

INTRODUCTIE LASSEN VAN ON- & LAAGGELEGEERD STAAL

Staal en gietstaal zijn ijzeren materialen met een koolstofgehalte tot 2,06 %.

Op basis van chemische analyse onderscheidt men de volgende groepen:

1. Ongelegeerde staalsoorten (koolstofstaalsoorten)

Zij bevatten naast ijzer, Mangaan (Mn), Silicium (Si), en verontreinigingen zoals Zwavel (S), Fosfor (P), Zuurstof (O₂), Stikstof (N), Waterstof (H₂)

2. Gelegeerde staalsoorten

Deze worden naast de voornoemde elementen gelegeerd met de volgende elementen, zoals b.v.: Chroom, (Cr), Nikkel (Ni), Molybdeen (Mo), Vanadium (V), Wolfram (W). De eigenschappen worden doelgericht aan latere gebruikstoepassing aangepast.

In de praktijk worden staalsoorten volgens verschillende criteria aangeduid, bijvoorbeeld:

1. **Toepassingsgebied** (Constructiestaal, inzetstaal (carboneren-nitreren), veredelingsstaal, gereedschapstaal enz.)
2. **Fabricage methode** (Thomasstaal, Siemens-Martin-staal, Elektrostaal enz.)
3. **Desoxidatie wijze** (niet gekalmeerd, half gekalmeerd, gekalmeerd staal enz.)
4. **Metaalstructuur** (ferritisch, austenitisch, Martensitisch staal; fijnkorrel-constructie staal enz.)
5. **Koolstofgehalte** (zacht, half-hard, hard, extra-hard staal enz.)



Werking van legeringselementen in laaggelegeerde staalsoorten

Koolstof (C)	Verhoogt de treksterkte, rekgrens, hardheid, hardbaarheid; vermindert de taaheid, breukrek, breukinsnoering, koudvervormbaarheid en lasbaarheid (hardheidscheuren).
Mangaan (Mn)	Desoxideert, bindt Zwavel (S); verhoogt de rekgrens, treksterkte en hardbaarheid; vergroot de inzet-hardingsdiepte; werkt positief in op de smeedbaarheid en lasbaarheid.
Silicium (Si)	Desoxideert; verhoogt treksterkte, rekgrens, hardheid en slijtvastheid; afnemende taaheid, vervormbaarheid en lasbaarheid.
Fosfor (P)	Leidt tot segregaties; vermindert de ontlaatvastheid, taaheid, vervormbaarheid en lasbaarheid; verhoogt de treksterkte, rekgrens en hardheid.
Zwavel (S)	Sterke segregaties; leiden tot roodbreekgevaar (laagsmeltende sulfiden); vermindert de taaheid in dwarsrichting, omvormbaarheid en lasbaarheid.
Chroom (Cr)	Carbidenvormer; verhoogt sterkte, slijtvastheid en hardbaarheid; verbeterd de veredelbaarheid; vermindert de taaheid.
Nikkel (Ni)	Verbeterd de taaheid, ook in het lagere temperatuurbereik.
Molybdeen (Mo)	Carbidenvormer; verbetert de hardbaarheid, taaheid, sterkte; vermindert de ontlaatbrosheid, bevordert de vorming van fijne korrels, verhoogt de sterkte, rekgrens en warmvastheid.

Naast deze typische legeringselementen worden extra elementen zoals Wolfram (W), Vanadium (V) in laaggelegeerde staalsoorten toegevoegd.

Enige legeringselementen worden in bijzonder geringe mate toegevoegd, omdat zij bij hogere concentraties hun werking verliezen. Deze microlegeringselementen zoals Niobium (Nb, korrelverfijning, uitscheidingsharding), Titaan (Ti, uitscheidingsharding), Aluminium (Al, nitriden vorming) en Vanadium (V, korrelverfijning) worden bij fijnkorrelstaalsoorten voor het verkrijgen van een hogere sterkte bijgevoegd.

Voorwarmtemperaturen

De hardingsneiging van een staal is voor de beoordeling van de lasbaarheid van groot belang. De lasnaadzone's koelen door het koude onderdeel snel af. Daardoor kan in de Warmte Beïnvloedde Zone (W.B.Z) een opharding het gevolg zijn (gevaar voor de vorming van hardheidsscheuren).

Wordt het onderdeel voor het lassen voorverwarmd, dan wordt de afkoelsnelheid en daarmee de opharding verminderd resp. vermeden. De hoogte van de voorwarmtemperatuur hangt alleen van het basismateriaal. Voor het schatten van de voorwarmtemperatuur wordt de berekening van het koolstofequivalent gebruikt. (Zie **Aanvullende informatie:**

Voorverwarmen, wanneer en hoe hoog?)

Lassen van fijnkorrelstaalsoorten

Bij fijnkorrelstaalsoorten met een rekgrans van meer dan 355 MPa neemt naarmate het legeringsgehalte toeneemt het gevaar voor koudscheuren toe. Bij het lassen worden vrijwel alleen basische elektroden toegepast. De voordelen van basische elektroden zijn bijv.: geringer waterstofgehalte, zeer taai lasmetaal en de metallurgische werking van de slak. Naast de elektroden worden vooral massieve draadelektroden toegepast. Voordeel hiervan: bijv. eenvoudig aanhouden van de boogenergie en geen waterstofgehalte.

Bij het lassen een zo constant mogelijke boogenergie aanhouden. Bij een te hoge warmte-inbreng verliest het basismateriaal in de lasnaadzone zijn hoge mechanische waarden, bij een te lage warmte-inbreng wordt het basismateriaal brosser en kan scheuren. De optimale lasparameters zijn aanwezig, wanneer de afkoeltijd van 800 °C naar 500°C ($t_{8/5}$) tussen de 10 tot 25 s ligt. In het Stahl-Eisen-Werkstoffblatt (SEW) 088 "Schweißgeeignete Feinkornbaustähle" kunt u aanvullende informatie vinden.

Lassen van laaggelegeerde warmvaste staalsoorten








Op basis van hun chemische samenstelling moeten Mo-gelegeerde resp. CrMo-gelegeerde warmvaste staalsoorten voorverwarmt worden, om de vorming van hardingscheuren te voorkomen. Na het lassen wordt de taaiheid van het staal door een ontlaatbehandeling verbeterd. Typische parameters voor de warmtebehandeling zijn in de volgende tabel weergegeven:

Lasmetaal - type		Voorwarm- en tussenlaag temperatuur ¹⁾ (°C)	Gloeit- temperatuur na het lassen ²⁾ (°C)	Minimale gloeiduur (Minuten)
Beklede elektrode	SG-toevoeg			
E Mo	SG Mo	< 250	570 - 620	30
E CrMo 1	SG CrMo 1	200 - 350	660 - 700	30
E CrMo 2	SG CrMo 2	200 - 350	690 - 750	30

1) Gemeten 30 - 40 mm vanaf het midden van de lasnaad.

2) Onmiddellijk na het lassen het werkstuk af laten koelen tot 120 tot 100 °C en op deze temperatuur minimaal 1 uur houden.

Bij de productomschrijvingen worden de volgende afkortingen en symbolen gebruikt:

Afkorting	Verklaring	Stroomsoort / Polariteit	
TS	Treksterkte in MPa (N/mm ²)	~	Wisselstroom (AC)
RG	Rekgrans 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.