

## **Informatie omtrent het weerstandlassen met procestape**

*Door gebruik te maken van een metalen strip tussen een puntlaselektrode en het werkstuk is men erin geslaagd het weerstandlassen op een hoger kwaliteitsniveau te brengen. In deze bijlage wordt een uitgebreid overzicht gegeven van de voordelen van de recent ontwikkelde weerstandlastechniek.*

Eén van de meest goedkope technieken voor het realiseren van een lasverbinding is het puntlassen. Dit verbindingsprincipe wordt onder andere uitgebreid toegepast in de automobiellindustrie bij het vervaardigen van chassis. Puntlassen is uiterst eenvoudig in uitvoering : samendrukken van de te verbinden delen, elektrische stroom door de te verbinden platen, druk handhaven tot de las is afgekoeld en de volgende verbinding kan gemaakt worden.

### **Problemen van het conventionele weerstandlassen**

Toch kunnen er ook bij het puntlassen problemen optreden. Als de delen niet goed worden samengedrukt treedt er een te sterke slijtage van de koperen laselektroden op. Het gevolg is kwalitatief slechte lassen en slecht reproduceerbare lassen. Het is dan ook niet ongevoerd dat in de praktijk bijna 10% van de puntlasverbindingen niet aan de gestelde eisen voldoet. Door het maken van extra puntlassen kan het probleem van verlies aan sterkte echter worden opgelost.

Een ander probleem dat zich voordoet bij het onvoldoende aandrukken van de platen en bij het lassen dicht aan de rand van een plaat is het optreden van spatten. Dit is vooral het geval bij het puntlassen van aluminiumlegeringen. Bij dit materiaal is de oxidehuid hiervoor grotendeels verantwoordelijk.

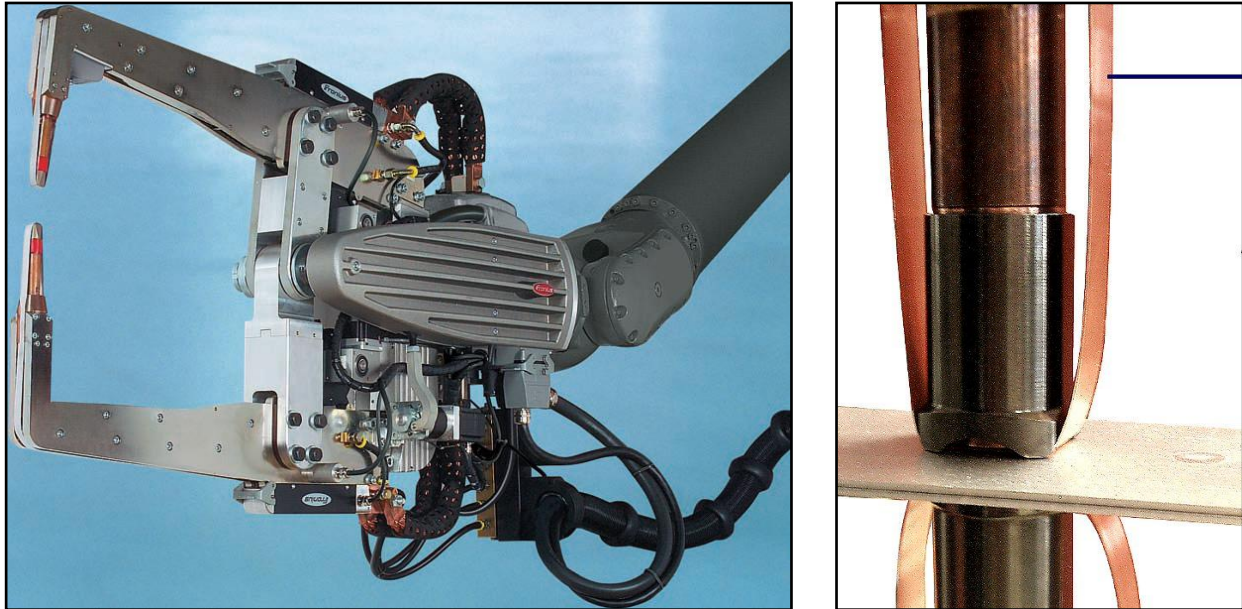
Ook is aluminium een uitstekend warmtegeleider en zal de Ohmse weerstandverwarming in de te lassen platen gering zijn. Die warmte wordt dan ook nog eens door het uitstekend warmtegeleidingsvermogen snel afgevoerd. Het gevolg is dat in vergelijking met ongelegeerd koolstofstaal de benodigde effectieve lasstroom een factor drie hoger is. Die aanzienlijk hogere stroomsterkte is nadelig voor de slijtage van de elektrode. Aanleggen van de elektroden is bij het puntlassen van aluminiumlegeringen niet te voorkomen. Om de kwaliteit van de puntlasverbinding te garanderen moeten de elektroden regelmatig geborsteld worden voor het verwijderen van het aanhangend aluminium. Het regelmatig reinigen van de elektroden werkt vertragend, waardoor de productiekosten toenemen.

Naast de lasparameters, stroomsterkte, aandrukkracht en lastijd, is de geometrie van de elektroden bepalend voor de afmetingen van de las. Bij slijtage van de elektrode zullen de afmetingen veranderen en worden de gewenste maten niet meer behaald. Het beperken van de elektrodeslijtage is een eerste vereiste voor het handhaven van de kwaliteit en afmetingen van de lasverbindingen.

Een ander probleem is het optreden van shuntwerking. Als de puntlasverbindingen te dicht bij elkaar worden geplaatst, dan zal een deel van de elektrische stroom via de ervoor gemaakte las lopen. Deze shuntwerking gaat ten koste van de afmetingen en kwaliteit van de te realiseren lasverbinding.

## Weerstandlassen met procestape

Deze problemen kunnen beperkt of volledig vermeden worden via een nieuwe variant van het puntlassen, het zogenaamde puntlassen met procestape. Hoewel het principe overeenstemt met dat van een traditionele puntlasmachine, kan van een revolutie op het gebied van puntlassen gesproken worden. Het idee is simpel, maar geniaal. Tussen beide elektroden en de te verbinden platen is een ronddraaiende processtrip of tape geplaatst. Na elke las wordt de procestape een klein stukje verder gedraaid en wordt de volgende las gemaakt. De slijtage van de elektroden wordt hierdoor beperkt en de uitgangssituatie voor het puntlassen is steeds identiek. Er wordt als het ware steeds met een ongebruikte elektrode gelast.



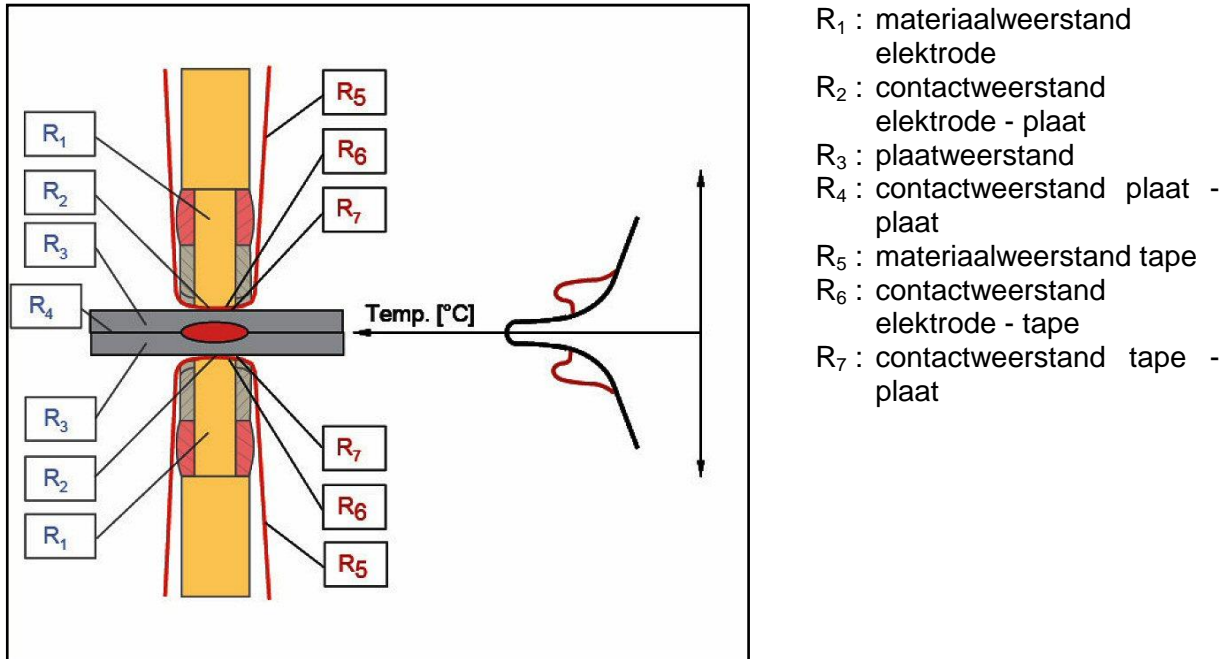
*Figuur 1 : Weerstandlastang met geïntegreerde procestape*



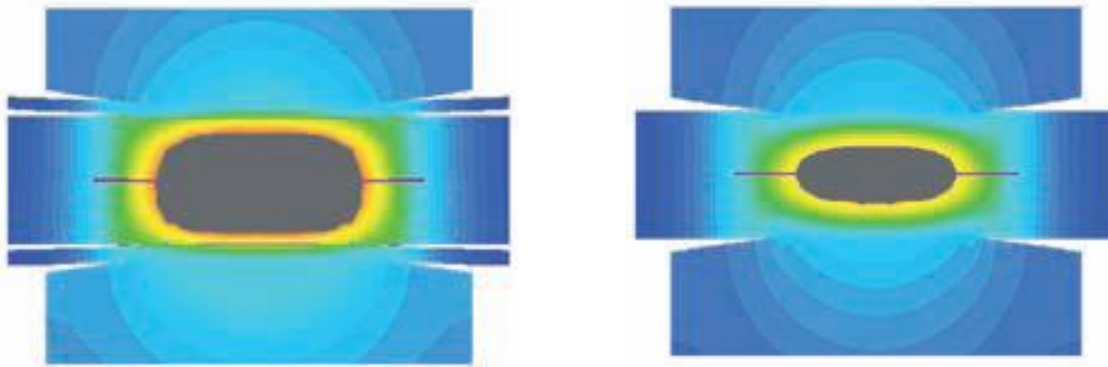
*Figuur 2*

Dat er tussen de elektrode en het plaatmateriaal geen las ontstaat, komt door de intensieve koeling van de elektrode en het uitstekend warmtegeleitingsvermogen van deze koperen elektrode. De contactweerstand tussen de platen is bij het puntlassen bepalend voor de

vorming van de laslens. Het extra contactvlak tussen elektrode en procestape zorgt dus voor een extra warmte-ontwikkeling (zie Figuur 11). In Figuur 4 wordt schematisch het thermisch profiel geschetst voor het lassen van ongelegeerd staal zonder en met toepassing van de procestape. Merk op dat bij identieke lasvoorwaarden de gesmolten zone (grijze zone) veel groter is bij het aanwenden van de procestape.



**Figuur 3** : Warmte-ontwikkeling bij het weerstandlassen mét (rode curve) en zonder (zwarte curve) procestape



**Figuur 4** : Verschil in warmteontwikkeling met dezelfde lasparameters (kracht, stroom, lastijd) bij het puntlassen van staal met proces tape (links) en bij het conventionele puntlassen zonder proces tape (rechts).

Met de ronddraaiende strip kunnen circa 7000 lassen worden gemaakt, maar de strip kan ook meerdere keren gebruikt worden. Per set van strippen kunnen dan circa 21.000 puntlassen gemaakt worden. Puntlassen die allemaal dezelfde eigenschappen hebben.

## **Levensduur**

Ook bij het lassen met een procestape zal slijtage van de elektrode optreden. Doordat er echter geen vervuiling van de elektrode meer optreedt, zal de levensduur van de elektroden aanzienlijk langer zijn dan bij het traditionele puntlassen. Voor het lassen van verzinkt staal kunnen met een set elektroden meer dan 25.000 lassen gemaakt worden. Bij het puntlassen van  $AlMg_3$  bedraagt de standtijd van de elektroden meer dan 15.000 lassen.

Het borstelen van de elektroden (om de 10 lassen) bij het puntlassen van aluminiumlegeringen om de levensduur van de elektroden te verlengen, is niet meer nodig. De procescyclus van het puntlassen is daardoor aanzienlijk korter terwijl de elektroden ook nog veel langer meegaan. De extra kosten van de procestape spelen dus geen enkele rol. Met deze nieuwe variant van het puntlassen kunnen aldus nog goedkopere lassen worden vervaardigd dan met een standaard puntlasmachine.

Het zogenaamde shunteffect, waarbij een deel van de lasstroom loopt via een eerder gevormde las, wordt door gebruik van de procestape onderdrukt. Deze effecten zijn vooral bij het lassen van aluminiumlegeringen van belang. Door de extra warmte kan de stroomsterkte beperkt worden.

## **Kenmerken**

Het weerstandlassen met procestape biedt naast de vele voordelen ook nog ongekende mogelijkheden tot het verbinden van metalen. Met deze nieuwe puntlasmachine kunnen materialen van verschillende dikte zonder problemen met elkaar verbonden worden. Het wordt mogelijk om meer dan twee platen probleemloos met elkaar te verbinden en er kan zelfs aluminium aan staal worden verbonden. Bij het puntlassen van metalen wordt gedurende een korte tijd (100 ms tot 200 ms) een hoge elektrische stroom door de elektroden en de te verbinden platen gestuurd. Er treedt weerstandsverwarming op in de elektroden en in de te verbinden platen. De grootste warmteontwikkeling is echter afkomstig van de contactweerstand tussen elektroden en platen en tussen de beide te verbinden platen. Door een intensieve inwendige koeling van de elektroden wordt voorkomen dat er een smeltbad ontstaat tussen elektroden en plaatmateriaal. Het smeltbad en daarmee de las ontstaat op het grensvlak van beide platen als gevolg van de contactweerstand. Natuurlijk draagt de weerstandsverwarming in de platen bij aan de vorming van de las, maar de warmteontwikkeling aan het grensvlak van beide platen is bepalend voor het ontstaan van de las.

## **Lagere stroomsterkte**

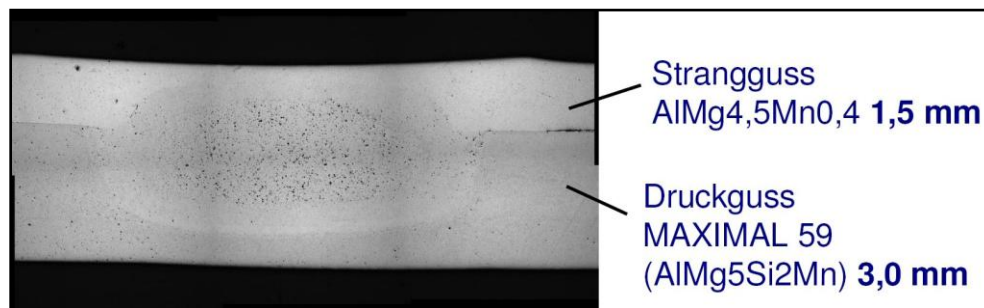
Bij het weerstandlassen met een procestape is er sprake van een extra warmteontwikkeling tussen de processtrippen en de te lassen materialen. Deze extra warmteontwikkeling biedt de mogelijkheid met lagere stroomsterkte te lassen. De stroombron kan kleiner gedimensioneerd worden en voor het lassen van staal en aluminium kan dezelfde stroombron gebruikt worden. Het is bekend dat voor het lassen van aluminium een driemaal zo hoge stroomsterkte nodig is dan voor het lassen van staal. Voor het puntlassen van  $AlMg_3$  met een dikte van 2 mm x 1,0 mm met een standaardstroombron is een stroomsterkte van 35 kA tot 40 kA nodig. Bij het weerstandlassen met procestape wordt eenzelfde puntlasdiameter bereikt bij een stroomsterkte van slechts 16 kA, m.a.w. een aanzienlijke reductie van de stroomsterkte. Eenzelfde stroombron kan aldus gebruikt worden voor het lassen van staal en aluminium. Het overschakelen van het puntlassen van staal naar aluminium behelst dan niet meer dan het vervangen van elektroden en het toepassen van een andere procestape.

## Extra warmte

De extra warmteontwikkeling tussen procestape en te lassen materiaal kan ook gebruikt worden om het proces te sturen. Door de eigenschappen van de procestape, een hogere of lagere elektrische weerstand, het al dan niet toepassen van een specifieke deklaag op de procestape, of een variatie in de dikte maken het mogelijk de warmte-inbreng ter plaatse te beïnvloeden. Een ander voorbeeld van een gecompliceerde verbinding is de verbinding tussen een elektrolytisch verzinkte TRIP 800 plaat met een dikte van 2,0 mm en een thermisch verzinkte DP 600 plaat met eveneens een dikte van 2 mm. De aandrukkracht was gelijk aan 5 kN en de stroomsterkte gelijk aan 9 kA. TRIP 800 en DP 600 staal zijn staalsoorten met een hoge rek grens; respectievelijk 800 MPa en 600 MPa.

## Verbinden van materialen

Belangrijk bij het puntlassen is dat de laslens midden tussen de beide platen wordt gevormd. Bij het lassen van materialen met ongelijke dikte, of bij het lassen van ongelijksoortige materialen (bv. staal aan roestvast staal) bestaat het gevaar dat de laslens te veel in één van beide platen komt te liggen. Door de diameter van één van de elektroden aan te passen, kan de laslens in de gewenste richting worden verschoven.



**Figuur 5** : Verbinding van twee platen met ongelijke dikte via het weerstandlassen met procestape

Bij het weerstandlassen met procestape is het verwisselen van de elektroden niet nodig. De ligging van de laslens in de dikterichting is nu te beïnvloeden door de dikte en het materiaal van de procestape aan te passen. De procestape voor de bovenste en de onderste elektrode in de lastang is dan verschillend.

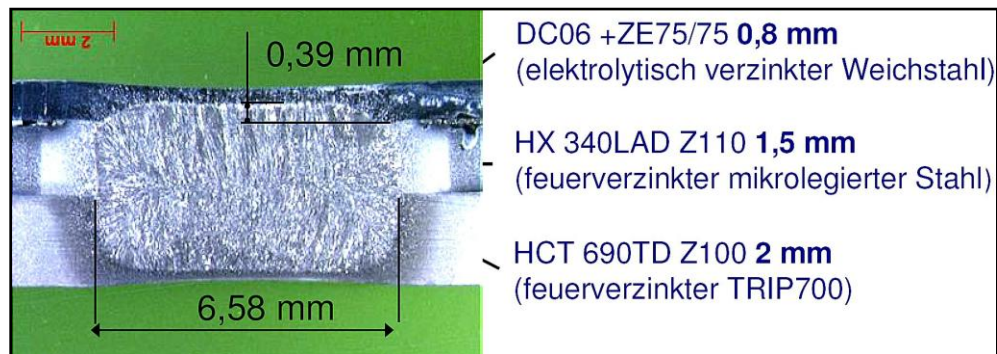
De beheersing van het lasproces, de kwaliteitscontrole en de extra warmte-ontwikkeling van de procestapemaken het betrekkelijk eenvoudig om meer dan twee platen aan elkaar te verbinden. In Figuur 6 wordt een voorbeeld gegeven van drie AlMg<sub>3</sub>-platen met een dikte van 1, 2 en 3 mm.

Met de nieuwe variant van het puntlasproces hoeft het lassen niet beperkt te blijven tot gelijksoortige materialen. Ongelijksoortige materialen kunnen eveneens gelast worden, zoals koolstofstaal aan roestvast staal. Dit alles door slim gebruik te maken van de procestape.





**Figuur 6 :** Lasverbinding in een AlMg<sub>3</sub>-plaatcombinatie van verschillende dikte (1-2-3 mm)



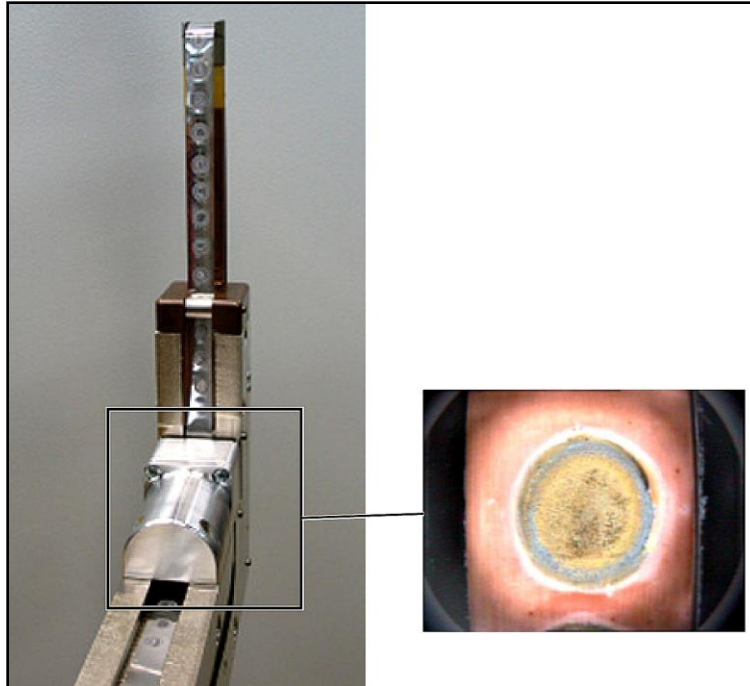
**Figuur 7 :** Lasverbinding van platen met verschillende diktes

### **Kwaliteitscontrole**

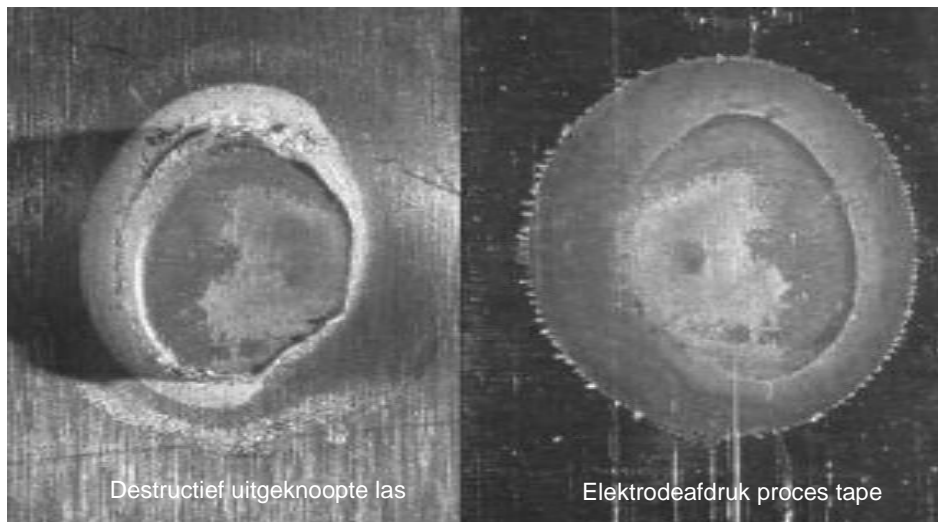
De enige methode om de kwaliteit van een puntlas te onderzoeken, is door destructief onderzoek van proefflassen of door ultrasoon onderzoek. Een andere methode om de kwaliteit te bewaken is het registreren van de lasparameters. Uit de afwijking van de parameters ten opzichte van de richtwaarden kan men beoordelen of een las aan de eisen voldoet. Voor bewaking van de lasparameters werd speciale software ontwikkeld.

Met behulp van deze software worden de lasparameters bij elke las gemeten en opgeslagen en worden de settings indien nodig aangepast. De software wordt ook gebruikt voor het optimaliseren van de lasparameters. De parameters moeten aangepast worden aan de eigenschappen van het materiaal en de eigenschappen van de strip. Dit gaat via een bijna intuïtieve stap na stap optimalisatiemethode van het profiel van stroomsterkte en aandrukkracht.

Voor verdere kwaliteitscontrole en kwaliteitsbewaking kan op de puntlasmachine een camera aangesloten worden. Deze camera legt de unieke vingerafdruk van de las op de processtrip vast. Dit biedt een mogelijkheid voor controle achteraf en beperkt het aantal kwaliteitscontroles van de gemaakte lassen. De informatie over de las zit immers opgeslagen in de unieke vingerafdruk op de processtrip. Het is duidelijk dat deze mogelijkheid van controle achteraf tot kostenbesparing leidt.



**Figuur 8** : Nieuw niet-destructief controlesysteem



**Figuur 9** : Softwarematige beoordeling van de laskwaliteit door middel van de elektrodeafdruk op de procestape

### **Samenvatting**

Het toepassen van een procestape tussen de elektroden en het werkstuk is een slimme oplossing om de elektrodeslijtage te beperken. Vooral bij het lassen van aluminium is dit van belang. Verder voorkomt de processtrip het veelvuldig spatten bij het puntlassen van dit materiaal. De procestrip zorgt voor extra warmteontwikkeling, waardoor lasstroom lager gehouden kan worden, wat weer gunstig is voor beperking van de elektrodeslijtage. Door gebruik te maken van verschillende procestapes (materiaal en dikte en eventuele deklagen) is

een optimale aanpassing aan het te lassen materiaal mogelijk. Verbindingen bestaande uit drie lagen en verbindingen in ongelijke plaatdiktes zijn door aanpassing van de processtrip probleemloos te realiseren. Ook zijn verbindingen tussen ongelijksoortige materialen mogelijk, staal aan roestvast staal en zelfs staal aan aluminium. Nog belangrijker is dat elke volgende puntlas gelijk is aan de vorige puntlas. Als het ware wordt steeds met een nieuwe elektrode gelast. Kwaliteitscontrole is daardoor minder vaak nodig wat een economisch voordeel oplevert. De extra kosten van puntlasmachine en procestapes worden daarmee heel snel terugverdiend. De software en hardware bieden de mogelijkheid tot een uiterst snelle optimalisatie van de lasparameters, bewaking en bijstelling van de lasparameters en kwaliteitscontrole achteraf.