# Roest Vast Staal

Ing. Peter van Erk IWE
Technical Support Consumables
Lincoln Smitweld B.V.

## Inhoud

- BASIS MATERIAAL
- CORROSIE TESTEN
- LASSEN

# Basismaterialen

- Introductie
- Wat is Roest Vast Staal?
- Types Roest Vast Staal
- Roest Vast Staal specificaties en classificaties

# Wat is RVS

Roest vaste & hitte bestendige staal types zijn (IJzer-Chroom) legeringen welke de weerstand tegen corrosie & oxidatie verbeteren

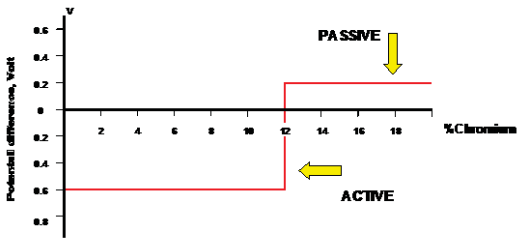
- Additionele elementen kunnen zijn:

| | |
|---|---|
| Nikkel | Molybdeen |
| Titaan | Niobium |
| Koolstof | Stikstof |

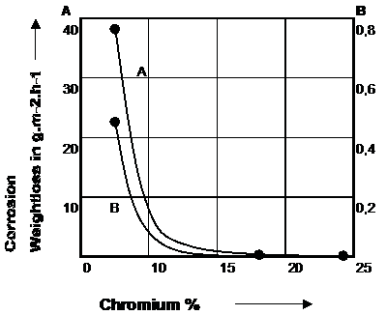
# Waarom is RVS “Roestvast”

- 12% Chroom (bij laag koolstof gehalte)
- Gesloten oxide laag (>12%Cr)
- Oxide laag is zeer dun, een paar atoom lagen dik
- Hoe meer chroom, lagere corrosie snelheid

# Waarom is RVS “Roestvast”




Passivation curve of a Fe-Cr alloy in a Sulpheracid sollution




A = Boiling Nitrci acid (HNO3)
B = Constant waterspray

# Historie van RVS

- 1797 Vauquelin produces single Chromium
- 1820 First publication on Fe-Cr steel
- 1912 Insight in structure, mechanical and chemical properties of Fe-Cr-Ni steel
- 1918 First application of Fe-Cr on large industrial scale and further development



# Important Alloy Elements

# Invloed van elementen

- Chroom (Cr)
  - Ferriet vormer (BCC structuur)
  - Verbeterd de hardbaarheid
  - Verbeterd de corrosie weerstand >12%Cr
    - ✓ Afhankelijk van het % koolstof
  - Verbeterd de hitte bestendigheid
    - ✓ 25-30%Cr geeft goede weerstand tegen oxidatie
  - Vormt carbiden samen met koolstof
  - Vormt intermetallische verbindingen i.c.m. met ijzer
  - Magnetisch

# Invloed van elementen

- Nikkel
  - Austeniet vormer (FCC structuur)
  - Verbeterd de kerfslag bij lage temperaturen
  - Werkt als korrel verfijnder
  - Relatief duur
  - Niet magnetisch

# Invloed van elementen

- Molybdenum
  - Ferriet vormer
  - Verbeterd de (put) corrosie weerstand
    - ✓ PREn = %Cr + 3.3%Mo + 16%N
  - Kan precipitatie harding veroorzaken
  - Verbeterd sterkte bij hogere temperaturen en de kruip sterkte
  - Vormt met koolstof (en andere elementen) complexe carbiden

# Invloed van elementen

- Titaan & Niobium
  - Ferriet vormers
  - Zeer sterke carbide vormers
  - Toegepast als “ stabilisator” in RVS
    - ✓ (321 347, 316Ti, 318)
  - In staal toegepast als korrel verfijnder (<0,5%)

# Invloed van elementen

- Stikstof
  - Zeer sterke austeniet vormer
  - Vormt met ijzer een bros precipitaat
    - ✓ ($Fe_2N$)
  - Veroorzaakt veroudering van staal
  - Verhoogt de rekgrens en trek sterkte in RVS
  - Stabiliseert een austenitische structuur

# Types of Stainless Steel

# Types RVS

**Roest Vast Staal onderverdeeld in:**

- Structuur
- Toepassing
- Corrosie Weerstand

# Types RVS

**Roest Vast Staat onderverdeel naar structuur**

**Chroom Staal (RVS)**

- Ferritisch — Cr - (17 x C) > 12.5
- Martensitisch — Cr - (17 x C) < 12.5

- **Chroom-Nikkel Staal (RVS)**
- Ferritisch - Austenitisch (Duplex)
- Austenitisch

# Ferritisch RVS

- BCC-structuur
- Magnetisch
- Niet hardbaar
  - Geen $\gamma \rightarrow \alpha$ *transitie: bij Cr>13% en laag C%*
- Goede hitte bestendigheid tot 1100° C
- Goede bestendigheid in S-houdende gassen
- Relatief lage rek
- Berucht voor korrelgroei
- 475 ° C verbrossing

# Martensitisch RVS

- BCC-structuur
- Magnetisch
- *Hardbaar*
  - Heeft een $\gamma \rightarrow \alpha$ *transitie: bij Cr>13% en hoog (0.1-1.4%) koolstof*
- Bros bij lage temperaturen
  - Heeft een overgangstemperatuur
- Slechte lasbaarheid & bewerkbaarheid
- Relatief lage rek
- Koud scheur gevoelig

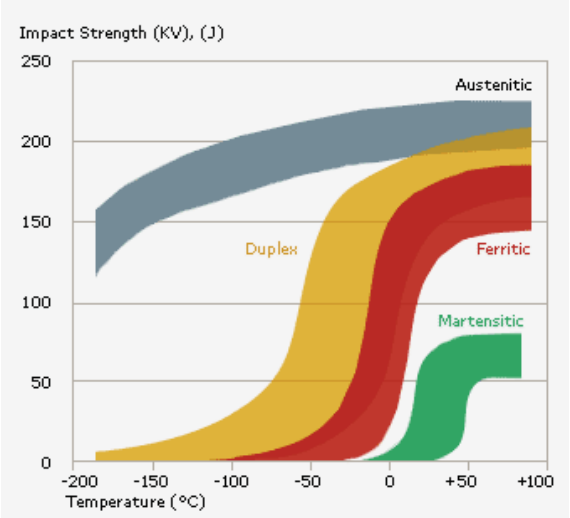
# Austenitisch RVS

- FCC-structuur
- Niet magnetisch
- Niet hardbaar
- Geen transitie temperatuur
- Hoge kerftaaiheid bij lage temperatuur
- Relatief lage sterkte
- Goede lasbaarheid
- Warmscheur gevoelig

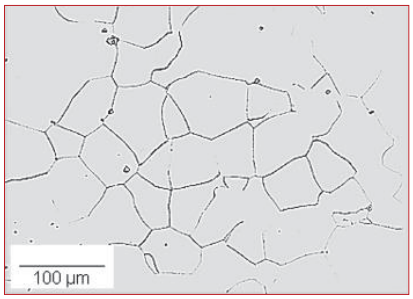
# Duplex RVS

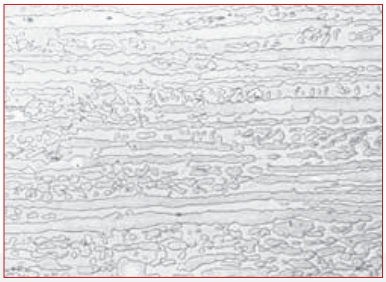
- Ferritisch - Austenitische structuur (50/50%)
- Relatief nieuw
- Magnetisch
- Niet hardbaar
- Hoge rekgrens en trek sterkte
- Goede weerstand tegen spannings corrosie
- Goede weerstand tegen putvormige corrosie
- Goede las- & bewerkbaarheid

# Kerfslag waarde




# Structuur





# Types RVS

- **Ferritic** — **ASTM 409 430**
- **Martensitic** — **ASTM 410, 410NiMo**
- **Ferritic-Austenitic** — **M.nr. 1.4462, ASTM 2205**
- **Austenitic** — **ASTM 304L, 316L, 310**

# Types RVS

| AISI | Chemical composition %C | %Cr | %Mn | %Si | Yield $N/mm^2$ | Tensile $N/mm^2$ | Elongation % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 405 | <0.08 | 11.5-14.5 | <1.0 | <1.0 | 250 | 400-600 | 20 |
| 430 | <0.12 | 16-18 | <1.0 | <1.0 | 240 | 400-630 | 20 |
| 442 | <0.2 | 18-23 | <1.0 | <1.0 | 320 | 450-650 | 20 |
| 446 | <0.2 | 23-27 | <1.5 | <1.0 | 280 | 520-720 | 10 |

Ferritic Stainless Steel

| AISI | Chemical composition %C | %Cr | %Mn | %Si | Yield $N/mm^2$ | Tensile $N/mm^2$ | Elongation % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 410 | 0.08-0.15 | 11.5-13.5 | <1.5 | <1.0 | 245 | 500-650 | 20 |
| 420 | 0.16-0.25 | 12.0-14.0 | <1.5 | <1.0 | 500 | 700-850 | 13 |
| 440C | 0.95-1.20 | 16.0-18.0 | <1.0 | <1.0 | 430 | | |

Martensitic Stainless Steels

| AISI | Chemical composition %C | %Cr | %Ni | %Mn | %Si | %Mo | other | Yield $N/mm^2$ | Tensile $N/mm^2$ | Elongation % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **304L** | **<0.03** | **18.0-20.0** | **10.0-12.0** | **<2.0** | **<1.0** | **0** | **N<0.11** | **180** | **460-680** | **45** |
| **347** | **<0.08** | **17.0-19.0** | **9.0-12.0** | **<2.0** | **<1.0** | **0** | **10x%C<1.0** | **205** | **510-740** | **40** |
| **316L** | **<0.03** | **16.5-18.5** | **10.0-13.0** | **<2.0** | **<1.0** | **2.0-2.5** | **N<0.11** | **200** | **500-700** | **40** |
| **316Ti** | **<0.08** | **16.5-18.5** | **10.5-13.5** | **<2.0** | **<1.0** | **2.0-2.5** | **5x%C<0.7** | **235** | **500-700** | **40** |

Austenitic Stainless Steels

# Types RVS

**Roest Vast Staat onderverdeel naar structuur**

**Speciale Types**

- **Precipitation Hardening Stainless Steel**
  - **17-4PH**
  - **FV520**

# Types RVS

- **Soms gebruiken we de term "Super"**

**Zoals:**

- **Super Ferritic**
- **Super Martensitic**
- **Super Austenitic**
- **Super Duplex**

# Types RVS

**"Super" betekend alleen**

**Verbeterde eigenschappen ten opzichte van het "standaard type"**

- **Hogere sterkte**
- **Betere corrosie weerstand**

**DIT T.G.V. EEN HOGER LEGERINGS NIVEAU**

# Voorbeelden

- **Duplex**
  - 22% Cr
  - 5% Ni
  - 3% Mo
- **Super Duplex**
  - 25% Cr
  - 7% Ni
  - 3,5% Mo
- **Austenitic**
  - 17% Cr
  - 12% Ni
  - 2% Mo
- **Super Austenitic**
  - 20% Cr
  - 25% Ni
  - 5% Mo

# Types RVS

**Roest Vast Staat onderverdeel naar toepassing**

- **Corrosie bestendig RVS**
- **Hitte bestendig RVS**

# Types RVS

**Roest Vast Staat onderverdeel naar toepassing**

- **Corrosie bestendig RVS**

  - **<u>Heeft veelal een laag koolstof</u>**

**304L - 316L - 317L - 1.4462**

# Types RVS

**Roest Vast Staat onderverdeel naar toepassing**

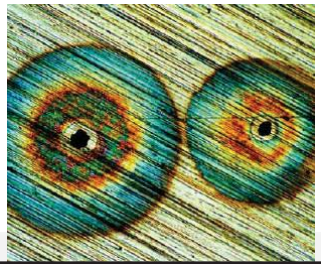
- **Hitte bestendig RVS**
  - **<u>Heeft veelal een hoog/hoger koolstof</u>**

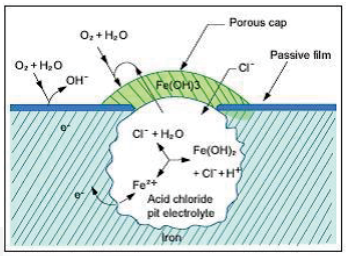
**347- 321- 318- 304H - 316H - 329 - 310(H)**

# Types RVS

**Roest Vast Staat onderverdeel naar corrosie weerstand**

**Een goede manier om RVS te rangschikken is om gebruik te maken van de weerstand tegen Putvormige Corrosie**





# Pitting Resistant Equivalent

**P**itting **R**esistance **E**quivalent **n**umber

**PREn = %Cr + 3.3x%Mo + 16x%N**

| Material | %Cr | %Mo | %N | PREn |
|---|---|---|---|---|
| 304L | 19 | 0 | 0 | 19 |
| 316L | 17 | 2 | 0 | 24 |
| 317L | 18 | 4 | 0.1 | 33 |
| 2205 | 22 | 3 | 0.2 | 35 |
| 904L | 21 | 4.5 | 0.1 | 37 |
| 2507 | 25 | 3.5 | 0.2 | 40 |
| 254 SMO | 20 | 6 | 0.2 | 43 |

# Family Tree of Basematerials

# Stainless Steel Specs

**Today's global stainless standards are:**

**EN-ISO - ASTM / AISI - JIS**

**Material standards are grouped after:**

- **Use** — **Corrosion, heat and creep resistant**
  EN 10088-2 / ASTM A240 / JIS G4305
- **Purpose** — **General and qualified**
  (pressure equipment)
- **Product form etc.** — **Flat and long products, castings**

# Stainless Steel Specs

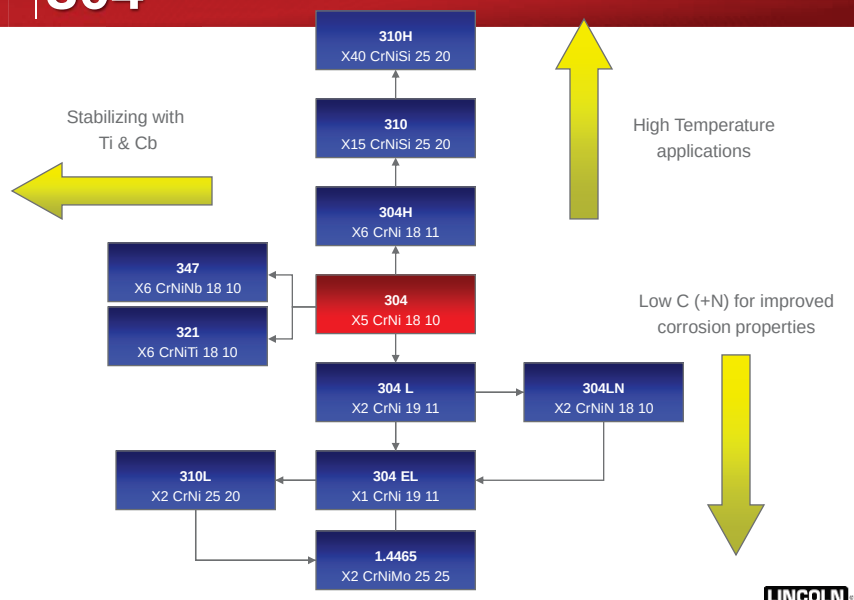
| Standard | Steel Type/Name | Steel Number |
|---|---|---|
| EN | X2CrNiMo17-12-2 | 1.4404 |
| ASTM | 316L | S31603 |
| JIS | SUS 316L | - |

# Stainless Steel Specs

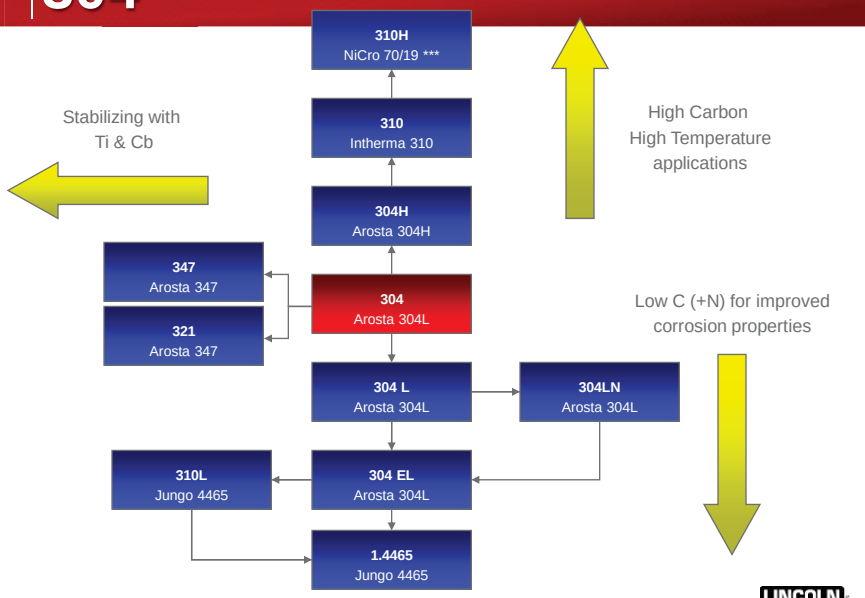
**X2CrNiMo17-12-2**

- 2= Mo %
- 12 = Ni %
- 17 = Cr %
- CrNiMo = Main Elements
- 2 = Carbon Content /100
- X =High Alloyed

# 304



# 304




# Conclusies RVS

- **Verschillende soorten RVS zijn beschikbaar**
- **RVS is onder te verdelen op basis van**
  - ***Structuur***
  - ***Toepassing***
  - ***Corrosie Weerstand***
- **Selectie op basis van de applicatie**
- **Agressievere vormen van corrosie vragen in de regel om hoger gelegeerd RVS**
- **Specifieke toevoegmaterielen zijn ontwikkeld voor basismaterialen**

# Lassen van RVS

**Peter van Erk**
Technical Support
Lincoln Smitweld B.V.

## Inhoud

- Introductie
- Las proces selectie criteria
- Fysische eigenschappen:
  - Best wel “een dingetje” wanneer je van staal naar RVS gaat
- Beschikbare las processen
  - SMAW - GTAW - GMAW - FCAW - SAW
- Wie maakt de las proces keuze?
- Toepassingsgebied

# Introductie

***"BE PREPARED"***

**Het motto van de Boy Scouts, maar zeker ook waar als het gaat om lassen – of beter – het correct en effectief uitvoeren van lasprocedures.**

**"Be prepared" voorkomt falen in de hele keten**

**Lasproces keuze en het volgen van de daarmee gepaarde "best practices" zijn hierin vitaal onderdeel**

**Met hoog gelegeerde materialen is noodzaak tot het volgen van "best practices" zeer hoog…..**

# Las Proces selectie

**Is afhankelijk van**

- **Het te lassen basis materiaal**
- **Eisen**
- **Beschikbare las apparatuur**
- **Praktische situatie (type constructie)**
- **Budget voor investeringen**
- **Plaat diktes, las lengte**
- **Las positie**
- **Binnen in een hal of in het veld**
- **Etc…….**

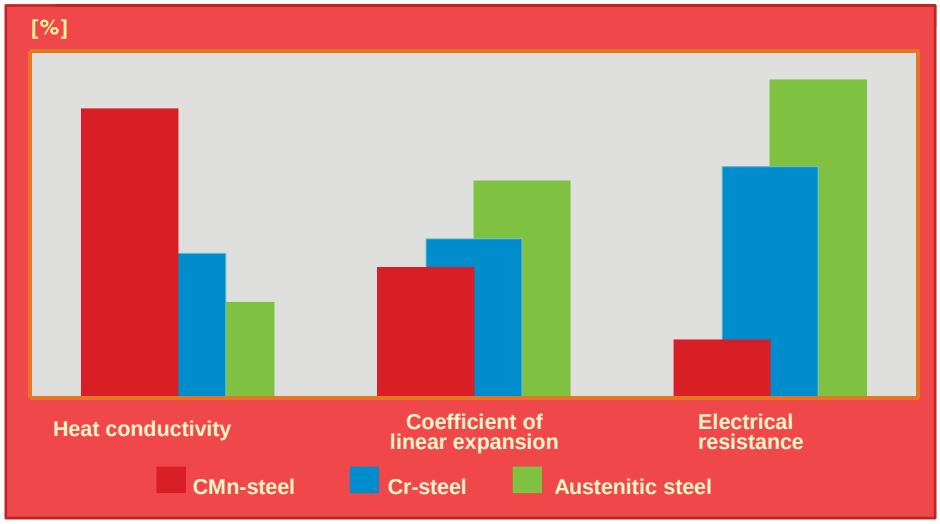
# Las Proces selectie

- Type basis materiaal
- Materiaal dikte
- Las positie(s)
- Naad voorbewerking
- Toegankelijkheid
- Locatie
  - Binnen / buiten
- Eisen
  - Mech. eigenschappen
  - Deformatie
  - Warmte behandeling
  - Etc
- Codes & Standards:
  - intern
  - extern
- Beschikbare apparatuur
- Mogelijk mechanisatie
- Beschikbare Procedures
- Schaal van het werk
- Heb ik voldoende geschoolde en gekwalificeerde lassers
- Ken ik de valkuilen

# Las Proces selectie

- Ken ik de valkuilen….
  - Stel je bent goed gekwalificeerd voor koolstof staal en neemt voor het eerst een RVS project aan…..

# C-staal → RVS A : A big deal




# Lagere warmte geleiding

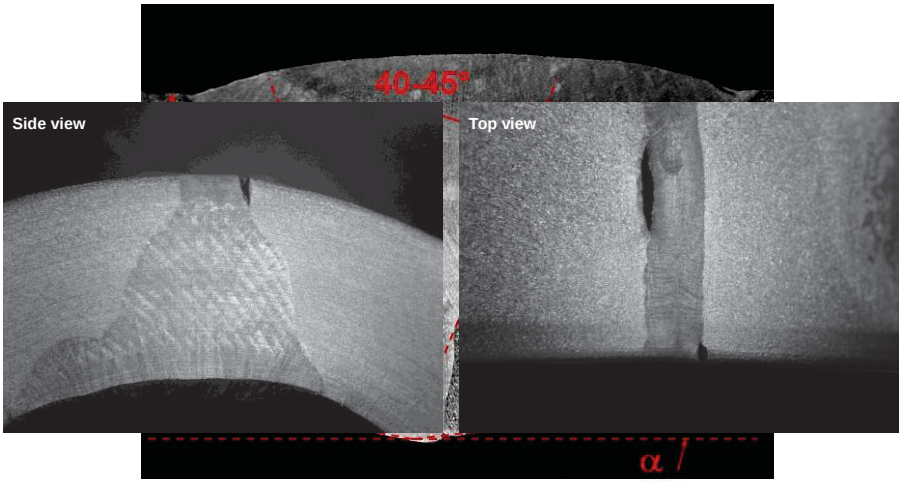
- Hitte blijft langer geconcentreerd rond de las
  - Smeltbad beheersbaarheid is lastiger (vloeibaarder)
- Hogere kan op doorbranden in grondlagen
- Lastiger om grote vooropeningen te bruggen
- In positie lassen is moeilijker
- Meer risico op rand inkarteling etc
- Te zware grondlagen
- Ander stolgedrag van het lasmetaal : kans op scheuren in de eindkraters

# Verschil in uitzetting coef.

- Meer deformatie/vervorming zal optreden
  - En komt voor in een smallere zone
- De vooropening zal sneller sluiten door krimp

- Zonder extra voorzorgsmaatregelen:
  - Kweken van fouten in de grondlaag
- Meer hechten leggen!!

# Klassiek voorbeel: krimp



# Krimp / Vervorming

De hoeveelheid krimp/vervorming afhankelijk van :

- Heat Input (U, I, v)
- Heat sink (conduction, radiation)
- Las proces
- Spanningen in het basismateriaal
- Specifieke fysische eigenschappen
- Las volgorde
- Gebruik van klem banken

# Hogere Electr. weerstand

- Electrode warmt sneller op → langere peuk
- Hogere stroom gevoeligheid
  - Stroom 20-25% lager
- Minder scherpe staal/slak scheiding zichtbaar
  - Verhoogde kans op slak insluiting
  - Verhoogde kans op plakfouten
- Minder inbranding
- Vaak meer slijpen

# Lagere las parameters

## Conarc® 49C

WELDING PARAMETERS, OPTIMUM FILL PASSES

| Diameter (mm) | Welding positions PA/1G | PB/2F | PC/2G | PF/3Gup | PE/4G | PH/5Gup |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.5 | 80A | 80A | 80A | 85A | 80A | 80A |
| 3.0 | 110A | 110A | 115A | 110A | 105A | 110A |
| 3.2 | 140A | 120A | 145A | 120A | 120A | 120A |
| 4.0 | 150A | 140A | 150A | 140A | 135A | 140A |
| 5.0 | 220A | 210A | 210A | 170A | | |

## Jungo® 304L

WELDING PARAMETERS, OPTIMUM FILL PASSES

| Diameter (mm) | Welding positions PA/1G | PB/2F | PC/2G | PF/3Gup | PE/4G | PH/5Gup |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.5 | 60A | 60A | 60A | 60A | 60A | 60A |
| 3.2 | 95A | 90A | 90A | 75A | 75A | 75A |
| 4.0 | 125A | 110A | 125A | 100A | 100A | 100A |

LINCOLN ELECTRIC

# Industriële las processen

- **SMAW** Zelden een probleem (…..)
- **GTAW** Hoogste zuiverheid. Excellent voor grondlagen (ook orbitaal).
- **GMAW** Zeer geaccepteerd proces, kans op lasfouten is reëel (t>>)
- **FCAW** Momenteel volledig geaccepteerd proces
- **SAW:** Voor hoge neersmelt snelheid en las
- **PAW:** Toepasbaar onder de juiste condities

LINCOLN ELECTRIC

# Industriële las processen

- Opmenging kan variëren tussen 0-100%

- SMAW : 10 - 25%
- GMAW : 5 - 50%
- FCAW : 5 - 50%
- GTAW : 0 - 100%
- PAW : 5 - 100%
- SAW : 30 - 70%

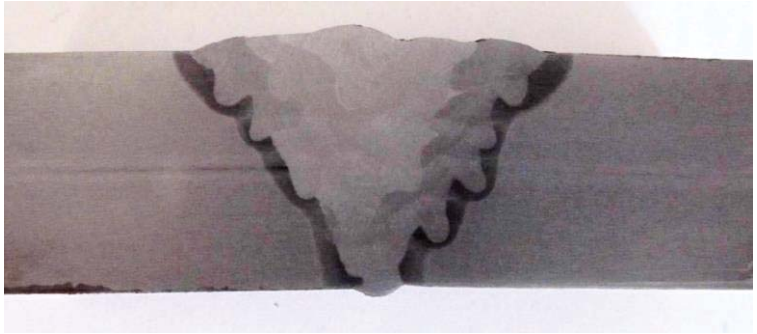
| | |
|---|---|
| ø 2,5 mm | ≈ 10% |
| ø 3,2 mm | ≈ 15% |
| ø 4,0 mm | ≈ 20% |
| ø 5,0 mm | ≈ 25% |

# Industriële las processen

- Opmenging kan ik veel gevallen een cruciale factor zijn:
  - Van (neg) invloed op de sterkte van de las
  - Het kan de corrosie eigenschappen beïnvloeden
  - Verhoging van de kans op warmscheuren
  - Etc
- De lasser “bepaald” de opmenging door het richten van de boog

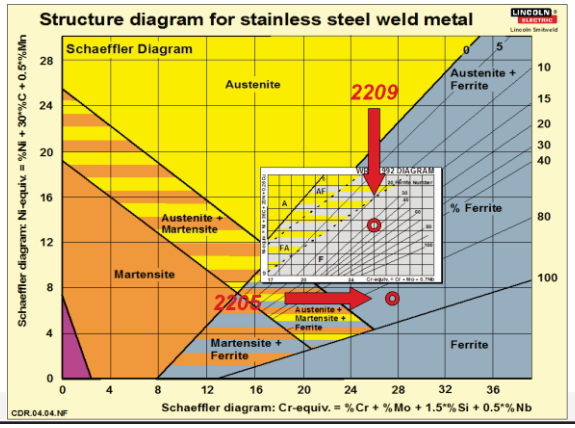
# Industriële las processen

- Voorbeeld van excessieve opmenging bij GMAW door het verkeerd richten van de boog



# Industriële las processen

- GTAW : 100% Opmenging…….. Geen draad erbij
  - Potentieel gevaarlijk in (super) duplex
  - Hoog ferriet van invloed corrosie, rek & kerfslag



## Areas of application for various welding processes vs stainless steel grades

| Base materials | SMAW | GTAW | GMAW | SAW |
|---|---|---|---|---|
| Standard qualities<br>304L, 316L, 321, 347 | ← Excellent → | | | |
| Special qualities<br>Full- & Super Austenitic<br>317L, 310, NiCr-alloys | Excellent | Good | Good, but | Good, but 310 not |
| Dissimilar joints<br>CMn- / stainless steel | Excellent | Good | Good | Good, but |

LINCOLN ELECTRIC

## Application area of welding processes for one side welded root runs

| Welding process | Welding position | | Remarks | Dis-advantages | Ad-vantages |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1G (rotating) | 5G | | | |
| SMAW | + | + | | Slag in pipe<br>Experience req. | Good weld pool control |
| GTAW | + | + | | - Slow<br>- Risk for oxidation<br>- High dilution<br>- Experience req. | No slag |
| GMAW - Short<br>- Puls<br>- STT | -<br>(-) *<br>+ | -<br>(-) *<br>(+) * | - Not Acceptable<br>- Weld bead support<br>- 5G experience req. | Short and Puls: in pipe almost impossible | STT: high travel speed ~3x faster as TIG |
| FCAW<br>Rutile | + * | + * | * Weld bead support | | good opera-ting charact. |
| PAW<br>Keyhole | (+) * | - | * Depending on grade | Required optimal joint preparation | High melt off rate |
| SAW | (-) * | - | * Weld bead support | | High productivity |

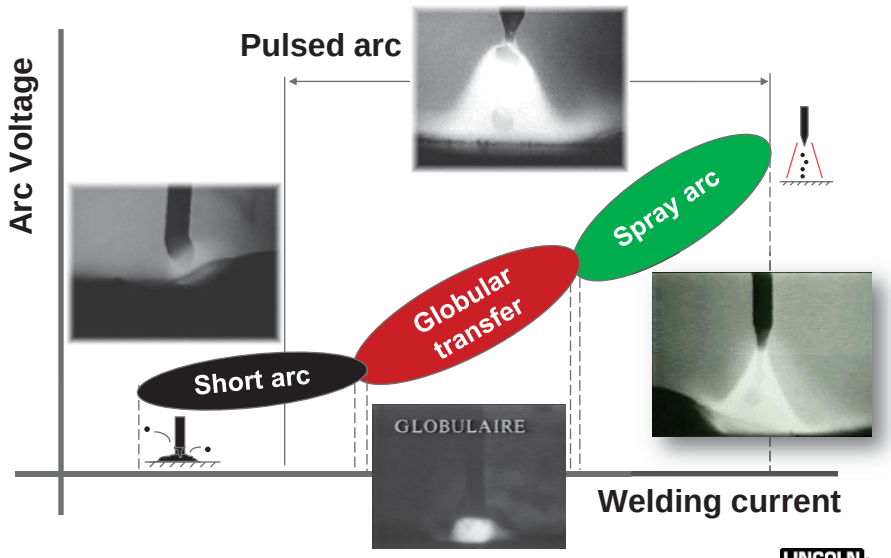
# Application process/welding position stainless steel

| Application<br>Process | Droplet transfer | PB 2F | PF 3F up | PG 3F d |
|---|---|---|---|---|
| GMAW Solid wire | Short arc | Bad | Bad | -- |
| | Spray arc | Good | Bad | Acceptable |
| | Pulsed arc | Excellent | Excellent | Good |
| FCAW Rutile only in spray arc | Down hand wire | Excellent / Good (slag) | Bad | -- |
| | Position wire | Acceptable | Excellent | Good |

# GMAW Lassen

- Semi automatisch las proces
- Relatief hoge neersmelt snelheid
- Hoge inschakelduur (??)
- Continu ontwikkelingen om specifieke problemen aan te pakken
  - AC lassen bijvoorbeeld…..

# GMAW modes of metal transfer




# Is this a weld in Stainless ??

# Weld spatters !!

# GMAW pulsed arc welding

- Druppel overgang door de boog zonder kortsluit fase zoals in Sproeiboog
- Voor Sproeiboog zijn relatief hoge stroom sterktes nodig – Niet altijd mogelijk Geprogrammeerde Pulse processen geven een fijne druppel overgang bij optimale frequentie
  - Spat vrije druppel overgang
  - Niet toepasbaar voor het lassen van (open) grondnaden

# Moderne stroombronnen

- Moderne inverter stroombronnen zijn digitaal en synergische
  - Materiaal type & dikte
  - Type beschermgas
  - Laspositie

  Optimale programma's zijn beschikbaar
- Programma's zijn via internet te downloaden
- Dubbele draadkoffer beschikbaar
- Tevens te gebruiken voor andere processen
- Keuze van het type stroombron is meer een meer afhankelijk van het type werk……

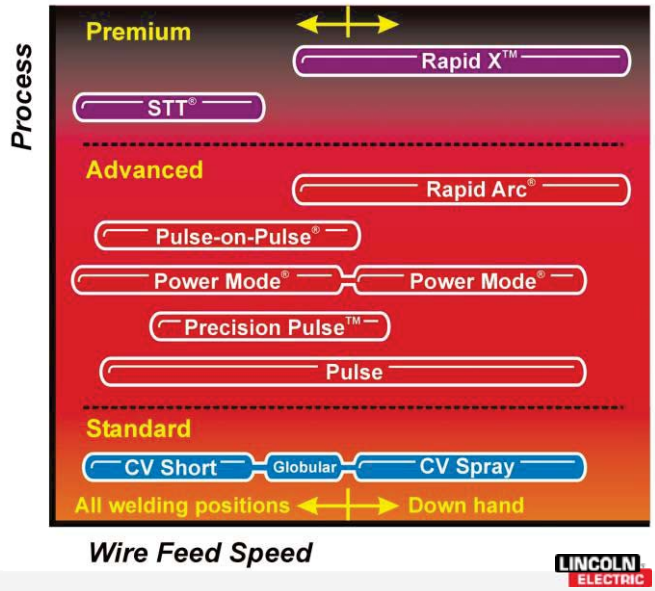
# Doelstellingen van nieuwe processen (variaties op…..)

- <u>Verhoging van productiviteit</u>

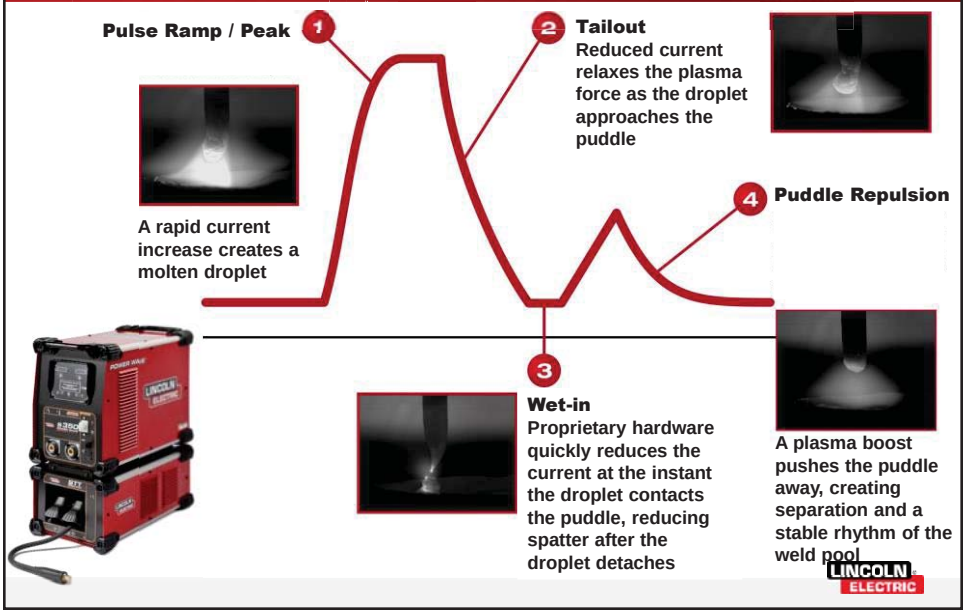
  = meer las meters per tijdseenheid

  = minder nabewerking / behandeling
  - Minder richten v.w. minder vervorming
  - Minder / geen spat
  - Korter beitsen (milieu etc)
  - etc.

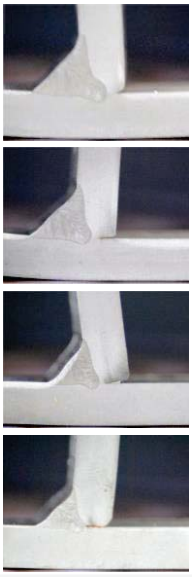
# Overview possible MIG/MAG processes on a single power source



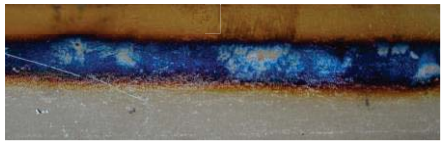

# Rapid X™ - How it works



# MIG/MAG variants

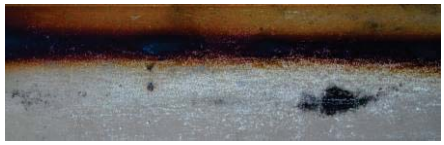


**Spray Arc**
255A / 25,5V





**Pulsed Arc**
240A / 24,4V

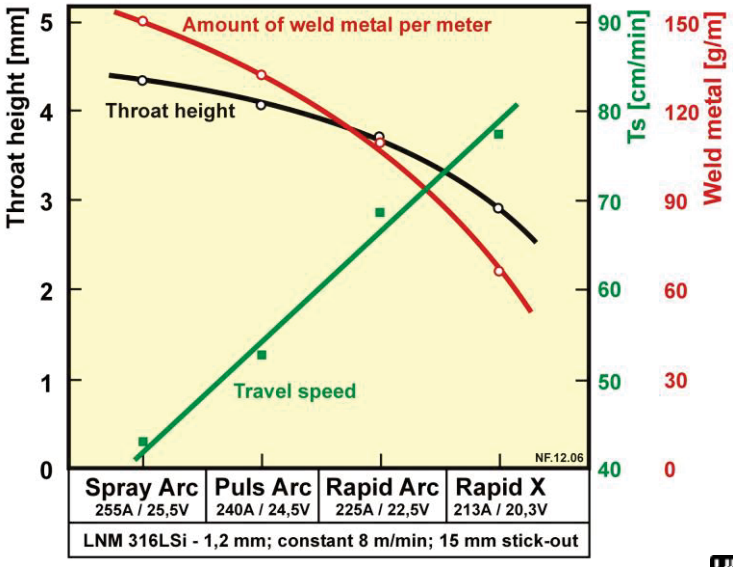




**Rapid Arc**
225A / 22,5V

**Rapid X**
213A / 20,3V

# Influence of GMAW variants on 6mm plate 316L on fillet welds



## Voordelen van GMAW lassen met hoge WFS en zeer korte boog

- Hoge voortloop snelheid
- Lage warmte inbreng
- Minder verkleuring
- Minder vervorming
- Kortere boog tijd
- Minder rook
- Minder spatten

## Verhoging van productiviteit

- Hoge voortloop snelheid ⇨ Meer meters per dag
  ⇨ Lage warmte inbreng
- Lage warmte inbreng ⇨ Minder verkleuring
  ⇨ Minder vervorming
- Minder vervorming ⇨ Minder richten
- Minder richten + minder spat + minder verkleuring
  ⇨ Minder na behandeling
- Minder nabehandeling + meer meters per dag
  ⇨ Hogere productiviteit
- Hogere productiviteit ⇨ ***lagere (loon) kosten***

# Toevoegmaterialen

- **Lincoln Smitweld BV (since 1927)**
- **Metrode Products Ltd (since 1963)**

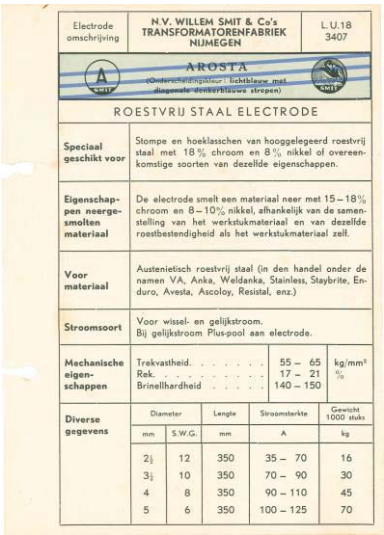
- >200 years of high alloyed R&D experience

# Toevoegmaterialen

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 410 | 308LCF | 310 | 307Mn | 800 | 182/AB |
| 410NiMo | 316LCF | 310LMo | 329 | 330H | 625 |
| 630 | 308LN | 316LMn | 308H | 25.35Nb | C276 |
| 308L | 316LN | 904L | 347H | HP40Nb | 59 |
| 347 | 2304 | 309L | 316H | 35.45 | C22 |
| 316L | 2209 | 309LMo | 16-8-2 | HP50 | 617 |
| 318 | 2506Cu | 309Nb | 309H | 22H | 690 |
| 317L | 2507 | 308LMo | 310H | 657 | Nyloid2 |
| 317LN | Z100X | 312 | 253MA | 28 | 400 |

***SMAW – GMAW – GTAW – SAW – FCAW***

# De eerste RVS elektrode (1934)



| Electrode omschrijving | N.V. WILLEM SMIT & Co's TRANSFORMATORENFABRIEK NIJMEGEN | L.U.18 3407 |
|---|---|---|

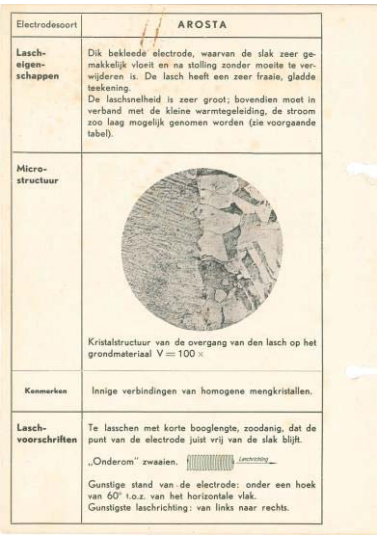
AROSTA
(Onderscheidingsteur: lichtblauw met diagonale donkerblauwe strepen)

ROESTVRIJ STAAL ELECTRODE

| | |
|---|---|
| **Speciaal geschikt voor** | Stompe en hoeklasschen van hooggelegeerd roestvrij staal met 18% chroom en 8% nikkel of overeenkomstige soorten van dezelfde eigenschappen. |
| **Eigenschappen neergesmolten materiaal** | De electrode smelt een materiaal neer met 15–18% chroom en 8–10% nikkel, afhankelijk van de samenstelling van het werkstukmateriaal en van dezelfde roestbestendigheid als het werkstukmateriaal zelf. |
| **Voor materiaal** | Austenietisch roestvrij staal (in den handel onder de namen VA, Anka, Weldanka, Stainless, Staybrite, Enduro, Avesta, Ascoloy, Resistal, enz.) |
| **Stroomsoort** | Voor wissel- en gelijkstroom. Bij gelijkstroom Plus-pool aan electrode. |

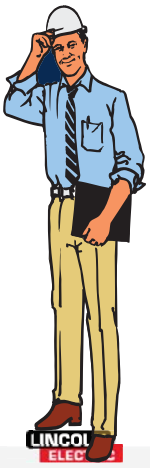
| **Mechanische eigenschappen** | | | |
|---|---|---|---|
| Trekvasthed. | 55 – 65 | kg/mm² |
| Rek. | 17 – 21 | % |
| Brinellhardheid | 140 – 150 | |

| **Diverse gegevens** | Diameter | | Lengte | Stroomsterkte | Gewicht 1000 stuks |
|---|---|---|---|---|---|
| | mm | S.W.G. | mm | A | kg |
| | 2½ | 12 | 350 | 35 – 70 | 16 |
| | 3½ | 10 | 350 | 70 – 90 | 30 |
| | 4 | 8 | 350 | 90 – 110 | 45 |
| | 5 | 6 | 350 | 100 – 125 | 70 |



| Electrodesoort | AROSTA |
|---|---|
| **Lasch-eigenschappen** | Dik bekleede electrode, waarvan de slak zeer gemakkelijk vloeit en na stolling zonder moeite te verwijderen is. De lasch heeft een zeer fraaie, gladde teekening. De laschsnelheid is zeer groot; bovendien moet in verband met de kleine warmtegeleiding, de stroom zoo laag mogelijk genomen worden (zie voorgaande tabel). |
| **Micro-structuur** | Kristalstructuur van de overgang van den lasch op het grondmateriaal V = 100 × |
| **Kenmerken** | Innige verbindingen van homogene mengkristallen. |
| **Lasch-voorschriften** | Te lasschen met korte booglengte, zoodanig, dat de punt van de electrode juist vrij van de slak blijft. „Onderom" zwaaien. Lasrichting. Gunstige stand van de electrode: onder een hoek van 60° t.o.z. van het horizontale vlak. Gunstigste laschrichting: van links naar rechts. |

# Samenvatting

- Historie en ervaring bepalen vaak las keuzes
- Plan van aanpak voor het starten van de werkzaamheden:
  - Wat zijn de eisen
  - Welke processen zijn beschikbaar
  - Hoeveel lassers zijn beschikbaar / gekwalificeerde voor moderne processen
- Selectie van de meest economische en betrouwbare oplossing
  - Een groot aantal geavanceerde en traditionele processen zijn beschikbaar;
  - *Allemaal met nog steeds hun waarde en relevantie!*

# Thank you for your attention