

INTRODUCTIE LASSEN VAN GIETIJZER

Gietijzeren materialen

De samenstelling van de smelt en de afkoelvoorwaarden, bepalen de structuurvorming en de eigenschappen van de gietijzeren materialen op ijzerbasis met een koolstofgehalte van 2 % tot 5 %. Al naar gelang de toestand van het koolstof worden de volgende groepen onderscheiden:

Grijs stollende gietijzermaterialen

Het grootste gedeelte van de koolstof wordt in een stabiele vorm als grafiet uitgescheiden en geeft het breukvlak een dof grijs uiterlijk.

1. Gietijzer met lamellengrafiet DIN 1691 (GG/GGL)

In het spraakgebruik ook grijsgietijzer genoemd. De koolstof is onder de microscoop zichtbaar als streepjes (lamellen) grafiet. De materiaalgroepen worden volgens treksterkte ingedeeld. Kenmerkend zijn: lage treksterkte, ontbrekende rek, daarom bros, hoge drukbelastbaarheid, mechanisch bewerkbaar en zowel soortgelijk alsook ongelijksoortig (bijvoorbeeld: Ni-typen) lasbaar.

2. Gietijzer met kogelgrafiet DIN 1693 (GGG)

Toevoegingen van Magnesium (Mg) of Cerium (Ce) zorgen voor een kogelvorm van het grafiet.

Deze materiaalgroep onderscheidt zich door een hoge treksterkte en goede taaierheid en rek. GGG soorten zijn eveneens soortgelijk alsook ongelijksoortig (met NiFe-typen) goed lasbaar.

Wit gestolde gietijzermaterialen

Door versnelde afkoeling (bijv. in metalen coquille) wordt de stabiele grafietuitscheiding verhinderd. De koolstof komt daarom voor als gebonden vorm als ijzercarbide Fe₃C (Cementiet) als metastabiele (instabiele) hard bestanddeel voor. Cementiet valt uiteen door een specifieke warmtebehandeling in ijzer (ferriet) en grafiet.

1. Hardgietijzer (GH)

Wit gestold gietijzer is hard, bros en slijtvast echter nauwelijks lasbaar.

Bij schaalhardgietijzer stolt alleen het oppervlak wit, de kern echter grijs (taai kern).

2. Temperruw gietijzer

De gebonden koolstof (C) wordt door een gloeibehandeling van meerdere dagen (Temperen)

in de vorm van grafietnesten uitgescheiden; ook wel temperkool genoemd.

Zwart tempergietijzer DIN 1692 (GTS)

Gegloeid in neutrale ovenatmosfeer. Structuur uit ferriet en grafiet in vlokke vorm.

Wit tempergietijzer DIN 1692 (GTW)

Gegloeid in ontkolende (oxiderende) oven atmosfeer; grafietvrije, ferritisch oppervlak en in de kern perliet met grafiet in vlokke vorm.

Austenitisch gietijzer DIN 1694 (GG/GGL/GGG), Speciaal gietijzer

Corrosie- en hittebestendig gietijzer met austenitische matrix (grondmassa) en grafiet in de vorm van lamellen of nodulen. Verder wordt de sterkte verbeterd en de wrijvingsweerstand en warmte-bestendigheid verhoogd.



Elektrode-Reparatielassen van grijsgietijzer

Vorbereiding

Breukplaatsen met een openingshoek van ca. 50 bis 70° voorbereiden, bij voorkeur dubbele V-, of tulpnaad; op de grond ca. 2 mm laten staan; giethuid verwijderen; scheuren aan beide einden afboren (Ø circa 5 mm), om doorlopen van scheur te voorkomen. Als naadvoorbewerking hebben thermische methoden de voorkeur (gutselectroden), zodat verontreinigingen zoals olie, vet enz. verwijderd worden.

Voorverwarmen

Voorverwarmen is in vele gevallen niet noodzakelijk, maar doorgaans nuttig. Een op zijn minst plaatselijke voorverwarming van de laszone op 200 °C tot 300 °C vermindert het gevaar van opharding.

Lassen

Lichtboog middellang (ongeveer als \emptyset), elektrode nagenoeg loodrecht. Wordt het lassen onderbroken, de elektrode over de gelaste rups een klein stukje teruglassen, om de vorming van eindkraters en eindkraterscheuren te voorkomen. De eerste laag moet met een zo laag mogelijke strekenergie gelast worden. Hierbij de lichtboog op het lasmetaal richten. De volgende lasrupsen met getrokken rupsen uitvoeren. Bij het lassen van delen, die niet vrij kunnen uitzetten, korte rupsen van 1 - 3 cm lengte lassen; direct hameren, met draadborstel schoonmaken, op handwarmte aflaten koelen, dan weer 1 - 3 cm lassen. De lasvolgorde, indien mogelijk, afwisselend aan weerszijden uitvoeren, om de warmte-inbreng en ontstaan van eigen spanningen zo laag mogelijk te houden. Het is doelmatig, om het werkstuk langzaam af te laten koelen.

Bij bijzonder dikwandige hoogbelaste werkstukken is het voor een hoogwaardige verbinding uiterst zinvol om stalen naalden op te lassen in het breukbereik, zodat de krachten hierover overgebracht worden. Voor het afdichten van gescheurde gietstukken (vriesscheuren) is het aan te bevelen na de lastechnische reparatie om het niet volledig dichte oppervlak te verzegelen met een zachtsoldeer laag.

De chemische samenstelling en de speciale structuur van gietijzer vereist een aantal basisregels die bij het lassen strikt opgevolgd dienen te worden.

Grijs gietijzer is een ijzer (Fe) – koolstof (C) – silicium (Si) legering. De koolstof kan aanwezig zijn in twee vormen:

1. Als een gebonden koolstof-ijzer bestanddeel (Cementiet, Fe_3C)
2. Als vrije koolstof, in de vorm van lamellaire grafiet of grafiet nodulen.

Indien het metaal snel afkoelt vanaf de lastemperatuur, is er geen voldoende tijd voor de koolstof om uit te scheiden als vrije koolstof, en een hard en bros wit gietijzer wordt gevormd. (cementiet, ledeburiet, martensiet). Dit vindt vooral plaats indien een lastoevoegmateriaal gebruikt wordt met een gelijksoortige samenstelling als het basismateriaal. Om dit te voorkomen, moet het werkstuk voorverwarmd worden en na het lassen langzaam afgekoeld worden. Het gebruik van een ongelijksoortig lasmateriaal (gietijzer elektrode met nikkel kern) maakt het mogelijk om de warmte-inbreng, en daarmee de vorming van harde overgangszones beperkt te houden en lasverbindingen te verkrijgen met goede mechanische kwaliteit.

De volgende regels dienen strikt opgevolgd te worden, om de best mogelijke resultaten te bereiken:

Werkstuk voorbereiding:

- Basismateriaal grondig reinigen van alle vreemde materialen (bijv. olie, vet, roest enz.);
- Uitslijpen van scheuren (hoek van circa 90° graden) en boor een gat op ieder einde.
- Voor las verbindingen, naad voorbereiding in V, X of U-vorm (hoek van ongeveer 90° graden), afhankelijk van materiaaldikte. Naadvorbewerking kan uitgevoerd worden met slijpschijfstenen, Pneumatisch gereedschap, vijlen of gebruik te maken van gutselectroden, (zonder perslucht).
- Verwijder walshuid van beide zijden van de lasverbinding, over een breedte van 20-30 mm.
- Voorkom scherpe hoeken of overgangen.



Voorverwarming en lassen :

Indien het lassen uitgevoerd wordt met elektroden van soortgelijk materiaal of met lasstaven, verwarm dan het gehele werkstuk dan gelijkmatig voor op ca. 600°C.

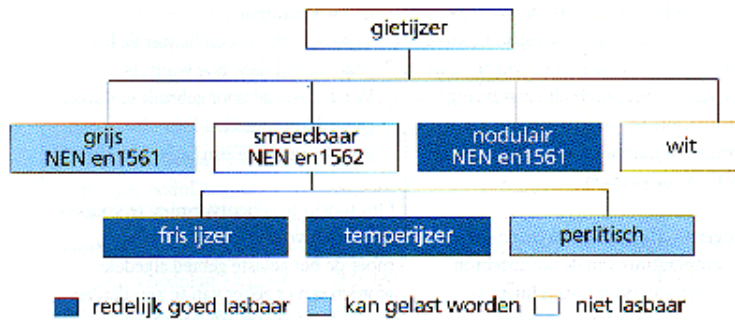
- Laat het langzaam afkoelen, in een oven, warm zand, as of vermiculite.
- Wanneer gietijzer "koud gelast" wordt, alleen korte rupsen lassen met een lengte van 20 – 30 mm lang, direct gevolgd door (pneumatisch) hameren. Het werkstuk mag niet meer dan handwarm worden tijdens het lassen.
- Het is aan te bevelen om stukken met een gecompliceerde vorm voor te verwarmen op ca. 300 - 350°C voor het lassen, zelfs wanneer gelast wordt qua lasmateriaal ongelijksoortige elektroden.
- Scheuren welke niet doorlopen in het werkstuk (zgn. ingesloten scheuren) dienen van buiten naar binnen gelast worden.

Dicht lassen van grijsgietijzer :

Absoluut dicht lassen kan alleen bereikt worden op een **volledig voorverwarmd** werkstuk.

Lasbaarheid van materialen – gietijzer

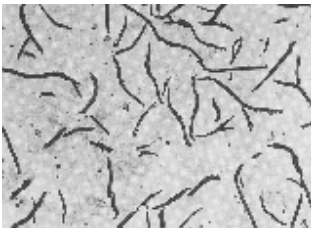
In deze aflevering van de rubriek Laskennis Opgefrist aandacht voor gietijzer. Gietijzer is een ijzerlegering met meer dan 2 % koolstof, 1 tot 3 % silicium en maximaal 1 % mangaan. Omdat gietijzersoorten relatief goedkoop, erg goed gietbaar tot complexe vormen en uitstekend verspaanbaar zijn, vormen deze materialen een belangrijke groep aan constructiematerialen. Helaas zijn de meeste soorten gietijzer niet lasbaar en moeten speciale voorzorgsmaatregelen genomen worden om ze te kunnen lassen. Dit geldt zelfs voor de zogenoemde lasbare soorten.



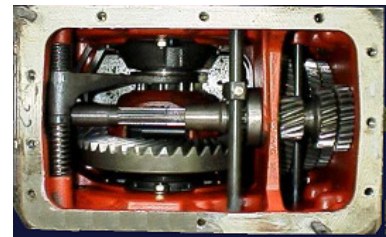
Soorten gietijzer

Gietijzer soorten kunnen op conventionele wijze ingedeeld worden naar hun structuur. De structuur is namelijk bepalend voor hun mechanische eigenschappen en lasbaarheid. De belangrijkste groepen van algemeen gebruikte soorten staan vermeld in figuur 1.

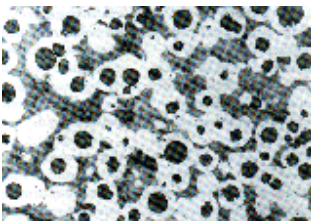
Grijs gietijzer



Grijs gietijzer bevat 2,0 - 4,5 % koolstof en 1 - 3 % silicium. De structuur van dit gietijzer bestaat uit vertakte en inwendig verbonden grafietlamellen in een matrix die ferritisch, perlitisch of een mengsel van die twee is, zie figuur 2a. De grafietlamellen kunnen beschouwd worden als inwendige kerven en daardoor is de sterkte en taaierheid inferieur in vergelijking tot constructiestaal.



Nodulair gietijzer



De mechanische eigenschappen van grijs gietijzer kunnen aanzienlijk verbeterd worden door de vorm van het grafiet te veranderen. Een dergelijke verandering is mogelijk als vloeibaar gietijzer, met een samenstelling van 3,2 - 4,5 % koolstof en 1,8 - 2,8 % silicium, onmiddellijk voor het uitgieten met magnesium of cerium toevoegingen wordt behandeld. Deze behandeling resulteert in bolvormige grafiet in plaats van lamellaire grafiet, zie figuur 2b. Dit type gietijzer staat bekend als nodulair gietijzer. Nodulair gietijzer is beschikbaar met een perliet, ferriet of ferriet/perliet matrix. Door de bolvorm van het grafiet is nodulair gietijzer sterker en taaier dan lamellaire gietijzer.

Wit gietijzer

Door het koolstof- en het siliciumgehalte te verlagen en snel af te koelen na het gieten, wordt de meeste koolstof chemisch gebonden aan ijzer in de vorm van ijzercarbide. Er worden dan geen grafietlamellen gevormd. IJzercarbide of cementiet is echter extreem hard en bros en wit gietijzeren gietstukken worden alleen gebruikt voor toepassingen waar een grote hardheid en slijtvastheid vereist is.

Smeedbaar gietijzer

Dit soort gietijzer wordt gemaakt door wit gietijzer van specifieke samenstelling langdurig op hoge temperatuur te gloeien. Door het gloeien ontleedt de cementiet en wordt compacte grafiet gevormd in een ferriet of perliet matrix. Omdat de compacte vorm van het grafiet de taaierheid van de matrix niet in dezelfde mate nadelig beïnvloedt als de grafietlamellen, wordt een bruikbaar niveau aan taaierheid verkregen. Smeedbaar gietijzer kan in de volgende klassen ingedeeld worden: frisijzer, temperijzer en perlitisch ijzer.

Frisijzer

Frisijzer wordt geproduceerd door hoog koolstof houdend wit gietijzer te gloeien in een koolstof onttrekkend (decarburiserend) medium. Koolstof wordt verwijderd aan het oppervlak van het gietstuk en het verlies wordt alleen gecompenseerd door de diffusie van koolstof uit het inwendige van het gietstuk. Fris-ijzeren gietstukken zijn inhomogeen met een ontcoolde oppervlaktelaag en een kern met een hoger koolstofgehalte.

Temperijzer

Temperijzer wordt gemaakt door het gloeien van wit gietijzer met een laag koolstofgehalte (2,2 – 2,9 %) zonder decarburisering.

De resulterende structuur van koolstof in een ferriet matrix is homogeen met betere mechanische eigenschappen dan frisijzer.

Perlitisch temperijzer

Deze hebben in plaats van een ferritische een perlitische matrix. De sterkte van deze soort is daardoor hoger, maar de taaheid is lager dan van ferritisch temperijzer.

Lasbaarheid

De lasbaarheid hangt af van de microstructuur en mechanische eigenschappen. Grijs gietijzer bijvoorbeeld is bros en is niet bestand tegen de spanningen die opgebouwd worden door een afkoelende las. Daar het gebrek aan taaheid veroorzaakt wordt door de grove grafiet lamellen, geven de grafiet clusters in smeedbaar gietijzer en de bolvormige grafiet in nodulair gietijzer een aanzienlijk hogere taaheid die de lasbaarheid verbetert.

De lasbaarheid kan beperkt worden door de vorming van harde en brosse micro-structuren in de warmte beïnvloede zone (WBZ). Die brosse structuren bestaan uit ijzercarbiden en martensiet. Omdat in nodulair gietijzer en smeedbaar gietijzer minder gemakkelijk martensiet ontstaat, zijn deze soorten gemakkelijker te lassen vooral als het ferrietgehalte van de matrix groot is. Wit gietijzer dat erg hard is en ijzercarbiden bevat wordt normaal als niet lasbaar beschouwd.

Lasprocessen

Lassen met brons als toevoegmateriaal wordt veelvuldig toegepast om scheurvorming te voorkomen. Omdat oxiden en andere verontreinigingen niet door smelten worden verwijderd en bij mechanisch reinigen de grafiet over het oppervlak wordt gesmeerd, moet het oppervlak zorgvuldig worden gereinigd, b.v. door het etsen in een zoutbad.

Alle smeltlasprocessen zoals autogeen, lassen met beklede elektrode, MIG-lassen en lassen met gevulde draad kunnen gebruikt worden. Om scheurvorming in de WBZ te voorkomen zijn een geringe warmte-inbreng, extensieve voorverwarming en langzame afkoeling voorop gestelde voorwaarden.

Autogeen als gevolg van de relatief lage temperatuur van de warmtebron moet voor autogeen lassen hoger worden voorverwarmd dan voor het lassen met beklede elektrode. De inbrandingsdiepte en de opmenging zijn gering, maar de brede WBZ en de langzame afkoeling geven een



zachte microstructuur (zie Productcatalogus, Smitlaspoederlegeringen).

Het zgn. spuitlassen met poedertoevoeging, waarbij laspoeder aangevoerd wordt door een op de autogeen spuitlasbrander gemonteerde kleine poedercontainer, is een proces met een erg lage warmte-inbreng en wordt vaak gebruikt voor het bufferen (grondlaag) van het oppervlak voor het eigenlijke lassen.

Lassen met beklede elektrode wordt veelvuldig toegepast in de fabricage en reparatie van gietstukken omdat de intense hoge temperatuur boog grotere lassnelheden toelaat en lagere voorwarmtemperaturen. De nadelen van het lassen met beklede elektrode zijn de grotere inbrandingsdiepte en opmenging van lasmetaal met het basismateriaal, maar door te lassen met elektrode negatief kunnen de afmetingen van de WBZ beperkt worden.



MIG en gevulde draad MIG (kortsluitbooglassen) en vooral het lassen met gevulde draad kunnen gebruikt worden om een hoge neersmeltsnelheid te bereiken en daarbij de mate van inbranding en opmenging te beperken.

Toevoegmaterialen

Bij autogeen lassen heeft het toevoegmateriaal normaal een iets hoger koolstofgehalte en een hoger siliciumgehalte. Dit wordt gedaan om de las overeenkomstige mechanische eigenschappen te geven als het basismateriaal. De meest gebruikelijke toevoegmaterialen bij het lassen met beklede elektrode zijn nikkel en nikkel-ijzer legeringen. Deze legeringen worden toegepast omdat zij de

grote hoeveelheid koolstof afkomstig van het basismateriaal kunnen opvangen, waardoor een taai en goed verspaanbare las ontstaat.

Bij het MIG-lassen worden gewoonlijk nikkel of monel draden gebruikt, maar ook koperlegeringen kunnen toegepast worden. Gevulde draden, nikkel-ijzer-mangaan draden zijn eveneens beschikbaar voor het lassen van gietijzer. Smitlaspoederlegeringen op basis van nikkel met toevoeging van ijzer, chroom en kobalt worden gebruikt om een bepaald hardheidsbereik te realiseren (zie Productcatalogus, Smitlaspoederlegeringen).

Lasfouten

Het potentiële probleem van een neersmelt met een hoog koolstofgehalte wordt vermeden door het gebruik van lastoevoegmateriaal uit nikkel of nikkellegeringen. Bij dergelijk toevoegmateriaal ontstaat een fijn verdeelde grafiet, een geringere poreusheid en een goed verspaanbare neersmelt. Er moet echter bij het gebruik van nikkel als toevoegmateriaal gerekend worden met de vorming van warmscheuren als het gietijzer een hoog zwavel- en fosforgehalte heeft.

De vorming van harde en brosse WBZ structuren maken gietijzer vooral gevoelig voor scheurvorming in de WBZ tijdens de afkoeling na het lassen. Het risico op deze scheurvorming kan verminderd worden door voor te verwarmen en langzaam af te koelen na het lassen. Omdat voorverwarmen de afkoelsnelheid zal verlagen wordt de vorming van martensiet zowel in de WBZ als in de las voorkomen en wordt de hardheid in de WBZ wat verlaagd. Voorverwarmen kan ook de krimpspanningen verlagen en daarmee de optredende vervormingen en de kans op scheurvorming in de WBZ en de las verminderen. Kenmerkende voorwarmtemperaturen worden in navolgende tabel gegeven.

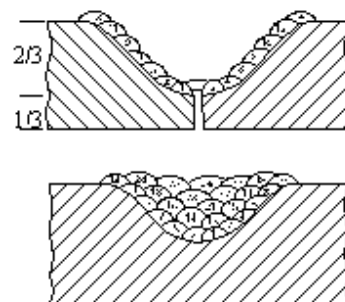
Voorwarmtemperaturen voor het lassen van gietijzer

Type gietijzer	Voorwarmtemperatuur in °C		
	Lassen met beklede elektroden	MIG	Autogeen
Ferritisch lamellair gietijzer	300	300	600
Ferritisch nodulair gietijzer	20-150	20-150	600
Ferritisch smeedbaar gietijzer	20	20	600
Perlitisch lamellair gietijzer	300-330	300-330	600
Perlitisch nodulair gietijzer	200-330	200-330	600
Perlitisch smeedbaar gietijzer	300-330	300-330	600

Omdat scheurvorming ook kan optreden als gevolg van ongelijkmatige uitzetting, moet het voorverwarmen geleidelijk plaatsvinden. Dit speelt vooral bij het voorverwarmen van complexe gietstukken of wanneer grote componenten plaatselijk worden verhit. Daarnaast moet het gietstuk altijd langzaam worden afgekoeld om een thermische schok te voorkomen. Een alternatieve techniek voor het lassen van grote gietstukken die moeilijk zijn voor te verwarmen is de dunne lagen techniek. De las wordt dan opgebouwd uit een serie van kleine lasrupsen. Door de lassen met een lage warmte-inbreng worden de afmetingen van de WBZ beperkt. Deze lassen worden dan met een hamer uitgeklopt (strekken) terwijl ze nog warm zijn om de krimpspanning af te bouwen en de omgeving van de las wordt snel afgekoeld met een luchtstroom of een vochtige doek om spanningsopbouw in de WBZ te beperken.

Reparatie van gietstukken

Veelvuldig zijn reparaties aan gietstukken nodig als gevolg van gietfouten en de daarbij behorende brosse structuren. Voor kleine reparaties kunnen lassen met beklede elektrode, autogeen, lassen met brons of met poedertoevoegingen worden gebruikt. Voor grotere oppervlakken kunnen lassen met beklede elektrode of spuitlaspoeder technieken gebruikt worden voor het bufferen – aanbrengen van een grondlaag op de lasnaadkanten, gevolgd door lassen met beklede elektrode of MIG/gevulde draad voor het vullen van de lasnaad. Dit wordt schematisch getoond in figuur 3.










Aanbevelingen

- Verwijder oppervlakte fouten bij voorkeur door slijpen of met een wolframcarbiden steen. Als gutsen wordt toegepast moet het onderdeel plaatselijk verwarmd worden tot zo'n 300 °C
- Schuur na gutsen het geprepareerde gebied licht om harde plekken te verwijderen.
- Verwarm het gietstuk voor op de in de tabel weergegeven aanbevolen temperatuur.
- Bekleed (buffer) de lasnaad op met een beklede elektrode met een kleine diameter (Ø 2,4 of 3,2 mm). Gebruik hiervoor een nikkel elektrode (Ni 98) om een zachte en taaie overgang (buffer-) laag te verkrijgen. Als alternatief kan autogeen gelast worden met poeder als toevoegmateriaal (zie Productcatalogus, Spuitlaspoederlegeringen). Verwijder de slak en hamer de lasnaad terwijl deze nog warm is.
- Vul de lasnaad door gebruik te maken van nikkel-ijzer elektroden (Ø 3,2 of 4 mm NiFe 60/40) voor een hogere sterkte.

Om tenslotte scheurvorming te voorkomen als gevolg van restspanningen, moet de het gelaste gebied afgedekt worden om er zeker van te zijn dat het gietstuk langzaam afkoelt naar kamertemperatuur.

Bij de productomschrijvingen worden de volgende afkortingen en symbolen gebruikt:

Afktorting	Verklaring	Stroomsoort / Polariteit	
TS	Treksterkte in MPa (N/mm ²)	~	Wisselstroom (AC)
RG	Rekgrens in MPa (N/mm ²)	=	Gelijkstroom
R	Rek in %	-	Elektrode aan min pool
KW	Kerfslagwaarde in J (Joules)		
HB	Hardheid Brinell		
HBK	Hardheid Brinell na Koudverstevinging		
HRC	Hardheid Rockwell C (Cone)		
Lasposities:			
	Alle posities PA, PB, PC, PD, PE, PF, PG w, h, s, q, hu, u, f		Alleen onderhands en hoeklassen PA, PB w, h
	Alle posities, verticaal neergaand beperkt PA, PB, PC, PD, PE, PF, (PG) w, h, s, q, hu, u, (f)		Alleen onderhands PA w
	Alle posities, behalve verticaal neergaand (PG) PA, PB, PC, PD, PE, PF w, h, s, q, hu, u.		Alleen verticaal neergaand PG f
	Alle posities, behalve verticaal neergaand (PG) en boven het hoofd (PE) PA, PB, PC, PF w, h, s, q		

DISCLAIMER

De gegeven informatie over de producten, uitrustingen enz. is gebaseerd op onze huidige uitgebreide technische kennis en ervaring van de toepassingen. Wij verstrekken deze informatie in woord en schrift naar beste kennis, maar wij accepteren geen enkele aansprakelijkheid, behoudens dit in een individueel contract. Wij behouden ons echter het recht voor, om zonder kennisgeving vooraf, technische veranderingen aan te brengen als onderdeel van onze product ontwikkeling activiteiten. Ons technisch service personeel is beschikbaar om op uw verzoek verdere adviezen en assistentie te verlenen om productie en technische problemen op te lossen. Dit ontslaat gebruikers niet van hun verantwoordelijkheid om onze informatie en aanbevelingen te controleren alvorens zij hun eigen werk gaan uitvoeren. In het geval van schade, is onze aansprakelijkheid beperkt tot compensatie in dezelfde graad als weergegeven in onze Algemene Verkoopvoorwaarden.

The information given about our products, equipment, e.g. is based on our actual technical extensive knowledge and experience of applications. We provide this information in word and writing according to the best of our knowledge, but we do not accept any responsibility beyond that in the individual contract. We do however reserve the right to make technical changes, without prior notice, as part of our product development activities. Our technical service personnel are available on request to provide further advice and assistance to solve manufacturing and technical problems. This does however not relinquish users of their responsibility to check our information and recommendations prior to carrying out their own work. In the event of damage, our liability is limited to compensation to the same degree as provided for in our General Terms and Conditions of Sales.