

# Het lassen van aluminium aan staal

Lange tijd waren de mogelijkheden om staal en aluminium deugdelijk met elkaar te kunnen verbinden beperkt. Lijmen of mechanisch verbinden

waren vaak de enige twee opties, maar dat was niet voor alle gevallen toepasbaar. Omdat de mogelijkheden beperkt waren, bleef het toepassen

ervan uiteraard ook uit. Voor het verbinden van staal en aluminium ontstaan echter steeds meer toepassingen, waardoor het

verantwoord is te investeren in hoogwaardig onderzoek dat leidt tot oplossingen om deze metalen met elkaar te kunnen

verbinden. Deze oplossingen moeten gezocht worden in het in vaste toestand laten van minimaal één van beide metalen.

De meest voor de hand liggende, zo niet de enige mogelijke optie is daarbij het staal in vaste toestand te laten.

Lassen van staal en aluminium betekent dan ook het lassen van het aluminium aan het staal, in die volgorde.

Dat is de rode draad in de in dit artikel beschreven oplossingen.

Staal en aluminium hebben elk hun specifieke eigenschappen. Staal kent varianten met een belangrijk hogere trekvastheid, is drie keer stijver en niet te vergeten, vooral ook een stuk goedkoper dan aluminium. Aluminium daarentegen is een stuk lichter, in veel milieus belangrijk corrosiebestendiger, makkelijk en dus veelal goedkoper in vorm te brengen en niet magnetisch. Verder behoeft aluminium ook niet per definitie voorzien te worden van een oppervlaktebehandeling. Er zijn producten denkbaar, waarin men graag een deel van deze eigenschappen verenigd wil zien. Denk aan weg- of railvoertuigen, waar uit sterkte- en/of stijfheidsoverwegingen in de buurt van de wielen vaak voor staal gekozen zal worden, maar aan het koetswerk worden veel geringere sterkte-eisen gesteld. Aluminium is daar vaak een heel geschikte optie. Overigens is een koetswerk van aluminium, ondanks de belangrijk lagere elasticiteitsmodulus van ca. 72 GPa, als gevolg van een voor dit materiaal geoptimaliseerde wijze van construeren, vaak veel stijver. Ook in een schip zijn er redenen om bijvoorbeeld de kajuit van

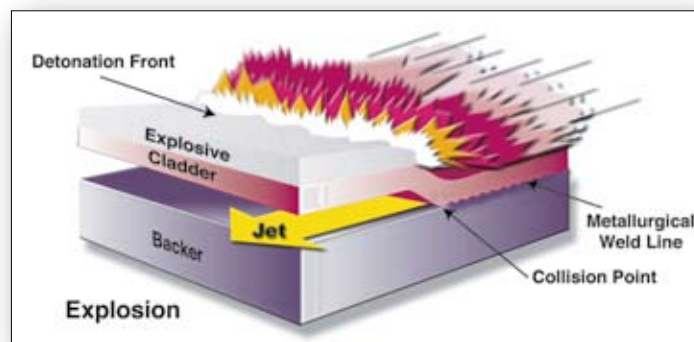
aluminium te willen maken en de romp van staal. Denk hier aan het verlagen van het zwaartepunt of op sommige plaatsen geen staal toe kunnen passen, omdat hier zeemijnen door worden geactiveerd. Als beide metalen in een constructie toegepast worden, zal er ergens een deugdelijke verbinding tussen deze metalen gemaakt moeten worden. Staal en aluminium zijn twee metalen, waarbij de nodige obstakels overwonnen moeten worden als het om lassen gaat. Wat vaker als drijfveer voor de ontwikkeling van een technologie gezien wordt, is het ontstaan van een toepassing. Voor het verbinden van staal en aluminium ontstaan meer en meer toepassingen, waardoor het verantwoord is te investeren in

hoogwaardig onderzoek dat uiteindelijk leidt tot oplossingen om deze metalen met elkaar te kunnen verbinden. Behalve door lassen kunnen staal en aluminium met meerdere technologieën met elkaar verbonden worden. In dit artikel zal echter uitsluitend worden ingegaan op metallische verbindingen, omdat deze voor het verbinden van deze beide metalen vrij bijzonder zijn. De belangrijkste reden waarom lassen hierbij bijzonder is, is dat deze metalen elkaar in vloeibare toestand niet erg aantrekkelijk vinden. Het heeft iets van water en olie: ze zijn, indien beide in vloeibare toestand, nauwelijks mengbaar. Een oplossing moet dan ook gezocht worden in het in vaste toestand laten van minimaal één van beide

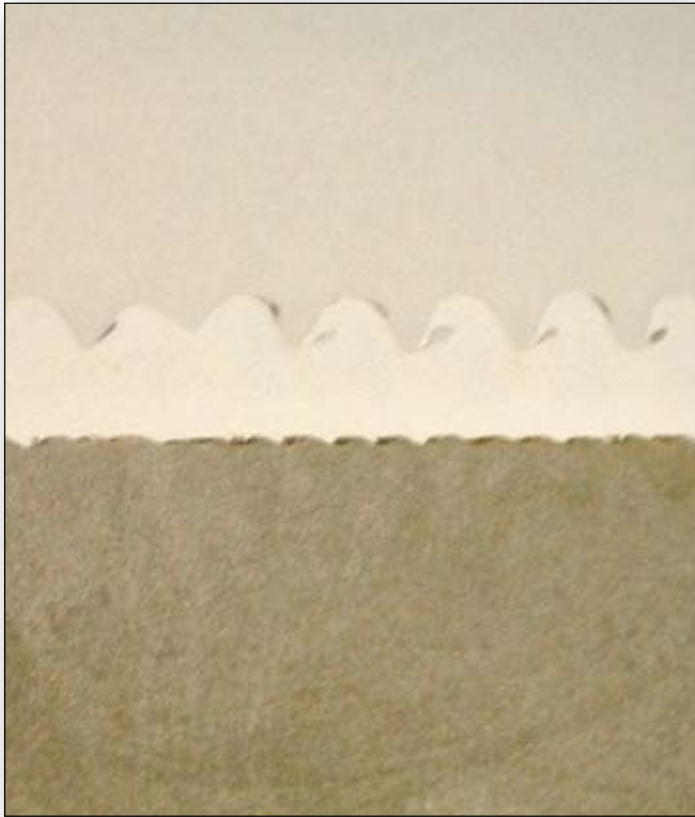
metalen. De meest voor de hand liggende, zo niet enig mogelijke optie is daarbij uiteraard het staal in vaste toestand te laten, vanwege het veel hogere smeltpunt. Lassen van staal en aluminium betekent dan ook het lassen van het aluminium aan het staal, in die volgorde. Dat is de rode draad in alle hieronder beschreven oplossingen. De gekozen volgorde van oplossingen is gebaseerd op het van lagere naar de hogere temperatuur.

## Explosielassen.

Deze voor bijzondere toepassingen toch wel relatief bekende aluminium/staal lastechniek, is ook meteen het meest exotische en het meest spectaculaire proces. Het is een technisch hoogwaardige, maar ook een redelijk kostbare techniek, waardoor deze beperkt blijft tot bijzondere toepassingen. De naam explosielassen komt van het feit dat voor deze lastechniek een springlading gebruikt wordt. De op te lassen platen aluminium worden met een kleine vooropening in de juiste positie ten opzichte van elkaar geplaatst. Het snel ontbrandende explosief veroorzaakt een schokgolf, waardoor de te lassen



Afbeelding 1. Principe explosielassen, foto: Merrem & La Porte BV.



**Afbeelding 2.** Dwarsdoorsnede explosielas, foto: Merrem & La Porte BV.

metaalplaten of strips op elkaar gedrukt worden (afb. 1).

Beide metalen blijven tijdens het lassen volledig in vaste toestand en komen tijdens het lasproces zelfs nauwelijks boven kamertemperatuur. Tijdens het verloop van het lasproces laat het explosiefrent de eventuele laatste restjes vuil op het vooraf toch al goed gereinigde metaaloppervlak verdampen en ook verdampt een dun laagje van het metaaloppervlak zelf, inclusief het bij aluminium altijd aanwezige oxidehuidje. Hierdoor ontstaat een moleculaire verbinding, zonder ongewenste brosse inter-metallische verbindingen in de overgangzone. Deze kunnen bij dit lasproces niet ontstaan, omdat de lastijd veel te kort en de temperatuur bovendien veel te laag is. Bij deze techniek verdient de samenstelling van het aluminium nadere aandacht. Voor het kunnen realiseren van een hoogwaardige

verbinding wordt eerst zuiver aluminium (99,5%) op het staal gelast en vervolgens wordt er weer een aluminiumlegering op het zuivere aluminium gelast.

Er worden dus drie metalen aan elkaar gelast, waarvan er twee aluminium zijn (afb. 2). De trekvastheid haaks op deze twee lassen wordt hier dus beperkt tot de trekvastheid van de middelste laag zuiver aluminium. Deze kan relatief laag zijn, maar het is belangrijk na te gaan of deze trekvastheid wel maatgevend is voor de berekening van de sterkte van de constructie als geheel. Met dezelfde techniek kan aluminium o.a. aan titaan en via een tussenlaag van titaan kan aluminium aan rvs gelast worden. Verdere beschrijving hiervan valt buiten het bestek van dit artikel.

### Wrijvingslassen

Wrijvingslassen heeft in de ogen van veel constructeurs een wat

stoffig imago. Gezien de zeer hoogwaardige kwaliteit van deze verbindingen is dit geheel onterecht. Wat het toepassen van deze verbindingstechniek echter nogal eens in de weg staat, is dat het vanwege de noodzakelijk opspangereed-schappen nauwelijks mogelijk is “even” iets met wrijvingslassen met elkaar te verbinden. Ook plaat/plaatverbindingen zijn vanwege de problematische opspanning vaak niet of nauwelijks mogelijk. De oorzaak hiervan ligt bij de relatief hoge krachten, welke tijdens het proces op de te verbinden delen dienen te worden uitgeoefend. Plaatdelen lenen zich daar veelal niet voor of zijn slechts mogelijk met behulp van relatief dure opspangereed-schappen. Des te beter zijn wrijvingslasprocessen geschikt voor het maken van verbindingen tussen stafmaterialen en buizen onderling of tussen staf of buis enerzijds en plaat anderzijds. Er bestaan twee typen wrijvingslassen. Het rotatielassen en het lineair wrijvingslassen. Bij het rotatielassen draait het ene deel ten opzichte van het andere en tijdens dit draaien worden beide delen met grote kracht op elkaar gedrukt. Als gevolg van de wrijving die hierdoor ontstaat wordt warmte gegenereerd en door de druk beweegt zich een materiaalstroom van het te verbinden aluminiumoppervlak, samen met het vuil van het oorspronkelijke oppervlak, naar de buitenomtrek. Met deze materiaalstroom worden ook het vuil en de metaaloxides van de oorspronkelijke metaaloppervlakken meegenomen naar de buitenomtrek van de las. Aan het staaloppervlak wijzigt nauwelijks iets. Als het lasproces voldoende is gevorderd, laat men één van beide delen opeens vrij draaien. De las is nu in principe voltooid. De veelal flinke aluminium braam die

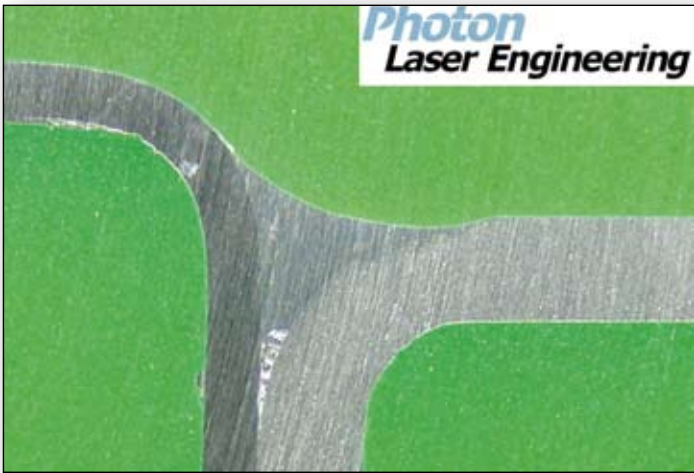
zich tijdens het lassen aan de omtrek heeft gevormd zal voor de meeste toepassingen verwijderd moeten worden. Na het verwijderen van deze braam is er een verbinding ontstaan van erg hoge kwaliteit. Hoe bij de rotatievariant van wrijvingslassen de gelaste delen ten opzichte van elkaar komen te staan is nauwelijks te sturen. Voor cilindrische delen is dat vaak ook helemaal niet erg. Er zijn echter lassen denkbaar waar dat niet gewenst is, bijvoorbeeld waar men vierkant staf aan een vierkant staf wil lassen. Voor dit soort wensen is het lineair wrijvingslassen ontwikkeld. Bij deze techniek draait niet één deel ten opzichte van het andere, maar trilt één deel met een orbitale beweging met een uitslag van één tot enkele millimeters om de hartlijn van het andere deel. Verder lijken de beide processen en de lassen veel op elkaar.

Ook hier zijn de onderling op elkaar uitgeoefende krachten groot en ontstaat een dikke en vaak scherpe braam, die in de meeste gevallen ook verwijderd zal moeten worden (afb. 3). In veel gevallen voldoet een knipbeweging met een gereedschap dat is aangepast aan de vorm van de

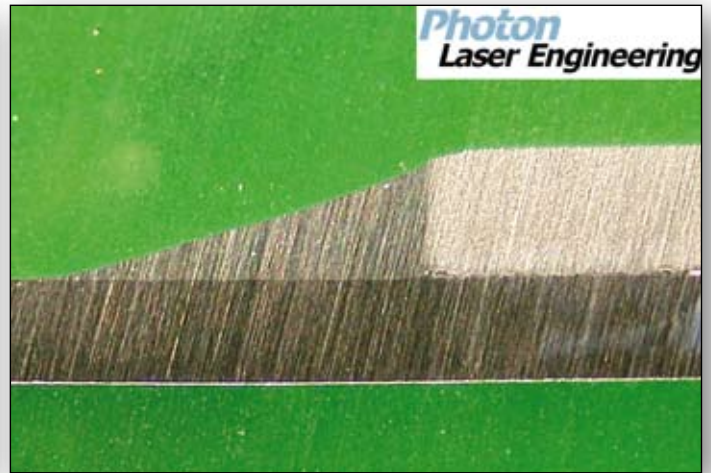
3



**Afbeelding 3.** Wrijvingslassen aluminium aan staal, foto: Saffir, Designers for Manufacturing.



**Afbeelding 4a.** 6xxx aluminium aan el-verzinkt staal 0,7 mm, foto: Photon Laser Engineering AG, Berlin.



**Afbeelding 4b.** 6xxx aluminium aan el-verzinkt staal 0,9 mm, foto: Photon Laser Engineering AG, Berlin.

verbonden delen. Het grote voordeel van deze laatste variant is dat de positie welke beide delen na het lassen ten opzichte van elkaar krijgen vrij nauwkeurig te sturen is.

#### Laser-soldeerlassen

Bovenstaande twee processen zijn heel duidelijk lasprocessen. Het aluminium wordt daar rechtstreeks aan het staal gelast.

4

Bij het laserlassen en het CMT-proces wat hierna beschreven wordt, ligt dat

minder duidelijk. Lassen of solderen is formeel dan ook meestal niet de juiste benaming voor deze beide vormen van metallisch verbinden. In het Duits noemt men dit proces Löttschweißen. In het Nederlands is hier nog geen benaming voor bedacht. Laten we het hier maar soldeerlassen noemen, analoog aan de Duitse naam. Het verbinden van aluminium aan blank staal is met een laser weliswaar technisch mogelijk, maar het staal voorzien van een

laagje zink, aluminium of een mengvorm ervan, bijvoorbeeld Aluzink, brengt een aantal voordelen met zich mee (afb. 4a en b). Een hiervoor technisch goed alternatief kan ook een laagje nikkel of titaan zijn.

Misschien wat tegenstrijdig is dat het soldeerlassen zonder één van deze lagen lastig is en vervolgens geldt (binnen grenzen) hoe dunner de laag hoe beter. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat zink een laag kookpunt heeft (ca. 900°C), waardoor te veel zink en zinkdamp het lasproces kunnen verstoren. Het soldeerlassen aan thermisch verzinkt staal is dan ook mede door de variatie in dikte van de zinklaag een minder goed beheersbaar proces. Bovendien is het erg vervuilend. De beide hier omschreven soldeerlasprocessen zijn met name ontwikkeld voor automotieve toepassingen en daar wordt al sinds jaar en dag op grote schaal succesvol verzinkt staal toegepast. Juist in de automotive wil men voor gewichtsreductie, maar ook van-

wege de betere eigenschappen in kreukelzones, meer aluminium toepassen. Van daaruit is ook een toename ontstaan in de vraag naar verbindingen tussen aluminium en staal. In toenemende mate zal dat lijmen zijn, maar ook lasersoldeerlassen en CMT worden hier succesvol toegepast. De verwachting is dat het puntlassen in de automotive af zal nemen, ten gunste van lijmen en de twee hier beschreven smeltlasverbindingprocessen..

#### MIG-soldeerlassen

Het MIG-soldeerlassen van aluminium aan staal wordt in de praktijk reeds langere tijd succesvol toegepast met het CMT-proces van Fronius. CMT staat voor Cold Metal Transfer. Dit proces is gebaseerd op het MIG-lasproces, maar is op een aantal punten verder doorontwikkeld, waarmee onder andere het lassen van aluminium aan staal mogelijk is geworden (afb. 5 en 7). Ook voor dit proces is de formele Duitse benaming voor het lassen van aluminium aan staal Löttschweißen, in dit artikel vertaald met soldeerlassen. Het staal dient hiervoor verzinkt of gealuminiseerd te zijn of een mengvorm ervan. Ook vernikelen of een laagje titaan is technisch een goede optie.



**Afbeelding 5.** CMT-soldeergelaste hybrideblank staal/aluminium, bron: Voestalpine, Austria.



**Afbeelding 6.** 1,2 dik staal, 1,5 dik alu, breuk in het staal, foto: Voestalpine, Austria.

Noch met het MIG-, noch met het CMT proces is het direct lassen van aluminium aan blank staal mogelijk vanwege de vorming van harde en brosse intermetallische verbindingen. Zowel het soldeerlassen met laser als met CMT worden in toenemende mate toegepast voor het maken van zogenaamde tailor made blanks. Dit zijn plaatdelen die gebruikt worden in de automotive, voor het

maken van onderdelen waar men op de ene plaats graag aluminium wil gebruiken en op een andere plaats staal een betere keuze is. Deze gelaste plaatdelen worden in veel gevallen na het lassen nog geperst tot de uiteindelijke vorm.

Omdat de las van deugdelijke kwaliteit en taai is, zijn flinke vervormingen mogelijk.



**Afbeelding 7.** Doorsnede van een CMT soldeerlasverbinding, foto: Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik (ISF) der RWTH-Aachen.

Dat de las hier zeker niet de zwakke plek is bewijst bijgaande foto van een trekproef.

*Jan Gerrits IWE, directeur/eigenaar van Saffir, Designers for Manufacturing.*

*De activiteiten van Saffir bestaan uit advies op het gebied van hoogwaardige materiaalkeuze en fabricagetechnologie tijdens het ontwerpproces.*

[www.saffir.nl](http://www.saffir.nl)