

Boutverbindingen: een risico op galvanische corrosie in de atmosfeer?

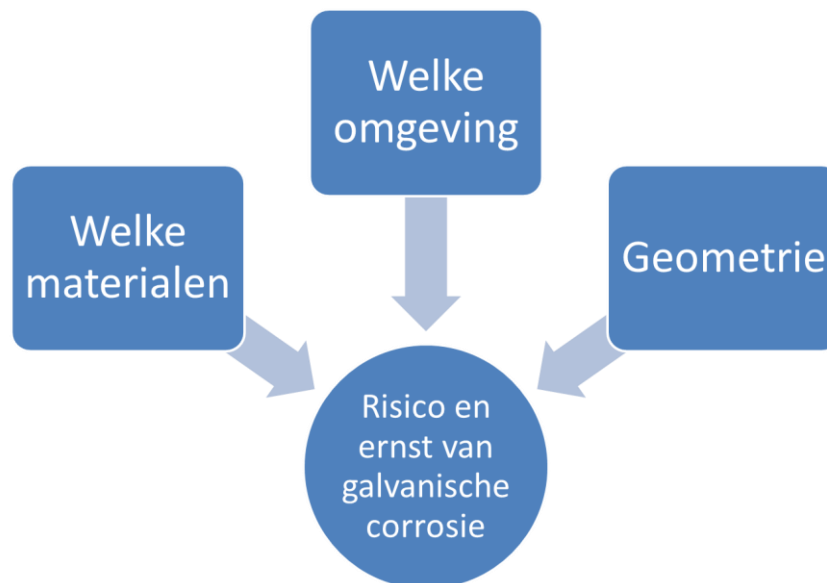
Jens Conderaerts, Project Manager Corrosion

Dit artikel kwam tot stand binnen het onderzoeksproject MULTICORR: galvanische corrosie van multimateriaalverbindingen

1.1 Galvanische corrosie

Galvanische corrosie doet zich voor wanneer twee verschillende materialen (meestal metalen) met elkaar verbonden zijn en blootgesteld aan een corrosieve omgeving. De metalen moeten elektrisch met elkaar verbonden zijn, wat bij lasverbindingen steeds het geval is en bij boutverbindingen ook, tenzij isolatoren worden toegepast. In dit artikel focussen we op galvanische corrosie in de buitenlucht, waarbij het kan gaan om blootstelling van toepassingen in transportomgeving en vaste constructies.

De ernst van galvanische corrosie wordt bepaald door welke materialen met elkaar gekoppeld zijn, door de omgeving waarin ze zich bevinden en door de geometrie. Zo zal een boutverbinding door de aanwezigheid van spleten tussen de bouten en de platen makkelijker corroderen gezien corrosieve contaminatie makkelijker kan verzamelen op deze plaatsen in vergelijking met een volledig vlakke verbinding.



1.2 Galvanische corrosie in de atmosfeer

Atmosferische testen waarbij aluminium met verzinkt staal, roestvast staal en koper werd gekoppeld toonden dat tussen aluminium en het verzinkt staal geen galvanische corrosie optrad. Dit betekent dat beide metalen wel aangetast werden, maar dat de aantasting niet hoger lag ten opzichte van wat kan verwacht worden in de testomgevingen moesten ze niet gekoppeld zijn. Een combinatie met RVS zorgde echter voor een verhoging van de corrosiesnelheid van aluminium met een factor 10 in een matig agressieve omgeving. In de meest agressieve omgevingen werd het aluminium 14 tot 20 keer sneller aangetast. Een combinatie met koper leidde tot een verhoging van de corrosiesnelheid van het aluminium

met gemiddeld een factor 50 in een matig agressieve omgeving. In de meest agressieve omgeving bedroeg dit zelfs een factor 200.

In een Zweeds onderzoek uit 1976 werden verschillende materiaalcombinaties getest. Hierbij werden draden (metaal 1) gewikkeld op een bout (metaal 2) en blootgesteld in de atmosfeer gedurende 1 jaar. Na de test werd het gewichtsverlies vergeleken met een situatie in niet-gekoppelde toestand (draad omheen nylon bout). Tabel 1 en Tabel 2 tonen de resultaten van dit onderzoek (Kucera, Atmospheric Corrosion, Ailor, 1982). Vooral aluminium vertoont een hogere aantasting door blootstelling in gekoppelde toestand. Gezien de lage corrosiesnelheid in ongekoppelde toestand blijft de aantasting wel relatief beperkt. Zink en staal combineren met RVS geeft slechts een beperkte bijkomende corrosie (tot factor 2).

Tabel 1: Aantasting na 1 jaar blootstelling in atmosfeer in niet-gekoppelde toestand

Metaal (niet-gekoppeld)	Stedelijk [$\mu\text{m}/\text{jaar}$]	Zee-omgeving [$\mu\text{m}/\text{jaar}$]
Aluminium	0,2	0,2
Zink	1,2	1,2
Staal	25,7	22,9

Tabel 2: Verschil in aantasting na 1 jaar blootstelling in atmosfeer in gekoppelde toestand

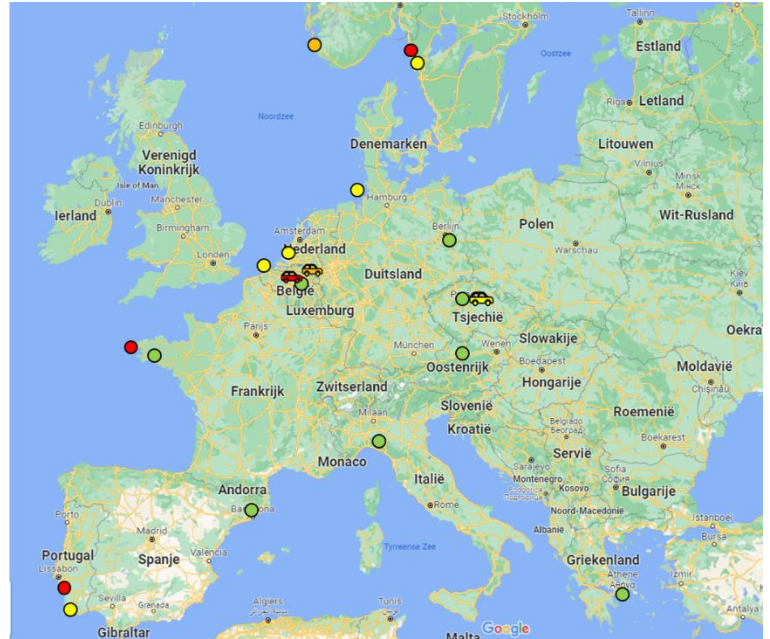
		Bijkomende corrosie van metaal 1 (t.o.v. niet-gekoppelde toestand)	
Metaal 1	Metaal 2	Stedelijk	Zee-omgeving
Aluminium	Zink (verzinkt staal)	GEEN	GEEN
Aluminium	RVS	MATIG (x3)	ERNSTIG (x12)
Aluminium (anod.)	RVS	GEEN	MATIG (x4)
Zink	RVS	MATIG (x1,5)	MATIG (x1,7)
Staal	RVS	MATIG (x1,2)	MATIG (x1,4)
Aluminium	Staal	ERNSTIG (x9)	ERNSTIG (x125)

Een goede materiaalkeuze is bijgevolg cruciaal om galvanische corrosie in een bepaalde omgeving te voorkomen. Tenslotte is kennis van de agressiviteit van de omgeving ook belangrijk om een inschatting te bekomen over de risico's op galvanische corrosie. Hierbij dienen lokale factoren in rekening gebracht te worden. Zo zijn transportomgevingen, nabij wegen, meer corrosief door het gebruik van strooizouten. Het binnenland van België is algemeen niet agressief (corrosiecategorie C2 of C3) maar in transportomgevingen kan dit oplopen tot corrosiecategorie C4 of zelfs C5 door strooizouten. De corrosiekaart voor staal toont vervolgens dat nabij de kustlijn hogere corrosiesnelheden kunnen verwacht worden, soms tot corrosiecategorie C5 maar dat het Europese binnenland over het algemeen slechts weinig agressief is.

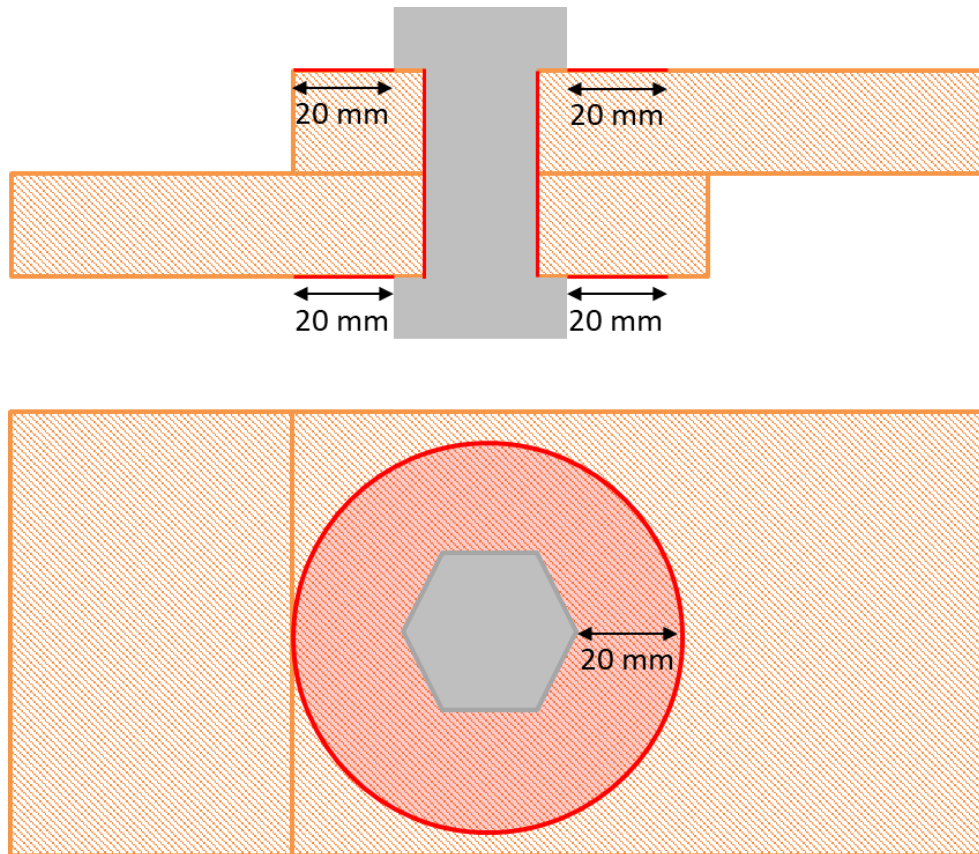
Gebaseerd op de catalogus van expositiesites in Europa (EFC, 2021) en eigen data

Corrosiesnelheid staal in eerste jaar:

- C2: 1,3 – 25 $\mu\text{m}/\text{jaar}$
- C3: 25 – 50 $\mu\text{m}/\text{jaar}$
- C4: 50 – 80 $\mu\text{m}/\text{jaar}$
- C5: 80 – 200 $\mu\text{m}/\text{jaar}$
- 🚚 transportomgeving



De oppervlakteverhoudingen tussen het edele en onedele materiaal zijn bij galvanische corrosie in de atmosfeer minder van belang. Dit komt door een beperkte interactiezone tot 20 mm van het contact. De interactiezone is beperkt in atmosferische corrosie doordat corrosie slechts plaatsvindt in een dunne condensfilm op het oppervlak.



Figuur 1: Interactiezones bij galvanische corrosie in de atmosfeer

1.3 Materiaalkeuzes

Bij materiaalselectie ter preventie van galvanische corrosie is het eerste devies: vermijd het gebruik van verschillende materialen. De onderstaande tabel suggereert enkele materiaalcombinaties voor boutverbindingen zonder of met relatief beperkt risico op galvanische corrosie.

Plaat 1	Plaat 2	Suggestie materiaal bout	Opmerking
Verzinkt staal	Verzinkt staal	Verzinkt staal	
Verzinkt staal	Verzinkt staal	RVS	Lokaal zal het zink iets sneller corroderen (tot factor 2)
Zn-Mg-Al op staal (vb Magnelis®)	Zn-Mg-Al op staal (vb Magnelis®)	Verzinkt staal	
Zn-Mg-Al op staal (vb Magnelis®)	Zn-Mg-Al op staal (vb Magnelis®)	RVS	Lokaal zal het zink iets sneller corroderen (tot factor 2)
Aluminium	Aluminium	Verzinkt staal	Inschatting levensduur op basis van laagdikte zink

Aluminium	Aluminium	RVS	Voor agressieve omgevingen, waar verzinkt staal te snel aangetast wordt.
Weervast staal	Weervast staal	Weervast staal	
Weervast staal	Weervast staal	RVS	Lokaal iets meer aantasting mogelijk. Verkleuring van RVS mogelijk door corrosieproducten van staal.
Staal met coating	Staal met coating	Staal	Volledige verbinding coaten
Staal met coating	Staal met coating	RVS	

1.3.1 Verzinkt staal

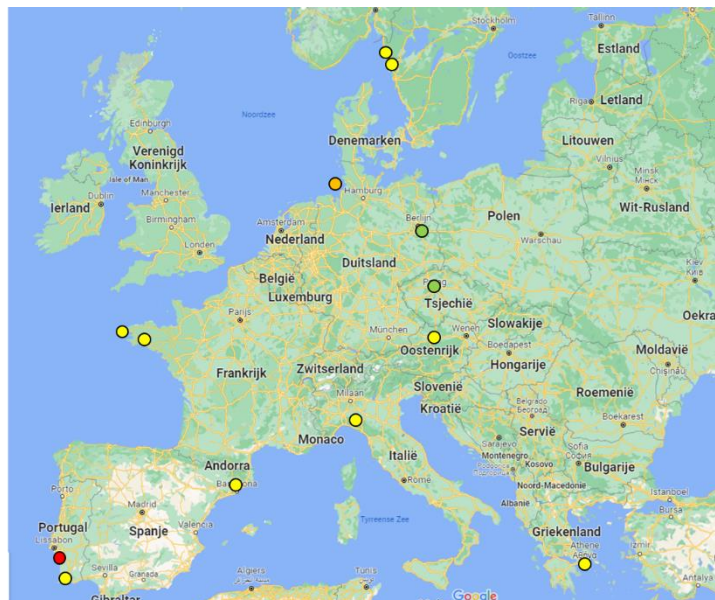
Verzinkt stalen platen worden gebout met verzinkt stalen bouten. De levensduur kan ingeschat worden aan de hand van de corrosiviteit van de omgeving. Belangrijke opmerking hierbij is dat de corrosiekaart informatie geeft over het eerste jaar. In daaropvolgende jaren neemt de corrosiesnelheid normaal wat af door vorming van corrosieproducten op het verzinkte oppervlak die de corrosiesnelheid verminderen.

Zink-magnesium-aluminium legeringen (vb. Magnelis®) hebben een betere corrosieweerstand dan gewoon verzinkt staal. De corrosiesnelheid ligt typisch 2 tot 3 keer lager. Voor het combineren van deze platen kan gewoon verzinkt staal gebruikt worden als boutmateriaal. Hou weliswaar rekening met een corrosiesnelheid van het gewone verzinkt staal die 2 tot 3 keer hoger is. Alternatief kan RVS gebruikt worden, maar lokale galvanische corrosie kan verwacht worden.

Gebaseerd op de catalogus van expositiesites in Europa (EFC, 2021)

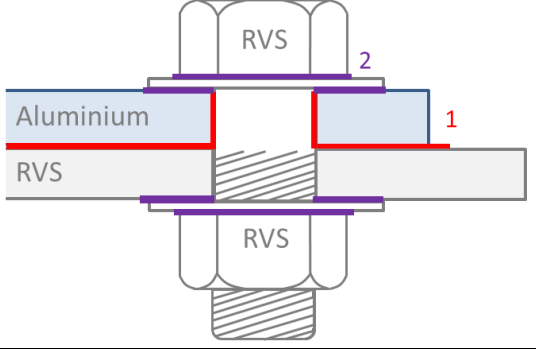
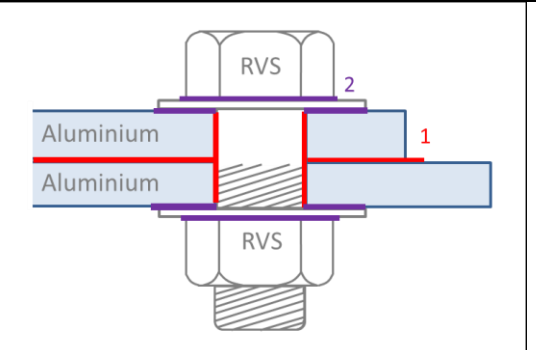
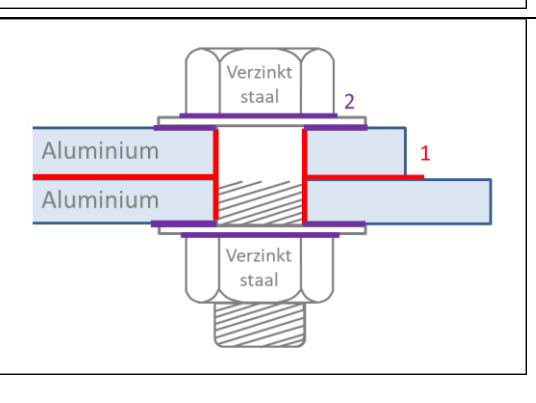
Corrosiesnelheid zink in eerste jaar:

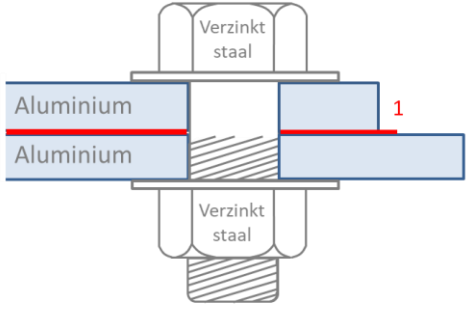
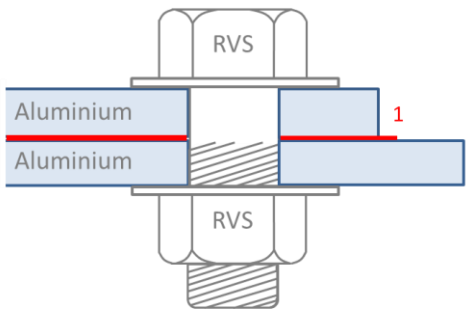
- C2: 0,1 – 0,7 µm/jaar
- C3: 0,7 – 2,1 µm/jaar
- C4: 2,1 – 4,2 µm/jaar
- C5: 4,2 – 8,4 µm/jaar



1.3.2 Aluminium

Aluminium heeft in de atmosfeer een goede corrosieweerstand. Aluminium kan wel onderhevig zijn aan put- en spleetcorrosie in omgevingen met chlorides (vb. nabij zee of transportomgevingen). Bovendien kan door combinatie met andere materialen galvanische corrosie optreden, gezien aluminium een relatief onedel materiaal is. Preventie van galvanische corrosie in de atmosfeer gebeurt typisch door gebruik van dichtingsmiddelen of coatings. Het gebruik van isolatoren om onderdelen elektrisch te isoleren is niet gebruikelijk in de atmosfeer. De onderstaande tabel geeft enkele aanbevelingen op basis van Eurocode Aluminium EN 1999-1 in functie van de plaat- en boutkeuze.

<p>Maritiem (agressief) / Transport</p>		<p>1)Beide contactvlakken en de boutholte assembleren zodat geen spleten aanwezig zijn (spleet afdichten: coating of sealing)</p> <p>2)Vulmiddel ("jointing compound") aanbrengen tussen boutkop, moeren, sluitringen</p> <p>Opmerking: krachtoverdracht</p>
<p>Maritiem (agressief) / Transport</p>		<p>1)Beide contactvlakken en de boutholte assembleren zodat geen spleten aanwezig zijn (spleet afdichten: coating of sealing)</p> <p>2)Vulmiddel ("jointing compound") aanbrengen tussen boutkop, moeren, sluitringen</p> <p>Opmerking: krachtoverdracht</p>
<p>Maritiem (agressief) / Transport</p>		<p>1)Beide contactvlakken en de boutholte assembleren zodat geen spleten aanwezig zijn (spleet afdichten: coating of sealing)</p> <p>2)Vulmiddel ("jointing compound") aanbrengen tussen boutkop, moeren, sluitringen</p> <p>Opmerking: krachtoverdracht</p> <p>Het verzinkt staal dient mogelijk bijkomend beschermd te worden</p>

<p>Stedelijk</p>		<p>1)Beide contactvlakken en de boutholte assembleren zodat geen spleten aanwezig zijn (spleet afdichten: coating of sealing). Indien het om kleine contactvlakken gaat, of zones die snel drogen, kan dit achterwege gelaten worden.</p>
<p>Stedelijk</p>		<p>1)Beide contactvlakken en de boutholte assembleren zodat geen spleten aanwezig zijn (spleet afdichten: coating of sealing). Indien het om kleine contactvlakken gaat, of zones die snel drogen, kan dit achterwege gelaten worden.</p>

1.4 Contact en meer informatie

Jens.conderaerts@bil-ibs.be

[MULTICORR: Galvanische Corrosie bij Multimateriaalverbindingen | Belgisch Instituut voor Lastechniek vzw \(bil-ibs.be\)](#)

