

THERMISCH VERZINKEN EN DUURZAAM BOUWEN

HANDLEIDING VOOR ARCHITECTEN



THERMISCH VERZINKEN EN
DUURZAAM BOUWEN

EEN HANDLEIDING VOOR ARCHITECTEN

DELEN	PAGINA
–	–
WOORD VOORAF	04
INLEIDING	05
EEN THERMISCH VERZINKT STAAL: EEN KENNISMAKING	08
TWEE THERMISCH VERZINKT STAAL GEBRUIKEN VOOR DUURZAAM BOUWEN	10
DRIE MILIEUASPECTEN VAN THERMISCH VERZINKT STAAL	14
VIER DE GRONDSTOF VOOR THERMISCH VERZINKEN: ZINK	18
VIJF DUURZAAM BOUWEN: EEN TOELICHTING	24
ZES CASESTUDY'S	32
REFERENTIES	39
VERKLARENDE WOORDENLIJST / AFKORTINGEN	40
WIJ BEDANKEN	41

WOORD VOORAF

—

Ik sta bekend als fervent voorvechter van groen en natuurlijk bouwen. Ik vind namelijk dat we in de bouw moeten streven naar beperking van het gebruik van hulpbronnen, veel grotere energie-efficiëntie en vermindering van verontreiniging, zowel binnen als buiten. Overigens ben ik niet zo naïef te denken dat het mogelijk is gebouwen te maken die geen vragen over het milieu oproepen. Door mijn werk met kalk en hennep is het nu mogelijk een hernieuwbaar plantaardig materiaal te gebruiken dat CO₂ opsluit in het ruwbouwmateriaal. Maar om dit materiaal te verkrijgen, moet kalk worden gewonnen uit groeven en moeten ovens verwarmd worden, wat energie kost. Isolatiemateriaal op basis van schapenwol of hennep vereist het gebruik van chemische vlamvertragers, en hout moet worden gekapt, verwerkt en vervoerd. Zelfs het groenste materiaal heeft wel een milieunadeel.

Daarom is het onze taak om materialen en producten met zorg te kiezen en al het mogelijke te doen om negatieve milieueffecten te minimaliseren. Mensen die in de branche werken, hebben de morele plicht hiermee aan de slag te gaan en naar vermogen hierin verder te verbeteren.

Het staat buiten kijf dat er op veel punten verbeteringen in de verzinkindustrie mogelijk zijn. Ik ben dan ook verheugd dat deze bedrijfstak zich bereid heeft verklaard over deze kwesties na te denken en zichzelf kritisch te bekijken om te zien of ze kan bijdragen aan oplossingen voor de zo urgente duurzaamheidsproblematiek.

Het verzinkingsprocédé bestaat al sinds het eind van de 19e eeuw en de bedrijfstak heeft het voordeel dat het verzinken van staal bepaalde duurzame kenmerken heeft, die we in deze handleiding nader zullen onderzoeken.

Ik hoop dat deze handleiding ons eraan zal herinneren dat verzinkt staal een groot aantal toepassingen heeft die een rol spelen in belangrijke aspecten van ons dagelijks leven en bovendien fraaie en spannende architectuur hebben opgeleverd.

Goede informatie is een belangrijke basis voor het maken van milieubeleid. Tenzij de uitdaging van onze 'mondiale voetafdruk' in de zeer nabije toekomst op radicale wijze wordt aangenomen, zullen veel van deze discussies puur academisch blijken, omdat het dan al te laat zal zijn om de schade te herstellen. Laten we hopen dat de bouwbranche en individuele burgers de handschoen zullen opnemen.

Tom Woolley
Maart 2008

INLEIDING

DEZE HANDLEIDING HEEFT TOT DOEL ARCHITECTEN, BOUWKUNDIGEN EN HUN KLANTEN INZICHT TE GEVEN IN MANIEREN WAAROP ZE THERMISCH VERZINKT STAAL KUNNEN GEBRUIKEN IN DUURZAME BOUWPROJECTEN.



Dit is geen reclamefolder, maar het resultaat van een onderzoek waarbij een aantal onafhankelijke deskundigen uit verschillende Europese landen waren betrokken en dat heeft geput uit wetenschappelijke onderzoeken naar de invloed van thermisch verzinkte en alternatieve producten op het milieu. We hebben geprobeerd zo eerlijk en open mogelijk te zijn, zodat lezers zelf hun conclusies kunnen trekken uit de hier gepresenteerde informatie. Onze opvatting is dat alle fabrikanten en leveranciers van bouwmaterialen voor nauwkeurige milieugegevens moeten zorgen.

Idealiter zou hiervoor een standaardformaat moeten worden ontwikkeld, dat een eerlijke vergelijking tussen verschillende opties mogelijk maakt. Momenteel hanteert de bouwsector geen overeengekomen systeem van milieuproductverklaringen, met een uniforme werkwijze. Hierdoor bestaat er veel onduidelijkheid over de invloed van verschillende producten op het milieu.

In dit document worden de meest recente beleidsinitiatieven besproken, evenals hun invloed op materiaal- en productspecificaties.

Op Europees niveau worden stappen gezet richting meer harmonisatie. Ook deze stappen worden besproken. Het is schering en inslag dat fabrikanten en leveranciers hun producten 'duurzaam' noemen, terwijl er nog geen algemeen aanvaarde definitie van duurzaamheid is. Wel wordt de definitie van Brundtland vaak geciteerd:

Het Rapport Brundtland van de Wereldcommissie voor Milieu en Ontwikkeling definieert duurzame ontwikkeling als volgt: „De mensheid heeft het vermogen te voorzien in de behoeften van vandaag zonder daarbij toekomstige generaties de mogelijkheid te ontnemen in hun behoeften te voorzien.” (WCED 1987)

Deze uitspraak wordt veelvuldig gebruikt ter onderbouwing van vrijwel elk voorstel, van het begraven van nucleair afval tot het winnen van olie op de Noordpool, en heeft daardoor sterk aan kracht ingeboet. Maar mits juist geïnterpreteerd, is de uitspraak een uitstekende maatstaf voor het beoordelen van bijna elke menselijke activiteit. Voor de bouwsector impliceert de uitspraak dat we uiterst voorzichtig moeten omspringen met schaarse hulpbronnen die niet hernieuwbaar zijn, en dat alles wat we maken, lang moet meegaan of recycleerbaar moet zijn, zodat het opnieuw kan worden gebruikt. Daarnaast moet het gebruik van fossiele brandstoffen tot een minimum worden beperkt en milieuverontreiniging sterk aan banden worden gelegd.

Er mogen geen giftige stoffen vrijkomen die de volksgezondheid negatief kunnen beïnvloeden en de normale dagelijkse menselijke activiteiten mogen niet worden ontwricht. Voor sommige mensen lijkt het gebruik van staal en zink misschien niet te rechtvaardigen als je het principe van Brundtland strikt toepast.

Maar de mensheid kan geen voorspoed bereiken door simpelweg elke activiteit te vermijden en niets te doen. De wereld kampt met enorme honger- en armoedeproblemen en met een tekort aan goede infrastructuur die bescherming kan bieden tegen natuurrampen zoals overstromingen en aardbevingen. Duurzame ontwikkeling betekent dat deze problemen worden aangepakt zonder dat de planeet schade wordt berokkend en zonder zelfzuchtig de natuurlijke hulpbronnen te verbruiken, zodat onze kinderen en kleinkinderen met lege handen staan.

Deze problemen zijn zo enorm dat radicale maatregelen nodig zijn om ze op te lossen. In hoogontwikkelde landen zijn we zelfgenoegzaam en gaan we ervan uit dat al onze behoeften direct bevredigd worden. Dit leidt ertoe dat natuurlijke hulpbronnen niet duurzaam worden gebruikt en het westen veel meer consumeert dan waarop het getalsmatig recht heeft.



Effectmetingen

Eén manier om de milieueffecten van een activiteit te meten, is de methode van de 'ecologische voetafdruk'. Hierbij wordt gemeten hoeveel land en hulpbronnen nodig zijn voor een bepaalde activiteit. Volgens de Levende Planeet Index van het Wereldnatuurfonds van 2004 is sinds 1972 ruim een derde deel van de natuurlijke rijkdommen van de aarde verdwenen. Dit geldt bijvoorbeeld voor onze diersoorten, bossen, rivieren en zeeën. Maatregelen om de vernietiging een halt toe te roepen en de door de mens aangerichte schade ongedaan te maken, zijn hard nodig en kunnen niet worden afgedaan door gewoon door te gaan alsof er niets aan de hand is (<http://www.wwf.org>)

We moeten dus van elke vorm van menselijke en industriële activiteit de milieueffecten en ecologische voetafdruk meten. Dit betekent niet dat we weer als holbewoners moeten gaan leven en een armzalig bestaan van het land bijeen moeten schrapen, maar wel dat we een eind moeten maken aan allerlei onnodige en verspillende activiteiten die gewoon zijn in onze moderne cultuur. Voor activiteiten zoals het bouwen zullen we materialen met een lage milieubelasting moeten gaan gebruiken, of hernieuwbare materialen die de CO₂ - uitstoot van de productie van andere materialen kunnen compenseren. Glas is een goed voorbeeld van een materiaal dat een belangrijke rol kan spelen in duurzame gebouwen, omdat het bij een goed ontwerp zonne-energie kan absorberen en omdat het voor natuurlijk daglicht zorgt, waardoor er minder energie voor kunstlicht nodig is. Aan de andere kant vereist de fabricage van glas veel energie, ook al wordt het vervaardigd van een grondstof die overal voorhanden is.

Het is vrijwel onmogelijk gebouwen te bouwen of renoveren zonder dat dit invloed heeft op het milieu. Er wordt veel gesproken over zogenaamde 'zero-carbon'-gebouwen, maar zonder grondstoffen en energie kunnen zulke gebouwen toch echt niet gebouwd worden. In de meeste gevallen zijn deze grondstoffen niet-hernieuwbaar. Ze kunnen dus niet worden vervangen. De maatschappij moet op basis van goede informatie een beslissing nemen over hoe zulke niet-hernieuwbare grondstoffen ingezet moeten worden. We moeten steeds efficiënter met grondstoffen leren omgaan en ons steeds meer verantwoordelijk gaan voelen voor de bescherming van onze planeet tegen vervuiling en verspilling. Nu energie uit fossiele brandstoffen steeds schaarser en duurder wordt, moeten we alternatieve energiebronnen zien te vinden en de beperkte fossiele energie gebruiken om materialen en producten te maken die werkelijk duurzaam zijn, in die zin dat ze lang meegaan en tot ver in de toekomst in onze behoeften kunnen voorzien.

Gebruik van staal

Staal is een essentieel en noodzakelijk onderdeel van de moderne bouwpraktijk. Dit geldt voor zowel gebouwen als transportsystemen. Weliswaar kunnen in sommige toepassingen in plaats van staal andere materialen worden gebruikt, zoals beton of hout, maar om een aantal redenen verdient staal toch vaak de voorkeur. Een belangrijke reden is dat staal kan worden gerecycled en telkens opnieuw worden gebruikt, zodat er minder nieuwe grondstoffen hoeven worden verbruikt. Helaas kan staal gaan roesten wanneer het wordt blootgesteld aan de elementen. Daarom moet het worden beschermd door een organische coating aan te brengen, door een legering te gebruiken (bijv. roestvast staal) of door het staal thermisch te verzinken. Zolang de moderne maatschappij staal blijft gebruiken in gebouwen en infrastructuur, moet het worden beschermd om te zorgen dat het duurzaam is.

Verzinkt staal is zo gewoon in onze omgeving dat het ons nauwelijks meer opvalt. Maar het is nuttig om meer informatie te geven over hoe het verzinken in zijn werk gaat, hoe verzinkt staal wordt toegepast en welke inspanningen zijn geleverd om inzicht te krijgen in de milieueffecten van verzinkt staal en om deze effecten te beperken. Als het gaat om duurzaam bouwen, kunnen we niet om glas heen. Op dezelfde manier zal ook het gebruik van staal gemeengoed worden. Maar het gebruik van staal moet worden gerechtvaardigd in termen van wat er is gedaan om eventuele negatieve invloeden op het milieu te beperken.

Hiervoor zal elk aspect van staal grondig moeten worden onderzocht, van de winning van ijzererts tot het transport, het smelten, het verwerken en het recyclen.

Deze handleiding houdt zich bezig met één aspect van staal: bescherming tegen corrosie door middel van verzinking. Voor verzinken is een ander metaal nodig, namelijk zink. Ook dit zink moet worden gewonnen, bewerkt en getransporteerd. We zullen dus moeten onderzoeken of verzinken vanuit milieuoogpunt de beste optie is om staal te beschermen tegen corrosie.

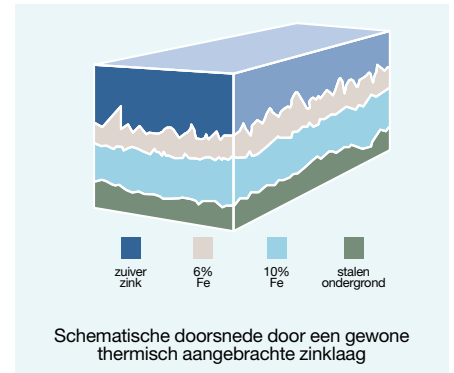
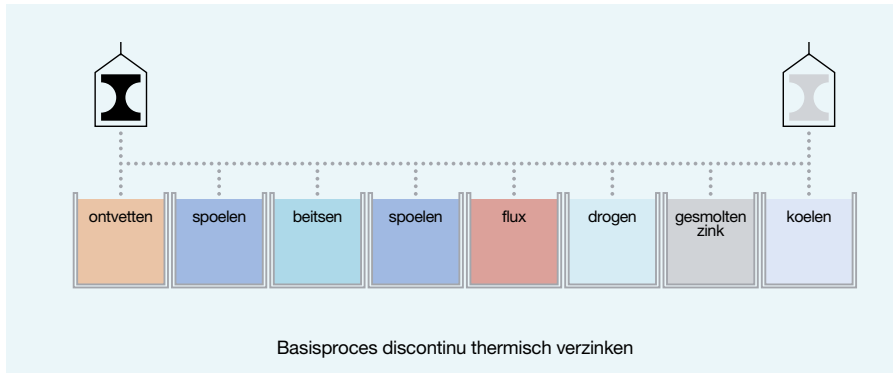


EEN BRUG TE VER

De brug bij Maosi over de Rivier de Po
(zie voor details pagina 45)

DEEL EEN

TITEL THERMISCH VERZINKT STAAL: EEN KENNISMAKING



Thermisch verzinkt staal is overal om ons heen en speelt een belangrijke rol in ons dagelijks leven. Het wordt gebruikt in de bouw, in het openbaar vervoer, in de landbouw, bij energietransport en op alle plaatsen waar goede corrosiewering en een lange levensduur van essentieel belang zijn. Het helpt bijvoorbeeld bij het verlichten van onze straten en wegen (lichtmasten) en bij de stroomvoorziening voor onze woningen, ziekenhuizen en kantoren (hoogspanningsmasten). En zo zijn er nog tal van andere belangrijke bedrijfstakken die gebruik maken van thermisch verzinken.

In Europa wordt een groot deel van het verzinkte staal gebruikt in de bouw. Maar verzinken is een zeer veelzijdig proces en artikelen variërend van moeren en bouten tot grote bouwonderdelen kunnen ermee worden beschermd.

Thermisch verzinken is een bewerkingsproces voor staal, waarbij aan het staal een laag zink wordt gehecht om te voorkomen dat het gaat roesten. In het verzinkproces worden schoongemaakte ijzeren of stalen componenten in gesmolten zink gedompeld (Gewoonlijk bij een temperatuur rond de 450°C). Door een metallurgische reactie tussen het ijzer en het zink vormen zich dan enkele lagen zink-ijzerlegering, waardoor een sterke binding ontstaat tussen het staal en de zinklaag. In de meeste gevallen duurt de onderdompeling vier of vijf minuten, maar dit kan ook langer zijn wanneer het gaat om zware voorwerpen met een grote thermische traagheid of wanneer het zink in holle delen moet doordringen.

Wanneer het voorwerp uit het zinkbad wordt gehaald, stolt gesmolten zink op de legeringslaag. Bij het afkoelen krijgt deze vaak de heldere glans die met verzinkte producten wordt geassocieerd. In werkelijkheid is er geen scherpe scheiding tussen staal en zink, maar een geleidelijke overgang via de reeks legeringslagen die voor de metallurgische binding zorgen. Condities in de verzinkerij, zoals temperatuur, vochtigheidsgraad en luchtkwaliteit, hebben geen invloed op de kwaliteit van de zo aangebrachte zinklaag.

Zink beschermt staal

Een van de belangrijkste eigenschappen van zink is zijn vermogen staal te beschermen tegen corrosie. De levensduur en duurzaamheid van staal worden sterk verbeterd wanneer het wordt voorzien van een zinklaag.

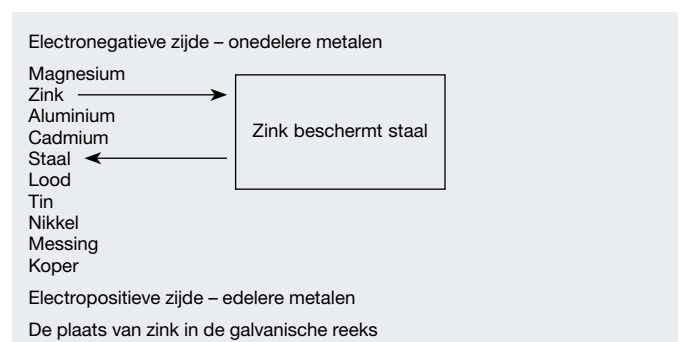
Geen enkel ander materiaal kan staal zo efficiënt en goedkoop beschermen. Wanneer staal niet beschermd wordt, zal het in bijna elke open omgeving gaan corroderen. Zinklagen stoppen het corrosieproces op twee manieren – ze vormen een fysieke barrière en bieden electrochemische bescherming.

Barrièrebescherming

Zinklagen vormen een ononderbroken, ondoordringbare metalen barrière die voorkomt dat er vocht en zuurstof bij het staal kan komen. Het zinken oppervlak reageert met de atmosfeer en vormt zo een compacte patina dat zich aan het oppervlak hecht en niet kan oplossen in regenwater. Normale laagdikten kunnen variëren van 45µm tot meer dan 200µm. Jarenlang onderzoek heeft uitgewezen dat de levensduur van deze barrièrebescherming in een evenredige verhouding staat tot de dikte van de zinklaag¹. Met andere woorden, bij verdubbeling van de laagdikte zal de levensduur van de laag ook tweemaal zo lang worden.

Electrochemische bescherming

Zink heeft tevens het vermogen staal electrochemisch of galvanisch te beschermen. Wanneer onbewerkt staal, bijvoorbeeld een rand of beschadigde plek, wordt blootgesteld aan vocht, vormt zich een galvanische cel. Het zink rond de beschadiging corrodeert dan eerder dan het staal en vormt corrosieproducten die neerslaan op het stalen oppervlak en dit beschermen. Bij beschadigingen vindt geen corrosie onder de zinkranden plaats.



THERMISCH VERZINKEN IS EEN UNIEKE METHODE OM STAAL TE BESCHERMEN MET ZINK

Zink wordt op grote schaal gebruikt in de bouw om staal te beschermen. Het wordt ook gebruikt in de vorm van gewalste plaat als dakbedekking en wandbekleding.

In deze handleiding worden de volgende zinktoepassingen beschreven:

- **Loonverzinken (ook wel 'stukverzinken' of 'discontinu verzinken' genoemd)**

is onderdompeling van stalen delen in een bad van gesmolten zink om een dikke, metallurgisch hechtende zinklaag te verkrijgen. Deze lagen hebben de langste levensduur en zijn bij uitstek geschikt voor buitenomgevingen, agressieve condities en toepassingen die een hoge duurzaamheid vereisen.

Er zijn nog veel meer methoden om staal te voorzien van een zinklaag. Het is van belang te begrijpen wat het verschil tussen deze methoden is – omdat de ene methode duurzamer is dan de andere en niet elke methode even geschikt is voor elke toepassing. In de bouw worden de volgende verzinkprocessen het meest gebruikt:

- **Continuverzinken**

is het proces waarbij in de staalfabriek een dunne zinklaag wordt aangebracht op dunne staalplaten of stalen strips. Deze platen of strips worden vervolgens gebruikt voor producten waarvan het staal na het aanbrengen van de laag nog moet worden gebogen of gevormd (bijv. wandbedekkingen, carrosserieën of wasmachines).

- **Schooperen of metalliseren**

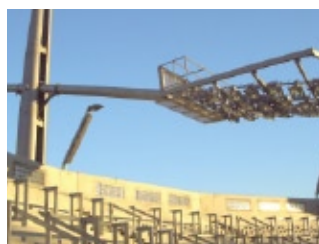
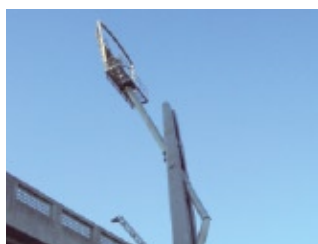
waarbij gesmolten druppeltjes zink uit een vlampistool, gevoed met zinkdraad of poeder, op een stalen oppervlak worden gespoten.

- **Elektrolytisch aangebrachte lagen (galvanisatie)**

zijn dunne lagen die worden aangebracht door middel van elektrolyse. Er vindt geen metallurgische hechting plaats tussen zink en staal. Gewoonlijk is deze laag alleen geschikt voor binnentoepassingen of toepassingen met een korte levensduur.

- **Gesherardiseerde stalen componenten**

zijn voorzien van een dunne laag zink-ijzerlegeringen die worden verkregen door in een trommel zinkpoeder met een temperatuur van $\pm 380^{\circ}\text{C}$ op het staal te laten inwerken.



DEEL TWEE

—

TITEL THERMISCH VERZINKT STAAL GEBRUIKEN VOOR DUURZAAM BOUWEN

—

Gebruikelijke waarden voor het thermisch verzinken van staal volgens NEN EN ISO 1461

Bruto energie	3,4 – 5,3 MJ
Globale opwarmingspotentiaal	0,1 – 0,33 kg CO ₂

Gebaseerd op beschikbare LCA-studies. Waarden zonder staalbijdragen en terugwinvoordeel.

Aandacht voor duurzaamheid van stalen constructies en componenten heeft grote consequenties voor milieu, economie en maatschappij. Sommige van deze consequenties zijn minder voor de hand liggend dan andere.

In verschillende landen is onderzoek gedaan naar de totale economische kosten van corrosie^{2,3}. In sommige gevallen schat men deze op wel 4% van het bruto nationaal product.

De duurzaamheid op lange termijn die thermisch verzinken biedt, wordt gerealiseerd ten koste van een relatief zeer lage belasting van het milieu in termen van energieverbruik en andere mondiaal relevante effecten, zeker in vergelijking met de energiewaarde van het staal dat erdoor wordt beschermd.

Een overzicht van beschikbare levenscyclusonderzoeken door Life Cycle Engineering (Turijn, Italië) levert de waarden op uit de bovenstaande tabel. Het bereik geeft variaties weer in typen staalcomponenten, geografische factoren en onderzoeksmethodologie.

Deze belastingen zijn gemeten op basis van de totale levenscyclus, van grondstofwinning tot aflevering bij de klant.

Op basis van deze kennis van de milieubelastingen van corrosiewering door middel van thermisch verzinken, kon een vergelijking worden gemaakt tussen de gevolgen van de verschillende corrosiewerende systemen.

Verskillende onderzoeken hebben uitgewezen dat periodiek onderhoudsverwerk van staalconstructies zeer belastend is voor economie en milieu⁴. Deze belastingen kunnen aanzienlijk worden beperkt door direct eenmalig te investeren in langdurige bescherming.

Gebrek aan aandacht voor optimale corrosiewering kan grote blijvende economische gevolgen hebben in de vorm van periodieke onderhoudskosten. In sociale woningbouwprojecten komen onderhoudskosten ten laste van de lokale autoriteiten. Bij openbare infrastructuurprojecten leidt het gebruik van verzinkt staal tot lagere onderhoudskosten, waardoor overheidsmiddelen vrijkomen voor andere doeleinden.

In dit deel laten we zien hoe verzinkt staal kan worden gebruikt om de duurzaamheid van bouwproducten en gebouwen te verhogen. In Deel 6 vindt u enkele uitgewerkte voorbeelden en casestudy's ter illustratie van het gebruik van LCA (levenscyclusevaluatie) om de milieueffecten van verschillende corrosiewerende systemen te bepalen.

GEBRUIK VAN VERZINKT STAAL LEIDT TOT LAGERE ONDERHOUDSKOSTEN EN MINDER BELASTING VOOR HET MILIEU



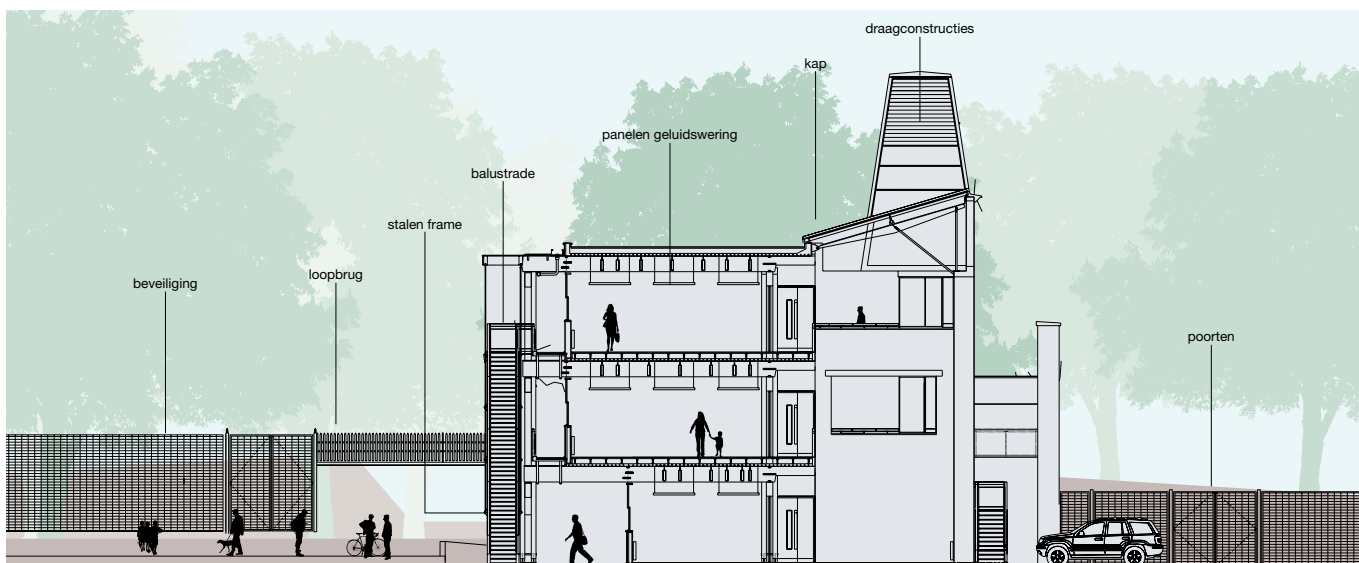
WISE-GEBOUW

In aanbouw in het Centrum voor Alternatieve Technologie, Powys, Wales.



ENERGIE-EFFICIËNTE WONINGEN

Woningen met innovatieve zonne-energievoorziening, Freiburg, Duitsland



DE BREDE TOEPASSING VAN VERZINKING

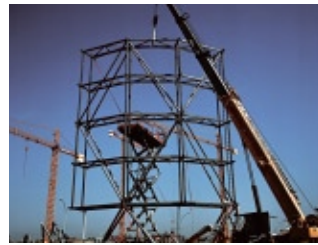
WAAR STAAL IS ZIJN VERZINKERIJEN NOOIT VER WEG

Er zijn meer dan 650 loonverzinkerijen in Europa – die elk een belangrijke bijdrage leveren aan de lokale economie en werkgelegenheid.

Verzinkerijen zijn gevestigd in de buurt van staalconstructiebedrijven om de economische en de milieubelasting van het transport zo laag mogelijk te houden. Kleinere klanten worden normaal gesproken bediend door een transportdienst die het werk van verschillende klanten in één transport verzamelt, naar de verzinkerij brengt en op dezelfde wijze ook terugbrengt. In veel gevallen worden verzinkt stalen producten rechtstreeks vanuit de verzinkerij naar de bouwplaats gebracht.



Deze kaart laat zien hoeveel verzinkerijen elk bij de EGGA aangesloten land telt.



ECOBOULEVARD VAN VALLECAS, MADRID

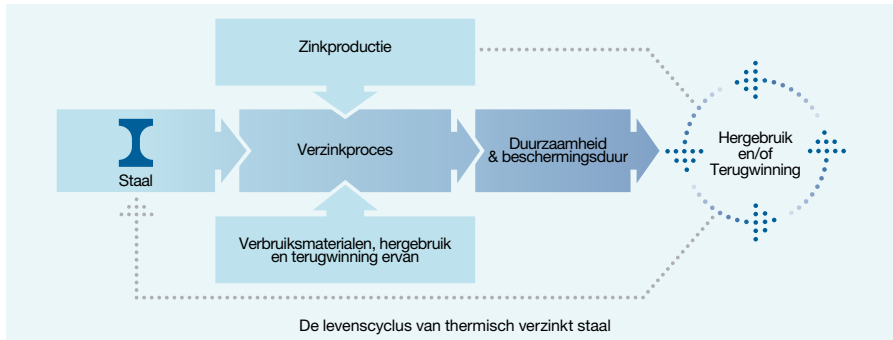
De Eco-boulevard van Vallecas werd geconcepieerd door Ecosistema Urbano (www.ecosistemaurbano.com) gebaseerd op drie benaderingen van een bestaande stadsruimte - de verdichting van bomen de reductie en asymmetrische verplaatsing van verkeersroutes en enkele andere oppervlakkige ingrepen tot herschikking van de bestaande situatie. Drie 'luchtbomen' werden geplaatst terwijl natuurlijke bomen de tijd hadden om te groeien. Ze werken op zonne-energie en rusten op een lichtgewicht, flexibele, thermisch verzinkte staalconstructie, die makkelijk ontmanteld en hergebruikt kan worden wanneer de revitalisering van deze publieksruimte niet nodig is.



HET EDEN PROJECT

Het Eden Project, een toonbeeld van wereldwijde diversiviteit, is de grootste plantenkas ter wereld gebouwd met thermisch verzinkte frames als lichtste en meest ecologisch verantwoorde oplossing.

TITEL
MILIEUASPECTEN VAN THERMISCH
VERZINKT STAAL



DISCONTINU VERZINKPROCES

Discontinuu thermisch verzinken wordt altijd fabrieksmatig gedaan. Alle fasen van het proces worden binnen uitgevoerd. Het ruwe staal wordt aangevoerd en het thermisch verzinkte product wordt afgevoerd. De meeste landen hebben een groot aantal dergelijke verzinkerijen, dus staal hoeft niet over grote afstanden te worden vervoerd. Zo blijven transportkosten en de belasting voor het milieu zo laag mogelijk. De belangrijkste grondstof voor het verzinkproces, zink, wordt uiterst efficiënt gebruikt. Na het dompelen komt zink dat zich niet aan het staal hecht, weer terecht in het bad. Zink, dat aan het badoppervlak oxideert, wordt in de vorm van as weggehaald en direct gerecycled (soms in de verzinkerij zelf). Hardzink, dat zich onder in het bad vormt, wordt periodiek weggehaald. Op de recyclingmarkt heeft hardzink een hoge marktwaarde.

ENERGIEVERBRUIK IN HET VERZINKPROCES

Er is energie nodig voor het verwarmen van het zinkbad. Deze energie wordt gewoonlijk geleverd door aardgas. In sommige landen worden zinkbaden verwarmd met elektriciteit of stookolie. Hoewel de verzinkindustrie niet tot de meest energie-intensieve industrietakken wordt gerekend, heeft zij grote inspanningen gedaan om het energieverbruik efficiënter te maken. In sommige landen, bijv. in Nederland, heeft de verzinkindustrie doelen gesteld voor energie-efficiëntie. Om deze doelen te realiseren, heeft zij verbetering van het energiebeheer en ontwikkeling van nieuwe technologie gestimuleerd.

Voorbeelden van dergelijke innovaties zijn:

- verbeterde brandertechnologie die energie-efficiënter is;
- efficiëntere deksels voor de zinkbaden (tijdens onderhoud of wanneer het bad buiten bedrijf is);
- meer gebruik van afvalwarmte voor het verwarmen van voorbehandelingsbaden of werkruimte.

EMISSIEBEHEERSING

Emissies binnen de verzinkerij worden zorgvuldig aan banden gelegd om onrust of problemen in de omliggende woonwijken te voorkomen. Verzinkerijen vallen onder de EU-richtlijn inzake de geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging (IPPC)⁵.

De bedrijfstak heeft in onderlinge samenwerking een BREF (referentiedocument voor de best beschikbare technieken) voor thermisch verzinken gepubliceerd. De belangrijkste eis die de BREF stelt, is dat niet-gevaarlijke deeltjes tijdens het dompelen moeten worden opgevangen en vervolgens uitgefilterd met behulp van wassers of buidelfilters.

REGENERATIE EN RECYCLING VAN BEHANDELVLOEISTOFFEN

Voorbehandelingsstappen in het proces zijn voornamelijk gericht op het reinigen van de stalen delen. Processtoffen, zoals zoutzuur en flux-oplossingen hebben stuk voor stuk belangrijke recycling- en/of regeneratietrajecten, bijvoorbeeld:

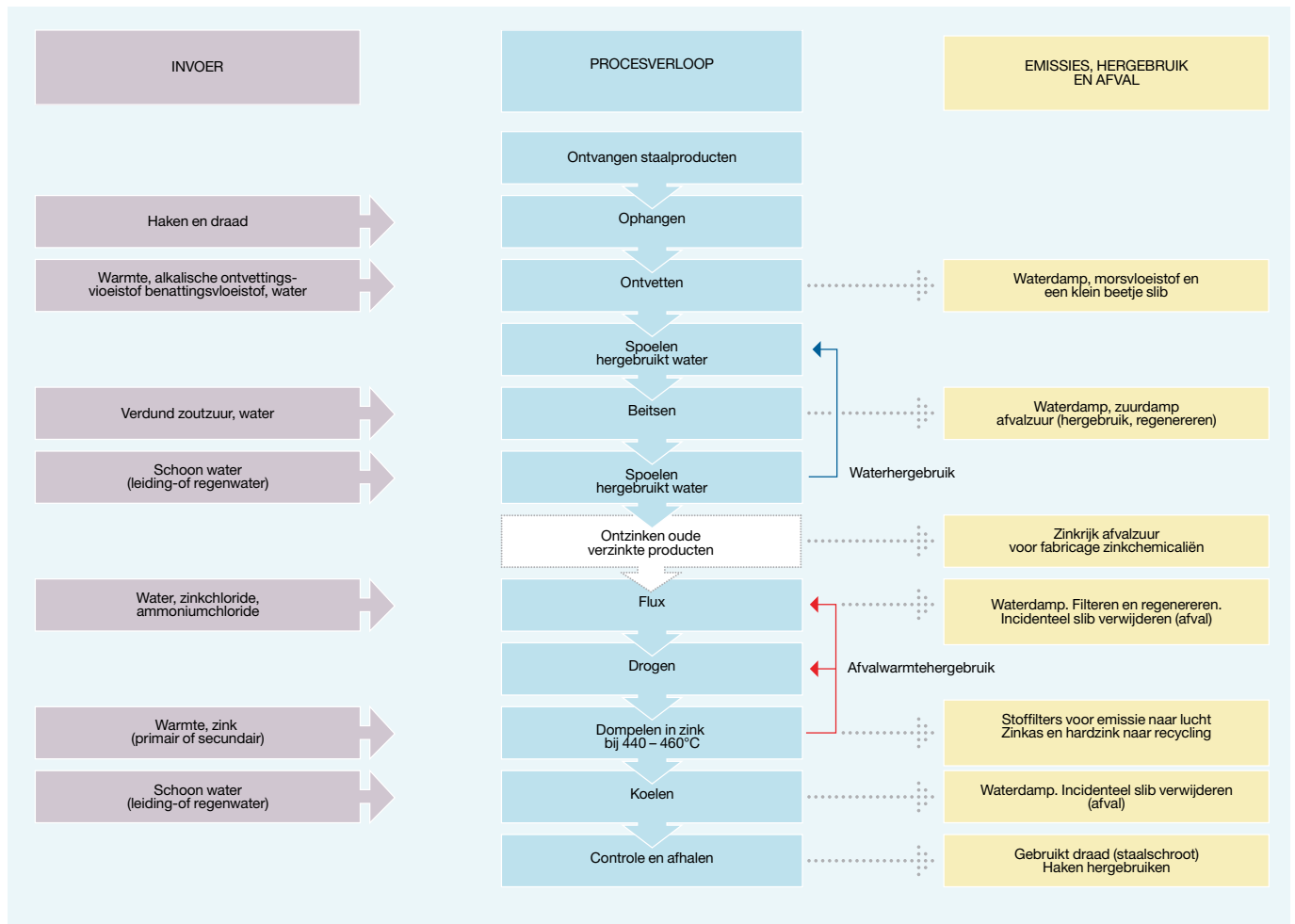
- Gebruikte zoutzuuroplossingen worden gebruikt voor de productie van ijzerchloride, dat bijv. weer wordt gebruikt voor het behandelen van stedelijk afvalwater. Veel bedrijven verwijderen ijzer en zink en recycleren geregenereerd zuur voor de eigen voorbehandelingsbaden.
- Verbeterde controle en onderhoud van fluxbaden betekent dat deze zelden bij het afval terechtkomen. Slechts kleine hoeveelheden bezinksel hoeven periodiek te worden verwijderd. In veel bedrijven wordt flux gerecycled in een gesloten kringloop.
- Er zijn biologische ontvetters ontwikkeld die functioneren bij omgevingstemperatuur en in zuurhoudende omgevingen.

WATERVERBRUIK

Thermische verzinkerijen verbruiken relatief weinig water in vergelijking met andere deklaagtechnologieën⁶. Het komt zelfs zeer zelden voor dat een verzinkerij afvalwater moet lozen. Al het geproduceerde afvalwater kan worden behandeld en weer in het proces worden ingebracht. Slechts kleine hoeveelheden stabiele vaste stoffen moeten extern worden verwijderd.

In enkele gevallen konden verzinkerijen zelfs helemaal afzien van het gebruik van leidingwater, door regenwater op te vangen. Regenwater kan worden opgevangen via goten en worden opgeslagen voor later gebruik.

PROCESVLOEISTOFFEN HEBBEN STUK VOOR STUK BELANGRIJKE RECYCLING - OF REGENERATIETRAJECTEN



HET VERZINKPROCES:

Invoer, uitstoot, afval en recyclingtrajecten



Er zijn slechts kleine hoeveelheden water nodig voor het vullen van spoeltanks en andere in het thermische verzinkproces gebruikte tanks. In sommige gevallen kan al het benodigde water worden verkregen door het opvangen van regenwater op het terrein van de verzinkerij. Het water wordt opgevangen in een stelsel van goten en opgeslagen voor later gebruik.



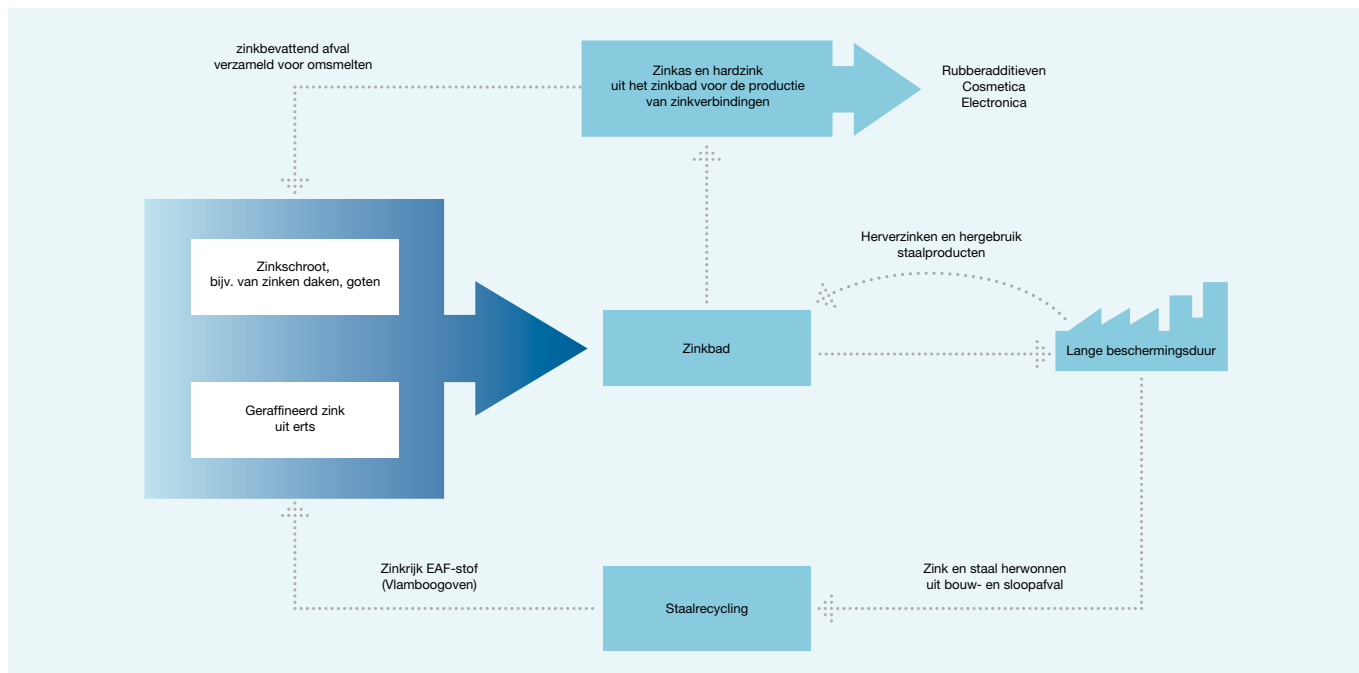
Het zinkas (ook schuim genoemd) en het hardzink, dat wordt geproduceerd in het zinkbad, kunnen volledig worden gerecycled, hetzij in de verzinkerij zelf hetzij in een gespecialiseerde recyclingfabriek. Sommige verzinkerijen hebben kleine ovens voor het terugwinnen van metallisch zink uit as dat overblijft na het verzinkproces. Dit zink kan direct opnieuw worden gebruikt in het zinkbad, zonder dat het de verzinkerij hoeft te verlaten.



Moderne verzinkovens zijn computergestuurd en uiterst efficiënt. Rooggassen worden ook gebruikt om voorbehandelingstanks te verwarmen, om het gereinigde staal te drogen vóór het in het zinkbad wordt gedompeld of om de werkruimte te verwarmen.



Een recent voorbeeld van verbeterde procesbeheersing en doelmatigheid is regeneratie van fluxvloeistof en zuren in het verzinkproces.



Trajecten van gerecycled zink in het verzinkproces en aan het eind van de levenscyclus.

GEBRUIK VAN GERECYCLED ZINK

Er zijn twee belangrijke zinkbronnen voor het verzinkproces:

- Primair (geraffineerd) zink wordt geproduceerd uit een mix van gewonnen erts en gerecycled materiaal. Men schat dat geraffineerd zink gemiddeld voor 10-15% uit gerecycled materiaal bestaat.
- Verzinkerijen zijn tevens belangrijke afnemers van omgesmolten zink – d.w.z. zinkschroot van bijvoorbeeld oude zinken daken dat is gereinigd en omgesmolten tot 'ingots' (gietblokken).

Het geraffineerde zink dat door verzinkerijen wordt gekocht, heeft dus een hoog gehalte gerecycled zink. Ook wordt vaak volledig gerecycled zink gekocht als aanvulling op geraffineerd zink.

Voor de productie van één kilogram geraffineerd zink (uit erts) is 50MJ energie nodig, hoewel slechts 20MJ van deze energie rechtstreeks voor de zinkproductie wordt gebruikt⁷. Voor de productie van secundair (omgesmolten) zink, dat voor het loonverzinken wordt gebruikt, is maar 2.5MJ nodig⁸.

RECYCLEN VAN RESTSTOFFEN

Al het zink dat tijdens het verzinkproces geen beschermende laag op het staal vormt, blijft achter in het zinkbad en kan gewoon weer gebruikt worden. Er gaat geen materiaal verloren, zoals vaak wel het geval is bij het opspuiten van andere soorten deklagen. Zinkas (gevormd door oxidatie van het zinkbadoppervlak) en hardzink (een mengsel van zink en ijzer dat zich ophoopt op de bodem van het zinkbad) worden volledig teruggewonnen. Al het zink in de ruwe as wordt direct gerecycled voor hergebruik, vaak in hetzelfde verzinkproces. Het fijne as en het hardzink worden verkocht voor de productie van zinkstof en zinkverbindingen voor allerlei toepassingen, zoals rubberadditieven, cosmetische producten en elektronica-componenten.

HERGEBRUIK VAN VERZINKT STAAL

Veel producten van verzinkt staal kunnen worden weggehaald, opnieuw verzinkt en weer teruggeplaatst. Dit gebeurt bijvoorbeeld vaak met vangrails tijdens routinewerkzaamheden aan snelwegen, zoals onderhoud en opnieuw asfalteren. Overbodige vangrails gaan terug naar een verzinkerij om opnieuw te worden verzinkt en worden vervolgens hergebruikt in soortgelijke toepassingen. Het zinkrijke zuur dat wordt geproduceerd wanneer de achtergebleven deklaag wordt verwijderd, kan worden gebruikt voor de fabricage van zinkverbindingen voor de chemische industrie.

RECYCLING VAN VERZINKT STAAL

Verzinkt staal kan samen met ander staalschroot eenvoudig worden gerecycled in het staalproductieproces. Zink vervliegt snel in het vlamboogovenproces (EAF). Het wordt daarna opgevangen. Het EAF-stof wordt vervolgens gerecycled in gespecialiseerde faciliteiten en vaak weer gebruikt voor de productie van primair zink. In 2006 produceerde de Europese staalindustrie (EU27) 1.290.750 ton EAF-stof, dat 296.872 ton zink bevatte (d.w.z. 23%). Van dit zink werd 93% (276.920 ton) gerecycled (bron: Gesellschaft für Bergbau, Metallurgie, Rohstoff- und Umwelttechnik, Duitsland)

Stalen producten hebben vaak een zeer lange levensduur. Zo zijn veel zeer oude stalen bruggen nog altijd in gebruik. Om die reden is er een tekort aan schroot en zal de gestage groei in infrastructuur moeten worden opgevangen door de primaire productie van ijzererts. Hetzelfde geldt voor veel andere metalen die worden gebruikt in toepassingen met een lange levensduur.

Staal is het meest gerecyclede constructiemateriaal ter wereld. Ongeveer 40% van de staalproductie is gebaseerd op gerecycled schroot.

Een zeer groot percentage van het staal dat is gebruikt in de bouw, wordt aan het eind van zijn levenscyclus gerecycled. Zo wordt in het Verenigd Koninkrijk 87% van alle bouwstaal gerecycled, 10% hergebruikt en eindigt slechts 3% bij het afval⁹.



DUURZAAMHEID EN BESCHERMINGSDUUR

Thermisch verzinken volgens de norm NEN EN ISO 1461 geeft de garantie dat een laag zink wordt aangebracht ter bescherming van staal. Dit is van belang om de beschermingsduur voor een langere periode veilig te stellen, met name in buitenomgevingen. Dunnere zinklagen hebben een kortere levensduur omdat er een evenredige verhouding bestaat tussen de levensduur van een zinklaag en de dikte ervan.

De weerstand van zink tegen corrosie wordt in de eerste plaats bepaald door het beschermende laagje (patina) dat zich op de oppervlakte ervan heeft gevormd. Voor atmosferische corrosie geldt dat verontreinigende stoffen in de atmosfeer de duurzaamheid van dit laagje beïnvloeden. De belangrijkste verontreinigende stof, die van invloed is op zink, is zwaveldioxide (SO_2). Het is dus vooral de aanwezigheid van SO_2 die bepalend is voor de atmosferische corrosiesnelheid van zink.

Uit tal van publicaties blijkt dat in de meeste landen SO_2 -niveaus in de atmosfeer aanzienlijk zijn gedaald in de afgelopen decennia. De verhouding tussen de duurzaamheid van zink en SO_2 -niveaus in de atmosfeer is voor Zweden duidelijk aangetoond. Vergelijkbare gegevens zijn vastgelegd voor andere landen ¹⁰.

Deze dalende trend en de betere prestaties van zink die daarvan het gevolg zijn, betekenen dat er een grotere rol is weggelegd voor verzinkt staal als het gaat om duurzame ontwikkeling. Zonder extra kosten kunnen immers duurzamere constructies worden gerealiseerd voor woningbouw, infrastructuur, transport en tal van andere toepassingen.

De corrosiesnelheid van zink ligt in de meeste Europese landen gemiddeld onder de $1\mu\text{m}$ per jaar. Dit betekent dat een gemiddelde zinklaag met een dikte van $85\mu\text{m}$ voor een onderhoudsvrije levensduur van vele tientallen jaren kan zorgen (zowel in plattelandsomgevingen als in stedelijke omgevingen) ¹¹.

In meer agressieve omgevingen kan constructiestaal worden voorzien van een dikkere laag, met een navenant langere levensduur, of worden beschermd met een organische coating (duplex-systeem).

DEEL VIER

TITEL DE GRONDSTOF VOOR THERMISCH VERZINKEN – ZINK



ZINKPRODUCTIE

80% van de zinkmijnen bevinden zich ondergronds, 8% zijn zogenaamde dagbouw mijnen en de overige zijn een combinatie van die twee. Slechts zelden is de gewonnen erts rijk genoeg om direct te kunnen worden gesmolten in de smeltoven; meestal moet het eerst worden geconcentreerd. Zinkerts bevat 5-15% zink. Om erts te concentreren, wordt het eerst gebroken en vervolgens gemalen om optimale scheiding van de andere mineralen mogelijk te maken.

Zinkconcentraat bevat gemiddeld 55% zink, meestal in de vorm van zinksulfide. Zinkconcentratie gebeurt gewoonlijk in de mijn om de transportkosten naar de smelterijen zo laag mogelijk te houden.

Zinkconcentraten worden vervolgens 'geroost' of gesinterd om zinksulfide in zinkoxide om te zetten. De zinkoxiden worden dan aan een pyrometallurgisch of - wat gebruikelijker is – een hydrometallurgisch proces onderworpen om zinkmetaal te verkrijgen. De meest voorkomende producten zijn zink met een zuiverheid van 99,95% (High Grade) en zink met een zuiverheid van 99,99% (Super High Grade).

DE INZET VAN DE ZINKPRODUCERENDE INDUSTRIE VOOR DUURZAME ONTWIKKELING

De leden van de IZA, de internationale organisatie van zinkproducenten, hebben in 2001 het Handvest voor Duurzame Ontwikkeling ondertekend en hebben daarnaast een actieplan opgesteld om de activiteiten van de zinkindustrie in overeenstemming te brengen met de principes van duurzaamheid. De belangrijkste punten van de duurzaamheidsstrategie van de IZA zijn:

- toekomstige trends inschatten en indicatoren voor de duurzaamheid van zink opstellen;
- het ontwikkelen en communiceren van grondige kennis van de invloed van zink op het milieu en de bijdrage van zink aan de menselijke gezondheid en ecosystemen, gebaseerd op deugdelijke risicobeoordelingen voor zink;
- toezien op efficiënt gebruik van hulpbronnen in de productie en recycling van zink;
- reductie van de energie-intensiteit van alle processen in de waardeketen;
- beheersing van zinkemissies van puntbronnen en diffuse bronnen;
- produceren conform internationale sociale en milieunormen;
- ontwikkeling van een geïntegreerd productbeleid voor de hele levenscyclus van zink.

Meer informatie over de implementatie van de duurzaamheidsstrategie van de IZA is te vinden op www.zincworld.org.

ZINK EN GEZONDHEID

Alle levende organismen hebben zink nodig – het is een onmisbaar element. De hoeveelheid in de natuur aanwezige zink varieert sterk, dus levende organismen reguleren de opname via natuurlijke processen. Tekorten komen voor wanneer de hoeveelheid beschikbare zink niet toereikend is voor de behoeften van een organisme. Dit geldt zowel voor het milieu als voor de menselijke voeding. Volgens sommige deskundigen loopt bijna de helft van de wereldbevolking het risico op een tekort aan zink. Er worden dan ook inspanningen verricht om de zinkinname onder de armste kinderen op aarde te verhogen^{12,13}.

Zinktekort in landbouwgronden komt ook op alle continenten voor, met inefficiënte plantaardige en dierlijke productie als resultaat¹⁴.

ALLE LEVENDE ORGANISMEN HEBBEN ZINK NODIG – HET IS EEN ONMISBAAR ELEMENT



Zink versterkt ons geheugen en denkvermogen doordat het met andere chemische stoffen zorgt voor het sturen van signalen naar het sensorisch centrum van de hersenen. Zink kan ook vermoeidheid en stemmingswisselingen verminderen.

Omdat zink wordt gebruikt om cellen te genereren, is deze stof met name van groot belang tijdens de zwangerschap, vanwege de snelle celdeling in de groeiende foetus.

Bij vrouwen kan zink helpen menstruatieproblemen te bestrijden en symptomen van PMS te verlichten.

Zink is zeer belangrijk voor de smaak- en reukzin, het is nodig voor de vernieuwing van huidcellen en om onze haren en nagels gezond te houden.

We gebruiken zink in shampoos en zonnebrandmiddelen. Bij mannen beschermt zink de prostaat en helpt het de zaadconcentratie en de mobiliteit van het sperma op peil te houden.

Zink houdt ons in beweging... zodat we gezond en actief kunnen leven. Van alle vitamines en mineralen heeft zink het krachtigste effect op ons zo belangrijke immuunsysteem.

Zink heeft zich bewezen als doeltreffend middel tegen infecties en kan zelfs de duur en ernst van een gewone verkoudheid verminderen.

Zink is van essentieel belang voor de groei van peuters, oudere kinderen en tieners.



Natuurlijke zinkgehalten in het milieu

Lucht (landelijk)	0,01 - 0,2 µg m ³	Ertsafzettingen	5 - >15%
Bodem (algemeen)	10 - 300 mg/kg drooggewicht	Open oceaan	0,001 - 0,06 µg/l
Basalt (gestold)	28 - 240 ppm	Kustwateren, binnenzeeën	0,5 - 1 µg/l
Graniet (gestold)	5 - 140 ppm	Alluviale laaglandrivieren	5 - 40 µg/l
Schalie en klei	18 - 180 ppm	Bergrivieren	< 10 µg/l
Zandsteen	2 - 41 ppm	Grote meren	0,09 - 0,3 µg/l (opgelost)
Pitangui	34 - 1500 ppm	Beken in zeer mineraalrijke gebieden	200 µg/l

ZINK IN DE NATUUR

—

Zoals alle metalen, is zink een natuurlijke component van de aardkorst en een onlosmakelijk onderdeel van ons milieu. Zink komt niet alleen voor in gesteenten en grond, maar ook in de lucht, het water en de biosfeer – planten, dieren en mensen. Zink wordt voortdurend door de natuur getransporteerd. Dit proces noemen we een natuurlijke kringloop. Regen, sneeuw, ijs, zon en wind eroderen zinkhoudende stenen. Wind en water vervoeren minieme hoeveelheden zink naar meren, rivieren en zeeën, waar het neerslaat of vanwaar het weer verder wordt getransporteerd. Natuurverschijnselen zoals

- vulkaanuitbarstingen
- bosbranden
- zandstormen
- zeenevel

dragen allemaal bij aan de eeuwige kringloop van zink in de natuur^{15, 16}. In de loop van de evolutie hebben alle levende organismen zich aangepast aan het zink in hun leefomgeving en het gebruikt voor specifieke stofwisselingsprocessen. De hoeveelheid zink die aanwezig is in de natuurlijke omgeving, varieert van plek tot plek en van seizoen tot seizoen. Zo varieert de hoeveelheid zink in de aardkorst van 10 tot 300 milligram per kilo, en de hoeveelheid zink in rivieren varieert van minder dan 10 microgram tot meer dan 200 microgram per liter. Op dezelfde manier leiden vallende bladeren in het najaar tot een tijdelijke toename in zinkniveaus in grond en water. Elk jaar transporteert een Zweedse rivier van gemiddelde omvang meer dan tien ton aan metalen naar de zee, als gevolg van natuurlijke verwerking en uitloging van vast gesteente.

ZINK IN HET MILIEU

—

Hoewel zink bekend staat om zijn gunstige uitwerking op mensen en ecosystemen, moet toch voorkomen worden dat er hoge concentraties in het milieu ontstaan. De zinkuitstoot van industrieën is de afgelopen decennia gestaag afgenomen.

Waar plaatselijk hoge zinkconcentraties kunnen voorkomen, bijvoorbeeld in sterk gemineraliseerde gebieden, heeft de natuur een opmerkelijk aanpassingsvermogen. De natuur beschikt ook over mechanismen om zink te binden, waardoor de zogenaamde biobeschikbaarheid ervan afneemt. Biobeschikbaarheid is wel gedefinieerd als „de hoeveelheid of concentratie van een chemische stof (metaal) die door een organisme kan worden opgenomen en die dus bepalend is voor de vraag of een giftige dan wel een voor overleven noodzakelijke concentratie ontstaat” (Parametrix 1995).

Het is echter niet eenvoudigweg een functie van de chemische vorm van de stof. Veeleer wordt biobeschikbaarheid grotendeels beïnvloed door de kenmerken van de ontvangende omgeving. Zo moeten factoren zoals waterhardheid en pH-waarde worden verdisconteerd.

Deze effecten van biobeschikbaarheid verklaren waarom de ogenschijnlijk hoge zinkconcentraties rond grote verzinkte constructies, zoals hoogspanningsmasten, niet de toxische effecten hebben die je op grond van laboratoriumonderzoek zou verwachten.

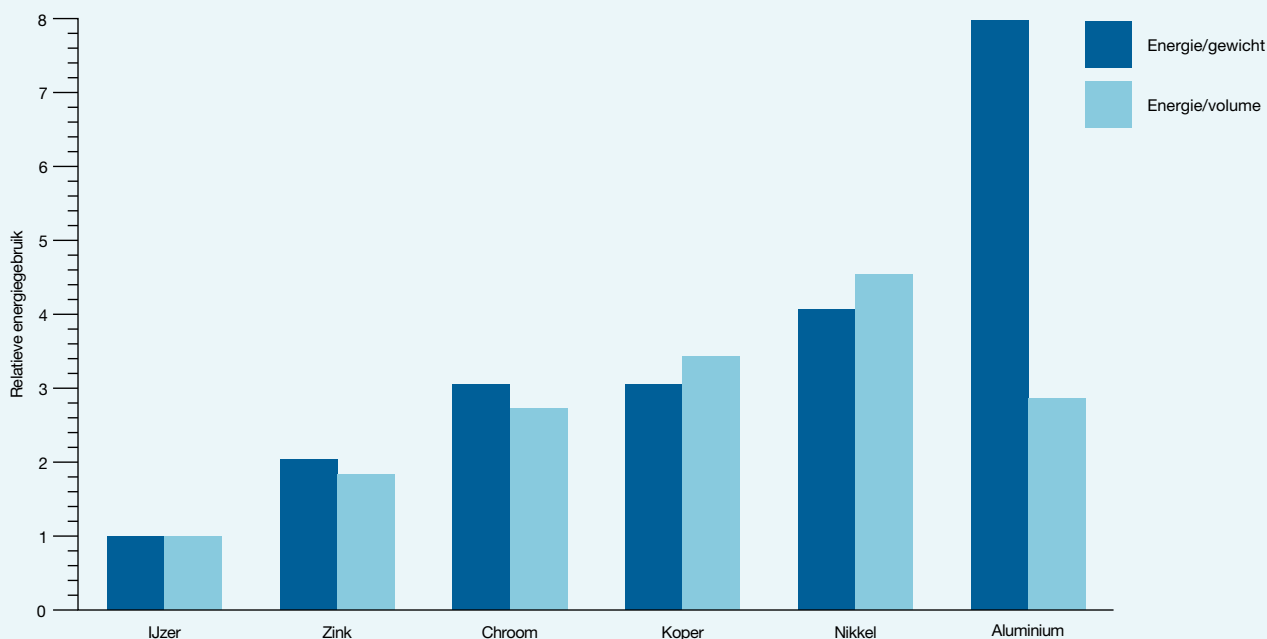
Het belang van deze factoren wordt allang erkend, maar er was onvoldoende wetenschappelijke kennis voorhanden om een kwantitatieve voorspelling te doen van de biobeschikbaarheid van zink onder bepaalde voorwaarden.

Daarom heeft de verzinkindustrie fondsen beschikbaar gesteld voor uitgebreid onderzoek naar de ontwikkeling van heldere voorspellende methoden om de biobeschikbaarheid van zink in water, grond en sedimenten te kwantificeren¹⁷.

Er zijn specifieke onderzoeken verricht naar grond- en watervervuiling door corrosie van verzinkte producten in de buitenomgeving. Zelfs op plekken waar veel zinkbronnen zijn, bijvoorbeeld langs wegen (afval van autobanden, smeermiddelen, slijtage van het wegdek, corrosie), hebben deze onderzoeken uitgewezen dat dergelijke bronnen niet altijd negatieve effecten hoeven te hebben.

De afdeling Corrosie van de Koninklijke Technische Hogeschool (KTH) in Stockholm heeft onderzoek verricht naar de milieueffecten van zinken, koperen en roestvrij stalen dakbedekkingen¹⁸. Wanneer het regent, komen stoffen vrij die door corrosie van het dakoppervlak ontstaan. De hoeveelheid metaal die kan vrijkomen, is afhankelijk van een aantal verschillende factoren, zoals de mate van luchtvervuiling, de chemische samenstelling en pH-waarde van de regen en de duur en intensiteit van de regenbui.

De metalen in het afvoerwater dat langs de dakrand wegstroomt, bestaat voornamelijk uit vrije ionen. Onderzoekers van de KTH ontdekten dat wanneer water eenmaal door aarde was gefilterd of in contact was geweest met beton of kalksteen, meer dan 96% van het totale metaalgehalte was verdwenen. De meeste metalen binden zich zeer snel na contact met de grond, en de metalen die in het water achterblijven, hebben een lage biobeschikbaarheid en kunnen daardoor weinig invloed uitoefenen op het milieu.



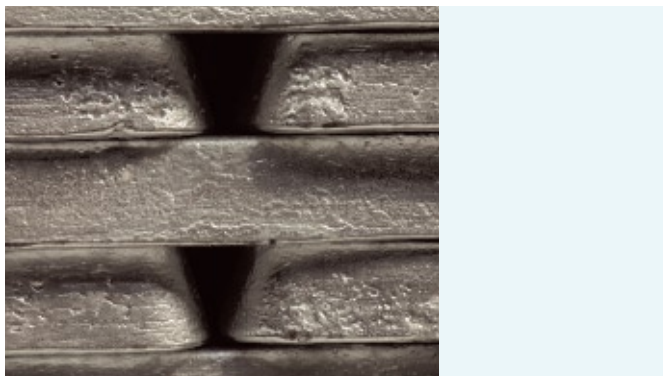
Hoewel slechts een klein beetje zink wordt gebruikt om een grote hoeveelheid staal te beschermen, is de energie die nodig is om zinkmetaal te produceren toch een belangrijke overweging bij het beoordelen van de levenscyclus.

Van de energie gebruikt in elektrolytische zinkproductie wordt ongeveer 7% gebruikt voor de ertswinning, 89% voor de elektrolyse en 4% voor het gieten.

Het Zweedse Bureau voor Milieubescherming heeft onderzocht hoeveel energie er nodig is voor de productie van de verschillende basismetalen. Hieruit kwam naar voren dat na ijzer (de basis voor staal) zink de minste energie verbruikt, zowel op basis van gewicht per eenheid als van volume per eenheid ¹⁹.

Energiegebruik in de primaire productie (raffinage) van verschillende basismetalen in verhouding tot gewicht en volume. Het energiegebruik voor ijzer/staal is in beide gevallen op één gesteld.

(bron: Zweeds Bureau voor Milieubescherming)



RECYCLING VAN ZINK

Zink is een non-ferrometaal dat oneindig vaak kan worden gerecycled zonder dat er iets van zijn fysische of chemische eigenschappen verloren gaat. Momenteel komt ongeveer 70% van het zink van de primaire raffinage van zinkerts (waarvan 40% uit gerecyclede bronnen) en ongeveer 30% rechtstreeks van gerecycled zink (wat neerkomt op 80% van alle voor recycling beschikbare zink). Doordat de technologie verbetert, blijft het recyclingniveau toenemen. Door de lange levensduur van verzinkt stalen producten in de bouw is het moeilijk modellen te maken waarmee je kunt voorspellen wanneer ze zullen opduiken in afvalstromen. Daar zal meer onderzoek naar gedaan moeten worden.

ZINKRESERVES

Zink staat op de 27ste plaats op de ranglijst van meest voorkomende elementen in de aardkorst. Zink komt in grote hoeveelheden voor in de natuur. Zelfs een kubieke kilometer zeewater bevat volgens schattingen van nature een kwart ton zink. Men schat dat de eerste anderhalve kilometer van de aardkorst onder land 224.000 miljoen ton zink bevat, en de zeebedding ook nog eens 15 miljoen ton. Zulke schattingen houden geen rekening met de vraag of het vanuit economisch oogpunt of milieuoogpunt aanvaardbaar is om deze hulpbronnen ook te exploiteren.

Voor zink, en voor elke natuurlijke hulpbron, geldt dat er niet een vaste reserve van is in de natuur. Reserves worden niet alleen bepaald door geologische krachten, maar ook door de interactie van economische, technologische en politieke ontwikkelingen. Met reserve wordt dat deel van een hulpbron bedoeld dat in kaart gebracht en gemeten is en dat kan worden benut, nu of in de toekomst.

Met andere woorden, zinkreserves weerspiegelen de staat van onze kennis en technologie en de waarde van zink op een bepaald moment. Deze natuurlijke hulpbron wordt steeds verder vermeerderd door de toevoer van gerecycled zink. De aantoonbare zinkreserves zijn sinds de jaren '50 aanzienlijk toegenomen, doordat op tal van plaatsen in de wereld grote nieuwe ertsvoorraden zijn ontdekt.

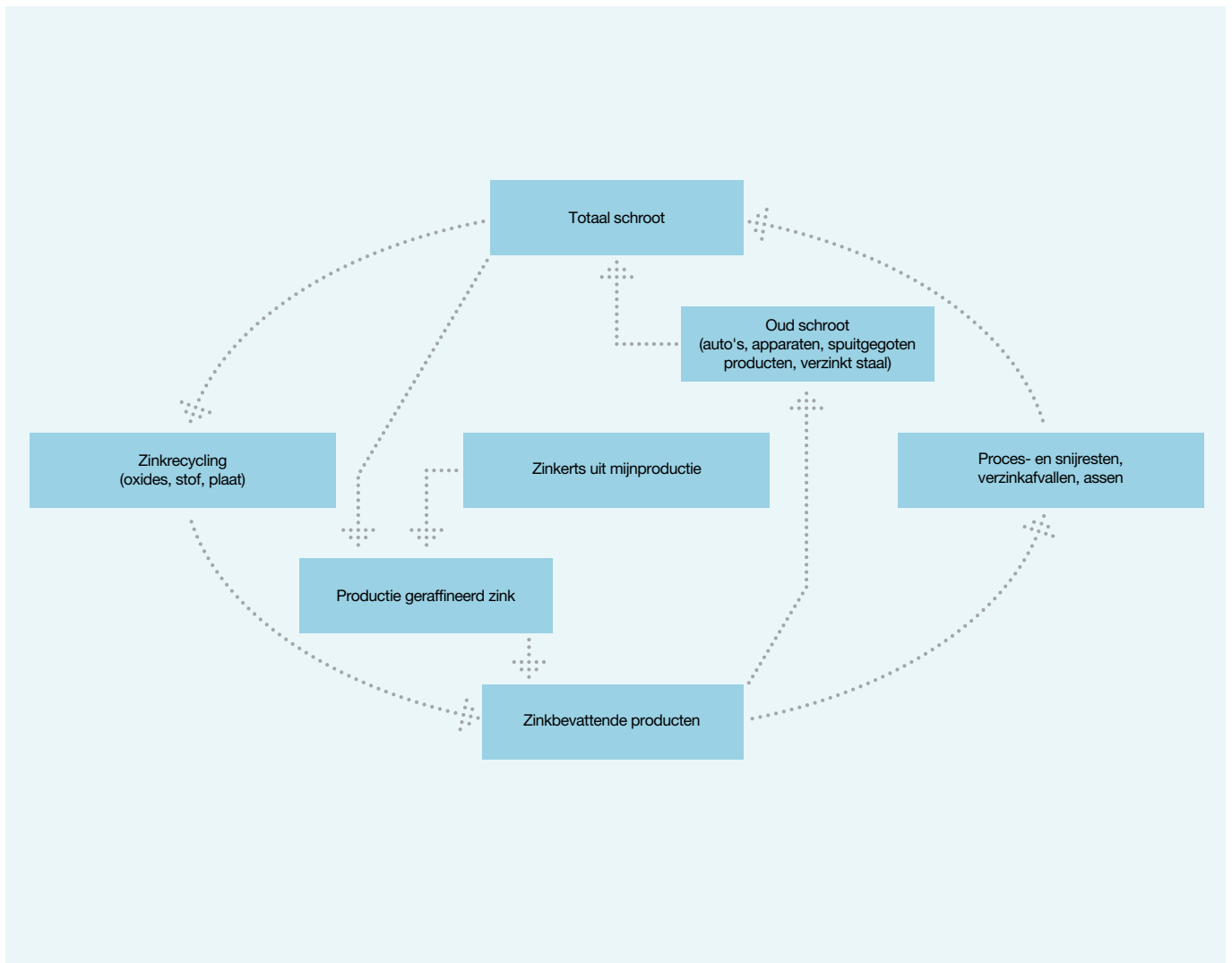
De duurzaamheid van voorraden zinkerts kan daarom niet worden beoordeeld door simpelweg de levensduur van alle zinkmijnen die op dit moment geëxploiteerd worden, bij elkaar op te tellen. Ondanks een toename van de zinkconsumptie in de jaren 1995-2005, zijn in diezelfde periode de zinkreserves in de wereld aanzienlijk toegenomen, zoals bijgaande tabel laat zien:

Jaar	Reserves ¹	Reservebasis ²
1995	140.000.000 mt	330.000.000 mt
2005	220.000.000 mt	460.000.000 mt
toename	57,1%	39,4%

Bron: U.S. Geological Survey,

1. Reserves worden gedefinieerd als „dat deel van de reservebasis dat op dat moment economisch kan worden gewonnen of geproduceerd“.
2. Reservebasis wordt gedefinieerd als „dat deel van een bepaalde hulpbron dat voldoet aan vastgestelde minimale fysische en chemische criteria die horen bij de ontginnings- en productiepraktijk van dat moment, zoals criteria voor gehalte, kwaliteit, dikte en diepte“.

ZINK IS EEN VAN NATURE RECYCLEBAAR
NON-FERROMETAAL EN KAN ONEINDIG
VAAK WORDEN GERECYCLED



De recyclingkringloop van zink

DEEL VIJF

TITEL DUURZAAM BOUWEN: EEN TOELICHTING



Bij de keuze van bouwmaterialen en bouwproducten zullen architecten, projectontwikkelaars en klanten steeds meer rekening houden met milieuaspecten. Het kan zijn dat regels, voorschriften en beleidsmaatregelen hen hiertoe dwingen, maar het is ook mogelijk dat dit gebeurt op grond van ethische overwegingen en vanuit de oprechte wens gebouwen zo duurzaam mogelijk te maken.

Er bestaat echter veel verwarring over de vraag wat groene en duurzame gebouwen eigenlijk zijn.

Hoe worden goed geïnformeerde beslissingen genomen over te gebruiken materialen en wie stelt de normen vast om deze beslissingen kracht bij te zetten? Beleid en opvattingen over duurzaam bouwen veranderen zo snel. Is het wel mogelijk om met enige zekerheid te bepalen wat het beste is?

Leveranciers duikelen over elkaar heen met aanspraken over hoe groen hun producten wel niet zijn. Gebouwen worden bekroond voor hun 'groenheid' en worden vervolgens de grond ingeboord omdat ze niet goed voor het milieu zouden zijn.

Het is niet altijd gemakkelijk onderscheid te maken tussen wat echt goed is voor het milieu en wat alleen maar met een groen pr-sausje wordt overgoten.

„De term 'greenwash' wordt gewoonlijk gebruikt als er veel meer geld en tijd is gespendeerd aan een groene reclamecampagne dan aan echt milieuvriendelijke werkwijzen. Zo wordt vaak het merk of label van een product veranderd, om het een natuurlijke, groene uitstraling te geven, bijvoorbeeld een plaatje van een bos op een fles schadelijke chemicaliën.” (Wikipedia)

Wetenschappelijk onderzoek naar de milieueffecten van thermisch verzinken, met het doel deze te verbeteren, is altijd gebaseerd geweest op analyse van betrouwbare gegevens. Hier is geen sprake van 'greenwash', want elke aanspraak kan worden gestaafd met degelijk, collegiaal getoetst wetenschappelijk onderzoek. Producten en materialen blijven echter moeilijk met elkaar te vergelijken, vanwege de wirwar van analysemethoden en aanspraken. Er bestaat nog geen heldere regulering die een eerlijke vergelijking van milieuaanspraken mogelijk maakt, maar daar kan nog verandering in komen. Op internationaal niveau bestaan grote verschillen.

Wat in het ene land als duurzaam wordt beschouwd, ziet een ander land niet als duurzaam. Sommige mensen hebben geen moeite met deze verschillen. Zij voeren als argument aan dat de omstandigheden per land nu eenmaal anders zijn en dat daarom niet overal dezelfde criteria kunnen worden gehanteerd. Daartegen kan worden ingebracht dat we het met z'n allen met één planeet moeten doen, ook al consumeren we alsof we er drie of vier hebben! Buitensporige consumptie van energie en natuurlijke hulpbronnen door bouw in Parijs tast de zeeën en de ozonlaag niet meer of minder aan dan een gebouw in Japan of Rio de Janeiro. In dat licht is het verrassend dat er zo weinig gedaan is aan harmonisatie van internationale normen voor duurzaam bouwen.

INTERPRETATIEVERSCHILLEN

Een overzicht van de literatuur over duurzaam bouwen laat een enorme verscheidenheid aan interpretaties zien. Sommige interpretaties zijn zeer technocratisch, terwijl andere verwijzen naar mystieke New Age- ideeën! Slechts zelden is sprake van een holistische benadering, waarin alle invloeden op het milieu worden meegenomen. Sommige mensen zien milieukwesties uitsluitend vanuit het oogpunt van energiebesparing of verbetering van bouwdiensten. Veel mensen associëren duurzaam bouwen met het gebruik van hernieuwbare energie in gebouwen en het overstappen op micro-energieopwekking. Het gebruikte bouw materiaal staat meestal niet zo hoog op het prioriteitenlijstje van de ontwerper of klant. Anderzijds zijn er ook voorvechters van het gebruik van zuiver natuurlijke materialen in gebouwen, zoals stobalen en modder, om de milieueffecten zo klein mogelijk te houden.

Deze verscheidenheid aan invalshoeken zie je ook terug als je kijkt naar instrumenten en methoden om milieueffecten vast te stellen. Sommigen maken daarbij een onderscheid tussen gebouwen en materialen, alsof dat twee totaal verschillende zaken zijn, terwijl ze juist volledig met elkaar verbonden zijn. Het andere verschil spitst zich toe op de vraag of dergelijke instrumenten bedoeld zijn als ontwerpinstrument of voor evaluatie achteraf. Als systemen niet bruikbaar zijn als ontwerpinstrument, stellen ze in feite de effecten vast nadat de schade al is aangericht. En wanneer aanspraken worden gemaakt, wordt dan na afloop gecontroleerd of deze zijn waargemaakt? Wat hebben mensen aan deze instrumenten en methoden wanneer ze aan een bouwproject beginnen? Kunnen ze hen helpen bij het nemen van beslissingen? Kunnen ze hen helpen bij de keuze van materialen?

ER IS VEEL ONDUIDELIJKHEID OVER DE VRAAG WAT GROENE EN DUURZAME GEBOUWEN IN FEITE ZIJN



De Hearst Tower is een van de groenste kantoorgebouwen in de Verenigde Staten. Het gebruikte materiaal is voor meer dan negentig procent gerecycled staal en het gebouw is zo ontworpen dat jaarlijks 6,4 miljoen liter water wordt bespaard doordat regenwater wordt opgevangen en gerecycled.

ER IS BEHOEFTE AAN EEN CONSUMENTENHANDLEIDING VOOR HET VASTSTELLEN VAN MILIEUEFFECTEN.

De Europese Commissie heeft het CEN, het Europees Comité voor Normalisatie, opdracht gegeven een gestandaardiseerd systeem te ontwikkelen voor het vaststellen van de milieuprestatie van gebouwen²⁰. Het werk aan dit systeem is begonnen in 2004 en wordt naar verwachting eind 2009 voltooid. Intussen zijn er allerlei andere nationale plannen ontwikkeld die zijn toegespitst op nationale omstandigheden, zoals Ecoquantum (Nederland), LEGEP (Duitsland)²¹, Haute Qualité Environnementale (Frankrijk). In Spanje is het Amerikaanse systeem LEED gebruikt om de duurzaamheid van gebouwen in overheidsprojecten te meten.

In het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten domineren marktleaders als BREEAM²² en LEED²³ het veld. Hoewel dit bekende systemen zijn, besteden ze relatief weinig aandacht aan de keuze van bouwmaterialen en bouwmethoden. Over het algemeen worden BREEAM en LEED gezien als nuttige instrumenten die duurzaam bouwen bevorderen. Toch is er hier en daar wel degelijk kritiek.

Volgens velen is een vignet van LEED geen garantie dat een gebouw inderdaad de kwalificatie 'groen' verdient. Onder deskundigen uit de bedrijfstak wordt vaak de klacht gehoord dat het puntensysteem van LEED efficiënt energieverbruik onvoldoende belooft.

Omdat LEED voor elk onderdeel één punt kan toekennen (van de in totaal 69), kan een gebouw 26 punten halen – genoeg voor een vignet – zonder ook maar één punt te hebben verdiend voor energie-efficiëntie, terwijl dat juist aantoonbaar het belangrijkste criterium voor de duurzaamheid van een gebouw is. Dankzij deze maas in het puntensysteem kunnen eigenaars een in alle opzichten conventioneel gebouw opleuken met wat groene elementen - zoals een groen dak of speciale parkeerplekken voor hybride voertuigen – en zo goedkoop LEED-punten scoren.

In 2004 heeft de 'Green Building Alliance', een in Pittsburgh gevestigde coalitie van milieugroepen, een anoniem elektronisch overzicht samengesteld van architecten, bouwkundig ingenieurs, aannemers en anderen die aan duurzame bouwprojecten hadden meegewerkt.

Over een niet lang geleden opgeleverd gebouw meldde een respondent dat hij één LEED-punt had gekregen voor het installeren van een fietsenrek van 395 dollar, terwijl hij ook één punt had gekregen voor een systeem voor warmteterugwinning dat 1,3 miljoen dollar had gekost en jaarlijks 500.000 dollar aan energiekosten zou besparen.

De Amerikaanse 'Green Building Council' maakt reclame voor het LEED-systeem en onlangs is in het Verenigd Koninkrijk ook een 'Green Building Council' opgericht. Soortgelijke organisaties bestaan in Australië en andere landen.

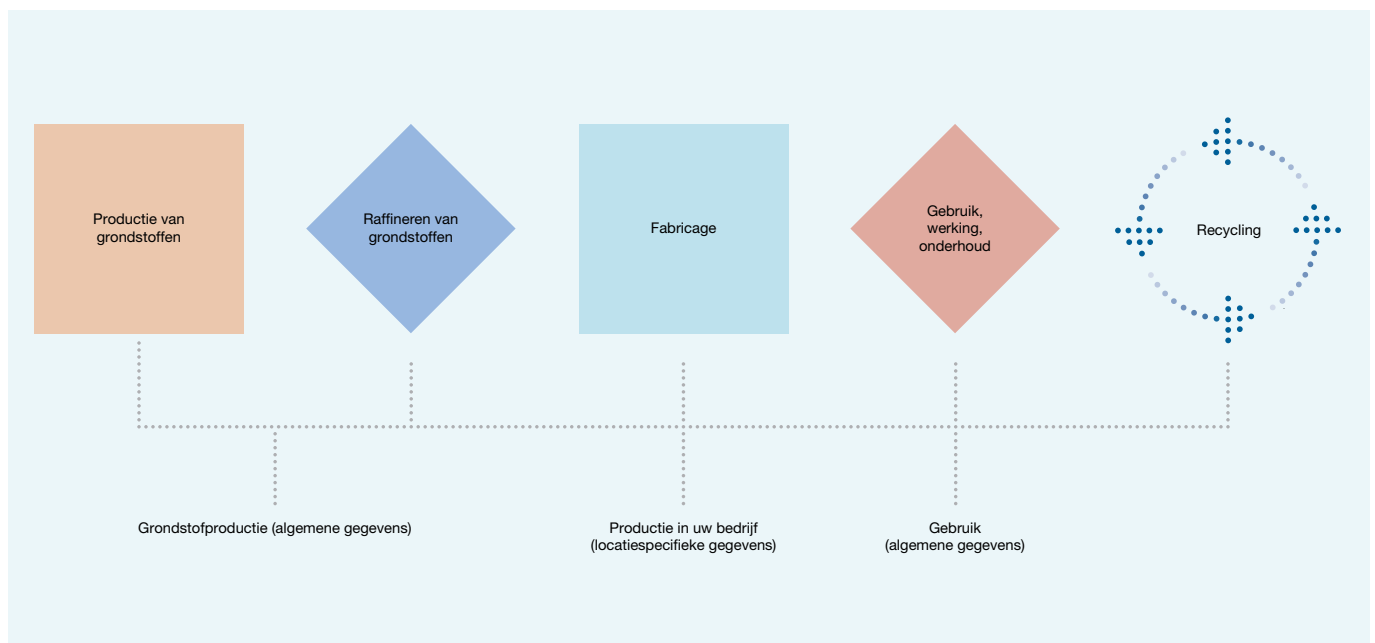
Naast deze algemene meetmethoden voor gebouwen zijn er allerlei systemen voor het vaststellen van de milieueffecten van materialen. Deze worden soms gebruikt in de ontwerpfase van een gebouw, maar vaak ook niet.

In 1988 is een Richtlijn Bouwproducten aangenomen door het parlement van de Europese Unie²⁴. Deze richtlijn wordt momenteel geamendeerd. Men had gehoopt dat deze richtlijn zou leiden tot harmonisatie van milieunormen voor bouwproducten in heel Europa. Hoewel veel bouwproducten nu zijn voorzien van de CE-markering, zegt dit niet veel over waar deze producten vandaan komen. Een aantal EU-maatregelen hebben de agenda voor duurzaam bouwen flink vooruit geholpen. Er is met name veel druk uitgeoefend om vervuiling te beperken en giftige chemicaliën uit gebouwen te weren. Maar er is nog geen sprake van een algemene strategie voor duurzaam bouwen.

INSTRUMENTEN VOOR HET METEN VAN DE MILIEUPRESTATIE

Er zijn twee belangrijke instrumenten die worden gebruikt om de milieuprestatie van bouwproducten te beoordelen – Milieuproductverklaringen (EPD's) en Life Cycle Assessment (LCA).

Deze twee instrumenten horen bij elkaar. LCA wordt gebruikt om de grootte te berekenen van de effectcategorieën in een EPD. Om LCA's en EPD's te kunnen genereren voor een bepaald proces of product, zijn betrouwbare en representatieve gegevens (een LevensCyclusinventarisatie - LCI) nodig.

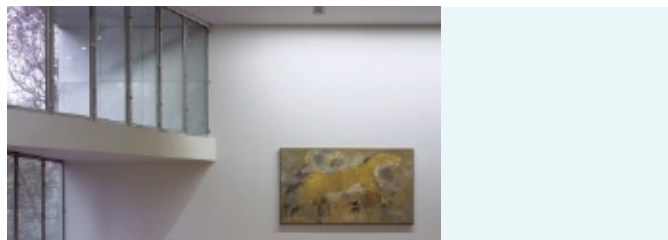


Belangrijke componenten van een volledige levenscyclusinventarisatie voor bouwproducten

WAT IS EEN LIFE CYCLE ASSESSMENT?

Een Life Cycle Assessment is een proces waarbij de milieubelasting van een product, proces of activiteit wordt geëvalueerd door vast te stellen hoeveel energie en materialen worden gebruikt en hoeveel afvalproducten in het milieu terechtkomen, de effecten van die energie, materialen en afvalproducten op het milieu te berekenen en de mogelijkheden te beoordelen om de belasting voor het milieu te beperken.

Bij de evaluatie wordt de hele levenscyclus van het product, het proces of de activiteit meegenomen, van winning en bewerking van de grondstoffen, fabricage, transport, distributie, gebruik, onderhoud, recycling tot definitieve verwijdering.



LIFE CYCLE ASSESSMENT

Life Cycle Assessment (LCA), gedefinieerd in ISO 14040²⁵, is het proces waarbij het hulpbrongebruik en de emissies van een product van 'wieg tot poort', of van 'wieg tot graf' worden geëvalueerd en genormaliseerd naar een functionele eenheid. Voor thermisch verzinken bijv. bescherming van één vierkante meter staalproduct voor een bepaalde periode.

LCA's kunnen kostbaar zijn, maar ze hebben het voordeel dat ze vergelijkingen mogelijk maken op een breed terrein van mogelijke milieueffecten (dus niet alleen CO₂-emissies en energieverbruik). Het nadeel is dat LCA tijdrovend, duur en complex is en dat de uitkomsten vaak lastig te interpreteren zijn. Maar vakmensen en klanten kunnen zelf afwegen wat zij relatief belangrijker vinden: de hogere CO₂-emissies van het ene product of de hogere ecologische toxiciteit van het andere product.

LCA maakt vergelijkingen mogelijk tussen producten met dezelfde functie, zoals deklagen voor metalen producten. Maar het gebruik van LCA voor deklagen is relatief nieuw en er zijn in deze branche maar weinig, moeilijk direct vergelijkbare, LCA-onderzoeken met verschillende functionele eenheden, tijdschalen, werkingscondities, grenzen en andere variabelen, die door commerciële organisaties, universitaire faculteiten en overheidsorganen worden gebruikt.

Commerciële gegevensbanken met Levenscyclusgegevens (LCI's) voor fabricage-elementen en milieubelastingen die bij het maken van een product zijn gemoeid, kunnen worden gebruikt om LCA's op te bouwen. Overdracht van onderzochte LCI's wordt ondersteund door EcoSpold, een algemeen gebruikt formaat voor gegevensuitwisseling dat compatibel is met merkgebonden LCA-software.

Het lijkt verstandig bij de (verwachte) trends voor andere bouwproducten aan te sluiten en de energie-inhoud en andere milieueffecten van verzinkte producten te berekenen.

Dat zou een vergelijking van verzinkte producten met alternatieven mogelijk maken. Maar zoals hierboven al gezegd, het meest informatief zijn vergelijkingen tussen voltooide constructies die ongeveer dezelfde functie hebben.

De groeiende belangstelling van de media voor het klimaatdebat heeft de druk op de ontwikkeling van onderling vergelijkbare en betrouwbare milieugegevens vergroot. Dit is in een vroeg stadium ingezien door de Internationale Organisatie voor Normalisatie (ISO), die een norm heeft ontwikkeld voor informatie over de milieuprestatie van producten en diensten, de zogenaamde Milieuproductverklaring (EPD).

MILIEUPRODUCTVERKLARINGEN

Een milieuproductverklaring (EPD: Environmental Product Declaration) wordt gedefinieerd als 'gekwantificeerde milieugegevens over een product met van tevoren vastgestelde categorieën parameters gebaseerd op ISO 14040, die echter kunnen worden aangevuld met aanvullende milieu-informatie'.

De meest betrouwbare vorm van EPD is Type III (conform ISO 14025) – waarbij de prestatie van het product moet worden gestaafd door LCA, die geldig is voor een vastgestelde periode, onafhankelijk wordt gecontroleerd en dient te worden aangepast indien er sprake is van significante wijzigingen in het proces.

De vraag naar op feiten gebaseerde en betrouwbare milieu-informatie is de afgelopen jaren toegenomen. Dit is met name van belang in het huidige verhitte debat over klimaatverandering, waarin recentelijk een aantal rapporten het licht heeft gezien met sterk uiteenlopende boodschappen over de ernst van de uitstoot van broeikasgassen en de toekomstige consequenties hiervan voor de mensheid. Reductie van de CO₂-uitstoot heeft in veel organisaties topprioriteit gekregen. Deze trend heeft geleid tot nieuwe methoden om CO₂-emissies te verminderen, zoals klimaatlabels voor voedingsproducten, klimaatneutrale keurmerken voor producten en diensten en 'zero-carbon' gebouwen.

TOELICHTING OP ENKELE BELANGRIJKE TERMEN

–

Bruto CO₂ - last

De totale uitstoot koolstofdioxidegas (of equivalenten daarvan) die hoort bij de energie-inhoud van een product (C CaLC 2006).

CO₂ - voetafdruk

Een meeteenheid voor de invloed van menselijke activiteiten op het milieu, in termen van de hoeveelheid geproduceerde broeikasgassen, gemeten in eenheden koolstofdioxide.

(Bruto) energie-inhoud

De som van alle primaire energie die wordt verbruikt voor de fabricage en levering van producten. Hierbij wordt normaalgesproken ook de energie meeberekend die is verbruikt voor winning, bewerking, raffinage, transport, productie, verpakking en aflevering op de bestemming, gebruiksklaar zonder verdere verwerking. Er zijn twee veel voorkomende 'typen' energie-inhoud: wieg-tot-poort en wieg-tot-bestemming. Hier verwijst 'poort' naar de fabriekspoort waar het product wordt gefabriceerd. Het verschil tussen de twee definities zit hem in de energie die wordt verbruikt voor het transport van het product van de fabriek naar de plek waar het zal worden gebruikt. Meestal blijkt het verschil tussen de twee klein te zijn.

Levenscyclusenergie-inhoud

Deze energie wordt berekend van wieg-tot-graf en omvat dus ook de energie die wordt verbruikt tijdens de gehele levensduur van het product en de energie die wordt gebruikt voor de levensindeproucessen en definitieve verwijdering en/of recycling.

Niet-hernieuwbare hulpbronnen?

Voorbeelden van niet-hernieuwbare hulpbronnen zijn ertsen en fossiele brandstoffen zoals steenkool en olie. In het EPD[®]-systeem, wordt turf beschouwd als niet-hernieuwbare hulpbron.

Hernieuwbare hulpbronnen?

Hernieuwbare hulpbronnen zijn hulpbronnen die in relatief korte tijd worden vernieuwd. Voorbeelden zijn hout en landbouwproducten en energiebronnen zoals windenergie, zonne-energie, getijdenenergie, hydro-elektrische energie, waterkrachtenergie en biomassa-energie. Geothermische energie wordt ook als hernieuwbaar beschouwd omdat er zoveel van voorhanden is dat het nauwelijks uitgeput kan raken.

Hulpbron, gerecycled

Gerecyclede hulpbronnen zijn minimaal al eenmaal eerder gebruikt. Als een product wordt gemaakt van gerecyclede hulpbronnen, zouden alleen die milieueffecten aan het product toegewezen kunnen worden die het gevolg zijn van het recyclen van de hulpbron.

Aardopwarming

Aardopwarming wordt gemeten in 'kilogram CO₂-equivalenten'. Aardopwarming is de geleidelijke stijging, in de loop van de tijd, van de gemiddelde temperatuur van de aardatmosfeer en van de oceanen, in die mate dat deze het klimaat op aarde kan beïnvloeden. Deze stijging van de temperatuur op aarde is gerelateerd aan de toename van de uitstoot van gassen, waaronder CO₂, methaan, waterdamp, distikstofoxide en CFK's, van antropogene (door mensen gemaakte) origine, voornamelijk door het verbranden van fossiele brandstoffen. De uitstoot van Europa in 1990 kwam neer op 8700 kilogram CO₂-equivalenten per persoon. Ter verduidelijking, de verbranding van 1000 liter benzine in een auto genereert ongeveer 2500 kilo CO₂

Fotochemische smog

De potentiële aanmaak van fotochemische ozon, ofwel zomersmog, wordt gemeten in kilogram ethyleen- equivalenten (C₂H₄). Gestegen ozonniveaus op leefniveau zijn het gevolg van de reactie van vluchtige organische verbindingen (VOC's), zoals ethyleen, met zuurstofverbindingen of stikstofoxides in de lucht, onder invloed van zonlicht. Dit proces wordt fotochemische oxidatie genoemd. De effecten op de menselijke gezondheid zijn onder andere irritatie van de ogen en het slijmvlies en verstoring van de ademhalingsfunctie. Ozon op leefniveau heeft ook zeer schadelijke effecten op vegetatie, met verlies aan landbouwproductie als resultaat. In 1990 kwam de uitstoot in Europa overeen met 20 kilogram ethyleenequivalenten per persoon. Ter vergelijking, de verbranding van 1000 liter benzine in een moderne auto genereert ongeveer 1 kilogram ethyleenequivalenten.

Eutrofiëring

Eutrofiëring is de hoeveelheid zuurstof die een substantie verbruikt wanneer deze vrijkomt in het milieu. Wanneer voedingsstoffen zoals stikstof vrijkomen in een meer, leidt dit tot een toename in de productie van planktonische algen. De algen zinken naar de bodem en worden daar afgebroken. Bij dit proces wordt zuurstof verbruikt, wat leidt tot een schraal bodemmilieu. De belangrijkste bronnen van voedingsverrijking zijn het gebruik van mest in de landbouw, de uitstoot van stikstofoxiden door energieproductie en lozing van afvalwater door huishoudens en industrieën. In 1990 kwam de uitstoot in Europa overeen met 298 kilogram zuurstof per persoon. Ter vergelijking, de verbranding van 1000 liter benzine in een moderne auto resulteert in het verbruik van ongeveer 10 kilogram zuurstof.

Verzuring

Verzuring wordt gemeten als de hoeveelheid waterstofionen (H⁺) die worden gevormd wanneer een substantie wordt omgezet in een zuur. Deze zuren (in de volksmond bekend als 'zure regen') zijn vooral bekend door de schade die ze toebrengen aan bossen en meren. Minder bekend zijn de vele manieren waarop zure regen schade kan toebrengen aan zoet water, aan kustecosystemen, aan gronden en zelfs aan oude historische monumenten, of de zware metalen die onder invloed van deze zuren vrijkomen in het grondwater. De belangrijkste verzurende gassen die door toedoen van de mens worden uitgestoten, zijn zwaveldioxide (SO₂) en distikstofoxide (NO_x) ten gevolge van verbrandingsprocessen. In 1990 kwam de uitstoot in Europa overeen met 38700 mol H⁺ per persoon.

Afbraak van de ozonlaag

Afbraak van de ozonlaag wordt gemeten in CFK-11-equivalenten. De ozon in de stratosfeer (bovenste laag van de dampkring) werkt als een beschermende laag tegen ultraviolette straling die schadelijk is voor het leven op aarde. De uitstoot van onder andere CFK's en tetrachloormethaan is verantwoordelijk voor de afname van de ozonconcentratie in de bovenste laag van de atmosfeer, met negatieve gevolgen voor het leven op aarde, zoals de toename van de incidentie van huidkanker. In 1990 kwam de uitstoot in Europa overeen met 0,2 kg CFK-11-equivalenten per persoon.

Afval voor recycling

Afval voor recycling omvat alle afval, bijvoorbeeld schroot, dat van de fabriek wordt afgevoerd om te worden hergebruikt in een ander product, vaak na een bepaalde bewerking.

De gemiddelde Europeaan

Het is gemakkelijker te begrijpen wat de indicatoren voor milieueffectcategorieën in een EPD inhouden, wanneer ze ergens mee worden vergeleken. Eén mogelijkheid is een vergelijking te maken met de gemiddelde invloed op het milieu van een persoon die in 1990 in Europa woonde. De uitstoot van Europa gedeeld door het totale aantal inwoners in 1999 was: 8700 kilogram CO₂-equivalenten, 20 kilogram ethyleenequivalenten, 298 kilogram O₂, 38700 mol H⁺ en 0,2 kilogram CFK-11.



WAT IS HET NUT VAN EEN EPD?

–

Vanuit het oogpunt van een afnemer zijn EPD's ontwikkeld om de milieuprestatie van soortgelijke producten te kunnen vergelijken. Verder moet een EPD gebaseerd zijn op een levenscyclusevaluatie van de significante milieuaspecten van het product.

Vanuit het oogpunt van een fabrikant of leverancier zijn er twee zeer goede redenen om een EPD op te stellen:

- Een EPD geeft aan wat de sterke en zwakke punten van een product zijn waar het gaat om de milieuprestatie, en op welke punten nog ruimte voor verbetering is.
- Een EPD geeft de afnemer een objectief en geloofwaardig milieuprofiel van een product.

Als een product een EPD heeft, is dat geen garantie dat het product minder schadelijk voor het milieu is dan een concurrerend product. Maar een EPD laat wel zien dat de fabrikant grondige kennis heeft van de milieuprestatie van zijn product en die kennis open en eerlijk met de afnemer deelt.

WAT IS HET VERSCHIL TUSSEN GENERIEKE EN SPECIFIEKE GEGEVENS?

–

Een van de problemen waar bouwkundigen op stuiten wanneer ze moeten beslissen welke producten ze gaan gebruiken, is dat de meeste milieu-informatie alleen voor specifieke producten beschikbaar is, en dan uitsluitend voor een zeer beperkt assortiment. Generieke informatie over materialen is veel moeilijker te vinden. Alle gegevens in een levenscyclusevaluatie beschrijven de kenmerken van de processen in het onderzochte productsysteem. Maar de bron van de gegevens kan plaatsgebonden zijn – d.w.z. dat ze specifiek zijn voor de fabriek waar het product wordt gemaakt – of generiek, d.w.z. dat de gegevens een beschrijving geven van de algemene procestechologieën die worden gebruikt om het product in kwestie te fabriceren.

INTERPRETATIE VAN EPD'S

–

Er is niet één manier om de waarden van een EPD te interpreteren. EPD's voor twee soortgelijke producten moeten zijn gebaseerd op regels die bij levenscyclusevaluaties voor de hele productcategorie worden gehanteerd.

Dat wil zeggen dat je op grond van een vergelijking van de gegevens moet kunnen vaststellen welk product beter is vanuit milieuoogpunt. Wanneer geen vergelijkbaar product voorhanden is, kan een vergelijking van de gegevens met die van een gemiddeld Europees product verhelderend werken. Soms bevat de EPD zelf een vergelijking met een oudere versie van het product of een alternatieve manier om het product te gebruiken. Dit kan ook helpen bij de interpretatie.

EEN EPD MAKEN IN HET EPD® - SYSTEEM

–

Het internationale EPD®-systeem wordt beheerd door een internationaal panel en is oorspronkelijk geïnitieerd door de Zweedse Raad voor Milieubeheer (SEMCO)²⁶.

De beheerder van het programma is verantwoordelijk voor het opstellen van algemene richtlijnen met betrekking tot de doelstelling en de methodologische structuur. Het systeem maakt deel uit van het Wereldwijde Netwerk van Type III Milieuproductverklaringen (GEDnet).

Het EPD®-systeem is slechts één van een aantal beschikbare EPD-programma's, maar het is op dit moment wel het enige programma dat internationaal toepasbaar is. Voor een onderneming of organisatie die een EPD opstelt, omvat de algemene procedure de volgende stappen:

- inventariseren welke productcategorieregels (PCR's) er zijn en een PCR-document maken;
- verzamelen en berekenen van de LCA - informatie en de andere informatie die in de EPD moet worden opgenomen;
- verzamelen van de informatie voor de rapportage;
- controleren en registreren van de informatie.

Om informatie uit de aanvoerketen te kunnen verzamelen voor de LCA en verschillende EPD's met elkaar te kunnen vergelijken, moeten ongeveer dezelfde berekeningsregels worden gehanteerd. Productgroepen kunnen echter verschillen in milieuprestatie en deze verschillen moeten worden weerspiegeld in de berekeningsregels. Vanwege deze verschillen kan het nodig zijn regels op te stellen die specifiek zijn voor een bepaalde productgroep, de zogenaamde PCR's.

EEN INITIATIEF VAN EGGA – LEVENSCYCLUSINVENTARISATIE VOOR DISCONTINU THERMISCH VERZINKEN

In 2005 heeft de EGGA, de Europese branche-organisatie voor bedrijven die zich bezighouden met discontinu thermisch verzinken, het bedrijf Life Cycle Engineering (LCE) uit Turijn (It) gevraagd een pan-Europese levenscyclusinventarisatie (LCI) te maken van thermisch verzinkte producten. Het doel van dit onderzoek was een gemiddeld resultaat vast te stellen voor typische discontinu thermisch verzinkte producten. De productcategorie 'vangrails langs snelwegen' is afzonderlijk behandeld.

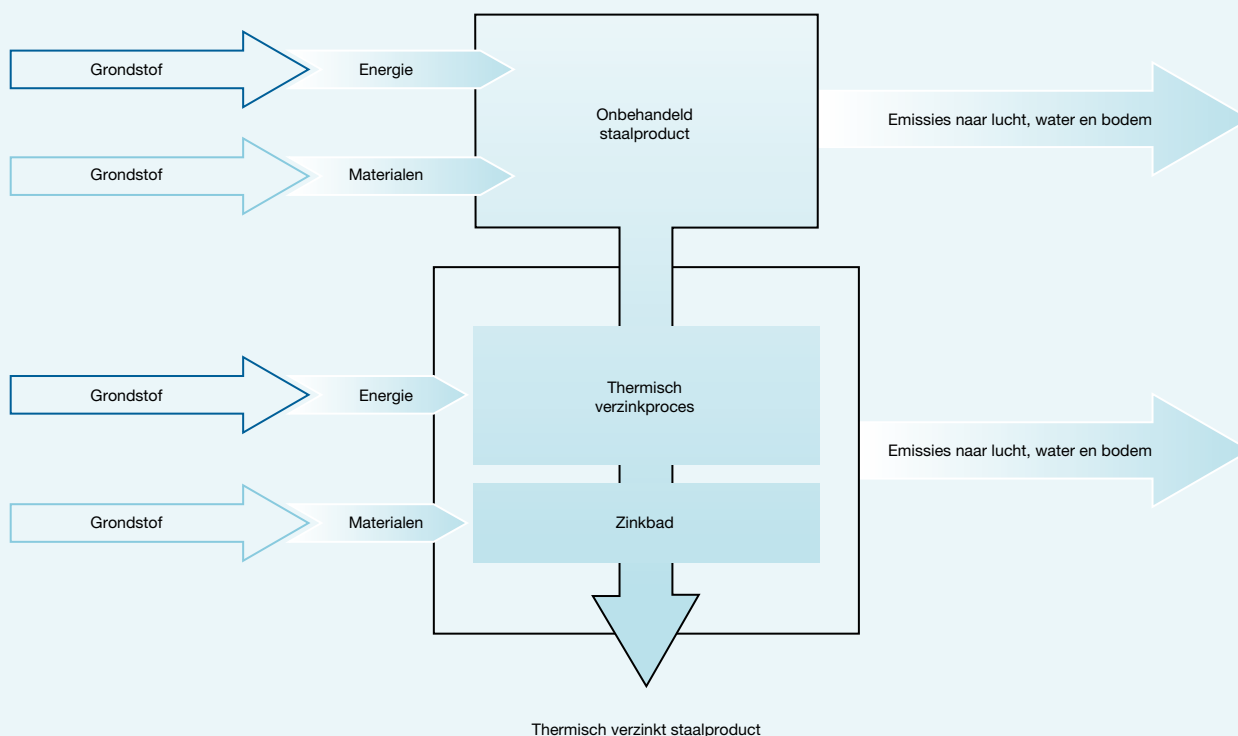
Het doel van dit onderzoek was te komen tot gegevenssets voor levenscyclusinventarissen voor het verzinkproces, op basis van gegevens geleverd door leden van de nationale afdelingen van de EGGA.

Hiertoe moesten het gemiddelde energie - en hulpbronnenverbruik en de gemiddelde uitstoot van stoffen in het milieu worden gekwantificeerd. Dit heeft geresulteerd in een LCI van een doorsnede van processen in verschillende verzinkerijen in Europa, met inachtneming van de gedefinieerde systeemgrenzen. In de doorsnede is 937.000 ton staal geïnventariseerd, verzinkt in 46 verzinkerijen.

De onderzochte systemen hebben tot doel stalen delen en producten zo te bewerken dat het staaloppervlak is beschermd tegen de elementen. De functionele eenheid is 1 ton verzinkt stalen producten.

Energie- en milieuresultaten worden uitgedrukt in de functionele eenheid, maar in een uitbreiding van de analyse zijn ook gegevens onderzocht, onafhankelijk van het stalen product, gericht op het proces zelf. Dergelijke resultaten worden uitgedrukt in de eenheid '1 kilogram zinklegering gereed in het verzinkbad'. Dit is een bruikbare meeteenheid voor de energiekosten en milieukosten van het verzinkproces.

Deze LCI-gegevens kunnen via Stichting Doelmatig Verzinken en EGGA worden opgevraagd door LCA-deskundigen en door klanten die een milieuproductverklaring willen opstellen voor een verzinkt stalen bouwproduct.





PRODUCTCATEGORIEREGELS (PCR'S) VOOR HET OPSTELLEN VAN EEN EPD VOOR CORROSIEBESCHERMING VAN GEFABRICEERDE STALEN PRODUCTEN

–

In 2006 is door de SEMCO een PCR voor thermisch verzinkt staal vastgesteld en openbaar gemaakt. De PCR is toepasbaar voor metaalhoudende, niet-organische en organische beschermingslagen, en voor roestvrije en weerbestendige staalsoorten.

De functionele eenheid is één jaar bescherming voor een gegeven configuratie staalplaat. De PCR eiste vermelding van de volgende categorieën in een bijbehorende EPD:

- gebruik van niet-hernieuwbare hulpbronnen
- gebruik van hernieuwbare hulpbronnen
- Aardopwarming (kg CO₂-eq)
- Ozonafbraak (kg CFK-11-eq)
- Verzuring (mol H⁺)
- Eutrofiëring (kg O₂)
- Fotochemische oxidantvorming (kg C₂H₂-eq)

Dit PCR-document wordt momenteel gebruikt als basis voor een EPD voor de verzinkerijsector, die door de EGGA openbaar zal worden gemaakt.

KLIMAATVERKLARINGEN

–

Vanuit de ambitie EPD-informatie te leveren die is toegespitst op specifieke milieukwesties, introduceert het internationale EPD[®]-systeem zogenaamde klimaatverklaringen, die zijn gericht op alle aspecten die relevant zijn voor klimaatkwesties, waaronder alle broeikasgassen, en zich bezighouden met alle stadia van de levenscyclus, van de winning van de ruwe grondstof tot aan de afvalverwerking. Een klimaatverklaring kan met recht een wereldwijd concept worden genoemd, omdat het zich bezighoudt met menselijke activiteiten die in de meeste landen van de wereld voorkomen in het kader van internationale handel.

Klimaatverklaringen hebben tal van voordelen – ze zijn gebaseerd op wetenschappelijk verantwoorde methoden voor het verzamelen en interpreteren van levenscyclusgegevens, ze zijn neutraal, ze worden volgens vergelijkbare methoden ontwikkeld en verspreid, de informatie van verschillende verklaringen kan met elkaar worden vergeleken en de kwaliteit van de informatie is verzekerd dankzij externe controle en certificering. Ze worden officieel geregistreerd en zijn dus eenvoudig toegankelijk en voor iedereen beschikbaar.

Vanwege deze voordelen moeten klimaatverklaringen worden beschouwd als een nuttige bijdrage aan het voortdurende klimaatdebat. Ze bieden een holistisch, op feiten gebaseerd en geloofwaardig perspectief op hoe verschillende producten en menselijke activiteiten het klimaat beïnvloeden.

	Thermisch verzinkt	Geverfd
Balkonconstructie	Balkonbodem, balustrade en dak bestaat uit verschillende, geprofileerde staalplaten, steenwol en houten lattenbodem. Vier buisprofielkolommen.	Balkonbodem, balustrade en dak bestaat uit verschillende, geprofileerde staalplaten, steenwol en houten lattenbodem. Vier buisprofielkolommen.
Deklaag	778 kg buisprofiel thermisch verzinkt volgens NEN EN ISO 1461.	39 m ² buisprofiel alleen uitwendig electrostatisch gecoat
Beschermingsduur	3 onderhoudscycli om lattenbodem te vervangen en elke 15 jaar herschilderen dak. Geen onderhoud buisprofielkolommen	3 onderhoudscycli om lattenbodem te vervangen en elke 15 jaar herschilderen dak en buisprofielkolommen
Verwijderen	Staal- en zinkrecycling	Staalrecycling

1. Systemen ter vergelijking

Het Finse Technisch Onderzoekscentrum VTT rondde dit onderzoek uitgevoerd op verzoek van de IZA, de internationale organisatie van zinkproducenten, in 2004 af. De doelen waren:

- een basis creëren voor toekomstige verbeteringen in de levenscyclus van zinkproducten;
- de milieuprestatie vaststellen van een thermisch verzinkte stalen constructie en een vergelijkbaar geverfde constructie;
- het relatieve belang bepalen van de deklaagkeuze voor de totale levenscyclus van stalen constructies.

VTT heeft zeer veel ervaring met het ontwikkelen van milieuproductverklaringen (EPD's) voor de Finse bouwsector. Bovendien had VTT al eerder levenscyclusevaluaties uitgevoerd voor de Finse verzinkindustrie. Dit bood een degelijke basis voor dit onderzoek.

Reikwijdte en gegevensbronnen

Het 'Producta'-balkonsysteem dat het studieobject van de evaluatie was, wordt door het Finse bedrijf Rannila Steel Oy gefabriceerd en is sinds 1996 in productie. Dit lichtgewicht balkonsysteem wordt normaalgesproken gefabriceerd met een duplex-systeem (thermisch verzinkt en geverfd) op de holle constructiedelen en was al eerder door VTT onderzocht voor het opstellen van een EPD voor het balkon. Om de effecten van de verzinklaag en de verflaag afzonderlijk van elkaar te bepalen, zijn voor de deklaag twee specificaties gemaakt, gericht op een levensduur van 60 jaar (Figuur 1).

De onderzochte milieuaspecten waren dezelfde als normaalgesproken ook in EPD's en beoordelingssystemen voor 'groene gebouwen' een rol spelen – d.w.z. energieverbruik, verbruik van natuurlijke hulpbronnen en mogelijke gevolgen van uitstoot in de atmosfeer voor aardopwarming, verzuring en aanmaak van fotochemische ozon.

Deze aspecten zijn berekend aan de hand van vastgestelde indicatoren voor de effecten op de levenscyclus, ontleend aan de methoden Eco-Indicator 95 en DAIA. Gegevens over de levenscyclusinventaris zijn voornamelijk ontleend aan Finse processen en producten, hoewel gegevens over verfmaterialen zijn ontleend aan openbare Europese gegevensbanken. De recycling van het staal en het zink is ook in de evaluatie meegenomen via een methode die is ontworpen door het Internationale Instituut voor IJzer en Staal (IISI).

Duurzaamheid

De duurzaamheid van de deklaagsystemen is ingeschat met behulp van NEN EN ISO 14713 en NEN EN ISO 12944 voor respectievelijk verzinken en verven. Voor verzinkte deklagen in Finse milieuomstandigheden worden corrosiesnelheden van 0,5-1,0µm per jaar gemeld. De verzinklaag van 100µm zou dus in de periode van 60 jaar geen onderhoud nodig hebben. De geverfde constructie zou daarentegen om de 15 jaar opnieuw geverfd moeten worden.

Het 'standaard' verfsysteem waarmee de verzinklaag is vergeleken, was een chemisch drogend, oplosmiddelhoudend systeem bestaande uit een zinkrijke epoxyverf (40µm DFT)/epoxyprimer (2x80µm DFT) en polyurethaanverf (40µm DFT). Behalve dit 'standaard' verfsysteem, is ook een watergedragen verfsysteem met een laag VOC-gehalte (Vluchtige Organische Verbindingen) in de evaluatie meegenomen. Een aantal aannames was noodzakelijk, met name de aanname dat de onderhoudsverf voor de constructie dezelfde duurzaamheid en hetzelfde milieuprofiel had als de oorspronkelijke verflaag.

Deze conservatieve aanname was nodig vanwege het ontbreken van milieugegevens over onderhoudsverfwerk in het werk.

Uitkomsten

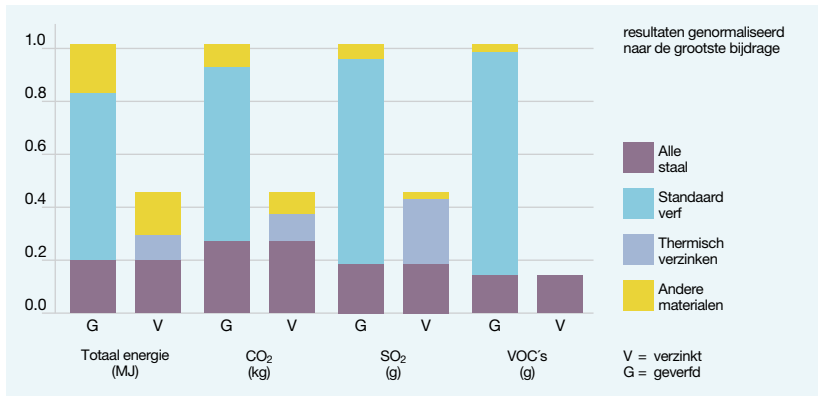
De uitkomsten van deze voorstudie zijn weergegeven in Figuren 2-4 en kunnen als volgt worden samengevat:

- De keuze van de deklaag is van grote invloed op de levenscyclus van de balkonconstructie.
- Verzinken scoort significant lager op de drie belangrijkste categorieën die van invloed zijn op de levenscyclus (aardopwarmingspotentieel, verzuringspotentieel en vermogen tot vorming van fotochemische ozon).
- Duurzaamheid bepaalt voor een groot deel het verschil in levenscyclus tussen verven en verzinken. De belasting van het onderhoudsverfwerk is van grote invloed op de levenscyclusresultaten van het geverfde balkonsysteem.
- De juiste toewijzing van de voordelen van het recyclen van staal, aan de hand van het IISI-model, speelt een belangrijke rol bij het berekenen van de algehele invloed op de levenscyclus.

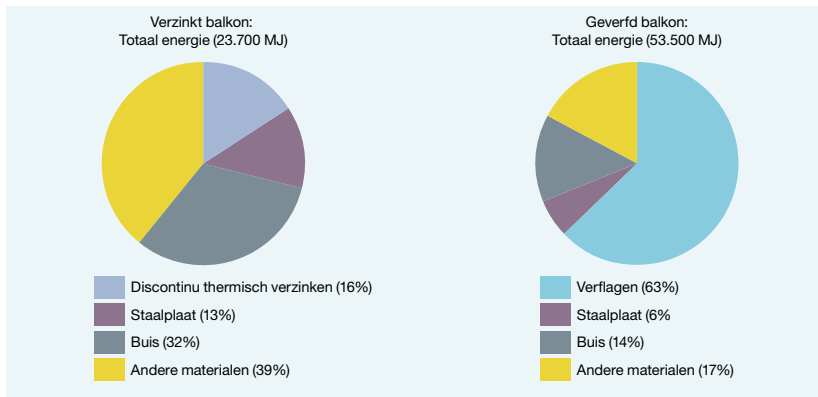
Conclusies

In deze voorstudie zijn de belangrijkste milieueffecten van een verzinkt stalen balkon en een geverfd balkon gekwantificeerd. Voor wat betreft de in overweging genomen effectcategorieën, zorgden de doelmatigheid en duurzaamheid van de verzinkte deklaag ervoor dat de levenscyclus veel minder sterk werd beïnvloed in vergelijking met het equivalente geverfde systeem.

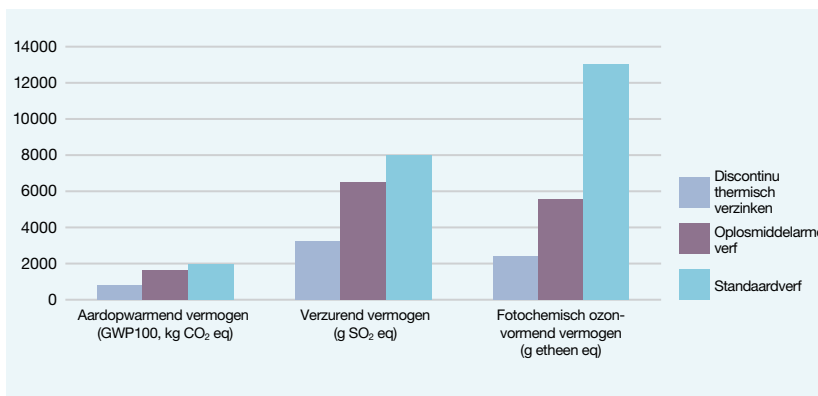
Deze uitkomsten vereisen nader onderzoek, in het bijzonder om de belastingen van onderhoudsverfwerk nader te definiëren. Het is echter niet waarschijnlijk dat deze verfijningen de eindconclusie wezenlijk zullen beïnvloeden.



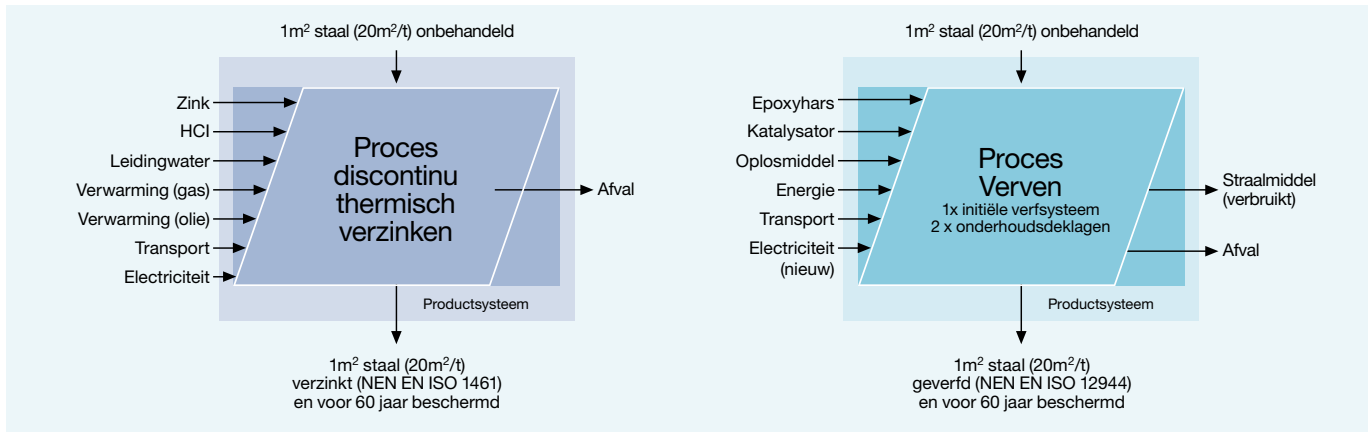
2. Uitkomsten van de gedetailleerde levenscyclusinventarisatie voor enkele categorieën



3. Levenscyclusenergie - verzinkt balkon vergeleken met geverfd balkon



4. Milieueffecten in de levenscyclus - enkele indicatoren



1. Verzinkt systeem

2. Geverfd systeem

In een onderzoek uit 2006 door de faculteit Milieutechnologie van het Instituut voor Milieubeschermingstechnologie van de Technische Universiteit van Berlijn is een vergelijking gemaakt tussen een verfdeklaag (EN ISO 12944) en een verzinklaag (EN ISO 1461) voor een stalen parkeergarage op basis van een levenscyclus-evaluatie.

De centrale waarde voor LCA-vergelijkingen is de functionele eenheid – de referentiehoeveelheid voor de vergelijking. Een objectieve vergelijking kan niet worden gemaakt zonder identieke vergelijkingsvariabelen. Deze waarden zijn in het onderzoek zo gedefinieerd dat de twee systemen corrosie moesten voorkomen in een stalen constructie die 60 jaar mee moest gaan en moesten worden aangebracht op een stalen constructie, zoals een parkeergarage met meer verdiepingen, met een stalen oppervlak van 20 m²/t. De aanname was dat de constructie extern werd blootgesteld aan een licht corrosieniveau (corrosie-categorie C3 conform ISO 9223).

Verzinking is een eenmalige bescherming tegen corrosie door onderdompeling in gesmolten zink. Met een zinklaag met een dikte van 100 µm en uitgaande van de gemiddelde corrosiesnelheid van categorie C3 (1µm per jaar) is de berekende levensduur veel langer dan de verlangde 60 jaar.

De milieueffecten van dit systeem (hulpbronnenverbruik, energieverbruik en afvalproductie) zijn weergegeven in Figuur 1.

Om de componenten 60 jaar lang corrosievrij te houden met behulp van een verfdeklaag, worden ze eerst gestraald om het roest te verwijderen. Vervolgens worden er in de fabriek drie lagen verf op aangebracht, met een totale dikte van 240 µm.

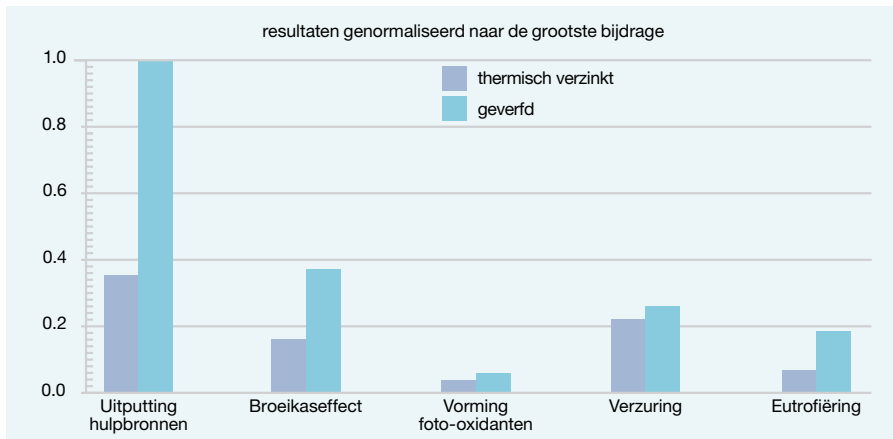
Aan de parkeergarage zijn dan na 20 jaar en na 40 jaar jaar onderhoudswerkzaamheden nodig. Dit houdt in dat de componenten worden schoongemaakt en hier en daar nieuwe verf wordt aangebracht (zie Figuur 2).

Uitkomst

De resultaten, berekend volgens de erkende 'CML 2 baseline 2000' methode, zijn uitgesplitst in vijf verschillende milieueffectcategorïen. In Figuur 3 zijn deze milieueffecten weergegeven. De resultaten worden genormaliseerd naar de grootste bijdragende factor (hulpbronnenverbruik). De lengte van de staafjes geeft de mate van de milieubelasting aan. De bijdragende factoren vallen bij de verzinkmethode in alle effectcategorïen lager uit dan bij de verfmethode. In een aantal effectcategorïen zijn de verschillen opvallend groot. In vergelijking met verf scoort verzinken in de categorie eutrofiëring slechts 18%, in de categorie hulpbronnenverbruik slechts 32% en in de categorie broeikasgassen slechts 38%. Verzinken onderscheidt zich door een lager hulpbronnenverbruik en door minder vervuiling gedurende de gehele levensduur.

Conclusies

Het onderzoek wijst uit dat levenscyclus-evaluatie een zinvolle methode is, gebaseerd op een realistische ecologische vergelijking van producten in de praktijk. De evaluatie laat opvallende verschillen zien tussen twee veel gebruikte corrosieweringssystemen voor staalconstructies. Het verzinkstelsysteem geeft een lager milieueffect te zien voor een staalconstructie met een lange levensduur dan een verfsysteem. De lange levensduur en de onderhoudsvrijheid, twee bekende voordelen van verzinken, liggen aan de basis van de goede milieuprestatie van het proces.



3. Effecten op de levenscyclus

Beschermingsduur (jaren)	Thermisch verzinkte staalconstructie (kg CO ₂ equivalent)	Geverfde staalconstructie (kg CO ₂ equivalent)	Besparing broeikaseffect door thermisch verzinken (kg CO ₂ equivalent)
60	41.500	98.600	57.100
40	41.500	71.600	30.100
20	41.500	60.500	19.000

4. Effecten van verschillende levensduursscenario's op de resultaten



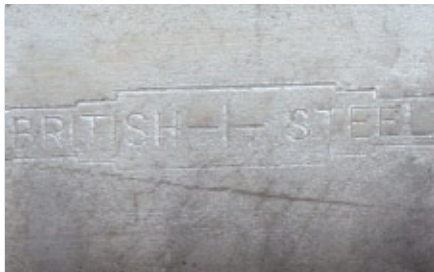
DEEL ZES

—

TITEL CASESTUDY DRIE

—

DUURZAAMHEID: BRUG IN NEDERLAND NA 60 JAAR



Er zijn verschillende technieken om de duurzaamheid van zinklagen betrouwbaar te voorspellen. Een van de meest betrouwbare methoden is het gebruik van case-history's, zoals die van deze Nederlandse brug. Verzinkt stalen constructies bestaan al vele tientallen jaren. Ze laten in de praktijk zien hoe deze deklagen presteren.

De Ehzerbrug is in 1945 in korte tijd gebouwd door Canadese troepen in het kader van de bevrijding van Nederland. Via de brug loopt een kleine lokale weg, over het Twentekanaal, van Almen naar Laren. Deze weg wordt nog altijd gebruikt door het plaatselijk verkeer. De brug is net breed genoeg voor twee rijbanen, maar andere bruggen in de buurt nemen het snelverkeer langzaam over, zodat de Ehzerbrug vooral nog door fietsers en voetgangers wordt gebruikt.

Visuele inspectie

De brug is onlangs geïnspecteerd door technisch personeel van de Nederlandse Stichting Doelmatig Verzinken (SDV). Het viel op dat de brug er nog goed uitzag. De matgrijze verzinklaag vertoonde slechts enkele lichte roestverkleuringen.

Rond de boutverbindingen waren wat herstelwerkzaamheden verricht en jongelui hadden met hun verfspuiten ook een bijdrage geleverd aan het uiterlijk van de brug! Maar het belangrijkste was dat de stalen constructie zelf helemaal geen corrosie van betekenis liet zien.

Resterende laagdikte

Tijdens de inspectie is op een aantal willekeurig gekozen plekken de laagdikte elektromagnetisch bepaald, met gemiddeld 10 waardemetingen per plek. In drie diagonale schoren (150 x 150 mm) werden lagen met een dikte van 74µm, 115µm en 219µm aangetroffen. In twee andere diagonale schoren (130 x 130 mm) werden laagdikten van 69 µm en 82 µm gemeten. Bij twee verbingsplaten bleek de laagdikte 114µm (bij een staaldikte van 19 mm) en 86µm (bij een staaldikte van 9 mm) te zijn.

Uitgaande van de dikten van de zinklagen die zijn gemeld door de Nederlandse deskundige Van Eijnsbergen, 25 jaar na de bouw van de brug, lijkt de laagdikte niet significant te zijn verminderd. Hierbij moet worden aangetekend dat de eis van EN ISO 1461 voor nieuw verzinkt staal 85µm bedraagt voor delen met een dikte > 6mm.

Toekomst van de brug

De Ehzerbrug bij Almen kan zonder onderhoud van enige betekenis de 100 jaar naar verwachting volmaken. Of de brug het zo lang zal volhouden, hangt af van andere factoren. Blijft de weg over de brug een rustige landweg of zal in de toekomst zwaarder verkeer van de brug gebruik gaan maken? Of zal het gebruik van het kanaal compleet veranderen, zodat de brughoogte of spanwijdte moet worden aangepast?

DEEL ZES

—

TITLE CASESTUDY VIER

—

DUURZAAMHEID: JACHTHAVEN IN DUITSLAND NA 38 JAAR



Thermisch verzinken kan langdurige, onderhoudsvrije bescherming tegen corrosie bieden, zelfs in de ruigste omgevingen. Een voorbeeld hiervan is de jachthaven en haveninstallaties bij Arbon en Bottighofen in Zwitserland. Deze twee stadjes zijn idyllisch gelegen aan de zuidkust van het Bodensee en zijn zeer geliefd onder watersporters.

Gebruik van verzinkt staal

In 1968 is in Bottighofen een nieuwe haven aangelegd, waarbij grote hoeveelheden staal zijn gebruikt. De stalen damwand langs het 150 meter lange dok en tal van andere stalen elementen, zoals relingen, keringen, deuren, hekken, de aanlegplaatsen met pontons, plus de meerpalen en zware tubulaire steigers, zijn allemaal verzinkt om ze te beschermen tegen corrosie.

De haveninstallatie in Arbon is in 1971 uitgebreid. Ook toen was verzinking de belangrijkste methode om de stalen componenten te beschermen tegen corrosie. Het project omvatte meer dan 100 ton damwand en fenderprofielen.

Resultaten van de inspectie

Bij de eerste inspectie van de twee haveninstallaties, in 1983, is geen corrosie van betekenis aangetroffen op de zinklaag. Zelfs in de meest agressieve gebieden (damwand) kon geen corrosie worden ontdekt.

Een tweede inspectie van de haveninstallaties vond plaats in het najaar van 2006, ongeveer 38 jaar na de aanleg van het project. De verzinklaag bleek opnieuw in goede staat te zijn en volledig functioneel. Zoals verwacht, was de oorspronkelijke zilverkleurige glans verdwenen. Het staal was nu matgrijs. Deze uiterlijke verandering wordt veroorzaakt door een reactie van de verzinklaag met de atmosfeer, waardoor zich een beschermend laagje vormt.

Het inspectierapport benadrukte de goede staat van de damwand na zoveel jaar van blootstelling aan slijtage door de impact van boten. Alleen op enkele stalen palen, waar grote schepen aanmeren met zware kettingen, was de verzinklaag beschadigd. De elektrochemische bescherming van het omringende zink voorkomt dat deze beschadiging verder voortschrijdt door corrosie van de randen.

En wat nog belangrijker was, de dikte van de resterende verzinklaag lag nog steeds tussen de 50 en 100 μm . Met andere woorden, de verzinkt stalen elementen van deze haveninstallaties zullen ook nog vele jaren beschermd blijven tegen corrosie.

DEEL ZES

TITEL CASESTUDY VIJF

DE BRUG DER DUURZAAMHEID



In een Chinees dorp dat door de rivier de Po (een zijrivier van de Gele Rivier) in tweeën wordt gedeeld, moesten kinderen jaren lang de rivier oversteken via een gevaarlijke boomstambrug die steunde op pijlers van stro, stenen en aarde. Dit heeft tot veel ongelukken geleid. Zo zijn een moeder en haar kind omgekomen toen zij op weg naar school door het water werden meegeleurd.

Bijna 400 basisschoolleerlingen in het dorp Maosi in de provincie Gansu volgen onderwijs in vier 'grotsholen' aan weerszijden van de rivier de Po. Deze rivier bevriest in de winter, maar kan tijdens de zomermaesson in een kolkende stroom veranderen, volgens Edward Ng Yan-Yynug, hoogleraar aan de faculteit Bouwkunde van de universiteit van Hongkong. Tijdens een veldstudie naar de thermische eigenschappen van de grotwoningen in de streek stuitte hij op dit probleem.

Tussen november en februari gaan de kinderen niet naar school uit angst in het ijskoude water te vallen, en tussen mei en augustus blijven ze ook thuis, omdat de rivier dan buiten haar oevers treedt. Om het leven aangenamer en veiliger te maken voor kinderen en hun ouders, heeft een team onder leiding van professor Edward Ng een speciale drijvende loopbrug ontworpen.

Dit project – 'Een Brug te Ver' – is onderdeel van een campagne om de onderwijsvoorzieningen voor de plaatselijke bevolking te verbeteren. Volgens professor Ng was het oorspronkelijke plan een overstroombare brug te bouwen, maar door de krachten van de natuur bleek dit niet haalbaar. „We proberen een goedkope en eenvoudige brug te bouwen die gemakkelijk door dedorpsbewoners kan worden onderhouden”, aldus professor Ng.

Studenten en deskundigen kwamen met de oplossing: de 80 meter lange Wu Zhi Qiao (Brug der Duurzaamheid). De brug kostte maar 300.000 dollar en is zo ontworpen dat voornamelijk natuurlijke materialen uit de streek konden worden gebruikt, zodat de dorpingen de brug zelf kunnen onderhouden. Ze hebben het ontwerp bovendien gebruikt om nog meer van zulke bruggen te bouwen. De Britse bouwkundige Anthony Hunt, bekend van het Eden-project, heeft geholpen met het eerste concept van het ontwerp. De brug moest goedkoop zijn en eenvoudig te bouwen, moest bestand zijn tegen de jaarlijkse overstromingen en gemakkelijk door de dorpsbewoners zelf kunnen worden onderhouden.

De oplossing kwam in de vorm van pijlers zonder fundering maar met bevestigingspennen waarmee ze in de rivierbedding konden worden vastgezet. De pijlers zijn zo gevormd dat ze weinig weerstand ondervinden en hebben genoeg gewicht, zodat ze niet door de stroming worden meegevoerd. Het loopvlak bestaat uit een verzinkt stalen frame, dat is opgevuld met bamboe planken. De brug is onderverdeeld in kleine elementen met handvaten, zodat elk element, wanneer het is losgeraakt, eenvoudig door zes dorpingen kan worden teruggeplaatst. De brug heeft nog een intrigerend kenmerk. Het loopvlak heeft een zigzag-vorm, vanwege het traditionele Chinese geloof dat boze geesten geen bochten kunnen maken. Deze vorm heeft als bijkomstig voordeel dat het de constructie steviger maakt.

Ongeveer 50 studenten uit Hongkong en 30 uit Xian hebben de brug in vijf dagen gebouwd, zij aan zij met de dorpingen. Er is al een overstroming geweest die de hele constructie onder water heeft gezet. Maar de verzinkt stalen brug heeft dit overleefd.

REFERENTIES

1. *Zinc Handbook: Properties, Processing and Design*
FC Porter, published by Marcel Dekker Inc., USA (1991).
2. *JSCE's report on the cost of corrosion in Japan*
T Shibata, Corrosion Management, March/April 2001, pp.16-20.
3. *Corrosion costs and preventative strategies in the USA*
P Virmani, US Federal Highway Administration Publication No. FHWA-RD-01-156, (2003).
4. *Comparative costs of different surface treatment systems*
T.K.H. Chu and K.B. Watson, BHP Steel, Proceedings of Third International Asia-Pacific General Galvanizing Conference, (1996).
5. EU Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control.
6. UK Environmental Technology Best Practice Programme concluded that "galvanizing uses less than 25 litres of water per tonne of product, compared with 2000 litres for the general metal finishing industry" (1996).
7. *Ecoprofile for Primary Zinc*
Boustead Consulting (1998).
8. *Sachbilanz Zink*
Prof. Dr Ing J Krüger, RWTH Aachen (2001).
9. *Material flow analysis of the UK steel construction sector*
J Ley, Corus Research & Development, M Sansom, Steel Construction Institute, A Kwan, University of Wales. International Iron and Steel Institute World Conference, Luxembourg, (2002).
10. *Longer life of galvanized steel due to reduced sulphur dioxide pollution in Europe*
D Knotkova and FC Porter, Proceedings of 17th International Galvanizing Conference p GD 8/1 – 8/20 (1994).
11. *EN ISO 14713 (1999): Protection against corrosion of iron and steel in structures – zinc and aluminium coatings – guidelines.*
12. *Conclusions of the International Conference on Zinc and Human Health – Recent Scientific Advances and Implications for Public Health Programs*
Stockholm, K H Brown, June 12-14, 2000. International Zinc Association, (2000).
13. *The World Health Report 2002*
World Health Organization, Geneva.
14. *Zinc – The Vital Micronutrient for Healthy, High-Value Crops*
Prof. B J Alloway. International Zinc Association (2001).
15. *Critical Review of Natural Global and Regional Emissions of Six Trace Metals to the Atmosphere*
M Richardson., Risklogic Scientific Services, Inc., (2001).
16. *An assessment of global and regional emissions of trace metals to the atmosphere from anthropogenic sources worldwide*
J M Pacyna and E G Pacyna. Norwegian Institute for Air Research (NILU).
17. *Review of Bioavailability Studies in the European Union Risk Assessment for Zinc*
F van Assche and A Green, Edited Proceedings of 21st International Galvanizing Conference, Naples, Italy, (2006).
18. 'Occurrence and environmental fate of corrosion induced zinc in run-off water from external structures'
S Bertling, I Odnevall Wallinder, D Berggren Kleja and C Leygraf, The Science of the Total Environment 367, 2-3, 908-923, (2006).
19. *Zinc in Society and in the Environment*
Landner and Lindstrom (1998).
20. CEN TC 350
"Sustainability of Construction Works"
21. www.legep.de
22. www.bre.co.uk
23. www.usgbc.org/LEED/
24. Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products (89/106/EEC) (OJ L 40, 11.2.1989, p.12).
25. ISO 14040
"Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework.
26. www.environdec.com

VERKLARENDE WOORDENLIJST

AS

Ook wel skimmings (schuim). Een vast bijproduct, dat op het oppervlak van het zinkbad wordt gevormd als gevolg van de reactie tussen het zink en lucht. Het wordt regelmatig van het oppervlak geschept en gerecycled.

HARDZINK

Een vast bijproduct van de reactie tijdens het thermisch verzinken tussen ijzer en het gesmolten zink. Hardzink bevat ongeveer 96% zink en 4% ijzer. Het wordt regelmatig van de bodem van het zinkbad verwijderd en gerecycled.

INGESLOTEN ZINK

Kleine zinkbolletjes kunnen in de as, dat wordt afgeschept om te recycelen, worden ingesloten. Dit ingesloten zink wordt van de as afgescheiden en voor hergebruik hersmolten.

FLUX

Een voorbehandelingsmateriaal (meestal opgelost) dat zorgt voor de laatste reiniging van het staaloppervlak vlak voor het thermisch verzinken. Ook zorgt het voor een goede benatting van het staaloppervlak door het gesmolten zink bij het dompelen.

HYDROMETALLURGISCH

Een proces dat voornamelijk berust op electrolyse of chemisch neerslaan van een metaal uit erts.

PATINA

Een beschermende dunne laag, dat op het oppervlak van de thermische zinklaag wordt gevormd wanneer dit reageert met koolstofdioxide en zuurstof in de lucht.

BEITSEN

Verwijderen van roest, walslaag e.d. met verdund zuur voor het thermisch verzinken.

PYROMETALLURGISCH

Een proces dat voornamelijk berust op warmte om metaal uit erts te winnen.

GERAFFINEERD ZINK

Ook wel primair zink genoemd. Metallisch zink, dat uit erts of gerecycled schroot wordt gemaakt.

SECONDAIR ZINK

Metallisch zink dat teruggewonnen wordt uit proces- of sloopzinkschroot, dan wel uit ingesloten zink.

AFKORTINGEN

BREEAM

Building Research Establishment Environmental Assessment Method

CML

Institute of Environmental Sciences, Leiden University, Netherlands

DAIA

Decision Analysis Impact Assessment (Finnish Environment Institute)

DFT

Dry Film Thickness

EGGA

European General Galvanizers Association

EPD

Environmental Product Declaration

KTH

The Royal Institute of Technology, Stockholm

LCA

Life Cycle Assessment

LCI

Life Cycle Inventory

LEED

Leadership in Energy and Environmental Design

PCR

Product Category Rules (for an EPD)

SEMCO

Swedish Environmental Management Council

VOC

Volatile Organic Compounds (bijv. oplosmiddelen)

WIJ BEDANKEN

Voorpagina	Geluidsscherm Utrecht, Nederland OLN [Oosterhuis_Lénárd] Meijers Staalbouw	Pagina 14	Wedge Group Galvanizing	Pagina 31	Woningen in Konstanz Duitsland Schaudt Architects Reiner Blünck
Pagina 5	NV Afvalzorg hoofdkantoor. Nederland Kerste-Meijer Architecten bna avb, Amsterdam Rob Hoekstra, Kalmthout	Pagina 15	Wedge Group Galvanizing (1) Metallics Systems Europe BV (2) Hasco – Thermic Ltd (3+4)	Pagina 32	Case study Een International Zinc Association
Pagina 6	Jubilee wharf, Cornwall, UK. Zedfactory www.zedfactory.com	Pagina 17	Bedzed, UK. Zedfactory www.zedfactory.com	Pagina 34	Case study Twee Institut Feuerverzinken, Duitsland
Pagina 7	Maosi Bridge, China. Edward Ng Yan-Ynung Department of Architecture, CUHK	Pagina 18	Boliden AB (1+2) Sphalerite (Zinc mineral) with Calcite (3)	Pagina 36	Case study Drie Stichting Doelmatig Verzinken Nederland
Pagina 9	Croke Park Stadion Dublin, Ierland (1+2) Abacus Lighting	Pagina 22	Rezinal nv	Pagina 37	Case study Vier Institut Feuerverzinken, Duitsland Gackenheimer, Neuhausen-Steinegg
Pagina 9	Vangrail, Duitsland (3+4) Mehrsi - Mehr Sicherheit für Biker e.V.	Pagina 24	AWD-Arena Hannover, Duitsland (1) Architekturbüro Schulitz + Partner	Pagina 38	Case study Vijf Department of Architecture, CUHK.
Pagina 11	Wales Institute for Sustainable Education Centre for Alternative Technology (1)	Pagina 24	Meerverdiepingenparkeer- garage Münster, Duitsland (2) Petry und Wittfont Freie Architekten		
Pagina 11	Zonne-energiewoningen Freiburg, Duitsland (2) Hosrt Disch	Pagina 25	Hearst Tower, New York, USA. Foster + Partners Chuck Choi		
Pagina 11	(boven) Institut Feuerverzinken Mossbourne Academy, (onder) Londen, UK Rogers Stirk Harbour + Partners	Pagina 26	Aras Chill Dara Kildare, Ierland (1) Heneghan.peng in association with Arthur Gibney & Partners Dennis Gilbert, VIEW		
Pagina 13	Ecoboulevard van Valecas Madrid, Spanje. Ecosistema Urbano Emilio P. Doiztua	Pagina 26	AWD_Arena in Hannover Duitsland (2) Architekturbüro Schulitz + Partner		
Pagina 13	The Eden Project, Cornwall, UK. Nicholas Grimshaw + Partners Peter Cook, VIEW	Pagina 27	Lewis Glucksman Galery Cork, Ierland O'Donnell & Tuomey Denis Gilbert/VIEW		
		Pagina 29	Naven Credit Union Ierland Paul Leech, Gaia Ecotecture		

**EUROPEES INITIATIEF
VOOR THERMISCH
VERZINKEN IN
DUURZAAM BOUWEN**

European General
Galvanizers Association

Maybrook House
Godstone Road
Caterham
Surrey CR3 6RE
Verenigd Koninkrijk

Tel: + 44 (0)1883 331277
email: mail@egga.com
www.egga.com

International Zinc
Association-Europe

Tervuerenlaan 168
B-1150
Brussel
België

Tel: + 32 (0) 2 776 0070
email: info@izaurope.com
www.zincworld.org

Adviseurs en contribuanten:

Life Cycle Engineering
www.studiolce.it

Centre for Alternative Technology
www.cat.org.uk

Steel Construction Institute
www.steel-sci.org



Zinkinfo Benelux
Smederijstraat 2
4814 DB Breda
Nederland

T: +31 (0)76531 7744
F: +31 (0)76531 7701

www.zinkinfobenelux.com