

Richtlijnen voor het lassen van gereedschapsstalen

Het lassen van gereedschapsstaal in de werktuigbouw vraagt om de nodige voorzorgsmaatregelen. De las moet namelijk over meerdere eigenschappen beschikken, zoals hardheid, taaiheid, slijtvastheid, ontlaatvastheid en resistentie tegen het ontstaan van warmte-scheuren en oxidatie.

dit artikel is een vertaling van 'Schweißen im Werkzeugbau' door voestalpine Böhler Welding, met dank aan Johan Cobben en Ben Altemühl

Lastoevoegmaterialen van hoge kwaliteit zijn onontbeerlijk bij het lassen van gereedschapsstaal, maar ook warmtebehandelingen en andere voorzorgsmaatregelen zijn nodig om een goed lasresultaat te bereiken. De chemische samenstelling van de las wordt bepaald door de samenstelling van het lastoevoegmateriaal en van het basismetaal, en door de hoeveelheid tijdens het lassen gesmolten basismetaal (de opmenging).

Keuze lastoevoegmaterialen

In het algemeen is het raadzaam een lastoevoegmateriaal te kiezen waarvan de chemische samenstelling en warmtebehandelings-eigenschappen overeenkomen met die van het basismetaal, om scheurvorming of hardheidsverschillen tussen basismetaal en lastoevoegmateriaal te vermijden. TIG-lasstaven en massieve of gevulde lasdraden voor MIG/MAG-lassen moeten in samenstelling overeenkomen met de betrokken gereedschapsstaalsoorten. Voor het handlassen met beklede elektroden worden vooral basische elektroden gebruikt, aangezien deze in vergelijking met rutielelektroden een lager diffundeerbaar waterstofgehalte bevatten met minder kans op scheuren in een scheurgevoelige las.

Vorbereiding van het lassen

Een zorgvuldige voorbereiding van het lassen is onontbeerlijk. Eerst moet de lasbaarheid van het gereedschapsstaal worden nagegaan. Werkstukken die door afschrikking gehard zijn en daarna aan geen enkele andere thermische nabehandeling werden onderworpen (dus niet ontlaten werden), mogen niet gelast worden. Gaat het om een lasbare staalsoort, dan moet door middel van penetrant onderzoek (PT) worden vastgesteld of

De belangrijkste reden om gereedschapsstaal voor te warmen, is de hoge hardbaarheid en de daaruit voortvloeiende scheurgevoeligheid van het neergesmolten metaal en de warmte-beïnvloede zone.

zich scheurtjes in het staal voordoen. Scheurtjes moeten grondig weggeslepen worden, zodat het oppervlak afgerond is en de zijanten een hoek vormen van ten minste 30° ten opzichte van de verticaallijn. Eventuele coatings moeten vóór het lassen uit de omgeving van de lasnaad verwijderd worden. De vooropening van de lasnaad moet ten minste 1 mm groter zijn dan de diameter van de gebruikte elektrode.

Beschadigde plekken op warmwerkende gereedschapsstalen (als gevolg van erosie of warmte-scheuren door thermische vermoeiing) moeten worden afgeslepen tot op het scheurvrije basismetaal. Om zeker te stellen dat alle defecten zijn verwijderd, moeten de geslepen vlakken vóór het lassen opnieuw worden gecontroleerd met penetrant onderzoek.

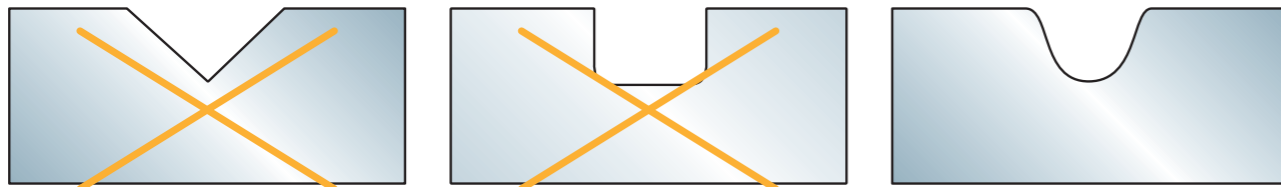
Vermijden waterstofscheuren

Om het ontstaan van waterstofscheuren te vermijden, moeten de plek waar wordt gelast en de omgeving ervan, vóór het lassen grondig gereinigd worden. Waterstofscheuren ontstaan door de opname van waterstof tijdens het lassen en door het stollen van de vaak zeer harde structuur van martensiet en bainiet in de warmte-beïnvloede zone en in het neergesmolten metaal.

Naast een doelgerichte reiniging is het voor het vermijden van waterstofscheuren belangrijk dat de te gebruiken elektroden goed droog zijn. Beklede elektroden moeten na het openen van de verpakking worden bewaard in een verwarmde droogkast of een verwarmde houder. Voor laswerk buiten de laswerkplaats kan een draagbare verwarmde houder nuttig zijn. Vochtig geworden elektroden moeten altijd eerst gedroogd worden. Richtlijnen hiervoor zijn aangegeven op alle elektrodenverpakkingen en productdatasheets.

Direct na het reinigen van de laszone en het hierna beschreven voorverwarmen, moet begonnen worden met het lassen. Anders bestaat het risico dat het lasoppervlak weer wordt verontreinigd door stof, vuil of vocht.





Figuur 1 Voorbereiding van de laszone bij het lassen van werktuigen: Fout - Fout - Correct

Werktemperatuur

Bij de reparatie van gereedschapsstalen moeten de richtlijnen van de staalfabrikant worden gevolgd met betrekking tot de voorwarm- en tussenlaagtemperatuur. Of voorverwarmen noodzakelijk is, en welke voorwarmtemperatuur daarbij toegepast moet worden, is afhankelijk van meerdere factoren, zoals de chemische samenstelling van het basismetaal, de hardheid en structuur van het basismetaal, de geometrie van het werkstuk, het toegepaste lasproces enzovoort.

De belangrijkste reden om gereedschapsstaal voor te verwarmen, is de hoge hardbaarheid en de daaruit voortvloeiende scheurgevoeligheid van het neergesmolten metaal en de warmte-beïnvloede zone. Het brosse martensiet dat ontstaat bij te snelle afkoeling van niet-voorverwarmde werkstukken leidt tot een groter risico op scheurtjes die zich kunnen voortplanten door het hele werkstuk. Als het werkstuk op correcte wijze wordt voorverwarmd, zal het grootste deel van het neergesmolten metaal in austenitische toestand blijven en zich pas na het lassen, bij het afkoelen, omzetten. Zo ontstaat een gelijkblijvende hardheid en een homogene structuur.

Om scheurvorming te vermijden, moet het hele werkstuk tijdens het volledige lasprocedé 50 tot 100 °C boven de temperatuur van het begin van de austeniet-martensiet-omzetting (martensiet starttemperatuur (Ms)) van het te lassen staal gehouden worden.

Om scheurvorming te vermijden, moet het hele werkstuk tijdens het volledige lasprocedé 50 tot 100 °C boven de temperatuur van het begin van de austeniet-martensiet-omzetting (martensiet starttemperatuur (Ms)) van het te lassen staal gehouden worden. Bij hoog koolstofhoudende, koudwerkende staalsoorten kan dit leiden tot een hardheidsdaling, maar met het oog op verkleining van de kans op scheurvorming moet dit worden geaccepteerd. De

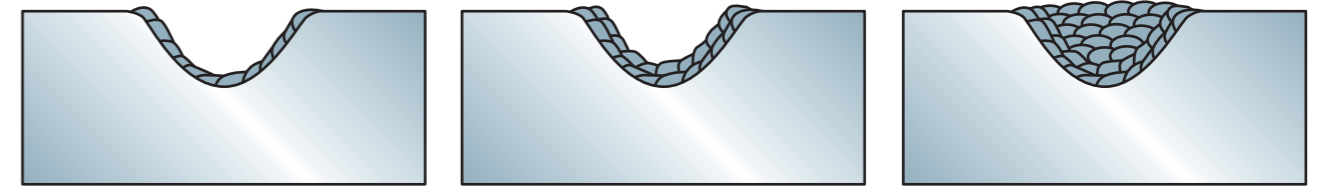
minimale voorwarmtemperatuur is gelijk aan de minimale tussenlaagtemperatuur en deze mag gedurende het lassen niet tot een lagere waarde zakken. Het is niet aan te bevelen om het lassen te onderbreken, het werkstuk af te koelen en vervolgens weer op te warmen om verder te lassen. Deze werkwijze kan leiden tot interne spanningen en breuk.

Voorverwarmen bij reparaties

Als snijgereedschappen met kleinere fouten of scheuren worden gerepareerd, moeten de beschadigde zones eerst worden gereinigd en vervolgens op ongeveer 150 °C worden voorverwarmd. Bij reparatie van grotere fouten is gewoonlijk een voorwarmtemperatuur vereist van 450-600 °C, afhankelijk van het basismetaal. Chroom-molybdeenhoudend gereedschapsstaal moet bij het oplassen worden voorverwarmd tot 400 °C en nikkel-chroom-molybdeenhoudend gereedschapsstaal tot 300 °C. Het voorverwarmen kan uitgevoerd worden in gloeiovens of door middel van gasbranders of elektrische inductie- of weerstandsverwarming. De voorgeschreven of gewenste voorwarm- en tussenlaagtemperaturen moeten tijdens het hele lasprocedé constant worden gehouden en gecontroleerd. Deze controle kan plaatsvinden met behulp van geschikte apparatuur en/of hulpmiddelen zoals thermokoppels, een temperatuursensor of temperatuurkrijt. Om de afkoelingsnelheid van de voorverwarmde werkstukken te verminderen, kunnen deze het best worden afgedekt.

Aandachtspunten bij het voorverwarmen in de oven:

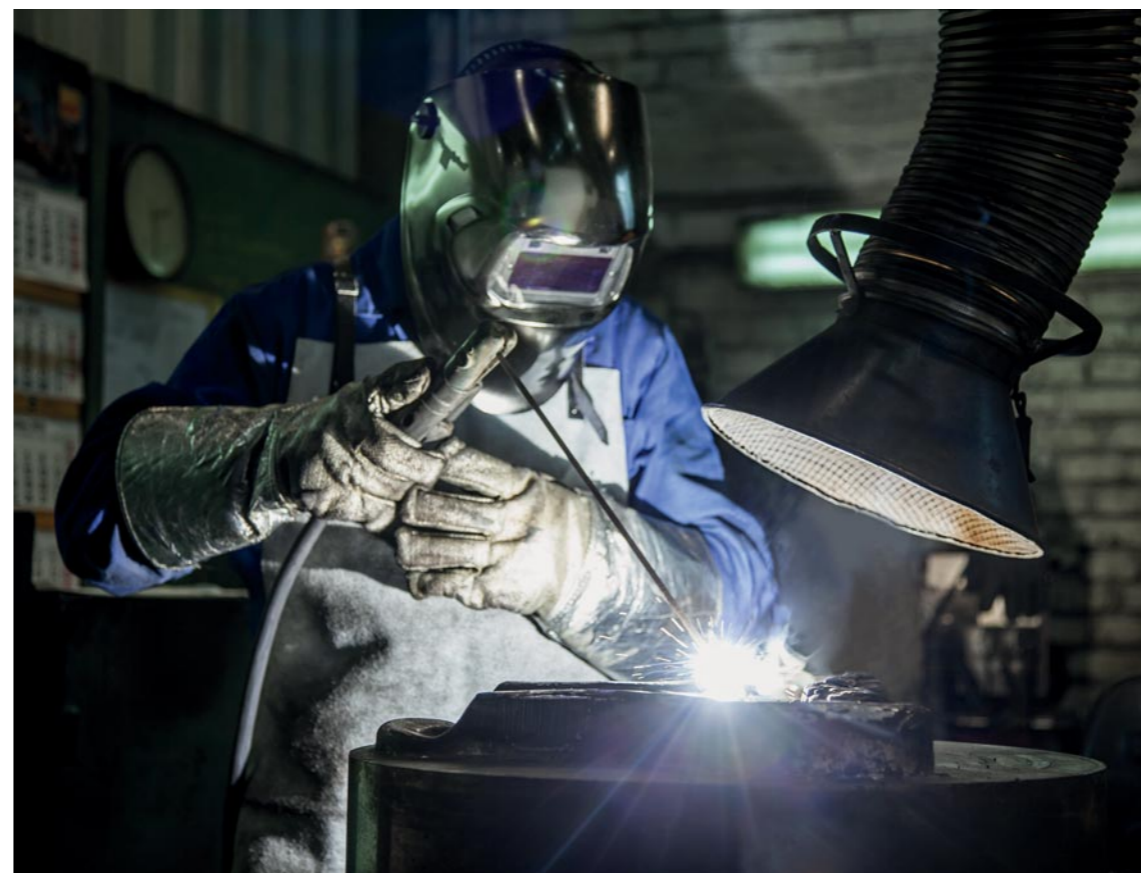
- De temperatuur in de oven is niet altijd overal gelijk (wat aanleiding kan geven tot spanningen).
- Grotere werkstukken moeten gelijkmatig, langzaam en tot in de kern worden voorverwarmd.
- Zodra het werkstuk uit de oven wordt gehaald, moet het met geschikte middelen tegen afkoeling worden beschermd.
- De temperatuur kan tijdens het lassen dalen, zodat tussentijds verwarmen noodzakelijk wordt.



Figuur 2 Lasvolgorde bij meerlagenlassen: Eerste laag - Tweede laag - Vullagen

Voor kleinere reparaties of correcties kan het voorverwarmen worden uitgevoerd met een acetyleen- of propaangasbrander. In dat geval moet een neutrale vlaminstelling worden gebruikt - zeker geen roetvormende vlam - om verontreinigingen of plaatselijke oververhitting in de laszone te vermijden.

tot hoge opmenging en spanningen na het lassen, maar ook tot een langzamere afkoeling, met als gevolg een groter risico van ongewenste korrelgroei en/of korrelvergroting in het neergesmolten lasmetaal / warmte-beïnvloede zone. Gewoonlijk wordt gelast met zo weinig mogelijk warmte-inbreng.



Naast een geschikte warmte-inbreng moet bij dikkere werkstukken de meerlagentechniek worden toegepast. Een elektrode met een kleinere diameter vermindert de totale warmte-inbreng en verdient daarom aanbeveling. Bij het elektrodelassen moet de eerste laag worden uitgevoerd met een kleine elektrodediameter (max. 3,25 mm). Bij het TIG-lassen moet een maximale stroomsterkte van 120 A in acht worden genomen. Alle volgende lagen worden dan aangebracht op het al aanwezige neergesmolten metaal. De tweede laag wordt gelast met dezelfde elektrodediameter en dezelfde stroomsterkte als de eerste laag, zodat de warmte-beïnvloede zone niet te groot wordt. Op die manier wordt de harde, brosse structuur die zich heeft gevormd in de warmte-beïnvloede zone ontlaten door de warmte-inbreng van de tweede laag.

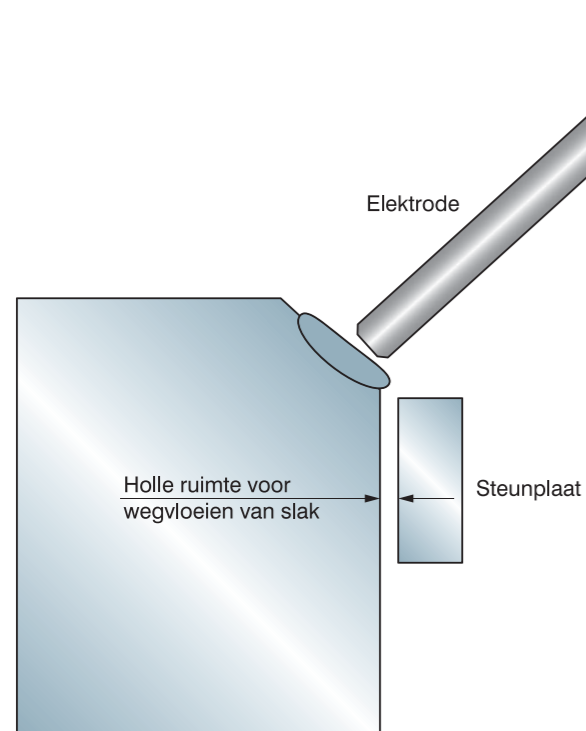
De vullagen kunnen gelast worden met grotere elektrodediameters en hogere stroomsterktes. De sluitlagen moeten ten minste 1,5-2 mm overlap hebben met het oppervlak van het werkstuk om goed mechanisch bewerkbaar of slijpbaar te zijn. Zelfs kleine lassen moeten uit ten minste twee lagen bestaan.

In het algemeen wordt gereedschapsstaal met een hoge hardheid gebruikt. Het is raadzaam om bij grotere reparaties of vormaanpassingen voor de eerste lagen een 'zachte' elektrode te gebruiken, om vervolgens over te stappen naar een 'hardere' elektrode. Deze werkwijze levert een taaier structuur op. Op scheurgevoelig gereedschapsstaal wordt gelast met kortere lasrupsen en met elektroden met een kleinere diameter, om te vermijden dat

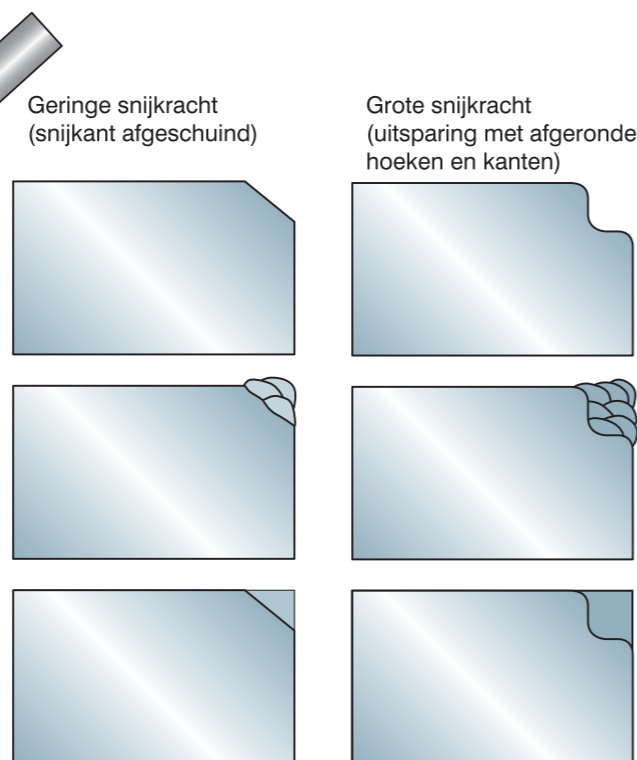
Uitvoering van de lassen

Het is van belang dat de lasser kan werken op een stabiele werkbank op de juiste hoogte, met een zo horizontaal mogelijk werkvlak, zodat het werkstuk veilig kan worden vastgezet. Een werkbank die kan worden gedraaid en in hoogte verstelbaar is, verdient de voorkeur. Omdat zowel basismetalen als lastoevoegmaterialen hooggelegeerd kunnen zijn, moet het verwerkende bedrijf zorgen voor voldoende lasrookafzuiging om de lasser en de omgeving te beschermen tegen de ontstane lasrook.

Tijdens het lassen moet de warmte-inbreng worden gecontroleerd. Een te hoge warmte-inbreng leidt niet alleen



Figuur 3 Steunplaat voor de opbouw van kanten of hoeken



Figuur 4 Opbouw van snijkanten met geringe en grote snijkraft

bij het krimpen teveel spanningsscheuren ontstaan. Tijdens het lassen moet de boog lengte zo kort mogelijk worden gehouden. De elektrode moet in een hoek van 75-80° ten opzichte van de lasrichting worden gehouden, en loodrecht op de zijkant van de lasnaad, om uitzakken van de las zo veel mogelijk te beperken.

De boog moet altijd in de lasnaad worden ontstoken. Om porositeit te vermijden, moet het basismetaal vrij van verontreinigingen zijn. Bij het elektrodelassen moet bij het herstarten van een al gebruikte elektrode, de resterende slak verwijderd worden. Dat vergemakkelijkt het herontsteken van de boog en voorkomt startporositeit.

Bij het opbouwen van kanten of hoeken kan koperen of keramische smeltbadondersteuning worden gebruikt, om zowel tijd als lastoevoegmateriaal te sparen. Als bij het elektrodelassen smeltbadondersteuning wordt gebruikt, moet een holle ruimte van ongeveer 1,5 mm tussen smeltbadondersteuning en werkstuk worden gehandhaafd, zodat de vloeibare slak kan weglopen.

Voor reparatie- of correctielassen van dure werkstukken is een stabiel elektrisch contact tussen het werkstuk en de werkstukabel van de stroombron noodzakelijk. Is dat niet het geval, dan kan het behandelde oppervlak worden beschadigd door vonkvorming. Om een goed elektrisch contact te verkrijgen, moeten de werkstukken op een koperplaat liggen. De koperplaat moet met het werkstuk mee worden voorverwarmd.

Elke lasnaad moet onmiddellijk na het lassen worden gehamerd om krimpen van de afkoelende lasrups te verhinderen. Na het lassen moet de laslocatie zorgvuldig worden schoongemaakt en gecontroleerd, voordat het werkstuk afkoelt. Defecten, zoals inkartelingen of overbloezingen, moeten nog vóór het afkoelen worden gecorrigeerd. Na het afkoelen kan de lasnaad worden afgeslepen tot op het niveau van het omliggende oppervlak. Als gelaste plaatsen op vorm moeten worden gepolijst of chemisch foto-geëtst, moeten de laatste lagen worden uitgevoerd door middel van TIG-lassen.

Warmtebehandeling na het lassen

Om de eigenschappen van het werkstuk na het lassen te optimaliseren, wordt een warmtebehandeling toegepast. Dit is vooral van belang na ingrijpende laswerkzaamheden en bij eventueel te verwachten vervorming. Afhankelijk van de uitgangstoestand van het werkstuk kunnen thermische nabehandelingen zoals zachtgloeien, ontlaten, harden en spanningsarm gloeien worden uitgevoerd.

Ontlaten

Het ontlaten heeft tot doel de taaierheid van geharde werkstukken te verhogen. Dit wordt vooral aanbevolen bij grotere reparaties van doorgeharte werkstukken. De ontlaattemperatuur wordt zodanig gekozen dat de hardheid van het neergesmolten metaal en die van het basismetaal zo dicht mogelijk bij elkaar liggen. Als het neergesmolten metaal duidelijk ontlaattvaster is dan het

basismetaal, moet de laslocatie worden ontlaten met de hoogst mogelijke ontlaattemperatuur. In dat geval is de ontlaattemperatuur ongeveer 20 °C lager dan de laatst toegepaste ontlaattemperatuur van het basismetaal. Het verwarmen tot op de ontlaattemperatuur moet langzaam plaatsvinden. De totale verblijfsduur in de ontlaattoven bedraagt 1 uur per 20 mm wanddikte, met een minimum van 2 uur. Aansluitend wordt afgekoeld in de lucht. Het is gunstig om ten minste twee keer te ontlaten, om ook het uit restautensiet gevormde martensiet te ontlaten.

Spanningsarm gloeien

Om eigenspanningen te verminderen, kan na het lassen spanningsarm gegloeid worden.

Oorzaken van lasspanningen zijn: krimp tijdens het stollen van het vloeibare neergesmolten metaal; temperatuurverschillen tussen de lasnaad, de warmte-beïnvloede zone en het basismetaal; en faseovergangspanningen wanneer het neergesmolten metaal en de warmte-beïnvloede zone door de afkoeling gehard worden. Spanningen in de omgeving van de lasnaad zijn ongeveer even groot als de

rekgrens van het basismetaal. Deze spanningen kunnen weliswaar niet worden vermeden, maar wel worden geminimaliseerd door: een correcte lasnaadvorm, lassen met een lage warmte-inbreng, toepassing van de meerlagentechniek, het vermijden van las-overdikte; en een goede lasvolgorde. Omdat bij getemperd gereedschapsstaal gewoonlijk na het lassen geen andere warmtebehandeling meer wordt gegeven, wordt aanbevolen om met name vóór de laatste mechanische bewerking, één tot twee uur lang bij 550 °C te gloeien om deze spanningen af te bouwen. Het spanningsarm gloeien gebeurt door de werkstukken langzaam en gelijkmatig te verwarmen tot op de voorgeschreven temperatuur en deze temperatuur per mm wanddikte 2 minuten lang aan te houden, maar ten minste gedurende 30 minuten. Daarna laat men het werkstuk langzaam in de gloei-inrichting of oven afkoelen tot op 400 °C, om vervolgens verder af te koelen zonder lucht-circulatie. Bij werkstukken met dikke wanden bedraagt de maximale houddijd 150 minuten. Het spanningsarm gloeien is meestal niet nodig wanneer de laslocatie achteraf wordt ontlaten of zachtgegloeid, en evenmin na zeer kleine reparatie- of correctielassen.

advertentie

SPECIALIST IN HEAT TREATMENT

- PREHEAT AND STRESS RELIEF
- INDUCTION AND RESISTANCE
- CERTIFIED TECHNICIANS
- RENTAL AND SALES OF EQUIPMENT
- STATIONARY AND MOBILE FURNACES
- DRY OUT AND CURING





Delta

Heat Services

WWW.DELTA-HEAT-SERVICES.COM INFO@DELTA-HEAT-SERVICES.COM +31 (0) 187-49 69 40