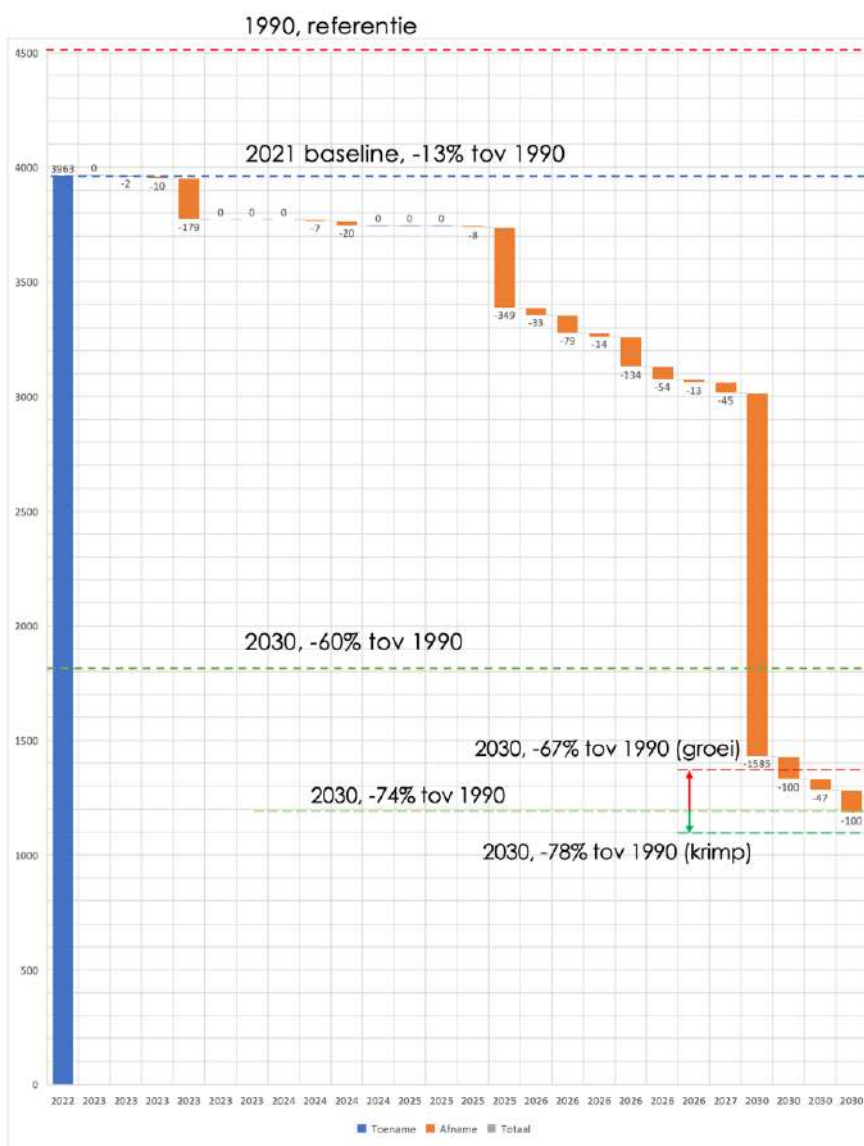


# Bouwakkoord Staal

## Ketenbrede afspraken naar een circulaire economie

### Roadmap met handelingsperspectieven richting 2030



Mei 2023; versie 7

**Samenstelling:**

Ir. Drs. Bauke Hoekstra Bonnema, Tata Steel Nederland  
Ir. Jan-Pieter den Hollander, Bouwen met Staal

**Uitgave:**

Bouwen met Staal voor Bouwakkoord Staal, mei 2023.  
[www.bouwakkoordstaal.nl](http://www.bouwakkoordstaal.nl)

© Bouwen met Staal, mei 2023.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Aan de totstandkoming van deze publicatie is de uiterste zorg besteed. Desondanks zijn eventuele fouten en onvolkomenheden niet uit te sluiten. De uitgever sluit, mede ten behoeve van een ieder die aan deze publicatie hebben meegewerkt, elke aansprakelijkheid uit voor directe en indirecte schade, ontstaan door of verband houdend met de toepassing van deze publicatie.

## Inhoud

<b>Voorwoord</b> .....	<b>6</b>
<b>Samenvatting</b> .....	<b>7</b>
<b>Roadmap 2030</b> .....	<b>15</b>
<b>1. Inleiding</b> .....	<b>17</b>
1.1 Waarom een Bouwakkoord Staal? .....	17
1.2 Missie en ambities.....	18
1.3 Fasen in Bouw Akkoord Staal (BAS) .....	20
1.4 Governance .....	21
1.5 Uitvoering opbouwfase.....	22
1.6 Opzet van dit rapport .....	23
<b>2. Baseline: uitgangspunt voor monitoring</b> .....	<b>24</b>
2.1 Tonnages 1990-2020.....	25
2.2 Ontwikkeling tonnages richting 2030.....	28
2.3 CO <sub>2</sub> intensiteit 1990-2020-2030 .....	30
<b>3. Bouwwaardemodel als basis voor de handelingsperspectieven</b> .....	<b>33</b>
3.1 Toelichting op Bouwwaardemodel.....	33
3.2 Toelichting op 10-R model.....	35
<b>4. Handelingsperspectieven</b> .....	<b>37</b>
4.1 Ontwerpen.....	38
4.2 Primair staalproductie .....	39
4.3 Staalconstructies .....	40
4.4 Dak en gevel.....	41
4.5 Conserveren.....	42
4.6 Transport.....	43
4.7 Hergebruik en recycling.....	44
4.8 Overzicht over CO <sub>2</sub> reductie potentieel van alle handelingsperspectieven.....	52
<b>5. Roadmap 2030</b> .....	<b>54</b>
<b>Bijlagen</b> .....	<b>56</b>
Bijlage A: CO <sub>2</sub> reducties Primair staalproducenten:.....	56
Bijlage B: Handelingsperspectieven Ontwerpen.....	60
Bijlage C: Handelingsperspectieven Staalconstructies.....	66
Bijlage D: Handelingsperspectieven Dak/Gevel.....	68
Bijlage E: Handelingsperspectieven Conserveren.....	70
Bijlage F: Handelingsperspectieven Recycling/ Hergebruik .....	73
Bijlage G: Handelingsperspectief Emissieloos Transport .....	74
Bijlage H: Staalproductie SIF Group.....	83
Bijlage I: Technology Readiness Levels (TRL) .....	84
Bijlage J: Governance BAS .....	86
Bijlage K: Termen en definities.....	87
Bijlage L: LCA, normen, MKI, MPG berekening en Module D .....	90
EN15804 en EN15978.....	90
Milieu Kosten Indicator (MKI) .....	90
MPG berekening en grenswaarde.....	91
Module D .....	91
Bijlage M: Review uitgangspunten door Buildsight.....	94
Bijlage N: Uitwerking handelingsperspectieven .....	94

## Voorwoord

Voor u ligt de Roadmap met handelingsperspectieven richting 2030. Deze Roadmap vormt de basis voor de uitvoering van het Bouwakkoord Staal (BAS), dat op 10 maart 2022 is afgesloten. Dit rapport geeft een overzicht van alle technische mogelijkheden om staal in de bouwketen te verduurzamen en het tijdspad waarin dit mogelijk is. De Roadmap laat zien dat de in de BAS gestelde ambities zeker haalbaar zijn en dat onder bepaalde voorwaarden zelfs meer mogelijk is. In een volgend document zal ingegaan worden op de wijze waarop deze verduurzaming van de staalketen in de bouw gerealiseerd kan worden.

De totstandkoming van dit rapport is een coproductie van een kernteam van 22 personen die de gehele keten van staal in de bouw vertegenwoordigt. Zij hebben zich ingezet vanuit de overtuiging dat verduurzaming van de staalketen in de bouw nodig en mogelijk is. Bauke Hoekstra Bonnema en Jan-Pieter den Hollander hebben alle input van de leden van het kernteam gebruikt en op basis daarvan dit document opgesteld.

Ik dank alle betrokkenen voor hun inzet om dit rapport in korte tijd tot stand te brengen. Het biedt een gedegen basis om de volgende stap te kunnen zetten: de realisatie van de geïdentificeerde handelingsperspectieven in de praktijk. Hiervoor zullen de komende maanden de benodigde sturingsinstrumenten worden voorbereid en een geschikt monitoringssysteem worden ontwikkeld. Op basis daarvan kunnen de randvoorwaarden gecreëerd worden om de technische mogelijkheden daadwerkelijk in te voeren.

Jacqueline Cramer

Voorzitter van het Bouwakkoord Staal.

## Samenvatting

Dit document brengt allereerst de uitwerking en onderbouwing van de baseline in beeld die ten grondslag ligt aan het opzetten van een monitoringssysteem om de voortgang van het BAS in de tijd tot 2030 te meten (hoofdstuk 2). Vervolgens wordt het bouwwaardemodel toegelicht dat als basis dient voor alle handelingsperspectieven (hoofdstuk 3). Daarna worden de handelingsperspectieven en daarbij te verwachten reducties in CO<sub>2</sub> en andere milieueffecten en de bijdrage aan circulariteit geprognostiseerd (hoofdstuk 4). Aan het eind van dit hoofdstuk worden alle handelingsperspectieven en de totaal te behalen CO<sub>2</sub>-emissiereductie samengevat. Het laatste hoofdstuk beschrijft de "Roadmap" die alle handelingsperspectieven in de tijd plaatst richting 2030 (hoofdstuk 5).

De baseline zoals in hoofdstuk 2 weergegeven, beschrijft de totale CO<sub>2</sub>-emissie van staalgebruik in de bouw in 1990 op basis van de afzet van staal in de Nederlandse bouw en de CO<sub>2</sub> intensiteit in 1990 en vervolgens voor 2021. De afzet van staal in de Nederlandse bouw wordt bepaald met de marktgegevens van Eurofer voor staalproducten die afgezet worden op de Nederlandse markt. De marktgegevens voor buis komen van ESTA (=European Steel Tubes Association). In 2021 is een toename van 13% ten opzichte van 1990 in staalafzet (Tabel 1).

**Tabel 1: Afzet producten op Nederlandse bouwmarkt volgens Eurofer in 1990 en 2021.**

Product (Eurofer)	1990	2021
Beams <sup>a</sup>	400	384
HR flat <sup>b</sup>	79+200=279	90+200=290
Quarto <sup>c</sup>	350	516
Buis	200	200
HDG <sup>d</sup>	90	90
OC <sup>e</sup>	175	180
Totaal	1294+200 =1494(100%)	1460+200=1660 (113%)

<sup>a</sup> Beams: warmgewalst HEA/B/M, IPE/UNP etc. toegepast in constructies als balken en kolommen.  
<sup>b</sup> Hot Rolled Flat: warmgewalst materiaal tot 25 mm dikte, basis voor gelaste plaatliggers, productie buizen, kop/voetplaat etc.  
<sup>c</sup> Breedband staal/Quarto plaat: warmgewalste dikke plaat vanaf 25 mm dikte voor (offshore) windmolens  
<sup>d</sup> Hot Dipped Galvanized: Verzinkt staal, basis voor warmdak platen, staalplaatbetonvloer, metal stud binnenwand, gording etc.  
<sup>e</sup> Organic Coated Steel: geleverd koudgewalst, verzinkt staal, toepassing voor dak/gevel

Richting 2030 zijn drie scenario's geformuleerd voor de ontwikkeling van de staalafzet:

1. Stabiel staalgebruik;
2. Groeiscenario 8% (basis info Eurofer);
3. Krimpscenario 4% (

Tabel 2). recessie door ontwikkelingen in Oekraïne, Taiwan etc.)

Er wordt vanuit gegaan dat deze “generieke” scenario’s voor alle staalproducten gelden.

**Tabel 2: Afzet producten op Nederlandse bouwmarkt in 2030 voor 3 scenario’s.**

Scenario’s 2030	Afzet [kton]		
	stabiel	groei 8%	Krimp 4%
balk	384	415	369
CR+HDG+OC	270	292	259
quarto	516	557	495
HR <sup>a</sup>	290+200=490	529	470
totaal	1660	1793	1593
<sup>a</sup> inclusief buis (200 kton)			

Om de CO<sub>2</sub>-emissiereductie in absolute hoeveelheid te bepalen is het nodig om de CO<sub>2</sub> intensiteit van de afzonderlijke staalproducten te berekenen in 1990 en 2020. De CO<sub>2</sub> intensiteit is de emissie van CO<sub>2</sub> per ton geproduceerd staal. De totale CO<sub>2</sub>-emissie wordt berekend door de intensiteit te vermenigvuldigen met de afzet.

Het resultaat wordt gedeclareerd in de modules volgens de Europese normen van CEN TC/350 (NEN-EN15804 en NEN-EN 15978) over de gehele levenscyclus (Figuur 1).

Informatie voor beoordeling van een bouwwerk																
Productiefase			Constructie fase		Gebruiksfase							Eindeleven fase				Module D
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	Voordelen en lasten buiten de systeemgrenzen
Grondstoffwinning	Transport	Fabricage	Transport	Bouw en installatie	Gebruik	Onderhoud	Vervanging	Reparatie	Opknappen	Energieverbruik	Waterverbruik	Sloop/demontage	Transport	Afvalverwerking	Afdanking	

**Figuur 1: Levenscyclus in Modules volgens NEN-EN 15804+A2.**

Modules A1-A3 zijn voor de productiefase, modules A4-A5 zijn de constructiefase en module C beschrijft de einde levensfase. Aangenomen wordt dat tijdens de gebruiksfase (Module B) geen noemenswaardige emissies optreden.

Module D wordt voor de totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie in 2030 buiten beschouwing gelaten omdat deze volgens NEN-EN 15804 niet opgeteld mag worden bij Modules A-C en de milieuwinst veelal na 2030

optreedt. Module D wordt echter gebruikt om de milieuwinsten van hergebruik (en recycling) in de toekomst inzichtelijk<sup>1</sup> te maken voor bouwwerken die specifiek ontworpen worden om in de toekomst her te gebruiken (Design for Deconstruction) en voor materiaal dat in de toekomst recyclebaar is. Als tweedehands stalen bouwproducten ingezet worden in een nieuw bouwwerk heet dit direct hergebruik wat te zien is als een (derde) productieroute.

Samengevat worden de twee soorten hergebruik als volgt meegenomen:

- Direct hergebruik is te beschouwen als productie en wordt verdisconteerd in Module A<sup>2</sup>;
- Design for Deconstruction vindt plaats bij einde levensduur en de milieuwinst wordt inzichtelijk gemaakt in Module D<sup>3</sup>.

Zie voor een berekening van die milieuwinst in Module D de rekenvoorbeelden in Bijlage L.

---

<sup>1</sup> Opdrachtgevers willen graag twee oplossingen kunnen vergelijken; al hebben ze dezelfde milieuoetafdruk in Module A, dan is het DfD ontwerp duurzamer.

<sup>2</sup> analoog aan recycled content (RC)

<sup>3</sup> Analoog aan end-of-life recycling (EoL)

De baseline CO<sub>2</sub>-emissie in 1990 was 4547 kton CO<sub>2</sub> voor staalproducten afgezet in de NL bouw. In 2020 was de afzet weliswaar 13% gegroeid maar de totale CO<sub>2</sub>-emissie is met 12% afgenomen tot 3963 kton (Tabel 3). Deze reductie wordt met name veroorzaakt door de energie/CO<sub>2</sub> reductieprogramma's door de primair staalproducenten alsmede CO<sub>2</sub> reductie per kWh elektriciteit.

**Tabel 3: CO<sub>2</sub> footprint bouwproducten op Nederlandse bouwmarkt in 1990 en 2021.**

product	afzet	A1-A3 <sup>a</sup>	A4 <sup>b</sup>	A5 <sup>b</sup>	C1 <sup>c</sup>	C2 <sup>c</sup>	C3 <sup>c</sup>	C4 <sup>c</sup>	totaal A1-C4
	kton	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>
<b>1990</b>									
balk	400	724	10	23	23	3	13	0	795
CR+ HDG+ OC	265	1040	6	61	27	2	8	0	1145
quarto	350	1138	8	20	20	3	11	0	1200
HR (incl buis)	279+ 200= 479	1221	12	107	49	4	14		1407
totaal	1494	4122	36	211	120	12	46		4547
<b>2021</b>									
balk	384	393	8	18	18	3	10	0	450
CR+ HDG+ OC	270	848	5	52	23	2	7	0	937
quarto	516	1342	10	25	25	3	14	0	1418
HR (incl buis)	290+ 200= 490	1000	10	91	42	3	12		1158
totaal	1660	3582	33	186	108	11	43		3963
<sup>a</sup> Module A1-A3 is de productiefase volgens NEN-EN15804. <sup>b</sup> Module A4/A5 is de constructiefase NEN-EN15804. <sup>c</sup> Module C is einde levensfase NEN-EN15804.									

Conform NEN-EN15804/NEN-EN15978 zijn de Module D effecten separaat berekend:

- totale Module D voor 1990 is – 1263 kton CO<sub>2</sub>;
- totale Module D voor 2021 is – 1689 kton CO<sub>2</sub>.

De handelingsperspectieven moeten vervolgens verdere CO<sub>2</sub>-reductie richting 2030 bewerkstelligen om de ambitie van tenminste 60% CO<sub>2</sub>-emissiereductie ten opzichte 1990 waar te maken. Of dit voldoende is, is afhankelijk van de scenario's voor de ontwikkeling van de staalafzet richting 2030 die zorgt voor een toenemende, gelijkblijvende of dalende totale CO<sub>2</sub>-emissie bij ongewijzigde CO<sub>2</sub> intensiteiten (Tabel 4).



**Tabel 4: CO<sub>2</sub> footprint producten op Nederlandse bouwmarkt in 2030 voor verschillende scenario's voor de staalafzet bij gelijkblijvende CO<sub>2</sub> intensiteiten (ongewijzigd beleid).**

Scenario's 2030						
	Afzet			CO <sub>2</sub> Module A1-C4		
product	stabiel	groei 8%	krimp 4%	stabiel	groei 8%	krimp 4%
	kton	kton	kton	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>
balk	384	415	369	450	486	432
CR+ HDG+ OC	270	292	259	937	1012	899
quarto	516	557	495	1418	1532	1361
HR (incl buis)	490	529	470	1158	1251	1112
<b>totaal</b>	<b>1660</b>	<b>1793</b>	<b>1594</b>	<b>3963</b>	<b>4280</b>	<b>3804</b>

Op 7 thema's hebben verschillende teams handelingsperspectieven geïdentificeerd om de ambities waar te maken richting 2030:

1. Ontwerpen
2. Primaire staalproductie
3. Staalconstructies
4. Dak en gevel
5. Conserveren
6. Transport
7. Hergebruik en recycling

Tabel 5 vat de CO<sub>2</sub>-emissiereductie van de verschillende handelingsperspectieven samen met een korte omschrijving, de CO<sub>2</sub>-emissiereductie op projectniveau, de uitrol op areaalniveau in NL en de totale bijdrage in kton aan de CO<sub>2</sub>-emissiereductie.

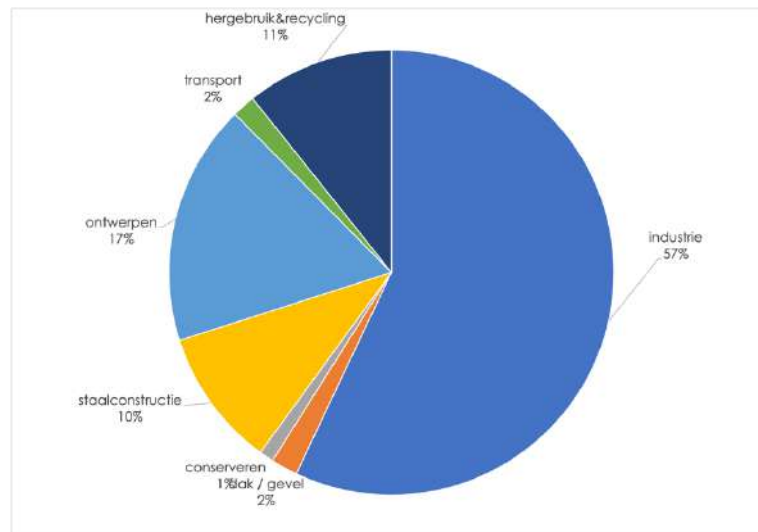
**Tabel 5: Handelingsperspectieven en CO<sub>2</sub>-emissiereductie per handelingsperspectief.**

Thema		Omschrijving HP	Project %	Areaal %	kton CO <sub>2</sub>	Sub total kton CO <sub>2</sub>	toelichting
ontwerpen	1	vermijdt nieuwbouw (HDC+gevel) herbestemming (HDC+gevel)	40% 15%	10%	349		alle staalproducten
	2	efficiënte constructie vormen	15%	100%	79		constructief staal
	3	geavanceerde ontwerp technieken	10%	100%	45		constructief staal
	4	prefabricage	3%	100%	14	487	constructief staal
industrie	5	Reductie primaire staalproductie	40%	100%	1585	1585	40% CO <sub>2</sub> reductie
staalconstructie	6	HSS	50%	50%	100		
	7	laag CO <sub>2</sub> balkstaal	88%	30%	0		reeds in HP5
	8	Duurzame energie	100%	100%	179		
	9	bouten verbindingen ipv lassen			0	279	na 2030
dak / gevel	10	duurzame energie dak/gevel	100%	100%	8		
	11	recycling foam	80%	100%	33		
	12	Bio Foam	50%	30%	13	54	
conserveren	13	geen coat	100%	20%	7		
	14	Bio	15%	100%	0		geen CO <sub>2</sub> besparing
	15	dunnere zinklagen (bandverzinken) en dunnere zinklagen (batch)	60%	20%	2		
	16	zink met laag CO <sub>2</sub>	64%	100%	20		
	17	Verbeterde coating CR/HDG/OC <sup>a</sup>			0		na 2030
	18	Verbeterde coating Beams <sup>a</sup>			0		na 2030
	19	toepassing Cor Ten /Weathering steel	100%	10%	0	29	extra staaldikte
transport	20	Emissieloos transport	70%	100%	47	47	
Hergebruik &recycling	21	hergebruik zwaar constructiestaal B&U	90%	23%	134		
	22	hergebruik zwaar constructiestaal GWW	90%	28%	54		
	23	hergebruik geleiderail	60%	46%	10		
	24	Schroot (vermeden transport)	100%	28%	100	298	
					2779		

<sup>a</sup> lange levensduur

Note: een aantal handelingsperspectieven leveren in 2030 nog geen bijdrage , dit betekent echter niet dat deze handelingsperspectieven niet relevant zijn of niet aan gewerkt hoeft te worden.

In totaal zijn er 25 handelingsperspectieven geformuleerd die samen een CO<sub>2</sub>-emissie reductie kunnen realiseren van 2779 kton in 2030. Figuur 2 laat het aandeel van de verschillende thema's in de totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie zien.



**Figuur 2: Aandeel verschillende thema's in totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie.**

Vervolgens zijn de drie scenario's voor het staalgebruik (stabiel, groei 8% en krimp 4%) gecombineerd met de potentiële totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie van de handelingsperspectieven (Tabel 6). Dit leidt tot een relatieve CO<sub>2</sub>-emissiereductie ten opzichte van 1990 in 2030 van:

- 75% bij stabiel staalgebruik;
- 68% bij groeiscenario 8%;
- 78% bij krimpscenario 4%.

In alle gevallen is dit ruim boven de ambitie van 60% CO<sub>2</sub>-emissiereductie uit het visiedocument. Tevens blijkt het mogelijk om de oorspronkelijk ambitie van circulariteit (waardebewoud producten/materialen op het hoogst mogelijk niveau) te vertalen naar de ambitie om in 2030 al het benodigd staal te verkrijgen uit hergebruik van staal en recycling van lokaal schroot uit Nederland, vooralsnog met uitzondering van dunne dak- en gevelpanelen (die deels gerecycled content bevatten).

**Tabel 6: Totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie handelingsperspectieven en scenario's.**

Scenario's 2030	CO <sub>2</sub> Module A1-C4		
	stabiel	groei 8%	krimp 4%
product	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>
balk	450	486	432
CR+ HDG+ OC	937	1012	899
quarto	1418	1532	1361
HR (incl buis)	1158	1251	1112
Totaal 2021	3963	4280	3804
Besparing 1990 -> 2021 [kton]	583	266	742
Handelingsperspectieven 2021 -> 2030 [kton]	2826	2826	2826
Besparing absoluut 1990 -> 2030 [kton]	3409	3092	3568
CO <sub>2</sub> besparing vs 1990 [%]	75%	68%	78%

## Roadmap 2030

Voor elk van de 24 handelingsperspectieven is een inschatting gemaakt van het jaar waarin het handelingsperspectief opgeschaald is van projectniveau naar de NL markt en op macroniveau de CO<sub>2</sub>-emissiereductie kan worden ingeboekt.

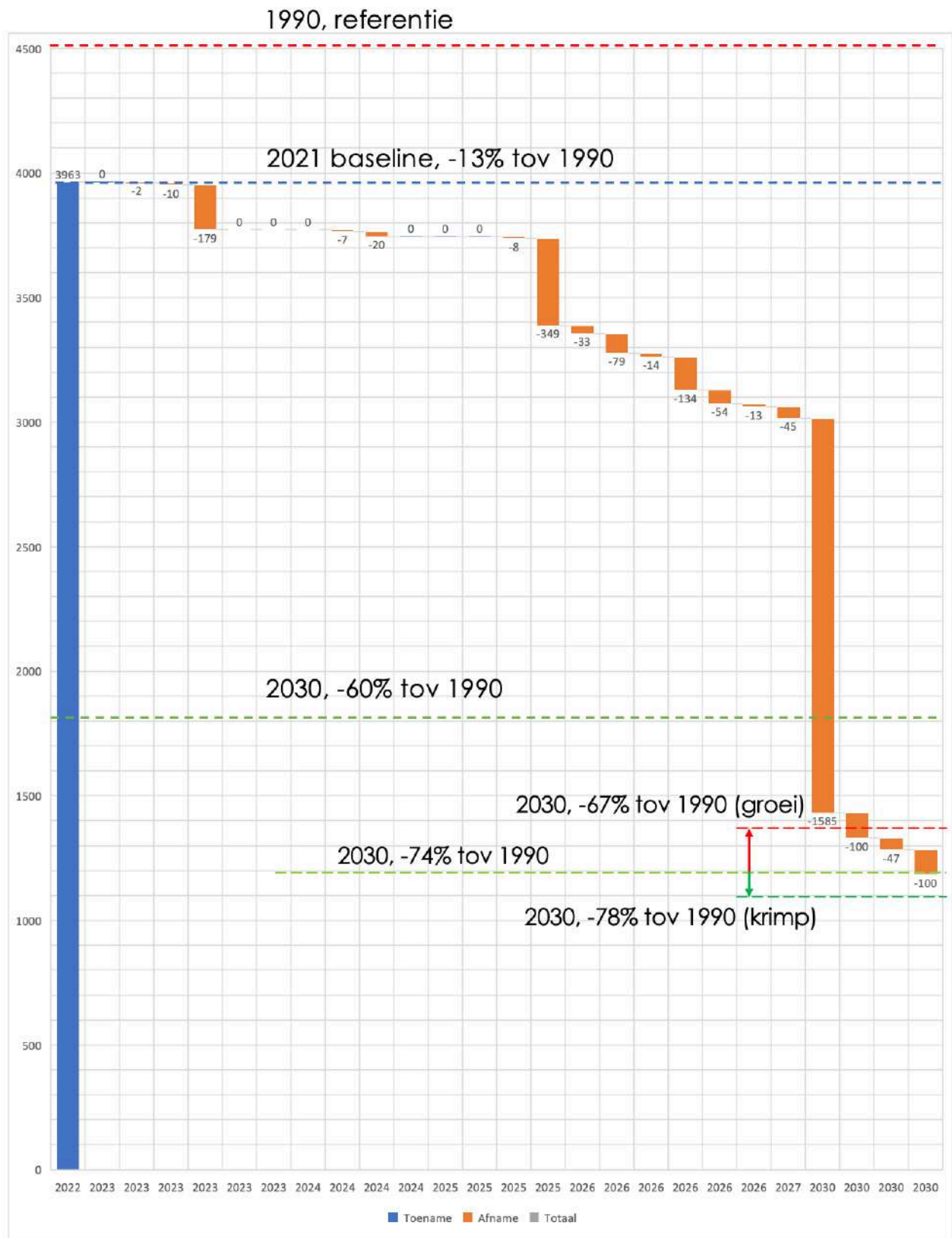
Hoe tot die totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie op macroniveau gekomen wordt, wordt uitgelegd aan de hand van handelingsperspectief hogesterktestaal (HP6). Aangenomen wordt dat S235 op projectniveau vervangen wordt door S355. Dit is een 50% sterkteverbetering waardoor minder materiaal nodig is wat leidt tot een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 50% op projectniveau.

Echter niet in elk project in Nederland is hogesterktestaal efficiënt en kan deze CO<sub>2</sub>-emissiereductie gehaald worden doordat stabiliteit (knik/kip en plooi) en/of vervormingseisen maatgevend zijn voor de dimensionering. Dit effect wordt meegenomen door in 50 % van de gevallen de CO<sub>2</sub>-emissiereductie op projectniveau mee te nemen. Vervolgens is de inschatting dat dit handelingsperspectief in 2030 volledig is uitgerold over de NL markt.

De grootste emissiereducties worden gehaald door de volgende handelingsperspectieven:

- Reductie primaire staalproductie, 1585 kton in 2030;
- Vermijdt nieuwbouw/herbestemmen, 349 kton in 2025;
- Duurzame energie voor de staalbouwer, 179 kton in 2023;
- Hergebruik zwaar constructiestaal B&U, 134 kton in 2026.

In Figuur 3 zijn met groen en rood de scenario's weergegeven voor potentiële ontwikkeling in de marktvrage. In alle gevallen bewerkstelligen de handelingsperspectieven voldoende CO<sub>2</sub>-emissiereductie om aan de ambitie van tenminste 60% CO<sub>2</sub>-emissiereductie te voldoen.



**Figuur 3: Roadmap met handelingsperspectieven en totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie richting 2030.**

## 1. Inleiding

### 1.1 Waarom een Bouwakkoord Staal?

Door de snelle industrialisatie en groei van de wereldbevolking is de leefomgeving ernstig aangetast. De opwarming van de aarde, het enorme beslag op grondstoffen, het verlies aan biodiversiteit en alle daarmee samenhangende milieuproblemen hebben zorgwekkende proporties aangenomen. Om ervoor te zorgen dat de aarde leefbaar blijft voor huidige en toekomstige generaties zijn er in Nederland, de EU en internationaal afspraken gemaakt.

- In Glasgow zijn in 2021 de internationale afspraken herbevestigd dat de temperatuur op aarde niet meer dan 1,5 graden mag stijgen ten opzichte van het einde van de 19<sup>e</sup> eeuw<sup>4</sup>. Mede op grond hiervan heeft het kabinet Rutte IV de doelen in de Klimaatwet aangescherpt tot tenminste 55% CO<sub>2</sub> reductie en het beleid gericht op 60% CO<sub>2</sub> reductie in 2030.
- Om de efficiëntie van grondstoffenverbruik te verbeteren, heeft de Europese Commissie het EU Circular Economy Action Plan ingevoerd in 2020. Dit actieplan bouwt voort op het in 2015 ingevoerde Circular Economy Package 'Closing the Loop: An Action Plan for a Circular Economy'. Deze beide actieplannen zijn in lijn met het nationale Rijksbrede programma Circulaire Economie en een Uitvoeringsprogramma welke tot doel heeft een halvering van het gebruik van primaire grondstoffen in 2030.
- Om het biodiversiteitsverlies terug te dringen zijn internationale afspraken gemaakt, waaronder het internationale Biodiversiteitsverdrag. Daarnaast liggen er diverse Europese afspraken over biodiversiteit vast, waaraan ook Nederland gebonden is.
- Ambitieuze verduurzaming staat centraal in het Regeerakkoord van kabinet Rutte IV. Voor de bouw betekent dit circulair, klimaatbestendig en natuur-inclusief, aldus het Regeerakkoord. Onderdeel van deze opgave is dat alle bouwmaterialen duurzaam moeten worden, dus ook staal.

De Partijen verenigd in het Bouw Akkoord Staal (BAS), delen deze visie en beseffen dat de verdere verduurzaming van de bebouwde omgeving en daarbinnen van staal in de bouw positief bijdraagt aan vermindering van de hierboven geschetste milieuproblemen. Daarom is een Bouw Akkoord Staal (BAS) gesloten met als doel om tot ambitieuze verduurzaming van staal in de bouw te komen. Uitgangspunt daarbij is wel dat de kwaliteit van het staal in de bouw (d.w.z. bestand zijn tegen externe invloedsfactoren en overige essentiële eisen) gewaarborgd blijft en dat de transitie naar verduurzaming van staal in de bouw op een sociaal-economisch, verantwoorde wijze gerealiseerd wordt.

Het Bouw Akkoord Staal (BAS) overbrugt uiteenlopende belangen, verbindt organisaties in de keten en zorgt ervoor dat de gestelde ambities gezamenlijk worden gerealiseerd. De Partijen beseffen dat het gezamenlijk belang van verduurzaming van staal in de bouw ver uitstijgt boven de deelbelangen van afzonderlijke individuen en organisaties. En dat het verwezenlijken van gedeelde ambities een groeitraject is. Om die reden zijn in dit Bouwakkoord Staal afspraken gemaakt voor een periode tot en met 2030; deze zullen op verschillende ijkmomenten (2024, 2026, 2028) worden geëvalueerd om te bezien of de gezamenlijke inzet voldoende bijdraagt aan het behalen van de ambitie.

<sup>4</sup> <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/ipcc-menselijke-beinvloeding-van-het-klimaatstelsel-vaststaand-feit-1-5-graden-grens-tien-jaar-eerder-bereikt-dan-verwacht>

## 1.2 Missie en ambities

De missie en ambities van het Bouwakkoord Staal (BAS) zijn vastgelegd in het Visiedocument[7] dat op 10 maart 2022 feestelijk werd ondertekend bij IMD in Rotterdam.

### **Missie**

Het doel van het Bouwakkoord Staal is dat Partijen gezamenlijk invulling geven aan een staalbouwsector- en ketenbrede inzet om de duurzaamheid van hun activiteiten significant te hebben verbeterd in 2030. Tegelijkertijd wordt beoogd om:

- de innovatieve en economische kracht te verbeteren;
- de concurrentiepositie te versterken;
- de aantrekkelijkheid van de sector voor huidige en toekomstige werknemers te vergroten.

De reikwijdte van het Bouwakkoord Staal betreft alle staaltoepassingen, zowel constructief als niet-constructief binnen de B&U-sector en de GWW-sector.

### **Ambities**

Partijen richten zich voor 2030 op de volgende ambities:

1. Vermindering van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met tenminste 60 % t.o.v. 1990, te behalen in de gehele staalbouwketen, met daarbij een duidelijke ambitie gericht op een hogere CO<sub>2</sub>-reductie. Dit reductiedoel wordt gedefinieerd in absolute zin, d.w.z. dat hierin de groei van de vraag in Nederland verdisconteerd is.
2. Waardebehoud op het hoogst mogelijke niveau van achtereenvolgens objecten, componenten, materialen en grondstoffen. Dit valt te realiseren door:
  - a: Bevorderen van zo hoogwaardig mogelijke toepassing van het huidig, vrijkomend staal in de bouw;
  - b: Zorgdragen dat beschikbare schroot zoveel mogelijk in Nederland kan worden ingezet bij de productie van nieuw staal voor de bouw;
  - c: Slim, modulair en circulair ontwerpen voor de- en remontabel bouwen, ter verhoging van de kans op toekomstig hoogwaardig hergebruik van componenten en aanpasbaarheid van constructies;
  - d: Slim ontwerpen met het oog op materiaalbesparing;
  - e: Bevorderen van minder staalgebruik per eenheid product (bijvoorbeeld door toepassing hogesterkte staal);
  - f: Stimuleren van vergaande prefabricage waardoor materiaalverlies wordt gereduceerd;
  - g: Verduurzamen van staal via samenwerking in de ontwerp-, constructie- en productiefasen, zodat optimale levensduur van stalen constructies gerealiseerd wordt in de cycli van hergebruik.

Na ondertekening van het akkoord worden in de opbouwfase voor deze opties specifieke ambities en streefpercentages uitgewerkt.



3. Verlaging van de milieu-impact van stoffen die risico's voor mens en milieu met zich meebrengen. Hierbij wordt voor de keten gebruik gemaakt van de Milieu Kosten Indicator (MKI) (zoals toegepast in aanbestedingsrichtlijnen) en voor de productie van staal aangesloten bij de richtlijnen in het kader van Responsible Steel.<sup>5</sup>
4. Tijdige en transparante communicatie naar alle betrokken partners en naar externe stakeholders over voorgenomen maatregelen.
5. Bevordering van innovaties in de gehele staalketen en direct verwante sectoren in de bouw.
6. Versterking van kennisontwikkeling, opleiding en training bij marktpartijen, opdrachtgevers en kennisinstellingen en tevens vergroting van de kennisdeling en transparantie van milieudata bij marktpartijen, met inachtneming van bescherming van vertrouwelijke bedrijfsinformatie.

Bovenstaande doelen kunnen alleen gerealiseerd worden, als:

- Partijen in de bouwketen staal zich committeren aan een langdurige samenwerking waarbij elke partij de afgesproken rol en verantwoordelijkheid op zich neemt en zich daarvoor maximaal inzet. Wanneer de Partijen hierom verzoeken, wordt eveneens de inspanning van de Rijksoverheid verwacht.
- Voor een transitie naar een duurzame bouwketen staal is een consistente en realistische, maar uitdagende uitvraag van publieke en private opdrachtgevers nodig. Zij committeren zich om de binnen het akkoord gezamenlijk opgestelde offertevoorstellen en aanbestedingsrichtlijnen op eenzelfde wijze te hanteren. Daardoor wordt de markt houvast geboden en worden vernieuwing en innovatie zowel direct als indirect gestimuleerd. Elke twee tot drie jaar worden de MKI en MPG naar beneden bijgesteld. Ditzelfde geldt voor de aanvullende aanbestedingseisen in circulariteit in de ontwerp-, constructie- en gebruiksfases waarbij gebruik gemaakt kan worden van CB23. Partijen nemen daartoe de 'koploper aanpak' als uitgangspunt. Koplopers zijn de ketenpartners die met bewezen innovaties aan strengere milieueisen kunnen voldoen dan het peloton. Zij geven aan waar het peloton over een paar jaar ook aan moet kunnen voldoen. Kortom innovatie en verduurzaming zullen onlosmakelijk verbonden kernbegrippen in dit kader moeten zijn.

---

<sup>5</sup> Responsible Steel is een internationale certificering (vergelijkbaar met FSC of Alu Stewardship) waarbij ESG =Environmental, Social en Governance worden geaudit door certificerende instantie .

### 1.3 Fasen in Bouw Akkoord Staal (BAS)

Het BAS wordt opgebouwd uit een aantal fasen:

<i>Fase:</i>	<i>Tijdschema:</i>	<i>Resultaat:</i>
Vorbereidingsfase:	september 2021 – maart 2022:	Visiedocument
Opbouwfase:	maart 2022 – december 2022:	Roadmap
Opschalingsfase:	januari 2023 – 2030	Opschaling in keten

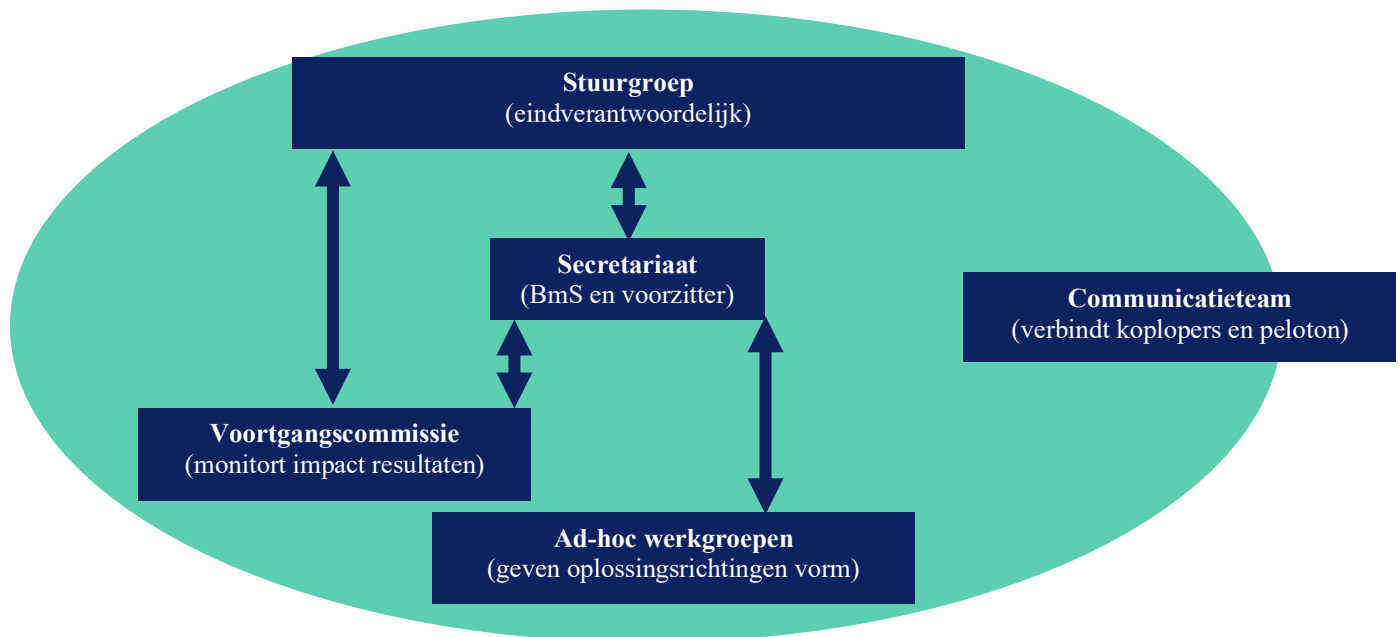
De voorbereidingsfase is in september 2021 gestart met een bijeenkomst bij Tata Steel voor genodigden uit de gehele staalketen. In de voorbereidingsfase is met een kleine kerngroep in een aantal online en live sessies een concept Visiedocument opgesteld. Dit concept Visiedocument beschrijft de missie en ambities van het BAS die gedragen worden door koplopers uit de gehele keten en vormt het startpunt voor het gehele verduurzamingstraject richting 2030. Het concept Visiedocument is ter consultatie aan de markt aangeboden en de kerngroep heeft vervolgens de binnengekomen reacties becommentarieerd, bediscussieerd, verwerkt en tot een definitief Visiedocument gebracht dat op 10 maart 2022 feestelijk is ondertekend door de koplopers en gelanceerd bij IMd. Daarmee is de voorbereidingsfase afgesloten en gestart met de opbouwfase (Figuur 4).



*Figuur 4: Tijdlijn BAS met de verschillende fasen in de tijd.*

## 1.4 Governance

De governance van het BAS is kort weergegeven in Figuur 5. In de bijlage zijn de taken, verantwoordelijkheden en onderlinge werkrelaties in detail beschreven.



*Figuur 5: Governance met de actoren in het BAS en werkstructuur.*

### 1.5 Uitvoering opbouwfase

De opbouwfase is gestart in maart 2022 na de ondertekening van het visiedocument. Doel van de opbouwfase is het praktisch voorbereiden van de opschalingsfase waar concreet richting 2030 stappen gezet gaan worden om de ambities te halen. In de opbouwfase zijn de uitgangspunten voor het BAS nader uitgewerkt, is de baseline verder onderzocht en vastgelegd en zijn verduurzamingsopties (=handelingsperspectieven) bepaald en bediscussieerd die tezamen leiden tot een totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie en het behalen van de andere ambities van het BAS. Resultaat van de opbouwfase is een roadmap die de handelingsperspectieven in de tijd plaatst en het traject richting 2030 vormgeeft. De handelingsperspectieven en baseline zijn opgesteld volgens de laatste LCA methodieken en normen die gelden voor de Nederlandse bouw (zie Bijlage). Voor termen en definities die gebruikt worden in deze roadmap wordt verwezen naar de bijlage.

De opbouwfase en de roadmap zijn ontwikkeld met het kernteam dat fungeerde als klankbord. Het kernteam bestond uit:

- Jacqueline Cramer, voorzitter
- Frank Maatje , Bouwen met Staal
- Arend Dolsma , Bouwen met Staal
- Jan-Pieter den Hollander, Bouwen met Staal
- Albert Manenschijn , Rijkswaterstaat
- Coert Zachariasse, Delta Development Group
- Menno Rubbens Cepezeprojects
- Geert Bettens, ArcelorMittal
- Hans Schepers, Tata Steel Nederland
- Bauke Hoekstra Bonnema, Tata Steel Nederland
- Bob Soetekouw, GB Steel Group
- Aniek Aversch, Circulairstaal
- Thijs Huijsmans, Heijmans
- Edwin Thie , Arup
- Kees de Groot, C.A. de Groot Groep
- Jim Teunizen, Alba Concepts
- Cor van Dijken, Stichting Building for Good
- Yorick Lieferring, Koninklijke Staalfederatie
- Reinier Kleissen, Prorail
- Annamarie Hagoort, Samenwerkende Nederlandse Staalbouw (SNS)
- Marten Klein, Gemeente Amsterdam/IBA
- Dick de Jong, Overdie
- Robert Kwintenberg, Brink Staalbouw
- Job Coenen, Akzo Nobel
- Erik Hoven, VERAS
- Jan van Asten, Rijkswaterstaat
- Marcel den Hollander, Hogeschool Rotterdam
- Bruno Dursin, Zinkinfo Benelux
- Alexander Bletsis, Provincie Noord-Holland
- Nardo Hoogendijk, Hollandia Infra
- Klaas Bergsma, Rotocoat
- Rob Ikink, Zinq
- Nathalie van de Poel, PMC (Purified Metal Company)

## 1.6 Opzet van dit rapport

Dit document brengt allereerst de uitwerking en onderbouwing van de baseline in beeld die ten grondslag ligt aan het opzetten van een monitoringssysteem om de voortgang van het BAS in de tijd tot 2030 te meten (hoofdstuk 2).

Vervolgens wordt het bouwwaardemodel toegelicht dat als basis dient voor alle handelingsperspectieven (hoofdstuk 3).

Daarna worden de handelingsperspectieven en daarbij te verwachten reducties in CO<sub>2</sub> en andere milieueffecten en de bijdrage aan circulariteit geprognoseerd (hoofdstuk 4).

Vervolgens volgt een samenvatting van de handelingsperspectieven en de totaal te behalen CO<sub>2</sub>-emissiereductie (hoofdstuk 5).

Het laatste hoofdstuk beschrijft de "Roadmap" die alle handelingsperspectieven in de tijd plaatst richting 2030 (hoofdstuk 6).

## 2. Baseline: uitgangspunt voor monitoring

De ambitie die geformuleerd is in het Bouwakkoord Staal betreft een reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot met tenminste 60 % t.o.v. 1990, te behalen in de gehele staalbouwketen.

Het betreft een reductie in absolute hoeveelheid CO<sub>2</sub> (in kton) ten opzichte van het jaar 1990. Daarom is het noodzakelijk de afzet (in kton) van de verschillende staalproducten toegepast in de bouw, alsmede de CO<sub>2</sub> footprint per bouwproduct te bepalen voor het jaar 1990.

Ter bepaling van de afzet (tonnages) van de verschillende staalproducten is data gebruikt van Eurofer<sup>6</sup> en daarnaast zo veel mogelijk aangevuld met informatie uit de staalketen.

Daarnaast zijn ambities geformuleerd op het gebied van:

- Circulariteit: waardebehoud op het hoogst mogelijke niveau van achtereenvolgens objecten, componenten, materialen en grondstoffen
- Verlaging van de milieu-impact van stoffen die risico's voor mens en milieu met zich meebrengen

Circulariteit wordt meegenomen in de uitwerking van de handelingsperspectieven, aangezien het bouwwaardemodel en de 10Rs van circulariteit uitgangspunt zijn van deze handelingsperspectieven.

Verlaging van de milieu-impact van stoffen zal in de berekening van de MKI (Milieu Kosten Indicator) van elk handelingsperspectief terugkomen wanneer deze in de praktijk wordt toegepast. In dit document wordt alleen aangegeven of er sprake is van milieu-impact van stoffen.

In onderstaande berekening van de baseline wordt daarom met name op CO<sub>2</sub>-uitstoot gefocust. De daarbij gebruikte LCAs (lifecycle analyses) omvatten alleen de modules A t/m C en niet D volgens NEN-EN15804.

Module A is de productiefase, module B is de gebruiksfase. Module C is de einde levensfase en Module D biedt de mogelijkheid om de voordelen van een recyclebaar product en/of her te gebruiken product en/of her te gebruiken ontwerp te laten zien. Module D wordt ter bepaling van de totale CO<sub>2</sub>-emissie voor de baseline niet meegenomen. Module D mag volgens NEN-EN 15804 niet opgeteld worden bij Module A tot en met C en veelal is de te behalen CO<sub>2</sub> reductie pas te realiseren na 2030. Verder wordt aangenomen wordt dat de CO<sub>2</sub>-emissie in de gebruiksfase (Module B) 0 is.

---

<sup>6</sup> Eurofer is de overkoepelende EU branche-organisatie van staalbedrijven die productie alsmede in- en export informatie verzameld.

## 2.1 Tonnages 1990-2020

Voor de staalafzet wordt uitgegaan van import, export en productiestatistieken van Eurofer die de volgende productgroepen hanteert (Tabel 7).

**Tabel 7: Historische staalafzet (kton) voor verschillende productgroepen in de Nederlandse markt**

Product	1990	2004	2010	2015
Balk <sup>a</sup>	400	408	432	384
HR flat <sup>b</sup>	1000	1032	1020	1140
Quarto <sup>c</sup>	350	360	384	516
CR sheet <sup>d</sup>	450	468	336	336
Hot dipped MCS <sup>e</sup>	250	252	180	252
Organic coated <sup>f</sup>	150	168	168	144
Totaal	2600	2688	2520	2772

<sup>a</sup> Balk = Balken/ kolommen : HEA/B/M , IPE/UNP etc. Warm gewalst  
<sup>b</sup> HR flat = Hot Rolled = Warm gewalst materiaal, basis voor gelaste plaatliggers, productie buizen, kop/voetplaat etc. alsmede automotive, scheepsbouw en procesindustrie (vaten etc.)  
<sup>c</sup> Quarto = Breedband staal /Quarto plaat, dikke plaat, warm gewalst  
<sup>d</sup> CR= Colled Rolled= Koudgewalst staal  
<sup>e</sup> Hot Dipped mcs= HDG= Verzinkt staal, basis voor warmdak platen, staalplaatbetonvloer, metal stud binnenwand etc. gording etc.  
<sup>f</sup> Organic Coated= OC = geverfd koudgewalst, verzinkt staal, toepassing voor dak/gevel

Een deel van de producten komt terecht in de Nederlandse bouwmarkt:

**Balk:** 100% toepassing in bouwmarkt.

**HR flat:** Een belangrijk deel van HR is basis materiaal voor productie van Buis.

Verdere toepassingen zijn vangrails, damwand, diversen infra, diversen strip en plaatliggers (Tabel 8).

**Tabel 8: Onderverdeling afzet HR flat naar specifieke bouwproducten.**

HR flat	kton	bron:
vangrail	10	BmS/Tata Steel/ data
Damwand + overig	210	BmS/Tata Steel/ data
infra	30	BmS/Tata Steel/ data
strip	10	BmS/Tata Steel/ data
plaatliggers	30	BmS/Tata Steel/data
sub totaal	290	

**Quarto:**

Groot deel komt terecht in de scheepsbouw/offshore. Deze sectoren behoren niet tot bouwmarkt maar installatietechniek. Daarnaast wordt veel quartoplaat in de GWW (bruggenbouw) gebruikt en voor offshore windmolens. Uitgaande van offshore wind ontwikkelingen richting 2030 en staalverbruik monopiles/windturbines laat Tabel 9 de verdeling van het staalverbruik zien.

**Tabel 9: Onderverdeling Quarto naar specifieke bouwproducten.**

Quarto	kton	bron
NL 1-2 GW offshore/onshore wind	350	Staalverbruik ca 1 kton per 3MW 1 GW/jaar = 350 kton/jaar Zie ook Bijlage H
Bruggen + overige	166	
sub totaal	516	

**CR =Cold Rolled = Koudgewalst staal:**

Onbekleed staal wordt niet in de bouwmarkt toegepast, derhalve wordt dit item niet meegenomen.

**Hot Dipped mcs= HDG + Organic Coated:**

Deze productgroep betreft het verzinkte dunne staal (Hot Dipped Galvanized =HDG) wat toepassing vindt in de dak/gevel en vloeren markt. Ook metal-stud, light steel framing en secundair staal (gordingen) valt in deze productgroep. Bij zichtdelen wordt naast een zinklaag ook een organische coating aangebracht. De productgroep Organic Coated (OC) valt ook binnen deze productgroep. Onderstaand overzicht geeft een opsomming van de producten en afzet in 2020 (Tabel 10).

**Tabel 10: Onderverdeling HDG + Organic Coated naar specifieke bouwproducten.**

HDG/OC	kton	bron
Gording/rail/steelframe	25	Marktstudie BmS/Tata Steel Nederland
staalplaatbetonvloer	5	Info Dutch Engineering
Panelen OCS	110	Tata Steel Nederland
Panelen OCS	55	Tata Steel Nederland
Profielen HDG	55	Tata Steel Nederland
Overig OCS	10	Tata Steel Nederland
Overig HDG	10	Tata Steel Nederland
sub totaal	270	

**Buis:**

Voor de afzet van buizen naar de bouwmarkt wordt uitgegaan van statistieken van de Europese brancheorganisatie van buizen: ESTA = European Steel Tubes Association.

Ca 40% van de afzet van buizen vindt plaats naar de bouwmarkt. (info ESTA).

Volgens ESTA was de afzet van buizen in NL in 2020 500kton, derhalve naar de bouwmarkt 40% x 500 kton = 200 kton.

Tabel 11 geeft een samenvatting van de hiervoor besproken afzet tonnages op basis van de gegevens van Eurofer in 1990 en 2021.



**Tabel 11: Samenvatting staalfzet (kton) voor productgroepen in de NL bouw in 1990 en 2021.**

<b>Product</b>	<b>BAS</b>	<b>1990</b>	<b>2021</b>
Beams	Beams	400	384
HR flat	HR	279	290
	Buis	200	200
Quarto	Quarto	350	516
Hot dipped	HDG	90	90
Organic coated	OCS	175	180
Totaal	Totaal	1494	1660

## 2.2 Ontwikkeling tonnages richting 2030

### Beams:

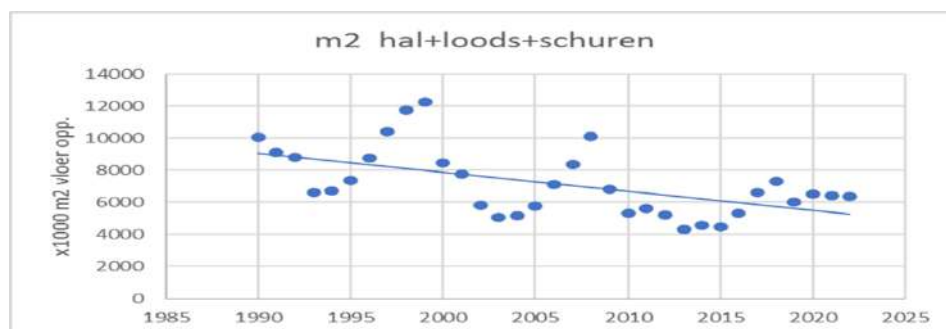
Lange termijn ontwikkeling (2004 – 2019) toepassing balken geeft onderstaand beeld (kton/jaar, info Eurofer). De rode lijn geeft de trendlijn aan (Figuur 6). Uitgaande van onderstaande trend en de verdere introductie van Hoge Sterkte Staal (HSS) in de bouw, wordt geen groei, maar een geringe afname verwacht richting 2030.



**Figuur 6: Trend in afzet balkstaal van 2014 - 2019.**

### OCS/HDG

Deze producten komen met name in de utiliteitsbouw in dak en gevel terecht, vooral in de staal intensieve marktsectoren Hallen, Loodsen en Schuren. Figuur 7 toont de CBS bouwvergunningen (m<sup>2</sup>/jaar) voor dit marktsegment. De blauwe lijn is de trendlijn. Op basis hiervan wordt voor dit marktsegment geen groei, maar een geringe afname richting 2030 verwacht.<sup>7</sup>



**Figuur 7: Trend voor marktsegment Hallen, Loodsen en Schuren op basis van CBS bouwvergunningen.**

### HR:

Op gebied van warmgewalst materiaal zien we ook een toename van gebruik van HSS. Deze trend zal leiden tot een afname van het staalgebruik in de HR marktsectoren.

### Quartoplaat:

Quarto plaat wordt vooral in de bruggenbouw en offshore industrie gebruikt. Met name offshore wind is een groeimarkt. Voor de monopiles voor turbine masten wordt uitgegaan van ca 1kton voor een conventionele 3 MW turbine. D.w.z. circa 0,33 kton/MW. Huidige routekaart offshore wind gaat uit van

<sup>7</sup> Enerzijds is er een trend van bouw van hogere hallen, zodat gevel m<sup>2</sup> toeneemt (per m<sup>2</sup>) anderzijds is er afname van agrarisch marktsegment.

11GW in 2030. Uitgaande van de huidige routekaart is de jaarlijkse toename 1GW, dit betekent circa 330 kton quartoplaat (Tabel 12).

**Tabel 12: Samenvatting trend staalfzet (kton) voor verschillende productgroepen in de Nederlandse bouw in 2030.**

Product				
Eurofer	BAS	1990	2021	2030
Beams	Beams	400	384	Afname door HSS
HR flat	HR	279	290	Afname door HSS
Quarto	Quarto	350	516	Groei
	Buis	200	200	Stabiel
Hot dipped	HDG	90	90	stabiel
Organic coated	OCS	175	180	afname
Totaal	Totaal	1494	1660	

Eurofer gaat uit van een groei van staalgebruik in 2030 van 8% (basis 2020). Daarnaast zou door de huidige onzekere tijden/recessie ook een krimp in het staalgebruik op kunnen treden. Er zijn derhalve 3 scenario's uitgewerkt:

1. Stabiel staalgebruik;
2. Groeiscenario 8%;
3. Krimpscenario 4%.

Tabel 13 geeft de staalfzet in 2030 voor de 3 scenario's.

**Tabel 13: 3 scenario's voor de staalfzet op de NL bouwmarkt in 2030.**

Scenario's 2030			
	Afzet		
product	<i>stabiel</i>	<i>groei 8%</i>	<i>krimp 4%</i>
	kton	kton	kton
balk	384	415	369
CR+ HDG+ OC	270	292	259
quarto	516	557	495
HR <sup>a</sup>	490	529	470
<b>totaal</b>	<b>1660</b>	<b>1793</b>	<b>1594</b>
<sup>a</sup> HR en Buis zijn samengevoegd onder HR			

## 2.3 CO<sub>2</sub> intensiteit 1990-2020-2030

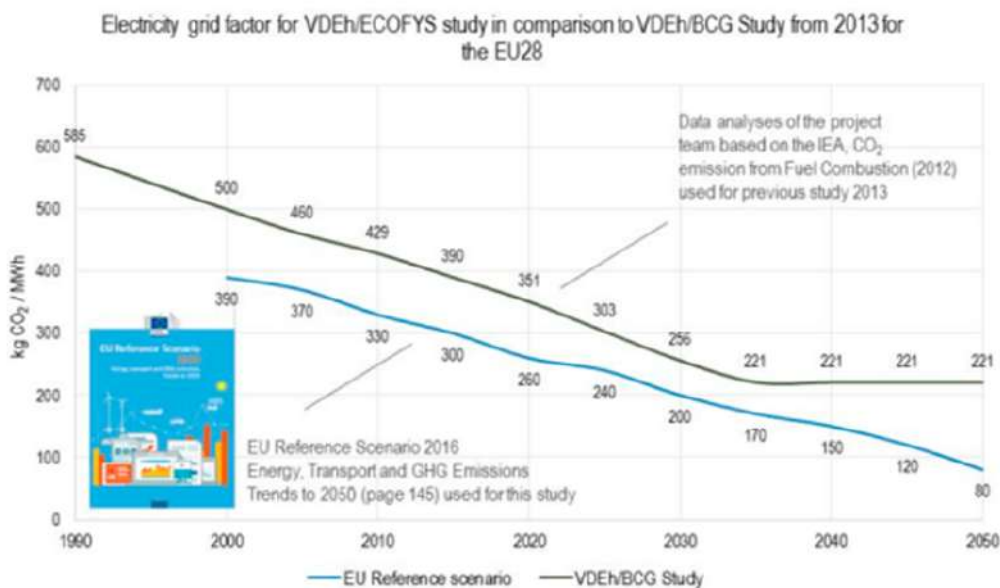
Om de reductie in absolute hoeveelheid CO<sub>2</sub> te berekenen is het nodig om de CO<sub>2</sub> “footprint” van de afzonderlijke staalproducten te bepalen in 1990 en 2020. De handelingsperspectieven geven een verdere CO<sub>2</sub> reductie richting 2030.

### Uitgangspunten LCA's

Tav de CO<sub>2</sub> footprint in 1990 is er slechts geringe informatie voorhanden. De ontwikkeling van CO<sub>2</sub> footprint van de primaire staalbedrijven is redelijk bekend. Uitgaande van de EPD's van de verschillende bouwproducten in 2020/21 is teruggerekend naar CO<sub>2</sub> intensiteiten in het basisjaar 1990.

Recentelijk zijn de productkaarten/EPD's voor de staal bouwproducten in de Nationale Milieu Databank (NMD) geactualiseerd. De productie van balkstaal/zware profielen gaat via de Electric Arc Furnace route (EAF). Hiervoor is in de NMD een waarde van 1,2 ton CO<sub>2</sub>/ton opgenomen (Mod A1-A3). De productie van CR/HDG/OC vindt plaats via de Blast Oxygen Furnace route (BOF). Voor deze route is een waarde van 3,3 ton CO<sub>2</sub>/ton opgenomen. HR-materiaal wordt eveneens via deze route geproduceerd. Hier wordt uitgegaan van een waarde van 2,1 ton CO<sub>2</sub>/ton. (bron EPD Tata Steel Nederland)

Uitgaande van deze productkaarten kan worden teruggerekend naar het basisjaar 1990. De CO<sub>2</sub>-emissie van de EAF route is afhankelijk van de emissie van elektriciteitsproductie. De ontwikkeling van de CO<sub>2</sub>-emissie van de EU-electriciteitsproductie wordt aangegeven in Figuur 8 (bron IEA).



**Figuur 8: CO<sub>2</sub>-emissie elektriciteitsproductie voor de gemiddelde EU mix van 1990 tot nu en geprognostiseerd richting 2050.**

We zien een reductie in CO<sub>2</sub>-emissie voor de elektriciteitsproductie, en derhalve ook voor de EAF-route tussen 1990 en 2020 van ca 40%. Voor de BOF route wordt uitgegaan van gegevens van de primair staalproducenten van ca 20% verbetering in CO<sub>2</sub>-emissie tussen 1990 en 2020 (Zie ook Eurofer “Steel roadmap for a low Carbon EU”<sup>8</sup>).

<sup>8</sup> <https://www.eurofer.eu/assets/Uploads/EUROFER-Low-Carbon-Roadmap-Pathways-to-a-CO#2-neutral-European-Steel-Industry.pdf>

Voor de ontwikkelingen van CO<sub>2</sub>-reducties naar 2030 wordt voor de EAF-route uitgegaan van de ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-reductie in de elektriciteitsopwekking. Uitgaande van IEA-voorspellingen wordt internationaal een verdere reductie van gemiddeld 30% verwacht. Dit reductie percentage zal naar allerwaarschijnlijkheid in Nederland en omliggende landen hoger liggen.

Voor de BOF route wordt uitgegaan van de reducties die opgegeven zijn door de primair staalproducten op de NL-markt, dwz ca 40% (30- 50%). Zie ook bijlage onderstaand voor overzicht CO<sub>2</sub> reductieprojecten. Tabel 14 vat de CO<sub>2</sub>-emissiereductie samen voor de primaire staalindustrie. Dit is de emissie in module A1-A3.

**Tabel 14: CO<sub>2</sub>-emissiereductie primaire staalindustrie van 1990 naar 2021 en 2030.**

Reductie CO <sub>2</sub>	Base 1990	Reductie 1990-2021	Reductie doel 2021-2030	Bron
BOF (A1-A3)		20%	40%	Publicaties staalproducenten
EAF (A1-A3)		40%	30%	IEA: EU electricity CO <sub>2</sub> developments
Reductie A4-C4		20%	20%	IEA: EU electricity CO <sub>2</sub> developments
<b>CO<sub>2</sub></b>				
	1990	2021	2030	
	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	
BOF – CR/HDG/OC	4,1	3,3	2,0	NMD (2021)
BOF – HR	2,6	2,1	1,3	NMD (2021)
BOF – Quarto	3,3	2,6	1,6	Info Dillinger
EAF - Beam	2,0	1,2	0,8	NMD / EPD AM+IBU

Tabel 15 geeft voor de verschillende producten de productieroute (EAF vs BOF) de Module A1-A3 CO<sub>2</sub> footprint, alsmede de hergebruik percentages aan. Voor hergebruik wordt uitgegaan van een emissie van ca 100 kg CO<sub>2</sub>/ton hergebruikt staal.

**Tabel 15: CO<sub>2</sub>-emissie in 1990 en 2021 Module A1-A3 voor staalproductgroepen met 3 productieroutes voor staal.**

jaar	product	afzet	EAF	BOF	Hergebruik	EAF	BOF	Hergebruik	EAF	BOF	Hergebruik	Subtotaal A1-A3
		kton	%	%	%	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>
1990	balk	400	85%	5%	10%	2		0,1	680	40	4	724
	CR+ HDG+ OC	265	0%	95%	5%	2	4,1	0,1	0	1038	1	1040
	quarto	350	0%	100%	0%	2	3,3	0,1	0	1138	0	1138
	HR (incl buis)	479	0%	97%	3%	2	2,6	0,1	0			
	totaal	1494										
2021	balk	384	84%	0%	16%	1,2		0,1	387	0	6	393
	CR+ HDG+ OC	270	0%	95%	5%	1,2	3,3	0,1	0	846	1	848
	quarto	516	0%	100%	0%	1,2	2,6	0,1	0	1342	0	1342
	HR (incl buis)	490	0%	97%	3%	1,2	2,1	0,1	0			
	totaal	1660										

Voor de Modules A4-C4 van de staalproducten wordt uitgegaan van de NMD en de beschikbare EPD's info. De resultaten staan in Tabel 16.

**Tabel 16: CO<sub>2</sub>-emissie in 1990 en 2021 Module A4-C4 voor staalproductgroepen.**

product	afzet kton	A4	A5	C1	C2	C3	C4	totaal A4-C4	
		ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	ton CO <sub>2</sub> /ton	kton CO <sub>2</sub>
<b>1990</b>									
balk	400	0,02	0,06	0,06	0,01	0,03	0,00	0,18	71
CR+ HDG+ OC	265	0,02	0,23	0,10	0,01	0,03	0,00	0,40	105
quarto	350	0,02	0,06	0,06	0,01	0,03	0,00	0,18	62
HR	479	0,02	0,22	0,10	0,01	0,03	0,00	0,39	186
<b>totaal</b>	<b>1494</b>								<b>425</b>
<b>2021</b>									
balk	384	0,02	0,05	0,05	0,01	0,03	0,00	0,15	57
CR+ HDG+ OC	270	0,02	0,19	0,09	0,01	0,03	0,00	0,33	89
quarto	516	0,02	0,05	0,05	0,01	0,03	0,00	0,15	77
HR	490	0,02	0,19	0,09	0,01	0,03	0,00	0,32	159
<b>totaal</b>	<b>1660</b>								<b>381</b>

M.b.v. de bovenstaand gegevens kunnen de totale CO<sub>2</sub>-emissies per scenario worden berekend (Tabel 17).

**Tabel 17: 3 scenarios's voor de staalafzet en de CO<sub>2</sub>-emissie bij ongewijzigd beleid voor de Nederlandse bouwmarkt in 2030.**

Scenario's 2030						
product	Afzet	CO <sub>2</sub> Module A1-C4				
	stabil	groei 8%	krimp 4%	stabil	groei 8%	krimp 4%
	kton	kton	kton	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>
balk	384	415	369	450	486	432
CR+ HDG+ OC	270	292	259	937	1012	899
quarto	516	557	495	1418	1532	1361
HR (incl. buis)	490	529	470	1158	1251	1112
<b>totaal</b>	<b>1660</b>	<b>1793</b>	<b>1594</b>	<b>3963</b>	<b>4280</b>	<b>3804</b>

Deze baseline analyse is door het onafhankelijke onderzoeksbureau Buildsight gereviewd. Het bureau heeft een controle uitgevoerd op bovenstaande markt data en aannames en kwam tot de conclusie dat de onderbouwing valide is (zie bijlage).

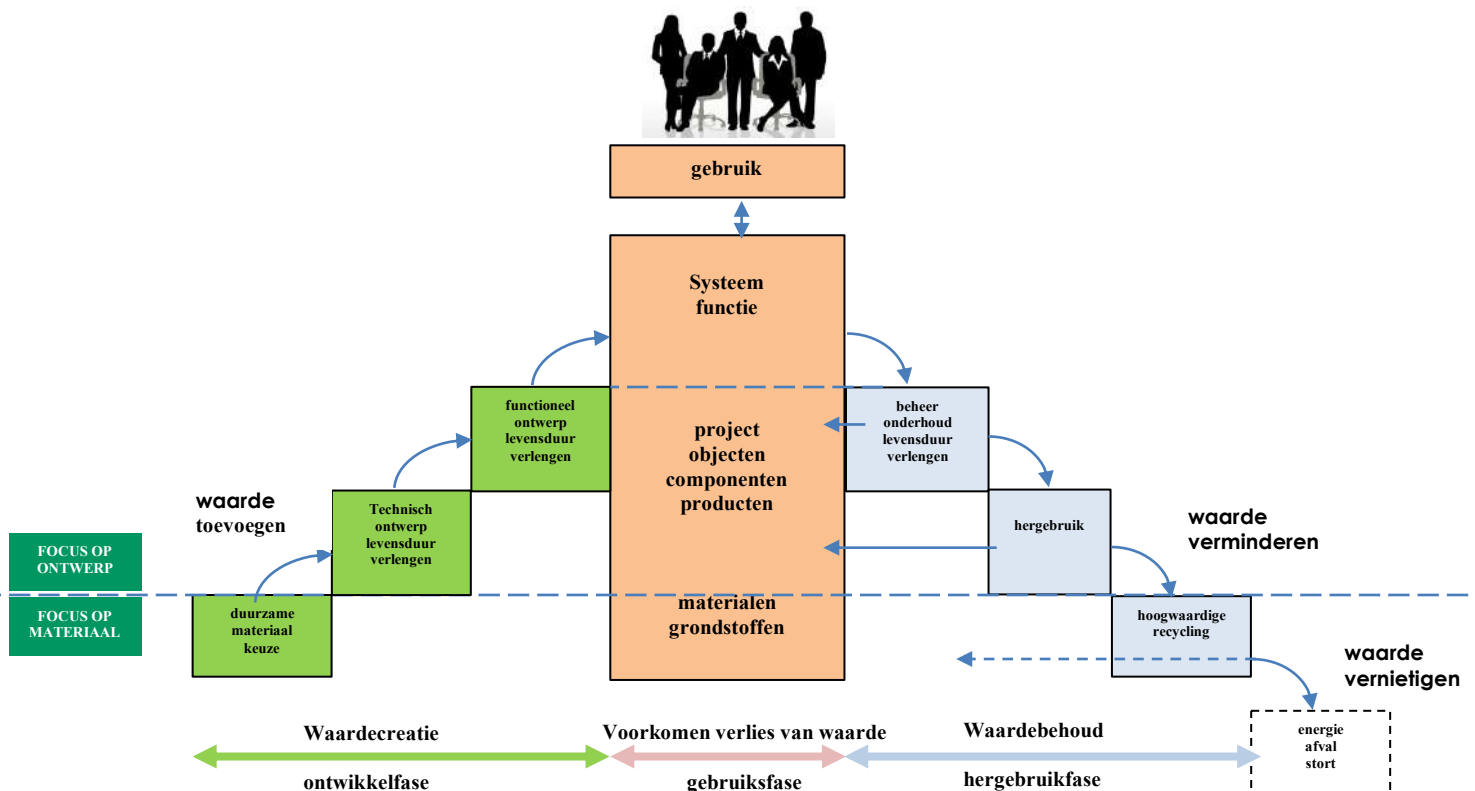
### 3. Bouwwaardemodel als basis voor de handelingsperspectieven

#### 3.1 Toelichting op Bouwwaardemodel

Het Bouwwaardemodel[1](Figuur 9) vormt de basis van het Bouwakkoord Staal omdat het alle stadia van het ontwerp- en bouwproces dekt. Het Bouwwaardemodel is ontwikkeld in het kader van het Betonakkoord maar is evenzeer toepasbaar op de staalketen in de bouw.

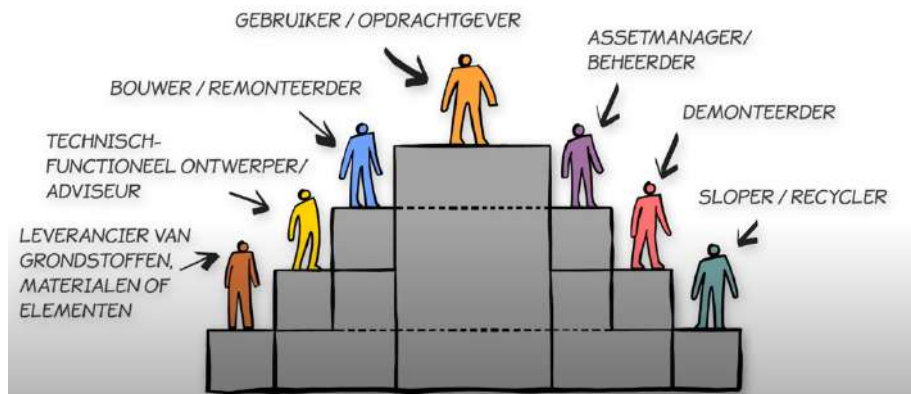
De circulaire strategie is gericht op het zo lang mogelijk behouden van de waarde van het product (hier staal) gedurende de gehele levenscyclus. Het betreft:

- Waardecreatie in de ontwikkelfase
- Waardetoevoeging in de ontwerpfase
- Voorkom verlies van waarde in de gebruikersfase
- Waardebehoud in de hergebruikfase
- Waardeverlies in de recycling fase
- Waardevernietiging in de verbrandingsfase



Figuur 9: Bouwwaardemodel met haar fases en circulaire strategie/ambities.

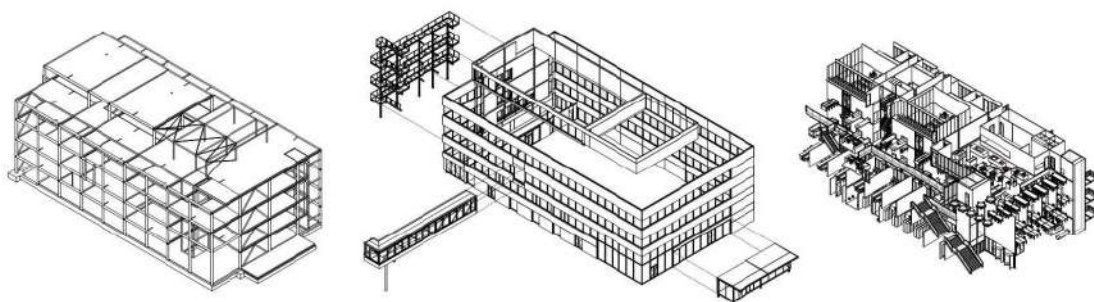
Initiatiefnemers, ontwerpers, constructeurs, adviseurs, leveranciers, (de)monteerders, staalbouwers, aannemers en gebouwbeheerders nemen bij het realiseren en het onderhouden van bouwwerken (B&U en infra) in de circulaire economie en in het bijzonder circulair bouwen een belangrijke rol in. Zij kunnen sturend optreden zodat de bouwwerken die nu gebouwd worden tijdens de levensduur van het bouwwerk adaptief zijn, losmaakbaar voor transformatie en demontabel als het bouwwerk zijn functie verliest. In het bouwwaardemodel herkent elke speler in de keten (leverancier, ontwerper/adviseur, bouwer, opdrachtgever etc.) zijn plek en overziet de relaties (Figuur 10).



**Figuur 10: Bouwwaardemodel met spelers in de keten en relaties.**

De voorgaande figuur laat een traditioneel bouwproces zien met traditionele rollen dat start met de ontwerpende disciplines van de architect en constructeur die waarde creëren. Het is evenwel goed mogelijk dat juist een aannemer/demonteerder waarde creëert in het begin van het proces en de ontwerper zorgt voor waardebehoud bij sloop.

Zo zorgt architect CEPEZED met een demontabel ontwerp van de Tijdelijke Rechtbank voor waardebehoud bij sloop. Juist bij deze materiaaltransitie kan hybridisering van de traditionele rollen veel nieuwe inzichten en innovaties opleveren (Figuur 11).



**Figuur 11: Tijdelijke Rechtbank; demontabel ontwerp van de architect zorgt voor waardebehoud bij sloop.**

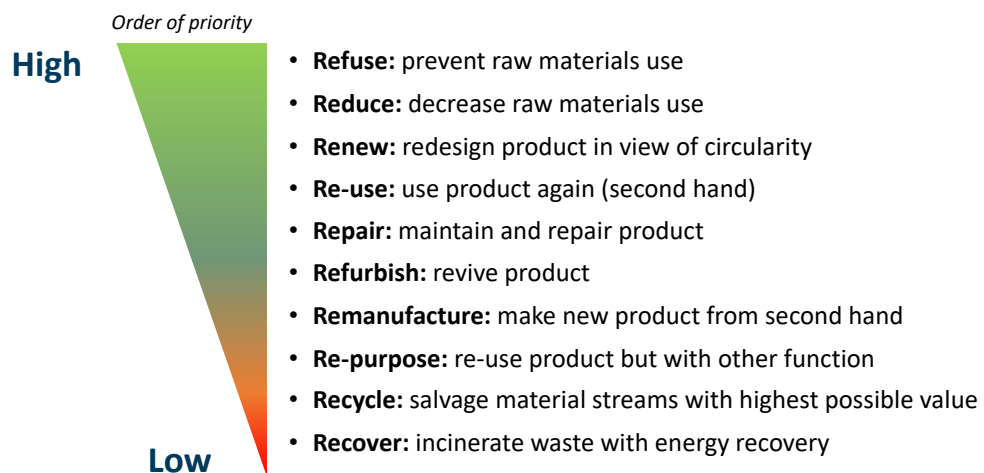
Het Bouwwaarde model dekt alle treden van de 10R ladder van circulariteit (Cramer, 2015) en geeft de positie weer van alle treden in de ontwerp-, bouw-, gebruiksfase en deconstructiefase.



### 3.2 Toelichting op 10-R model<sup>9</sup>

Met het 10 R-model worden circulariteitsstrategieën geprioriteerd en de impact op de materiaalstromen bepaald (Figuur 12). Het 10 R-model draagt bij aan het behouden van afgedankte producten en grondstoffen en het terugbrengen daarvan in de productieketen en daarmee aan het verminderen van het gebruik van primaire grondstoffen. Als vuistregel zijn bij circulariteitsstrategieën die hoger op de ladder staan, minder materialen nodig, waardoor de belasting van het milieu door grondstoffengebruik wordt voorkomen. Hiermee geeft de ladder een prioriteitsvolgorde aan van hoog naar laag. Met andere woorden: met strategieën die hoger op de ladder staan, worden in beginsel meer grondstoffen bespaard, waardoor belasting van het milieu wordt voorkomen. De overgang naar een circulaire economie is gebaat bij hogere R-strategieën, zoals reparatie en hergebruik. Recyclen van het materiaal kan altijd nog in een later stadium als hogere R-strategieën niet meer mogelijk zijn.

#### Levels of circularity: 10 R's

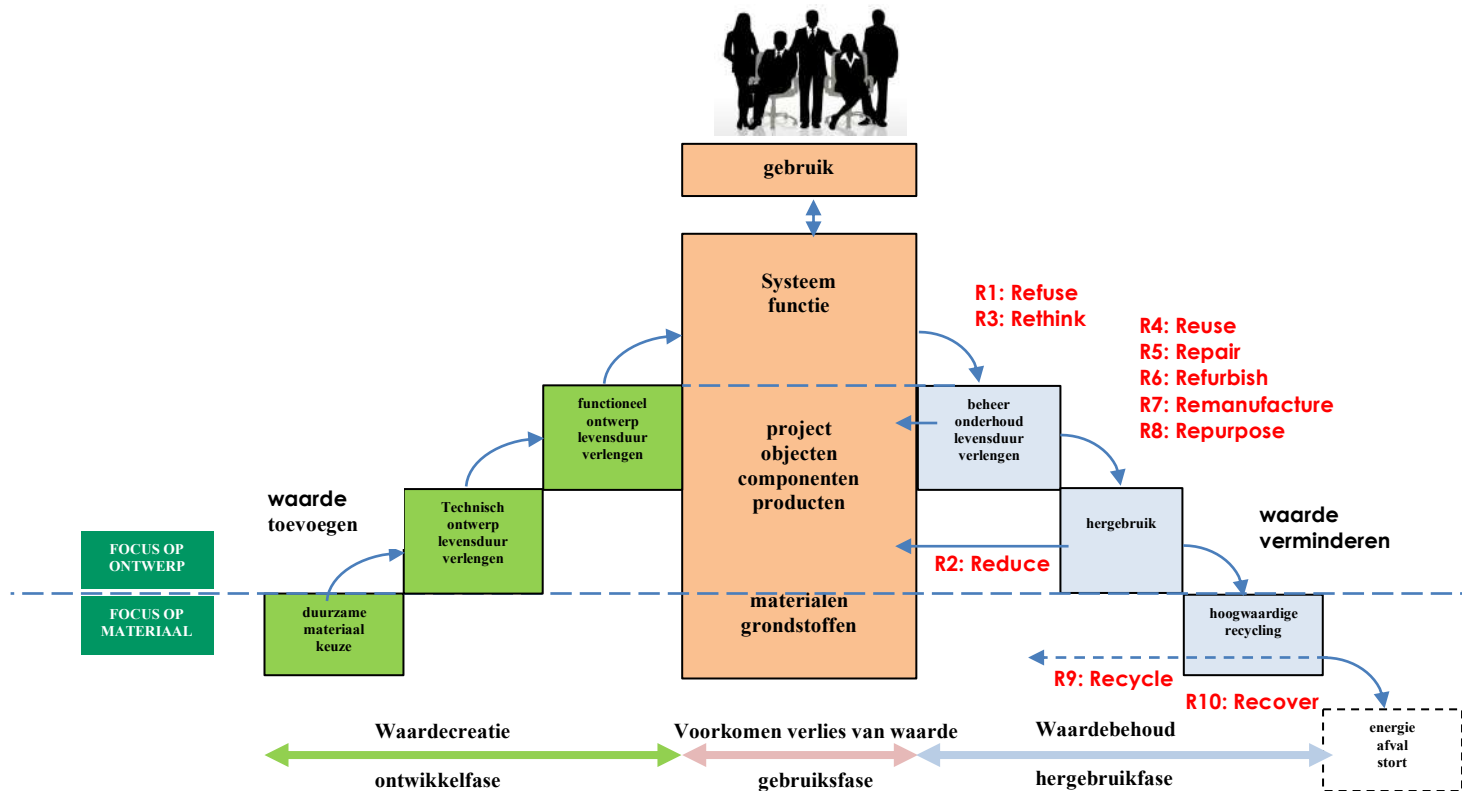


© J. Cramer, 2015

***Figuur 12: 10 R ladder met uitleg bij 10 niveaus van circulariteit.***

<sup>9</sup> Cramer, J., Moving towards a circular economy in the Netherlands: Challenges and directions, in Proceedings van The HKIE Environmental Division Annual Forum, 'The Future Directions and Breakthroughs of Hong Kong's Environmental Industry, Hong Kong, 17 April 2015, pp. 1-9.

In het bouwwaardemodel zijn de R-en gepositioneerd (Figuur 13) in relatie tot het bouwproces en de daarbij behorende rol in de bouwketen. In het ontwerp (linkerzijde) kijk je naar de rechterzijde om dat mogelijk te maken, bijvoorbeeld door modulair, losmaakbaar en adaptief te ontwerpen. De keuze voor R1 Refuse en/of R3 Rethink worden reeds in de ontwerpfase genomen. In gebruik komen de diverse R-en terug, respectievelijk in beheer, onderhoud en levensduurverlening, hergebruik en hoogwaardige recycling.



**Figuur 13: Bouwwaardemodel gecombineerd met het 10-R model (oranje).**

## 4. Handelingsperspectieven

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de handelingsperspectieven die toegepast kunnen worden om de staalketen in de bouw te verduurzamen. Een handelingsperspectief is een manier om concreet CO<sub>2</sub>-emissiereductie te bewerkstelligen in de keten. De leden van de kerngroep hebben in teams, op basis van expertise een serie handelingsperspectieven ontwikkeld en bediscussieerd op een 7-tal thema's:

1. Ontwerpen
2. Primaire staalproductie
3. Staalconstructies
4. Dak en gevel
5. Conserveren
6. Transport
7. Hergebruik en recycling

Elk handelingsperspectief wordt op dezelfde manier beschreven, CO<sub>2</sub> besparing vastgesteld en geclassificeerd op TRL (zie bijlage) en circulariteit weergegeven in een standaard sjabloon (Figuur 14). Deze standaardformulieren zijn opgenomen in bijlage. De samenvatting van alle handelingsperspectieven per thema zijn opgenomen in de hoofdtekst.

NUMMER	NAAM HANDELINGSPERSPECTIEF
AFBEELDING	
	EXPERT?
CO#2 BESPARING .... [%]	OPSCHALINGSMOGELIJKHEID? IN HOEVERRE KAN HET HANDELINGSPERSPECTIEF OP GROTE SCHAAL WORDEN TOEGEPAST.
CO#2 BESPARINGS POTENTIEEL .... [KTON CO#2]	MILIEURISICO? ZIJN ER MILIEURISICOS EN WELKE ZIJN DAT?
TRL [...]	STIMULANSEN? WELKE STIMULANSEN ZIJN ER OM DIT HANDELINGSPERSPECTIEF OP GROTE SCHAAL TOE TE PASSEN?
CIRCULARITEIT	
BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? [JAARTAL]	ROADBLOCKS? WELKE BELEMMERINGEN ZIJN ER DIE TOEPASSING OP GROTE SCHAAL ONMOGELIJK MAKEN?

**Figuur 14: Sjabloon voor de beschrijving, CO<sub>2</sub> besparing en classificatie van een handelingsperspectief.**

## 4.1 Ontwerpen

Het team Ontwerpen bestaat uit de volgende personen:

- Geert Bettens (Arcelor Mittal);
- Hilbert-Jan Kuijer (ABT);
- Mark van der Heijde (Movares);
- Menno Rubbens (Cepezeprojects);
- Edwin Thie (ARUP);
- Hans Schepers (Tata Steel Nederland);
- Moderator: Jacqueline Cramer.

Verder is het team ondersteund door de Technische Commissie Duurzaamheid (TC1) van Bouwen met Staal. De volgende handelingsperspectieven zijn bepaald voor het segment Ontwerpen (Tabel 18, zie bijlagen met de uitwerking in detail).

**Tabel 18: Handelingsperspectieven ontwerpen.**

Nummer	Omschrijving	% CO <sub>2</sub> reductie <sup>a</sup>	kton CO <sub>2</sub> reductie <sup>b</sup>	Jaar <sup>c</sup>
HP 1	Vermijd nieuwbouw (HDC <sup>d</sup> +gevel) herbestemming (HDC+gevel)	40% 15% Totaal 10% staalgebruik	349	2025
HP 2	efficiënte constructie vormen	15%	79	2026
HP 3	geavanceerde ontwerp technieken	10%	45	2027
HP 4	prefabricage	3%	14	2026
			<b>487</b>	

<sup>a</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau  
<sup>b</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau vertaald naar het niveau van de BV Nederland  
<sup>c</sup> Dit is het jaartal dat het handelingsperspectief op grote schaal kan worden ingevoerd  
<sup>d</sup> HDC = hoofddragconstructie

Notes:

- Handelingsperspectief “niets bouwen” geeft reductie alle staalproducten, overige handelingsperspectieven alleen reductie balkstaal;
- De overige handelingsperspectieven die bepaald waren door het team Ontwerpen zijn opgenomen bij de overige Teams;
- Binnen ontwerpen zijn diverse handelingsperspectieven geïdentificeerd die pas in de toekomst tot CO<sub>2</sub> reductie gaan leiden. Dit geldt bijvoorbeeld voor modulair en adaptief bouwen en design for reuse. Deze handelingsperspectieven zijn cruciaal maar zijn vanwege de nadruk op CO<sub>2</sub> reductie tot 2030 niet opgenomen in het overzicht van potentiële CO<sub>2</sub> reducties.

## 4.2 Primair staalproductie

Het team Primair Staalproductie bestaat uit de volgende personen:

- Geert Bettens (Arcelor Mittal)
- Secretaris: Bauke Hoekstra Bonnema (Tata Steel Nederland)

De primair staalproducenten spelen een belangrijke rol in de reductiedoelstellingen voor 2030 (en 2050). Op de Nederlandse markt worden staalproducten van verschillende leveranciers toegepast. Tabel 19 geeft de CO<sub>2</sub> reductiedoelstellingen aan van de belangrijkste leveranciers. Deze cijfers zijn gebaseerd op publicaties van de individuele staalproducenten. Een gering deel is afkomstig van import buiten de EU, dit effect is in de analyse niet meegenomen<sup>10</sup>.

**Tabel 19: CO<sub>2</sub> reductie staalindustrie die NL markt levert.**

Producent	Reductie doel in 2030
Tata Steel Nederland	40%
Arcelor Mittal	35%
Voest	30%
Peiner Salzgitter	50%
Dillinger	60%

Op basis van bovenstaand overzicht wordt uitgegaan van een gemiddelde CO<sub>2</sub> reductie 2020-2030 van 40%. Dit leidt tot een totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 1396 kton (Tabel 20, zie voor meer details bijlage N).

**Tabel 20: Handelingsperspectieven primaire staalproductie.**

Nummer	Omschrijving	% CO <sub>2</sub> reductie <sup>a</sup>	kton CO <sub>2</sub> reductie <sup>b</sup>	Jaar <sup>c</sup>
HP 5	CO <sub>2</sub> -emissiereductie primair staal	40%	1585	2030
			<b>1585</b>	

<sup>a</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau  
<sup>b</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau vertaald naar het niveau van de BV Nederland  
<sup>c</sup> Dit is het jaartal dat het handelingsperspectief op grote schaal kan worden ingevoerd

<sup>10</sup> Door introductie van CBAM zal staalimport van buiten de EU op termijn EU conforme CO<sub>2</sub> footprints volgen.

### 4.3 Staalconstructies

Het team Staalconstructies bestaat uit de volgende personen:

- Nardo Hoogendijk (Hollandia Infra);
- Frank Reijrink (Reijrink Staalconstructie);
- Klaas Bergsma (Rotocoat);
- Annamarie Hagoort (SNS);
- Secretaris: Frank Maatje (Bouwen met Staal)

De volgende handelingsperspectieven zijn bepaald voor het segment Staalconstructies:

1. Toepassing Hoge Sterkte Staal (HSS)
2. Toepassing staal met een lage CO<sub>2</sub> footprint (bv X-Carb, Zeremis, etc.)
3. Toepassing Duurzame energie in de staalconstructiesector
4. Toename toepassing van bouten i.p.v. lassen

Tabel 21 geeft het overzicht van de behaalde CO<sub>2</sub>-emissiereductie (zie bijlagen met de uitwerking in detail).

**Tabel 21: Handelingsperspectieven staalconstructies.**

Nummer	Omschrijving	% CO <sub>2</sub> reductie <sup>a</sup>	kton CO <sub>2</sub> reductie <sup>b</sup>	Jaar <sup>c</sup>
HP 6	Hogesterktestaal (HSS)	50%	100	2030
HP 7	laag CO <sub>2</sub> balkstaal <sup>d</sup>	88%	0	2025
HP 8	Duurzame energie	100%	179	2023
HP 9	bouten verbindingen ipv lassen <sup>11</sup>	10%	0	>2030
			<b>279</b>	

<sup>a</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau

<sup>b</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau vertaald naar het niveau van de BV Nederland

<sup>c</sup> Dit is het jaartal dat het handelingsperspectief op grote schaal kan worden ingevoerd

<sup>d</sup> Dit HP valt onder HP5 CO<sub>2</sub>-emissiereductie primair staal. De CO<sub>2</sub>-emissie wordt niet meegenomen om dubbeltelling te voorkomen.

<sup>11</sup> Boutverbindingen verhogen de potentie tot hergebruik, verlagen de energiegebruik voor lassen, maar verhogen het materiaal gebruik. De CO<sub>2</sub> besparingen vinden plaats na 2030 en worden derhalve nu niet meegenomen.

#### 4.4 Dak en gevel

Het team dak en gevel bestaat uit de volgende personen:

- Christiaan Jentink (Tata Steel Nederland)
- Usen Koppes (Tata Steel Nederland – SAB profiel)
- Bauke Hoekstra Bonnema (Tata Steel Nederland)
- Ron Jacobs (Jansen AG)

De volgende handelingsperspectieven voor het segment dak/gevel zijn bepaald:

1. Toepassing duurzame energie
2. Recycling sandwich kern
3. Biobased schuim t.b.v. sandwich panelen

Tabel 22 geeft het overzicht van de behaalde CO<sub>2</sub>-emissiereductie (zie bijlagen met de uitwerking in detail).

**Tabel 22: Handelingsperspectieven dak en gevel.**

Nummer	Omschrijving	% CO <sub>2</sub> reductie <sup>a</sup>	kton CO <sub>2</sub> reductie <sup>b</sup>	Jaar <sup>c</sup>
HP 10	duurzame energie	100%	8	2025
HP 11	recycling foam	80%	33	2026
HP 12	Bio Foam	50%	13	2026
			<b>54</b>	

<sup>a</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau  
<sup>b</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau vertaald naar het niveau van de BV Nederland  
<sup>c</sup> Dit is het jaartal dat het handelingsperspectief op grote schaal kan worden ingevoerd

## 4.5 Conserveren

Het team conserveren bestaat uit de volgende personen:

- Rob Iking (ZINQ groep)
- Peter Vreede (Tata Steel Nederland - Colors)
- Gerard Noordhuis (Zandleven Coatings)
- Waling Dijkstra (Zandleven Coatings)
- Klaas Bergsma (Rotocoat)
- Bauke Hoekstra Bonnema (Tata Steel Nederland)

De volgende handelingsperspectieven voor het segment conserveren zijn bepaald:

- Toepassen van geen coating;
- Toepassing van Biocoatings;
- Dunnere zinklagen door toepassing zinklegeringen met verbeterde corrosie eigenschappen;
- Toepassing zinklagen met een lage CO<sub>2</sub> footprint;
- Verlenging levensduur door toepassing verbeterde coatings;
- Toepassen Weervast staal.

Tabel 23 geeft het overzicht van de behaalde CO<sub>2</sub>-emissiereductie (zie bijlagen met de uitwerking in detail).

**Tabel 23: Handelingsperspectieven conservering.**

Nummer	Omschrijving	% CO <sub>2</sub> reductie <sup>a</sup>	kton CO <sub>2</sub> reductie <sup>b</sup>	Jaar <sup>c</sup>
HP 13	geen coat <sup>12</sup>	100%	7	2024
HP 14	Bio	0%	0	
HP 15	dunnere zinklagen (bandverzinken) dunnere zinklagen (batch)		2	2023 2023
HP 16	zink met laag CO <sub>2</sub>	64%	20	2024
HP 17	Verbeterde coating CR/HDG/OC		0	Na 2030
HP 18	Verbeterde coating Beams		0	Na 2030
HP 19	toepassing weervast staal	100%	0 <sup>d</sup>	
			<b>29</b>	

<sup>a</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau

<sup>b</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau vertaald naar het niveau van de BV Nederland

<sup>c</sup> Dit is het jaartal dat het handelingsperspectief op grote schaal kan worden ingevoerd

<sup>d</sup> Extra staaldikte nodig als gevolg van vorming oxidehuid bij weervast staal die CO<sub>2</sub> besparing van de coating teniet doet.

<sup>12</sup> Er wordt een reductie toegepast om effecten als condensatie en esthetische argumenten te verdisconteren tav het totaal geconditioneerd volume waarbij geen coating nodig is.



## 4.6 Transport

De emissiereducties vanuit het transport zijn opgesteld in samenwerking met de betonsector. Zie bijlagenotitie "Emissieloos transport beton- en staalketen". Vanuit staal is input geleverd door Tata Steel Nederland (Peter Suasso de Lima de Prado).

Conclusie is dat door de lange afschrijving van voertuigen en het tempo waarin de productie van elektrisch aangedreven, zware voertuigen opgeschaald wordt, in 2030 nog niet al het wegtransport elektrisch mogelijk is. Er wordt uitgegaan dat in 2033 ca 80% van het transport elektrisch/emissieloos uitgevoerd kan worden. Voor de CO<sub>2</sub> reductie in 2030 wordt uitgegaan van 70% emissieloos wegtransport. Veel transport in de staalsector gaat via water. Om de CO<sub>2</sub> reductiemogelijkheden hiervan te bepalen zijn nog aanvullende gegevens nodig.

De CO<sub>2</sub>-emissie van het transport wordt weergegeven in de Modules A2, A4 en C2 (Tabel 24).

**Tabel 24: Totale CO<sub>2</sub>-emissie over alle transportmodules.**

product	kton	module A2 + A4 + C2 ton CO <sub>2</sub> /ton	kton CO <sub>2</sub>
Balk	384	0,047	18
CR/HDG/OC	270	0,043	11
Quarto	516	0,047	24
HR	290	0,047	14
		totaal	<b>67</b>

Bij 70% vergroening van het transport bedraagt de besparing: 67 kton CO<sub>2</sub> x 70% = 47 kton CO<sub>2</sub> (Tabel 25).

**Tabel 25: Handelingsperspectief transport.**

Nummer	Omschrijving	% CO <sub>2</sub> reductie <sup>a</sup>	kton CO <sub>2</sub> reductie <sup>b</sup>	Jaar <sup>c</sup>
HP 20	Emissieloos transport	70%	47	2030
			<b>47</b>	

<sup>a</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau

<sup>b</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau vertaald naar het niveau van de BV Nederland

<sup>c</sup> Dit is het jaartal dat het handelingsperspectief op grote schaal kan worden ingevoerd

## 4.7 Hergebruik en recycling

Het team hergebruik en recycling bestaat uit de volgende personen:

- Jan van Asten (Rijkswaterstaat);
- Cor van Dijken (Building for Good);
- Kees de Groot (C.A. de Groot);
- Herman van der Horst (Movares);
- Erik ten Hoven (VERAS);
- Thijs Huijsmans (Heijmans);
- Yorick Liefvering (Staalfederatie);
- Albert Manenschijn (Rijkswaterstaat);
- Nathalie van de Poel (PMC);
- Jan-Pieter den Hollander (Bouwen met Staal, moderator).

Met het team hergebruik en recycling is allereerst nagedacht over de materiaalstromen voor hergebruik en recycling en het potentieel sluiten van de materiaalkringloop voor staal in Nederland.

In een livesessie bij Movares zijn de potentiële materiaalstromen voor recycling en hergebruik in kaart gebracht die cruciaal zijn bij waardebehoud van objecten, componenten en grondstoffen en het doel om tot een circulaire materiaalkringloop te komen in Nederland. In 4 stappen wordt bepaald in hoeverre het op dit moment mogelijk is om tot een volledig circulair staalgebruik in de bouw te komen.

1. Stap 1: Wat is het totale staalgebruik in Nederland voor alle toepassingen?
2. Stap 2: Hoeveel staal is totaal beschikbaar uit recycling in Nederland?
3. Stap 3: Hoeveel zwaar constructiestaal en andere staaltoepassingen in de bouw komen jaarlijks vrij voor hergebruik uit de bouw?
4. Stap 4: In hoeverre is het staalverbruik in de bouw af te dekken door hergebruik en recycling?

### **Stap 1: Totale staalgebruik in Nederland voor alle toepassingen**

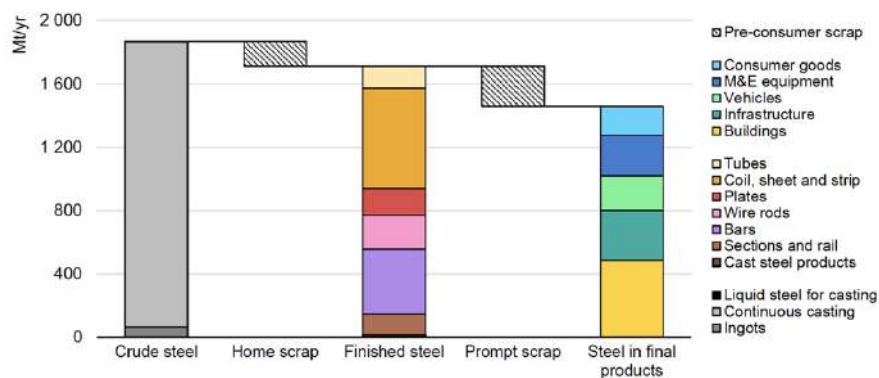
Een volledig circulaire staalketen voor de bouw en alle andere staaltoepassingen kan worden gerealiseerd als de hoeveelheid staal die jaarlijks als schroot beschikbaar komt in NL in evenwicht is met de jaarlijkse staalvraag in NL. Tabel 26 geeft voor staalproductie, import en export kentallen voor het totale staalgebruik in Nederland in 2019[5] voor alle toepassingen.

**Tabel 26: kentallen voor staalproductie en gebruik in Nederland in 2019[5].**

Omschrijving	kton	Opmerking
Productie ruwstaal	6657	
Productie warmgewalste producten (A)	6257	Kop-staart verliezen productie
Export halffabricaten en eindproducten (B)	10.037	
Import halffabricaten en eindproducten (C)	9582	
Schijnbaar staalgebruik (staal equivalent)	5875	$\sim A - B + C$
Schijnbaar staalgebruik (eindproducten equivalent) (D) <sup>a</sup>	4586	
Indirecte export van staal (E)	6744	Producten die staal bevatten
Indirecte import van staal (F)	7616	Producten die staal bevatten
Echt staalgebruik (eindproducten equivalent) <sup>b</sup>	5705	$\sim D - E + F$
<sup>a</sup> Apparent steel use (ASU) is productie - export + import		
<sup>b</sup> True steel use (TSU) is ASU - indirecte export + indirecte import		

Het schijnbaar staalgebruik (staal equivalent) is ongeveer gelijk aan het echte staalgebruik (eindproducten equivalent) en is 5875 kton. Dit is ongeveer 344 kg staal per persoon in Nederland. In de EU is het schijnbaar staalgebruik 336 kg in staal equivalent per persoon per jaar en op wereldschaal is het ongeveer 261 kg staal per persoon[5].

Staal heeft een grote verscheidenheid aan toepassingen die veel breder gaan dan alleen de bouw. Naast de bouw (inclusief infrastructuur) zijn dat auto's, huishoudelijke apparatuur, consumentenproducten, verpakkingen etc. De marktgegevens van het BAS laten een marktvaart zien van 1460 kton voor bouwtoepassingen inclusief infrastructuur. Dit is ongeveer 25% van het totale jaarlijkse staalgebruik in Nederland. Op wereldschaal is het staalverbruik in bouw en infrastructuur zelfs meer dan 50% als gevolg van opkomende landen die infrastructuur aan het opbouwen zijn (Figuur 15) [6].

**Figuur 15: Globale inzet staal per toepassingsgebied[6].**

## Stap 2: Totale hoeveelheid staal beschikbaar voor recycling

Recycling betekent dat staal afkomstig uit een willekeurige toepassing wordt ingezameld en wordt omgesmolten en teruggebracht tot het materiaal. Dit betekent dat in theorie een autowrak omgesmolten kan worden en dat er een HEB profiel van wordt gemaakt.

CE Delft[4] heeft voor de Metaal Recycling Federatie (MRF) de schrootstromen voor ferro en non ferro in kaart gebracht. In het kader van het BAS is vooral de grootte van de ferro stroom relevant.

Ingezameld schroot wordt verdeeld in ondersoort en bovensoort:

- **Ondersoort (schroot):** Bevat ook elementen van andere materialen en legeringen en is minder zuiver en homogeen. Bevat maximaal 5% vervuiling en stoorstoffen;
- **Bovensoort (schroot):** Is verregaand zuiver en schoon met een homogene samenstelling. Bevat maximaal 2% vervuiling en stoorstoffen.

Van de ondersoort wordt momenteel zo'n 90% geëxporteerd buiten de Europese Unie (EU) en voor de bovensoort wordt zo'n 95% geëxporteerd binnen de EU.

Tabel 27 geeft het overzicht totale hoeveelheid schroot die in Nederland wordt ingezameld, verdeling in ondersoort en bovensoort en de bestemming.

**Tabel 27: Export ondersoort en bovensoort schroot volgens CE Delft [4].**

Omschrijving	Totaal kton	Bovensoort kton	%	Ondersoort kton	%	Referentie
Ingezameld in NL, export binnen EU	1017	966	95	51	5	Tabel 3
Ingezameld in NL, export buiten EU	2080	208	10	1872	90	Tabel 3
Totaal ingezameld in NL	3097	1174 <sup>b</sup>	34	1923	66	Tabel 3
Verwerking in NL, NL-inzameling	581 <sup>a</sup>					

<sup>a</sup> In Nederland wordt 581kton verwerkt uit Nederlandse inzameling door Tata Steel.  
<sup>b</sup> In de nabije toekomst zal de nieuwe fabriek van Van Merksteijn (elektro-oven) zo'n 900 kton aan bovensoort schroot gaan verwerken voor de productie van wapeningsstaal en draad.

De marktgegevens van het BAS (1660 kton) afgezet tegen het totale staalgebruik in Nederland (5875 kton) laat zien dat in Nederland zo'n 28% van al het staal jaarlijks in de bouw wordt toegepast. Zowel boven- als ondersoort zijn inzetbaar als recycleert in de bouw. Als aangenomen wordt dat 28% van het vrijkomende schroot ook toe te wijzen valt aan de bouw, dan betekent dit:

- 25%\*1174 = 329 kton (bovensoort)
- 25%\*1923 = 538 kton+ (ondersoort)
- 867 kton (totaal)

Als 28% van het ingezamelde schroot afkomstig zou zijn uit de bouw is dus 867 kton te recyclen staal beschikbaar. Het is echter ook plausibel dat de bouw meer vrijkomend schroot gaat gebruiken en zelfs haar gehele behoefte (1660 kton) daarmee vervult. Voor de productie van dak/gevel) wordt echter ook gebruik gemaakt van erts (ca 30% schroot-70% erts) , dus per saldo is er minder schroot nodig.

Volgens Metabolic is de uitgaande materiaalstroom voor staal totaal 457 kton voor B&U en GWW. Dit is in feite het aanbod van schroot uit de bouw en inclusief wapeningsstaal.

Tabel 28 combineert marktvraag en beschikbaarheid van schroot voor recycling.

**Tabel 28: Marktvraag en beschikbaarheid van schroot in Nederland.**

Omschrijving	Totaal kton	Totaal %	Bouw %	Opmerking
Schijnbaar staalgebruik (staal equivalent)	5875	100%		Voor alle toepassingen van staal in NL
Marktgegevens BAS	1660	28%		Cijfers Eurofer, toegepast in bouw in NL
Export bovensoort, NL-inzameling	1174	20%		95% export binnen EU
Export ondersoort, NL-inzameling	1923	33%		90% export buiten EU
Export totaal, NL-inzameling	3097	53%		
Verwerking in NL, NL-inzameling	581	10%		
Totaal in NL ingezameld	3678	63%		
Marktgegevens BAS	1660		100%	
Benodigd schroot voor productie marktvraag bouwproducten <sup>a</sup>	1660		100%	Uit NL-inzameling
Uitgaande materiaalstroom Metabolic	374		22%	
<sup>a</sup> De 1660 kton schroot nodig voor de productie van de marktvraag aan bouwproducten is beschikbaar doordat in NL totaal 3097 kton wordt ingezameld voor export.				

Combineren van de beschikbare schrootstromen en de marktvraag leidt tot de volgende observaties:

- 28% van al het staal in NL wordt toegepast in de bouw;
- 10% van de totale staalvraag in NL komt op dit moment uit ingezameld schroot in NL;
- De totale hoeveelheid ingezameld ferro schroot kan 63% van het totale staalgebruik afdekken onderverdeeld naar 10% (huidige verwerking), 20% (inzet bovensoort) en 33% (inzet ondersoort);
- Het is mogelijk om de gehele marktvraag voor staalproducten in de bouw (1660 kton) te dekken met (een deel van het) schroot ingezameld in Nederland voor export (3097 kton > 1660 kton).
- 22% van de marktvraag in de bouw (gegevens BAS) kan worden afgedekt met schroot afkomstig uit de bouw volgens de uitgaande materiaalstroom van Metabolic.

### Stap 3: Hoeveel zwaar constructiestaal en dak- en gevelbeplating komt jaarlijks vrij in de bouw?

Bij hergebruik wordt een teruggewonnen, gedemonteerd product opnieuw als product ingezet. Dit betekent dat een teruggewonnen staalprofiel opnieuw als staalprofiel wordt toegepast.

Hergebruik van dak- en gevelbeplating (ongeveer 2% van het totale staalverbruik in de bouw) is nu nog beperkt, maar biedt wel mogelijkheden. Eenvoudiger te realiseren is hergebruik van zwaar constructiestaal in de B&U en GWW (ongeveer 9% van het totale staalverbruik in de bouw). De hoeveelheid hergebruik is afhankelijk van de hoeveelheid constructiestaal die vrijkomt bij sloop van gebouwen. Deze hoeveelheid is het maximum dat ingezet kan worden om nieuw geproduceerd constructiestaal te vervangen. Hetzelfde geldt voor hergebruik van dunne plaat in dak en gevel.

Metabolic/EIB [2] heeft ten behoeve van de monitoring van circulariteit in de bouw en inzicht in aangrijpingspunten voor vervolg en beleid een studie uitgevoerd om een beeld van de uitgangssituatie van de productie, materiaalstromen, MKI en CO<sub>2</sub>-emissies in de bouw te verkrijgen met als peiljaar 2019. Verder geeft de studie een doorkijk naar 2030 en 2050. De studie beschouwt staal in de GWW en B&U maar neemt staalgebruik voor (offshore) windturbines niet mee terwijl het BAS dit wel doet. De totale ingaande materiaalstroom is 1143 kton en de uitgaande materiaalstroom is 374 kton ferro inclusief wapeningsstaal etc.

Tabel 29 geeft het gedetailleerde overzicht van de ingaande en uitgaande materiaalstromen waarbij wapeningsstaal en staal verwerkt in dak- en gevelplaten los uit de beschouwing is gehaald om te bepalen hoeveel zwaar constructiestaal vrijkomt. De uitgesplitste data is door Metabolic [3] na een interview aangeleverd.

**Tabel 29: Ingaande en uitgaande materiaalstromen volgens Metabolic/EIB[2].**

2019	Ingaand kton	Uitgaand kton	Referentie
Staal&ijzer (B&U)	933	273	Fig. 3.7
Wapeningsstaal (B&U)	-436	-59	Aanvullende info Metabolic
Staal, RVS	-3	-2	Aanvullende info Metabolic
Staalplaat, verzinkt	-14	-1	
Steel, Cladding	-87	-25	
Steel, Inner walls	-8	0	
Steel, Light	-59	-39	
Netto Staal&ijzer (B&U)	<b>326</b>	147	
Uitgaand als % ingaand <sup>a</sup>	100%	<b>45%</b>	
Constructiestaal (GWW)	<b>110</b>	60	Tabel 2.7
Uitgaand als % ingaand <sup>b</sup>	100%	<b>55%</b>	
<sup>a</sup> beschikbare hoeveelheid vrijkomend (uitgaand) staal gedeeld door ingaande hoeveelheid: is maximaal 43% ingaand constructiestaal (B&U) vervangbaar. <sup>b</sup> beschikbare hoeveelheid vrijkomend (uitgaand) staal gedeeld door ingaande hoeveelheid: is maximaal 55% ingaand constructiestaal (GWW) vervangbaar.			

Tabel 29 laat zien dat het maximaal haalbare hergebruikpercentage voor zwaar constructiestaal op basis van de beschikbare hoeveelheid (uitgaand) zwaar constructiestaal voor de B&U 45% is en voor de GWW 55% volgens de cijfers van Metabolic.

Een vergelijking tussen de marktgegevens van het BAS en de Metabolic/EIB studie laat zien dat de ingaande materiaalstroom voor zwaar constructiestaal aan de lage kant is (Tabel 30).

**Tabel 30: Marktgegevens BAS versus data Metabolic/EIB.**

Marktgegevens BAS	2021 kton	Constructie kton	Metabolic/EIB kton <sup>a</sup>	Toepassing
Beams	384	384	326 (75%)	Constructie B&U
CR+HDG+OCS	270			Dak en gevel B&U
Quarto	516			Offshore <sup>13</sup>
HR+buis	490	490	110 (22%)	Constructie B&U+GWW
	1660	<b>874</b>	<b>436 (100%)</b>	
<sup>a</sup> Dit is de netto hoeveelheid staal&ijzer in de B&U en de hoeveelheid constructiestaal in de GWW.				

In de Roadmap worden de marktgegevens van het BAS gebruikt voor de ingaande materiaalstroom omdat deze betrouwbaarder zijn. Aangenomen mag worden dat de productgroepen “Beams” en “HR+buis” volledig verwerkt worden in constructies. De verdeling tussen GWW en B&U is niet gegeven in de marktgegevens van het BAS.

Derhalve wordt een verdeling aangehouden als bepaald in de Metabolic/EIB studie en wordt de markt vraag zwaar constructiestaal verdeeld naar GWW en B&U in de verhouding van resp. 1:3:

$$\begin{aligned}
 \text{Constructiestaal GWW} &= 874 * 25\% = 219 \text{ kton (marktgegevens BAS)} \\
 \text{Constructiestaal B\&U} &= 874 * 75\% = \underline{655 \text{ kton+}} \text{ (marktgegevens BAS)} \\
 &874 \text{ kton}
 \end{aligned}$$

De absolute maximale/theoretische hoeveelheid zwaar constructiestaal in GWW en B&U beschikbaar voor hergebruik wordt nu:

$$\begin{aligned}
 \text{Constructiestaal GWW} &= 219 * 55\% = 120 \text{ kton (Metabolic)} \\
 \text{Constructiestaal B\&U} &= 655 * 45\% = \underline{295 \text{ kton+}} \text{ (Metabolic)} \\
 &415 \text{ kton}
 \end{aligned}$$

Een realistische aanname is dat 50% van wat maximaal/theoretisch beschikbaar komt<sup>14</sup> ook daadwerkelijk hergebruikt wordt/kan worden. De hoeveelheid zwaar constructiestaal in GWW en B&U die daadwerkelijk hergebruikt wordt, wordt nu:

$$\begin{aligned}
 \text{Constructiestaal GWW} &= 120 * 50\% = 60 \text{ kton (daadwerkelijk hergebruikt)} \\
 \text{Constructiestaal B\&U} &= 295 * 50\% = \underline{148 \text{ kton+}} \text{ (daadwerkelijk hergebruikt)} \\
 &208 \text{ kton}
 \end{aligned}$$

Voor dak- en gevelbekleding wordt dezelfde exercitie gedaan met als eerste de bepaling van ingaand en uitgaand materiaal op basis van de studie van Metabolic (Tabel 31).

<sup>13</sup> SIF Group alleen verwerkt al 171.000 ton, zie bijlage H.

<sup>14</sup> Input Kees de Groot van C.H. de Groot, bijeenkomst Movares 20 juni 2022

**Tabel 31: Ingaande en uitgaande materiaalstromen dak- en gevelbeplating/binnenwanden volgens Metabolic/EIB[2].**

2019	Ingaand kton	Uitgaand kton	Referentie
Staalplaat, verzinkt	14	1	Aanvullende info Metabolic
Steel, Cladding	87	25	
Steel, Inner walls <sup>a</sup>	(8) <sup>a</sup>	(0) <sup>a</sup>	
Steel, Light	59	39	
Totaal dak- gevelbekleding	160	65	
Uitgaand als % ingaand	100%	<b>41%</b>	
<sup>a</sup> Geen uitgaande materiaalstroom volgens Metabolic en derhalve worden de binnenwanden buiten beschouwing gelaten.			

Ook hier zijn de ingaande materiaalstromen volgens Metabolic aan de lage kant (160 kton) en worden de betrouwbaarder geachte marktgegevens van het BAS gebruikt (270 kton).

De absolute maximale/theoretische hoeveelheid dak- en gevelbekleding (B&U) beschikbaar voor hergebruik wordt nu:

$$\text{Dak- en gevelbekleding B\&U} = 270 * 41\% = 110 \text{ kton (Metabolic)}$$

Een realistische aanname is dat 20% van wat maximaal/theoretisch beschikbaar komt<sup>15</sup> ook daadwerkelijk hergebruikt wordt/kan worden. De hoeveelheid dak- en gevelbekleding B&U die daadwerkelijk hergebruikt wordt, wordt nu:

$$\text{Dak- en gevelbekleding B\&U} = 110 * 20\% = 22 \text{ kton (daadwerkelijk hergebruikt)}$$

Al het vrijkomende zwaar constructiestaal en dak- en gevelbekleding dat niet hergebruikt wordt, wordt gerecycled.

<sup>15</sup> Input Tata Steel



#### Stap 4: Potentieel afdekken van marktvaart voor staal in de bouw door hergebruik en recycling

De marktvaart kan deels afgedekt worden door hergebruik en de rest door recycling. Daarbij is onderzocht in hoeverre die beschikbare hoeveelheid schroot in NL voldoet (Tabel 32).

**Tabel 32: Marktvaart en beschikbaarheid van schroot in Nederland.**

Omschrijving	Totaal kton	Totaal %	Opmerking
Marktgegevens BAS	1660	100%	
Hergebruik zwaar constructiestaal B&U+GWW	208	13%	50% van beschikbare materiaalstroom
Hergebruik dak- en gevelbekleding B&U	22	1%	20% van beschikbare materiaalstroom
Schroot beschikbaar in NL	3097	187%	Totaal ingezameld in NL, voor export
Schroot beschikbaar in NL, ingezet voor marktvaart bouwproducten	1430	86%	1660 - 208 - 22 = 1430

Uit bovenstaande analyse is de conclusie gerechtvaardigd dat:

- 13% van het totale staalverbruik in de NL bouw kan worden afgedekt met hergebruik van constructiestaal; indien ook dak- en gevelplaten voor 20% worden hergebruikt, stijgt het naar 14% van het totale staalverbruik in NL bouw;
- Als al het hergebruik is gematerialiseerd (totaal 230 kton), moet nog 1430 kton van de marktvaart van 1660 kton afgedekt worden door gerecycled staal. Daarvoor is (minimaal) 1430 kton schroot nodig. Dit is beschikbaar doordat in totaal 3097 kton schroot wordt ingezameld in Nederland voor export;

Tabel 33 geeft het overzicht met de handelingsperspectieven inclusief de CO<sub>2</sub> reductie en het jaar dat het handelingsperspectief op grote schaal kan worden toegepast.

**Tabel 33: Handelingsperspectieven hergebruik en recycling.**

Nummer	Omschrijving	% CO <sub>2</sub> reductie <sup>a</sup>	kton CO <sub>2</sub> reductie <sup>b</sup>	Jaar <sup>c</sup>
HP 21	Hergebruik zwaar constructiestaal (B&U)	90%	134	2026
HP 22	Hergebruik zwaar constructiestaal (GWW)	90%	54	2026
HP 23	Hergebruik geleiderail	60%	10	2023
HP 24	Extra schrootinzet Van Merkensteijn / Tata Steel Nederland (vermeden transport)	100%	100	2030
			<b>298</b>	

<sup>a</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau  
<sup>b</sup> Dit is de CO<sub>2</sub>-reductie op projectniveau vertaald naar het niveau van de BV Nederland  
<sup>c</sup> Dit is het jaartal dat het handelingsperspectief op grote schaal kan worden ingevoerd

De handelingsperspectieven zijn gericht op CO<sub>2</sub>-emissiereductie.

#### 4.8 Overzicht over CO<sub>2</sub> reductie potentieel van alle handelingsperspectieven

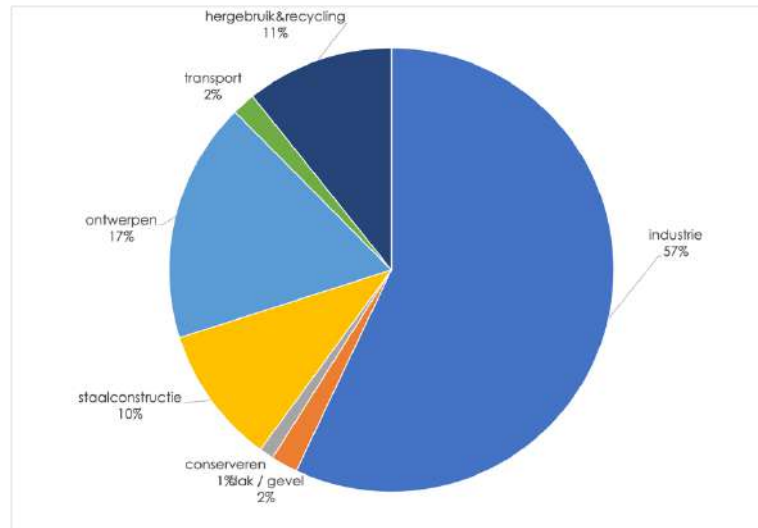
Het totaal potentieel CO<sub>2</sub> reductie van de verschillende handelingsperspectieven is in Tabel 34 samengevat met een omschrijving, de CO<sub>2</sub>-emissiereductie op projectniveau, de uitrol op areaalniveau in NL en de totale bijdrage in kton aan de CO<sub>2</sub>-emissiereductie.

**Tabel 34: Handelingsperspectieven en CO<sub>2</sub>-emissiereductie.**

Thema		Omschrijving HP	Project %	Areaal %	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	toelichting	
ontwerpen	1	vermijdt nieuwbouw (HDC+gevel) herbestemming (HDC+gevel)	40% 15%	10%	349		alle staalproducten	
	2	efficiënte constructie vormen	15%	100%	79		constructief staal	
	3	geavanceerde ontwerp technieken	10%	100%	45		constructief staal	
	4	prefabricage	3%	100%	14	487	constructief staal	
primaire staalconstructie	5	Reductie primaire staalproductie	40%	100%	1585	1585	40% CO <sub>2</sub> reductie	
	6	HSS	50%	50%	100			
	7	laag CO <sub>2</sub> balkstaal	88%	30%	0		reeds in HP5	
	8	Duurzame energie	100%	100%	179			
	9	bouten verbindingen ipv lassen			0	279	na 2030	
	dak / gevel	10	duurzame energie dak/gevel	100%	100%	8		
		11	recycling foam	80%	???	33		
		12	Bio Foam	50%	100%	13	54	
	conserveren	13	geen coat	100%	20%	7		
		14	Bio	15%	100%	0		geen CO <sub>2</sub> besparing
15		dunnere zinklagen (bandverzinken) en dunnere zinklagen (batch)	60%	20%	2			
16		zink met laag CO <sub>2</sub>	64%	100%	20			
17		Verbeterde coating CR/HDG/OC <sup>a</sup>			0		na 2030	
	18	Verbeterde coating Beams <sup>a</sup>			0		na 2030	
transport	19	toepassing Cor Ten /Weathering steel	100%	10%	0	29	extra staaldikte	
Hergebruik &recycling	20	Emissieloos transport	70%	100%	47	47		
	21	hergebruik zwaar constructiestaal B&U	90%	23%	134			
	22	hergebruik zwaar constructiestaal GWW	90%	28%	54			
	23	hergebruik geleiderail	60%	46%	10			
	24	Schroot (vermeden transport)	100%	28%	100	298		
					2779			

<sup>a</sup> lange levensduur

In totaal zijn er 24 handelingsperspectieven geformuleerd die samen een CO<sub>2</sub>-emissiereductie kunnen realiseren van 2779 kton in 2030. Figuur 16: Aandeel verschillende thema's in CO<sub>2</sub>-emissiereductie. laat het aandeel van de verschillende thema's in de totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie zien.



**Figuur 16: Aandeel verschillende thema's in CO<sub>2</sub>-emissiereductie.**

Vervolgens zijn de drie scenario's voor het staalgebruik (stabiel, groei 8% en krimp 4%) gecombineerd met de potentiële totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie van de handelingsperspectieven. Dit leidt tot een relatieve CO<sub>2</sub>-emissiereductie ten opzichte van 1990 in 2030 van:

- 75% bij stabiel staalgebruik;
- 68% bij groeiscenario 8%;
- 78% bij krimpscenario 4%.

In alle gevallen is dit ruim boven de ambitie van 60% uit het visiedocument (Tabel 35). Tevens is het mogelijk om in 2030 tot volledige circulariteit te komen.

**Tabel 35: Totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie handelingsperspectieven en scenario's.**

Scenario's 2030	CO <sub>2</sub> Module A1-C4		
product	stabiel	groei 8%	krimp 4%
	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>	kton CO <sub>2</sub>
balk	450	486	432
CR+ HDG+ OC	937	1012	899
quarto	1418	1532	1361
HR (incl buis)	1158	1251	1112
totaal	3963 <sup>a</sup>	4280 <sup>b</sup>	3804 <sup>b</sup>
CO <sub>2</sub> emissie 1990	4547	4547	4547
Besparing 2021 vs 1990	-583	-266	-742
Handelingsperspectieven	-2779	-2779	-2779
Besparing totaal	-3362	-3045	-3521
CO <sub>2</sub> emissie 2030	1185	1502	1026
CO <sub>2</sub> besparing 2030 vs 1990	74%	67%	77%

<sup>a</sup> Dit is dezelfde CO<sub>2</sub> emissie als in 2021.  
<sup>b</sup> Bij gelijkblijvende CO<sub>2</sub> intensiteit en groei of krimp in afzet,

## 5. Roadmap 2030

Voor elk van de 24 handelingsperspectieven is een inschatting gemaakt van het jaar waarin het handelingsperspectief opgeschaald is van projectniveau naar de NL markt en op macroniveau de CO<sub>2</sub>-emissiereductie kan worden ingeboekt. De optelling van alle handelingsperspectieven geeft tenslotte de totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie richting 2030 die wordt afgezet tegen de ambitie van 60% reductie uit het visiedocument (figuur 17).

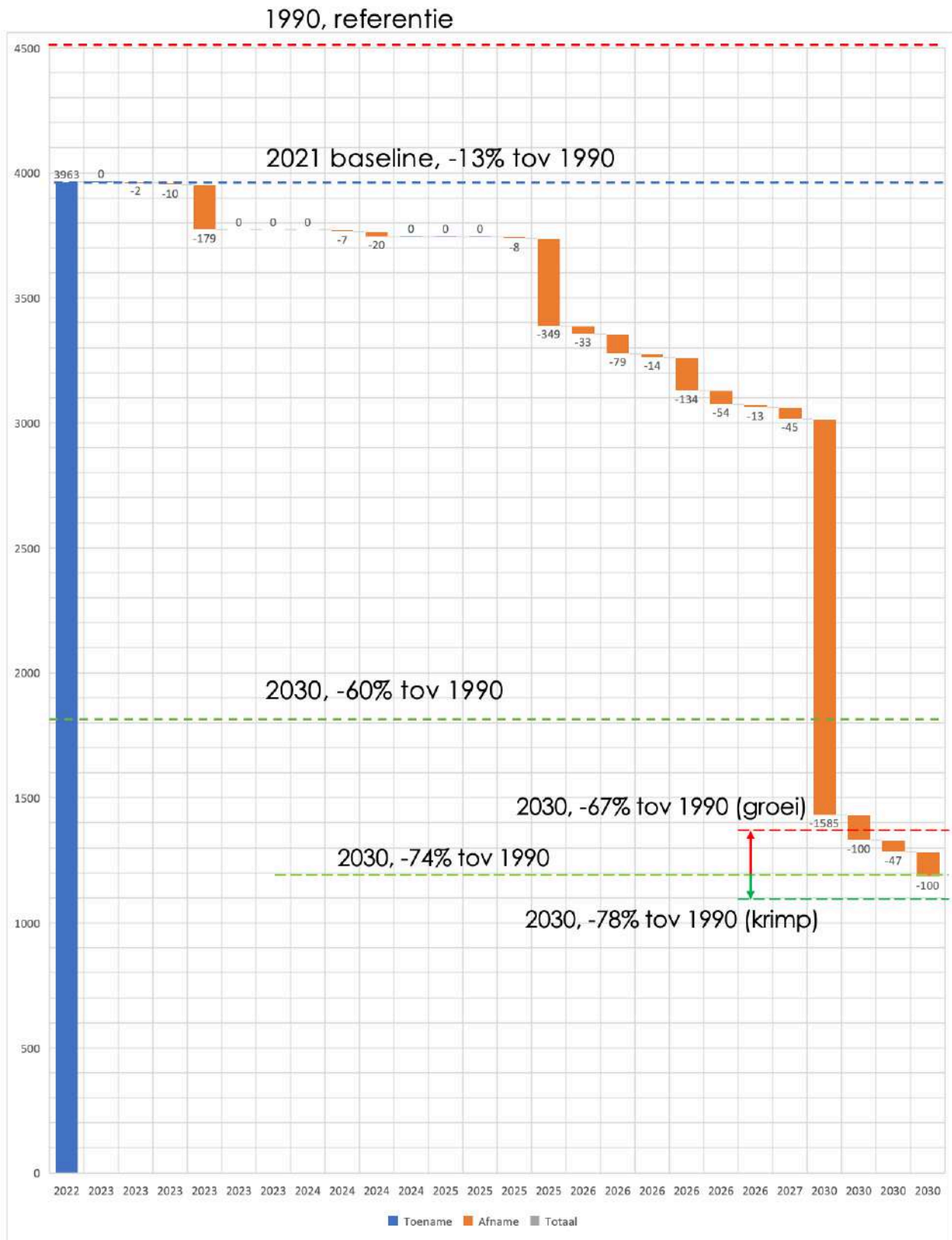
Hoe tot die totale CO<sub>2</sub>-emissiereductie op macroniveau gekomen wordt, wordt uitgelegd aan de hand van handelingsperspectief hogesterktestaal (HP6). Aangenomen wordt dat S235 op projectniveau vervangen wordt door S355. Dit is een 50% sterkteverbetering waardoor minder materiaal nodig is wat leidt tot een CO<sub>2</sub>-emissiereductie van 50% op projectniveau.

Echter niet in elk project in Nederland is hogesterktestaal efficiënt en kan deze CO<sub>2</sub>-emissiereductie gehaald worden doordat stabiliteit (knik/kip en plooi) en/of vervormingseisen maatgevend zijn voor de dimensionering. Dit effect wordt meegenomen door in 50 % van de gevallen de CO<sub>2</sub>-emissiereductie op projectniveau mee te nemen. Vervolgens is de inschatting dat dit handelingsperspectief in 2030 volledig is uitgerold over de NL markt.

De grootste emissiereducties worden gehaald door de volgende handelingsperspectieven:

- Reductie primaire staalproductie, 1585 kton in 2030;
- Vermijd nieuwbouw/herbestemmen, 349 kton in 2025;
- Duurzame energie voor de staalbouwer, 179 kton in 2023;
- Hergebruik zwaar constructiestaal B&U, 134 kton in 2026.

In Figuur 17 zijn met groen en rood de scenario's weergegeven voor potentiële ontwikkeling in de marktvrage. In alle gevallen bewerkstelligen de handelingsperspectieven voldoende CO<sub>2</sub>-emissiereductie om aan de ambitie van tenminste 60% CO<sub>2</sub>-emissiereductie te voldoen.



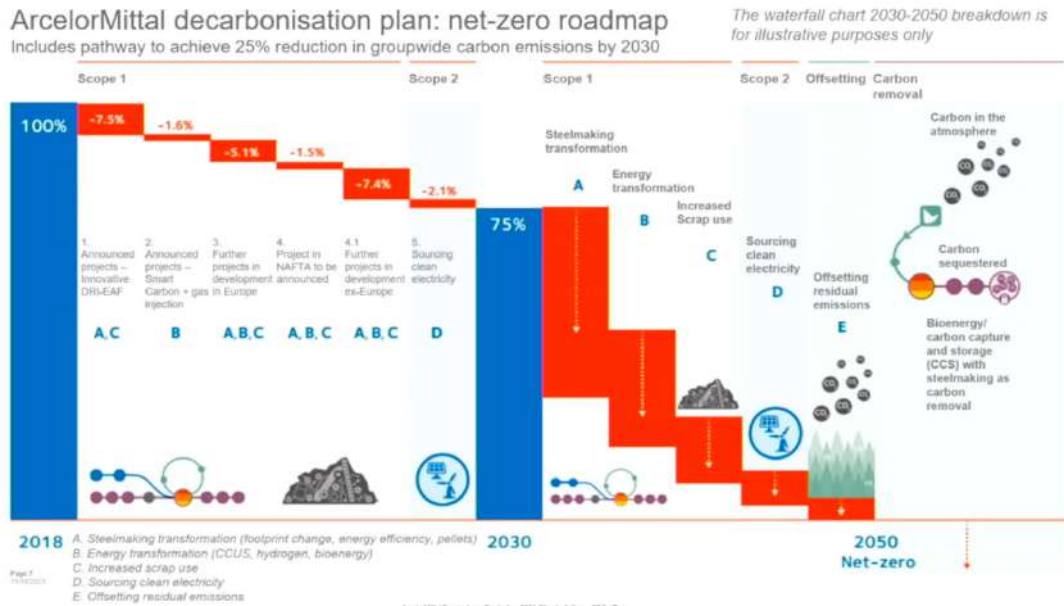
Figuur 17: Roadmap met handelingsperspectieven en totale CO#2-emissiereductie richting 2030.

## Bijlagen

### Bijlage A: CO<sub>2</sub> reducties Primair staalproducenten:

Primair staalproducenten CO<sub>2</sub> reductie plannen:

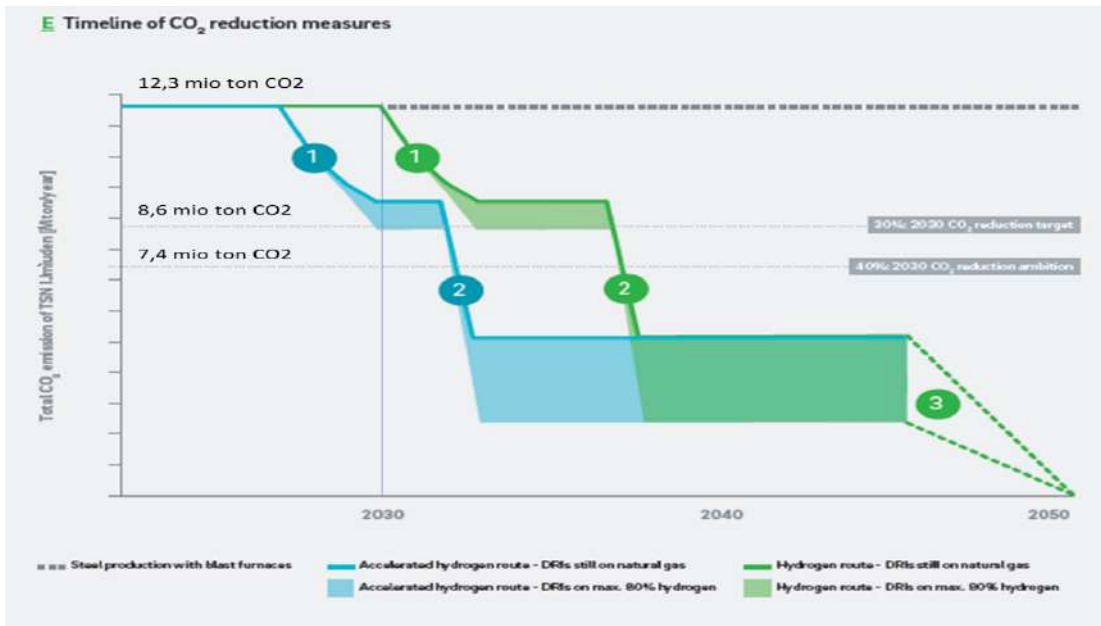
#### Arcelor:



source: presentation AM staalbouwdag 2021

AM	reduction %	
	mondiaal	EU
2018 ?	0	0
2030	25%	35%
2050	100%	100%

Tata Steel Nederland:



source: Feasibility study on climate-neutral pathways for TSN IJmuiden

TS IJM	reduction %
2020	0
2030	40%

Peine Salzgitter:

With **SALCOS<sup>®</sup>** (Salzgitter Low CO<sub>2</sub> Steelmaking), we have joined forces with partners from industry and research to lay the foundations for **virtually CO<sub>2</sub>-free steel production**. Central elements of the concept are electricity from renewable sources and its use in the production of hydrogen by means of electrolysis. This green hydrogen will replace the coal we currently use in the conventional blast furnace process. This will be possible with the help of so-called direct reduction plants, in which iron ore is reduced to iron directly in the solid state by hydrogen. **This technology emits water vapor instead of CO<sub>2</sub>.**

Our program SALCOS<sup>®</sup> thus pursues the Carbon Direct Avoidance approach, which stands for avoiding the generation of CO<sub>2</sub> in steel production from the outset. Overall, our approach enables us to reduce CO<sub>2</sub> emissions in steel production **by over 95%**.

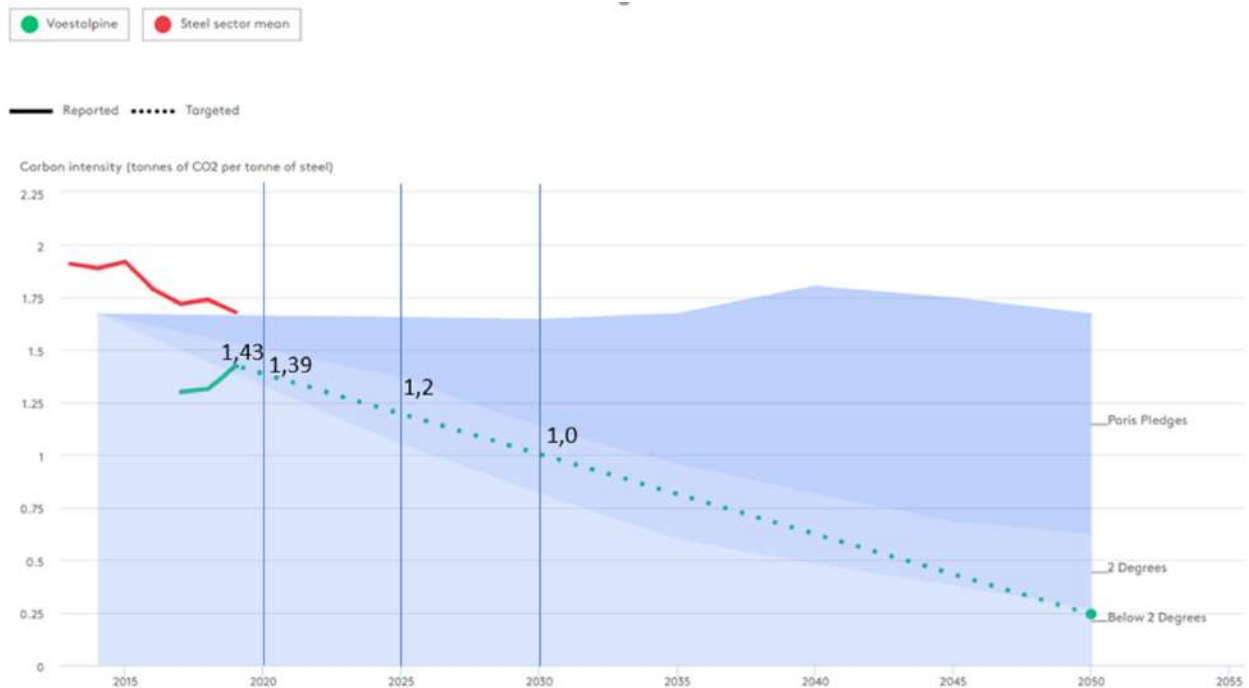
## Roadmap - mei 2023; versie 7



Bron: <https://salcos.salzgitter-ag.com/en/salcos.htmlc141562>

Salzgitter reduction %	
2020 base	
2025	30%
2030	50%
2033	95%

## Voest Alpine:



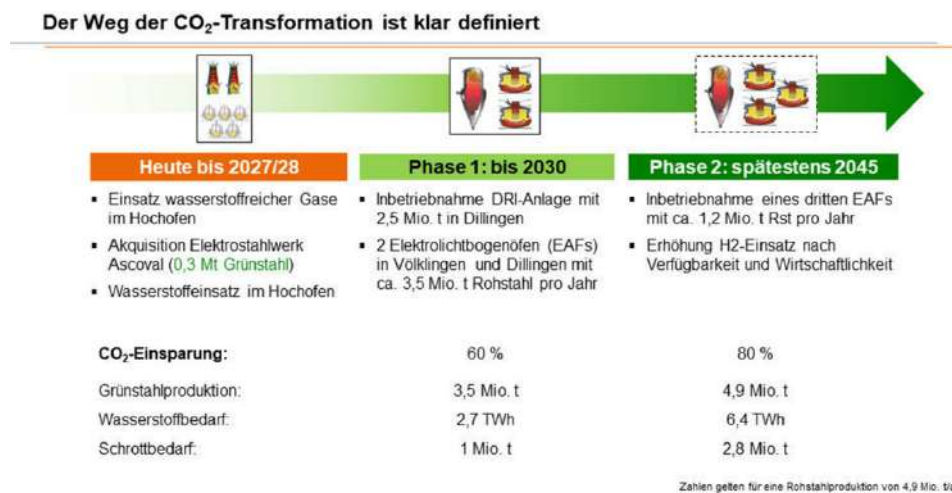


Bron:

<https://www.transitionpathwayinitiative.org/companies/voestalpinecarbon-performance>  
<https://www.voestalpine.com/greentecsteel/en/breakthrough-technologies/>

Voest:		
		reductie
2020	1,39	0%
2025	1,2	14%
2030	1	28%

Dillinger:



Bron: [Supervisory boards decide: green steel will be produced in the Saar region. \(dillinger.de\)](https://www.dillinger.de)

## Bijlage B: Handelingsperspectieven Ontwerpen

Geert Bettens, Hilbert-Jan Kuijer, Mark van der Heijde, Menno Rubbens, Edwin Thie en Hans Schepers en Jacqueline Cramer (moderator en notuliste)

Als start formuleerde het Team ontwerpen de volgende handelingsperspectieven:

1. Direct hoogwaardig hergebruik (inclusief ontwerpen op basis van beschikbaarheid);
2. A. Adaptief ontwerpen met het oog op circulariteit (waaronder toekomstig hoogwaardig hergebruik) (inclusief standaard specificaties/dimensies);  
B. Remontabel ontwerpen met het oog op circulariteit (waaronder toekomstig hoogwaardig hergebruik) (inclusief standaard specificaties/dimensies en demontabele cladding);
3. Materiaalbesparing (inclusief optimale combinatie van materialen);
4. Hogesterkte staal;
5. Vergaande prefabricage;
6. Optimale levensduur van constructies, waaronder staal (inclusief overcladding);

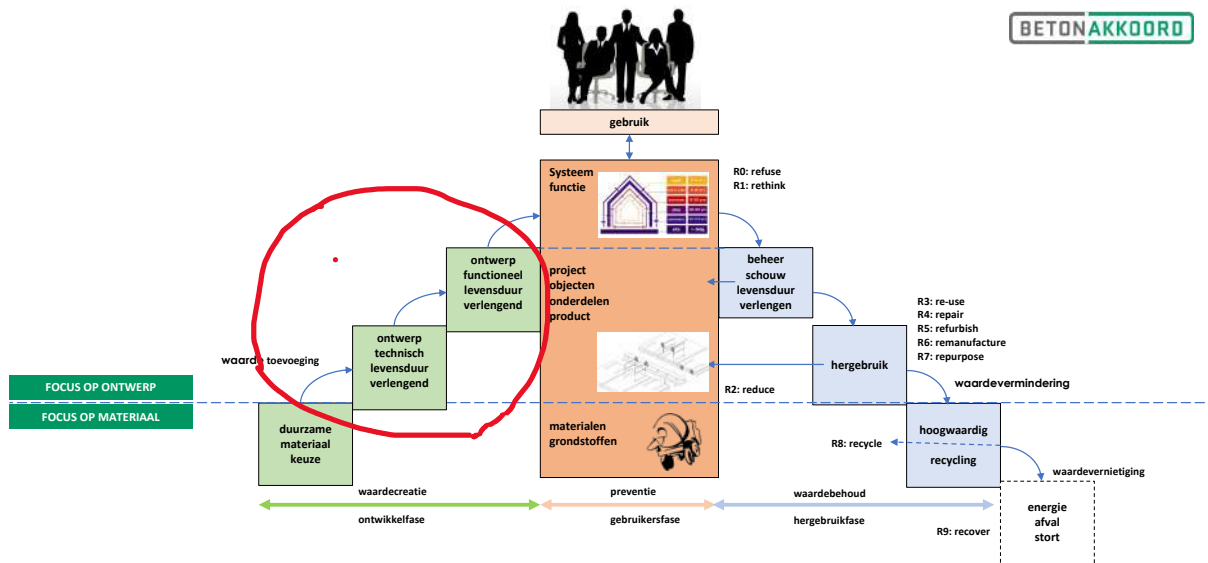
Daken PV ready ontwerpen en Vermijden van constructie, genoemd in eerdere sessie zijn ontwerpstrategieën. Deze strategieën/principes geven het complete beeld van ontwerpmogelijkheden waarbinnen de zes handelingsperspectieven te plaatsen zijn. Bovendien is een link te leggen met het Bouwwaardemodel.

**Besloten is om in reactie op bovenstaande voort te bouwen op het Bouwwaardemodel en tevens een helder raamwerk te formuleren.**

**Besluit 1: Besloten wordt dat dit team zich vooral richt op de rood omcirkelde twee treden: functioneel ontwerpers/bouwers en technisch ontwerpers/bouwers.**

Toelichting: Kijkend naar het bouwwaardemodel dan is te zien dat we nu teams hebben gemaakt die ongeveer passen bij de tredes in het bouwwaardemodel. **We adviseren om de omschrijving van de teams hierop af te stemmen. Dat is later handig in de communicatie en bredere afstemming.** Zie onderstaand figuur, ontwerpers staan op 2 tredes aan de linkerzijde. De rest van de keten is ook aangegeven.

Benadrukt wordt dat de ontwerper al vroeg in het proces een scheiding moet aanbrenge(n) tussen toepassing van beschikbare, her te gebruiken materialen en/of nieuwe materialen. Hergebruik van materialen leidt potentieel tot een grote milieuwinst. Voorwaarde is wel dat demonteerd(e)rs de beschikbaarheid van her te gebruiken materialen moeten regelen.



## Bouwwaarde model

**Besluitpunt 2:** We nemen het onderstaand raamwerk als uitgangspunt. Dit raamwerk is gebaseerd op het werk dat Arup en EMF hebben gedaan voor de publiekelijk beschikbare Circular Buildings Toolkit: [Circular Buildings Toolkit \(arup.com\)](https://www.arup.com/circular-buildings-toolkit)

De structuur is: **Circulair principe è Circulaire Strategie è circulair handelingsperspectief.**

De principes en strategieën zijn overgenomen van het werk van Arup en EMF. De handelingsperspectieven zijn geïnspireerd op de circular actions in het genoemde raamwerk. In het raamwerk wordt onderscheiden: de CO<sub>2</sub> reductie en andere milieupact op project-niveau (b.v. een gebouw of brug) en op het niveau van de BV NL (indien handelingsperspectief generiek wordt toegepast). In de tabel staan de inschattingen (globaal) van CO<sub>2</sub> reductie potentieel en van andere milieupact.

B	Ontwerpers	Circulaire ontwerpstrategie	Handelingsperspectieven voor ontwerp	code	Project-niveau [A]	BV NL [B]
	Circulaire principes	Op basis van het internationale raamwerk; <a href="#">EMF + Arup</a>				
	Bouwnieuws	1 Weiger onnodige nieuwe constructie	1 Renoveer bestaande constructies	B.1.1	varieert sterk; hoofdconstructie van b.v. gehele gebouw: 40% en gevel 15% CO <sub>2</sub> reductie voor alle materialen tezamen	<b>Schatting:10% CO<sub>2</sub> reductie</b>
			2 Herbestem bestaande constructies	B.1.2	varieert sterk	idem
	Bouw voor lang gebruik van bouw elementen	2 Verhoog multifunctionaliteit	1 Ontwerp op multifunctioneel gebruik	B.2.1		Alleen als bouw- element voor 2030 vrijkomt, kan CO <sub>2</sub> reductie ingeboekt worden.
	<b>Welk percentage objecten zijn van tijdelijke aard en komen voor 2030 vrij? Dit ingeschatte getal is om te rekenen naar CO<sub>2</sub> reductie in 2030. Schatting: 5-10%??</b>		2 Houd rekening met verplaatsbare interne wanden	B.2.2		idem
			3 Pas flexibele interne logistiek toe	B.2.3		idem
			4 Zorg voor een as-built BIM	B.2.4		idem
	3	Ontwerp voor lange levensduur	1 Houd rekening met klimaat adaptatie (meer wind, regen en temperaturen)	B.3.1		idem
			2 Prioriteer standaard elementen en modules over specifieke componenten	B.3.2		idem
			3 Ontwerp zo dat onderdelen makkelijk zijn te onderhouden	B.3.3		idem
			4 Ontwerp zo dat onderdelen makkelijk zijn te vervangen	B.3.4		idem
			5 Pas product/materiaal paspoorten toe (digitale dataset)	B.3.5		idem
	4	Ontwerp voor toekomstige aanpasbaarheid	1 Houd rekening met horizontale en verticale uitbreiding van de constructie	B.4.1		idem
			2 Houd rekening met interne functie-verandering en nieuwe installaties (kolomafstanden, vloerbelastingen)	B.4.2		idem
			3 Stel een Aanpasbaarheidshandleiding	B.4.3		idem
	5	Ontwerp voor toekomstige de-/remontage	1 Ontwerp hoge Losmaakbaarheid van componenten (droge verbindingen)	B.5.1		idem

			2	Zorg voor toegang tot de verbindingen van componenten	B.5.2		idem
			3	Optimaliseer de/remontagekosten met waarde van het onderdeel	B.5.3		idem
			4	Ontwerp ook de einde levensduurfase	B.5.4		idem
			5	Zorg voor een demontagehandleiding	B.5.5		idem
Bouw efficiënt	6	Weiger onnodige nieuwe componenten	1	Voorkom overcapaciteit in ruimte en gebruikersaantallen (strikt noodzakelijke eisen);	B.6.1	Spanning met multi-functionaliteit	
			2	Voorkom overbodige afwerkingen (m.n. coatings)	B.6.2	Coatingsteam (binnen niet coaten)	Inschatting CO <sub>2</sub> door Coatingsteam
	7	Verhoog materiaal efficiëntie	1	Gebruik constructief efficiënte vormen (cases maken ter onderbouwing)	B.7.1	25	15
			2	Pas hoge sterkte staal toe (cases maken ter onderbouwing)	B.7.2	15-30	15-30
			3	Gebruik geavanceerde ontwerp technieken en optimaliseer (cases maken ter onderbouwing)	B.7.3	10	10
			4	Reduceer afval door specificeren van prefabricage (gebeurt al bij staal)	B.7.4	3%	Met name bij dak en gevelbeplating nog milieuwinst te boeken
Bouw met de juiste materialen	8	Reduceer het gebruik van primaire materialen	1	Maak gebruik van hergebruikte componenten	B.8.1	70	Zie team recycling en hergebruik
			2	Maak gebruik van componenten met een hoog recycle gehalte	B.8.2	Gebeurt al behalve dak- en gevel (slechts 25% recycled content); uit te rekenen CO <sub>2</sub> reductie door team recycling en hergebruik	Zie team recycling en hergebruik
			3	Voorkom gebruik van meeste kritieke materialen	B.8.3	nvt	nvt
	9	Verlaag het gebruik van CO <sub>2</sub> -intensieve materialen	1	Stel een CO <sub>2</sub> -doel op en monitor de ontwerp-alternatieven	B.9.1		
			2	Bij selectie van materialen vergelijk product-leveranciers (EPD)	B.9.2		
			3	Pas digitale middelen toe om de keuze voor alle stakeholders inzichtelijk te maken	B.9.3		
	10	Voorkom gevaarlijke stoffen	1	Monitor alle milieucategorieën met een gedetailleerde LCA	B.10.1		
			2	Pas op met gevaarlijke stoffen in hergebruikte componenten (asbest, chroom-6)	B.10.2		
			3	Let op dat er geen gevaarlijke stoffen in bijbehorende afwerkingen zitten	B.10.3		
A CO <sub>2</sub> reductiepotentieel op projectniveau							
B CO <sub>2</sub> reductiepotentieel op niveau BV Nederland							

### Besluiten t.a.v. het raamwerk

a. Het eerste principe Bouw niks nieuws (*nieuws toegevoegd aan oorspronkelijke tabel*) is in handen van de opdrachtgevers. Wel kunnen adviseurs invloed hebben op herbestemmen ipv nieuw bouwen, wanneer hen advies wordt gevraagd in een vroege fase van het proces. Dan kunnen adviseurs aangeven of de constructie (waaronder staal) mogelijkheden biedt voor renovatie en hergebruik. Als er niet nieuw gebouwd wordt maar het object wordt herbestemd/gerenoveerd, hoe groot zou indicatief dan de verlaging van de CO<sub>2</sub> en andere milieupact van staal kunnen zijn? Of dat zeer substantieel, groot, matig of klein, hangt natuurlijk af van het gebouw/object en de hoeveelheid staal af, maar de verwachting is dat het zeker groot is (schatting 80% CO<sub>2</sub> reductie op projectniveau en generiek: nog in te schatten). Hoe dit wordt meegenomen in de EPD/MKI, wordt in bijlage 1 beschreven.

*Hieruit blijkt dat dit principe veel CO<sub>2</sub> reductie en reductie milieupact kan opleveren, afhankelijk van hoeveel objecten hiervoor geschikt zijn.*

b. Het tweede principe heeft met name betrekking op **flexibel, adaptief, remontabel/modulair ontwerpen en bouwen**. Geconcludeerd wordt dat de drie strategieën en alle handelingsperspectieven concreter zijn dan de algemene term flexibel/adaptief en remontabel/modulair ontwerpen en bouwen. Het gaat hier om het verhogen van de technische levensduur.

De CO<sub>2</sub> reductie van dit tweede principe kan pas in de toekomst verzilverd worden. Deze ontwerpstrategieën zijn nu nodig om positieve impact te maken in de toekomst. Sommigen hebben wel direct invloed op de gebruiksfase (module B): operationele gebruik en onderhoudsvrij: B2 en B3 reparatie. Hiervoor is moeilijk een CO<sub>2</sub> reductie in te schatten. Een grote milieupact tot 2030 is alleen aantoonbaar voor gebouwen met kortere levensduur: tijdelijke gebouwen.

c. Het derde principe bouw efficiënt kan wel meteen CO<sub>2</sub> reductie van de stalen producten in een bouwwerk opleveren, omdat dit nu gebeurt. Meest kansrijke opties:

- **voorkom overbodige afwerkingen** (d.w.z. coating reductie; wat ook belemmerend werkt op hergebruik) (CO<sub>2</sub> reductie en verlaging milieupact: Coatingsteam schat dit in)
- **gebruik constructief efficiënte vormen** (gem. 15-20% CO<sub>2</sub> reductie)
- **hogesterkte staal toepassing** (gem. 15-30 % CO<sub>2</sub> reductie afhankelijk van toepassing; snel effect maar ligt niet op voorraad; kwestie vraag-aanbod)
- **gebruik geavanceerde ontwerp technieken en optimaliseer** (gem. 10%; het gaat om optimalisatie van het geheel)
- **reduceer afval door specificeren van vergaande prefabricage** (laag ingeschat: 3% CO<sub>2</sub> reductie omdat dit al gebeurt, maar wel meer mogelijk bij dak en gevelafwerking).

Alle genoemde handelingsperspectieven zijn van toepassing op staal.

d. Het vierde principe: bouw met de juiste materialen bevat veel handelingsperspectieven die meteen grote reductie van CO<sub>2</sub> en milieupact opleveren:

- **maak gebruik van hergebruikte stalen componenten (2—90% CO<sub>2</sub> besparing)** (**opmerkingen:** 11% (World Steel) en 16 % (Nederland) wordt nu hergebruikt op component niveau. De verwachting is dat het dubbele % (32%) mogelijk moet zijn, mogelijk meer. Dit hangt af van de sturing die hieraan gegeven wordt en de kwaliteit van de her te gebruiken componenten. Hier kunnen we wel een grote klapper maken, als we er een industrie omheen weten te bouwen. Dit handelingsperspectief moet in de praktijk verder worden uitgewerkt. Voorheen is er een markt voor geweest, maar de CE markering werkte dit tegen.
- **maak gebruik van componenten met een hoog recycle gehalte (kansrijk: inschatting door groep hergebruik en recycling)**

- **pas op met gevaarlijke stoffen in hergebruikte componenten (asbest, chroom-6 etc.) (directe milieuprestatie en bij recycling CO<sub>2</sub> impact reiniging) en in bijgevoegde afwerkingen (inschatting reductie van CO<sub>2</sub> en milieuprestatie: door coatings team)**

De andere handelingsperspectieven hebben met name betrekking op het verkrijgen van beter inzicht in milieuprestatie, monitoring en opstellen doelen.

## CONCLUSIES

1. **We gebruiken het bouwwaarde model en verzoeken ook de andere teams om dit te gebruiken. Daarbij dient rekening gehouden te worden met de verschuiving in rolverdeling die optreedt bij vernieuwing in de bouwketen staal.**
2. **We gebruiken het raamwerk van EMF en Arup om de oorspronkelijke handelingsperspectieven systematisch in te plaatsen.**
3. **Het raamwerk onderscheidt vier circulaire principe en hierbinnen 10 strategieën en vele handelingsperspectieven. De meest kansrijke handelingsperspectieven voor CO<sub>2</sub> reductie en verlaging milieuprestatie zijn:**
  - A. **Principe Bouw niets nieuws:** op project niveau kan de CO<sub>2</sub> reductie verschillen; generiek kan naar schatting 10% gerealiseerd worden, afhankelijk van geschiktheid van objecten.
  - B. **Principe Bouw voor lang gebruik van bouw elementen:** de CO<sub>2</sub> reductie en verlaging van milieuprestatie kan alleen ingeboekt worden in de periode tot 2030 bij tijdelijke gebouwen en objecten (naar schatting 5-10% van het totaal). Hoewel de CO<sub>2</sub> reductie van de overige objecten pas in de toekomst verzilverd kan worden, moeten deze handelingsperspectieven nu ingezet worden.
  - C. **Principe bouw efficiënt:** deze handelingsperspectieven kunnen wel meteen CO<sub>2</sub> reductie opleveren, omdat deze nu toegepast kunnen worden. Meest kansrijke opties:
    - voorkom overbodige afwerkingen** (d.w.z. coating reductie; wat ook belemmerend werkt op hergebruik) (CO<sub>2</sub> reductie en verlaging milieuprestatie: Coatingsteam schat dit in.
    - gebruik constructief efficiënte vormen voor staal** (gem. 15-20% CO<sub>2</sub> reductie)
    - hogesterkte staal toepassing** (15-30% CO<sub>2</sub> besparing afhankelijk van toepassing)
    - gebruik geavanceerde ontwerp technieken en optimaliseer** (10%; het gaat om optimalisatie van het geheel)
    - reducer afval door specificeren van vergaande prefabricage** (laag ingeschat: 3% CO<sub>2</sub> reductie omdat dit al gebeurt; alleen bij dak en gevelafwerking wel extra CO<sub>2</sub> reductie mogelijk).
  - D. **Principe bouw met de juiste materialen:** deze handelingsperspectieven bieden grote kansen op CO<sub>2</sub> reductie en verlaging van milieuprestatie, met name:
    - maak gebruik van hergebruikte componenten** (CO<sub>2</sub> besparing: inschatting wordt gemaakt door team hergebruik/recycling)
    - maak gebruik van componenten met een hoog recycle gehalte (inschatting door team hergebruik/recycling)**
    - pas op met gevaarlijke stoffen in hergebruikte componenten (asbest, chroom-6 etc.) (inschatting reductie van CO<sub>2</sub> en milieuprestatie: door coatings team)**
    - stel een CO<sub>2</sub>-doel op en monitor de ontwerp-alternatieven
    - bij selectie van materialen vergelijk product-leveranciers (EPD)

## Bijlage C: Handelingsperspectieven Staalconstructies

De volgende handelingsperspectieven zijn bepaald voor het segment Staalconstructies:

5. Toepassing Hoge Sterkte Staal (HSS)
6. Toepassing staal met een lage CO<sub>2</sub> footprint (bv X -Carb, Zeremis , etc.)
7. Toepassing Duurzame energie in de staalconstructie sector
8. Toename toepassing van bouten ipv lassen

### 1. Toepassing Hoge Sterkte Staal (HSS)

Toepassen van staal in een hogere sterkteklasse geeft een reductie in staalgebruik en dus in CO<sub>2</sub> footprint van een constructie. Bij op druk belaste constructiedelen kan stabiliteit (knik, plooi, kip etc.) een maatgevend criterium zijn in die gevallen geeft toepassing van HSS geen staalreductie. Aangenomen wordt dat door deze effecten, de generieke toepassing van HSS 50% efficiënt is.

De productie van HSS vindt plaats door toevoeging van legeringselementen of thermo mechanisch processen. De CO<sub>2</sub> footprint van deze processen wijkt niet significant af van conventioneel staal.

Uitgaande van toepassing van S355 staalkwaliteit ipv conventioneel S235, bedraagt de toename in sterkte ca 50%. Er wordt verder uitgegaan dat in 2030 ca 100% van de markt is overgestapt op S355.

De totale potentiële CO<sub>2</sub> besparing bedraagt: 50% x 50% x 384 kton x 1,05 <sup>16</sup>ton CO<sub>2</sub>/ton = **100 kton CO<sub>2</sub>**

### 2. Toepassing staal met een lage CO<sub>2</sub> footprint (bv X -Carb, Zeremis , etc.)

Een aantal primair staalproducenten leveren nu reeds staalproducten met een verlaagde CO<sub>2</sub> footprint. Zo levert Arcelor de X-carb kwaliteit en Tata Steel Zeremis.

De CO<sub>2</sub> besparingen van de primair staalproducenten kunnen dmv certificering aan een bepaald tonnage gealloceerd worden. (De certificering wordt gecontroleerd door DNV , Loyds etc.) Hierdoor kunnen klanten nu reeds laag CO<sub>2</sub> staal kopen en kunnen de premies hiervoor ten goede komen aan de financiering van de investeringen nodig voor de CO<sub>2</sub> reducties. De CO<sub>2</sub> reductie is reeds meegenomen in HP 5 (Primair staalproductie) en zal hier derhalve niet worden meegenomen.

### 3. Toepassing Duurzame energie in de staalconstructie sector

Het energiegebruik in de staalconstructiebranche bedraagt ca 150 kg CO<sub>2</sub> /ton<sup>17</sup> Uitgaande van vergroening van het totale tonnage Beams , Quarto en HR-materiaal bedraagt de potentiële CO<sub>2</sub>-reductie 1190 ton x 150 kg CO<sub>2</sub>/ton = **179 kton CO<sub>2</sub>**

### 4. Toename toepassing van bouten ipv lassen

Door toepassen van boutverbindingen ipv lassen wordt het demonteren van staalconstructies gemakkelijker waardoor een groter deel van de staalconstructie hergebruikt kan worden. Ook is het energiegebruik lager: ipv lassen worden hoekijzers met boutverbindingen aangebracht. Boutverbindingen hebben echter als nadeel dat -tov lassen - meer staal wordt gebruikt voor hoekijzers alsmede staal tbv bouten.

---

<sup>16</sup> NMD zwaar constructiestaal

<sup>17</sup> Info staalconstructie bedrijven.



De firma Reijrink heeft op basis van 220 kton staal berekend wat de potentiële besparing kan zijn:

- Voordeel hergebruik vs recycling: 40 ton CO<sub>2</sub> (*onderbouwing.....??*)
- Lagere energiekosten lassen: 0,9 ton CO<sub>2</sub>
- Extra staal voor hoekijzers /bouten: 9 ton x CO<sub>2</sub> footprint beams (ModA-D) = 9 ton x 491 kton CO<sub>2</sub>/384 kton = 11 ton CO<sub>2</sub>

De per saldo besparing voor 220 ton constructief staal bedraagt: 40+ 0,9 -/ - 11,5= 29,4 ton CO<sub>2</sub>.

Uitgaande van 10% toepassing bedraagt de totale CO<sub>2</sub> besparing: 29,4/220 x 10% x 384kton = **5,1 kton CO<sub>2</sub>**

Omdat echter het voordeel van hergebruik vs recycling pas na 2030 plaats zal vinden en in feite wordt gedeclareerd in Module D wordt deze besparing niet meegenomen.

## Bijlage D: Handelingsperspectieven Dak/Gevel

### 1. Toepassing duurzame energie:

Bij de productie van dak- en gevel elementen wordt energie gebruikt voor de aandrijving van installaties tbv de productie: profileerlijnen, zet en ponsmachines, etc. alsmede de verwarming van de bedrijfshallen en ovens tbv sandwichpanelen productie.

Verduurzaming van het energiegebruik kan plaatsvinden door toepassing van PV op de daken van de productiehallen. Door electrificatie van verwarming mbv warmtepompen, collectoren en WKO kan ook de verwarming verduurzaamd worden. Tenslotte kunnen door toepassing van elektrische ovens ook deze voorzien worden van groene energie.

In de productbladen van de NMD zijn de Module A1 tm A3 samengevoegd, dwz primair staalproductie en de verwerking tot dak/gevel producten zijn niet te scheiden. Derhalve wordt voor het energiegebruik wordt uitgegaan van gegevens van dak en gevelpanelen producent SAB: Het totale energiegebruik fluctueert van 25-34 kgCO<sub>2</sub>/ton<sup>18</sup>. Er wordt uitgegaan van een gemiddelde van 30 kg CO<sub>2</sub>/ton.

Het koudgewalste segment in de bouw (CR/HDG/OC) ondergaat een vervorming (rolvormen) om het uiteindelijke eindproduct te verkrijgen. Uitgaande van dit tonnage: 270 kton en het energiegebruik van 30kg /ton betekent volledige vergroening van het energiegebruik een besparing van 270 kton x30 kg CO<sub>2</sub>/ton = **8 kton CO<sub>2</sub>/jaar**.

### 2. Recycling sandwich kern:

De productie van stalen sandwichpanelen begon in de jaren 80. De komende periode zullen in toenemende mate sandwichpanelen aan het einde van hun levensduur komen. De huidige recycling betreft het scheiden van staal en sandwich kern, het staal wordt gerecycled en de kunstofkern levert energie tijdens de incineratie. Sinds kort is door het bedrijf Insus een productiemethode ontwikkeld om het kernmateriaal te hergebruiken en in te zetten in de productie van nieuw isolatiemateriaal.<sup>19</sup>

De CO<sub>2</sub> footprint van een isolatieplaat bedraagt ca 2,9 kgCO<sub>2</sub>/ kg (zie EPD PUR/PIR foam <sup>20</sup>) Voor het verwerken van de sandwich kunststof kern tot een nieuwe isolatieplaat is ook energie nodig, er wordt uitgegaan van een CO<sub>2</sub> belasting van ca 0,5 kg CO<sub>2</sub>/kg. De besparing door hergebruik van de sandwich kern betekent bedraagt dus 2,9 -/ - 0,5 = 2,4 kg CO<sub>2</sub>/kg.

Uitgaande van een gemiddelde kerndikte van 8 cm bedraagt het gewicht van de kern ca 3,4 kg/m<sup>2</sup>.

De huidige capaciteit van de Insus installatie bedraagt ca 10 kton, wat overeenkomt met ca 1 mio m<sup>2</sup> sandwichpanelen.

Uitgaande van een toenemende stroom sandwichpanelen die hun einde levensduur naderen, wordt voor 2030 uitgegaan van de verwerking bij Insus van ca 4 mio m<sup>2</sup> sandwichpanelen<sup>21</sup>. De CO<sub>2</sub> besparing bedraagt: 4 mio m<sup>2</sup> x 3,4 kg/m<sup>2</sup> x 2,4 kgCO<sub>2</sub>/kg = **33 kt CO<sub>2</sub>**.

<sup>18</sup> <https://www.tatasteleurope.com/construction/sustainability/performance-at-our-sites/sab>

<sup>19</sup> Zie <https://www.insus.nl/>

<sup>20</sup> [http://highperformanceinsulation.eu/wp-content/uploads/2016/08/Factsheet\\_13-I\\_Environmental\\_product\\_declaration\\_EPd\\_for\\_PU\\_PUR-PIR\\_thermal\\_insulation\\_boards\\_and\\_energy\\_saving\\_potential\\_updated\\_12-12-14\\_.pdf](http://highperformanceinsulation.eu/wp-content/uploads/2016/08/Factsheet_13-I_Environmental_product_declaration_EPd_for_PU_PUR-PIR_thermal_insulation_boards_and_energy_saving_potential_updated_12-12-14_.pdf)

<sup>21</sup> Op basis van huidige markt info lijkt deze hoeveelheid een optimistische /te hoge inschatting

### 3. Toepassing Laag CO<sub>2</sub> -schuim:

Door toepassing van bio- componenten in de isolatielaag van sandwichpanelen kan de CO<sub>2</sub> voetprint worden verlaagd. Romakovski <sup>22</sup> Roma 5BMB isolatie claimt een 50% reductie van CO<sub>2</sub>.

De gemiddelde EU EPD van sandwichproducenten <sup>23</sup> (gewicht 13,3 kg/m<sup>2</sup>) geeft een CO<sub>2</sub> voetprint ( A1-A3) van 34 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. De kerndikte bedraagt 100 mm en het gewicht van de stalen binnen /buiten plaat bedraagt 68% x 13,3 kg/m<sup>2</sup> = 9 kg /m<sup>2</sup>.

De gemiddelde EU staal footprint bedraagt<sup>24</sup> : 26,7 kg CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> voor een single sheet dag/gevelplaat van 11,3 kg/m<sup>2</sup> -> 26,7/11,3 = 2,4kgCO<sub>2</sub>/kg staalplaat

De CO<sub>2</sub> van het isolatieschuim bedraagt derhalve : 34 kg -/- (9 x 2,4 ) = 12,4 kg/m<sup>2</sup>.

De markt voor PIR/PUR sandwichpanelen bedraagt ca 7 mio m<sup>2</sup><sup>25</sup>.

De potentiële CO<sub>2</sub> besparing bij 100% toepassing van BIO Foam bedraagt derhalve: 7 mio m<sup>2</sup> x 12,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> x 50% = **45 kton CO<sub>2</sub>**.

Verwacht wordt dat de toepassing van laag CO<sub>2</sub> foam in 2030 ca 30% bedraagt. De besparing is dan 45 kton x 30% = **13 kt CO<sub>2</sub>**.

<sup>22</sup> [ROMA5 BMB | ROMA. Damit alles passt. \(romakowski.com\)](http://ROMA5BMB|ROMA.Damitallespasst.(romakowski.com))

<sup>23</sup> [ECO-EPD-PPA-Europe-SAB-Sandwich.pdf \(sabprofiel.com\)](http://ECO-EPD-PPA-Europe-SAB-Sandwich.pdf(sabprofiel.com))

<sup>24</sup> PPA single sheet : [ECO-EPD-PPA-Europe-SAB-Profiles.pdf \(sabprofiel.nl\)](http://ECO-EPD-PPA-Europe-SAB-Profiles.pdf(sabprofiel.nl))

<sup>25</sup> Schatting Tata Steel

## Bijlage E: Handelingsperspectieven Conserveren

De volgende handelingsperspectieven voor het segment conserveren zijn bepaald:

1. Toepassen van geen coating
2. Toepassing van Biocoatings
3. Dunnere zinklagen door toepassing zinklegeringen met verbeterde corrosie eigenschappen
4. Toepassing zinklagen met een lage CO<sub>2</sub> footprint
5. Verlenging levensduur door toepassing verbeterde coatings
6. Toepassen Corten/Weervast staal

### 1. Toepassen van geen coating

Staal in een geconditioneerd (droog) binnenklimaat behoeft geen corrosiewering. Indien het staal in zicht blijft wordt eventueel voor esthetische redenen wel een coating laag aangebracht. Echter ook staal dat niet in zicht blijft wordt gewoonlijk gecoat in NL, dit in tegenstelling tot landen als UK en USA.

Uitgaande van onderstaande toepassing van constructief staal in 2030 (bron: schatting BmS) bedraagt het aandeel staal in geconditioneerde omgeving ca 125 kton .

	kton	% geconditioneerd	kton geconditioneerd
Hallen en Loodsen	271	17%	45
verdiepingsbouw	42	90%	38
woningbouw	42	100%	42
infa	17	0%	0
offshore	17	0%	0
installatie	34	0%	0
Totaal	423		125

Aangenomen wordt dat ca 20% van het staal in geconditioneerde ruimtes toch een esthetische coating krijgt. De hoeveelheid staal wat potentieel niet gecoat hoeft te worden bedraagt derhalve ca 100 kton.

De CO<sub>2</sub> footprint van organische gecoat staal bedraagt ca 10 kgCO<sub>2</sub> /kg coating. (bron LBP - NMD basisprofielen gecoat staal).

Het coating gebruik voor 1 ton constructief staal bedraagt ca 22 m<sup>2</sup> wat overeenkomt met ca 3-6 liter.<sup>26</sup> Het soortelijk gewicht van coating bedraagt 1,3 kg/liter coating.

De potentiële CO<sub>2</sub> besparing bedraagt derhalve 100 kton x 5 l x 1,3 kg/l x 10 kg CO<sub>2</sub>/kg **≡ 7 kton CO<sub>2</sub>**.

<sup>26</sup> info : Zandleven

## 2. Toepassing van Bio-coatings

Bio coatings is een ontwikkeling waarbij een deel van de verfcomponenten op oliebasis vervangen wordt door componenten op bio basis. Zo ontwikkelde het staalbedrijf SSAB het verfproduct Greencoat waarbij ca 15% van de verfcomponenten op koolzaad basis zijn<sup>27</sup>.

Echter ook de biocomponenten bevatten een zekere hoeveelheid C. Daarnaast bleek dat de CO<sub>2</sub> reductie van Greencoat verwaarloosbaar was, derhalve wordt dit HP niet meegeneomen.<sup>3</sup> Dunnere zinklagen door toepassing zinklegeringen met verbeterde corrosie eigenschappen

Het totale zinkverbruik in NL bedraagt ca 11,9 kton, waarvan ca 4,3 kton voor continu (bandverzinken) wordt gebruikt en 7,6 kton voor batch (stuks) verzinken.<sup>28</sup>

Door toepassing van nieuwe zinklegeringen (Zn/Alu/Mg) kan de zinklaag gereduceerd worden bij gelijkblijvende corrosiewering. Voor bandverzinken kan de zinklaag gereduceerd worden van 275 gr/m<sup>2</sup> naar 120 gr/m<sup>2</sup><sup>29</sup>, derhalve een reductie van 60%. Een groot deel van de markt<sup>30</sup> (ca 80%) is reeds op nieuwe legeringen overgegaan. De reductie in zinkverbruik bedraagt derhalve 20% x 4,3 kton = 516 ton zink.

Voor batch verzinken kunnen eveneens nieuwe zinklegeringen worden toegepast dmv microlagen<sup>31</sup>. Echter is volgens ISO 1461 moet de zinklaag een bepaalde minimaal dikte bedragen. Reductie in zinklaagdikte is derhalve niet toegestaan bij batchverzinken. Een klein deel van de markt (ca 2% = 61 ton) is dit wel toegestaan, voor dit deel is wel met een reductie van zinklaagdikte gerekend.

De EPD van zink geeft een waarde van ca 2,8 kg CO<sub>2</sub>/kg zink<sup>32</sup>

De CO<sub>2</sub>-reductie door toepassing van dunnere zinklagen bedraagt **2 kton CO<sub>2</sub>**.

## 4. Toepassing zinklagen met een lage CO<sub>2</sub> footprint

Naast dunnere verbeterde zinklegeringen is de zinkindustrie ook bezig de CO<sub>2</sub> voetprint van het zink te verlagen. Een voorbeeld is de firma Boliden die zink aanbiedt met een voetprint van ca 1 kgCO<sub>2</sub>/kg zink.<sup>33</sup>

Uitgaande van volledige overschakeling op laag CO<sub>2</sub> zink in 2030 en de gereduceerde zinktonnages door dunnere zinklagen (zie bovenstaand handelingsperspectief), bedraagt de CO<sub>2</sub>-reductie: (11930-516 -61) kton ) x (2,8-1 kg CO<sub>2</sub>/t) = **20kton CO<sub>2</sub>**.

## 5. Verlenging levensduur door toepassing verbeterde coatings

Door toepassing van dikkere zink coatings kan de levensduur van staalconstructies verlengd worden. Dikkere zinklagen geven initieel een hogere CO<sub>2</sub> belasting, echter langere levensduur geeft een verlaging van CO<sub>2</sub>. Er wordt uitgegaan dat een levensduurverlenging van toepassing is op ca 5% van de staalconstructies.

Uitgaande van de gemiddelde corrosie klasse C3 is de jaarlijkse zinkreductie ca 5 -15 gr /m<sup>2</sup> (gemiddeld: 10 gr/m<sup>2</sup>). Zie tabel onderstaand.

<sup>27</sup> <https://www.ssab.com/en/products/brands/greencoat/sustainable-building-with-greencoat/swedish-rapeseed-oil-for-sustainable-building> )

<sup>28</sup> (info ZinQ)

<sup>29</sup> Info Tata steel

<sup>30</sup> Info Tata Steel

<sup>31</sup> <http://www.zinq-technologie.com/en/news/2020/news/microzinq-for-all/>)

<sup>32</sup> ( info VM en Worldsteel) .

<sup>33</sup> ( zie: <https://www.boliden.com/globalassets/operations/products/zinc/zinc-folder-a5-final.pdf>

Corrosivity category	Mass loss per unit surface/thickness loss (after first year of exposure)				Examples of typical environments in a temperate climate (informative only)	
	Low-carbon steel		Zinc		Exterior	Interior
	Mass loss g/m <sup>2</sup>	Thickness loss µm	Mass loss g/m <sup>2</sup>	Thickness loss µm		
C1 very low	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	—	Heated buildings with clean atmospheres, e.g. offices, shops, schools, hotels.
C2 low	> 10 to 200	> 1,3 to 25	> 0,7 to 5	> 0,1 to 0,7	Atmospheres with low level of pollution. Mostly rural areas.	Unheated buildings where condensation may occur, e.g. depots, sports halls.
C3 medium	> 200 to 400	> 25 to 50	> 5 to 15	> 0,7 to 2,1	Urban and industrial atmospheres, moderate sulfur dioxide pollution. Coastal areas with low salinity.	Production rooms with high humidity and some air pollution, e.g. food-processing plants, laundries, breweries, dairies.
C4 high	> 400 to 650	> 50 to 80	> 15 to 30	> 2,1 to 4,2	Industrial areas and coastal areas with moderate salinity.	Chemical plants, swimming pools, coastal ship- and boatyards.
C5-I very high (industrial)	> 650 to 1 500	> 80 to 200	> 30 to 60	> 4,2 to 8,4	Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.
C5-M very high (marine)	> 650 to 1 500	> 80 to 200	> 30 to 60	> 4,2 to 8,4	Coastal and offshore areas with high salinity.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.

Category	Exterior	Interior
C1 Very Low	N/A	Heated buildings with a clean atmosphere such as offices, shops, schools, hotels.
C2 Low	Atmospheres contaminated to a small extent, mainly rural regions.	Buildings which are not heated, where condensation may occur e.g. storage facilities, sports halls.
C3 Medium	Industrial and urban atmospheres with a low sulphur oxide (IV) contamination level. Inshore areas of low salinity.	Production halls and facilities with humidity and certain air contamination e.g. foodstuff plants, laundries, breweries, dairies.
C4 High	Industrial areas and inshore areas of medium salinity.	Chemical plants, swimming pools, ship repair yards.
C5 Very High	Industrial areas of high humidity and aggressive atmosphere and inshore areas of high salinity.	Buildings and areas of almost constant condensation and high contamination.
CX Extreme	Offshore areas of high salinity. Industrial areas of extremely high humidity and aggressive atmosphere. Subtropical and tropical areas.	Buildings and areas of almost constant condensation and aggressive contamination.

Om een levensduurverlenging van 25 jaar te realiseren is derhalve een extra zinklaag van ca 10 gr/m<sup>2</sup> x 25 jaar = 250 gr/m<sup>2</sup> nodig. Echter in het batch verzinkproces is technisch de zinklaagdikte beperkt (eea afhankelijk van staaldikte, staaloppervlakte en het Si-gehalte van het staal). Het verhogen van de zinklaagdikte is derhalve beperkt door de huidige toegepaste staalsubstraten en beperkt zich tot de huidige staalsoorten. Er wordt derhalve geen rekening gehouden met extra zinklaagdiktes en CO<sub>2</sub> effecten van langere levensduur.

## 6. Toepassen weervast staal

Bij toepassing van weervast constructie staal hoeft geen corrosiewering aangebracht te worden. Voor dunne plaat toepassingen (CR/HDG/OC) wordt het gebruik van weervast staal afgeraden. Het gebruik geeft een besparing op het gebruik van coating, uitgaande van een verbruik van 10% weervast staal. Echter de extra dikte die voorgeschreven wordt (ca 0,8 mm) bij deze toepassing doet de CO<sub>2</sub> besparing van de coatings teniet. Er wordt derhalve geen CO<sub>2</sub> voor dit handelingsperspectief meegenomen!

## Bijlage F: Handelingsperspectieven Recycling/ Hergebruik

1. Opwerking onderschroot -> bovenschroot : extra inzet Tata Steel:
2. Zie team "Ontwerpen"

1. Opwerking onderschroot -> bovenschroot : extra inzet Tata Steel:

Door opwerking van onderschroot naar bovenschroot zou meer hoogwaardig schroot lokaal ingezet kunnen worden.

Tata Steel IJm heeft de ambitie om in 2030 . tenminste 30% Recycled Content staal te produceren.<sup>34</sup>

De huidige Recycled content bedraagt ca 17% <sup>35</sup>

Extern schrootgebruik bedraagt ca 640 kton. Intern schroot bedraagt 511 kton bij een staalproductie van 6620 kton.

30% recycled content betekent bij dezelfde staalproductie  $30\% \times 6620 = 1990$  kton schroot. Uitgaande van dezelfde hoeveelheid intern schroot, zal het externe staalschroot toenemen naar  $1990 - 511 = 1475$  kton.

De toename in extern schroot bedraagt derhalve  $1475 - 640 = 835$  kton.

Dit betekent dus dat 835 kton schroot niet in de (verre) export terecht komt maar lokaal wordt verwerkt.

Uitgaande van de CO<sub>2</sub>-emissie van een bulkcarrier van ca 10 gr /ton km<sup>36</sup> en een export afstand van 12.000 km, bedraagt de CO<sub>2</sub> besparing:  $835 \text{ kton} \times 10 \text{ gr/km ton} \times 12.000 \text{ km} = \underline{\underline{100 \text{ kton CO}_2}}$

2. Hoogwaardig Hergebruik van staalconstructies

Maximaal kan 45% van het nieuwe constructiestaal in de B&U vervangen worden op basis van de uitgaande materiaalstroom. Van die 45% die beschikbaar is kan zo'n 50% als product hergebruikt worden. Hiermee komt het hergebruik percentage op 23%.

Het besparingspotentieel wordt nu:  $505 \text{ kton} \times 23\% \times 491/384 \times 90\% = \underline{\underline{134 \text{ kton CO}_2}}$

---

<sup>36</sup> <https://www.statista.com/statistics/1233482/carbon-footprint-of-cargo-ships-by-type-uk/>:~:text=Globally%20emissions%20from%20bulk%20carriers,tons%20of%20CO#2%20in%202020.

## Bijlage G: Handelingsperspectief Emissieloos Transport

### *De ontwikkeling en implementatie van zero-emissie transport van beton- en staalsector in de bouw: voorstel vanuit de markt*

#### Opgesteld door het Bouwakkoord Staal en Betonakkoord

Concept, 13 juni 2022

#### Algemeen

De Rijksoverheid heeft een viertal transitiepaden opgesteld en geïntegreerd tot een routekaart Schoon en Emissieloos Bouwen (SEB), die de bewindslieden van IenW, BZK, EZK, LNV en DEF na de zomer vaststellen. Aan deze routekaart wordt een convenant verbonden, dat na de zomer door betrokken partijen (overheid, opdrachtgevers en marktpartijen) in de keten wordt ondertekend.

De routekaart bevat scenario's voor bouwlogistiek (transport) en voor mobiele werktuigen, met doelstellingen voor een minimumniveau (verplichting in het Besluit bouwwerken en leefomgeving (Bbl) tot het nemen van emissie reducerende maatregelen; deze ziet toe op mobiele werktuigen), het peloton (dat voor alle opdrachtgevers moet voldoen aan een basisniveau) en voor koplopers (die voor een deel van de opdrachtgevers moeten voldoen aan een hoger ambitieniveau).

Opdrachtgevers die het convenant hebben ondertekend, zeggen toe om steeds schoner en emissie-loozer aan te besteden. Opdrachtgevers die het ambitieuze niveau onderschrijven zeggen toe in een bepaald percentage projecten onder meer emissieloos transport te stimuleren met eisen aangevuld met een gunningscriterium. Emissieloos heeft hier betrekking op het transport zelf; het produceren van elektrische voertuigen en alle benodigde infrastructuur (welke in een integrale LCA (levenscyclusanalyse) meegerekend zouden moeten worden) worden buiten beschouwing gelaten.

Het Rijk heeft voor het programma Schoon en Emissieloos Bouwen 500 miljoen beschikbaar gesteld vanuit de stikstofmiddelen voor een subsidieregeling, middelen voor de rijksdiensten en een kennis- en innovatieprogramma.

Partijen in de bouwsector krijgen op deze manier de mogelijkheid om het voortouw te nemen bij de transitie naar elektrisch transport. Naast CO<sub>2</sub> reductie heeft dit transport als voordeel dat het geen stikstof uitstoot en geluidsarm is. De stappen van basis- en koploperniveau's zijn in een tijdpad gezet tot 2030 (zie bijlage 1). De routekaart SEB zet in op schoon en emissieloos bouwtransport.

De transportsector beton- en staal in de bouw onderschrijft de routekaart SEB en wil deze scenario's als basis gebruiken voor scenario's zero-emissie transport beton- en staal. Echter, de gedachten over zwaar transport, waaronder heel veel transport in de beton- en staalketen valt, zijn ons inziens in de routekaart SEB nog onvoldoende uitgekristalliseerd. Deze notitie geeft de visie van de beton- en staalketen weer op de mogelijke transitiepaden op weg naar zero-emissie transport in de beton- en staalketen.



### **Wat betekenen de SEB scenario's voor zwaar transport van beton en staal in de bouw?**

Uit de SEB scenario's blijkt dat de techniek voor lichte voertuigen en dus ook de markt daarvoor zover is dat elektrificatie sneller lijkt te kunnen worden uitgerold dan voor zwaar transport en specialistische voertuigen (zoals funderingsmachines, grote kranen, blokkeermachines ProRail).

Uitgangspunt is dat de opschaling van de laadinfrastructuur (stroomnet met voldoende capaciteit en laadstations) gelijke tred houdt met de scenario's. De planning van de Rijksoverheid is dat er in 2027 een dekkend net in het gehele land ligt. Dit laat onverlet dat voor het zware transport van beton en staal in de bouw ook voor 2027 ontwikkelingen in gang gezet kunnen worden. Delen van het land zullen al voor 2027 dekkend zijn. Ook andere (tijdelijke) oplossingen, zoals mobiele batterijpakketten, vervoerd via de scheepvaart of over de weg, kunnen toegepast worden. Die mobiele pakketten zijn geschikt voor de bouw, omdat projectlocaties wisselen. Voor de scheepvaart zou het inzetten van mobiele containers als laadstation bovendien een verdienmodel kunnen worden om de financiering van de verduurzaming van hun eigen brandstof mede mogelijk te maken.

Uitgangspunt moet zijn dat de overheid de regie neemt in de uitrol van een dekkend stroomnet met voldoende capaciteit, in de ruimtelijke ontwikkeling van logistieke hubs/laadstations en in stimulering van laadmogelijkheden op de wegen. De markt neemt op eigen terrein de verantwoordelijkheid om voldoende grote aansluiting aan te vragen eventueel in samenspraak met naastgelegen bedrijven. We moeten ervan uit kunnen gaan dat in 2027 de laadinfrastructuur dekkend is.

Licht en middelzwaar transport kan technisch gezien in 2030 volledig zero emissie zijn. Er zijn genoeg fabrikanten die deze voertuigen kunnen leveren. Voor deze elektrificatie is financiële ondersteuning mogelijk. Koploperprojecten van de rijksoverheid hebben extra budget om de meerkosten van het zero emissie materieel (de onrendabele top) te betalen. Verder kan het peloton gebruik maken van de SEB-regeling (270 mio). Een prikkel hiervoor is dat elektrificatie van transport snel zal renderen wegens de lagere energieprijzen en lagere operationele kosten (minder onderhoud voertuigen). Deze financiële middelen zullen op weg naar 2030 minder worden omdat dan de kostprijs van de voertuigen lager zal zijn. Als de Rijksoverheid duidelijkheid biedt over de emissiereductie doelen, kan de markt bij aanschaf van een nieuw voertuig daarop anticiperen. De afschrijvingstermijn van de huidige voertuigen is over het algemeen 10 jaar.

In de beton- en staalsector in de bouw gaat het hoofdzakelijk om zwaar transport. Het betontransport bestaat voor ongeveer 55-60% uit beton (prefab) producten en 40-45% uit betonmortel (betonmixers). Invoer van beton grondstoffen gaat bij voorkeur per schip in Nederland (cement, zand, grind) indien de betoncentrales en prefabfabrieken aan watergebonden lokaties liggen. Uitgaand zwaar transport van producten gaat voornamelijk over de weg met een maximale belading van 50 ton.

Bij staal ligt de situatie iets anders. Hier betreft het vooral transport van stalen balken (staalhandel à staalbouwer) en staalconstructies; deze worden getransporteerd met reguliere vrachtwagens, waarvan de belading is gemaximeerd op 20 ton. Aanvoer van grondstoffen gaat voor Tata steel uitsluitend over het water. Het Balkstaal komt voor een groot deel over het water vanuit Duitsland (Salzgitter) en Luxemburg (Arcelor Mittal) (Staal fabriek à Staalhandel). Het transport van Staalconstructies gaat voor het grootste deel per vrachtwagen, alleen in het geval van grote stalen objecten zoals bruggen vindt het transport plaats over het water.

Zowel het wegtransport van beton (betonmixers en transportvoertuigen voor prefab beton) als het wegtransport van stalen balken en staalconstructies valt in categorie N3 (zware vrachtwagens). Betonmortel/transportbeton legt over het algemeen kortere afstanden af dan de prefab omdat laatstgenoemde transporteurs afhankelijk zijn van de fabriekslocaties. Dit laatste geldt ook voor staal.

Voor de zwaardere voertuigen geldt dat de elektrificatie belemmerd wordt door zware batterijen en hoge kosten bij aanschaf. Wel zijn in gebruik de onderhoudskosten lager en de laadkosten (t.o.v. fossiele bronnen) naar verwachting in de toekomst ook. De productie van zware voertuigen is internationaal nog maar net op gang gekomen. Dit maakt volledige elektrificatie in 2030-2032 een grote uitdaging. Naast elektrificatie met batterijen bereidt de Europese zware automobiellindustrie zich ook voor op zware voertuigen op waterstof, biodiesel en andere nieuw te ontwikkelen brandstoffen. Welke keuze hierin gemaakt wordt, is aan de individuele Europese lidstaten.

### **Lange termijn visie op elektrificatie van transport beton- en staalketen in Nederland**

In Nederland heeft zwaar transport van beton om kostenefficiëntie redenen een beladingsgewicht van 50ton voor vaste betonmixers, terwijl dat in andere Europese landen en internationaal 35ton is. Voor trekkers/trailers is dat voor andere landen 40ton en Nederland 50ton. Importeurs melden dat de internationale producenten (zoals MAN, Volvo, Scania, DAF en Mercedes) voor betonmixers zullen beginnen met max. elektrisch van 4 assers (35ton), exclusief het gewicht van batterijen (2-3 ton). Naar verwachting zal daarom voor de elektrische uitvoering van mixers als eerste 9m<sup>3</sup> (max 37 ton totaalgewicht) beschikbaar zijn. De internationale producenten zullen – zeker in de jaren 20 - niet alleen voor de Nederlandse markt 5-assers met een belading van 50ton gaan ontwikkelen. De transporteurs van vaste mixers staan daarom voor een dilemma. Als zij overstappen op elektrisch vervoer (met batterijen) met 4-assers, kan per voertuig minder materiaal vervoerd kan worden en neemt de efficiëntie dus af. Dat leidt bijvoorbeeld voor 120-150 betonmixers tot ~12-15% meer voertuigen op de weg in Nederland waarvoor ook chauffeurs beschikbaar moeten zijn.

Een andere mogelijkheid is het rijden op waterstof (met brandstofcel), eventueel voor zover beschikbaar in combinatie met een klein deel biodiesel. Met name voor het transport van betonmixers heeft dat het voordeel dat wel met 50 ton gereden kan worden. Gezien het feit dat elke Europese lidstaat – dus ook Nederland – zelf bepaalt voor welke toepassingen waterstof en biodiesel gebruikt gaan worden, is het voor het transport van beton- en staal in de bouw urgent te weten, welke keuze de Nederlandse overheid hierin maakt.

Voor het overige zware transport (prefabbeton, betonmixer op trekker, stalen balken en staalconstructies) zullen er al eind 2022 voor een deel van het zwaarder vervoer (b.v. elektrisch aangedreven trekkers/trailers) beschikbaar zijn die max. totaalgewicht van 50 ton kunnen hebben (hier kan i.v.m. het gewicht van de batterij 12,5 m<sup>3</sup> materiaal in). Dus is er voor zwaar transport van prefabbeton en betonmixer op trekker met belading tot 50 ton geen technisch probleem en voor zwaar transport van stalen balken en staalconstructies tot 20 ton al helemaal niet. Maar het is nog wel onduidelijk hoeveel voertuigen beschikbaar komen voor de Nederlandse markt en hoever leveranciers zijn met het afschrijven van hun voertuigen.

Voor het transport in de beton- en staalsector in de bouw is de snelheid van laden essentieel. Als de sector in 2027 kan rekenen op een dekkend laadinfrastructuur netwerk goed verspreid over het land, kan de sector zich daarop aanpassen en overstappen op emissieloos transport. Voor de sector is waterstof aantrekkelijk omdat er minder problemen met laad tijden verwacht worden, tenminste als een afdoende net van waterstofstations aanwezig is. De sector realiseert zich dat waterstof energetisch veel minder efficiënt is dan elektrisch met batterij vanwege de extra conversiestappen (een verlies van ±60 procent van de origineel opgewekte stroom). Elektrisch via batterijen is momenteel 4,5 x de huidige investering, elektrisch op brandstof (= waterstof) 6 x de huidige investering. Seriematig fabriceren door fabrikanten moet leiden tot daling van deze investeringen.

Hoewel de efficiëntie van zwaar transport kostentechnische voordelen heeft voor de sector zelf, realiseert de sector zich ook dat hoe zwaarder het transport, des te groter is de schade aan de infrastructuur (wegen en bruggen). Het leidt voor een kortere levensduur van de infrastructuur en noodreparaties welke CO<sub>2</sub> - en andere milieupact veroorzaken. Voor de binnensteden zijn daarom al beperkingen opgelegd aan zwaar transport.

### **Concluderend, stellen de beton- en staalsector in de bouw de volgende lange termijn visie voor:**

De transport sector van beton en staal in de bouw is bereid over te stappen op emissieloos transport. De internationale zware automobiellindustrie gaat waarschijnlijk op korte termijn niet apart voor de Nederlandse markt voor betonmixers elektrische voertuigen met 5-assen ontwikkelen maar concentreert zich nu op elektrische voertuigen met 4-assen. Daarom heeft toepassing van waterstof voor transport van betonmixers het efficiëntie voordeel dat tot 50vton (i.p.v. ongeveer 37 ton bij elektrisch met batterijen) vervoerd kan worden; dit zorgt voor lagere kosten en minder vervoersbewegingen. Bovendien kan deze ontwikkeling relatief snel ingevoerd kan worden. Om deze redenen heeft deze optie de voorkeur.

Voor het overige transport van beton en staal in de bouw (prefabbeton, betonmixer op trekker en stalen balken en staalconstructies op trekkers/trailers) zijn reeds elektrische trekkers/trailers met ladingscapaciteit van 50 ton in ontwikkeling. Het overige zware transport (55-60% van beton en 100% staal) kan dus overstappen op elektrische voertuigen met batterijen die max. totaalgewicht van 50 ton, omdat deze al in ontwikkeling zijn. Deze optie heeft daarom de voorkeur, mede gezien het grote energieverlies bij de productie van waterstof.

Om desinvesteringen te voorkomen, wil de sector op korte termijn duidelijkheid van de Rijksoverheid of betonmixers waterstof kunnen blijven toepassen op korte en langere termijn. Afhankelijk van het antwoord hierop kan de betonsector een voorstel doen over de fasering in de tijd van emissieloos transport van betonmixers.

Voor het overige transport van beton en staal in de bouw (prefabbeton, betonmixer op trekker en stalen balken en staalconstructies op trekkers/trailers) zal gezien de afschrijvingstermijn van 10 jaar van een voertuig naar verwachting 80% van alle voertuigen in 2033 op emissieloos, elektrisch (met batterijen) transport overgestapt kunnen zijn en 100% in 2035.

Het tijdspad voor mobiele werktuigen toegepast in de beton- en staalsector in de bouw kan gelijk oplopen met de routekaart SEB mobiele werktuigen (zie bijlage 1).

Om bovenstaande te kunnen realiseren moet aan drie essentiële randvoorwaarden worden voldaan:

- De Rijksoverheid stelt adequate financiële regelingen voor de overstap ter beschikking vergelijkbaar met hetgeen de SEB voorstelt voor lichtere voertuigen.
- Er is voldoende aanbod op de markt van nieuwe elektrische voertuigen op batterijen voor zwaar transport. De sector is sterk afhankelijk van het tempo waarin deze voertuigen op grote schaal geproduceerd worden. Wij zullen hierom als marktpartijen actief gaan vragen bij de producenten. Maar verwachten dat ook de Nederlandse overheid (samen met andere landen) aan hen kenbaar maakt dergelijke elektrische voertuigen te willen stimuleren. Gezamenlijk versnellen we dan de markt van elektrische voertuigen.
- De Rijksoverheid dient duidelijkheid te geven over het gebruik van waterstof in zwaar transport van beton mixers.

### Overgangsfase naar 2030

*Er zijn voor de overgangsfase vier opties voor verduurzaming van transport van beton en staal:*

#### 1. Elektrificatie voor bepaalde toepassingen

In regio's waar het net al dekkend is of waar mobiele batterijpakketten ingezet kunnen worden, kan elektrificatie al op gang gebracht worden, gericht op specifieke toepassingen. Koplopers experimenteren nu al met volledig elektrisch, maar dat gaat nog ten koste van de vervoerscapaciteit en is nog niet rendabel. De kosten liggen naar schatting 400% hoger bij aanschaf. Wanneer opdrachtgevers in daarvoor geschikte projecten bereid zijn de onrendabele top te financieren, biedt dit koplopers interessante mogelijkheden. Zij kunnen daarbij als launching customer optreden.

#### 2. Ombouw naar hybride

Gedacht kan worden aan het ombouwen naar hybride voor alle merken, inclusief garantie naar de combinatie (bio)diesel en elektrisch. De investering voor een hybride voertuig is 20% boven de nieuwwaarde van een regulier voertuig. De levertijd is relatief kort: voor bijvoorbeeld hybride truckmixers is dat ongeveer een jaar, inclusief de ombouw naar hybride. Om voertuigen geschikt te maken voor hybride moet nu eerst een traditioneel afgebouwd voertuig worden aangeschaft, dat vervolgens wordt omgebouwd. Er zou voor gezorgd moeten worden dat meerdere autoproducenten alleen een chassis mogen leveren. Dat scheelt veel dubbel werk en geld. Om die ombouw mogelijk te maken moet overigens wel een typegoedkeuring worden geregeld bij de RDW. Als individuele bedrijven zo'n order bij een producent plaatsen, gaat zo'n ombouw niet lukken. Als alternatief kan gedacht worden aan collectieve inkoop van dergelijke hybride, omgebouwde zware voertuigen.

Hoeveel CO<sub>2</sub>-reductie hybride voertuigen kan opleveren, varieert. Hybride kan meer opleveren als het elektrisch gedeelte gebruikt kan worden bij het laden en het lossen van bijvoorbeeld de trommel van een betonmixer en de laatste 10 km elektrisch gereden kan worden. Dat is momenteel in de praktijk nog niet het geval. De CO<sub>2</sub> footprint zal nog sterker dalen als deze gevoed wordt door duurzame energiebronnen.

Voordeel van deze hybride optie is dat het de andere technologieën de tijd geeft zich te ontwikkelen. Nadelen zijn echter dat het de ontwikkeling van volledig elektrisch kan remmen en dat bedrijven financieel waarschijnlijk beter af zijn wanneer ze meteen naar elektrisch overstappen. Dit laatste geldt zeker als de financiële ondersteuning gelijke tred houdt met de meerkosten (en daling daarvan) van elektrisch zwaar transport in de tijd.

3. *Toepassing van waterstof*

Met name voor 5-assers betonmixers is deze optie interessant en wordt al toegepast. De redenen hiervoor zijn hierboven reeds toegelicht. 4-assers betonmixers kunnen wel op elektrisch via batterijen rijden (met maximaal 37 ton) evenals betonmixers op trekkers (met maximaal 50 ton).

4. *Toepassing van duurzame biodiesel*

Het biodiesel gebruik is in EU kader begrensd per lidstaat om te voorkomen dat er te grote volumes worden toegepast en de duurzaamheid daarvan niet meer gegarandeerd kan worden. Nederland heeft dit volume (HVO100) al toegekend; bouwtransport valt daar niet onder. Dit betekent dat meer biodiesel gebruik op macroniveau geen effect heeft, omdat Nederland dit niet kan inboeken als emissiereductie.

Dit laat onverlet dat het voor transport van beton en staal wel degelijk CO<sub>2</sub>-reductie oplevert (met welk percentage is afhankelijk van het type biodiesel). De stikstofuitstoot vermindert eveneens, maar in mindere mate terwijl geen reductie van geluid plaatsvindt. De beton- en staalsector in de bouw willen voor hun transport in de overgangsfase wel gebruik blijven maken van duurzame biodiesel. Het wordt op grote schaal in de markt verkocht en levert in de CO<sub>2</sub> prestatieladder extra punten op. Ook hier is duidelijkheid van de Rijksoverheid noodzakelijk: wil ze het gebruik van biodiesel voor transport in stappen afbouwen en wat is de tijdshorizon daarvan? Zeker voor de producenten van biodiesel t.b.v. transport is deze duidelijkheid van groot belang.

**Concluderend, stellen de beton- en staalsector in de bouw voor de overgangsfase het volgende voor:**

Tot 2027 zijn er diverse opties om CO<sub>2</sub> te reduceren.

De eerste optie 'overstap naar volledige elektrificatie' heeft de voorkeur voor al het transport (behalve voor 5 assers betonmixers ), omdat daarmee meteen de gewenste ontwikkeling in gang gezet wordt. Voorwaarde is wel dat degenen die nu al overstappen op elektrisch gunstige financiële regelingen kunnen krijgen en dat de laadinfrastructuur toereikend is voor de specifieke toepassing.

De tweede -hybride- optie is op zich een geschikte overgangs-technologie om meer elektrisch te gaan rijden. Maar vergt investeringen, die vervolgens misschien versneld moeten worden afgeschreven en die mogelijk de ontwikkeling van geheel elektrisch kan vertragen. Het is aan de ondernemer om hierover te beslissen.

De derde optie -toepassing van waterstof – is met name voor de 5 assers betonmixers interessant.

De vierde optie -inzet van biodiesel- is eveneens een potentiële overgangstechnologie, welke wel tot CO<sub>2</sub> reductie leidt maar niet tot geluid reductie en minder tot stikstof-reductie.

## VOORSTELLEN

### **Wat wil de beton -en staalsector in de bouw doen om hun transport zero-emissie te maken?**

De beton- en staalsector in de bouw is bereid bovenstaande conclusies t.a.v. het toegroeien naar zero-emissie transport op langere en korte termijn uit te voeren. De beton- en staalsector zijn bereid hun achterban te mobiliseren om het voorgestelde convenant te tekenen. In dit convenant wordt voorgesteld om eisen t.a.v. transport te integreren in de aanbesteding. Daarvan zijn we geen voorstander.

**Als de overheid zorgt voor de juiste randvoorwaarden (zie hieronder), dan zijn de beton- en staalsector voorstander van een verplichting voor alle transporteurs om in een bepaald jaartal (max. 2035) geheel elektrisch via batterijen te rijden. Een uitzondering hierop vormen de 5 assers betonmixers; daarvoor is alleen een andere brandstof (bijvoorbeeld waterstof) een mogelijkheid.** Voor 5-assers betonmixers kunnen afspraken over het jaartal gemaakt worden, zodra duidelijk is of toepassing van waterstof mogelijk blijft.

Het stellen van een bepaalde deadline geeft duidelijkheid in de markt – vergelijkbaar met hetgeen in het personenvervoer is gebeurd. Producenten van nieuwe, elektrische voertuigen met batterijen worden gestimuleerd hun productie op te voeren. En met een gemiddelde afschrijvingstermijn van 10 jaar kunnen transportbedrijven zelf bepalen wanneer ze op elektrisch overstappen. Ditzelfde geldt voor voertuigen op waterstof.

### **Wat verwacht de beton -en staalsector in de bouw van de Rijksoverheid op het gebied van hun transport?**

- Leg doelen vast t.a.v. het realiseren van de overstap op elektrische voertuigen voor zwaar transport (rond 2035) en zorg voor een handhavingsskader dat de verduurzaming versnelt.
- Zorg voor financiële stimulering in het beton- en staaltransport, vergelijkbaar met de SEB voorstellen.
- Zorg dat in 2027 het stroomnetwerk en zo mogelijk ook een waterstofnetwerk met voldoende capaciteit landelijk dekkend is en dat er op wegen laadinfrastructuur aangelegd wordt. De markt zal op eigen terrein de verantwoordelijkheid nemen om voldoende grote aansluiting aan te vragen eventueel in samenspraak met naastgelegen bedrijven. We moeten ervan uit kunnen gaan dat in 2027 de laadinfrastructuur dekkend is. Dit vergt van de overheid snelheid zowel wat betreft de aanleg van het netwerk en laadinfrastructuur als de vergunningverlening omtrent mobiele hubs en laadinfrastructuur op eigen bedrijfsterrein.
- Als de Nederlandse overheid (samen met andere landen) de markt kenbaar maakt elektrische voertuigen voor zwaar transport te willen stimuleren en hiervoor in Brussel een pleidooi houdt, vergroot dit de kans dat er voldoende van dergelijke voertuigen op de markt komen. Daarbij moet er wel rekening mee gehouden worden dat transport in veel Europese landen volledig is uitbesteed aan externe (familie) bedrijven en ZZP'ers. Dit is in Nederland niet toegestaan binnen de cao's. Afschrijvingstermijnen van voertuigen van deze familiebedrijven zijn meestal langer dan 10 jaar.
- Communiceer op korte termijn duidelijk en goed onderbouwd onder welke voorwaarden waterstof mag worden toegepast in het zware transport.
- Maak op korte termijn duidelijk of en zo ja in welk tijdspad toepassing van biodiesel voor zwaar transport wordt uitgefaseerd.

### Wat verwacht de transportsector in de beton -en staalsector in de bouw van overige overheden?

- Dring zwaar transport in (historische) stedelijke omgeving terug door (meer) emissievrije zones in te stellen. Voorwaarden hierbij zijn: beschikbaarheid van voldoende voertuigen en handhaving van beleid.
- Houd in het vestigingsbeleid rekening met transportafstanden (de trend is om lichte industrie uit de stad te weren) en met waterlocaties.
- Ga in het aanbestedingsbeleid uit van korte transportafstanden van beton en staal.

### Scenario's Routekaart SEB

#### TRANSPORT

Basisniveau	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
	2023-2024	2025-2027	2028-2029	2030 en verder
N1 - Bestelbusjes	Euro 5	Euro 6/6d	100% ZE	100% ZE
N2 - lichte vrachtwagens	Euro V	Euro VI	Euro VI	100% ZE
N3 - zware vrachtwagens	Euro V	Euro VI	Euro VI	Euro VI

Ambitieniveau	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
	2023-2024	2025-2027	2028-2029	2030 en verder
<i>Aandeel koploperprojecten (gemiddeld % v/h projectenportfolio v/e opdrachtgever)</i>	5%	50%	80%	95%
N1 - Bestelbusjes	Euro 5 50% ZE	100% ZE	100% ZE	100% ZE
N2 - lichte vrachtwagens	Euro V 10% ZE	Euro VI 50% ZE	100% ZE	100% ZE
N3 - zware vrachtwagens	Euro V 1% ZE	Euro VI 10% ZE	Euro VI 30% ZE	100% ZE

## MOBIELE WERKTUIGEN

### Basisniveau mobiele werktuigen voor (alle) publieke opdrachtgevers ("peloton"; hoofdzakelijk GWW)

	Periode 1 2023-2024	Periode 2 2025-2027	Periode 3 2028-2029	Periode 4 2030 en verder
Licht ('minimaterieel') (<19 kW)	geen eis	geen eis	100% ZE	100% ZE
Zeer licht (19-37 kW)	stage IIIa <sup>2)</sup> (IIIb bestaat niet)	stage IIIa <sup>2)</sup> (IIIb bestaat niet)	100% ZE <sup>3)</sup>	100% ZE
Licht (37-56 kW)	stage IIIb <sup>2)</sup>	stage IIIb <sup>2)</sup>	100% ZE <sup>3)</sup>	100% ZE
Middelzwaar materieel (56-130 kW)	stage IIIb	stage IV met roetfilter <sup>4)</sup>	stage IV met roetfilter <sup>4)</sup>	stage IV met roetfilter (2030) 100% ZE (2035)
Zwaar materieel (130-560kW)	stage IIIb	stage IV met roetfilter <sup>4)</sup>	stage IV met roetfilter <sup>4)</sup>	stage IV met roetfilter (2030) 100% ZE (2035)
Specialistisch materieel (levensduur >15 jaar) Zeer zwaar materieel (>560kW)	geen eis <sup>5)</sup>	geen eis <sup>5)</sup>	Katalysator en roetfilter	100% ZE in 2035-2040
Stationair (generatoren, battery packs)	stage IIIb (tot 560 kW)	stage IV met roetfilter	100% ZE	100% ZE

1) Met 'katalysator' wordt bedoeld een effectieve SCR-katalysator. Met 'roetfilter' wordt bedoeld een werkend (bij voorkeur gesloten) roetfilter.

2) Een alternatief voor de categorieën 19-37 en 37-56 kW is stage IIIa/b met roetfilter, waarmee hetzelfde emissieniveau wordt bereikt als stage V.

3) De haalbaarheid van de eis 100% ZE wordt nog onderzocht door TNO; indien niet haalbaar dan wordt de eis Stage V.

4) Stage IV met roetfilter heeft dezelfde emissienorm als stage V. Roetfilter is wel een aanvullende voorwaarde op het generieke stage IV-materieel.

5) Specialistisch materieel is complex, kent pas sinds kort en gedeeltelijk stage-eisen, en de verduurzaming vergt een lang en duur ontwikkeltraject.

### Ambitieniveau mobiele werktuigen voor (deel) publieke opdrachtgevers en "koplopersprojecten"

	Periode 1 2023-2024	Periode 2 2025-2027	Periode 3 2028-2029	Periode 4 2030 en verder
<b>Aandeel koploperprojecten (gemiddeld percentage van het projectenportfolio van een opdrachtgever)</b>	5%	50%	80%	95%
<b>Minimumeisen aan het ingezette materieel</b>				
Licht (<19 kW)	Geen	Geen	100% ZE	100% ZE
Licht (19-37 kW)	stage V met katalysator	stage V met katalysator	100% ZE	100% ZE
Licht (37-56 kW)	stage V met katalysator	stage V met katalysator	100% ZE	100% ZE
Middelzwaar materieel (56-130 kW)	stage IV met roetfilter <sup>1)</sup>	stage IV met roetfilter	stage IV met roetfilter	100% ZE
Zwaar materieel (130-560kW)	stage IV met roetfilter	stage IV met roetfilter	stage IV met roetfilter	stage V (100% ZE in 2035)
Specialistisch materieel (levensduur >15 jaar) Zeer zwaar materieel (>560kW)	Maatwerk	Maatwerk	Met katalysator en roetfilter <sup>1)</sup>	100% ZE in 2035-2040
Stationair (generatoren, battery packs)	stage IV met roetfilter	stage IV met roetfilter	100% ZE	100% ZE
<b>Minimumeisen ingroei Zero Emissie materieel</b>				
Percentage ZE verricht arbeid in een project (draaiuren x vermogen)	10-30%	30-70%	70-90%	90-100%



## Bijlage H: Staalproductie SIF Group

ENERGIE

## Sif heeft sterk jaar achter de rug en goed gevuld orderboek

Van onze redacteur 18 mrt 07:46

Sif heeft een goed jaar achter de rug. De maker van funderingen voor windturbines op zee zag het bedrijfsresultaat met 24% toenemen op jaarbasis en de winst bijna met 60%. Het orderboek van Sif SIFG: €10,94 0,00% is goed gevuld met onder meer projecten bij dogger Bank en Hollandse Kust Noord.

Nog een belangrijkere maatstaf om de resultaten van Sif te beoordelen is de toegevoegde waarde (contribution). Dat is de omzet waarbij de staalprijzen worden afgetrokken. Die kwam uit op €114,2 mln, een toename van 12,4%.

Daarnaast is de hoeveelheid staal die het bedrijf verwerkt een belangrijke graadmeter. Sif kan 300.00 ton staal verwerken. Afgelopen jaar verwerkte het bedrijf 171.000 ton. Dat is een toename van 4,3%, maar nog steeds is de productiecapaciteit flink onderbezet.

Sif maakt de gigantische metalen pilaren waar windturbines op zee op komen te staan. Die windturbines worden steeds groter, zodat meer energie opgewekt kan worden. Dat betekent dat de funderingen van Sif, zogeheten, monopiles ook groter moeten worden.

Hoe en in welk tempo het productieproces hierop aangepast moet worden was een van de grote uitdagingen van het afgelopen jaar, stelt ceo Fred van Beers in een toelichting. De buizen hebben nu nog een diameter van 8 meter maar gaan richting de 11,5 meter. Om die te kunnen fabriceren overweegt Sif een grotere fabriek te bouwen, maakte het bedrijf eind vorig jaar bekend.

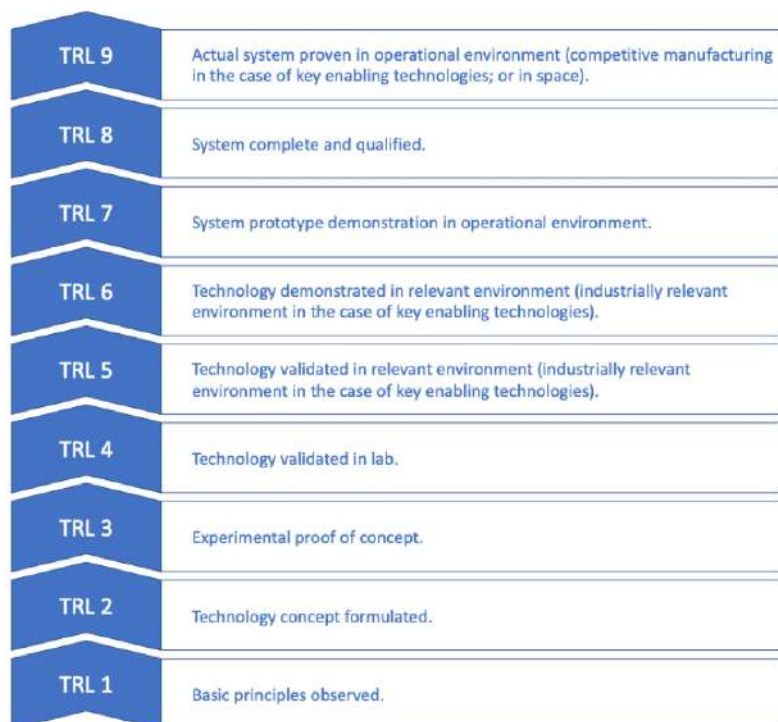
Sif wil 19 cent dividend uitkeren, waar aandeelhouders vorig jaar nog 12 cent kregen. Beleggers reageerden positief op de resultaten. Het aandeel Sif noteerde in de loop van vrijdagochtend 9% hoger.

## Bijlage I: Technology Readiness Levels (TRL)

De Roadmap schetst een route met handelingsperspectieven die in de komende jaren richting 2030 tezamen leiden tot de CO<sub>2</sub> ambitie over de hele staalketen. Sommige handelingsperspectieven zijn processen en of technologieën die al toepasbaar en praktisch bruikbaar zijn in de praktijk waardoor al snel een significante CO<sub>2</sub>-emissiereductie gehaald kan worden. Andere technologieën zijn nog niet zo ver. Het BAS maakt een inschatting wanneer de technologie dusdanig ver is ontwikkeld dat deze op macro schaal kan worden ingezet en de CO<sub>2</sub> besparing gerealiseerd kan worden vanaf een specifiek jaartal. Daarvoor wordt de beoordelingsmethodiek van het Technology Readiness Level (TRL) gebruikt.

Het Technology Readiness Level (TRL), ontwikkeld door NASA in 1989, is een manier om de volwassenheid van een technologie in te schatten. Sindsdien is dit systeem verder ontwikkeld en door vele instanties, al dan niet met verschillende definities, in gebruik genomen. Zo heeft de EU het TRL systeem geadopteerd en zet het in om specifieke fasen van technologieontwikkeling te stimuleren. Ook RVO maakt gebruik van TRL bij diverse subsidieregelingen.

De TRL definities zijn op hoofdlijnen verdeeld in drie categorieën. De eerste drie levels (TRL 1, 2, 3) behoren tot 'discovery', gevolgd door TRL 4, 5 en 6 van de fase 'development'. TRL 7 en TRL 8 behoren tot de fase 'demonstration', met TRL 9 'deployment' als laatste ontwikkelingsfase (figuur).



**Figuur — Technology Readiness Level (TRL) volgens de EU op basis van de beoordelingsmethodiek ontwikkeld door NASA.**

De definities per fase die door de EU gehanteerd worden zijn als volgt:

**TRL 1: Basic principles observed**

Deze fase wordt gekenmerkt door fundamenteel onderzoek. De basisprincipes van de technologie zijn geobserveerd en er zijn aannames over de werkingsprincipes van deze technologie. Hier is echter nog geen experimenteel bewijs voor beschikbaar.

**TRL 2: Technology concept formulated**

Het technologisch concept en het mogelijke toepassingsgebied is geformuleerd.

**TRL 3: Experimental proof of concept**

De eerste laboratoriumtesten zijn afgerond met een 'proof of concept' als resultaat.

**TRL 4: Technology validated in lab**

Het proof of concept wordt gevalideerd in laboratorium-omgeving, veelal met behulp van ruwe (low-fidelity) prototypes op kleine schaal.

**TRL 5: Technology validated in relevant environment**

De technologie is getest en gevalideerd in een relevante omgeving. Hierbij worden vaak functionele en geraffineerde (high-fidelity) prototypes gebruikt.

**TRL 6: Technology demonstrated in relevant environment**

De werking van de technologie wordt in een relevante omgeving gedemonstreerd. De prestaties van het prototype zijn nog niet geoptimaliseerd voor de operationele omgeving. Met behulp van deze demonstratie wordt het technisch werkingsprincipe aangetoond

**TRL 7: System prototype demonstration in operational environment**

De technologie is geïntegreerd in de uiteindelijke operationele omgeving. De focus ligt nu op zaken zoals productie en certificering.

**TRL 8: System complete and qualified**

De technologie presteert naar behoren en de laatste productieproblemen zijn opgelost.

**TRL 9: Actual system proven in operational environment**

De technologie is technisch en commercieel gereed. De volgende stappen zijn productie en marktintroductie.

## Bijlage J: Governance BAS

# Governance

### 1. Stuurgroep, voortgangscommissie, secretariaat

- Partijen stellen een Stuurgroep en een Voortgangscommissie in.
- De Stuurgroep wordt samengesteld uit:
  - Een onafhankelijke voorzitter;
  - Leden namens Partijen, zodanig dat de verschillende groepen Partijen uit de keten zich vertegenwoordigd weten;
  - De stuurgroep bestaat uit maximaal 10 leden.
- Het secretariaat bereidt samen met de onafhankelijke voorzitter de vergaderingen van de Stuurgroep voor en stelt de benodigde documenten op. Tevens is zij contactpersoon voor het Bouwakkoord Staal.
- De Voortgangscommissie wordt samengesteld uit deskundigen die in staat worden geacht voortgang van afspraken uit het Bouwakkoord Staal te kunnen vaststellen. Bij de uitvoering van haar werkzaamheden vervult de secretaris van het Bouwakkoord Staal de rol van notulist en draagt er zorg voor dat de benodigde informatie vanuit de ketenpartners en opdrachtgevers wordt aangeleverd.
- Teneinde sturing en monitoring / borging gescheiden te houden, is de Voortgangscommissie onafhankelijk van de Stuurgroep.

### 2. Stuurgroep Bouwakkoord Staal

- De Stuurgroep heeft als primaire taak te sturen op het behalen van de in dit Bouwakkoord Staal afgesproken doelen en het nakomen van gemaakte afspraken.
- De Stuurgroep organiseert minimaal jaarlijks 1 bijeenkomst voor alle Partijen.

### 3. Voortgangscommissie Bouwakkoord Staal

- De Voortgangscommissie heeft als taak de monitoring en evaluatie van, en rapportage over de afspraken in en de duurzaamheidseffecten van het Bouwakkoord Staal, waarbij waar noodzakelijk door Partijen aan de Voortgangscommissie verstrekte vertrouwelijke bedrijfsinformatie strikt geheim wordt gehouden. Verder worden geen concurrentiegevoelige gegevens uitgewisseld.

- Met het Betonakkoord wordt overlegd of het Bouwakkoord Staal dezelfde systematiek voor monitoring en rapportage kan hanteren als het Betonakkoord en of tevens gebruik gemaakt kan worden van dezelfde Voortgangscommissie.

### 4. Ad-hoc werkgroepen

Tijdens de uitvoeringsfase van het Bouwakkoord Staal zal de Stuurgroep ad-hoc werkgroepen instellen om bepaalde zaken nader uit te werken. Ondertekenaars zullen zich inspannen om hiervoor eigen medewerkers beschikbaar te stellen of inschakeling van deskundigen mogelijk te maken.

### 5. Communicatie

- Partijen communiceren regelmatig binnen de gehele keten van Bouwen met Staal over het Bouwakkoord Staal en de eigen resultaten.
- Elke Partij verplicht zich al hetgeen haar bij de uitvoering van het Bouwakkoord Staal ter kennis komt, en waarvan zij het (bedrijfs)vertrouwelijke karakter kent of redelijkerwijs kan vermoeden, op generlei wijze bekend te maken aan derden tot 1 jaar na de looptijd van het Bouwakkoord Staal, behalve voorzover enig wettelijk voorschrift of uitspraak van de rechter haar tot bekendmaking verplicht.

## Bijlage K: Termen en definities

De in de Roadmap gebruikte termen zijn als volgt gedefinieerd:

### 2.1

#### **CO<sub>2</sub> intensiteit**

Vrijkomende hoeveelheid CO<sub>2</sub> bij staalproductie uitgedrukt in ton CO<sub>2</sub> per ton geproduceerd staal [t CO<sub>2</sub>/ton]

### 2.2

#### **functionele eenheid**

Gekwantificeerde prestaties van een product voor gebruik als een referentie-eenheid [ISO 14040:2006]

### 2.3

#### **duurzaamheid**

Ontwikkeling die voorziet in de behoefte van de huidige generatie zonder afbreuk te doen aan de mogelijkheden van de toekomstige generaties om in hun behoefte te voorzien (Brundtland definitie).

### 2.4

#### **hergebruik**

Hergebruik is het opnieuw gebruiken van een bouwproduct dat eerder toegepast is voor dezelfde of een vergelijkbare functie.

### 2.5

#### **donorskelet ontwerp**

Ontwerpen op basis van voorraad staalprofielen die worden ingezet voor het (nieuwe) constructief ontwerp.

### 2.5

#### **Design for Deconstruction (DfD)**

Ontwerp met nieuw materiaal dat het aan het einde leven makkelijk en zonder beschadigingen gedemonteerd kan worden waardoor het opnieuw toegepast kan worden als product.

### 2.6

#### **Scope 1/2/3 emissies**

Scope 1 emissie is de directe CO<sub>2</sub>-uitstoot, veroorzaakt door eigen bronnen binnen de organisatie. Dit is uitstoot door eigen gebouw-, vervoer- en productie-gerelateerde activiteiten. Hieronder vallen gasverbruik, brandstofverbruik van alles wat lease of eigendom is en koelvloeistoffen/koudemiddelen.

Scope 2 emissies omvatten de indirecte uitstoot van CO<sub>2</sub>. Het zijn emissies die ontstaan door de opwekking van elektriciteit, warmte en koeling en stoom in installaties die niet tot de eigen onderneming behoren, doch die door de organisatie worden gebruikt. Dit zijn elektriciteitsverbruik, brandstofverbruik ingehuurd vervoer en stadswarmte.

Scope 3 emissies ontstaan als gevolg van de activiteiten van de organisatie maar die voortkomen uit bronnen die geen eigendom van de organisatie zijn en ook niet beheerd worden door de organisatie.

Het betreft uitstoot waarop de organisatie geen directe invloed kan uitoefenen voor:

transport of productie dat is uitbesteed of afvalverwerking;

zakelijk vliegtuigverkeer;

zakelijk verkeer met prive-vervoer;

productie of verbruik van goederen of halffabricaten.

**2.7**

**Stuurgroep**

Eindverantwoordelijk voor de resultaten van het BAS.

**2.8**

**Secretariaat**

Gevormd door BmS en de voorzitter en verantwoordelijk voor leveren van werkdocumenten.

**2.9**

**Communicatieteam**

Verbindt koplopers en peloton.

**3.1**

**Voortgangscommissie**

Onafhankelijke commissie die de impact van de resultaten monitort.

**3.2**

**Ad-hoc werkgroepen**

Geven oplossingsrichtingen vorm.

**3.3**

**material driven design**

Ontwerpen aan de hand van de beschikbare materialen.

**3.4**

**EPD**

Environmental Product Declaration: communiceert (kwalitatief en kwantitatief) het resultaat van een LCA studie voor een bouwproduct

**3.11**

**recycling**

Recycling is het terugbrengen van het bouwproduct naar het oorspronkelijke materiaal. Afhankelijk van de kwaliteit van dit nieuwe materiaal zijn er drie opties:

- de kwaliteit van het nieuwe materiaal is gelijk aan het oorspronkelijke materiaal;
- de kwaliteit van het nieuwe materiaal is lager dan van het oorspronkelijke materiaal. Dit wordt downcycling genoemd;
- de kwaliteit van het nieuwe materiaal is hoger dan van het oorspronkelijke materiaal. Dit wordt upcycling genoemd.

**3.14**

**staalkwaliteit**

Een staalkwaliteit is een indeling van staal op basis van de weerstand tegen bros breken en lasbaarheid.

**3.15**

**staalsoort**

Een staalsoort is een indeling van staal op basis van sterkte en chemische samenstelling.

**3.18**

**Donor gebouw**

Gebouw waaruit het her te gebruiken constructie staal afkomstig is.

**3.19**

**LCA:**

Life Cycle Analysis : berekening van de volledige milieu impact van een materiaal/product/constructie volgens EN 15804/15978 dus Module A1 tm D . Basis voor de MPG berekening : Milieu Prestatie Gebouwen

**3.20**

**MKI:**

Milieu Kosten Indicator: de milieu impact uitgedrukt in Euro per impactcategorie.

## Bijlage L: LCA, normen, MKI, MPG berekening en Module D

### EN15804 en EN15978

#### Milieu Kosten Indicator (MKI)

Op dit moment (2022) wordt voor de berekening van de milieuprestatie gewerkt met de schaduwprijsmethodiek ontwikkeld door TNO waarbij de milieu-indicatoren vermenigvuldigd worden met schaduw prijzen en opgeteld worden tot een 1-puntsscore. Dit heet aggregeren in LCA termen.

De milieu-indicatoren uit EN15804 met Bijlage A1 en de toegevoegde milieu-indicatoren specifiek voor de Nederlandse markt (de toxiciteiten HTP, FAETP, MAETP en TETP) worden op deze wijze teruggebracht tot 1 waarde met weegfactoren per eenheid zoals vastgelegd in de Bepalingsmethode. Tabel 4.1 laat de weegfactoren zien die gecombineerd met milieu-indicatoren worden gebruikt om voor elk bouw materiaal te komen tot een 1-puntsscore.

**Tabel — Weegfactoren om met de milieu-indicatoren van EN15804+A1 te komen tot de MKI**

Milieu-indicator	Eenheid	Weegfactor per kg	Omschrijving
ADPE	[kg Sb eq.]	€0,16	ADPE = Abiotic Depletion Potential for non-fossil resources
ADPF	[MJ] <sup>a</sup>	€0,16	ADPF = Abiotic Depletion Potential for fossil resources
GWP	[kg CO <sub>2</sub> eq.]	€0,05	GWP = Global Warming Potential
ODP	[kg CFC11 eq.]	€30	ODP = Depletion potential of the stratospheric ozone layer
POCP	[kg ethene eq.]	€2	POCP = Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants
AP	[kg SO <sub>2</sub> eq.]	€4	AP = Acidification Potential of land and water
EP	[kg (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> - eq.]	€9	EP = Eutrophication Potential
HTP	[kg DCB-Eq]	€0,09	HTP = Human Toxicity Potential
FAETP	[kg DCB-Eq]	€0,03	FAETP = Fresh water aquatic ecotoxicity potential
MAETP	[kg DCB-Eq]	€0,0001	MAETP = Marine aquatic ecotoxicity potential
TETP	[kg DCB-Eq]	€0,06	TETP = Terrestrial ecotoxicity potential
<sup>a</sup> In Nederland wordt ADPF uitgedrukt in kg Sb eq. Deze waarde wordt verkregen door MJ te vermenigvuldigen met 4,81E-4 kg Sb/MJ			



## MPG berekening en grenswaarde

### Module D

Twee verschillende producten kunnen dezelfde CO<sub>2</sub>-emissie hebben op Module A (productie) terwijl het ene product na afloop (volledig) recyclebaar is en het andere niet. Ook kan de ene constructie specifiek ontworpen zijn op losmaakbaarheid in de toekomst waardoor hergebruik van zwaar constructiestaal in de toekomst mogelijk wordt en de andere niet terwijl beide dezelfde CO<sub>2</sub>-emissie in Module A hebben. Module D biedt dan de mogelijkheid om de voordelen van hergebruik en/of recycling inzichtelijk te maken en te waarderen.

Indien het gebouw in zijn geheel gerenoveerd of herbestemd wordt, dan wordt het constructiestaal direct hergebruikt. Direct hergebruikt staal is dan te beschouwen als een derde productieroute van staal naast productie in de hoogoven (BOF) en de elektro oven (EAF). Dit betekent dat de milieupact van direct hergebruikt staal valt in Module A (de productiemodule).

In het BAS nemen we voor de drie verschillende productieroutes (Module A) de volgende milieupact:

BOF:	2200 kg CO <sub>2</sub> /t
EAF:	800 kg CO <sub>2</sub> /t
Hergebruik:	100 kg CO <sub>2</sub> /t

Note:

De CO<sub>2</sub> intensiteit voor hergebruik bestaat uit transport van de slooplocatie naar de staalbouwer en bewerkingen bij de staalbouwer om het staalprofiel opnieuw inzetbaar te maken.

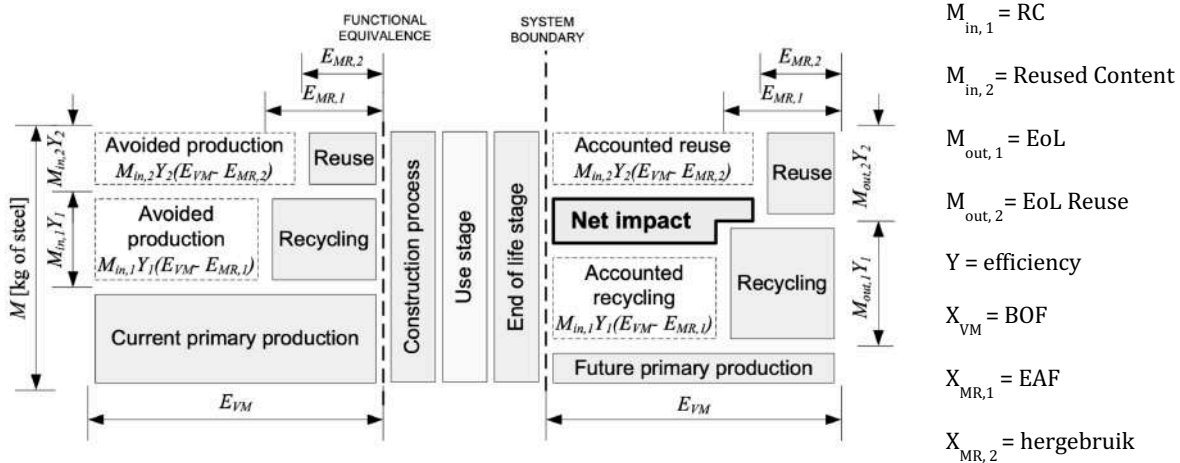
De ontwerper kan in Module D de milieulasten en milieuvoordelen buiten de systeemgrenzen (“voor een tweede leven”) declareren. De norm EN 15978 geeft daarvoor aanwijzingen in Bijlage D met de volgende formule voor Module D die gebaseerd is op netto output van het constructiestaal voor (de combinatie van) recycling en hergebruik.

$$e_{\text{module d1}} = \sum_i (M_{\text{out}i} - M_{\text{in}i}) \cdot (E_{\text{MR}i} - E_{\text{VM}i} \cdot Q_{\text{Rout}i} / Q_{\text{Sub}i})$$

Hierin is:

$e_{\text{module d1}}$	= milieubelasting gerelateerd aan de export van secundair materiaal;
$M_{\text{out}i}$	= recycling of hergebruik percentage bij einde levensduur;
$M_{\text{in}i}$	= aandeel recycling of hergebruik bij productie;
$E_{\text{MR}i}$	= emissie EAF of hergebruikt staal;
$E_{\text{VM}i}$	= emissie BOF;
$Q_{\text{Rout}i}$	= kwaliteit van het hergebruikte materiaal bij vervanging;
$Q_{\text{Sub}i}$	= gemiddelde kwaliteit van het vervangen primaire materiaal.

De kwaliteit van het her te gebruiken staal mag gelijk worden gesteld aan nieuw staal; derhalve is  $Q_{\text{Rout}i} / Q_{\text{Sub}i} = 1$ . Wel wordt de efficiency van het terugwinnen van de materialen meegenomen. Voor hergebruik mag deze factor op 1 ( $Y_2 = 1$ ) gesteld worden, voor recycling op 0,916 ( $Y_1 = 0,916$ ). De afbeelding geeft een grafische weergave van het systeem inclusief de baten en lasten van Module D buiten de systeemgrenzen (system boundary).



**Afbeelding — Grafische weergave van baten en lasten van recycling icm hergebruik gedeclareerd in Module D.**

Op het projectniveau onderscheiden we nu vier scenario's:

- 1) Nieuw staal (100% RC) – geen hergebruik einde leven (100% EoL recycling)[1] (eerste leven staal)
- 2) Nieuw staal (100% RC) – wel hergebruik bij einde leven (90% DfD, 10% EoL recycling)[2] (eerste leven staal)
- 3) Her te gebruiken staal (90% Donorskelet, 10% RC) (tweede leven) – geen hergebruik bij einde leven (derde fase) (0% DfD, 100% EoL recycling)[3] (derde leven)
- 4) Her te gebruiken staal (90% Donorskelet, 10% RC) (tweede leven) – wel hergebruik bij einde leven (90% DfD, 10% EoL recycling (derde leven)

- [1] RC staat voor recycled content en is het aandeel gerecycled materiaal in de productie dat voor constructiestaal uit een EAF op 100% gesteld kan worden. EoL recycling is het aandeel recycling na einde leven waarvoor 100% mag worden aangehouden.
- [2] DfD is design for deconstruction waarbij uitgegaan wordt dat voor dit project 90 % van het constructiestaal bij einde leven wordt hergebruikt. De rest van het staal wordt gerecycled met EoL recycling percentage van 10%.
- [3] Bij een donorskelet is de Reused Content zo'n 90% en het overige komt uit RC. Aangenomen wordt dat bij her te gebruiken constructiestaal nog zo'n 10% nieuw constructiestaal nodig is.

De milieu-impact in Module A wordt:

1	100% x 800 kg CO <sub>2</sub> /t	= 800 kg CO <sub>2</sub> /t
2	100% x 800 kg CO <sub>2</sub> /t	= 800 kg CO <sub>2</sub> /t
3	90% x 100kg CO <sub>2</sub> /t + 10% x 800 kg CO <sub>2</sub> /t	= 170 kg CO <sub>2</sub> /t
4	90% x 100kg CO <sub>2</sub> /t + 10% x 800 kg CO <sub>2</sub> /t	= 170 kg CO <sub>2</sub> /t

De milieu-impact voor Module D hangt af van de netto uitgaande materiaalstroom ( $M_{MRout|i} - M_{MRin|i}$ ) die gesplitst wordt in een deel voor recycling (REC) en een deel voor reuse (REU).

De netto materiaalstroom voor Module D wordt:

1	$M_{out REC} = 100\%$ , $M_{in REC} = 100\%$	$(100\% - 100\%)$	$= 0\%$
	$M_{out REU} = 0\%$ , $M_{in REU} = 0\%$	$(0\% - 0\%)$	$= 0\%$
2	$M_{out REC} = 10\%$ , $M_{in REC} = 100\%$	$(10\% - 100\%)$	$= -90\%$
	$M_{out REU} = 90\%$ , $M_{in REU} = 0\%$	$(90\% - 0\%)$	$= +90\%$
3	$M_{out REC} = 100\%$ , $M_{in REC} = 10\%$	$(100\% - 10\%)$	$= +90\%$
	$M_{out REU} = 0\%$ , $M_{in REU} = 90\%$	$(0\% - 90\%)$	$= -90\%$
4	$M_{out REC} = 10\%$ , $M_{in REC} = 10\%$	$(10\% - 10\%)$	$= 0\%$
	$M_{out REU} = 90\%$ , $M_{in REU} = 90\%$	$(90\% - 90\%)$	$= 0\%$

De milieu-impact voor Module D wordt nu inclusief de efficiency van terugwinning:

1	$0\% \times (800-2200) \times 0,916 + 0\% \times (100-2200) \times 1$	$= 0 \text{ kg CO}_2/\text{t}$
2	$-90\% \times (800-2200) \times 0,916 + 90\% \times (100-2200) \times 1$	$= 1260 \times 0,916 - 1890 \times 1 = -736 \text{ kg CO}_2/\text{t}$
3	$+90\% \times (800-2200) \times 0,916 - 90\% \times (100-2200) \times 1$	$= -1260 \times 0,916 + 1890 \times 1 = +736 \text{ kg CO}_2/\text{t}$
4	$0\% \times (800-2200) \times 0,916 + 0\% \times (100-2200) \times 1$	$= 0 \text{ kg CO}_2/\text{t}$

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de resultaten per module.

	Module A	Module D	Opm.
1	800	0	REC -> REC
2	800	-736	REC -> REU
3	170	+736	REU -> REC
4	170	0	REU -> REU

De winst in Module A is op projectniveau zo'n 80%. Hoe groot de CO<sub>2</sub> reductie is op het niveau van de BV Nederland hangt af van de beschikbaarheid van her te gebruiken staal uit sloop. Module D is niet altijd winst; alleen als het proces in de volgende cyclus minder milieubelasting heeft dan het originele proces.

De MKI is een geaggregeerde indicator door verschillende milieu-indicatoren te moneteriseren en vervolgens op te tellen. Doordat CO<sub>2</sub> zwaar weegt in de MKI is de reductie in MKI vergelijkbaar aan de CO<sub>2</sub> reductie en het principe van declareren over de Modules is hetzelfde.


## Bijlage M: Review uitgangspunten door Buildsight

Buildsight is een onafhankelijk onderzoeksbureau voor de bouw. Het bureau heeft een controle uitgevoerd op bovenstaande markt data en aannames. Onderstaand zijn de bevindingen van Buildsight alsmede de reactie vanuit het kernteam aangegeven:

- Controle van Eurofer getallen niet te beoordelen door Buildsight , maar Eurofer is een onafhankelijke organisatie dus een goede basis.
- Wapeningsstaal is niet in de cijfers opgenomen omdat deze reeds in het betonakkoord worden meegenomen.
- Een deel van de balken komen ook in andere marktsegmenten terecht bv scheepsbouw. Dit betreft echter een gering deel van de balken , derhalve wordt 100% van de balkenproductie aan de bouwmarkt gealloceerd.
- Buizen voor het marktsegment GWW en funderingen worden eveneens tot de bouwmarkt gerekend en meegenomen worden in de analyses
- Controle van de NL staalconsumptie cijfers gaf een constant verbruik over de periode 2005-2022. Dit is in lijn met de getallen van Eurofer.
- In de huidige periode (2022-2023) wordt een piek verwacht .
- De economische vooruitzichten richting 2030 zijn niet zo goed.

Een verschuiving naar andere bouwsystemen lijkt op het moment niet zo hard te gaan dat dit grote invloed heeft, maar zou met een groeiend aandeel houtbouw wel effect kunnen hebben (hoewel daarin ook stalen balken gebruikt worden).

## Bijlage N: Uitwerking handelingsperspectieven

HP 1	vermijd nieuwbouw/ herbestemmen	
	Weiger onnodige nieuwe constructie; renoveer bestaande constructies of herbestem bestaande constructies. Op projectniveau kan bij een hoofddragconstructie 40% bespaard worden en bij de gevel zo'n 15%. Gemiddeld 10% van <u>al</u> het staalgebruik in de bouw	
	EXPERT?	
CO <sub>2</sub> BESPARING	OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?	
10 [%]	Uitgerold over alle markten en toepassingen kan zo'n 10% bespaard worden. 10% x 3491kton = 349 kton	
CO <sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL	MILIEURISICO?	
349 [KTON CO <sub>2</sub> ]	Geen	
TRL	STIMULANSEN?	
[9]	??	
CIRCULARITEIT	ROADBLOCKS?	
[11]	Ontwerper geeft de opdracht niet terug. Lastig gezien de geprognosticeerde toename van de vraag richting 2030.	
BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? [2025]		

HP 4	VERGAANDE PREFABRICAGE	
	<p>Stimuleren van vergaande prefabricage waardoor materiaalverlies wordt gereduceerd; dit geldt zowel voor constructiestaal als staal in dak en gevel.</p>	
EXPERT?		
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING</p> <p>3 [%]</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Kan opgeschaald worden over de volle breedte van de ontwerpen.</p>	
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL</p> <p>14 [KTON CO<sub>2</sub>]</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>	
<p>TRL</p> <p>[7-8]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>Hogere staalprijzen. Aanscherpen MKI eisen door overheid. Circulaire economie ontwikkelingen. Afvalwetgeving.</p>	
<p>CIRCULARITEIT</p> <p>[10]</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Hogere ontwerpkosten. Staal kent al zeer vergaande prefabricage; lastig verbeteren.</p>	
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p>[2026]</p>		

HP 6	Toepassen van Hogere Staalsoorten S235 → S355
------	---



Toepassen van staal in een hogere sterkteklasse geeft een reductie in staalgebruik en dus in CO<sub>2</sub> footprint van een constructie. Bij op druk belaste constructiedelen kan stabiliteit (knik, plooi, kip etc.) een maatgevend criterium zijn in die gevallen geeft toepassing van HSS geen staalreductie.

Aangenomen wordt dat door deze effecten, de generieke toepassing van HSS 50% efficient is.

De productie van HSS vindt plaats door toevoeging van legeringselementen of thermomechanisch processen. De CO<sub>2</sub> footprint van deze processen wijkt niet significant af van conventioneel staal.

Uitgaande van toepassing van S355 staalkwaliteit ipv conventioneel S235, bedraagt de toename in sterkte ca 50%. Er wordt verder uitgegaan dat in 2030 ca 100% van de markt is overgestapt op S355 (note: voor damwand en buis zijn hogere sterktes een optie)  
De totale potentiële CO<sub>2</sub> besparing bedraagt : 50% x 50% x 384 kton x 1.05 <sup>1</sup>ton CO<sub>2</sub>/ton = **100 kton CO<sub>2</sub>**

Constructeur nodig


<p>CO<sub>2</sub> BESPARING</p> <p>50 [%]</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Afhankelijk van de leverbaarheid van hogere staalsoorten. In UK en Scandinavië is S355 als vele jaren het basis materiaal.</p>
---	---

<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL</p> <p>100 [KTON CO<sub>2</sub>]</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>
--	----------------------------------

<p>TRL</p> <p>[9]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>CO<sub>2</sub> belasten</p>
-----------------------	--

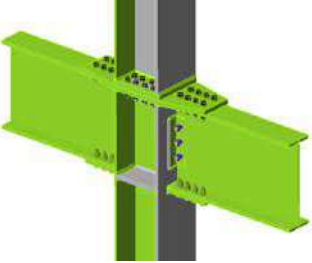
<p>CIRCULARITEIT</p> <p>[10]</p>
----------------------------------

<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p>[2030]</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Beschikbaarheid van hoge sterkte staal, extra kwaliteitseisen voor de verwerking van hogesterkte stalen. Normen waarin de toepassing van hoge sterkte staal nog uitsluiten</p>
---	--

HP 7	Toepassen Staal lagere CO <sub>2</sub> footprint
 <p>Zeremis Together towards a zero carbon emissions, circular world.</p> <p>TATA STEEL Together we make the difference</p> <p>XCarb Recycled and responsibly produced</p> <p>ArcelorMittal</p>	<p>Een aantal primair staalproducenten leveren nu reeds staalproducten met een verlaagde CO<sub>2</sub> footprint. Zo levert Arcelor Mittal de X-carb kwaliteit en Tata Steel Zeremis.</p> <p>De CO<sub>2</sub> besparingen worden reeds meegenomen in HP 5</p>
	EXPERT?
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING</p> <p>[%] ?</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Sterk afhankelijk van beschikbare hoeveelheid staal dat aangeboden wordt op de markt en de beschikbare groene stroom voor EAF</p>
<p>CO<sub>2</sub> BESPARIINGS POTENTIEEL</p> <p>[KTON CO<sub>2</sub>]</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>
<p>TRL</p> <p>[0]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>MPG/MKI waarde verlagen</p>
<p>CIRCULARITEIT</p> <p>[0]</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Beschikbaarheid van groene stroom</p>
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p>[2025]</p>	



HP 8	Duurzame energie	
	<p>Staalconstructie bedrijven kunnen hun energie verbruik van het fabricage proces eenvoudig vergroenen. Een mogelijkheid is het dak van de bedrijfshal voorzien van zonnepanelen. Met PV kan iig al het elektriciteitsverbruik worden gecompenseerd. Verder kunnen warmte pompen worden geïntroduceerd om het gasverbruik te verminderen.</p>	
Basis kennis verduurzamen		
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING</p> <p>100 [%]</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Dit kunnen vrijwel alle staalconstructie bedrijven doorvoeren</p>	
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGSPOTENTIEEL</p> <p>1190x0,15 = 179 [KTON CO<sub>2</sub>]</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>	
<p>TRL</p> <p>[9]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>Prijstijging grondstoffen en energie.</p>	
<p>CIRCULARITEIT</p> <p>[0]</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Elektriciteitsnet van Nederland is veel plaatsen te krap</p>	
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p>[2023]</p>		

HP 9	Bouten verbindingen ipv lassen
	<p>Staalconstructies worden al veelal als mecano aangeleverd op de bouwplaats en daar gemonteerd. De verbindingen worden voor een groot deel gelast. Er zijn ook verbindingen mogelijk waarbij minder wordt gelast en meer wordt gebout. Deze verbindingen zijn nog beter demontabel en vergen minder energie bij de fabricage. Ook is het energiegebruik lager: ipv lassen worden hoekijzers met boutverbindingen aangebracht. Boutverbindingen hebben echter als nadeel dat -tov lassen - meer staal wordt gebruikt voor hoekijzers alsmede staal tbv bouten. De firma Reijrink heeft op basis van 220 kton staal berekend wat de potentiële besparing kan zijn:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Voordeel hergebruik vs recycling : 40 ton CO#2 <b>(onderbouwing.....??)</b></li> <li>2. Lagere energiekosten lassen : 0,9 ton CO#2</li> <li>3. Extra staal voor hoekijzers /bouten : 9 ton x CO#2 footprint beams (ModA-D) = 9 ton x 491 kton CO#2/384 kton = 11 ton CO#2</li> </ol> <p>De per saldo besparing voor 220 ton constructief staal bedraagt : 40+ 0,9 -/ - 11,5= <b>29,4 ton CO#2</b>. Uitgaande van 10% toepassing bedraagt de totale CO#2 besparing : 29,4/220 x 10% x 384kton = <b>5,1 kton CO#2</b></p> <p><b><u>De effecten van dit handelings perspectief vinden echter plaats na 2030 en worden heir derhalve niet meegenomen.</u></b></p>
CO <sub>2</sub> BESPARING [%]	<p>Opschalingsmogelijkheid?</p> <p>Geboute verbindingen kunnen op grotere schaal worden toegepast</p>
CO <sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL 0 [KTON CO <sub>2</sub> ]	<p>Milieurisico?</p> <p>Geen</p>
TRL [9]	<p>Stimulansen?</p> <p>Kennis overdracht</p>
CIRCULARITEIT [8]	<p>Roadblocks?</p> <p>Te weinig kennis over het maken van verbindingen bij de ontwerp bureaus</p>
BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? [2023]	

HP 10	Duurzame energie dak en gevel.
-------	--------------------------------



Bij de productie van dak- en gevel elementen wordt energie gebruikt voor de aandrijving van installaties tbv de productie : profileerlijnen , zet en pons machines, etc. alsmede de verwarming van de bedrijfshallen en ovens tbv sandwichpanelen productie. Verduurzaming van het energie gebruik kan plaatsvinden door toepassing van PV op de daken van de productie hallen. Door electrificatie van verwarming mbv warmte pompen , collectoren en WKO kan ook de verwarming verduurzaamd worden. Tenslotte kunnen door toepassing van elektrische ovens ook deze voorzien worden van groene energie. In de productbladen van de NMD zijn de Module A1 tm A3 samengevoegd, dwz primair staalproductie en de verwerking tot dak/gevel producten zijn niet te scheiden. Derhalve wordt voor het energiegebruik wordt uitgegaan van gegevens van dak en gevel panelen producent SAB : . Het totale energiegebruik fluctueert van 25-34 kgCO#2/ton<sup>1</sup> . Er wordt uitgegaan van een gemiddelde van 30 kg CO#2/ton. Het koudgewalste segment in de bouw (CR/HDG/OC) ondergaat een vervorming ( rolvormen) om het uiteindelijke eindproduct te verkrijgen. Uitgaande van dit tonnage : 270 kton en het energie gebruik van 30kg /ton betekent volledige vergroening van het energiegebruik een besparing van 270 kton x30 kg CO#2/ton = **8 kton CO#2/jaar**.

Vreede/Jentink/Koppes/Bonnema

CO<sub>2</sub> BESPARING  
Bij 100%  
overschakeling op  
duurzame energie

OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?  
  
Opschaling afhankelijk van beschikbaarheid duurzame energie en investeringen profileurs

CO<sub>2</sub> BESPARINGS  
POTENTIEEL  
  
Ca 8 kton/jaar

MILIEURISICO?  
  
Geen

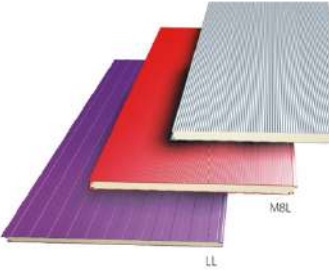
TRL  
  
[9]

STIMULANSEN?  
  
circulariteit



CIRCULARITEIT  
  
Gebruik hernieuwbare energie

ROADBLOCKS?  
  
Beschikbaarheid groene energie / capaciteit electriciteitsnet NL

BESCHIKBAAR OP  
GROTE SCHAAL?  
2025

HP 11	Recycling foam
	<p>De productie van stalen sandwichpanelen begon in de jaren 80. De komende periode zullen in toenemende mate sandwichpanelen aan het einde van hun levensduur komen. De huidige recycling betreft het scheiden van staal en sandwich kern , het staal wordt gerecycled en de kunstofkern levert energie tijdens de incineratie.</p> <p>Sinds kort is door het bedrijf Insus een productiemethode ontwikkeld om het kernmateriaal te hergebruiken en in te zetten in de productie van nieuw isolatiemateriaal. De CO#2 voetprint van een isolatieplaat bedraagt ca 2,9 kgCO#2 / kg ( zie EPD PUR/PIR foam 1) Voor het verwerken van de sandwich kunststof kern tot een nieuwe isolatieplaat is ook energie nodig, er wordt uitgegaan van een CO#2 belasting van ca 0,5 kg CO#2/kg. De besparing door hergebruik van de sandwich kern betekent bedraagt dus <math>2,9 - 0,5 = 2,4</math> kgCO#2/kg. Uitgaande van een gemiddelde kerndikte van 8 cm bedraagt het gewicht van de kern ca 3,4 kg/m2. De huidige capaciteit van de Insus installatie bedraagt ca 10 kton wat overeenkomt met ca 1 mio m2 sandwichpanelen. Uitgaande van een toenemende stroom sandwichpanelen die hun einde levensduur naderen wordt voor 2030 uitgegaan van de verwerking bij Insus van ca 4 mio m2 sandwichpanelen. De CO#2 besparing bedraagt : <math>4 \text{ mio m}^2 \times 3,4 \text{ kg/m}^2 \times 2,4 \text{ kgCO\#2/kg} = \underline{\underline{33 \text{ kt CO\#2}}}</math>.</p>
	Jentink/Koppes/Bonnema
CO <sub>2</sub> BESPARING afhankelijk van beschikbaarheid EoL materiaal	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Opgescaling naar verschillende soorten sandwich materiaal? Er is op dit moment 1 verwerker in Nederland.</p>
CO <sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL 33kton CO <sub>2</sub> /jaar	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>
TRL [9]	<p>STIMULANSEN?</p> <p>circulariteit</p>
CIRCULARITEIT hoog	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Verwerkingskosten.</p>
BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? 2026	

HP 12	Toepassing Bio Foam in sandwichpanelen
-------	--

 	<p>Door toepassing van bio- componenten in de isolatielaag van sandwichpanelen kan een 50% reductie van CO<sub>2</sub>. (bv Roma 5BMB)</p> <p>De gemiddelde EU EPD van sandwichproducenten (gewicht 13,3 kg/m<sup>2</sup>) geeft een CO<sub>2</sub> voetprint ( A1-A3) van 34 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. De kerndikte bedraagt 100 mm en het gewicht van de stalen binnen /buiten plaat bedraagt 68% x 13,3 kg/m<sup>2</sup> = 9 kg /m<sup>2</sup>.</p> <p>De gemiddelde EU staal footprint bedraagt<sup>1</sup> : 26,7 kg CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> voor een single sheet dag/gevelplaat van 11,3 kg/m<sup>2</sup> -&gt; 26,7/11,3 = 2,4kgCO<sub>2</sub>/kg staalplaat. De CO<sub>2</sub> van het isolatieschuim bedraagt derhalve : 34 kg -/- (9 x 2,4 ) = 12,4 kg/m<sup>2</sup>.</p> <p>De markt voor PIR/PUR sandwichpanelen bedraagt ca 7 mio m<sup>2</sup>.</p> <p>De potentiële CO<sub>2</sub> besparing bij 100% toepassing van BIO Foam bedraagt derhalve: 7 mio m<sup>2</sup> x 12,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> x 50% = <b>45 kton CO<sub>2</sub></b>.</p>
Jentink/Koppes/Bonnema	


CO <sub>2</sub> BESPARING afhankelijk van beschikbaarheid Biofoam	<p style="text-align: center;">OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p style="text-align: center;">Afhankelijk van performance sandwichpaneel en beschikbaarheid</p>
---	--


<p style="text-align: center;">CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL</p> <p style="text-align: center;">45kton CO<sub>2</sub>/jaar</p>	<p style="text-align: center;">MILIEURISICO?</p> <p style="text-align: center;">Geen</p>
---	--

<p style="text-align: center;">TRL</p> <p style="text-align: center;">[8]</p>	<p style="text-align: center;">STIMULANSEN?</p> <p style="text-align: center;">circulariteit</p>
---	--

<p style="text-align: center;">CIRCULARITEIT</p> <p style="text-align: center;">hoog</p>	<p style="text-align: center;">ROADBLOCKS?</p>
--	--


<p style="text-align: center;">BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p style="text-align: center;">1 aanbieder momenteel</p>	<p style="text-align: center;">Verwerkingskosten.</p>
--	---

HP 13	Geen coating toepassen op staal in binnentoepassingen
	<p>Staal in een geconditioneerd (droog) binnenklimaat behoeft geen corrosiewering. Indien het staal in zicht blijft wordt uiteraard voor esthetische redenen wel een coating laag aangebracht. Echter ook staal dat niet in zicht blijft wordt gewoonlijk gecoat in NL, dit in tegenstelling tot landen als UK en USA .</p> <p>Uitgaande van onderstaande toepassing van constructief staal in 2030 ( bron: schatting BmS) bedraagt het aandeel staal in geconditioneerde omgeving ca 125 kton .</p> <p>Aangenomen wordt dat ca 20% van het staal in geconditioneerde ruimtes toch een esthetische coating krijgt. De hoeveelheid staal wat potentieel niet gecoat hoeft te worden bedraagt derhalve ca 100 kton.</p> <p>De CO#2 footprint van organische gecoat staal bedraagt ca 10 kgCO#2 /kg coating . (bron LBP - NMD basisprofielen gecoat staal ) .</p> <p>Het coating gebruik voor 1 ton constructief staal bedraagt ca 22 m2 wat overeenkomt met ca 3-6 liter . <sup>1</sup>Het soortelijk gewicht van coating bedraagt 1,3 kg/liter coating . De potentiële CO#2 besparing bedraagt derhalve 100 kton x 5 l x 1,3 kg/l x 10 kg CO#2/kg = <b>7 kton CO#2.</b></p>
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING Bij 100%</p>	<p>Maatje /Bonnema/Noordhuis</p> <p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?  Opschaling mogelijk</p>
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL  Ca 7 kton CO<sub>2</sub>/jaar</p>	<p>MILIEURISICO?  Geen</p>
<p>TRL  [9]</p>	<p>STIMULANSEN?  Info voorziening ontwerpers , communicatie</p>
<p>CIRCULARITEIT  hoog</p>	<p>ROADBLOCKS?  Geen</p>
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? 2024</p>	

HP 14	Toepassing BIO Coat	
	<p>Bio coatings is een ontwikkeling waarbij een deel van de verfcomponenten op oliebasis vervangen wordt door componenten op bio basis . Zo ontwikkelde het staalbedrijf SSAB het verfproduct Greencoat waarbij ca 15% van de verfcomponenten op koolzaad basis zijn<sup>1</sup>. Ook Biocoatings bevatten C en leveren geen significante CO#2 besparing</p>	Vreede/Jentink/Koppes/Bonnema
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING Bij 15% overschakeling op BIO Coat voor profielen</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?  Opschaling afhankelijk van kwaliteitseisen</p>	
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL  Ca 0 kton/jaar</p>	<p>MILIEURISICO?  Geen</p>	
<p>TRL  [9]</p>	<p>STIMULANSEN?  circulariteit</p>	
<p>CIRCULARITEIT  Gebruik hernieuwbare</p>	<p>ROADBLOCKS?  Verwerkings /kwaliteits kosten.</p>	
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? 2024</p>		

<p>HP 15</p>	<p>Dunnere zinklagen door vervanging van zink door Mg/Zn legeringen</p>
	<p>Het totale zinkverbruik in NL bedraagt ca 11,9 kton, waarvan ca 4,3 kton voor continu ( bandverzinken) wordt gebruikt en 7,6 kton voor batch (stuks) verzinken. <sup>1</sup></p> <p>Door toepassing van nieuwe zinklegeringen (Zn/Alu/Mg) kan de zinklaag gereduceerd worden bij gelijkblijvende corrosiewering. Voor bandverzinken kan de zinklaag gereduceerd worden van 275 gr/m<sup>2</sup> naar 120 gr/m<sup>2</sup>, derhalve een reductie van 60%. Een groot deel van de markt<sup>1</sup> (ca 80%) is reeds op nieuwe legeringen overgegaan. De reductie in zinkverbruik bedraagt derhalve 20% x 4,3 kton = 516 ton zink.</p> <p>Voor batch verzinken kunnen eveneens nieuwe zinklegeringen worden toegepast dmv microlagen <sup>1</sup> Echter is volgens ISO 1461 moet de zinklaag een bepaalde minu dikte bedragen . Reductie in zinklaagdikte is derhalve niet toegestaan bij batchverzinken. Een klein deel van de markt ( ca2%= 61 ton ) is dit wel toegestaan , voor dit deel is wel met een reductie van zinklaagdikte gerekend.</p> <p>De EPD van zink geeft een waarde van ca 2,8 kg CO#2/kg zink<sup>1</sup> De CO#2-reductie door toepassing van dunnere zinklagen bedraagt <b>2 kton CO#2</b>.</p> <p>Ikink /Bergsma/Bonnema</p>
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING Bij 100% overschakeling op Mg/Zn toepassing</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Opschaling afhankelijk van kwaliteitseisen</p>
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL  Ca 2 kton CO<sub>2</sub>/jaar</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>
<p>TRL  [9]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>Materiaalbesparing / verhoogde levensduur</p>
<p>CIRCULARITEIT  hoog</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Geen ?.</p>
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? Ja</p>	<p>Geen ?.</p>



HP 16	Toepassing zinklagen met een lage CO <sub>2</sub> footprint
	<p>Naast dünnere verbeterde zinklegeringen is de zinkindustrie ook bezig de CO<sub>2</sub> footprint van het zink te verlagen. Een voorbeeld is de firma Boliden die zink aanbied met een footprint van ca 1 kgCO<sub>2</sub>/kg zink. <sup>1</sup></p> <p>Uitgaande van volledige overschakeling op laag CO<sub>2</sub> zink in 2030 en de gereduceerde zinktonnages door dünnere zinklagen ( zie bovenstaand handelingsperspectief) , bedraagt de CO<sub>2</sub> reductie: (11.900- 516-61) x (2,8-1 kg CO<sub>2</sub>/t) = <b>20 kton CO<sub>2</sub></b>.</p>
CO <sub>2</sub> BESPARING Bij 100% overschakeling	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Opschaling afhankelijk van kwaliteitseisen</p>
CO <sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL  Ca 20 kton CO <sub>2</sub> /jaar	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>
TRL  [9]	<p>STIMULANSEN?</p> <p>CO<sub>2</sub> besparing</p>
CIRCULARITEIT  hoog	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Geen ?.</p>
BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? 2024	

HP 17/18	Verlenging levensduur door toepassing verbeterde coatings	
	<p>Door toepassing van dikkere zink coatings kan de levensduur van staal constructies verlengt worden . Dikkere zinklagen geven initieel een hogere CO#2 belasting , echter langere levensduur geeft een verlaging van CO#2. Echter in het batch verzinkproces is technisch de zinklaagdikte beperkt ( eea afhankelijk van staaldikte , staaloppervlakte en het Si gehalte van het staal) . Het verhogen van de zinklaagdikte is derhalve beperkt door de huidige toegepaste staalsubstraten en beperkt zich tot de huidige staalsoorten. Er wordt derhalve geen rekening gehouden met extra zinklaagdiktes en CO#2 effecten van langere levensduur. De milieuwinst wordt echter pas behaald na 2030 en derhalve niet meegenomen</p>	
Ikink /Bergsma/Bonnema		
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING Bij 100% overschakeling</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Opschaling afhankelijk van kwaliteitseisen</p>	
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL</p> <p>Ca 0 kton CO<sub>2</sub>/jaar</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>	
<p>TRL</p> <p>[9]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>Materiaalbesparing / verhoogde levensduur</p>	
<p>CIRCULARITEIT</p> <p>hoog</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Geen ?.</p>	
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? 2023</p>		

HP 19	Toepassen weervast staal
	<p>Bij toepassing van weervast constructie staal hoeft geen corrosiewering aangebracht te worden. Voor dunne plaat toepassingen (CR/HDG/OC) wordt het gebruik van CorTen/Weervast staal afgeraden . Daarnaast wordt een overdikte van ca 0,8 mm aangeraken. Het gebruik geeft een besparing op het gebruik coating echter dit effect weegt niet op tegen het CO#2 effect van de extra staaldikte Er is derhalve geen CO#2 besparing voor dit HP.</p>
Ikink/Bergsma/Bonnema	
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING Bij 10% overschakeling</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?  Opschaling afhankelijk van kwaliteitseisen</p>
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL  Ca 0 kton CO<sub>2</sub>/jaar</p>	<p>MILIEURISICO?  Geen</p>
<p>TRL  [9]</p>	<p>STIMULANSEN?  Materiaalbesparing / verhoogde levensduur</p>
<p>CIRCULARITEIT  hoog</p>	<p>ROADBLOCKS?  Geen ?.</p>
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL? 2024</p>	

HP 21	HERGEBRUIK ZWAAR CONSTRUCTIESTAAL (B&U)	
	<p>Bevorderen van zo hoogwaardig mogelijke toepassing van het huidig, vrijkomend zwaar constructiestaal in de bouw (B&amp;U) op objectniveau of op elementniveau/productniveau</p>	
<p>EXPERT: Imd, werkgroep NTA staal, Vic Obdam</p>		
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING</p> <p>80 – 90 [%]</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Afhankelijk van beschikbaar zwaar constructiestaal uit sloop. Koppeling van vraag en aanbod is van belang met een platform (bijv. Matching Materials). Met een hergebruikpercentage van 23% wordt het besparingspotentieel: 505kton x 23% x 491/384 x 90% = 134 kton</p>	
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL</p> <p>134 [KTON CO#2]</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>	
<p>TRL</p> <p>[8-9]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>Prijsstijging nieuw constructiestaal NTA hergebruik MIA VAMIL circulair gebouw</p>	
<p>CIRCULARITEIT</p> <p>[4/8]</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Beschikbaarheid vrijkomend zwaar constructiestaal. Koppeling vraag en aanbod. Garanties op kwaliteit (CE-markering). Kwaliteit sloop- demontagebedrijven, genoeg mankracht. Opdrachtgever: Roadblock, ziet het als een risico bijv. projectmanager Prorail</p>	
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p>[2026]</p>		

HP 22	HERGEBRUIK ZWAAR CONSTRUCTIESTAAL (GWW)
-------	---



Bevorderen van zo hoogwaardig mogelijke toepassing van het huidig, vrijkomend zwaar constructiestaal in de bouw (GWW) op objectniveau of op elementniveau of productniveau.

EXPERT: PMC, RWS

<p>CO<sub>2</sub> BESPARING</p> <p>80 – 90 [%]</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Sterk afhankelijk van beschikbaar zwaar constructiestaal uit sloop. Met een hergebruik percentage van 28% wordt het besparingspotentieel: <math>169\text{kton} \times 28\% \times 491/384 \times 90\% = 54\text{ kton}</math></p>
--	--

<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL</p> <p>54 [KTON CO<sub>2</sub>]</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>
---	----------------------------------

<p>TRL</p> <p>[8-9]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>Prijsstijging nieuw constructiestaal Beleid RWS</p>
-------------------------	--

<p>CIRCULARITEIT</p> <p>[4/8]</p>
-----------------------------------

<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p>[2026]</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Beschikbaarheid vrijkomend zwaar constructiestaal uit infrastructuur. Koppeling vraag en aanbod in de zin of een vrijkomende brug past bij de vraag naar een nieuwe. ZZS stoffen in conservering infrawerken.</p>
---	---

HP 23	HERGEBRUIK GELEIDERRAIL	
	<p>Bevorderen van zo hoogwaardig mogelijke toepassing van her te gebruiken geleiderails. Elk jaar wordt er 500 km geleiderail gebruikt. Uit de praktijkproef hergebruik blijkt daarvan een kleine 230 km kan worden hergebruikt.</p>	
EXPERT? Henk Senhorst (RWS)		
<p>CO<sub>2</sub> BESPARING</p> <p>60 [%]</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Sterk afhankelijk van beschikbare hoeveelheid vrijkomende geleiderails vs vraag door nieuwe wegeaanleg.</p>	
<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL</p> <p>10 [KTON CO<sub>2</sub>]</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>	
<p>TRL</p> <p>[8-9]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>Prijsstijging nieuw constructiestaal Beleid Rijkswaterstaat</p>	
<p>CIRCULARITEIT</p> <p>[4/8]</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Beschikbaarheid vrijkomende geleiderail. Garanties op kwaliteit (CE-markering).</p>	
<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p>[2023]</p>		

HP 24	EXTRA SCHROOTINZET TATA STEEL (VERMEDEN TRANSPORT)
-------	--



In NL wordt zo'n 1200 kton bovensoort schroot verzameld en zo'n 1900 kton ondersoort die beide geëxporteerd worden.  
In de toekomst gaat van de bovensoort schroot 835 kton naar Tata Steel

Expert: Nathalie van de Poel (PMC), Erno Kiesling (Tata)

<p>CO<sub>2</sub> BESPARING</p> <p>100 [%]</p>	<p>OPSCHALINGSMOGELIJKHEID?</p> <p>Er is voldoende ondersoort schroot en bovensoort schroot beschikbaar om in de aanvullende schrootvraag van Merkensteijn en Tata Steel te voorzien. 12000 km zeetransport per zeeschip (20000 DWT) wordt vermeden: 900 kton x 10 gr/km/ton x 12000 km = 100kton, zie bijlage</p>
--	--

<p>CO<sub>2</sub> BESPARINGS POTENTIEEL</p> <p>103 [KTON CO#2]</p>	<p>MILIEURISICO?</p> <p>Geen</p>
--	----------------------------------

<p>TRL</p> <p>[5-6]</p>	<p>STIMULANSEN?</p> <p>Prijsstijging grondstoffen en energie. CBAM</p>
-------------------------	--

<p>CIRCULARITEIT</p> <p>[2]</p>
---------------------------------

<p>BESCHIKBAAR OP GROTE SCHAAL?</p> <p>[2030]</p>	<p>ROADBLOCKS?</p> <p>Buiten Europa wil men meer voor onderschroot betalen. ARBO wetgeving oncontroleerbaar. Opwerken ondersoort schroot in NL te kostbaar.</p>
---	---

## Bibliografie

1. Van der Palen, J, *Circulair ontwerpen, 2020*
2. Metabolic, EIB, *Materiaalstromen in de bouw en infra - Materiaalstromen, milieu-impact en CO<sub>2</sub>- emissies in 2019, 2030 en 2050- , 2020*
3. Thijs Huijsmans (Heijmans) en Merlijn Blok (Metabolic), *Interview via Teams, 17-05-2022*
4. CE Delft, *CO<sub>2</sub>-besparing door recycling van in Nederland verhandeld ferro- en non-ferroschroot, 2019*
5. Worldsteel, *Steel statistical Yearbook 2020 concise version – A cross-section of steel industry statistics 2010-2019, 2020*
6. IEA, *Iron and Steel Technology Roadmap – Towards more sustainable steelmaking, 2020*
7. BOUWAKKOORD STAAL, *ketenbrede afspraken naar een circulaire economie, 10 maart 2022*