

TECHNISCH INFOBLAD #18

INVLOED VAN CHEMISCHE SAMENSTELLING OP DE VORMING VAN DE ZINKLAAG
Hoe bestel ik staal dat geschikt is om thermisch te verzinken?



**ZINK
INFO
ZINC**

MISSION STATEMENT

Bij stakeholders van nu én morgen willen we discontinu thermisch verzinken algemeen erkend laten worden als de meest doelmatige en duurzame vorm van corrosiepreventie voor staal.

Thermisch verzinken is een uniek proces en al meer dan 150 jaar “wereldkampioen in corrosiepreventie”. Geen enkele andere methode komt ook maar in de buurt van deze meest complete bescherming van staal. Bovendien is het ook de slimste en meest verantwoorde keuze. In de strijd tegen de klimaatopwarming ligt een grote rol weggelegd voor circulair bouwen. Schaarse grondstoffen beter benutten en hergebruiken, is daarbij de rode draad. Dankzij thermisch verzinken gaan we voor 100% circulair staal. De beste bescherming én de meest verantwoorde keuze.

ZEKER ZINK

Dit Technisch Infoblad is er slechts één uit een reeks.

Kijk voor meer uitgaven op www.zinkinfobenelux.com



Wilt u meer weten over thermisch verzinken?

Contacteer Hans Boender via hans@zinkinfobenelux.com.

Hans is onze Technisch Expert.



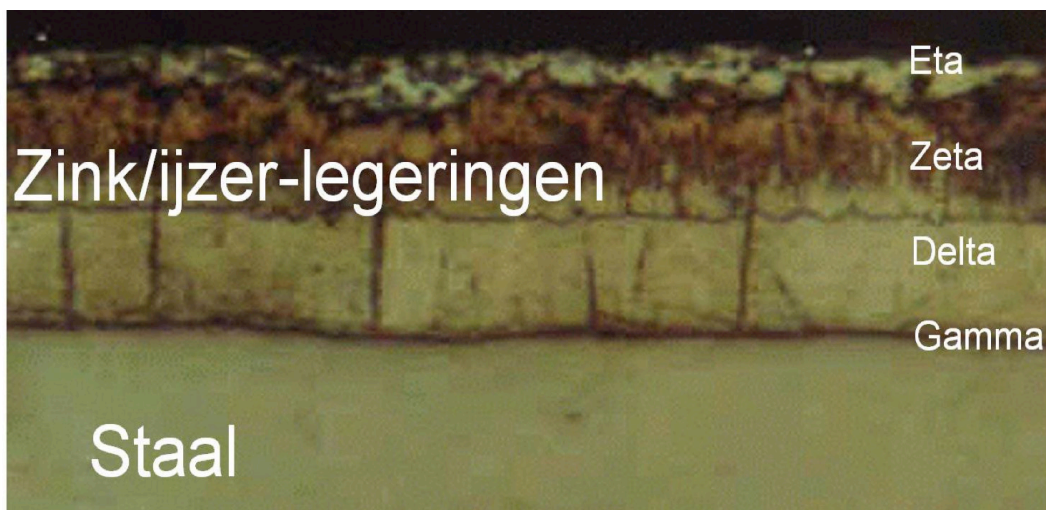
Veruit de meeste staalsoorten kunnen worden verzinkt volgens de EN-ISO 1461. Maar stoffen als silicium en fosfor in het staal hebben invloed op de zinklaageigenschappen, deklaagdikte, ruwheid en het uiterlijk van het verzinkte staal. Er zijn daarnaast nog andere elementen die een rol spelen. Daarover gaat dit Infoblad.

ONTSTAAN EN SAMENSTELLING VAN DE VERZINKLAAG

Anders dan het geval is bij o.a. verf en poedercoating, wordt bij het thermisch verzinken de beschermende zinklaag gevormd door een chemische verbinding van ijzer en zink. Tijdens onderdompeling in het zinkbad (met een temperatuur van 450°C) ontstaan er aan het staaloppervlak, door een zogenoemd diffusieproces, drie harde, donkergrijze ijzer-zink (Fe-Zn) legeringslagen.

Bij het uitnemen van het staal uit het zinkbad hecht het afvloeiende en tegelijkertijd stollende zink (afbeelding 1) zich op deze legeringslagen. Deze door afkoeling gestolde zinklaag vormt een zilverkleurig, glanzend laagje. De minimale diktes van de verzinklaag zijn opgenomen in de internationale norm EN-ISO 1461.

AFBEELDING 1 - DOORSNEDE VAN EEN THERMISCH VERZINKTE LAAG



REACTIVITEIT VAN STAAL TEN OPZICHTE VAN GESMOLTEN ZINK

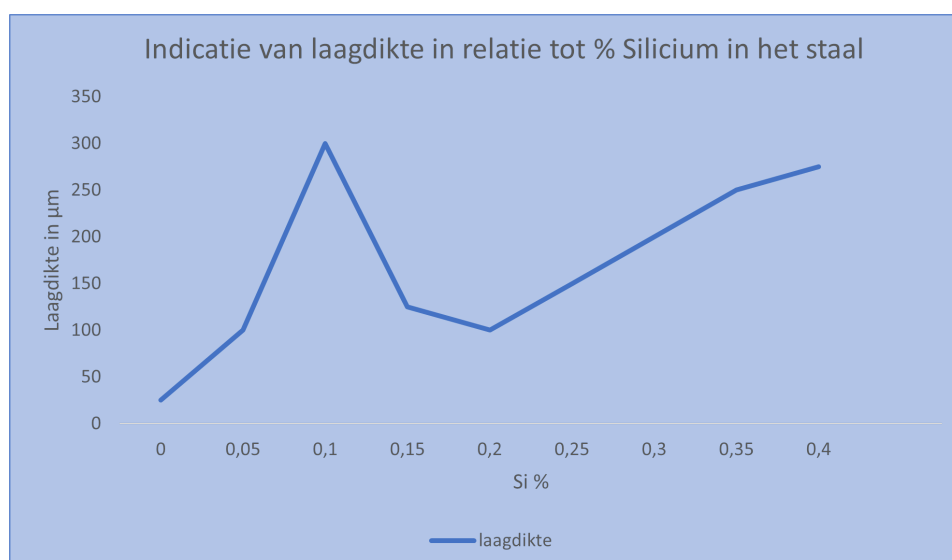
In principe kunnen alle laaggelegeerde staalsoorten thermisch verzinkt worden. De chemische staalsamenstelling kan echter de volgende eigenschappen van de thermische verzinklaag beïnvloeden: deklaagdikte, uiterlijk (glans, uniformiteit, ruwheid), weerstand tegen plaatselijke mechanische schade (stootweerstand) en de laagopbouw van de verzinklaag.

Bij bepaalde siliciumgehalten in het staal is de reactie tussen het vloeibare zink en het staal zeer hevig. In dat geval spreken we van 'reactief staal'. Hoe hoger de reactiviteit, hoe sneller de aangroei van de Fe-Zn legeringslagen. Bij reactief staal is het aandeel legeringslagen in de totale verzinklaag hoger dan die bij niet of minder reactief staal. In enkele gevallen bestaat de verzinklaag zelfs uitsluitend uit Fe-Zn-legeringen. Bij reactief staal is de dikte van de verzinklaag relatief groot en bestaat de kans op een minder mooi uiterlijk door licht- en donkergrijze vlekken. Uit vele onderzoeken is gebleken dat het siliciumgehalte en (in mindere mate) het fosforgehalte de reactiviteit van het staal sterk beïnvloeden.

INVLOED VAN SILICIUM (SI)

Bij het vervaardigen van staal wordt Si of Al (aluminium) gebruikt om zuurstof uit het staal te halen. Dit wordt het 'kalmeren' van staal genoemd. In de praktijk wordt veelal Si gebruikt voor het kalmeren, zodat er steeds wat Si aanwezig is in het staal. Staalsoorten met Si-gehalten die de snelheid van de aangroei van zink verhogen, zijn reactief. Dit fenomeen werd onderzocht door Sandelin, waarnaar dit effect is genoemd. Zoals blijkt uit afbeelding 2 krijgen we grotere deklaagdiktes bij Si-gehalten tussen 0,03% en 0,14% en boven 0,25%. De genoemde waardes zijn niet absoluut, in de literatuur komen verschillende grenswaardes voor (zie tabel 1). Steeds vaker komt er aluminium gekalmeerd staal op de markt. Doorgaans beschikken deze staalsoorten over een zeer laag Si-gehalte.

AFBEELDING 2 - SANDELIN CURVE



TABEL 1 - EIGENSCHAPPEN VAN DE DEKLAAG IN RELATIE TOT DE STAALSAMENSTELLING (VOLGENS EN ISO 14713 - DEEL 2)

CATEGORIE	TYPERENDE NIVEAUS VAN REACTIEVE ELEMENTEN % (GEW. PERCENTAGE)	AANVULLENDE INFORMATIE	TYPERENDE EIGENSCHAPPEN VAN DE DEKLAAG
a	$\leq 0,03\%$ Si en $0,02\%$ P	Zie opmerking 1 en opmerking 4	De deklaag heeft een glanzend uiterlijk met een fijnere textuur. De buitenste zink-laag maakt deel uit van de structuur van deklaag.
b	$\geq 0,14\%$ Si tot $\leq 0,25\%$ Si	Andere elementen kunnen ook invloed hebben op de reactiviteit van staal Met name fosforgehaltenes boven de $0,035\%$ geven verhoogde reactiviteit.	Een deklaag kan een glanzend of mat uiterlijk hebben. Afhankelijk van de staalsamenstelling kan de buitenste zinkdeklaag deel uitmaken van de deklaagstructuur of kan een ijzer-zinklegering doorlopen tot het oppervlak van de deklaag,.
c	$> 0,03\%$ Si tot $< 0,14\%$ Si	Er kunnen zich buitensporig dikke deklagen vormen.	De deklaag heeft een donkerder uiterlijk met een grovere textuur. IJzer-/zinklegeringen domineren de deklaagstructuur en lopen vaak door tot aan het oppervlak van de deklaag, met verminderde weerstand tegen hanteringsschade.
d	$> 0,25\%$ Si	De dikte van de deklaag neemt toe naarmate het siliciumgehalte hoger is.	

Opmerking 1: Staalsoorten met een samenstelling volgens de formule $Si \leq 0,03\%$ en $Si + 2,5P \leq 0,09\%$ hebben naar verwachting deze eigenschappen. Voor koudgewalst staal gelden deze eigenschappen naar verwachting ook, mits de samenstelling van het staal voldoet aan de formule $Si + 2,5P \leq 0,04\%$.

Opmerking 2: De aanwezigheid van legeringselementen (bijv. nikkel of aluminium) in het gesmolten zink kan grote invloed hebben op de eigenschappen van de deklaag, zoals aangegeven in deze tabel. De aanwijzingen in deze Tabel 1 zijn niet van toepassing bij hoge temperatuur verzinken (d.w.z. dompelen in gesmolten zink van $530\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $560\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Opmerking 3: De staalsamenstellingen aangegeven in deze tabel verschillen onder invloed van andere factoren (bijv. warmwalsen) en de grenswaarden van elk bereik zullen daardoor verschillen.

Opmerking 4: Staalsoorten met samenstellingen $< 0,01\%$ silicium en met een aluminiumgehalte $> 0,035\%$ kunnen een lagere reactiviteit vertonen, die kan resulteren in een deklaagdikte die minder is dan verwacht. Bij deze staalsoorten kan de deklaag een verminderde deklaagcohesie vertonen.

Opmerking 5: Het ontwerp van het werkstuk dat zal worden verzinkt kan ook invloed hebben op de deklaagkenmerken.

INVLOED VAN FOSFOR

Wanneer het Si-gehalte van het staal maximaal 0,03% is, dan speelt ook het P-gehalte mee: dan moet $Si + 2,5P$ kleiner zijn dan of gelijk zijn aan 0,09% om de reactiviteit van warmgewalst staal te beperken. Bij staalsoorten met hogere Si- gehalten hebben normale P-gehalten geen invloed op de reactiviteit van staal. Los van het Si-gehalte geldt volgende regel: $P < 0,035\%$.

INVLOED VAN ANDERE ELEMENTEN IN HET STAAL

Afgezien van de Si- en de P-gehalten moet het C-gehalte (koolstof) kleiner zijn dan 0,25% en het Mn-gehalte (mangaan) kleiner dan 1,35%. Ook aluminium (Al), nikkel (Ni) en zwavel (S) kunnen invloed uitoefenen op de opbouw van de legeringslagen. Zo zal een Al-gehalte van meer dan 0,045% in combinatie met lagere Si-gehalten dan 0,02 % de reactiviteit verhogen. Daarentegen zal een Si-gehalte lager dan 0,01% en een Al-gehalte van meer dan 0,035% mogelijk een (te) geringe laagdikte opleveren. In geval van een mangaangehalte boven 1,35%, is het nodig om de materialen eerst te stralen voordat ze worden verzinkt.

STAAL BESTELLEN

De staalsamenstelling is dus van groot belang voor het verzinkresultaat. In de EN-ISO 14713-2:2019 staat wat het verwachte resultaat zal zijn van staal met een bepaald Si- of P-gehalte.

Tabel 1 is overgenomen uit deze norm. Als u staal koopt, kunt u hiervan uitgaan met dien verstande dat door walsprocessen de gehalten als vermeld in de tabel af kunnen wijken. In de norm voor technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal (EN 10025-2:2019) wordt eveneens naar de indeling volgens EN-ISO 14713 verwezen. Voor een uniform uiterlijk van een project is het van belang om de bestelling van het staal te plaatsen bij dezelfde staalhandel. Aanvullend kunt u in uw bestelling eisen dat de bestelde staaldelen afkomstig moeten zijn van dezelfde partij of, wanneer dit niet mogelijk is; tenminste gelijkwaardig zijn ten aanzien van chemische samenstelling. De aanduiding van de staalsterkte geeft overigens geen goede indicatie van de chemische staalsamenstelling.

TOT SLOT

Ondanks het feit dat de gebruikelijke verzinkprocedure is toegepast, kan het in een enkel geval voorkomen dat van een partij staal de voorgeschreven zinklaagdikte, zoals beschreven in de EN-ISO 1461, niet bereikt wordt. Bijvoorbeeld zeer laag gelegeerd staal of staal met een zeer lage oppervlakteruwheid kan hiervan de oorzaak zijn. Met name geldt dit voor staal uit de categorie lasbaar fijnkorrelig constructiestaal verkregen door thermomechanisch walsen zoals omschreven in de EN 10025-4. In dergelijke gevallen moeten opdrachtgever en verzinkerij met elkaar in overleg treden. Een te geringe zinklaagdikte verkregen na het verzinken van deze staalsoorten is namelijk geen reden tot afkeur.

NORMVERWIJZING

EN ISO 1461

Door thermisch verzinken aangebrachte deklagen op ijzeren en stalen voorwerpen - Specificaties en beproevingsmethoden.

EN ISO14713-2

Zinken deklagen – Richtlijnen en aanbevelingen voor de bescherming van ijzer en staal in constructies tegen corrosie – Deel 2: Thermische verzinken

EN 10025-2

Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal

EN 10025-4

Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 4: Technische leveringsvoorwaarden voor thermomechanisch gewalst lasbaar fijnkorrelig constructiestaal

TECHNISCHE INFOBLADEN

- T11 - Vlekken door vochtige opslag
- T12 - Procedure voor het bijwerken
- T13 - Thermische vervorming door het verzinken
- T14 - Contactcorrosie en het voorkomen daarvan
- T15 - Lassen vóór thermisch verzinken
- T16 - Lassen na het verzinken
- T17 - Toestand van het staaloppervlak voor het thermisch verzinken
- T18 - Identificatie van thermisch te verzinken onderdelen
- T19 - Inspectie van discontinu thermisch verzinkt staal
- T110 - Corrosieweerstand van thermisch verzinkt staal
- T111 - Zinkapplicatiemethoden
- T112 - De mechanische eigenschappen van thermisch verzinkt staal
- T113 - Gewichtstoename van staal bij thermisch verzinken
- T114 - Waarom vraagt men een zoutspoeitest voor thermisch verzinkt staal
- T115 - Verschil tussen discontinu en continu thermisch verzinken
- T116 - Verschil tussen discontinu thermisch verzinken en zinkspuiten
- T117 - Verschil tussen discontinu thermisch verzinken en elektrolytisch verzinken
- T118 - Invloed van de chemische samenstelling op de vorming van de zinklaag
- T119 - Discontinuu thermisch verzinken vs. verfsystemen
- T120 - Kathodische bescherming en het effect van scherpe randen
- T121 - Thermisch verzinken van MC-staal
- T122 - Thermisch verzinken van snijkanten
- T123 - Niet-zichtbare verzinkgaten / blinde gaten
- T124 - Verzinkt staal in de grond
- T125 - Zinkpatina: ontstaan en bescherming
- T126 - Zekerheid over de hechting van de zinklaag
- T128 - Aanbrengen van verzinkgaten
- T129 - Verschil tussen discontinu thermisch verzinken en koudzink
- T130 - Herverzinken: renoveren van het verzinkte voorwerp
- T135 - Vergelijking tussen ISO 1461 (:2022) en ASTM A123 (:2024)