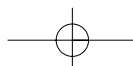


*bouwen met*  
**staal!**

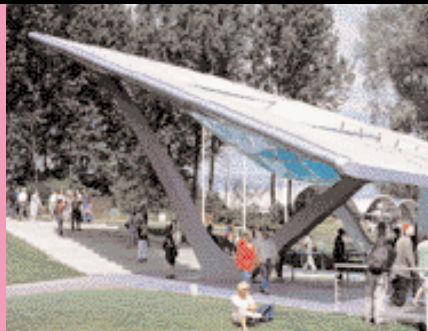
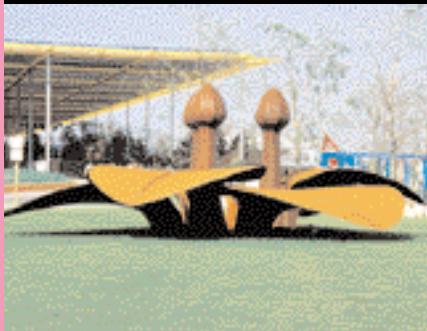


# MILIEUBEWUST BOUWEN MET STAAL



# INHOUD

De opgave – Milieubewust bouwen.....	3
De oplossing – Staal heeft de kringloop gesloten.....	5
De kringloop van staal.....	8
Productie van staal.....	10
Fabricage van halffabrikaten.....	12
Van halffabrikaat tot bouwdeel.....	14
Gebruiksperiode.....	18
Sloop, afval en hergebruik.....	26
Milieu-relevante informatie.....	31



Deze brochure informeert opdrachtgevers, architecten en milieu-adviseurs over de bijdrage die de toepassing van staalconstructies kan leveren aan de verlaging van de milieubelasting door (ge)bouwen.

## COLOFON

<b>UITGAVE</b>	Bouwen met Staal, Zoetermeer, juni 2006.
<b>TEKST</b>	A.F. Hamerlinck (Bouwen met Staal)
<b>REDACTIE</b>	P.F. van Deelen, bouwtechnisch journalist, Rotterdam
<b>EINDREDACTIE</b>	A. Dolsma (Bouwen met Staal)
<b>GRAFISCHE VORMGEVING</b>	Schelkers communicatie, Rotterdam.
<b>DRUK</b>	Drukkerij Wilco, Amersfoort
<b>FOTOGRAFIE</b>	<i>Afkortingen: l. = links, r. = rechts, m. = midden, b. = boven, o. = onder</i> AVEQ (p. 11 r.o.), Stef Bilo (p. 4), CvE Digital (p. 8 l.), DHV (p. 25 b.o.), Flying Colours Fotografie (p. 16), Flying Focus (p. 25 l.o.), Gemeente Delft (p.17 l.b. en r.b.), Ype de Groot (p. 4 l.b., 21), Thea v.d. Heuvel (p. 4 r.m, 6 r.o.), Rob Hoekstra (p. 7 l.o.), Fas Keuzenkamp (p. 2, 4 m. en o.), Luuk Kramer (p. 17 l.o. en r.o, 24 l.o en r.o), Hans Moolenaar (p. 11 l.o., 18, 19, 22 l.b, 25 m.o., 28 l.o. en r.o.), Neutelings Riedijk Architecten (p. 20), Royal Haskoning (p. 6 b.), Tom de Rooij (p. 26 l.o), Nout Steenkamp (p. 27), View Pictures (omslag p.1, Bard College, Annandale-on -Hudson (VS). Overige afbeeldingen: archief Bouwen met Staal.
<b>ISBN</b>	ISBN-10: 90-72830-66-0 / ISBN-13: 978-90-72830-66-1

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

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



Boerhaavelaan 40  
2713 HX Zoetermeer  
Postbus 190  
2700 AD Zoetermeer  
tel. +31(o) 79 353 12 77  
fax +31(o) 79 353 12 78  
e-mail info@bouwenmetstaal.nl  
internet www.bouwenmetstaal.nl

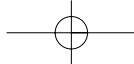
# DE OPGAVE

## MILIEUBEWUST BOUWEN

Meer nog dan de afgelopen jaren zullen we rekening moeten houden met de schaarste van grondstoffen en energie, de opwarming van de atmosfeer en de verontreiniging van lucht, water en bodem. De bouwsector draagt hierin een grote verantwoordelijkheid. Niet alleen omdat een groot deel van de milieubelasting is toe te schrijven aan het bouwen of gebruiken van gebouwen. Maar juist ook omdat gebouwen lang mee gaan: de keuzen die we nu maken, leggen de milieuprestaties voor vele decennia vast.

Het is de verantwoordelijkheid van opdrachtgevers, ontwerpers en adviseurs om te kiezen voor gebouwen met toekomst. Dat betekent al in de programmerings- en vroege ontwerpfase rekening houden met de milieueffecten van een constructie(materiaal) tijdens de gehele levensloop van een gebouw: vanaf de eerste funderingspaal tot uiteindelijk hergebruik of sloop.





### Een beter milieu begint bij de bouw

*Van de totale milieubelasting komt een groot deel voor rekening van de bouw:*

- 40% van alle afval;
- 40% van alle grondstoffen;
- 30% van de CO<sub>2</sub> emissies;
- 40% van het totale energiegebruik.

Deze cijfers gelden voor Europa en voor alles wat te maken heeft met het bouwen en het gebruik van gebouwen.



### Meeste milieuwinst in de gebruiksfase

*Van de totale energiebehoefte van een gebouw tijdens de levensduur is ongeveer driekwart nodig voor gebruik en onderhoud.*

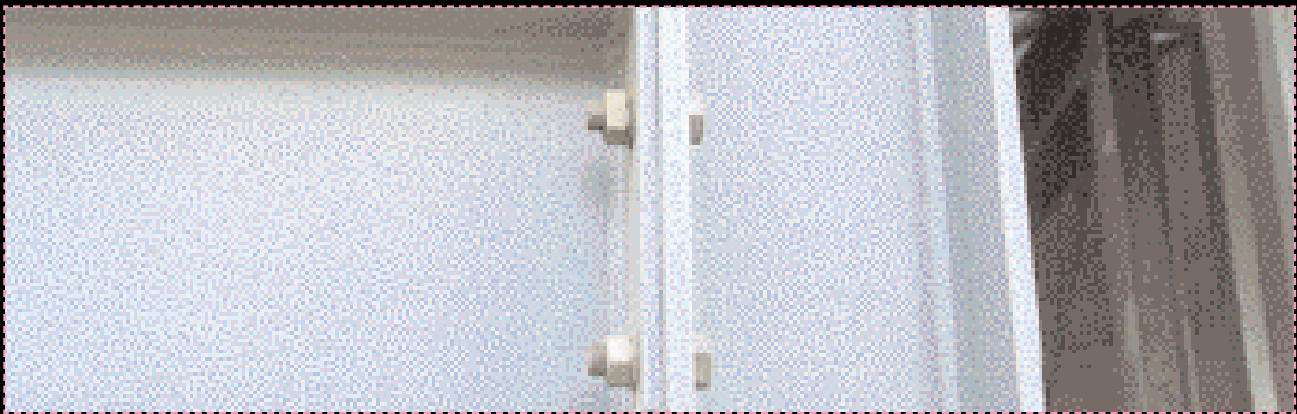
Slechts een kwart van alle energie gaat naar de fabricage, transport en montage van de bouwmaterialen. Slechts zo'n 6% van de energiebehoefte komt voor rekening van de hoofddraagconstructie en vloeren. Milieuwinst is daarom niet alleen te boeken bij de keuze van bouwmaterialen, maar vooral ook in de gebruiksfase. De uitdaging is om gebouwen te ontwerpen en te bouwen met vooruitzicht op een lange economische levensduur. De meeste gebouwen hebben een technische levensduur van vijftig jaar of meer; vroegtijdig slopen geeft onnodige milieubelasting.

Het is een gemiste kans als een bestaand gebouw niet kan profiteren van nieuwe ontwikkelingen.



### Skeletvormige draagconstructie is de 'kapstok'

*Een lange gebruiksfase is alleen mogelijk als het gebouw is aan te passen aan nieuwe technieken.* Bijvoorbeeld een nieuwe gevel of installatie die het milieu minder belast en tegelijk het comfort verhoogt. Of beantwoorden aan veranderingen in de markt, bijvoorbeeld met een nieuwe indeling, een aantrekkelijker architectuur of een bestemmingswijziging (van woningen in kantoren of andersom). Dergelijke aanpassingen zijn het gemakkelijkst uitvoerbaar bij een skeletvormige draagconstructie met slanke liggers en kolommen, royale vrije overspanningen en demontabele verbindingen. Een staalskelet voldoet uitstekend aan deze eisen.



#### Staal? Voor het milieu.

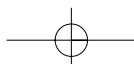
Staalskeletbouw heeft een sterke uitgangspositie voor het verlagen van de milieubelasting.

- De bouwdelen worden industrieel vervaardigd. Assemblage gebeurt via montagebouw.
- De bouwplaats blijft verschoond van veel afval. Met staalskeletbouw is de groeiende berg bouw- en sloopaafval een halt toe te roepen.

- Een skeletvormige constructie is flexibel en demontabel. Gebouwen met zo'n constructie zijn eenvoudig in te delen en aan te passen aan gewijzigde eisen voor indeling, installaties of gevels.
- De aanpasbaarheid geeft gebouwen met een skeletvormige constructie een langere economische levensduur. Zo zijn renovaties voor een andere functie relatief eenvoudig uitvoerbaar. Na demontage zijn de stalen onderdelen

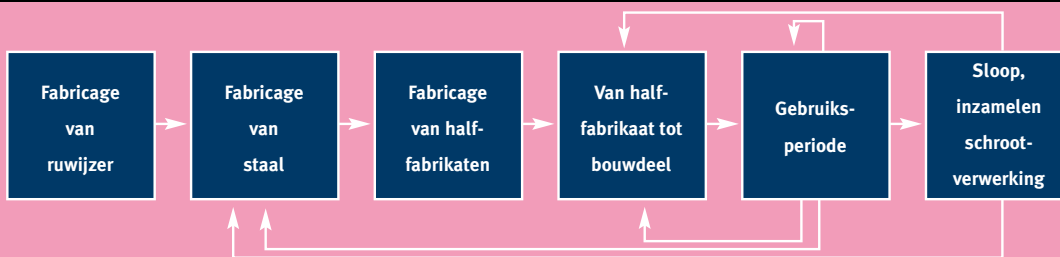
grotendeels opnieuw voor het bouwen te gebruiken.

- Het materiaal staal is volledig (100%) recyclebaar. Staal heeft een positieve restwaarde en doorloopt meerdere levenscycli zonder kwaliteitsverlies.
- Staalskeletbouw is materiaalintensief. Door functiescheiding (dragen, klimaatscheiding, enz.) wordt ieder materiaal of bouwdeel optimaal benut.



# DE OPLOSSING

## STAAL HEEFT DE KRINGLOOP GESLOTEN



**Staal is een bouw materiaal dat volledig uit gerecycled staal is te vervaardigen, zonder kwaliteitsverlies. Schroot vormt inmiddels de grondstof voor bijna 50% van de wereldproductie van staal. Dat aandeel neemt toe, waardoor de inzet van primaire grondstoffen omlaag kan. De natuurlijke voorraden van deze grondstoffen, ijzererts en kolen, zijn zeer groot. Angst voor uitputting is daarom ongegrond. Staal heeft de kringloop gesloten.**

### Geen kwaliteitsverlies bij recycling

Van schroot is opnieuw staal te maken in elke gangbare staalkwaliteit. Recycling van staal gebeurt dus zonder kwaliteitsverlies. Ook verzinkt staal kan volledig worden gerecycled: het zink wordt gescheiden van het staal en ingezet bij de productie van nieuw zink. Bij staal is – in tegenstelling tot bijvoorbeeld steenachtige materialen – geen sprake van ‘down cycling’, dat wil zeggen naar materialen met mindere eigenschappen die alleen geschikt zijn voor laagwaardiger toepassingen.



**Staal verbruik je niet, je gebruikt het. Het aantal malen dat staal kan worden gerecycled is onbeperkt.**

### Productie belast milieu steeds minder

Met de toename van de staalproductie uit schroot daalt het energieverbruik sterk, omdat recycling veel minder energie kost dan productie op basis van primaire grondstoffen. Door innovaties in productietechnieken is het energieverbruik per ton staal sinds 1975 met de helft gedaald. De emissies van onder

andere CO<sub>2</sub> en stofdeeltjes zijn sinds de jaren zestig met meer dan 90% afgenomen, de benodigde hoeveelheid water met zo'n 50%. De innovaties duren voort en daarmee de verbeteringen van milieuprestaties. Alle nevenproducten die bij de productie van staal ontstaan, worden hergebruikt. Slakken dienen als grondstof voor (hoogoven)cement, de wegenbouw, of als ballast. Cokesovengas gaat naar de productie van stikstofmeststoffen of, net als hoogovengas, naar de opwekking van elektriciteit. Dat laatste levert een besparing op andere fossiele brandstoffen.

### Weinig bouwafval

Stalen bouwproducten worden geprefabriceerd in constructiewerkplaatsen, onder gecontroleerde omstandigheden. Bouwafval ontstaat bijna niet. Door het relatief lage gewicht en kleine volume zijn weinig transporten naar de bouwplaats nodig, wat onder meer de hinder voor verkeer en omgeving en het gebruik van brandstof beperkt. Op de bouwplaats behoeven de onderdelen slechts te worden geassembleerd. De korte bouwtijd reduceert de hinder voor omwonenden.

### Eeuwig in de kringloop

Telkens na gebruik wordt staal weer toegevoegd aan de totale voorraad. Eenmaal in de kringloop opgenomen blijft het materiaal eeuwig beschikbaar.



Bij staalskeletbouw worden de verschillende materialen gebruikt waar ze goed in zijn. Zo neemt het skelet van kolommen en liggers de belastingen op, de gevels en binnenwanden scheiden de ruimten, trappen verbinden de ruimten en isolatiematerialen verhogen de brandwerendheid of warmte-isolatie.

### **Materiaalintensief bouwen**

Door de splitsing van constructieve, bouwkundige en bouwfysische functies kunnen bouwelementen optimaal worden ontworpen voor hun eigenlijke functie. Zo zijn de eigenschappen van alle materialen ten volle te benutten. Door nieuwe, sterkere staalsoorten bijvoorbeeld is voor een constructiedeel steeds minder materiaal nodig. Zo is voor het gehele gebouw uiteindelijk

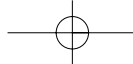
minder materiaal nodig. Materiaalintensief bouwen is winst voor het milieu.

### **Effectieve inzameling en hergebruik**

Na de gebruikperiode is een staalconstructie weer te demonteren. Net als de montage gebeurt ook dit met weinig overlast voor de omgeving. Het vrijkomende staal wordt al honderden jaren verzameld, omdat schroot een positieve restwaarde heeft.

Dit drukt de sloopkosten van gebouwen fors. Van het gebruikte staal wordt in de wereld zo'n 95% hergebruikt. Ongeveer 85% gaat naar de productie van nieuw staal, 10% wordt hergebruikt als bouwdeel. Bij deze laatste vorm van hergebruik wordt een profiel bewerkt (door afkorten, gaten boren, platen aanlassen) en direct weer ingezet in een ander project. Dit producthergebruik neemt de laatste jaren toe.



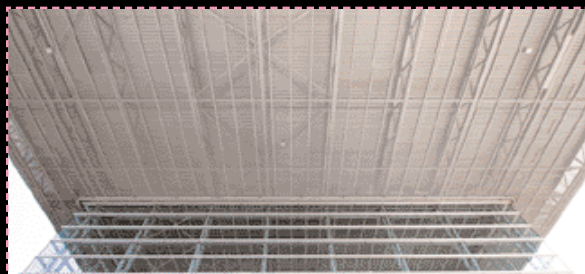


### Objectieve cijfers

De MRPI Constructiestaal is in 2003 opgesteld door INTRON met behulp van de LCA-methode en getoetst door IVAM Environmental Research. Bij de levenscyclusanalyse zijn de milieueffecten geïnvestariseerd voor vijf product-groepen constructiestaal.

De milieueffecten zijn in kaart gebracht voor de verschillende levensfasen: fabricage, transport, montage, demontage en hergebruik. De gegevens uit het MRPI-blad zijn voor de ontwerper bruikbaar bij het berekenen van de milieubelasting van gebouwen in de gebruiksfase.

De MRPI-systematiek is een initiatief van het Nederlands Verbond Toelevering Bouw (NVTB) met als doel betrouwbare informatie te leveren over milieueffecten van bouwmaterialen, -producten of -elementen.



De MRPI Constructiestaal geeft de milieueffecten van: zware constructies, middelzware constructies, lichte constructies, dak- en gevelbekleding en binnenwanden.

### Ontwerpinstrumenten

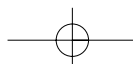
De ontwerper staan verschillende instrumenten ter beschikking om de milieuprestaties van een ontwerp te toetsen. De meest betrouwbare resultaten leveren computerprogramma's die zijn gebaseerd op de levenscyclusanalyse (LCA). Hiervan worden de gegevens betrokken uit een MRPI (Milieurelevante productinformatie). Bekend zijn Eco Quantum en Greencalc. Dat staal een milieuvriendelijk construc-

tiemateriaal is, blijkt uit de gunstige milieuscores die deze programma's laten zien. Sterke punten zijn materiaalarm bouwen, aanpasbaarheid, product-hergebruik en materiaalrecycling.

Zo is de Greencalc-milieubelastingsindicator van stalen balken en kolommen een factor 2 tot 3 lager (dus minder milieubelastend) dan van betonnen balken en kolommen.

Een stalen dak is eenderde minder milieubelastend dan een dak van cellenbeton en eenvierde dan een dak van kanaalplaten.

Analyse van de levenscyclus van een stalen woning ten opzichte van een traditionele woning toont aan dat er in de bouwfase 57% minder inert afval ontstaat, een halvering van het bouwverkeer en 41% besparing op het watergebruik.



# DE KRINGLOOP VAN STAAL

**Alle staal in de kringloop is ná een gebruikperiode telkens opnieuw te gebruiken: voor recycling tot nieuw staal of hergebruik als halffabrikaat of bouwdeel.**

De kringloop moet worden 'gevoed' met primaire grondstoffen, omdat de kringloop nog niet voldoende staal bevat om volledig in de vraag naar staal te voorzien. Elk stadium van de kringloop heeft spe-

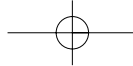
cifieke gevolgen voor het milieu. Deze gevolgen zijn uit te splitsen naar de vijf 'milieumaten': grondstoffen, energie, emissies, hinder en afval. Deze paragraaf geeft een korte beschrijving van de stadia en

de milieugevolgen. Daarbij worden alleen de relevante milieumaten besproken, steeds onder het tussenkopje 'milieueffecten'.



Dankzij een staalskelet met lichte vloeren, gevels en binnenwanden weegt woongebouw La Fenêtre in Den Haag aanzienlijk minder dan in uitvoeringen die binnen de woningbouw (vooral nog) gangbaar zijn. Door het gewicht van de draagconstructie te beperken, is te besparen op materiaalgebruik voor constructie en fundering en daarmee op grondstoffen, energie en emissies. Bovendien gaat het bouwen met geprefabriceerde elementen snel, met weinig hinder voor verkeer en omwonenden én een geringe afvalproductie.





**Winning van ijzererts**

Ijzererts wordt voornamelijk gewonnen in dagbouw. De grootste wingebieden liggen in Australië, Brazilië, Noord-Amerika en Afrika. Samen leveren die meer dan 50% van de wereldproductie.

Uitzonderingen daargelaten vormt milieuzorg tegenwoordig een vast onderdeel bij de ontwikkeling van nieuwe 'plants'. Deze worden opgezet als 'duurzame mijnbouw' met maatregelen ter bescherming en het herstel van het ecosysteem.

**Milieueffecten**

De jaarlijkse winning van ijzererts voor de staalproductie bedraagt slechts een fractie van de aanwezige reserves. Ijzer is een veel voorkomend element: het vormt 5% van de aardkorst. Van uitputting van natuurlijke voorraden is dan ook geen sprake. Bovendien neemt de vraag naar primaire grondstoffen af, doordat steeds meer staal wordt gerecycled. De mondiaal benodigde hoeveelheid staal stijgt jaarlijks minder dan de hoeveelheid schroot die door recycling in de kringloop blijft.

**Winning van steenkool**

De grootste kolenreserves bevinden zich in de VS, China, het zuiden en oosten van Rusland, Australië en Zuid-Afrika. Deze zijn samen goed voor ongeveer 80% van de wereldproductie.

De kolenreserves zijn groot en mondiaal verspreid. De aangetoonde wereldwijde reserves zijn voldoende om gedurende meer dan 250 jaar aan de jaarlijkse vraag te voldoen.

**Milieueffecten**

De klimatologische gematigde streken waar kolen hoofdzakelijk worden gewonnen, zijn niet bijzonder kwetsbaar. In de moderne wingebieden ondervindt de natuur geen blijvende gevolgen van de kolenwinning, doordat het landschap tijdens en na de winning wordt hersteld.

**Fabricage van cokes**

Door een steeds betere beheersing van het fabricageproces blijft het gebruik van cokes als reductiemiddel de laatste twintig jaar dalen.

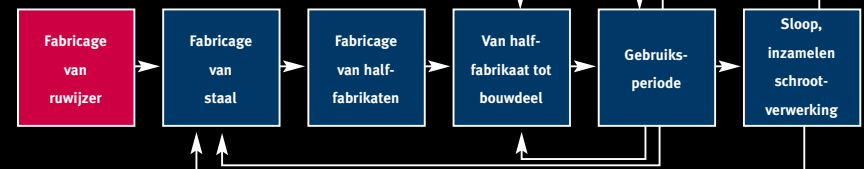
In een hoogoven wordt cokes gebruikt als reductiemiddel: Cokes verwijdert het zuurstofatoom van het ijzeroxide. Dat is nodig om ruwijzer te maken. Ook dient cokes als drager van de 'lading', de totale hoeveelheid grondstoffen die per keer in de hoogoven gaat. Cokes wordt gemaakt uit metallurgische kolen door deze eerst te malen en vervolgens in een afgesloten ovenkamer te verhitten. De vluchtige bestanddelen ontwijken als cokesovengas.

**Milieueffecten**

Het cokesovengas is energierijk en wordt onder meer gebruikt voor energieopwekking, als alternatief voor aardgas of steenkool. Een ander deel van het cokesovengas wordt gebruikt voor de fabricage van stikstofmeststoffen. Uiteindelijk heeft de fabricage van cokes wel uitstoot van CO<sub>2</sub> tot gevolg, maar gebruik van het cokesovengas vervangt de inzet van andere brandstoffen. Door de steeds verdergaande verbeteringen aan de cokesfabrieken zijn de gevolgen voor het milieu bij de fabricage van cokes gering.

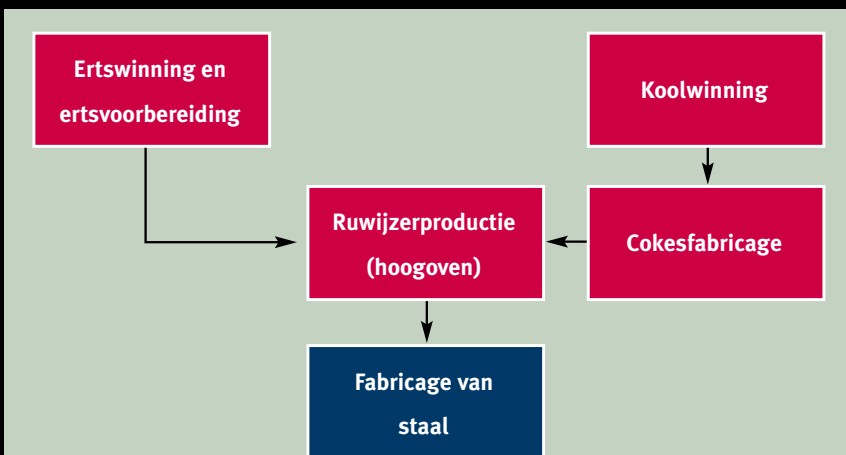
**Productie van ruwijzer**

In de hoogoven wordt het ganggesteente van het erts gescheiden van het metaal ijzer uit het erts. Het vloeibare ganggesteente heet dan hoogovenslak en vervult een essentiële rol in het raffineren van het vloeibare ijzer. Zwavel en andere verontreinigingen uit de kolen en ertsen worden opgenomen in de hoogovenslak en



niet in het ruwijzer. Om de hoogovenslak vloeibaar te maken, de raffinage te optimaliseren én om de slak te kunnen verwerken als

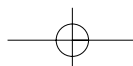
grondstof in de cementproductie worden toeslagstoffen zoals kalksteen toegevoegd.

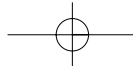


Om van ijzer staal te maken, moet in de hoogoven eerst ruwijzer worden gescheiden van het gesteente in de erts.

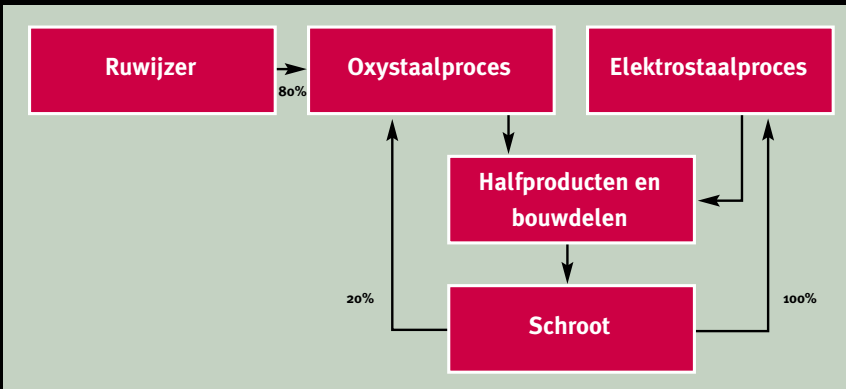
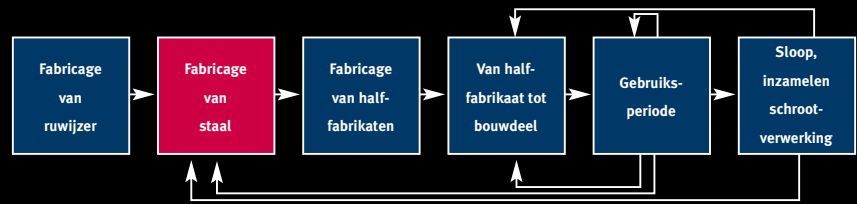
**Milieueffecten**

De milieugevolgen van de fabricage van ruwijzer via het hoogovenproces zijn de afgelopen jaren drastisch afgenomen. Belangrijke verbetering was het aan de bovenzijde afsluiten van de hoogovens. Daardoor slaan de vlammen er niet meer uit en wordt het zeer bruikbare gas opgevangen. Bijproducten van het hoogovenproces zijn energierijk hoogovengas en hoogovenslak. Het gas wordt gebruikt voor het opwekken van elektriciteit. Het slak dient als grondstof voor de productie van hoogovencement, een alternatief voor Portlandcement. Deze integratie leidt tot een efficiënter kalksteenverbruik. Eerst wordt kalksteen gebruikt in het staalproductieproces en vervolgens toegepast in cement. Dit meervoudig gebruik bespaart circa 45 miljoen ton kalksteen per jaar.





## Productie van staal



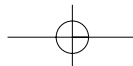
De productie van staal uit ruwijzer gebeurt in een oxystaalafabriek. De recycling van schroot tot nieuw staal vindt plaats in een elektrostaalafabriek.

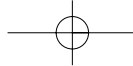
### Milieueffecten

Tijdens het oxystaalproces komen slak en hoogoven gas vrij. Het slak wordt gebruikt als wegverharding en ballast in de weg- en waterbouw en het gas wordt benut voor de opwekking van elektriciteit.



In de oxystaalafabriek wordt nu al 15 tot 20% schroot gebruikt als koelmiddel. De staalindustrie werkt aan vergroting van dit aandeel. Bij het oxystaalproces wordt zuivere zuurstof op een ruwijzerbad geblazen. Hierdoor worden de aanwezige koolstofresten in het ruwijzer geoxideerd. Schroot wordt toegevoegd om oververhitting te voorkomen.





Bij het elektrostaalproces worden, na het vullen van de oven met schroot, door het deksel grote koolstaven gestoken. Daarna wordt een vlamboog getrokken tussen elektodes. Hierdoor smelt het schroot. Tijdens het smelten worden zuurstof en kalk toegevoegd om verontreinigingen te binden. Het gesmolten schoot wordt vervolgens in een bepaalde vorm gegoten, afhankelijk van het gewenste halffabrikaat zoals een balk of plaat.

#### Milieueffecten

Het 'bijproduct' slak wordt naderhand toegepast in de weg- en waterbouw. Ook verzinkt staal kan in een elektro-oven worden verwerkt. Hierbij kan het zink worden teruggewonnen.

In de elektrostaalfabriek wordt staal gemaakt uit schroot, zónder inzet van primaire grondstoffen.

#### Milieueffecten

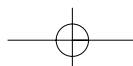
Het grootste deel van de energiebehoefte van stalen bouwproducten is nodig voor de (primaire) productie van ruwijzer en staal. Door procesverbeteringen is het energieverbruik in de laatste decennia fors gedaald: 50% in de afgelopen veertig jaar. Afhankelijk van de hoeveelheid ingezet schroot en de per halffabrikaat verschillende benodigde deelprocessen ligt het huidige energieverbruik tussen 7 en 21 MJ/kg. Per ton staal wordt gemiddeld 1,6 ton CO<sub>2</sub> uitgestoten. De emissies van onder andere CO<sub>2</sub> en stofdeeltjes zijn in de afgelopen vier decennia met meer dan 90% afgenomen. De benodigde hoeveelheid water is in dit tijdsbestek met zo'n 50% verminderd.

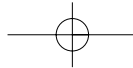


Steeds meer staal wordt vervaardigd in de elektrostaalfabriek. Van alle staal, geproduceerd in Europa, is nu 42% afkomstig uit schroot.

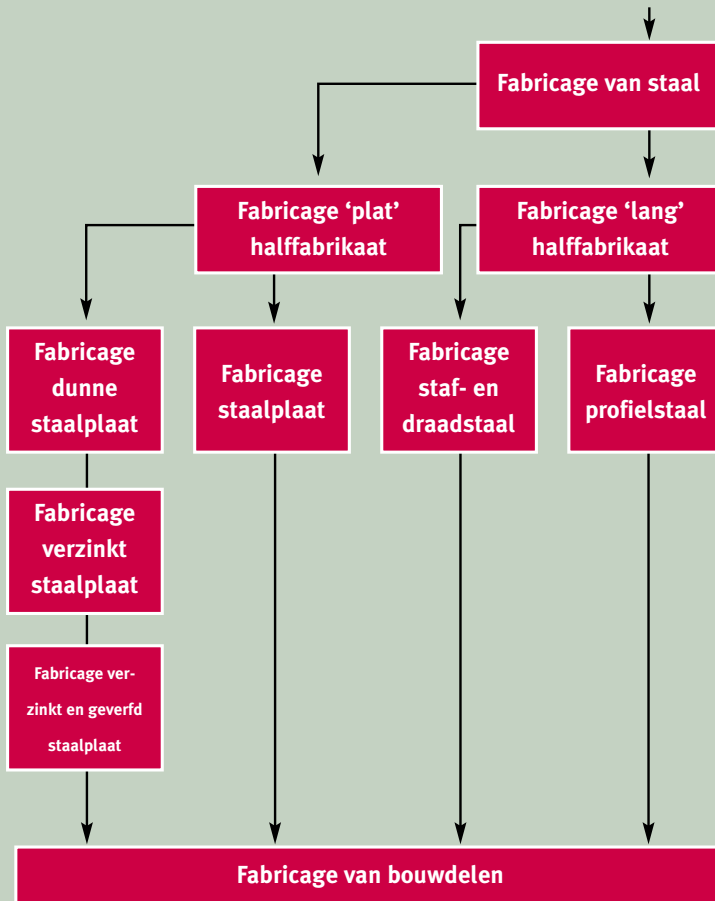
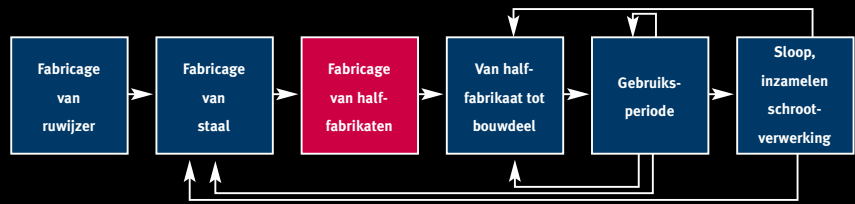


De stalen spanten van Bruggebouwen Oost en West (Den Haag) zijn volledig uit schroot vervaardigd. Daarmee wordt op energie bespaard: staalproductie uit schroot kost namelijk slechts 35 tot 40% van de energie die nodig is bij staalproductie uit ruwijzer.





## Fabricage van halffabrikaten



Voor de fabricage van 'platte' halfproducten – dikke en dunne plaat – zijn verschillende processen ontwikkeld.



Met een continu-gietmachine kunnen plakken worden gegoten met een dikte van 150 tot 300 mm.



Bij de 'thin-slab caster' varieert de dikte van 10 tot 80 mm; bij de 'strip caster' van 1 tot 10 mm.

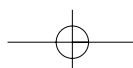
Het staal komt tegenwoordig uit de staalfabriek in een vorm die de uiteindelijke gewenste vorm van het halfproduct zo dicht mogelijk benadert. Deze werkwijze, 'near net shape casting', heeft tot doel het aantal walsgangen te beperken.

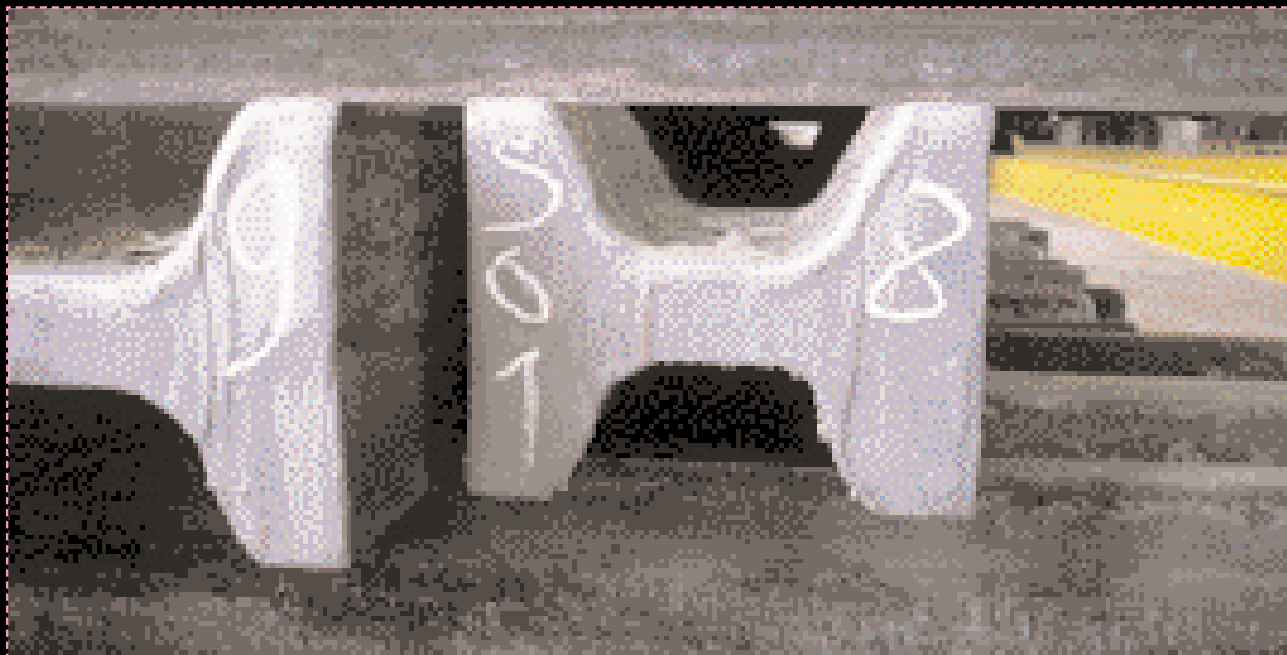
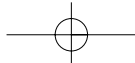
Het 'platte' halfproduct kan verschillende verdere bewerkingen doorlopen, afhankelijk van de gewenste producteigenschappen. Warmgewalste plaat ontstaat na één walsgang in een warmbandwalserij. Koudgewalste plaat moet een aantal bewerkingen ondergaan zoals het verwijderen van de walshuid door beitsen. Voor de meeste toepassingen wordt een conservering aangebracht in de vorm van een zinklaag, al dan niet in combinatie met een verflaag. Met uit-

zondering van de energie die nodig is voor de productie, zijn de meeste bewerkingen hier gesloten processen.

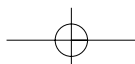
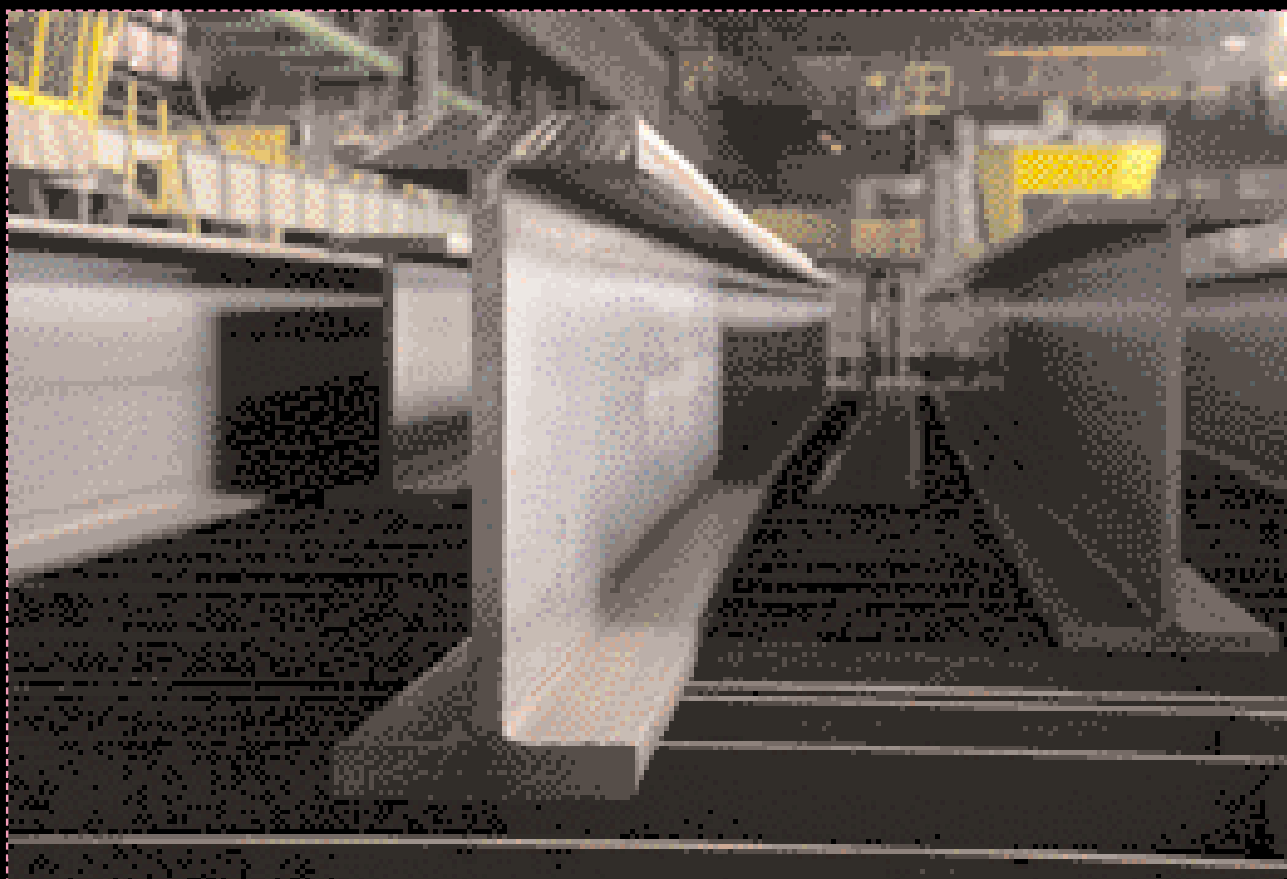
### Milieueffecten

Dankzij near net shape casting is de energiebehoefte voor het walsen vanaf de jaren zeventig met meer dan 60% gereduceerd.





Bij 'lange' halfproducten (profielen) verloopt het proces ongeveer hetzelfde. Het begint met gegoten I-vormige staven, zogenaamde 'beam blanks'. Na slechts enkele doorwalsingen daarvan wordt de uiteindelijk gewenste profielvorm bereikt.

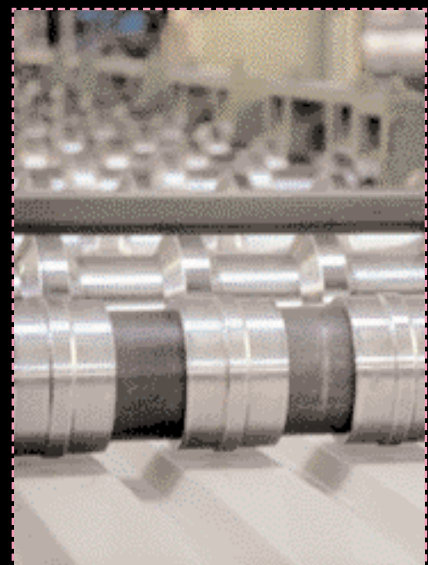
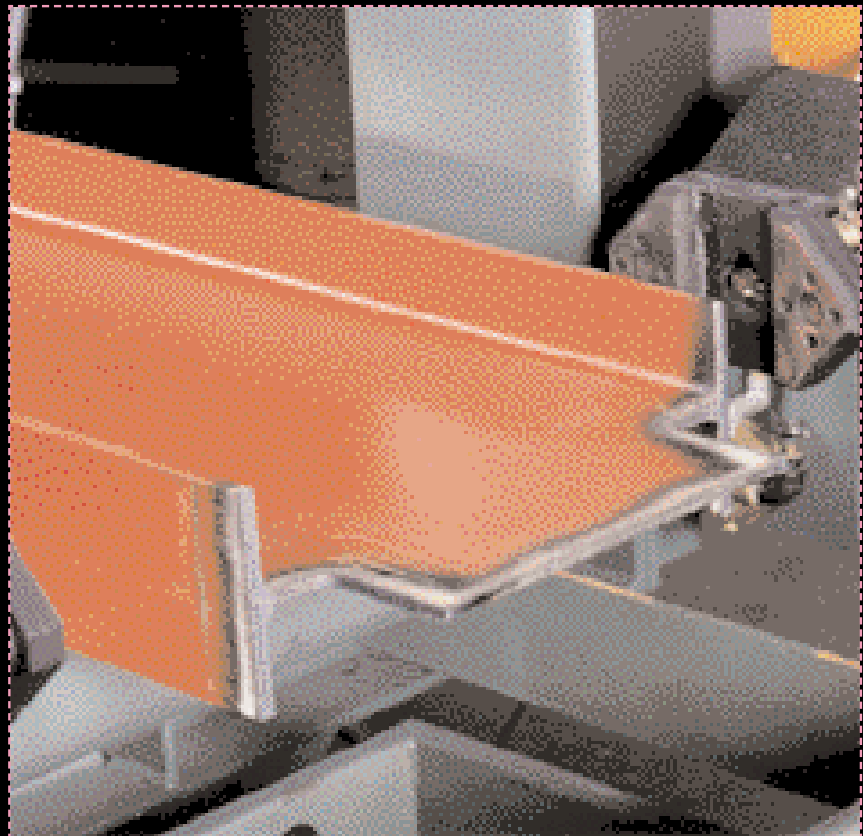
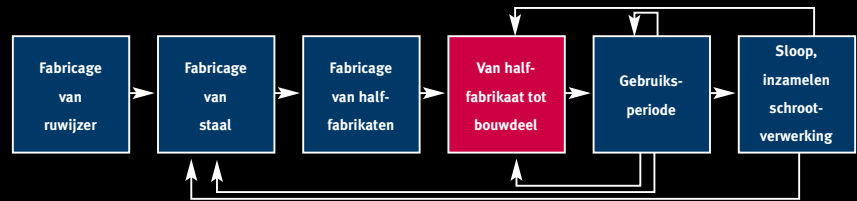


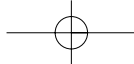
## Van halffabrikaat tot bouwdeel

Met technieken als snijden, rolvormen, buigwalsen, maar ook lassen, perforeren en ponsen worden de halffabrikaten bewerkt tot bouwdelen als metal-stud profielen, stalen binnenwanden, dak- en wandplaten, staalplaat voor staalplaat-betenvloeren, of liggers en kolommen voor staalskeletten.

Na een of meerdere bewerkingen wordt een conservering aangebracht. Soms is dat niet nodig, zoals bij staalconstructies die worden toegepast binnen gebouwen. Toch komt onnodige conservering in de huidige praktijk nogal eens voor. Voor het conserveren kan gebruik worden gemaakt van verf die het milieu in geringe mate of geheel niet belast.

Bij thermisch verzinkt staal in een buitenklimaat is diffuse emissie van zink te voorkomen door daaroverheen een verflaag aan te brengen (een 'duplex systeem'). In een binnensituatie vindt geen emissie van zink plaats. De fabricage van halffabrikaten tot bouwdelen gebeurt voornamelijk in constructiewerkplaatsen, onder geconditioneerde omstandigheden.





Een nieuwe manier van conserveren is aluminiseren: het bespuiten van het staal met een beschermend laagje aluminium.

Aluminiseren gebeurt vooral bij constructies in de infrastructuur, zoals bruggen, viaducten en waterkeringen. Met een spuitpistool wordt gesmolten aluminium op het staal geblazen. De aluminium laag is nog wel min of meer poreus, in tegenstelling tot een thermische verzinklaag. Om het staal geheel van het buitenmilieu af te schermen, is de aluminium-laag nog af te werken met verf.

#### Milieueffecten

Het bewerken en prefabriceren van half-fabrikaten tot bouwdelen telt in de levens-cyclusanalyse in het algemeen nauwelijks mee. Zo is het energieverbruik voor bijvoorbeeld het lassen van een voetplaat aan een kolom te verwaarlozen ten opzichte van het energieverbruik van de fabricage van de kolom zelf. In de fabriek of constructiewerkplaats zijn afvalstromen, emissies en hinder goed te beheersen en te beperken. Bovendien treffen de staalproducerende en -bewerkende bedrijven blijvend maatregelen om de milieubelasting te minimaliseren, onder meer in het kader van de milieuvergunning.

#### Op de bouwplaats

Op locatie is bouwen met staal assembleren: het samenvoegen van industrieel vervaardigde onderdelen. De onderdelen zijn licht van gewicht, gering in volume en bovendien maatvast. Het assembleren gebeurt 'droog', met bout- of lasverbindingen. Het bouwproces ondervindt geen vertraging door uithardings-tijden of 'onwerkbare' weersomstandigheden.

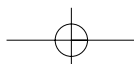
#### Milieueffecten

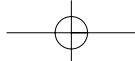
Assemblagebouw heeft minimale impact op het milieu. De porties bouwafval zijn zeer gering. De hinder voor de omgeving blijft beperkt, onder meer dankzij het gering aantal transporten en de snelle montage op de bouwplaats van de nagenoeg kant-en-klare constructiedelen. Bovendien bespaart assemblagebouw op uren bouw-personeel, opslagruimte voor bouwmaterialen en de inzet van bouwmaterieel. Bij een gemiddeld verdiepingbouwproject volstaan één of twee bouwkransen.

#### Industrieel, Flexibel en Demontabel Bouwen

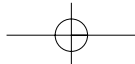
Met het programma 'Industrieel, Flexibel en Demontabel Bouwen' heeft SEV Realisatie zich op initiatief van de ministeries van EZ en VROM zeven jaar lang ingezet voor milieusparend bouwen. Bouw met industrieel vervaardigde componenten, luidde de boodschap aan opdrachtgevers, ontwerpers en uitvoerenden, want zo reduceer je de effecten op het milieu in de verschillende levensstadia van een gebouw. Niet alleen tijdens het bouwen zelf, maar ook tijdens het gebruik en bij eventuele verwijdering. Met industriële componenten maak je permanente, duurzame gebouwen die vrij indeelbaar en aanpasbaar zijn voor veranderd gebruik of andere functies. En semi-permanente, demontabele gebouwen, die na bewezen diensten even milieuvriendelijk uit elkaar als in elkaar gaan.

Industrieel, Flexibel en Demontabel Bouwen is eigenlijk synoniem aan bouwen met staal. Dat blijkt uit de praktijk.

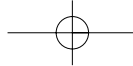




Bijna 100% industrieel is De Bolder, het hoofdkantoor van transportonderneming Mammoet Van Seumeren in Schiedam. Alleen de fundering is ter plaatse gestort. In een fabriek in Zwijndrecht is het gehele gebouw modulair in elkaar gezet: staalskelet, staalplaat-betonvloeren, gevels, binnenwanden én installatietechnische voorzieningen. Daarna is het 45 m hoge gevaarte over de Maas naar zijn eindbestemming gevaren.



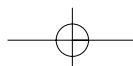


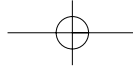


Flexibiliteit staat centraal in het kantoorgebouw de Rode Haan, metgezel van de brandweerkazerne van Delft. De kantoorverdiepingen zijn volledig vrij indeelbaar én herindeelbaar dankzij een hybride hoofddragconstructie van stalen kolommen en prefab betonnen kernen en gevels. De hoofddragconstructie gaat samen Infra+-verdiepingvloeren. Deze geheel geprabriceerde vloer is opgebouwd uit dunne betonnen onderplaten met deels ingestorte stalen I-profielen. Tussen de liggers en door de gaten in de liggers zijn de leidingen door te voeren. De leidingen blijven bereikbaar via uitneembare delen in de topvloer. De holle ruimten in de vloer zijn tevens benut voor de luchttoevoer tot de kantoorvertrekken.



Bij uitstek demontabel is de tijdelijke aanbouw van buurtsuper A-Markt in Amsterdam. Het tweelaagse gebouwtje is uitgevoerd in staalframebouw: geprefabriceerde elementen voor wanden en vloeren. De elementen bestaan uit frames van dunwandige koudgevoerde staalprofielen, voorzien van isolatiemateriaal en beplating. Na gebruik is het gebouw tot op zijn oorspronkelijke onderdelen te demonteren: voor recycling of hergebruik bij een nieuw bouwproject.

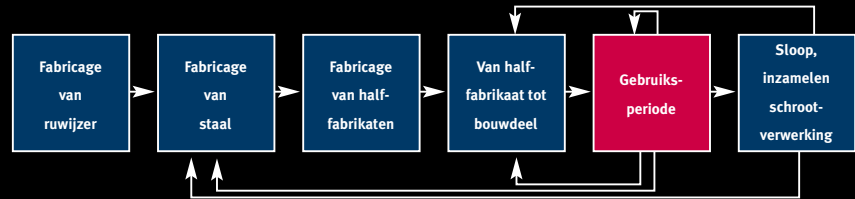




## Gebruiksperiode

### Energiegebruik

Verreweg de grootste milieubelasting van een gebouw vormt het energieverbruik in de gebruiksperiode. Reductie van energiegebruik begint bij de optimale afstemming tussen constructie, bouwkundige onderdelen en eigentijdse installatietechniek, het liefst al vanaf de eerste ontwerpschets.

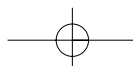


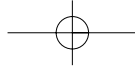
In het kantoorgebouw van de Rijksgebouwendienst in Haarlem is een energievervlindende koelinstallatie achterwege gebleven door een uitgekende combinatie van maatregelen, bedacht in de vroegste ontwerpfase. De stalen hoofdconstructie gaat vergezeld van een geraamte van prefab betonnen elementen buiten de gevels. Dit geraamte reduceert de directe zoninstraling. Groene computers en hoogfrequente verlichtingsarmaturen beperken de interne warmtelast. Via open plafonds zijn de massieve kanaalplaatvloeren bereikbaar gemaakt voor warmteaccumulatie.

Verwarming, koeling, ventilatie en verlichting nemen samen dikwijls meer dan driekwart van de totale energiebehoefte voor hun rekening: over de gehele levensduur van een gebouw en ongeacht de bouwwijze en keuze van materialen. De meeste invloed op het energieverbruik hebben het gevel- en instal-

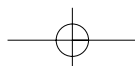
latiesysteem. Door gevels en installaties in samenhang met de constructie te ontwerpen, is het energieverbruik aanmerkelijk terug te dringen. Een staalskelet biedt maximale vrijheid om gevels, binnenwanden en installaties te optimaliseren naar de energiehuishouding. De dragende functie

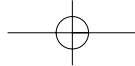
zit daarbij niet 'in de weg' omdat die is geconcentreerd in de kolommen en liggers. Bovendien biedt een staalskelet maximale vrijheid om de gevel en installaties na verloop van tijd te vervangen.





Het kantoorgebouw van Kropman Installatietechniek in Utrecht is een voorbeeld van een licht gebouw met een goede energieprestatie. De combinatie van warmte- en koudeopslag in de bodem, warmtepomp, en lage-temperatuurverwarming en -koeling zorgt voor een aangenaam werkklimaat tegen een economisch verbruik van energie. Warmteaccumulatie vindt goeddeels plaats via de kanaalplaatvloeren. Ook de buitengevels dragen bij aan een goede klimaatregeling. Deze gevels zijn dubbele huidfaçades met enkel glas aan de buitenzijde als zon-, wind- en waterkering. De binnenzijde bestaat uit betonsteen-elementen, als barricade voor de hoge geluidbelasting van buitenaf, en te openen puien van dubbel glas. Het bijna verdiepinghoge glas garandeert de daglichttoetreding tot de kantoorvertrekken. In de spouw zijn de kozijnen toegerust met zonwering: een eenvoudige bijdrage ter beperking van de energie uit zinstraling in combinatie met een beperkte interne warmtelast. Zo'n zelfde effect heeft het videdak van isolerend glas met buitenzonwering. Hierdoor volstaan videdevels van 'gewoon' enkel glas.





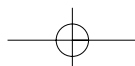
Hoge geluidsbelasting, stankoverlast door kerosinedampen, windhinder. Kantoorgebouw Columbus, vlakbij Schiphol, ondervindt er nageenog geen hinder van. Ondanks het minimum aan installatietechniek. Over het kantoorvolume heen is een aparte huid van enkel glas in een staalconstructie aangebracht, als eerste kering van regen, wind en geluid. De huid hangt via een kassenconstructie op ruime afstand van dak en gevels waardoor brede serres ontstaan. De serres zorgen voor verdere reductie van het vliegtuiglawaai én vormen in de winter een natuurlijke buffer voor warme lucht. Het warmteverlies door transmissie vanuit de kantoren naar buiten is minimaal. Bovendien kunnen de ramen in de kantoorgevel - gemaakt van ranke staalkolommen met houtskeletbouwelementen - al in het voor- en naseizoen open om de serrelucht te benutten voor verwarming van de kantoren. In de zomer wordt via natuurlijke ventilatie verse lucht in de kantoren gebracht en verbruikte lucht afgevoerd: een energiezuinige manier van ventileren.

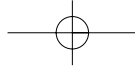
#### Milieueffecten

Vergeleken met het energieverbruik in de gebruiksfase van een gebouw, is het energieverbruik voor de productie van staal voor de constructie van dat gebouw minimaal. Bovendien komt slechts 5% van

het totale energieverbruik van alle bouwmaterialen voor het gebouw voor rekening van de productie van het staal. Dit aandeel kan in de toekomst nog lager uitvallen door innovaties in de staalproductie. Rekening houden met het energiever-

bruik van de staalproductie bij het ontwerpen van een gebouw is dan ook weinig zinvol. Meer positief milieueffect sorteert het beperken van de (benodigde) hoeveelheid (primaire) grondstoffen, de emissies en de hoeveelheid bouw- en sloopafval.





### Flexibiliteit

Hoe langer een bouwdeel meegaat, over een des te langere tijd wordt de materiaalgebonden milieubelasting 'afgeschreven'. Verlengen van de gebruikperiode kan dus milieuwinst opleveren. De voorwaarde voor een lange economische levensduur van een gebouw is wel dat het gebouw kan reageren en anticiperen op nieuw gebruik of nieuwe technische ontwikkelingen.

Anders kan het voordeliger worden een gebouw te slopen en te vervangen.

Nu zijn de ontwikkelingen in functionaliteit,

vormgeving en constructies van gebouwen natuurlijk lastig te voorspellen. Maar dat er veel zal veranderen, staat vast. Zeker de klimaatscheidende constructies (gevels) staat een stormachtige ontwikkeling te wachten, gezien de innovaties op bouwfysisch gebied: van natuurlijke ventilatie tot en met lagetemperatuurverwarming en opslag van warmte en kou in de bodem.

De sleutel tot een lange economische levensduur is vooralsnog flexibiliteit: de eenvoudige indeelbaarheid én aanpas-

baarheid van ruimtelijke indeling (binnenwanden, vloeren), gevels en en installatietechniek; op elk gewenst moment. De mate van flexibiliteit ligt grotendeels vast met het ontwerp van de draagconstructie. Aangezien de benodigde flexibiliteit over de gehele levensduur van een gebouw bij het ontwerp vaak nog moeilijk is vast te stellen, is de beste strategie om in het begin zoveel mogelijk opties open te houden. Hiervoor biedt een skeletvormige stalen draagconstructie de best denkbare uitgangspositie.

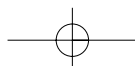


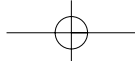
De flexibiliteit is aanzienlijk te vergroten met grote kolomvrije overspanningen, een ruime verdiepinghoogte en 'balkloze' vloeren, zoals vloeren waarin de stalen liggers geheel of grotendeels zijn opgenomen (geïntegreerde liggers). Dit alles bij voorkeur in combinatie met een flexibel ruimtelijk- en installatietechnisch-concept.



Voor een optimale verhuurbaarheid over een lange periode kozen de projectpartners van de Kennedytoren in Eindhoven al in de vroegste ontwerpfasen voor een skeletvormige stalen draagconstructie met staalplaatbetonvloeren.

De lichte, dunne vloeren faciliteren de indelingsmogelijkheden van de kantoorverdiepingen, zoals voorzien in het ontwerp: van open kantoortuin tot traditionele cellenkantoren aan gangen. Door de vloeren onderling te koppelen, zijn vloervelden tot zo'n 1.700 m<sup>2</sup> te maken. Ook verticale aanpassingen behoren tot de opties: zo zijn enkele liggers en platen uit de vloer te verwijderen voor bijvoorbeeld een extra trappenhuis in het gebouw.

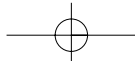


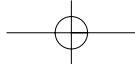


De gevels van het Breitner Center in Amsterdam zijn in de toekomst geheel of gedeeltelijk te vervangen bij gebruiks- of functiewijziging. De gevels zijn opgebouwd uit volledig geprefabriceerde elementen. De elementen zijn met de kraan ingehesen en vanbinnenuit gemonteerd op een staalprofiel langs de vloerrand. Dit profiel loopt tussen de gevelkolommen die 7,2 m h.o.h. staan. De maatvastheid van de staalconstructie bleek al tijdens de uitvoering: de afbouw was al aan de gang terwijl bovenliggende verdiepingen nog in de ruwbouwfase verkeerden.



De plattegronden van het kantoorgebouw van architectenbureau Cepezed in Delft zijn gemakkelijk opnieuw in te delen, dankzij het slanke staalskelet met grote kolomvrije overspanningen en de integratie van liggers én leidingen in de verdiepingvloeren. De geringe vloerdikte (300 mm) reduceerde de bruto verdiepinghoogte. Hierdoor was het mogelijk om binnen de toegestane bouwhoogte van 15 m vijf in plaats van vier lagen te bouwen. De verdiepingvloeren zijn IDES-vloeren: cassettes van dunne staalplaat die op de verbrede onderflens van de stalen ligger rusten. Dwars op de cassettes ligt een geprofileerde staalplaat met een dekvloer op verende strips om het contactgeluid te beperken.





ArchipelOntwerpers bepleit een alternatieve benadering van optoppen: luchtgebonden bouwen. De vele platte daken van bestaande gebouwen bieden een maaiveld aan mogelijkheden voor een variatie aan dakwoningen.

### Optoppen

Een andere benadering om de levensduur van een gebouw te verlengen is 'optoppen': het toevoegen van één of meer lagen bovenop een bestaand gebouw. Deze toevoeging kan het functioneel programma verrijken, de uitstraling verbeteren of voorzieningen zoals een (extra) lift rendabel maken. Uiteindelijk is de verhuur- en verkoopbaarheid van het gehele gebouw hierbij gebaat.

Voor optoppen lenen zich als regel alleen lichte constructies. Een lichte constructie beperkt immers de extra belastingen op het gebouw en voorkomt kostbare versterkingen van bestaande constructie en fundering. Bij uitstek geschikt voor optoppen zijn staalskeletbouw, staalframebouw of combinaties van beide. Een staalskelet is een ruimtelijke constructie van lijnvormige

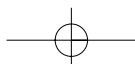
elementen, gemaakt van warmgewalste profielen. Dit zelfstandig stabiele 'geraamte' is naar keuze in te vullen met vloeren en wanden.

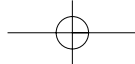
Een staalframe bestaat uit 'plattere', vlakvormige elementen. De frames van koudgeformde, dunwandige C- en U-profielen worden doorgaans in de fabriek gevuld met isolatiemateriaal en aan beide zijden bekleed met plaatmateriaal. Hierdoor ontstaan complete, stabiele panelen voor wanden, gevels en daken.

Het optoppen met staal neemt de laatste jaren aanzienlijk toe, vooral in het kader van stedelijke vernieuwing. Hierbij wordt het optoppen dikwijls gecombineerd met groot onderhoud, nieuwbouw óf renovatiemethoden als invoegen, uitplinten en samenvoegen.

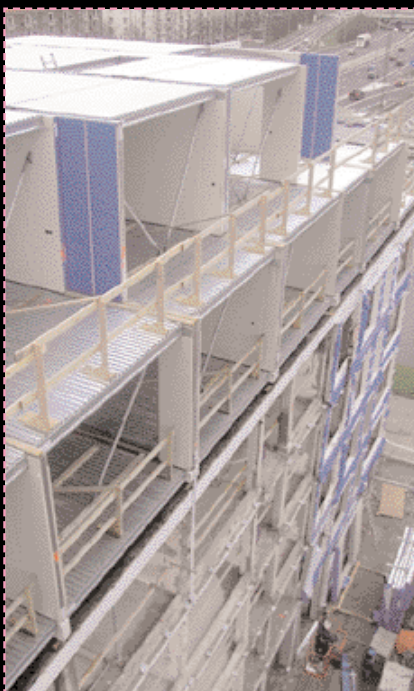
### Milieueffecten

Eén milieueffect van optoppen ligt voor de hand: het oorspronkelijke gebouw wordt behouden voor sloop en daarmee wordt afval voorkomen. Andere effecten reiken verder dan het hergebruik van bestaande bebouwing. Zo is optoppen een vorm van intensief ruimtegebruik. Optoppen maakt geen aanspraak op toch al schaarse bouwgrond, het gebruikt het dak als 'tweede maaiveld'. Bovendien bieden de nieuwe bouwlagen, al of niet in contrast met hun gerevitaliseerde onderbouw, een toegevoegde waarde op stedelijk niveau. Buurt, wijk en stad worden óf blijven aantrekkelijke vestigingsplaatsen voor bewoners en bedrijven.

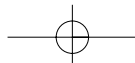




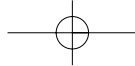
In het 100 jaar oude gebouw Schuttersveld in Delft zijn met staalframebouw 104 luxe appartementen ingevoegd, zowel óp de dakvloer als tussen de verdiepingvloeren. Door de beperkte dikte van het vloerpakket waren in één bestaande ruimte twee nieuwe woonlagen mogelijk. Door de wanddikten en hart op hart afstand van de profielen te variëren, zijn diverse overspanningen (tot 7 m) gemaakt voor verschillende woonplattegronden. Alle leidingen zijn in de staalframes weggewerkt.



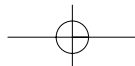
Aan woongebouw De Leeuw van Vlaanderen in Amsterdam zijn twee verdiepingen in staalframebouw én liften toegevoegd. Ook is het gebouw aan de snelwegzijde 'geluiddicht ingepakt' door plaatsing van een extra glazen vliesgevel. De buitenruimten van de woningen zijn verplaatst naar de autoluwe zijde van het gebouw.







Naast optoppen is staal ook geschikt voor andere vormen van intensief ruimtegebruik. Met karakteristieken als een gering eigen gewicht, maatvastheid, kleinschaligheid, sterkte en stijfheid leent staal zich voor onder meer het overbouwen van bestaande infrastructuur en het 'vullen van gaten' in de straatwand (v.l.n.r.: Kantoorgebouw Equinox Den Haag, Hotel De Compagnie Amsterdam, Bruggebouw Zuid Amsterdam, Woonhuis Herengracht Amsterdam.)

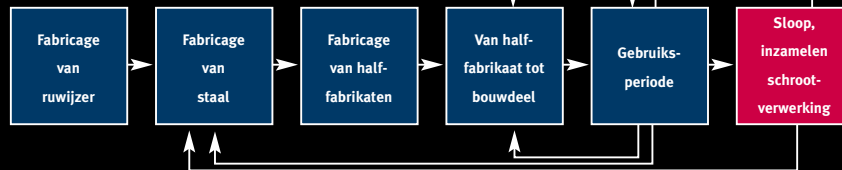


## Sloop, afval en hergebruik

Staal wordt voor ongeveer 95% gerecycled, wat nog zal toenemen tot nagenoeg 100%. Daarmee voldoet staal al ruimschoots aan de doelstelling van de overheid, volgens het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM): 90% van alle bouw- en sloopafval hergebruiken, op een volume van ruim 15 miljoen ton.

Niet alleen de hoeveelheid hergebruik is belangrijk, maar vooral ook de manier waarop. Hergebruik in een laagwaardige toepassing kent op termijn zijn grenzen. Dit geldt voor een groot deel van het steenachtige bouw- en sloopafval dat wordt hergebruikt als funderings- en ophoogmateriaal.

Alleen hergebruik op een gelijkwaardig of zelfs hoger niveau dan het oorspronkelijk gebruik kan uiteindelijk echt duurzaam zijn. Stalen draagconstructies lenen zich voor



hoogwaardig hergebruik op drie niveaus:

- hergebruik van het gebouw als geheel;
- hergebruik van de bouwdelen;
- hergebruik van het materiaal.

### Hergebruik van constructies

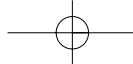
Hergebruik op gebouwniveau is de meest effectieve vorm van hergebruik, omdat er aan de bouwdeelen weinig hoeft te gebeuren. De milieubelasting is evenredig laag.

Een staalskelet biedt ruime mogelijkheden om materiaalexteensief en dus milieubewust te ontwerpen en bouwen, door een hoge mate van flexibiliteit. Dat geeft het gebouw

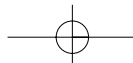
een aanzienlijk grotere kans op een tweede leven. Door bijvoorbeeld de functie te veranderen van woningen naar kantoren of omgekeerd, als de markt vraagt wijzigt. Of de gevel te vervangen als de bouwfysische of architectonische eisen veranderen. De voorwaarden voor een tweede leven zijn vooral grote kolomvrije overspanningen, een ruime verdiepingshoogte, 'balkloze' vloeren (met bijvoorbeeld geïntegreerde stalen liggers) en eventueel enige reserve in het draagvermogen. Hergebruik van constructies is op te vatten als 'verlenging van de gebruiksperiode', die in de vorige paragraaf uitgebreid is toegelicht.

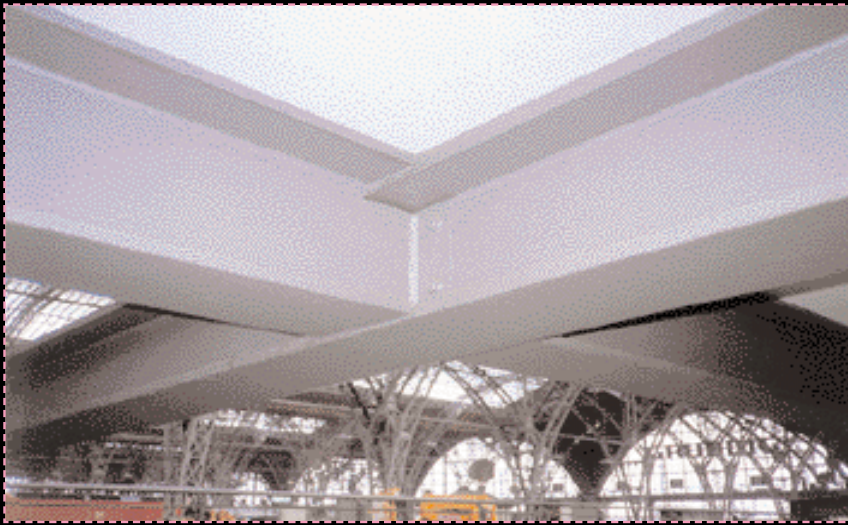
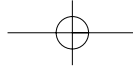


Mede dankzij het bestaande staalskelet met betonnen vloeren doet het voormalige schakelstation 25 KV in Rotterdam nu dienst als bedrijfsverzamelgebouw. De robuuste draagconstructie uit de jaren '50 van de vorige eeuw is vrijwel zonder aanpassingen hergebruikt. Alleen de oude voorgevel heeft plaats gemaakt voor een nieuwe façade van staal en glas, op ruime afstand van de glaspuien van de kantoorruimten. Hierdoor ontstond een gebouwhoog atrium voor ontmoeting en ontsluiting van de kantoren.



De stalen draagconstructie uit 1965 bleek sterk genoeg om het rijksgebouw Transitorium in Den Haag een 'tweede leven' te geven. De oude constructie is midden jaren '90 verhoogd met twee enorme stalen puntaken, die plaats bieden aan nieuwe klimaatinstallaties. Om de hogere belastingen op te nemen, zijn slechts enkele kolommen met hoekstalen verstevigd. Ook zijn de gevels vervangen, binnenwanden verwijderd en serres toegevoegd om de verdiepingen rondom de gebouwkern 2,5 m breder te maken. Onder de naam 'Castalia' biedt het gebouw nu onderkomen aan het ministerie van VWS.





### Hergebruik van bouwdelen

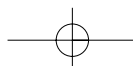
Na demontage van een staalskelet kunnen veel bouwdelen in een ander gebouw opnieuw worden toegepast. Ongeveer 50% van al het profielstaal dat bij sloop vrijkomt wordt als tweedehands profiel verhandeld en hergebruikt. Meestal worden de profiel-einden waaraan voetplaten zijn gelast eerst afgezaagd.

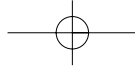
Hergebruik op bouwdeelniveau is mogelijk doordat profielen bij demontage vrijwel intact uit de staalconstructie kunnen worden gehaald, door bouten te lossen of lassen door te slijpen. Demontabel bouwen levert een substantiële reductie van de grondstofbehoefte en de hoeveelheid sloopafval.

Het demonteren van een staalskelet heeft weinig gevolgen voor het milieu. Doordat de verbindingen eenvoudig zijn te demonteren gaat de demontage snel, met relatief weinig geluidhinder en stofvorming. Door het lichte gewicht en het kleine volume van de onderdelen leveren het sorteren en de handling weinig hinder op. Ook zijn er weinig transporten nodig.



Na ruim 80 jaar als opslagplaats voor cacao- en koffiebonen is de Braziliëloods een eigentijds winkelcentrum geworden. Dankzij het staalskelet met demontabele verbindingen. Eind jaren '90 is de staalconstructie geheel gedemonteerd. Daarna zijn de onderdelen opnieuw geconserveerd en gebruikt voor de wederopbouw op dezelfde plaats aan de Oostelijke Handelskade in Amsterdam.





Canadees onderzoek toont aan dat de sloopkosten van een stalen gebouw ongeveer gelijk zijn aan de schrootopbrengst<sup>1</sup>. De prijs van staalschroot is momenteel op een dusdanig hoog niveau dat fabriekspanden op het Corus-terrein die al jaren niet meer gebruikt worden, vanwege de economische voordelen gesloopt worden en ingezet in het eigen productieproces van staal.

### Hergebruik van materiaal

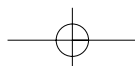
Staal wordt gerecycled zonder kwaliteitsverlies ('downgrading'). Het nieuwe materiaal kan zelfs een betere kwaliteit hebben dan oorspronkelijk. Het aantal malen dat staal kan worden gerecycled is onbeperkt. Het kan telkens opnieuw de kringloop in.

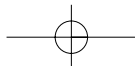
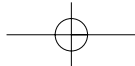
Sinds het gebruik van staal in de vorige eeuw bestaat er een markt voor staalschroot. Een belangrijke reden hiervoor is dat het een hoge handelswaarde heeft doordat het kan worden gebruikt voor de productie van 'nieuw' staal.

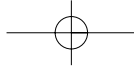
Er bestaat dan ook sinds jaar en dag een efficiënt werkende inzamelingsstructuur en een schrootverwerkende industrie. Deze bedrijven sorteren en bewerken indien nodig het ingezamelde schroot voordat ze het aan de staalproducerende bedrijven leveren. Ook verzinkt staal kan tegenwoordig goed worden gerecycled, waarbij het zink volledig wordt gescheiden van het staal. Het Duitse elektrostaalbedrijf Benteler begon daar als eerste mee in de jaren negentig. Dit bedrijf heeft naast haar elektro-ovens zinkopwerkingsfabrieken gebouwd. Intussen doen ook andere bedrijven dat op grote schaal en worden er nieuwe scheidingstechnieken ontwikkeld.



<sup>1</sup> Bron: S. Boulanger, D. MacKinnon, 'Recovery strategies to bypass the grave', Advantage Steel, Summer 2004, p. 19.







### Meer weten?

Bij Bouwen met Staal kunnen opdrachtgevers, architecten, milieu-adviseurs en andere belangstellenden terecht voor meer informatie over de milieu-aspecten van het toepassen van staal.

### Milieu-relevante informatie

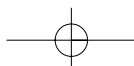
- ▶ INTRON en IVAM Environmental research *MRPI blad Constructiestaal* Bouwen met Staal, Zoetermeer, 14 juli 2003
- ▶ IISI (International Iron and Steel Institute) *The measure of our sustainability* IISI, Brussel, 2004
- ▶ W.H. Verburg en P.F. van Deelen *Milieubewust ontwerpen met staal* brochure, Staalbouw Instituut, Rotterdam, 1998
- ▶ W.H. Verburg *Milieusparend bouwen* Basisboek (Over)spannend staal, hoofdstuk 10, p. 157-166, Bouwen met Staal, Zoetermeer, 2004
- ▶ J.P.R. Meijer, R.R.J.H. Rouwette en A.F. Hamerlinck *Prestaties stalen bouwproducten in kaart gebracht* tijdschrift MilieuMagazine, nr. 7/8, p. 42-43, Kluwer, Deventer, juli/augustus 2004
- ▶ J.P.R. Meijer, R.R.J.H. Rouwette en A.F. Hamerlinck *Staal scoort met milieucijfers – MRPI van stalen bouwproducten* tijdschrift Bouwen met Staal, nr 175, p. 43-47, Bouwen met Staal, Zoetermeer, 2003
- ▶ E.J.D. Uittenbroek *Aluminiseren beschermt langdurig en effectief* tijdschrift Bouwen met Staal, nr 167, p. 40-43, Bouwen met Staal, Zoetermeer, 2002
- ▶ H. Fuchs *Duurzaam bouwen met staal* tijdschrift Bouwen met Staal, nr 166, p. 20-23, Bouwen met Staal, Zoetermeer, 2002
- ▶ P.F. van Deelen *Nieuwe kansen voor de staalbouw* tijdschrift Bouwen met Staal, nr 152, p. 46-49, Bouwen met Staal, Zoetermeer, 2000
- ▶ P.F. van Deelen *Staalframe-woningbouw op de weegschaal* tijdschrift Bouwen met Staal, nr 145, p. 36-39, Bouwen met Staal, Zoetermeer, 1998
- ▶ P.F. van Deelen *Milieukwaliteiten van staal komen in beeld* tijdschrift Bouwen met Staal, nr 141, p. 46-47, Bouwen met Staal, Zoetermeer, 1998

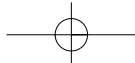
### Thematische informatie

De brochure Milieubewust bouwen met staal maakt deel uit van een serie thematische brochures van Bouwen met Staal.

De andere delen van deze serie zijn:

- ▶ P.F. van Deelen *Parkeren op of onder stalen bedrijfshallen* oktober 2005
- ▶ A.F. Hamerlinck, M. Pauw en A. Dolsma *Brandveilige hallenbouw met staal* april 2005
- ▶ P.F. van Deelen, S. Bron-van der Jagt, E. Gerretsen en M. Barendsz *Kansen voor lichte verdiepinggebouwen* oktober 2004
- ▶ Caroline Kruit en A. Dolsma *Verdiepingbouw in staal* april 2004
- ▶ P.F. van Deelen en A. Dolsma *Staaltes van woningen* maart 2004
- ▶ H. Evers, A.F. Hamerlinck en A. Dolsma *Kostenbewust bouwen met staal* april 2003
- ▶ A.F. Hamerlinck en A. Dolsma *Brandveilige verdiepingbouw met staal* oktober 2002





**bouwen met**  
**staal**

Boerhaavelaan 40  
2713 HX Zoetermeer  
Postbus 190  
2700 AD Zoetermeer  
tel. +31(0) 79 353 12 77  
fax +31(0) 79 353 12 78  
e-mail [info@bouwenmetstaal.nl](mailto:info@bouwenmetstaal.nl)  
internet [www.bouwenmetstaal.nl](http://www.bouwenmetstaal.nl)

