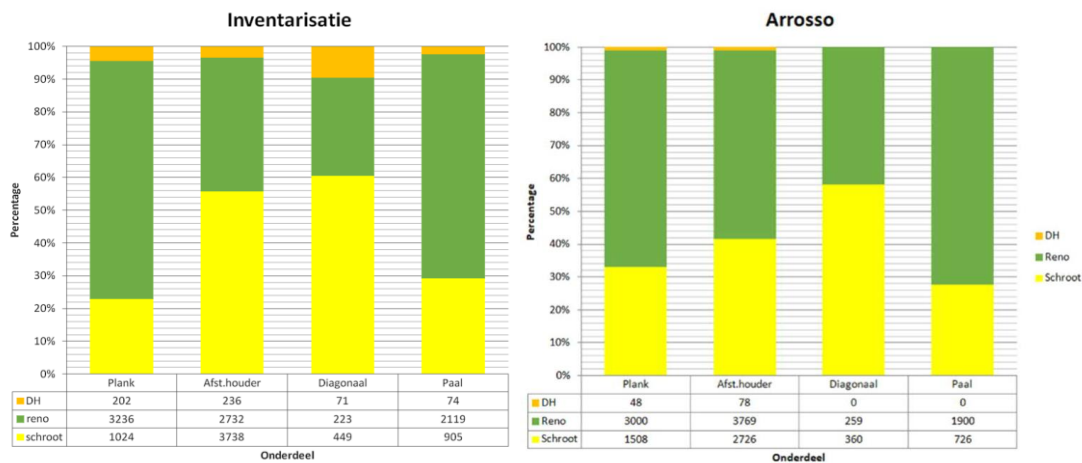
Praktijkervaringen

In het validatieproject voor renovatie van een geleiderail door RWS is een inventarisatie van direct her te gebruiken, te renoveren en te recyclen geleiderail gemaakt. Hoewel dit niet volledig representatief is voor

andere geleiderails¹, geeft het rapport wel eerste inzicht in het potentieel. Daarnaast beschrijft het uitvoerig de voorwaarden, eisen, het proces en leerervaringen.

Afbeelding 2.3 laat de resultaten van het validatieproject zien. Het maakt onderscheid in onderdelen van de geleiderail: planken, afstandhouders, diagonalen en palen, welke in verschillende mate zijn her te gebruiken. Uit analyse (bijlage I) blijkt dat 2-10 % van de geleiderail in het wegconstructieproject geschikt is voor direct hergebruik, 30-70 % geschikt is voor renovatie en 20-60 % enkel als schroot. Op basis hiervan wordt in tabel 2.4 het resultaat van gevoeligheidsanalyse op uitvalpercentage gepresenteerd. Voor planken werd in de inventarisatie een uitval verwacht van 22 %, maar dit bleek (Arosso) uiteindelijk 34 % te zijn. Voor afstandhouders bleek het resultaat van de selectie positiever uit te vallen dan verwacht: 41 % uitval in plaats van 53 %². De resultaten van het validatieproject vormen een belangrijke bron voor dit onderzoek. In bijlage I is daarom een analyse van de resultaten in afbeelding 2.3 beschreven. Hierin worden de spreidingen afgeleid vanuit de grafieken en wordt de inventarisatie als uitgangspunt genomen voor verdere berekeningen voor een volledig onafhankelijke analyse. Het proces dat tijdens het validatieproject is toegepast is uitvoerig beschreven in het verslag validatieproject A79 en zal daarom in dit rapport enkel kernachtig worden beschreven.

Afbeelding 2.3 Resultaten Validatieproject A79. Links eerste inventarisatie, rechts daadwerkelijke resultaten Arosso (DH = direct hergebruik)



Gevoeligheidsanalyse uitvalspercentage

Doordat er voor de verschillende onderdelen een spreiding ontstaat in geschiktheid voor direct hergebruik en renovatie van geleiderail, zijn de resultaten niet als één waarde te tonen. Daarom is in deze paragraaf de hoeveelheid (km, massa) en milieu- en klimaatimpact waar mogelijk als gemiddelde waarde met daarachter de spreiding (min-max) weergegeven: x (w - z). De jaarlijkse potentie voor hergebruik kan uitgedrukt worden in kilometer geleiderail, kilogram materiaal (staal, zink), Euro MKI of kg CO₂-eq. Afbeelding 2.4 laat zien bij een ideaal scenario voor hergebruik en renovatie op basis van twee scenario's; ideaal hergebruik (10 % direct hergebruik, 70 % renovatie, 20% schroot) en minst gunstig hergebruik (2 % direct hergebruik, 38 % renovatie, 60% schroot). In lengte geleiderail zijn de materiaalstromen verhoudingsgewijs gelijk aan de massa geleiderail. Afbeelding 2.5 laat de materiaalstromen zien bij minst gunstige uitgangspunten voor hergebruik en renovatie.

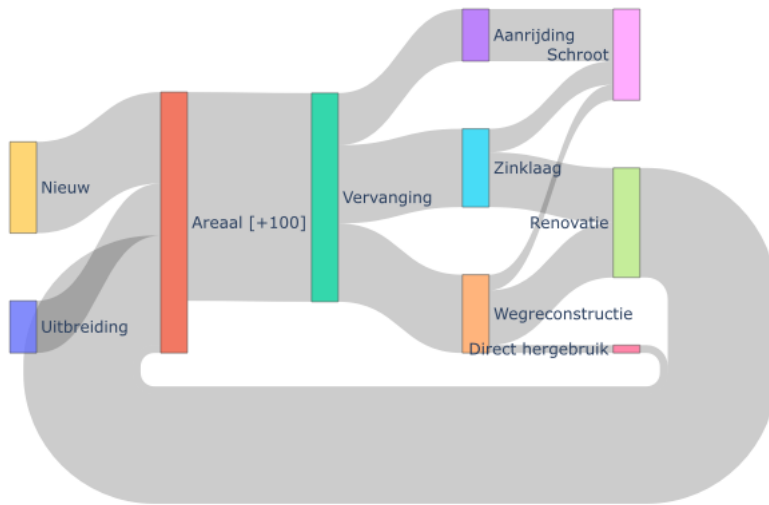
Geleiderails die niet direct kan worden hergebruikt of gerenoveerd wordt in de staalcyclus opgenomen als schroot. Hiermee kan het zink en staal opnieuw een toepassing vinden. Ter compensatie moet nieuwe geleiderail worden toegepast. De stroom 'Nieuw' bedraagt circa 130-190 km/jaar. In totaal, inclusief

¹ De geleiderails in het validatieproject A79 zijn deels aangelegd in de periode 1970-1974. Daarmee zal het uitvalspercentage met name representatief zijn voor projecten uit deze periode.

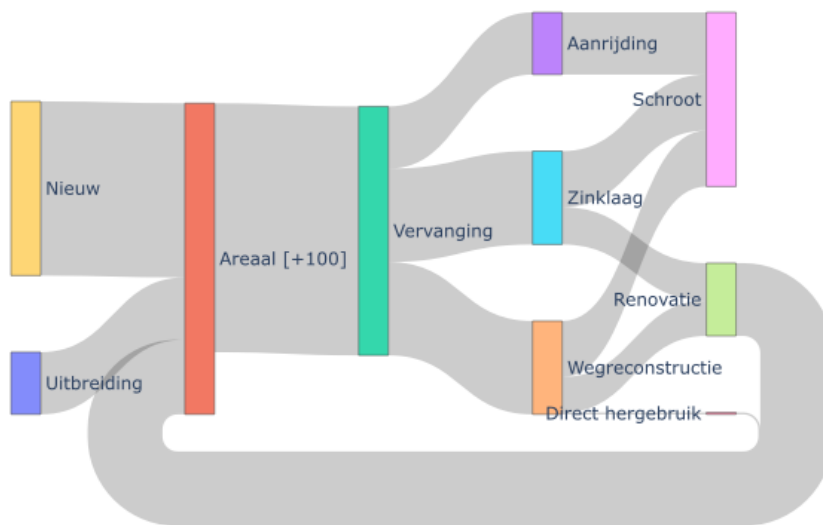
² Gatvorm was hier voor een belangrijk criterium dat verschil maakt. Dit heeft te maken met de leeftijd van de geleiderail. Het is dus aannemelijk dat dit gemiddeld beter uitpakt.

uitbreiding van circa 100 km/jaar zal dit resulteren in een behoefte van 230-290 km/jaar aan nieuwe geleiderail.

Afbeelding 2.4 Materiaalstromen geleiderail: Ideale scenario hergebruik¹



Afbeelding 2.5 Materiaalstromen geleiderail: Minst gunstige scenario hergebruik²



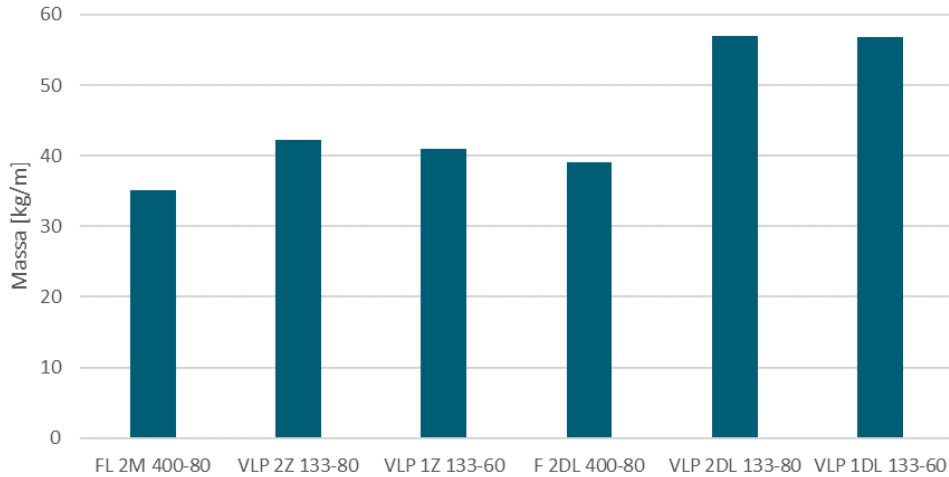
De lengte aan geleiderail kan vertaald worden naar massa middels de inschatting van TwynstraGudde;

¹ Van vervanging door wegreconstructie (37,5 %) is 10 % geschikt voor direct hergebruik, 70 % gaat naar renovatie en 20 % wordt direct verschroot. Vanuit Einde levensduur van de zinklaag (37,5) is 70 % geschikt voor renovatie en wordt 30 % verschroot. Vanuit aanrijding wordt 100 % verschroot.

² Vanuit vervanging door wegreconstructie (37,5 %) is 2 % geschikt voor direct hergebruik, 38 % gaat naar renovatie en 60 % wordt direct verschroot. Vanuit Einde levensduur van de zinklaag (37,5 %) is 40 % geschikt voor renovatie en wordt 60 % verschroot. Vanuit aanrijding wordt 100 % verschroot.

42,1 kg/m. De inschatting van TwynstraGudde ligt in de range van massa's (35,1-56,8 kg/m) van verschillende typen geleiderails zoals opgenomen de NMD (afbeelding 2.6). Meer informatie is bekend bij RWS over de specifieke samenstelling van het areaal, waar een nauwkeurigere inschatting mee te maken is.¹

Afbeelding 2.6 Massa van verschillende typen geleiderail. Bron: NMD



De variatie in uitgangspunten voor schroot, renovatie en direct hergebruik én de spreiding in massa geeft een gezamenlijke spreiding voor de massastromen per jaar. Deze zijn weergegeven in tabel 2.4.

Tabel 2.4 Overzicht jaarlijkse vervanging en uitbreiding geleiderail areaal RWS. Bron: TwynstraGudde (2020)

	Oorzaak - bestemming	Lengte [km/jaar]	Massa [kton/jaar]
vervanging	totaal - vervanging	400	18 (14-23)
	aanrijding -schroot	100	4,5 (3,5-5,7)
	wegreconstructie - schroot	80 (30-90)	3,6 (1-5,1)
	wegreconstructie - renovatie	75 (57-105)	3,4 (2-5,9)
	wegreconstructie - direct hergebruik	13,5 (3-15)	0,6 (0,1- 0,9)
	einde levensduur zinklaag - renovatie	150	6,8 (5,3-8,6)
uitbreiding	totaal - nieuw	100	4,5 (3,5-5,7)

2.2.1 Beperkingen

De inkoop Eisen van RWS voor geleiderail (NPR5191) bepalen de mogelijkheden voor direct hergebruik. De voorgeschreven toleranties voor zinklaagdikte (relevant voor direct hergebruik), deuken, gatvorm voor vervormingen van geleiderailelementen bepalen in hoeverre direct hergebruik mogelijk is. Het is onbekend of er mogelijkheden zijn om met hogere toleranties dezelfde veiligheid gegarandeerd kan worden.

2.2.2 Restlevensduur van geleiderails

¹ Deze informatie is niet meegenomen in de resultaten doordat de informatie niet tijdig beschikbaar was. De resultaten zullen met de specifieke samenstelling echter binnen de aangehouden bandbreedte in dit onderzoek vallen.

Bij direct hergebruik voldoen de geleiderail aan de normering en kunnen zonder degradatie van functie worden hergebruikt. Aangezien hier geen nieuwe conservering is aangebracht, hangt de restlevensduur af van de resterende originele technische levensduur van de geleiderail. Bij een restlevensduur van twintig jaar, dient de minimale plaatselijke zinklaagdikte, op de meest kwetsbare plekken, $20 \times 1,75 = 47$ micron te zijn. De gerenoveerde geleiderail kan met eenzelfde levensduur als nieuw met CE-markering¹ opnieuw ingezet worden.

2.2.3 Overige aandachtspunten bij hergebruik van geleiderails

Er is geen specifieke wet- en regelgeving omtrent (hergebruik van) geleiderails. Normen en inkoop-eisen zijn wel relevant voor hergebruik. De gerenoveerde en direct hergebruikte geleiderail worden aan bestaande normen en CE-markering getoetst. Daarmee voldoen gerenoveerde en direct hergebruikte geleiderails aan de huidige wet- en regelgeving en zijn er ook geen gevolgen van hergebruik in de beheerfase. De bestaande wet- en regelgeving omtrent geleiderails is vastgelegd in NPR5191 (geleiderails), NEN-EN-ISO1461 (verzinknorm). Er is momenteel geen protocol voor bepaling van geschiktheid voor hergebruik. Dit zou in een generieke eis voor hergebruik (memo RWS, 2022²) beschreven kunnen worden.

2.3 Hergebruikpotentie: milieuaspecten

De potentie voor hergebruik berust op de inschattingen uit de prognoses van RWS en TwynstraGudde. Uit het validatieproject A79 blijkt hergebruik van geleiderail mogelijk met een aantal beperkingen die in paragraaf 3.2. nader worden toegelicht. In het Validatieproject A79 wordt ten opzichte van nieuwe geleiderail bij hergebruik een theoretische besparing van 98 % op inzet van primaire grondstoffen, 70 % minder CO₂-uitstoot en 40 % reductie van de MKI-waarde vastgesteld³. Dit resultaat wordt in dit rapport nader onderzocht (paragraaf 2.3.1).

2.3.1 Milieu-impact en materialen

De potentiële milieu- en klimaatwinst voor hergebruik van geleiderails kan uitgedrukt worden in Milieu Kosten Indicator (MKI) en broeikasgasemissies (ton CO₂-eq). Dit vraagt om een inschatting van de milieu- en klimaatimpact van de gerenoveerde geleiderail én een inschatting van een nieuwe geleiderail als referentie. In het Validatieproject A79 wordt gesteld dat er reductie mogelijk is van 98 % op inzet van primaire grondstoffen, 70 % minder CO₂-uitstoot en 40 % reductie van de MKI-waarde. In deze paragraaf wordt deze substantiële reductie nader onderzocht. Voor direct hergebruik is de milieu- en klimaatimpact gering aangezien dit enkel inspectie, transport en opslag betreft⁴. De potentie is hiervan (zoals in paragraaf 2.2 weergegeven) echter beperkt en maakt daarmee op het geheel dat renovatie meer potentie biedt. De milieu- en klimaatwinst per meter geleiderail worden vervolgens vermenigvuldigd met de hergebruikpotentie (paragraaf 2.2) om een inschatting te maken van de jaarlijkse potentie voor milieu- en klimaatwinst. Bijlage II beschrijft de uitgangspunten voor deze berekening in detail.

Bestaand onderzoek

Direct hergebruik van componenten is aantrekkelijk vanuit milieuoogpunt, omdat er enkel inspectie (de)montage en transport voor plaats hoeft te vinden. Het renoveren van geleiderail is volgens TwynstraGudde qua duurzaamheid een interessante optie en leidt tot een aanzienlijke vermindering op MKI (-40 %) en CO₂-emissie (-70 %). Ook kostentechnisch is volgens TwynstraGudde renovatie voordeliger dan de inzet van nieuw materiaal (ruim -10 %). Recycling vindt in alle situaties plaats via reguliere staal recycling. In TwynstraGudde (2020) blijkt ontzinken qua milieu-impact marginaal beter en qua kosten duurder. Het ontzinken van schroot lijkt daarom niet realistisch te zijn vanuit duurzaamheid of kostenoogpunt. In de huidige situatie vindt terugwinning van zink daarom alleen plaats als onderdeel van staalrecycling (uit slakken en stof).

¹ Conform NEN EN1317-5:2007+A2:2012/C1:2012.

² Hergebruik geleiderails - Memo ter voorbereiding gesprek met opdrachtgevers d.d. 7 juli 2022.

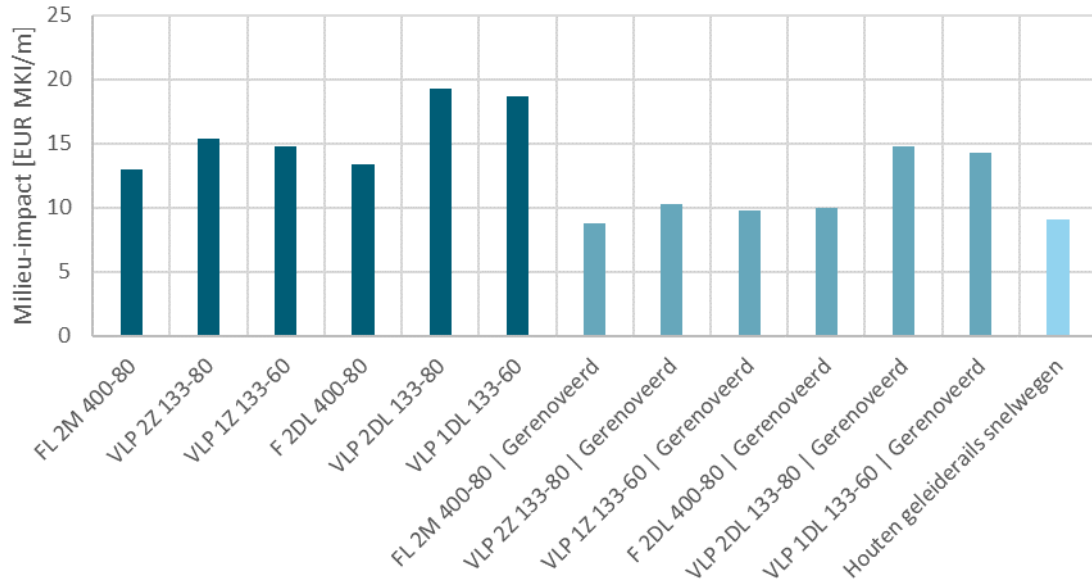
³ RWS (2021) Validatieproject A79.

⁴ Zie milieu-impact geleiderail op de volgende pagina.

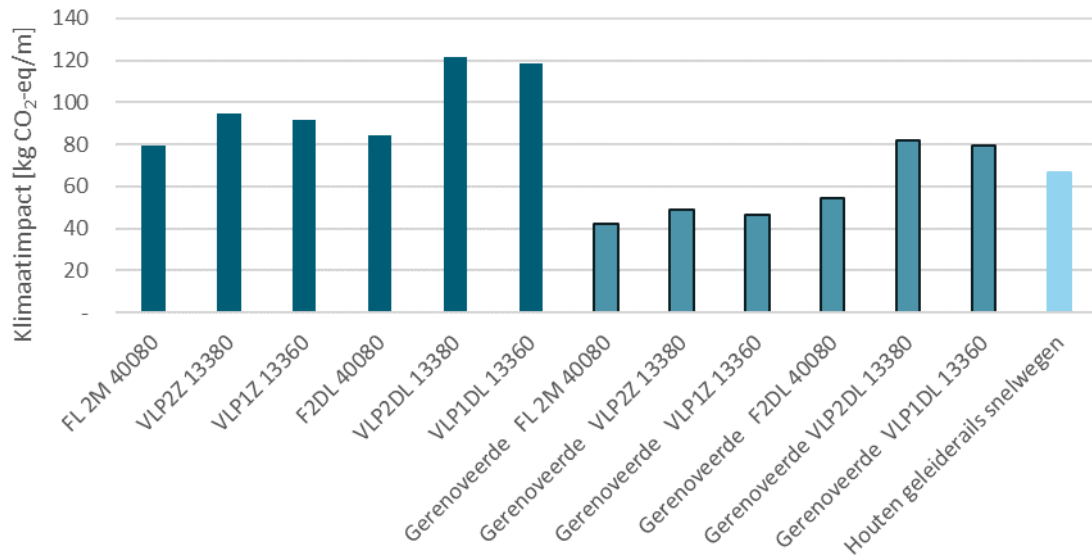
DuboCalc (Nationale Milieu Database)

In DuboCalc is voor verschillende typen geleiderail een productkaart aanwezig. Daarbij zijn nieuwe en gerenoveerde geleiderails beschouwd. Afbeelding 2.7 geeft per meter geleiderail de MKI weer. Hierbij wordt circa 30 % (24 % - 36 %) reductie in MKI zichtbaar voor verschillende typen geleiderail. Voor de klimaatimpact (afbeelding 2.8) is een reductie van circa 40 % (33 % - 47 %) zichtbaar.

Afbeelding 2.7 MKI Geleiderail¹



Afbeelding 2.8 Klimaatimpact Geleiderail¹



Nieuwe geleiderail (uitbreiding areaal en ter vervanging uitval)

In de berekening is voor de nieuwe geleiderails, die benodigd zijn door uitbreiding van het areaal en ter vervanging van uitval, een conventionele geleiderail (verzinkt staal, conform inkoopvoorschriften RWS) aangehouden. Het uitgangspunt dat een nieuwe geleiderail in de toekomst de conventionele geleiderail zal zijn is discutabel, aangezien er in de toekomst mogelijk alternatieven bestaan om de milieu-impact van nieuwe geleiderail verder omlaag te brengen. Dit aspect is niet meegenomen in de berekening, omdat deze

¹ Exclusief 30 % toeslag die in NMD bepalingmethode wordt gerekend.

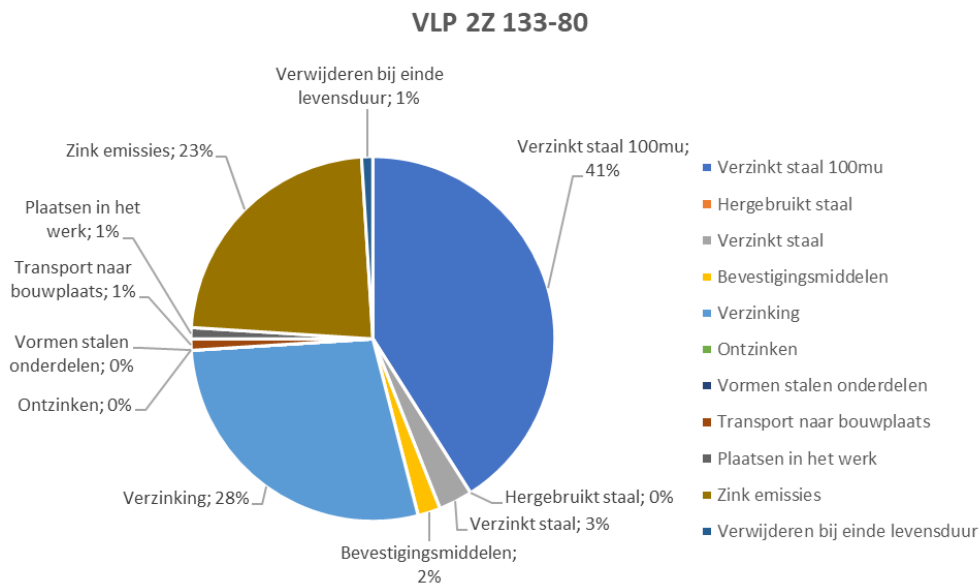
analyse naar hergebruik en renovatie kijkt. In hoofdstuk 4 'Conclusie en Aanbevelingen' wordt kort ingegaan op mogelijke alternatieven.

Milieu-impact geleiderail

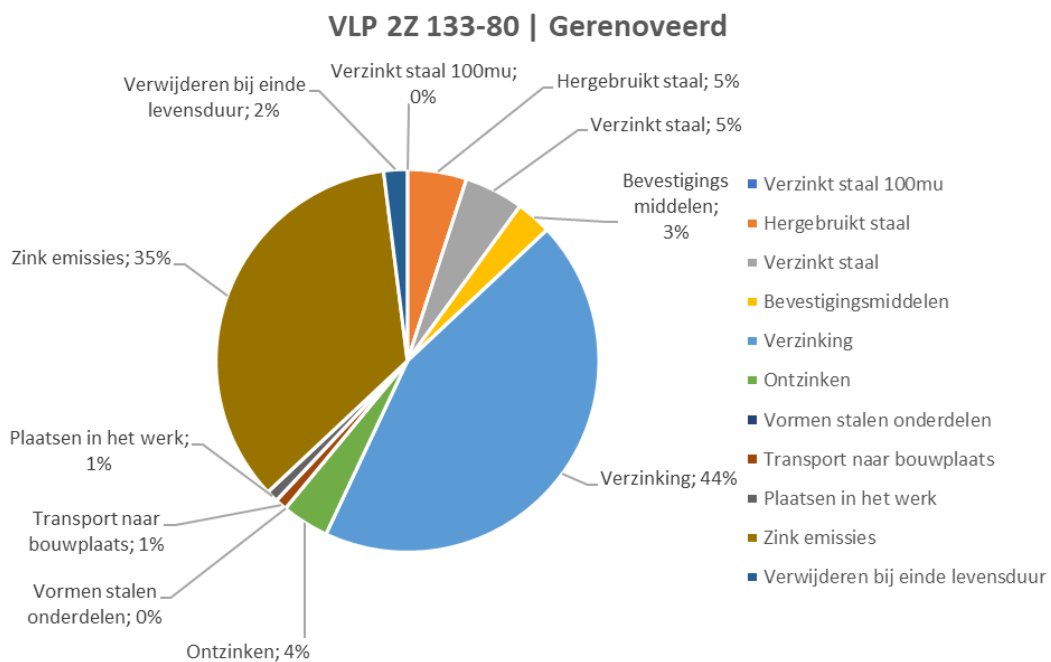
Afbeeldingen 2.9 en 2.10 geven de zwaartepuntanalyse van respectievelijk een nieuwe en gerenoveerde geleiderail weer. Hieruit komt naar voren dat de milieu-impact grotendeels door het toepassen van verzinkt staal, verzinking en zink emissies plaatsvindt.

Uit de zwaartepuntanalyse blijkt dat bevestigingsmiddelen, vormen, transport, plaatsen en verwijdering verwaarloosbaar zijn. Dit betekent dat eventuele extra handeling voor hergebruik (nette demontage, extra transport, et cetera) zeer beperkte invloed hebben op de totale MKI-waarde. Deze extra handelingen zullen namelijk een vergelijkbare milieu-impact hebben als bovengenoemde verwaarloosbare handelingen.

Afbeelding 2.9 Zwaartepuntanalyse milieu-impact (MKI) geleiderail. Bron: Nibe (2021)



Afbeelding 2.10 Zwaartepuntanalyse milieu-impact (MKI) gerenoveerde geleiderail. Bron: Nibe (2021)



Milieu-impact aanleg en vervanging

Tabel 2.6 geeft de massa, milieu- en klimaatimpact weer voor aanleg en vervanging. Hierin zijn spreidingen door onzekerheid in uitval, materialisatie, MKI/m en CO₂-eq/m meegenomen (tussen haken). Hiervoor zijn de scenario's uit 2.5 gehanteerd en is de spreiding in milieu- en klimaatimpact (min/gem/max) meegenomen. De uitgangspunten voor de berekening zijn in bijlage II beschreven. Een installatie van 400 km per jaar staat daarmee gelijk aan circa 6,1 (4,8-7,5) mln EUR MKI nieuw te produceren en installeren geleiderail. Uitgaande dat circa 160 (130-190) km geleiderail verschroot wordt en vervangen met nieuwe geleiderail is er circa 1,6 (1,3-1,9) mln EUR MKI aan nieuwe geleiderail. De 164 (117-210) km te renoveren geleiderail kost 2.9 (2,2-3,8) mln EUR MKI. Tenslotte is er circa 8 (3-15) km geschikt voor direct hergebruik, hiervan is de MKI onbekend, maar beperkt zich tot transport.

Tabel 2.5 Overzicht jaarlijkse vervanging en uitbreiding geleiderail areaal RWS

	Oorzaak - bron	Lengte [km/jaar]	Massa [kton/jaar]	Milieu- impact [mln EUR MKI]	Klimaatimpact [kton CO ₂ -eq]
vervanging	totaal	400	18 (14-23)	6,1 (4,8-7,5)	36 (28-45)
	aanrijding -schroot	100	4,5 (3,5-5,7)	1,6 (1,3-1,9)	10 (7,9-12,2)
	wegreconstructie - schroot	60 (30-90)	3,7 (1,7-3,16)	0,9 (0,6-1,2)	6 (3,7-7,2)
	wegreconstructie - renovatie	81 (57-105)	3,7 (2,0-5,9)	0,9 (0,5-1,6)	4,9 (2,4-8,6)
	wegreconstructie - direct hergebruik	9 (3-15)	0,4 (0,1- 0,9)	0 (0-0) ¹	0 (0-0) ²
	zinklaag einde levensduur - renovatie	83 (60-105)	3,7 (2,1-5,9)	0,9 (0,5-1,6)	5,0 (2,5-8,6)
	zinklaag einde levensduur - schroot	68 (45 - 90)	3,1 (2,6-3,2)	1,1 (0,9-1,2)	6,8 (5,5-7,2)
uitbreiding	totaal - nieuw	100	4,5 (3,5-5,7)	1,6 (1,3-1,9)	10 (7,9-12,2)

Op basis van de beschreven uitgangspunten voor uitval, massa-, milieu- en klimaatimpact spreiding is het reductiepotentieel voor geleiderails ten opzichte van nieuwe geleiderails 0,9 (0,5-1,2) mln EUR MKI/jaar. Voor de klimaatimpact is dit circa 7.300 (4.700-10.200) ton CO₂-eq/jaar.

Tabel 2.6 MKI-reductiepotentie per jaar door hergebruik en renovatie (ten opzichte van nieuwe geleiderails) met spreiding in MKI

	Minimum scenario lengte	Gemiddeld scenario lengte	Maximum scenario lengte
minimum MKI-geleiderail [mln EUR]	-534.618	-809.426	-1.084.233
gemiddeld MKI-geleiderail [mln EUR]	-560.704	-860.456	-1.160.207
maximum MKI-geleiderail [mln EUR]	-581.387	-905.154	-1.228.921

¹ Uitgaande 0 impact voor hergebruik. Dit is een onderschatting, maar door verwaarloosbare bijdrage transport en (de)montage (afbeelding 2.13, 2.14) zal de milieu-impact gering zijn ten opzichte van nieuw of renovatie. Daarnaast zal door geringe lengte, 2,25 % (0,08-3,75 %) van het totaal, de totale bijdrage verwaarloosbaar zijn.

Tabel 2.7 kg CO₂-eq reductiepotentie op jaarbasis met spreiding in MKI (onzekerheid type geleiderail)

	Minimum scenario lengte	Gemiddeld scenario lengte	Maximum scenario lengte
minimum uitstoot geleiderail [ton CO ₂ -eq]	-4.651	-6.883	-9.114
gemiddeld uitstoot geleiderail [ton CO ₂ -eq]	-4.875	-7.293	-9.711
maximum uitstoot geleiderail [ton CO ₂ -eq]	-5.049	-7.641	-10.232

2.4 Hergebruikpotentie: kosten en baten

Hergebruik van geleiderail door middel van renovatie is momenteel aantoonbaar rendabel. Dit hangt onder andere samen met de staalprijs en uitvalpercentage bij demontage. In de situatie dat renovatie niet rendabel zou zijn, bestaat de mogelijkheid dat ten behoeve van hergebruik meer kosten voor RWS acceptabel zijn. Eerder onderzoek toont aan dat hier echter momenteel geen aanleiding voor is. Een financiële kostenvergelijking van nieuw versus hergebruik is uitgevoerd in het validatieproject A79¹. Hieruit volgt dat renovatie rendabel is tot 70 % uitval bij huidige staalprijs (break even). Afbeelding 2.11 geeft de economische break-even in relatie tot de staalprijs en afbeelding 2.12 voor verschillende uitvalspercentages met vaste staalprijzen van €500 (voor 2021) en €1.000 (na 2021) per ton.

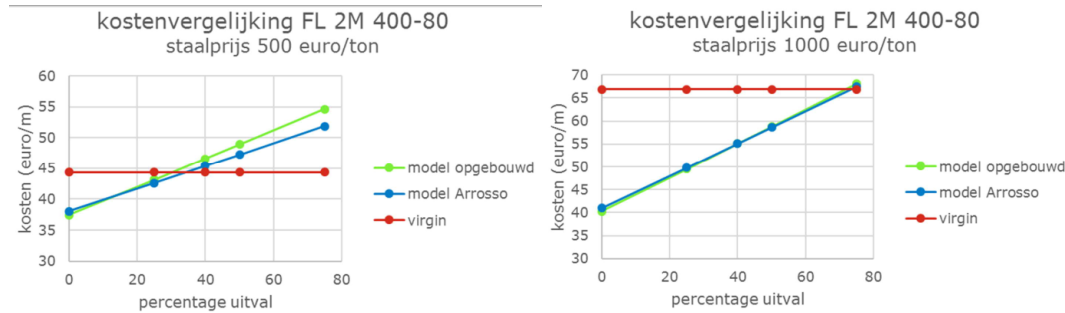
Afbeelding 2.11 Kostenmodel hergebruik met staalprijs. Bron: memo RWS²



¹ Dit model is inmiddels aangescherpt, maar nog niet gedeeld ten behoeve van onderhavig onderzoek. Op hoofdlijnen zijn de resultaten vergelijkbaar.

² Hergebruik geleiderails - Memo ter voorbereiding gesprek met opdrachtgevers d.d. 7 juli 2022. Hierbij wordt een break-even weergegeven van 600 EUR/ton. Het uitvalspercentage (afbeelding 2.11 en 2.12) is ook van invloed op het break-even punt. Hierdoor wordt in de tekst een waarde van 500 EUR/ton en 1.000 EUR/ton aangehouden.

Afbeelding 2.12 Kostenmodel met staalprices 500 en 1.000 euro/ton en uitvalspercentage. Bron: Validatieproject A79



Kosten

Op basis van de resultaten van het validatieproject blijken de kosten voor demontage zo'n 12 €/m te bedragen. In vergelijking met de standaard werkwijze van het verknippen van de bestaande geleiderail, is dit zo'n 9€ duurder. Verder blijkt dat de mate van uitval (door corrosie of vervorming) sterk bepalend is voor de totale kosten van renovatie in vergelijking met de standaard werkwijze van vernieuwen met nieuw (virgin) materiaal. Voor het ont- en verzinkproces wordt in het validatieproject A79 14 €/m gerekend.

Baten

Uitgaande van geleiderail FL 2M 400-80, 40 % uitval, staalprijs 500 €/ton en totaal 350 km transport zijn de kosten van renovatie vrijwel gelijk aan die van een nieuwe geleiderail (45,40-46,70 €/m renovatie, 44,33 €/m nieuw). In deze situatie treden er geen significante economische baten op. De geleiderail die wordt opgeleverd door renovatie is van dezelfde kwaliteit als een nieuwe geleiderail die 45,57 €/m kost. Het gehele proces (knippen bestaand, afvoeren schroot, nieuwe geleiderail) kost 44,33 EUR/m. De opbrengsten uit schroot verlagen dit bedrag, afhankelijk van de staalprijs. In afbeelding 2.11 is te zien dat bij een staalprijs van 1.000 €/ton en uitval van 40 %, nieuw (virgin) circa 66,- €/m kost en renovatie circa 40 €/m. De baten bedragen dan zo'n 26 €/m, doorgetrokken zou dit per jaar 164.000 m x 26 €/m = €4.264.000 per jaar.

Break-even

De economische break-even situatie waarbij renovatie net zo duur is als nieuw (virgin) materiaal (op basis van afbeelding 2.11 en 2.12) ligt bij een staalprijs van circa 500 €/ton (situatie tot juni 2020) op een uitvalpercentage van 35 %. Ligt de staalprijs echter rond de 1.000 €/ton, zoals medio 2021 het geval is, dan wordt break-even bij 70 % uitval bereikt. Hierin is de eventuele toepassing van direct hergebruik niet meegenomen. Dit zal de kosten voor renovatie verlagen. Medio 2021 bedroeg de prijs voor warmgewalst bandstaal in Europa zo'n 1.200 €/ton, in afbeelding 2.11 is te zien dat deze momenteel zo'n 1.400 €/ton bedraagt. De kosten zijn sterk afhankelijk van onder andere arbeidskosten (nieuwe CAO voor de bouw), die naar verwachting (verder) zullen stijgen. Echter is met de huidige staalprijs de marge dermate groot dat er in de meeste gevallen een positieve businesscase zal zijn.

Verdeling van kosten en baten

De (extra) kosten voor het zorgvuldig verwijderen zullen ten laste komen van het project waar de geleiderails vrijkomen. Als zorgvuldig verwijderen van geleiderails een generieke eis wordt betekent dit dat deze kosten voor alle RWS-projecten gelden. De baten als gevolg van de lagere inkoopprijs van gerenoveerde geleiderails zal terecht komen bij het project dat geleiderails inkoop. Met circa 80 % marktaandeel is RWS verreweg de grootste inkooppartij van geleiderails in Nederland. Dit betekent dat onder streep het renoveren van geleiderails een kostenreductie zal opleveren voor RWS. Het kan nodig zijn afspraken te maken om de kosten en baten eerlijk te verdelen over regio's, projecten en directies. Het kan namelijk zo zijn dat de regio's de extra kosten voor hun rekening krijgen, terwijl baten in de projecten plaatsvinden.

3

HANDELINGSPERSPECTIEF

3.1 Hergebruikproces

Paragraaf 2.2. beschrijft de twee mogelijkheden voor hergebruik; direct hergebruik en renovatie. Hierbij geldt als uitgangspunt dat bij direct hergebruik nog voldoende restlevensduur is om deze opnieuw in te zetten, zonder dat sprake is van het aanpassen van de zinklaag. Dit vraagt om duidelijkheid over de restlevensduur, inspectie, afstemming en timing tussen projecten en om voorraadvorming. Voor renovatie is er sprake van dusdanige aantasting van de corrosiebescherming (zinklaag) dat deze vervangen dient te worden. Dit gebeurt door de geleiderail te ontzinken en vervolgens opnieuw te verzinken. Het proces voor hergebruik wordt beschreven in paragraaf 3.1.2.

3.1.1 Huidige levensloop geleiderails

Afbeelding 3.1 laat het conventionele proces van het verwijderen van geleiderail zien. Hierbij wordt de geleiderail in stukken geknipt en als schroot aangeboden. Uit het schroot wordt secundair staal en zink teruggewonnen (recycling).

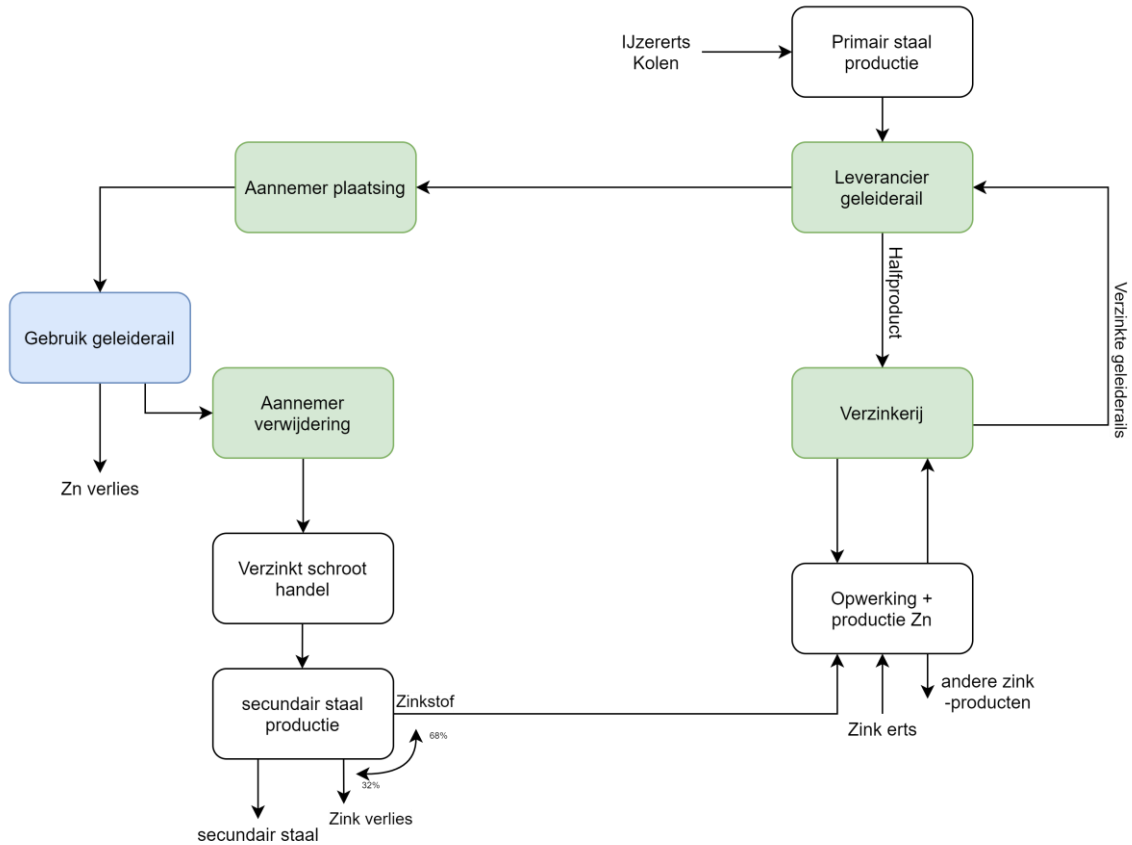
Afbeelding 3.1 Links: knippen geleiderail, rechts: resultaat knippen. Bron: RWS (2021) Verslag validatieproject A79



Het verschromen en recyclen is momenteel de standaard. Deze standaard werkwijze wordt beschreven in afbeelding 3.2. Volgens het diagram in afbeelding 3.2 gaat circa 32 % van het zink verloren (stort/deponie) en kan 68 % na opnieuw worden toegepast (bijvoorbeeld om geleiderail opnieuw te verzinken). Staalschroot wordt met hoge efficiëntie gerecycled in het primaire productieproces voor staal of specifieke recyclage processen. Internationaal wordt van 70-90 %¹ van het schroot nieuw staal gemaakt, waarbij verliezen met name bij inzameling plaatsvinden. Hiervan kan bijvoorbeeld weer een nieuwe geleiderail gemaakt worden.

¹ IRP (2011) Recycling rates of metals - a status report.

Afbeelding 3.2 Conventionele cyclus geleiderail. Gebaseerd op CE Delft (2017) LCA Resultaten Geleiderails

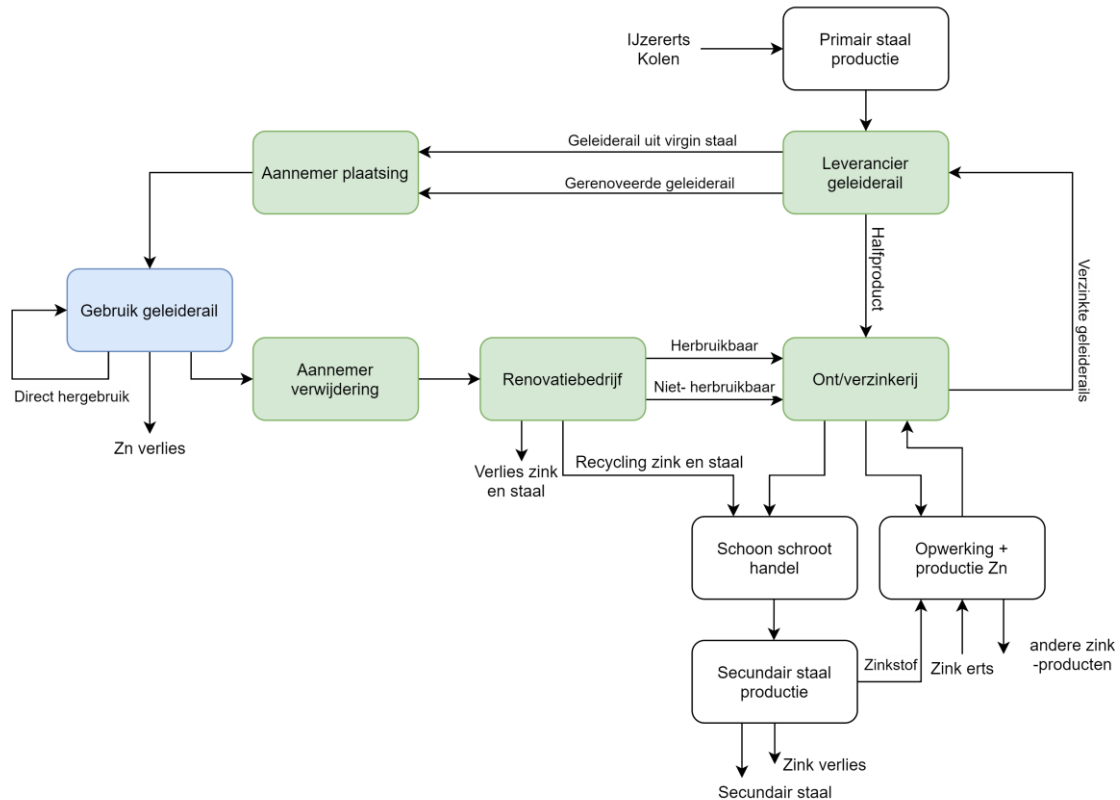


3.1.2 Proces bij hergebruik

De benodigde stappen die hergebruik mogelijk maken zijn het inspecteren, demonteren, renoveren¹ (indien nodig) en vervolgens installeren. Afbeelding 3.3 illustreert de hergebruikscyclus voor geleiderail. In het schema wordt feitelijk een levenscyclus beschouwing gegeven, waar een geleiderail geproduceerd wordt uit primair materiaal (nieuw), in gebruik genomen wordt, hergebruikt wordt (direct hergebruik), gerenoveerd (opnieuw verzinkt) wordt en wanneer dit niet mogelijk is als schroot gerecycled wordt (recycling zink en staal).

¹ Ont- en verzinken.

Afbeelding 3.3 Flowchart geleiderail. Gebaseerd op CE Delft (2017) en TwynstraGudde (2020)



Nieuwe geleiderail

Het staal, bestaande uit grotendeels primair staal, wordt bewerkt tot geleiderails en verzinkt. De leverancier biedt het product geleiderail aan, die door aannemers wordt ingekocht en geplaatst op verzoek van de opdrachtgever/beheerder. Dit is de huidige standaard en geldt dus als referentie voor het bepalen van de hergebruikpotentie.

Direct hergebruik geleiderail

Als de geleiderail uit gebruik genomen wordt kan het in veel gevallen worden hergebruikt als het zorgvuldig wordt gedemonteerd. Hierop volgt een schoonmaak en selectie waarbij onderscheid wordt gemaakt in direct herbruikbaar, te renoveren en niet herbruikbaar. Bij direct hergebruik kan de geleiderail in een depot geplaatst worden en zonder enige extra bewerkingen weer worden toegepast in de originele functie.

Inspectie en demontage

Om te bepalen of een geleiderail geschikt is voor direct hergebruik of renovatie, moet deze eerst geïnspecteerd worden (zie ook afbeelding 3.3). Vervolgens kan besloten worden over te gaan tot nette demontage. Een eenduidig protocol voor hergebruik ontbreekt momenteel en zou opgesteld moeten worden om hergebruik te bevorderen (RWS, Validatieproject A79). Op het moment van schrijven wordt hier door RWS aan gewerkt. Een inventarisatie van her te gebruiken geleiderail vraagt om het vast leggen van de volgende zaken in een inspectierapport:

- type geleiderail op basis van kilometrering en locatie;
- hoeveelheid onderdelen;
- soort onderdeel (plank, afstandhouder, diagonaal, stijl);
- status (afvoer als schroot, renoveerbaar, direct herbruikbaar).

Tabel 3.1 Technische aspecten (Validatieproject A79)

Aspecten	Inspectiepunten
mate van roestvorming	- roestklasse protocol
de kwaliteit van de koppelingsgaten	- maatvoering gat - slijpsporen - extra gaten in de nabijheid van de originele gaten
de aanwezigheid van visuele beschadigingen	- krassen en deuken in (vooral) de planken - vervormingen die zijn ontstaan door aanrijdingen, werking van het materiaal
de aanwezigheid van andere conserveringsmiddelen	- verf, teer en dergelijke stickers
verouderde en/of onbekende constructies (niet conform NEN5190)	- verouderde paaltypen - onbekend fabricaat

De status is vast te stellen volgens de technische uitgangspunten die in het validatieproject zijn gehanteerd:

- vorm en maatvoering conform NEN-5190 (in afwijking op NEN-5190 norm, worden ronde gaten in de planken geaccepteerd);
- de eventuele aantasting van staal door corrosie is zodanig dat er geen 'sinaasappelhuid' of ingevreten roestplek voorkomen;
- er is geen schade aan onderdeel (scheur, deuk of vervorming).

Renovatie geleiderail

Bij renovatie wordt de zinklaag, die gedurende de levensduur uitloopt, vervangen. Dit gebeurt door een ont-ont-/verzinkerij, waarna de geleiderail weer door een leverancier in de keten kan worden aangeboden. De geleiderail kan momenteel door (één) leverancier SafeRoad met eenzelfde levensduur als nieuw met CE-markering¹ geleverd worden. Materiaal dat einde levensduur nadert of einde levensduur is, wordt van de weg verwijderd om de veilige werking van het geleiderailsysteem te kunnen garanderen. Het materiaal doorloopt een aantal bewerkingsstappen, waarna het met de kwaliteit van een nieuw geleiderailsysteem opnieuw wordt geplaatst:

- gecontroleerd demonteren en verwijderen van het areaal;
- schoonmaak en selectie: verwijderen van grond, evt. verflagen of andere verontreinigingen;
- ont- en verzinken van het oppervlak;
- leveren en plaatsen.

Ontzinken

Het renoveren van verzinkte geleiderailonderdelen gebeurt vrijwel op dezelfde wijze als het thermisch verzinken van nieuwe materialen. Het enige verschil is dat de verzinkte producten eerst ontzinkt dienen te worden. Hiervoor wordt het beitsbad gebruikt dat standaard aanwezig is in een verzinkerij. Het ontzinken is een chemische reactie waarbij het zuur de zinklaag oplost en er waterstofgas vrijkomt.

Verzinken

Het renoveren van eerder verzinkte materialen heeft enige invloed op de kwaliteit van het verzinken. De voornaamste oorzaak hiervoor is dat het oppervlak nog intermetallics bevat. Deze intermetallics komen vrij in het verzinkbad. Het ontstaan van hardzink neemt hiermee toe. Door het ruwe oppervlak wordt de zinklaag op gerenoveerd materiaal zo'n 10 % dikker, wat een positief effect heeft op de corrosiebescherming en de levensduur van de zinklaag². Gerenoveerde geleiderail voldoet daarmee aan de verzinknorm (NEN-EN-ISO 1461), wat de corrosiebestendigheid van de gerenoveerde rail garandeert.

¹ Conform NEN EN1317-5:2007+A2:2012/C1:2012.

² Hierbij ontstaat tevens een negatief effect op MKI, er wordt immers meer zink toegepast. Dit is meegenomen in de MKI-waarden voor gerenoveerde geleiderail: 78 mu wordt toegepast op nieuwe geleiderail, 86 mu voor een nieuwe conserveringslaag.

3.1.3 Ketenpartners

Impact op de eigen organisatie

In paragraaf 3.2 is beschreven hoe de twee ketenmodellen (RWS of de markt beheert de keten) invloed hebben op de organisatie. In alle gevallen vergt hergebruik van geleiderails verandering in het huidige werkproces. Zoals de inpassing van demontage en renovatieproces in de planning en de in-situ-metingen/inspecties. Voor beide zaken geldt wel dat het aanpassingen betreft in de huidige werkwijze en geen volledige nieuwe activiteiten. De zorgvuldige demontage komt in de plaats voor de reguliere ontmanteling van geleiderails. In de huidige werkwijze worden ook al conditiemetingen uitgevoerd, hier kan specifiek bepaling van hergebruikpotentie aan toegevoegd worden.

Er wordt nu ingezet op zorgvuldige demontage, waarbij volgende stappen minimeisen kunnen zijn. Op voorhand kan RWS om hergebruik te bevorderen inzicht geven op wat aangetroffen zal worden door aannemer: toestand onderzoek (scheefstand, roestklassen, et cetera) en op basis hiervan minimeisen opnemen voor de mate waarin renovatie/hergebruik gerealiseerd zou kunnen worden. Binnen de organisatie wordt in het algemeen (niet specifiek voor geleiderail) met name vanuit wegbeheer verwacht dat extra werkzaamheden voor demontage binnen een beperkt budget zullen leiden tot weerstand, met name bij wegbeheerders. Het is daarom belangrijk deze veranderingen te erkennen en hierop in te spelen. Dit zou kunnen door het vrijmaken van extra budget, versoepelingen rondom hinder en capaciteit vrij te maken voor extra werk.

Verbeteringen op het areaal worden echter uitgevoerd in projecten waar de wegbeheerder bij aanwezig is. Binnen projecten bestaan al werkwijzen om in te schatten wat acceptabel is ten aanzien van hinder en hoe je hinder in specifieke situaties zoveel mogelijk beperkt. Uit ervaring in de leeromgeving (H. Senhorst, RWS) blijkt dat een project in staat zijn om de mogelijke hinder voor het wegverkeer af te wegen, en dat dit maar in zeer beperkte mate leidt tot minder toepassing van hergebruik. Een belangrijk uitgangspunt voor wegbeheer is dat er geen andere beheernormen of regels gaan gelden rondom onderhoud van geleiderails. Aangezien de gerenoveerde geleiderail moet voldoen aan dezelfde voorwaarden (veiligheidsnormering) als nieuwe geleiderails heeft dit geen gevolgen voor de beheerfase.

Impact op derden

De partijen (derden) waar toenemend hergebruik invloed op heeft zijn de aannemer (inspectie/demontage/opslag/montage) en renovatiebedrijven (ont- en verzinkerij). Daarnaast zullen eenmalig partijen als een normcommissie NPR5190 betrokken kunnen worden voor eventuele normwijzigingen voor een lager uitvalpercentage.

Aannemer

Op de aannemer is er een mogelijk positieve en negatieve uitwerking van toenemend hergebruik. Aannemers verdienen namelijk geld op de inkoop van nieuw materiaal, welke inkomsten mogelijk misgelopen worden of minder worden. Het renovatieproces kan echter ook een positieve businesscase opleveren door extra werkzaamheden voor de aannemer.

Geleiderailproducent

De producent van nieuwe geleiderails zal door toenemend hergebruik minder nieuwe geleiderails kunnen verkopen. Hiermee is er een negatief effect op de traditionele geleiderailproducent. De geleiderailproducent kan dit ondervangen door ook geleiderails te gaan renoveren.

3.2 Barrières en oplossingsrichtingen

Diverse zaken kunnen worden aangewezen die hergebruik (potentieel) belemmeren. Deze paragraaf beschrijft als potentiële belemmeringen uitval, risico's bij het ontzinken, bereikbaarheid, weersomstandigheden bij inspectie, veiligheidseisen, staat van de geleiderail en markt/keten.

Bereikbaarheid

Voor werkzaamheden aan weginfrastructuur is het van belang dat bereikbaarheid goed blijft, waarbij het voorkomen en beperken van hinder aan het verkeer van belang is. Zorgvuldige demontage van geleiderail

kost meer tijd dan het conventionele knippen en afvoeren van schroot. Dit kan leiden tot een langere duur van verkeersmaatregelen en wegafzettingen, wat vervolgens kan leiden tot meer hinder voor het wegverkeer. Of er daadwerkelijk extra hinder optreedt voor het wegverkeer hangt af van factoren zoals het type verkeersmaatregel wordt ingezet of het moment van de werkzaamheden. Efficiënte inspectie en demontage is daarom van belang om mogelijke hinder van het wegverkeer te voorkomen bij toenemen van hergebruik.

Voor het validatieproject A79 werd geschat dat de inventarisatie van geschikte geleiderail kon worden uitgevoerd met twee personen in een tempo van circa 4-5 km geleiderail per dag. Dat betekent voor de drie locaties twee dagen een afzetting in de buitenberm en één dag een rijstrookafzetting. Bij het knippen van geleiderail wordt in het validatieproject uitgegaan van circa 1.800 m geleiderail per dag. Bij een nette demontage wordt uitgegaan van circa 600 m geleiderail per ploeg/per dag. Hiermee kan hergebruik tot driekeer meer hinder opleveren. Gemiddeld is over het gehele validatieproject is de productiesnelheid voor demontage in 12 m stukken ,630 m per ploeg (vier personen) per dag geweest, waarmee de inschatting van 600 m per ploeg per dag wordt bevestigd. Hinder door hergebruik (nette demontage) van geleiderail verschilt mogelijk sterk per project. In veel gevallen zou demontage achter reeds bestaande afzetting (barrières) plaats kunnen vinden, waardoor geen extra hinder ontstaat.

Eisen geleiderail

Inkoopseisen van RWS voor geleiderail (NPR5191) bepalen de mate van uitval voor direct hergebruik. De voorgeschreven toleranties voor zinklaagdikte (meest relevant voor direct hergebruik), deuken, gatvorm voor vervormingen van geleiderailelementen zijn relevante factoren. Het is onbekend of er mogelijkheden zijn om met hogere toleranties dezelfde veiligheid gegarandeerd kan worden. Ten aanzien van wegmeubilair is in het Validatieproject A79 de eis gesteld dat deze een levensduur van ten minste twintig jaar moet hebben. Deze eis volgt uit het groot onderhoud A79 project en geldt nog niet als standaard. Voor geleiderail is de eis opgenomen dat de prestaties ervan middels een CE-certificaat aangetoond worden. Een voertuigkering mag daarnaast niet 'open' blijven liggen in afwachting van het terugplaatsen van gerenoveerd materiaal. Tegelijkertijd bevorderen de inkoopseisen ook hergebruik door vergaande standaardisatie en verplichting dat geleiderails aan eisen als nieuw moeten voldoen, waardoor geen alternatieve onderhoudsregimes nodig zijn.

Staat geleiderail

Als een geleiderail te veel corrosieschade heeft of vervormd is (bijvoorbeeld door aanrijding) kan deze niet worden gerenoveerd. In dit geval wordt de geleiderail aangeboden bij een schroothandel voor recycling (gebruikelijke situatie). In recycling kan zink en staal worden teruggewonnen zoals gebruikelijk op dit moment voor alle geleiderail.

Belangrijkste criteria waarop planken zijn afgekeurd in validatieproject A79 zijn roestvorming (22 %), gatvorm (29 %) en deuken (28 %), putcorrosie (9 %), rechtheid (7%) en plaatmal (5 %). De oorzaken voor afkeur van de andere componenten zijn:

- voor afstandshouders: putcorrosie (59 %) en scheuren (19 %) (overig 22 %);
- voor palen: scheuren (54 %) en kopbeschadiging (24 %) (overig 22 %);
- en voor diagonalen: putcorrosie (86 %), rechtheid (8 %) en scheuren (6 %).

De geleiderails in het validatieproject A79 zijn aangelegd in de periode 1970-1974. Daarmee zal het uitvalspercentage met name representatief zijn voor projecten uit deze periode. Naar schatting is het huidige areaal van recentere aanleg, waardoor uitvalspercentages mogelijk lager zullen zijn. Voor uitvoering van een onderhoudsproject is daarom verstandig om een inventarisatie van voor hergebruik geschikte geleiderail te maken. Hiermee kan dan een verstandige aanpak worden gekozen waarbij bepaalde strekkingen wellicht helemaal niet voor renovatie in aanmerking komen en direct verknipt kunnen worden. De extra kosten ten opzichte van knippen voor nette demontage (zo'n € 9/m)¹ worden dan vermeden.

Voor reconstructieprojecten kan een veel lager uitvalspercentage verwacht worden. Mogelijk komt een significant deel van de geleiderail bij deze projecten in aanmerking voor direct hergebruik. Om vroegtijdig zicht te krijgen op het belang hiervan zijn in-situ zinklaagdiktemetingen nodig.

¹ Volgens kostenmodel validatieproject A79.

Uitval

Met enkel hergebruik kan het huidige bestand aan geleiderail slechts deels in stand worden gehouden. Dit komt door verliezen in hergebruik (uitval), maar ook door uitbreiding van het areaal. Deze uitbreiding wordt als significant ingeschat aangezien geleiderail in CE Delft (2021) in aanleg een significante impact hebben (circa 5 %). Er is dus altijd behoefte aan nieuwe geleiderail. Daarom moet uitval zo veel mogelijk worden beperkt en zal voor nieuwe geleiderail gezocht worden naar de minst belastende (circulaire) uitvoering. Een hoger uitvalpercentage is daarnaast te verwachten bij oudere geleiderail, maar ook mogelijk door weersomstandigheden (wegdelen over- of dicht bij (zout¹)water) die corrosie versnellen.

Ontzinken

Vanuit veiligheidsoverwegingen zal extra aandacht besteed moeten worden aan het ontstaan van explosiegevaarlijk waterstofgas. Dit is een risico in een van de processtappen die naar verwachting goed te beheersen is.

Markt

Marktpartijen geven volgens PKM (2022) aan dat door personeelskrapte nette demontage een bottleneck zal zijn. Bij een marktketen zullen mogelijk nieuwe partijen buitengesloten worden omdat deze geen voorraad gerenoveerde geleiderail hebben of deze moeizaam op kunnen bouwen als het systeem eenmaal geïnstitutionaliseerd is. Zoals aan het begin van deze paragraaf beschreven, zijn er belemmering voor hergebruik, te weten:

- mogelijke toename van hinder door benodigde inspecties en langere afzettingen voor demontage;
- weersomstandigheden zijn van invloed op de inspectie, bij regen geen inspectie mogelijk;
- door hoog uitvalspercentage kan hergebruik economisch minder interessant worden;
 - strenge (inkoop)eisen aan de geleiderail zorgen voor veel afkeur;
 - de staat van de geleiderail kan beïnvloed zijn door leeftijd en locatie (aantasting door zout);
- het proces voor het ontzinken kan gevaarlijke gassen veroorzaken (procesrisico);
- extra benodigd personeel voor demontage en renovatie kan een bottleneck vormen;
- de marktwerking brengt op den duur risico op uitsluiting van nieuwe partijen met zich mee, doordat nieuwe toetreders over onvoldoende gerenoveerde geleiderails kunnen beschikken.

Daarnaast is er sprake van een beperkte marktwerking, doordat momenteel slechts één partij (SafeRoad) CE-gemarkeerde renorails aan kan bieden.

3.3 Consequenties

De potentiële belemmeringen die zijn beschreven in de vorige paragraaf zijn deels te vermijden, maar zullen in sommige gevallen ondervangen moeten worden. De mogelijke beperkingen in bereikbaarheid komen voort uit extra benodigde werkzaamheden, de nette demontage, maar kan op projectniveau in de praktijk goed beheerst worden. Waar uiteindelijk toch de bereikbaarheid beperkt wordt kan overwogen worden dit ten behoeve van hergebruik toe te laten. De inkoopvoorwaarden voor geleiderail bieden momenteel weinig ruimte voor afwijkingen, waardoor mogelijk minder hergebruik plaats kan vinden. Ten behoeve van hergebruik kan onderzocht worden in welke mate er afgeweken kan worden van de inkoopvoorwaarden, waarbij voldoende kerende werking van de geleiderail gehandhaafd blijft. De staat van de geleiderail blijft een beperking die inherent is aan hergebruik van bestaande objecten. Bij te veel corrosieschade zal een geleiderail niet herbruikbaar zijn. Een andere onvermijdelijke beperking is dat de hoeveelheid her te gebruiken geleiderail dat vrijkomt altijd minder is dan de benodigde geleiderail als het areaal in stand gehouden wordt of uitbreidt.

De procesrisico's bij het ontzinken zijn goed op te vangen door de verzinkerij, maar verdienen wel aandacht als renovatie van geleiderails op grotere schaal plaats gaat vinden. Ten slotte is een de krapte op de arbeidsmarkt een beperking. Nette demontage vereist meer arbeid en kan dus tegen beperkingen aanlopen als de arbeidsmarkt krap blijft of krappert. Hier is een afhankelijkheid van de arbeidsmarkt, waar beperkt oplossingen voor zijn.

¹ Invloed van de zee is maar zeer beperkt, slechts 2 km vanaf de zee (H. Senhorst). Zout water dat door gladheidsbestrijding (pekel) kan echter een relevante factor hierin zijn. Geleiderails onder viaducten hebben hier vooral last van omdat deze niet schoonspoelen door regen.

3.4 Fase markttransformatie

Fase van markttransformatie

Structureel hergebruik van objecten, onderdelen en materialen vraagt om een andere manier van werken dan de manier die lange tijd gebruikelijk was. Het toewerken naar deze nieuwe manier is te zien als een 'markttransformatie'. Ieder van de vier fasen van markttransformatie¹ heeft daarbij eigen kenmerken en vraagt een specifieke inzet van Rijkswaterstaat. De vier fasen zijn toegelicht onderstaand tekstkader.

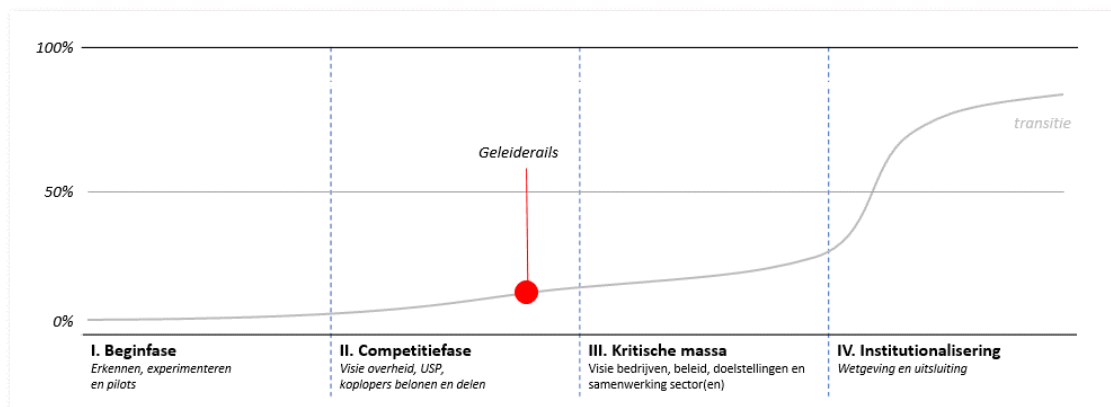
Fasering markttransformatie

De vier fasen van markttransformatie volgens het model van Simons & Nijhof:

- Fase 1 **Beginfase**: in deze eerste fase wordt gewerkt aan een gezamenlijke erkenning van het probleem. Ook vinden de eerste experimenten en pilots plaats, waarmee duidelijk wordt welke oplossingsrichtingen mogelijk zijn;
- Fase 2 **Competitiefase**: in deze tweede fase zien meerdere partijen kansen om bij te dragen aan de oplossing, en ontstaat competitief voordeel vanuit koplopers. Daarbij hoort een heldere visie vanuit de overheid over de richting die wordt ingezet;
- Fase 3 **Kritische massa**: in deze derde fase gaan steeds meer partijen met oplossingen aan de slag, waarbij zij ook pre-competitief samenwerken. Daarbij stellen partijen meetbare doelstellingen en ontwikkelen zowel overheid als bedrijven beleid en strategie;
- Fase 4 **Institutionalisering**: in deze vierde fase worden de oplossingen het 'nieuwe normaal'. Daarbij worden zaken gevat in wetgeving en richtlijnen. Ook vindt uitsluiting van partijen plaats die niet op deze nieuwe manier werken.

Door per objecttype te bepalen in welke fase van markttransformatie deze zich bevindt, wordt ook duidelijk welke interventies en inzet hier vanuit Rijkswaterstaat bij horen om versnelling van het transitieproces te realiseren.

Afbeelding 3.4 De positie van geleiderails in het 4-fasen model voor markttransformaties



Bron: 'Changing the game' Lucas Simons & André Nijhof (2018)

Hergebruik van geleiderails bevindt zich in **fase 2**. Hergebruik komt steeds vaker voor, en het product RenoRail wordt door meerdere aannemers aangeboden. Deze aannemers zijn dezelfde partijen als de partijen die nieuwe geleiderails plaatsen und ook verzinkerijen uit de bestaende marktketen zijn betrokken, waarmee de hele markt stappen zet. Er is echter noch wel sprake van een beperking in marktwerking, doordat momenteel slechts één partij (SafeRoad) CE-gemarkeerde RenoRail kan leveren.

De RenoRail is een *unique selling point* van partijen op duurzaamheidsgebied, waarmee zij competitief voordeel willen behalen bij opdrachtgevers. Rijkswaterstaat heeft zo'n 80 % van de markt voor geleiderails in handen, en daarmee een sterke rol om de markttransformatie te versnellen.

3.5 Organisatiemodellen

Uit het onderzoek renovatieketens (PKM-adviesmetaal, 2021) volgt dat er voorkeur voor het markt gedreven model is, met name doordat deze snel te implementeren is met beperkte inspanning vanuit RWS. RWS zal hierbij wel duidelijke eisen in contracten moeten stellen en generieke randvoorwaarden aan marktpartijen moeten opleggen. Ook zal monitoring plaats moeten vinden op behalen van beoogd hergebruik. Op basis hiervan kan op termijn besloten worden de keten bij de markt te houden of dat RWS-hergebruik en renovatie van geleiderails meer (of volledig) naar zich toe trekt.

Uit interne RWS-communicatie¹ volgt dat Rijkswaterstaat het doel heeft gesteld de milieuvoordelen van hergebruik geleiderails zo groot mogelijk te laten zijn, de wijze waarop is ondergeschikt. Er moet in alle gevallen voor generieke eisen voor nette demontage gezorgd worden om hergebruik te faciliteren. Het advies van PKM (marktmodel) wordt hierbij overgenomen. In deze paragraaf kijken we vanuit eenzelfde perspectief als PKM naar het organisatiemodel. De resultaten van PKM staan in bijlage III beschreven. In de huidige manier van werken van zowel Rijkswaterstaat als medeoverheden worden geleiderails door marktpartijen verwijderd en geplaatst. Daarbij vindt vaak sterke sturing plaats op de benodigde tijd, ten behoeve van bereikbaarheid. De uitvoering van hergebruik vindt plaats door marktpartijen.

Mogelijke organisatiemodellen

Op hoofdlijnen zijn er drie organisatiemodellen te onderscheiden in de relatie tussen Rijkswaterstaat en uitvoerende partijen, wanneer we kijken naar rollen en verantwoordelijkheden:

- 'Markt aan het stuur', waarin in het realiseren van de ambities en projecten van Rijkswaterstaat naar marktpartijen wordt gekeken voor de innovatieve ideeën, inhoudelijke expertise en uitvoeringscapaciteit. Daarmee bepalen marktpartijen in feite op welke manier de circulaire ambities in de praktijk worden gebracht;
- 'Ieder zijn eigen expertise', waarin de rollen en verantwoordelijkheden gelijkmatig zijn verdeeld tussen Rijkswaterstaat en marktpartijen. Daarbij neemt Rijkswaterstaat initiatief voor zaken op ketenniveau en werken marktpartijen op projectniveau;
- 'Rijkswaterstaat organiseert', waar Rijkswaterstaat een sterke verantwoordelijkheid naar zich toetrekt om de ambities te realiseren. Daarbij gaat het onder meer om het organiseren van de keten van hergebruik, van opslag, matchmaking, renovatie/reparatie en logistiek tot her-inzet.

Hergebruik van geleiderails is zowel technisch mogelijk als economisch aantrekkelijk. Toch is dit niet de standaard en worden geleiderails op dit moment alleen hergebruikt als hierom gevraagd wordt. Dit komt doordat de organisatie van de juiste randvoorwaarden bij de opdrachtgever ligt – waarbij ruimte gehouden wordt in onder meer inkoop-eisen en bereikbaarheid. Wel zijn alle aanbieders in de markt in staat om een RenoRail – een gerenoveerde geleiderail – aan te bieden. Vanuit de huidige fase van markttransformatie (fase 2, zie paragraaf 3.4) liggen er veel kansen om hergebruik op te schalen.

Korte-termijnperspectief (1-4 jaar)

Vanuit de technische mogelijkheid en economische aantrekkelijkheid kunnen marktpartijen het hergebruik van geleiderails goed organiseren – zie validatieproject A79. Het toewerken naar 'hergebruik, tenzij' voor geleiderails heeft vooral te maken met de randvoorwaarden vanuit de opdrachtgever: wanneer er een beperkte hoeveelheid tijd is voor demontage van de bestaande geleiderails, is nette demontage niet mogelijk en resteert hergebruik op materiaalniveau. Om 'hergebruik, tenzij' de nieuwe standaard te maken ligt de grootste opgave bij opdrachtgevers. Marktpartijen kunnen naar verwachting relatief eenvoudig opschalen, waarbij tevens de leveringszekerheid verbetert. Daarmee lijkt 'hergebruik, tenzij' op relatief korte termijn de nieuwe standaard te kunnen worden.

¹ Hergebruik geleiderails - Memo ter voorbereiding gesprek met opdrachtgevers d.d. 7 juli 2022.

Rijkswaterstaat werkt aan een demontagerichtlijn om hoogwaardig hergebruik van alle vrijkomende geleidrails mogelijk te maken. Dat vraagt geen verandering in het marktorganisatiemodel, waarbij de huidige leveranciers dit hergebruik organiseren.

4

CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1 Conclusies

RWS heeft op hergebruik van geleiderail al veel concrete inzichten in economische-, technische (Validatieproject A79) en organisatorische (PKM, 2022) haalbaarheid gecreëerd. In dit rapport is deze informatie samengebracht, in context geplaatst en kritisch geanalyseerd. Op milieu-impact van geleiderail en renovatie hiervan is tevens bestaand onderzoek benut, waarbij dit onderzoek met name de vertaling naar de potentiële milieuwinst over het gehele areaal toevoegt. Op hoofdlijnen kan gesteld worden dat renovatie en hergebruik van geleiderail een aantoonbare reductie van milieu-impact mogelijk maken en tegelijkertijd een kostenbesparing oplevert. De vervolgstappen binnen het onderzoek strategie hergebruik zullen de resultaten verder in context plaatsen van het gehele RWS-areaal.

Hergebruikpotentie

In de huidige situatie wordt circa 400 km geleiderail per jaar geknipt tot schroot en gerecycleerd. Direct hergebruik van geleiderail is in beperkte mate mogelijk (3-15 km/jaar) dit vergt enkel een nette demontage, transport en opslag. Geleiderails die door einde levensduur van de zinklaag niet direct herbruikbaar zijn, kunnen opnieuw worden verzinkt en opnieuw worden ingezet. Een aanzienlijk aandeel (circa 164 km/jaar, 40 %) kan na renovatie weer worden hergebruikt. Hergebruik kan belemmerd worden doordat de benodigde nette demontage tot meer hinder voor verkeer kan leiden. Beperking en acceptatie van eventuele hinder als gevolg van hergebruik van geleiderails bieden oplossingen. Fysieke aspecten zoals leeftijd van de geleiderail en omgevingsfactoren kunnen zorgen voor beperkte hergebruikpotentie doordat deze factoren de staat van de geleiderail bepalen. Daarnaast kunnen inspectieprocedures en inkoop-eisen het uitvalspercentage beïnvloeden (afkeur), door benodigde inspanningen en beperkte ruimte voor afwijkingen. Ten slotte zijn er nog enkele invloeden vanuit de markt, waarbij benodigd (extra) personeel dat de uitvoering kan doen een bottleneck kan zijn. De belemmeringen en oplossingsrichtingen zijn in paragrafen 2.5.4 en 2.5.5 toegelicht.

Milieu-impact

Direct hergebruik en renovatie zorgen voor aantoonbare reductie van milieu- en klimaatimpact (MKI en CO₂-eq). In het huidige systeem met bijbehorende eisen en normen voor geleiderails is direct hergebruik in veel gevallen beperkt mogelijk. De milieu-impact is gering bij direct hergebruik, omdat enkel (de)montage en transport hierin een rol spelen. Deze activiteiten dragen niet significant (~4 %) bij aan de totale milieu-impact van de geleiderail. Dit betekent dat direct hergebruik bijna volledig de milieu impact van een nieuwe geleiderail wordt voorkomen. De grootste potentie voor hergebruik (in termen van lengte/massa, daarmee ook in milieu- en klimaatimpact) zit binnen het huidige systeem in renovatie van geleiderails. Renovatie zorgt voor circa 83% van de milieu-impact reductie en 88% van de klimaatimpact reductie ten opzichte van nieuwe geleiderails. Direct hergebruik is namelijk in veel gevallen niet mogelijk door eisen aan de zinklaag en draagt daardoor in mindere mate bij aan de milieu- en klimaatimpact reductie (17 % en 12 % respectievelijk). In de milieu-impact berekeningen is uitgegaan van het meest gunstige geval van direct hergebruik.

Paragraaf 2.2, 2.3 en bijlage II lichten in meer detail de uitgangspunten en berekening toe. In tabel 4.1 geeft een overzicht van de jaarlijkse vervanging en uitbreiding van geleiderail in het areaal van RWS en uitgedrukt in lengte, massa en milieu- en klimaatimpact. Een spreiding is weergegeven als volgt weergegeven; gemiddelde (minimum-maximum), op basis van de in paragraaf 2.2 beschreven scenario's voor hergebruik en paragraaf 2.3 beschreven variatie in milieu- en klimaatimpact.

Tabel 4.1 Overzicht jaarlijkse vervanging en uitbreiding geleiderail areaal RWS. Lengte, massa, milieu- en klimaatimpact

	Oorzaak - bron	Lengte [km/jaar]	Massa [kton/jaar]	Milieu- impact [mln EUR MKI]	Klimaatimpact [kton CO ₂ -eq]
vervanging	Totaal	400	18 (14-23)	6,1 (4,8-7,5)	36 (28-45)
	aanrijding -schroot	100	4,5 (3,5-5,7)	1,6 (1,3-1,9)	10 (7,9-12,2)
	wegreconstructie - schroot	60 (30-90)	3,7 (1,7-3,16)	0,9 (0,6-1,2)	6 (3,7-7,2)
	wegreconstructie - renovatie	81 (57-105)	3,7 (2,0-5,9)	0,9 (0,5-1,6)	4,9 (2,4-8,6)
	wegreconstructie - direct hergebruik	9 (3-15)	0,4 (0,1- 0,9)	0 (0-0) ¹	0 (0-0) ²
	zinklaag einde levensduur - renovatie	83 (60-105)	3,7 (2,1-5,9)	0,9 (0,5-1,6)	5,0 (2,5-8,6)
	zinklaag einde levensduur - schroot	68 (45 - 90)	3,1 (2,6-3,2)	1,1 (0,9-1,2)	6,8 (5,5-7,2)
uitbreiding	totaal - nieuw	100	4,5 (3,5-5,7)	1,6 (1,3-1,9)	10 (7,9-12,2)

De potentie voor hergebruik voor de komende tien jaar² is beschreven tabel 4.2. Hierbij is gebruik gemaakt van het gemiddelde scenario voor lengtes hergebruik en onderscheid gemaakt in potentie van renovatie en hergebruik. Onzekerheidsmarges zijn weergegeven in procentuele afwijking van het gemiddelde.

Tabel 4.2 Hergebruikpotentie 2022-2032 (gemiddeld scenario lengtes, hergebruik en MKI)

	Lengte geleiderail [km]	Massa [kton]	Milieu-impact [EUR MKI]	Klimaatimpact [ton CO ₂ -eq]
renovatie	1.635 (-28 % +28 %)	73.861 (-44 % +62 %)	-7.164.852 (-31 % +31 %)	-63.937 (-31 % +31 %)
hergebruik	90 (-67 % +67 %)	4.066 (-74 % +110 %)	-1.439.708 (-73 % +101 %)	-8.996 (-73 % +103 %)
totaal	1.725 (-30 % +30 %)	77.927 (-46 % +65 %)	-8.604.560 (-38 % +43 %)	-72.933 (-36 % +40 %)

Kosten en baten

Het kostenmodel dat voor het validatieproject A79 is ontwikkeld laat zien dat bij de huidige staalprijs (>1.000 €/ton) er een positief verdienmodel bestaat voor renovatie van geleiderails. Er is sprake van een positief verdienmodel vanaf een staalprijs van circa 500-600 €/ton en een uitvalsperscentage van <40%. Afhankelijkheid van dit kostenmodel zit met name in de staalprijs (die momenteel relatief hoog is) en het uitvalsperscentage voor hergebruik. In de meeste denkbare scenario's zal hergebruik economische interessant zijn voor de markt, en zal een extra financiële prikkel niet noodzakelijk zijn. De baten als gevolg van de lagere inkoopprijs van gerenoveerde geleiderails zal terecht komen bij het project dat geleiderails inkoop. Met circa 80 % marktaandeel is RWS verreweg de grootste inkooppartij van geleiderails in Nederland. Dit betekent dat onder streep het renoveren van geleiderails een kostenreductie zal opleveren voor RWS.

¹ Uitgaande van 0 impact, onderschatting.

² In het eindrapport 'Advies strategie hergebruik Rijkswaterstaat' en in de managementsamenvatting van dit rapport zijn wij uitgegaan van periode van 2023 - 3020 in plaats van van 2021-2030. Dit betekent dat het volume vrijkomende geleiderails en de potentiële besparing met een factor 0,8 is bijgesteld. In de periode 2023-2030 komt circa 3.200 km geleiderail vrij, wat neerkomt op een potentiële besparing van: 4.240.000 – 9.840.000 MKI, 37.200.000 – 81.600.000 kg CO₂-eq en 22.400 – 60.000 ton staal.

Organisatiemodel

Momenteel zet RWS in op een renovatieketen die door de markt beheerd wordt. Hiermee kan hergebruik het snelst gerealiseerd worden. Vooraf bepalen van potentie voor hergebruik en renovatie en het achteraf monitoring van het gerealiseerde hergebruik wordt aanbevolen om indien nodig te sturen op een actievare rol van RWS of door RWS beheerde keten.

Context hergebruikpotentie

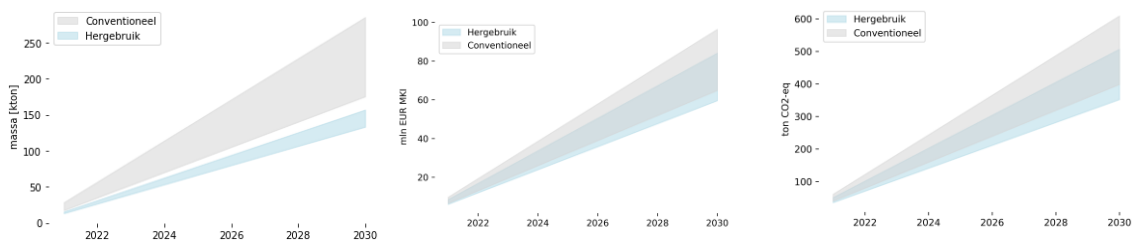
Om de hergebruikpotentie in context te plaatsen is gebruik gemaakt van de zwaartepuntanalyse CE Delft en de ambities van RWS. Hieruit komt naar voren (tabel 4.2) dat er circa 35 % (lengtes, massa) geleiderail kan worden bespaard met het gemiddelde scenario voor uitval. Dit resulteert in circa 11 % reductie van klimaat- en 15% reductie van milieu-impact op de VenR en aanleg van geleiderail. Dit is minder dan de massa omdat de renovatie van geleiderail ook milieu- en klimaatimpact hebben.

Tabel 4.3 Hergebruikpotentie in context van VenR en aanleg

	Vervanging en aanleg geleiderail 2021-2031 (inschatting CE Delft, 2021)	Hergebruikpotentie (besparing)	Hergebruikpotentie (besparing ten opzichte van VenR en aanleg opgave) [%]
lengte [km]	5.000 (4.446)	1.700	35% (39)
massa [ton]	226.000 (187.17)	77.900	35% (42 ¹)
milieu-impact [EUR MKI]	81 mln	8,6 mln	11%
klimaatimpact [ton CO ₂ -eq]	500.000	72.900	15%

Afbeelding 4.1 geeft van links naar rechts de massa (ton), milieu-impact (MKI) en klimaatimpact (ton CO₂-eq) weer voor conventionele uitvoering tot 2030 zonder hergebruik en voor toepassing van hergebruik (direct hergebruik en renovatie) met bijbehorende spreiding door onzekerheden in uitval en milieu-impact.

Afbeelding 4.1 Resultaten hergebruikpotentie; links massa, midden milieu-impact, rechts klimaatimpact.



De strategie Klimaatneutrale en Circulaire Infraprojecten (KCI) moet ertoe leiden dat in 2030 alle processen en werkwijzen zo zijn ingericht dat circulair wordt gewerkt, dat deze klimaatneutraal zijn en een reductie van 50 % minder primaire grondstoffen is behaald. Met een reductiepotentie van circa 40 % wordt een wezenlijke bijdrage aan dit doel geleverd. Binnen de marge die hierbij hoort kan ervoor gezorgd dat dit doel behaald wordt voor geleiderails. Met de behaalde reductie van klimaatimpact zal circa 15 % minder uitstoot van broeikasgassen gecompenseerd hoeven te worden door andere activiteiten van RWS klimaatpositief uit te voeren of door compensatie buiten de organisatie² om de ambitie klimaatneutraal waar te maken.

¹ Dit percentage wijkt af van het percentage lengte omdat CE Delft met 42,1 ton/m heeft gerekend.

² Hiervoor zijn voor RWS nog geen plannen bekend of uitspraken gedaan.

4.2 Aanbevelingen

Op basis van de inzichten uit deze studie kunnen enkele aanbevelingen gedaan worden om zicht op de hergebruikpotentie te verbeteren en hergebruik te bevorderen. Ten slotte worden aanbevelingen gedaan die buiten het hergebruik van geleiderail, maar betrekking hebben op duurzaam ontwerp en gebruik van geleiderail.

Verbeteren inzicht hergebruikpotentie

De hergebruikpotentie is in deze studie nader onderzocht, waar nog enkele verbeterpunten kunnen worden aangebracht. De uitgangspunten voor uitval zijn gebaseerd op het validatieproject A79. Een beter, meer representatief beeld kan worden verkregen als input uit meerdere pilotprojecten wordt toegepast. Hierbij speelt mee dat A79 relatief oude geleiderail bevatte. Een overzicht op leeftijd van geleiderail in het areaal kan helpen bij het beoordelen welke projecten representatief zijn. Materiaalpaspoorten kunnen ook helpen om het zicht op het areaal en inzicht in hergebruikpotentie verbeteren. Dit kan uitgevraagd worden voor nieuwe geleiderails, maar kan ook voor het bestaande areaal verkend worden. De hiervoor benodigde informatie-eisen worden reeds opgesteld in opdracht van Rijkswaterstaat dat wordt uitgevoerd door Witteveen+Bos.

Bevorderen hergebruik

Rijkswaterstaat kan hergebruik bevorderen door momenteel in te zetten op een door de markt beheerde keten, waarmee het snelst hergebruik gerealiseerd kan worden. Vervolgens is monitoring op hergebruik noodzakelijk om te zien of hierin op termijn bijgestuurd moet worden. Daarnaast zijn er concrete acties die RWS kan uitvoeren om hergebruik te bevorderen, zoals beschreven in paragraaf 3.2, te weten:

- RWS zou duidelijke eisen in contracten kunnen stellen en alle randvoorwaarden aan de marktpartijen opleggen. Dus hergebruik voorschrijven als RWS;
 - dit houdt in dat zorgvuldige demontage verplicht gesteld wordt, tenzij dit aantoonbaar niet interessant is (economisch of milieuwinst);
 - inspectie voor hergebruikpotentie per project standaard uit laten voeren;
 - stellen van project specifieke minimum eisen voor hergebruik en renovatie van geleiderails op basis van de resultaten van de inspectie¹;
 - bij onderhoud en vervanging een materiaalpaspoort uitgevragen, voor beter zicht op het areaal en hergebruikpotentie;
- momenteel inzetten op de marktketen, maar hier wel op blijven monitoren;
- optimaliseren van het organisatiemodel;
 - sturing geven aan hergebruik van geleiderail;
- verminderen van hinder:
 - voorzien in een efficiënt inspectie en demontageproces;
 - verbeteren digitale inspecties (zoals voorinspectie A79);
- RWS kan meer hinder ten behoeve van hergebruik toestaan, waar hinder niet voorkomen kan worden op projectniveau;
- normering en (inkoop)eisen RWS versoepelen ten behoeve van hergebruik - acceptabele afwijkingen ten opzichte van NPR5191;
- opslag (bij RWS of marktpartijen) van direct herbruikbare geleiderail is bij voorkeur overdekt om corrosie in opslag te voorkomen;
- Meer marktpartijen bevoegd krijgen om CE-gemarkeerde renorail aan te kunnen bieden.

Duurzaamheid geleiderail

Ondanks dat met renovatie van geleiderails milieuwinst kan worden bereikt is de milieuwinst met circa 15 % fors lager dan de 35 % reductie in massa. Dit komt doordat het ont- en verzinkproces een aanzienlijke klimaat- en milieu-impact heeft. Voor verdergaande reductie van milieu-impact zal gekeken moeten worden naar duurzame alternatieven voor het gebruik van verzinkte geleiderails. Het aandeel van geleiderails op de totale klimaat- en milieu-impact van de totale V&R opgave is fors en ligt in range van 25 tot 30 %.

Preventie

¹ Er is te weinig renorail voor de opgave en Rijkswaterstaat heeft geen inzicht in hoe de beschikbaarheid van renorail is verdeeld in de markt. Daarom zetten we in op netjes demonteren en een betere businesscase voor hergebruik dan primair voor de ketenpartners.

De vier opties; direct hergebruik, renovatie, nieuw en recycling, kunnen nog aangevuld worden met een vijfde optie: preventie. Preventie is in de verkenning niet meegenomen. Dit houdt in feite het niet inzetten van geleiderails in door het toepassen van alternatieven. RWS is bezig met de optie preventie in het 'wegbeeld van de toekomst' onder andere met een prijsvraag voor botsvriendelijk materiaal en versobering. Gezien het doel van de hergebruik strategie studie, is preventie in deze studie buiten scope, maar het kan ook bijdragen aan de duurzaamheidsambities. Hiernaast kan nog steeds hergebruik benut worden, om het bestaande areaal (deels) in stand te houden. Een obstakelvrije zone is een voorbeeld van preventie. Het levert ten opzichte van het plaatsen van een geleiderail een materiaal- milieu-impactbesparing op (staal, zink, uitloging). De afweging voor een geleiderail of obstakelvrije berm is sterk afhankelijk van de vereiste hoeveelheid grondverzet en het soort onderlaag. Het is daarom zinvol om per situatie te beoordelen wat de beste optie is. In de planstudie voor de wegverbreding van de A58 is (indicatief) bepaald waar het omslagpunt ligt tussen het grondverzet dat nodig is voor het aanleggen/inrichten van een obstakelvrije zone versus het plaatsen van een geleiderail¹.

Nieuwe duurzame geleiderails

Omdat er voor de conventionele verzinkt stalen geleiderails en de renovatie hiervan mogelijk alternatieven zijn met een lagere milieu-impact, kan overwogen worden deze alternatieven ander te onderzoeken. Hierbij valt te denken aan Biobased alternatieven (e.g. houten geleiderails), echter zijn deze momenteel nog niet gecertificeerd voor snelwegen². Daarnaast kan gestuurd worden op een hoger aandeel gerecycled staal inkopen voor geleiderail, waarmee de milieu- en klimaat impact verlaagd kan worden. Dit vraagt om een invloed in de keten die er op dit moment nog niet is. Ter illustratie is in afbeeldingen 2.7 en 2.8 ook de houten geleiderail opgenomen, deze heeft een lagere MKI dan conventionele stalen geleiderails en in sommige gevallen ook lager dan gerenoveerde geleiderails. Als dergelijke alternatieven toepasbaar (gecertificeerd) zijn valt de milieuwinst van renovatie onder huidige omstandigheden mogelijk niet meer positief uit. Het toepassen van alternatieve nieuwe geleiderail zou dan duurzamer zijn dan renovatie van conventionele verzinkte geleiderail.

In lijn met de obstakelvrije berm, kunnen ook objecten in de berm botsvriendelijk ontworpen worden, waardoor toepassing van geleiderail wordt vermeden. Hierbij moet afgewogen worden of het botsvriendelijke ontwerp opweegt tegen toepassing van geleiderails. Het 'omdenken' van de invulling van de functie verkeersveiligheid in een obstakelvrije berm of wegontwerp past binnen de hoogste circulaire strategieën, 'rethink' en 'refuse' (ook bij preventie benoemd) en zal daarom naar verwachting een gunstig effect op de milieu-impact hebben. Als nieuwe duurzame geleiderail alternatieven (e.g. houten geleiderails, botsvriendelijke objecten, et cetera.) toepasbaar (gecertificeerd) zijn valt de milieuwinst van renovatie onder huidige omstandigheden mogelijk niet meer positief uit. In deze situatie zou de renovatie van een geleiderails een hogere milieu- en klimaatimpact hebben dan een nieuw alternatief. Dit is momenteel hypothetisch en situatie afhankelijk, maar met oog op de duurzaamheidsambities een aspect om rekening mee te houden naar de toekomst.

Daarnaast geldt dat er door uitbreiding van het areaal en geleiderail ongeschikt voor hergebruik (door aanrijdingen) er altijd nieuwe geleiderail nodig zal zijn. Deze geleiderail kan ontworpen worden voor een lagere milieu-impact. Dit is met de huidige normen niet altijd mogelijk, waardoor conventionele geleiderail toegepast zal worden. Losmaakbaarheid en een afgestemd efficiënt demontageproces is tegelijkertijd zeer belangrijk om hergebruik kansen te vergroten. Omdat verkeershinder voor RWS een belangrijke parameter is, zal naar verwachting in sommige gevallen hergebruik niet plaatsvinden. De nieuwe geleiderail voorbereiden op een sneller en efficiënter hergebruik zou hierin kunnen helpen.

Conservering

Omdat het ontzinken, verzinken en uitloggen van zink een groot aandeel van de milieu-impact hebben, is het verkennen van andere mogelijkheden voor alternatieve conserveringstechnieken wenselijk.³ Alternatieve geleiderails kunnen in de toekomst een lagere milieu-impact hebben dan een gerenoveerde geleiderail, waarmee de milieuwinst kan komen te vervallen als er geen verbetering van het ont-verzink proces en

¹ RWS (2019) Verdiepende handreiking - Circulaire economie voor MIRT-projecten.

² Correspondentie Henk Senhorst GPO.

³ RWS heeft al een verkenning uitgevoerd waaruit blijkt dat de kosten van alternatieve deklagen hoger zijn en de milieueffecten hiervan niet altijd positief (genoeg). Momenteel zijn er dus geen geschikte alternatieven.

uitloging mogelijk is. Wanneer alternatieve geleiderails of conserveringstechnieken niet mogelijk zijn, kunnen mogelijkheden voor het verlagen van de milieu-impact van ont- en verzinken, door procesoptimalisatie onderzocht worden om de milieu-impact van nieuwe en gerenoveerde geleiderails te verlagen.

Bijlage(n)

BIJLAGE: ANALYSE RESULTATEN VALIDATIEPROJECT A79

De resultaten voor hergebruik uit inventarisatie en uit bevindingen Arosso worden in deze bijlage geanalyseerd. De hoeveelheden (zichtbaar in afbeelding 2.5) betreffen stuks van diverse onderdelen van de geleiderail. Deze onderdelen zijn ingedeeld op direct herbruikbaar (DH), renovabel (reno) en schroot. Totalen zijn berekend (dikgedrukt) voor zowel de inventarisatie (links) als Arosso (rechts). Hieruit blijkt een discrepantie van 635 onderdelen verdeeld over de verschillende onderdelen. Reden voor deze discrepantie is onbekend. Onder de hoeveelheden is in percentages aangegeven hoeveel per onderdeel en als totaal herbruikbaar, renovabel en schroot is.

Omdat aantallen (stuks) niet direct te vertalen zijn naar massa is het gewicht per onderdeel is opgehaald uit Nibe (202) H33 Afschermingsvoorzieningen - Stalen geleiderails - V1.1. Hiermee is per onderdeel en het totaal de massa berekend, waar vervolgens ook percentages van zijn berekend. Uit de resultaten volgt dat van de onderdelen volgens inventarisatie 4 % (2-10 %) direct herbruikbaar is, reno 55 % (30-70 %), schroot 41 % (20-60 %). Volgens Arosso is dit 1 % (0-1 %) direct herbruikbaar, 62 % (40-70 %) reno en 37 % (30-60 %) schroot. Lager hergebruik bij Arosso wordt toegelicht in het rapport validatieproject A79. Op gewicht is volgens inventarisatie 4 % (2-10 %) herbruikbaar, 67 % (30-70 %) renovabel en 29 % (20-60 %) schroot. Volgens Arosso is dit 1 % (0-1 %) herbruikbaar, 65 % (40-70 %) renovabel en 34 % (30-60 %) schroot.

Aangezien Arosso de zinklaagdiktemetingen uitvoert en tevens de partij is die het ont- en verzinken faciliteert zijn de resultaten minder afhankelijk dan vanuit de inventarisatie. Ook geeft de inventarisatie mogelijk een beter beeld voor het gehele areaal, doordat er geen project specifieke belemmeringen een rol spelen. Hierdoor is gekozen de percentages vanuit de inventarisatie aan te houden in de analyse.

Tabel 1.2 Resultaten voor hergebruik uit inventarisatie en uit bevindingen Arosso

Inventarisatie						Arosso					
Stuks	Plank	Afst. Houder	Diagonal Paal	Paal	Totaal	Stuks	Plan k	Afstand Houder	Diagonal Paal	Paal	Totaal
DH	202	236	71	74	583		48	78	0	0	126
reno	3236	2732	223	2119	8310		3000	3769	259	1900	8928
Schroot	1024	3738	449	905	6116		1508	2726	360	726	5320
					1500						
Totaal	4462	6706	743	3098	9		4556	6573	619	2626	14374
gewicht (kg)	47,5	6,04	4,75	14,3		gewicht (kg)	47,5	6,04	4,75	14,3	
DH	5 %	4 %	10 %	2 %	4%	DH	1 %	1 %	0 %	0 %	1 %
reno	73 %	41 %	30 %	68 %	55%	reno	66 %	57 %	42 %	72 %	62 %
Schroot	23 %	56 %	60 %	29 %	41%	Schroot	33 %	41 %	58 %	28 %	37 %

Totaal	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Gewicht						Gewicht					
DH	9595	1425,44	337,25	1058,2	1241,589	DH	2280	471,12	0	0	2751,12
reno	15371	16501,2	1059	30301,7	2015,72,2	reno	1425	22764,7	1230,2	2717	19366,5
Schroot	48640	22577,5	2132	12941,5	8629,1,77	Schroot	7163	16465,0	1038	100186,8	
Totaal	211945	40504,2	3529	44301,4	3002,79,9	Totaal	2164	39700,9	2940,2	3755	29660,3
DH	5 %	4 %	10 %	2 %	4 %	DH	1 %	1 %	0 %	0 %	1 %
reno	73 %	41 %	30 %	68 %	67 %	reno	66 %	57 %	42 %	72 %	65 %
Schroot	23 %	56 %	60 %	29 %	29 %	Schroot	33 %	41 %	58 %	28 %	34 %
Totaal	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	Totaal	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %



BIJLAGE: BEREKENING

Uitgaande van 400 km/jaar vrijkomende geleiderail (weergegeven in afbeeldingen 2.6, en 2.7), waarvan 100 km door aanrijding, 150 km door wegreconstructie en 150 km door einde levensduur van de zinklaag zijn verschillende scenario's gehanteerd voor de berekening; minimaal, gemiddeld en maximaal hergebruik. Hierin is ook de bandbreedte op milieu- en klimaatimpact toegepast, waarbij minimaal uitgaat van geleiderail met de minste impact en maximaal van geleiderail met de hoogste milieu- en klimaatimpact. Aanrijding gaat in alle gevallen 100 % naar schroot omdat deze geleiderail niet meer herbruikbaar of te renoveren is. Voor hergebruik en renovatie uit wegreconstructie en einde levensduur kan dit variëren. Hoeveel geleiderail geschikt is voor hergebruik of renovatie en hoeveel er alsnog naar schroot gaat is in de betreffende paragrafen beschreven.

II.1 Minimaal hergebruik scenario

Scenario vrijkomende geleiderail uit areaal - wegreconstructie

- 2 % hergebruik uit vrijkomende geleiderail door wegreconstructie
- 38 % renovatie uit vrijkomende geleiderail door wegreconstructie
- 60 % sloop van vrijkomende geleiderail door wegreconstructie

Scenario vrijkomende geleiderail uit einde levensduur

- 40 % renovatie uit geleiderail waarvan de zinklaag einde levensduur is
- 60 % sloop van geleiderail waarvan de zinklaag einde levensduur is

Uitgangspunten massa en milieu impact nieuw, hergebruik en gerenoveerde geleiderail

massa renovatie	35,06	kg/m	[op basis van laagste massa: FL 2M 40080]
milieu-impact renovatie	8,73	EUR MKI/m	[op basis van laagste MKI: FL 2M 40080]
klimaatimpact renovatie	41,98	kg CO ₂ -eq/m	[op basis van laagste CO ₂ -eq: FL 2M 40080]
hergebruik	35,06	kg/m	[op basis van laagste massa: FL 2M 40080]
hergebruik	0	EUR MKI/m	[verwaarloosbaar: transport en (de)montage]
hergebruik	0	ton CO ₂ -eq/m	[verwaarloosbaar: transport en (de)montage]
nieuw	35,06	kg/m	[op basis van laagste massa: FL 2M 40080]
nieuw	12,96	EUR MKI/m	[op basis van laagste MKI: FL 2M 40080]
nieuw	79,69	ton CO ₂ -eq/m	[op basis van laagste CO ₂ -eq: FL 2M 40080]

Tabel II.1 Minimaal hergebruik scenario

	Oorzaak - bron	Lengte [km/jaar]	Massa [kton/jaar]	Milieu-impact [mln EUR MKI]	Klimaatimpact [kton CO ₂ -eq]
vervanging	totaal	400,00	14,02	4,78	28,02
	aanrijding - schroot	100,00	3,51	1,30	7,97
	wegreconstructie - schroot	90,00	3,16	1,17	7,17
	wegreconstructie - renovatie	57,00	2,00	0,50	2,39
	wegreconstructie - direct hergebruik	3,00	0,11	0,00	0,00
	zinklaag einde levensduur - renovatie	60,00	2,10	0,52	2,52
	zinklaag einde levensduur - schroot	90,00	3,16	1,17	7,17
uitbreiding	totaal - nieuw	100,00	3,51	1,30	7,97

II.2 Gemiddeld hergebruik scenario

Scenario vrijkomende geleiderail uit areaal - wegreconstructie

- 6 % hergebruik uit vrijkomende geleiderail door wegreconstructie
- 54 % renovatie uit vrijkomende geleiderail door wegreconstructie
- 30 % sloop van vrijkomende geleiderail door wegreconstructie

Scenario vrijkomende geleiderail uit einde levensduur

- 55 % renovatie uit geleiderail waarvan de zinklaag einde levensduur is
- 45 % sloop van geleiderail waarvan de zinklaag einde levensduur is

Uitgangspunten massa en milieu impact nieuw, hergebruik en gerenoveerde geleiderail

massa renovatie	45,175	kg/m	[op basis van gemiddelde ¹ massa]
milieu-impact renovatie	11,61	EUR MKI/m	[op basis van gemiddelde MKI]
klimaatimpact renovatie	60,85	kg CO ₂ -eq/m	[op basis van gemiddelde CO ₂ -eq]
hergebruik	45,175	kg/m	
hergebruik	0	EUR MKI/m	[verwaarloosbaar: transport en (de)montage]
hergebruik	0	ton CO ₂ -eq/m	[verwaarloosbaar: transport en (de)montage]
nieuw	45,175	kg/m	
nieuw	15,99	EUR MKI/m	[op basis van laagste MKI: FL 2M 40080]
nieuw	99,96	ton CO ₂ -eq/m	[op basis van laagste CO ₂ -eq: FL 2M 40080]

¹ Uit: FL 2M 400-80, VLP 2Z 133-80, VLP 1Z 133-60, F 2DL 400-80, VLP 2DL 133-80, VLP 1DL 133-60 [DuboCalc].

Tabel II.2 Gemiddeld hergebruik scenario

	Oorzaak - bron	Lengte [km/jaar]	Massa [kton/jaar]	Milieu-impact [mln EUR MKI]	Klimaatimpact [kton CO ₂ -eq]
vervanging	totaal	400,00	18,07	6,06	35,94
	aanrijding -schroot	100,00	4,52	1,60	10,00
	wegreconstructie - schroot	60,00	2,71	0,96	6,00
	wegreconstructie - renovatie	81,00	3,66	0,94	4,93
	wegreconstructie - direct hergebruik	9,00	0,41	0,00	0,00
	zinklaag einde levensduur - renovatie	82,50	3,73	0,96	5,02
	zinklaag einde levensduur - schroot	67,50	3,05	1,08	6,75
uitbreiding	totaal - nieuw	100,00	4,52	1,60	10,00

II.3 Maximaal hergebruik scenario

Scenario vrijkomende geleiderail uit areaal - wegreconstructie

- 10 % hergebruik uit vrijkomende geleiderail door wegreconstructie
- 70 % renovatie uit vrijkomende geleiderail door wegreconstructie
- 20 % sloop van vrijkomende geleiderail door wegreconstructie

Scenario vrijkomende geleiderail uit einde levensduur

- 70 % renovatie uit geleiderail waarvan de zinklaag einde levensduur is
- 30 % sloop van geleiderail waarvan de zinklaag einde levensduur is

Uitgangspunten massa en milieu impact nieuw, hergebruik en gerenoveerde geleiderail

massa renovatie	57,04	kg/m	[op basis van massa: VLP2DL 13380]
milieu-impact renovatie	14,81	EUR MKI/m	[op basis van MKI: VLP2DL 13380]
klimaatimpact renovatie	81,73	kg CO ₂ -eq/m	[op basis van CO ₂ -eq: VLP2DL 13380]
hergebruik	57,04	kg/m	
hergebruik	0	EUR MKI/m	[verwaarloosbaar: transport en (de)montage]
hergebruik	0	ton CO ₂ -eq/m	[verwaarloosbaar: transport en (de)montage]
nieuw	57,04	kg/m	[op basis van massa: VLP2DL 13380]
nieuw	19,28	EUR MKI/m	[op basis van MKI: VLP2DL 13380]
nieuw	121,76	ton CO ₂ -eq/m	[op basis van CO ₂ -eq: VLP2DL 13380]

Tabel II.3 Maximaal hergebruik scenario

	Oorzaak - bron	Lengte [km/jaar]	Massa [kton/jaar]	Milieu-impact [mln EUR MKI]	Klimaatimpact [kton CO2-eq]
vervanging	totaal	400,00	22,82	7,54	45,17
	aanrijding - schroot	100,00	5,70	1,93	12,18
	wegreconstructie - schroot	30,00	1,71	0,58	3,65
	wegreconstructie - renovatie	105,00	5,99	1,55	8,58
	wegreconstructie - direct hergebruik	15,00	0,86	0,00	0,00
	zinklaag einde levensduur - renovatie	105,00	5,99	1,55	8,58
	zinklaag einde levensduur - schroot	45,00	2,57	0,87	5,48
uitbreiding	totaal - nieuw	100,00	5,70	1,93	12,18



BIJLAGE: TWEE KETENMODELLEN

Twee ketenmodellen

PKM heeft in een recent (juni 2022) onderzoek twee ketenmodellen voor hergebruik van geleiderail onderzocht: RWS beheert de keten en de markt beheert de keten. Hierin wordt beschreven wat de effecten van deze twee extremen in organisatievorm zijn op hergebruik van geleiderails. De voor- en nadelen staan beschreven in tabel III.1 en III.2. Hieruit is naar voren gekomen dat op korte termijn in ieder geval de keten over te laten aan de markt. Het starten van een 'marktketen' is namelijk sneller op te starten dan een door RWS beheerde keten. Naar voortschrijdend inzicht kan hier later nog gestuurd worden op een keten in eigen beheer. Daarnaast kan RWS innovatie stimuleren door het stellen van eindtermen (eisen) in plaats van voorgeschreven technieken. Dit zal zorgen voor meer kosten gedreven innovatie vanuit de markt.

Tabel III.1 Markt gedreven keten. Bron: PKM (2021)

Voordelen	Risico's, et cetera
minder moeite/werk voor RWS, alleen de projectcontracten en afkeurcriteria vrijgekomen geleiderail opstellen	keten wordt volledig door grote aannemers bepaald en hun handelen is geheel kosten gedreven (hun kosten)
mogelijkheden voor innovatie en optimalisatie door alle marktpartijen	RWS zal toch (steekproefsgewijs) de realisatie van de MKI's moeten controleren in de keten
middels CE een onafhankelijke en gecontroleerde kwaliteitsomgeving	renovatie en hergebruik zijn direct gestuurd door staalprijs en andere marktprijzen. Een lagere staalprijs is een risico voor het functioneren van de renovatieketen
geen centrale beheersing nodig (dit is er moeilijk en lastig te doen)	nog onbekende kosten voor voorraad bij grote aannemers
marktpartijen zijn prima in staat de keten op te zetten en uit te voeren	marktpartijen kunnen zomaar afhaken bij personeelsgebrek, te hoge kosten of te hoge risico's
start van de keten kan snel en relatief op korte termijn	
heeft de voorkeur van alle geconsulteerde marktpartijen	

Tabel III.2 RWS gedreven keten. Bron: PKM (2021)

Voordelen	Risico's, et cetera
RWS bepaalt de keten en de te behalen milieuwinsten	extra moeite (mensen en kosten) voor RWS voor opstellen keur- en beslisriteria en controle op nakomen van alle keuringen
RWS kan goed sturen op maximaliseren van milieuwinst in de gehele keten	kosten en moeite voor regie en voorraadbeheer (notoir moeilijk en moeilijk kosten te beheersten)
leveringszekerheid van de gerenoveerde geleiderail	is nu niet te starten, maar pas over circa drie jaar RWS zal kwaliteitsbeheer in de gehele keten moeten opzetten en volhouden geconsulteerde marktpartijen zijn absoluut tegen deze keten en zullen mogelijk niet meewerken bij tekorten aan gerenoveerde geleiderail, wie gaat bijleveren? ON moet dan virgin (nieuwe) geleiderail gaan inzetten

Als aanbevelingen wordt verder door PKM beschreven dat:

- er niet te veel op kostenmodellen gelet moet worden in de besluitvorming, deze zijn sterk situationele en kunnen door innovatie veranderen;
- RWS duidelijke eisen in contracten zal moeten stellen en alle randvoorwaarden aan de marktpartijen moet opleggen;
- momenteel ingezet moet worden op de marktketen, maar hier wel op blijven monitoren of vrijkomend geleiderail veilen goed werkt, maar het punt waarop dit in de keten gebeurt, moet nog worden onderzocht.

