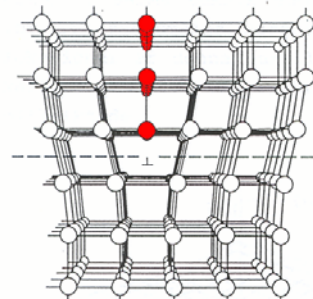
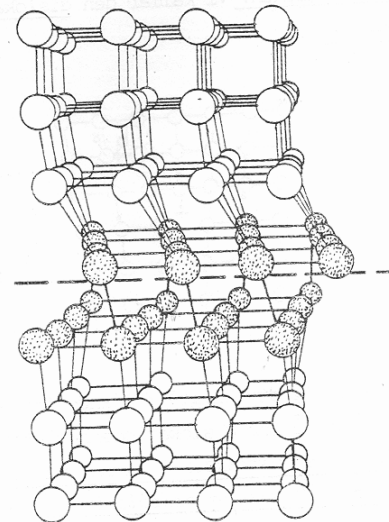
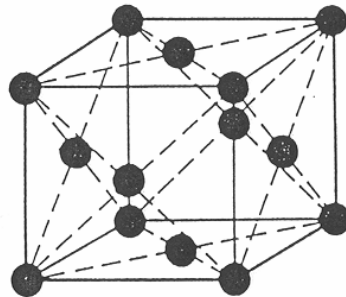
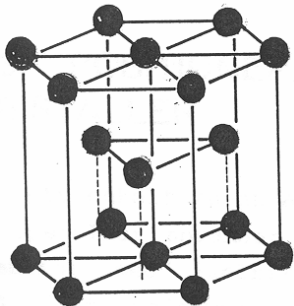
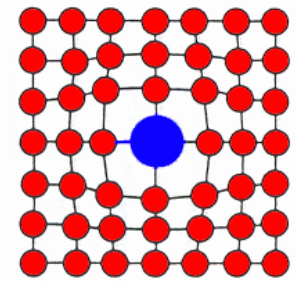
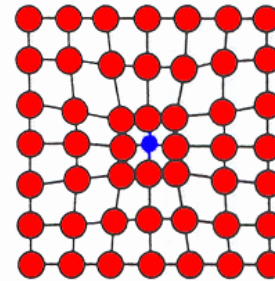
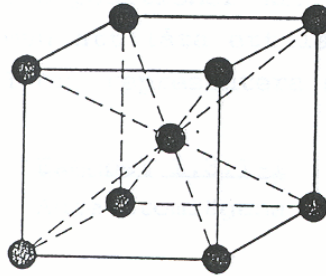
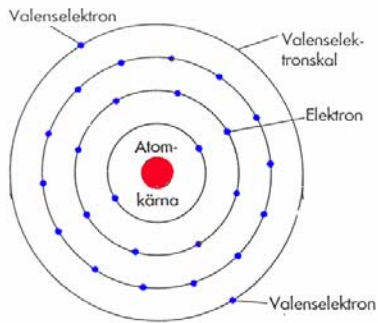




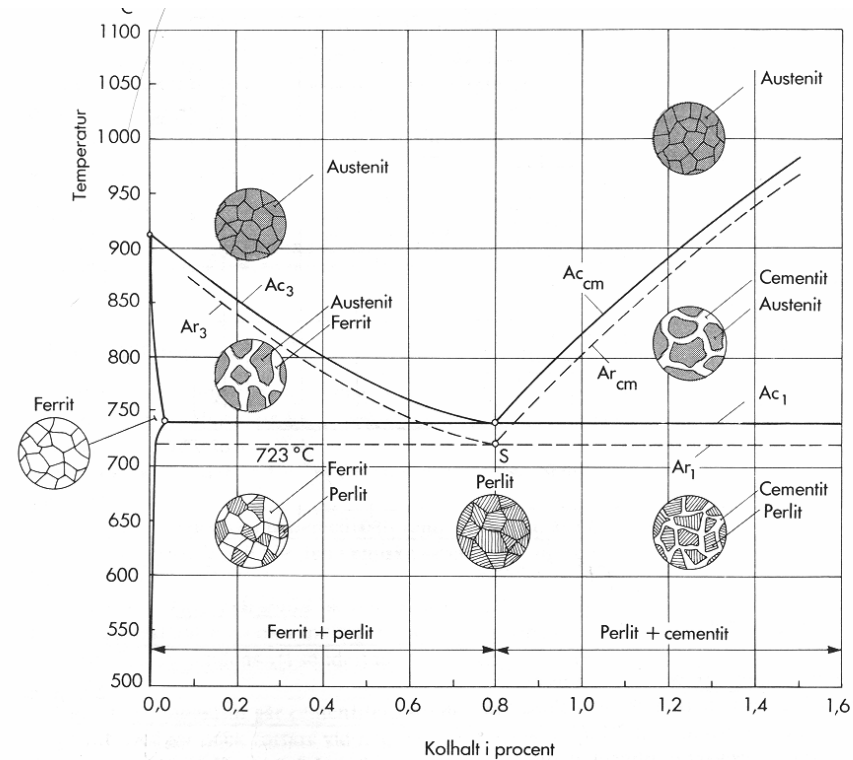
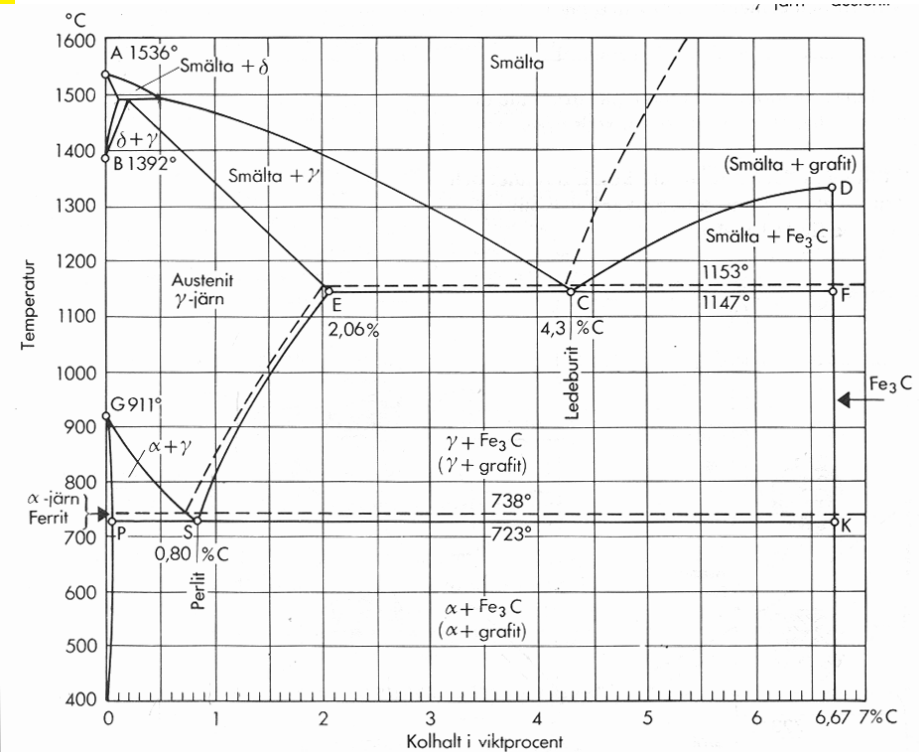
Metallurgiska aspekter vid lasersvetsning

Metallurgi; vetenskapen där man undersöker metalliska grundämnen och legering av dessa (Wikipedia)

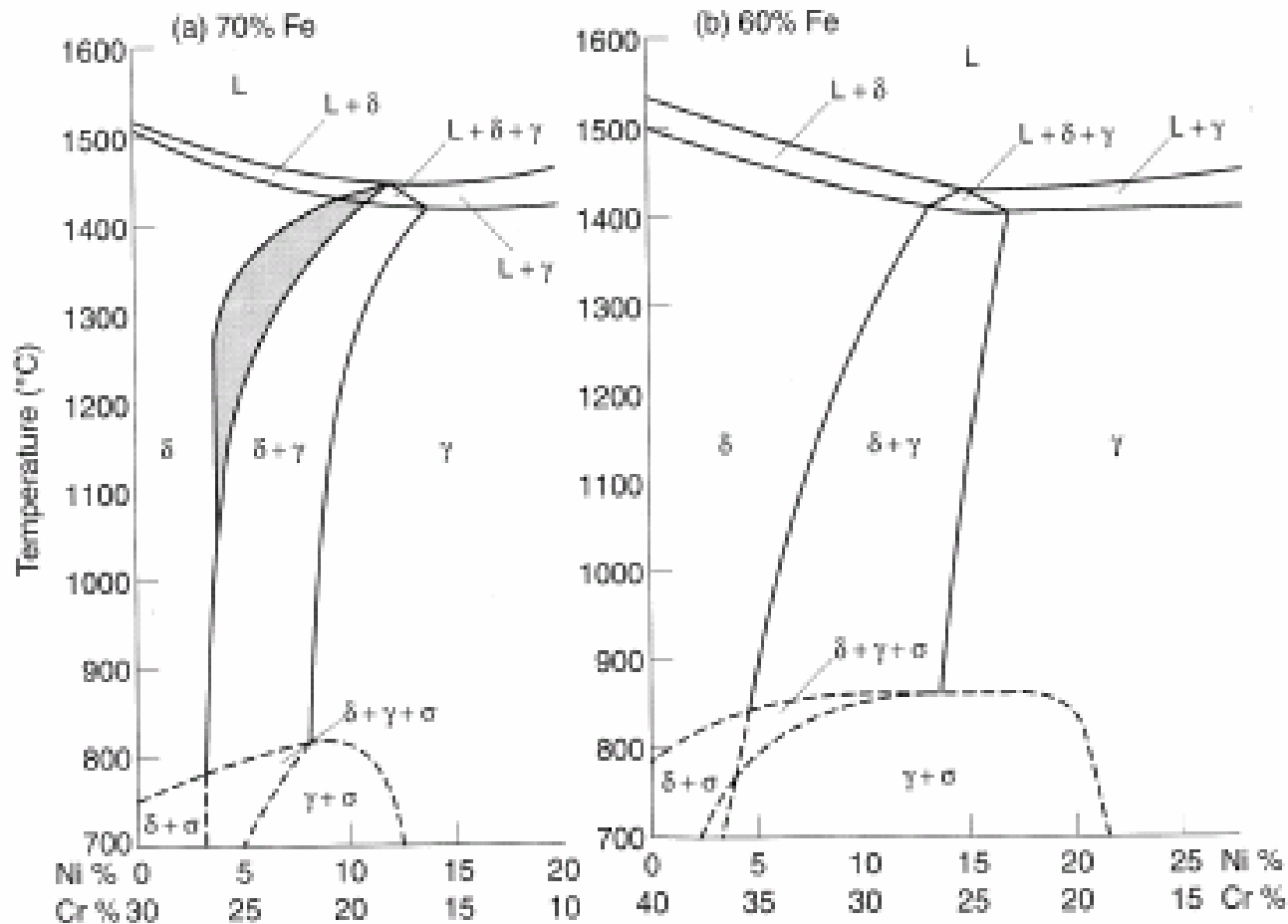


- **M**aterialteknik och fas-diagram
- **E**ffekttäheter och HAZ
- **S**vetsbarhet i rostfria stål
- **U**ppblandning och Värmebehandling
- **E**tt Case från Labbet

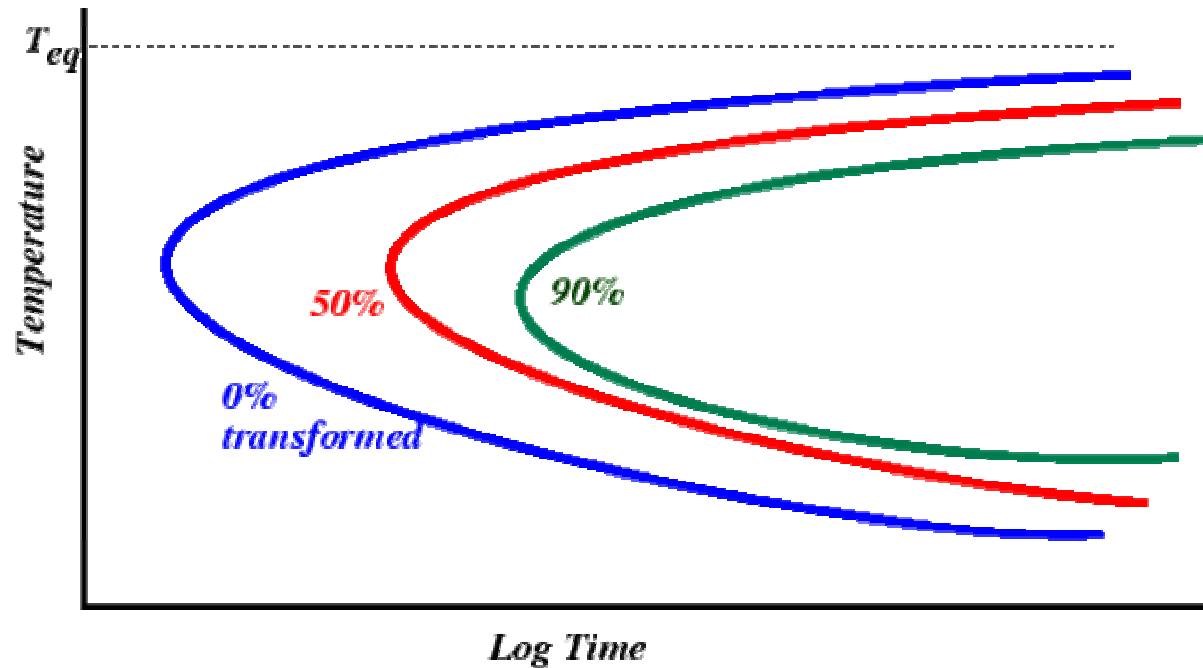
Metallurgi; Fasdiagram Fe-C



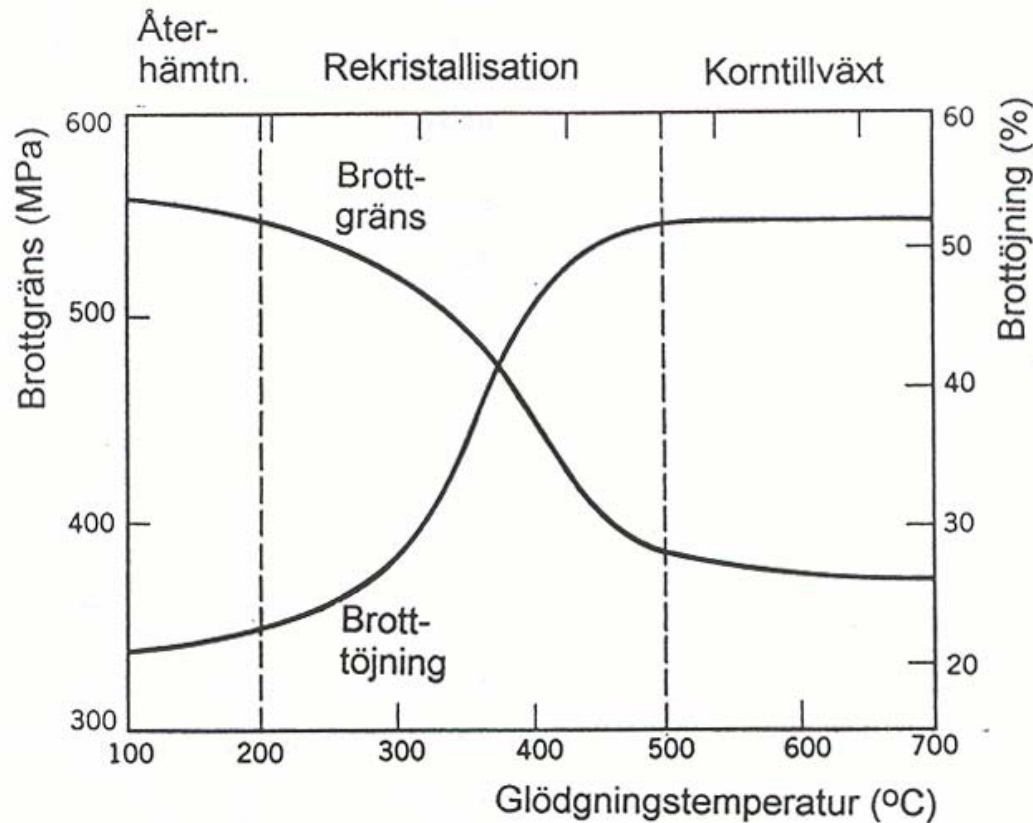
Metallurgi; Fasdiagram Cr/Ni-Fe



Metallurgi; TTT diagram

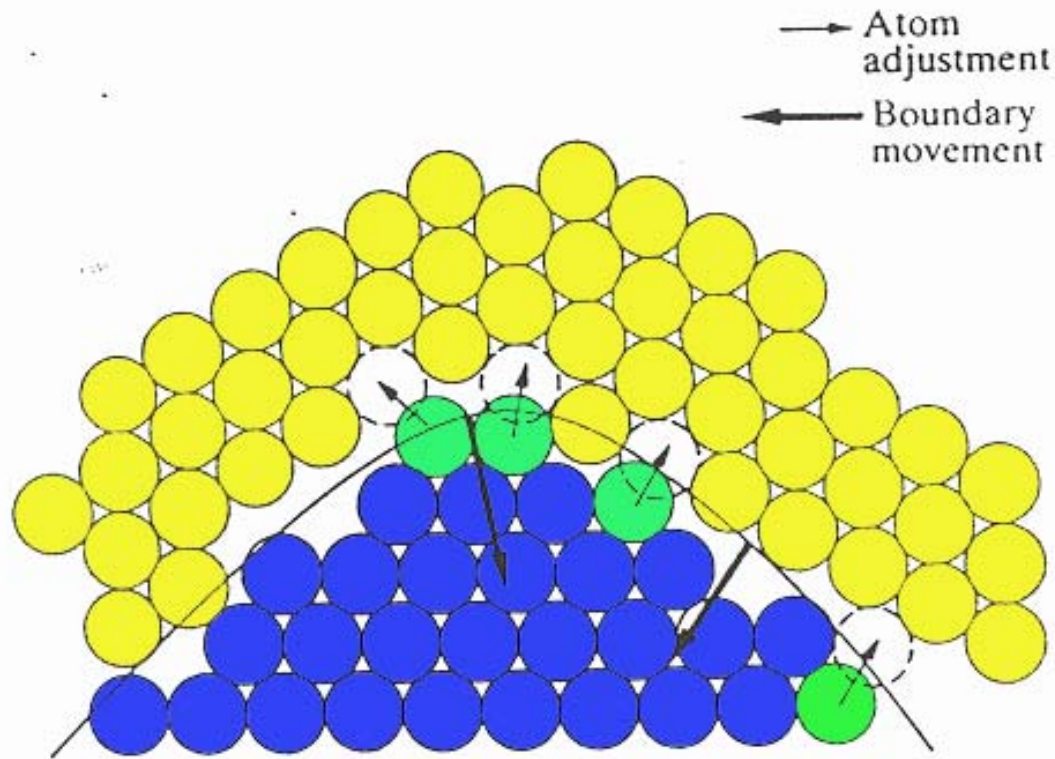


Metallurgi; Rekristallisation

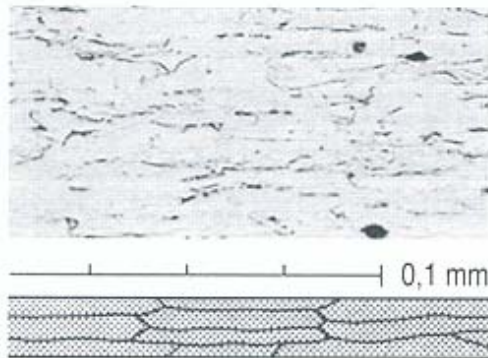


**Diffusion -
en stegvis förflyttning av
atomer
i och mellan kristallerna**

Metallurgi; Rekristallisation



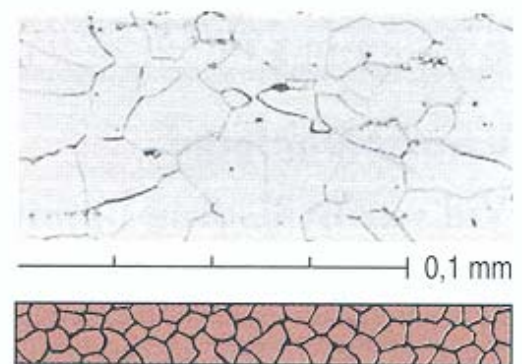
Metallurgi; Rekristallisation



Kallbearbetat stål före rekristallisation



Rekristallisation



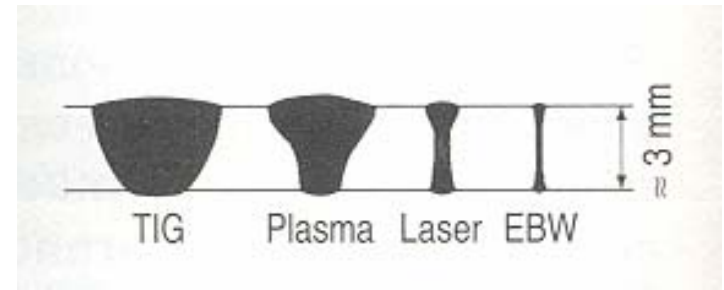
Stål efter rekristallisation

Effekttäthet och HAZ



Effekttätheten är ett mått på
hur koncentrerad värmekällan är.

Hög effekttäthet



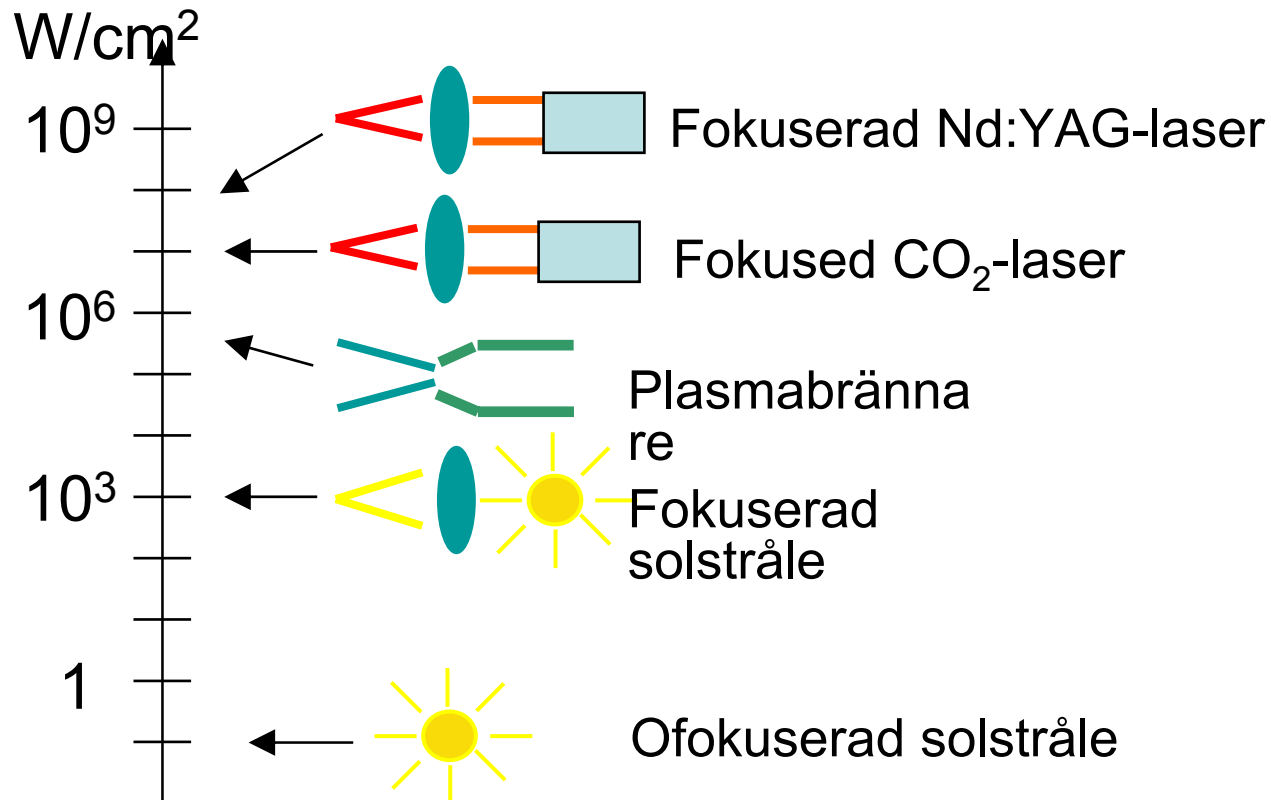
Låg värmningstid
till smältpunkten

Hög svetshastighet

Liten
värmespridning

Smal svets och
HAZ

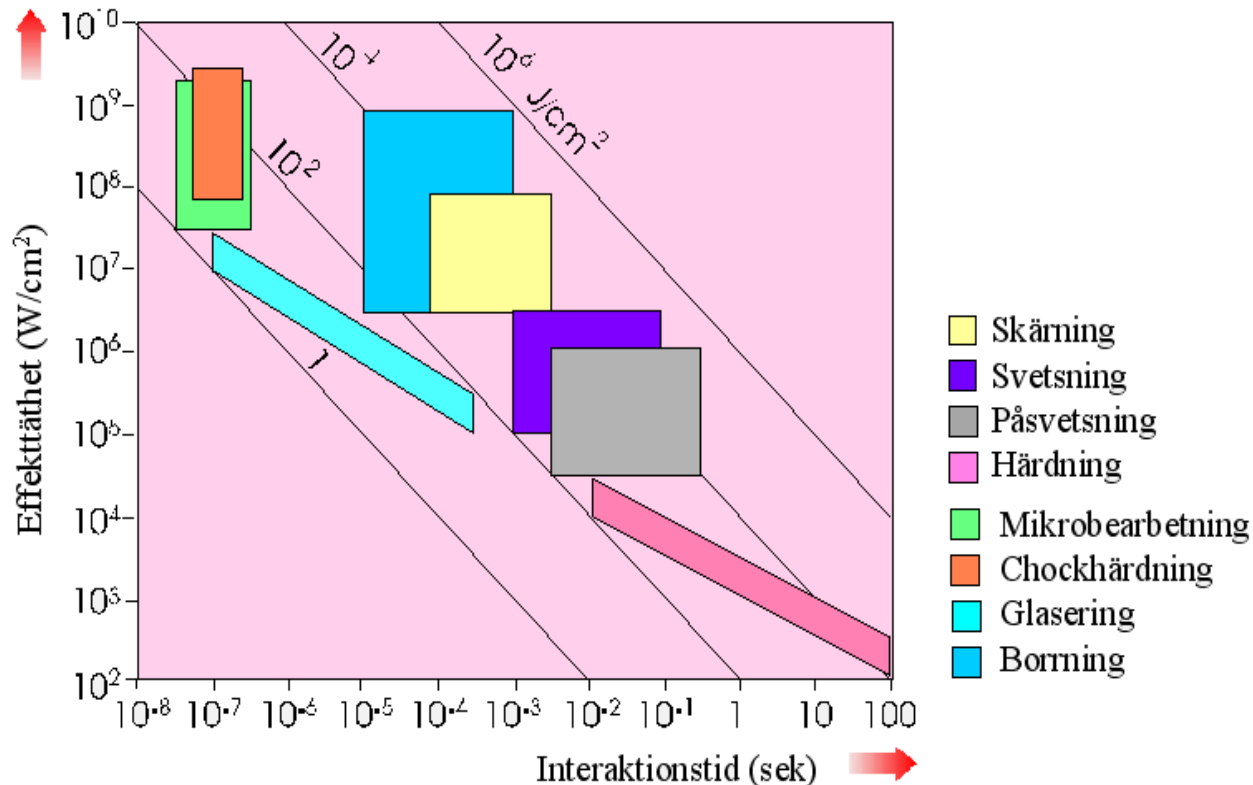
Effekttäthet för olika strålkällor



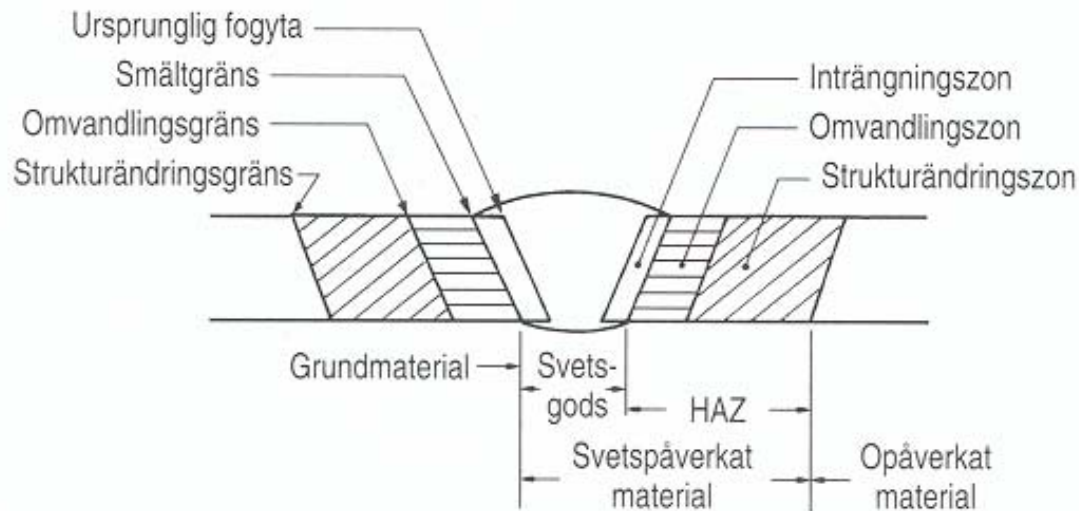
Effekttäthet och HAZ



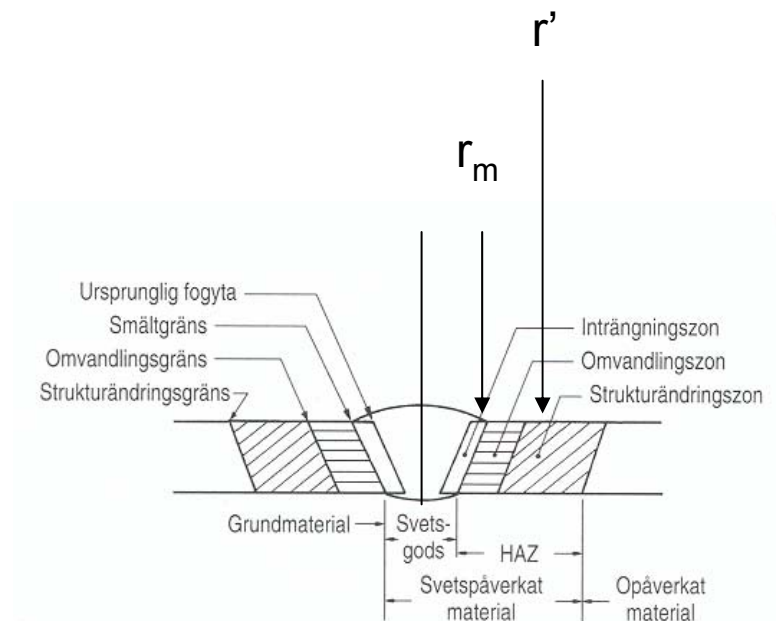
Effekttätheter och behandlingstider för olika laserprocesser



- Värmepåverkad zon (Heat Affected Zon, HAZ)
- Smältzon



- $T_{\max}$ i HAZ < Smälttemperatur
- Svalningshastigheter på upp mot 1000 K/s
- Mikrostrukturen varierar
- Utbredningen r' kan beskrivas som:



$$r' - r_m = \frac{A \cdot P}{v \cdot d} \left[\frac{0,34}{\rho \cdot c} \left(\frac{1}{T' - T_0} - \frac{1}{T_m - T_0} \right) \right]$$

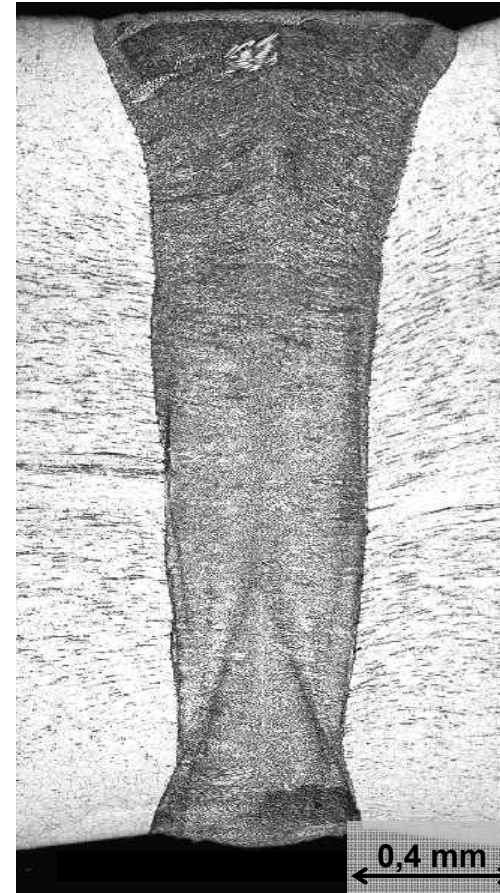
Stål

Ökningen i absorberad energi ger

- $H_{v \max}$ i HAZ minskar
- $H_{v \max}$ flyttas ifrån svets till HAZ
- Ferrit halt i svetsgods och HAZ ökar för austenitiska rostfria stål
- Kallvalsade stål tappar i hållfasthet i svetsgods och HAZ

Austenitiska rostfria stål

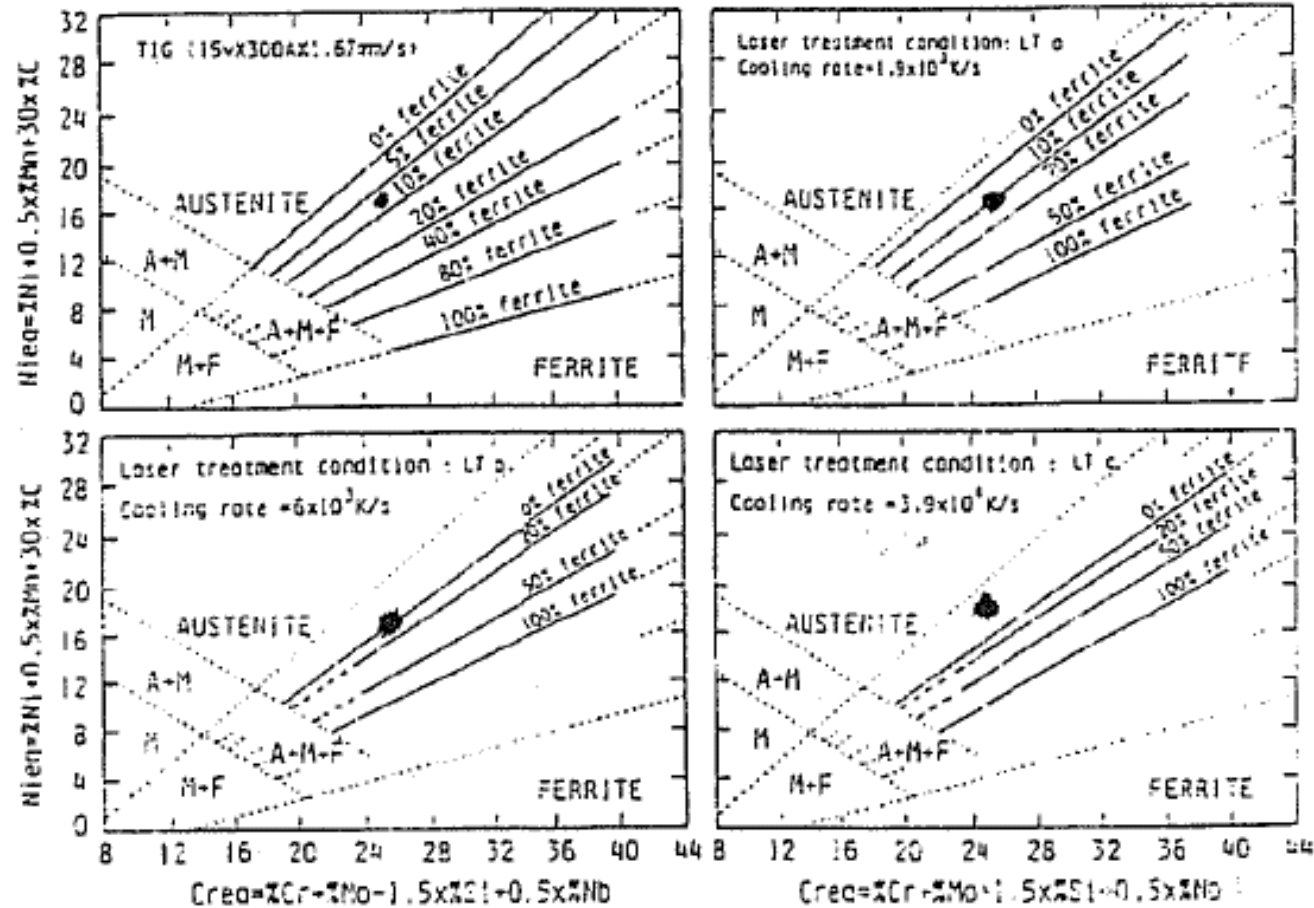
- Mycket lämpliga för lasersvetsning
 - Låg värmeledningsförmåga
 - God absorbtivitet av laserljus
- Snabbt värmeförlopp
 - Minskar risken för kromrika karbider i korngränserna
 - Minskad risk för termisk deformation
 - Otillräcklig ferritbildning ger ökad risk för varmsprickor



Svetsbarhet rostfria stål



Modiferade Schefflerdiagram



Källa: Transactions of the Japan Welding Society 19 (2) pp. 20-26

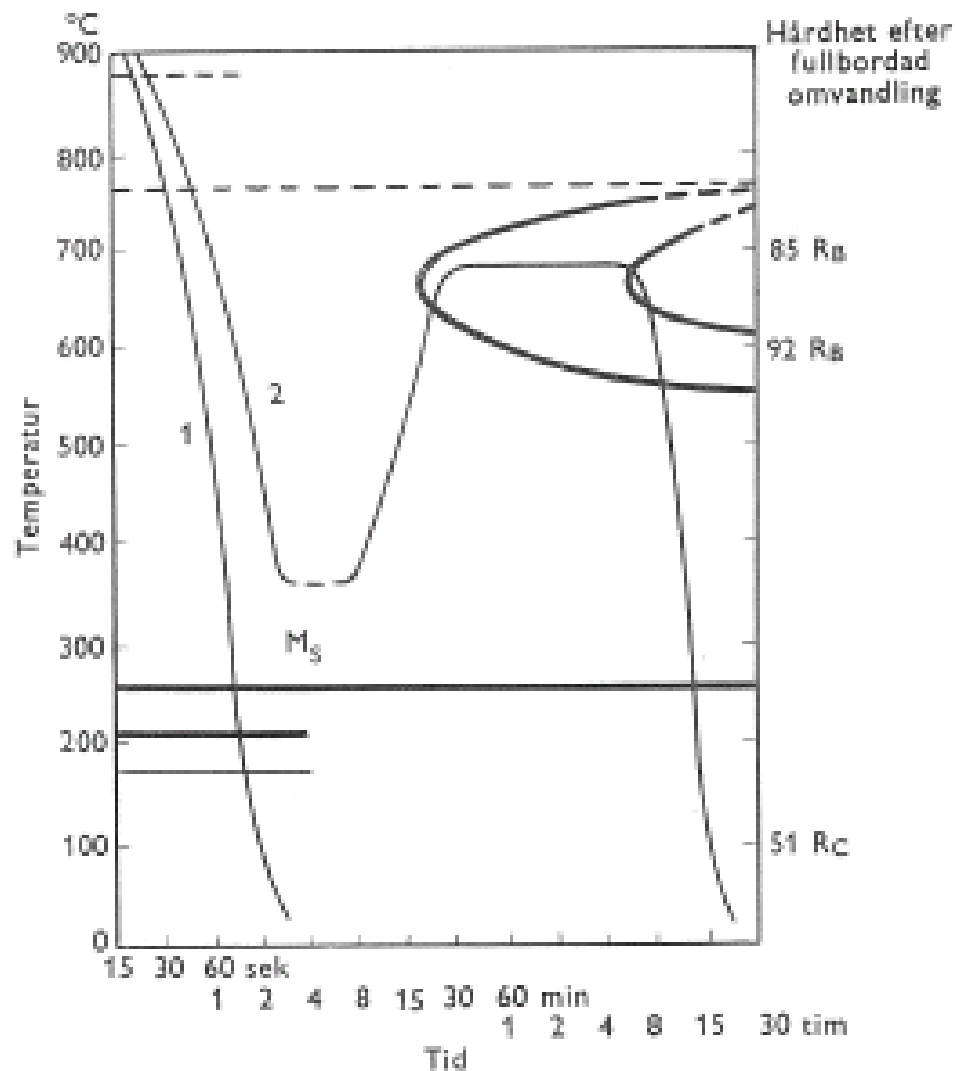
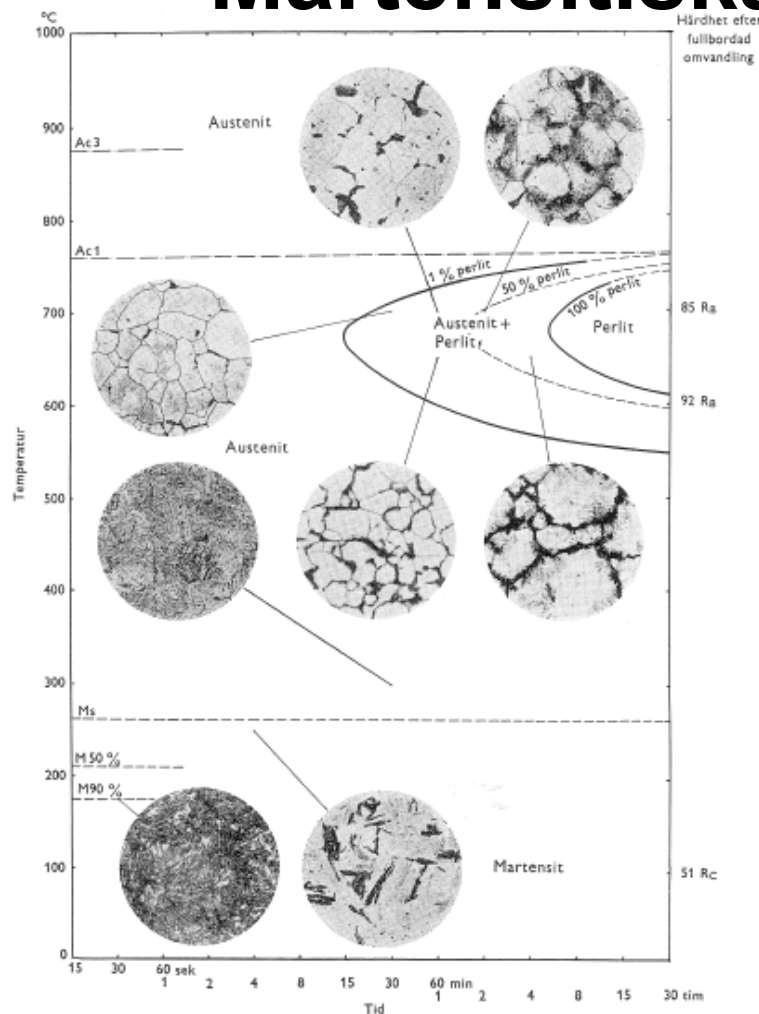
Ferritiska rostfria stål

- Begränsad svetsbarhet med laser
 - Låg C och Cr ger ökad svetsbarhet (C. 0,08-0,2% Cr. 12-28%)
 - Reducerad risk för kornförstoring i HAZ p.g.a. låg värmeförsöring
 - risk för karbiderutskijning och martensit
- Kontrollerad svalning ger segare material

Martensitiska rostfria stål

- Dålig svetsbarhet med laser
 - Martensitbildning ger hårdhet, sprödhet och ev. sprickbildning
- Åtgärder
 - Kontrollerad avsvavling ger perlit
 - Tillsatsmaterial; austenitisk kvalitet
 - Förvärmning 350°C, anlöpning 700°C

Martensitiska rostfria stål

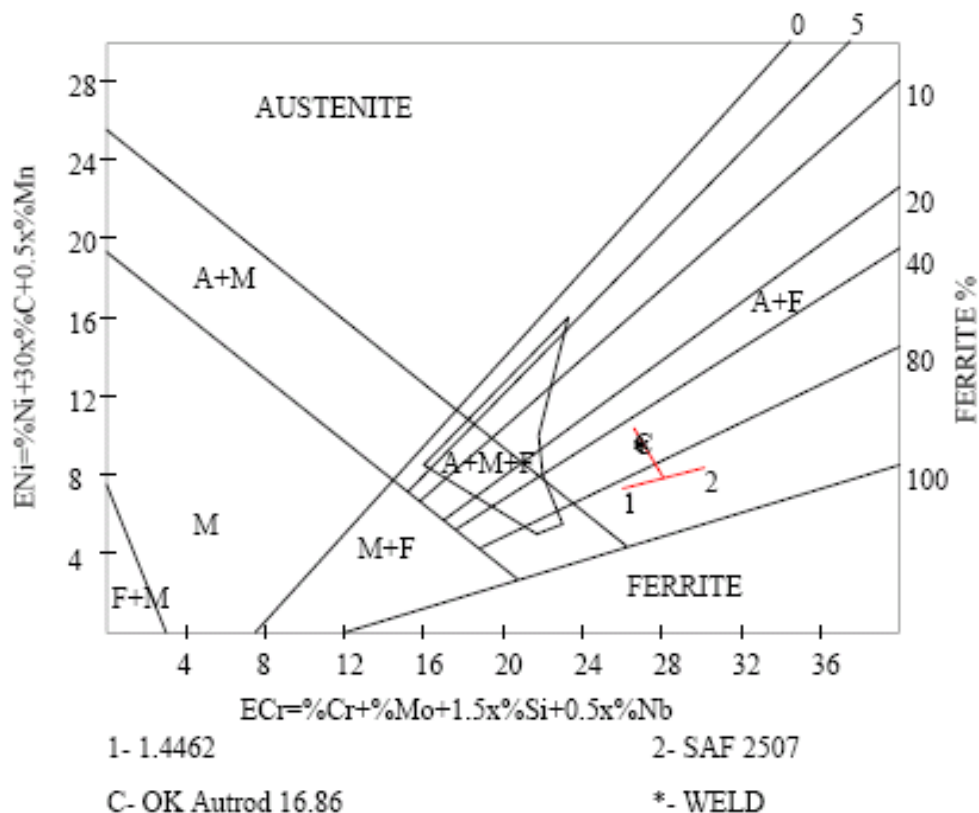


Duplexa rostfria stål

- 50/50 Austenit/Ferrit i grundtillståndet
- 1200°C: Ferritisk fas
- Långsam austenit omvandling
- Väldigt hög ferrit vid rumstemperatur
 - 35% Austenit krävs ofta för acceptabla egenskaper
- Åtgärder
 - Nitrogen som skyddsgas
 - Tillsatsmaterial typ OK Autrod 16.86 som har 9% Ni, 23% Cr osv.

Duplexa rostfria stål

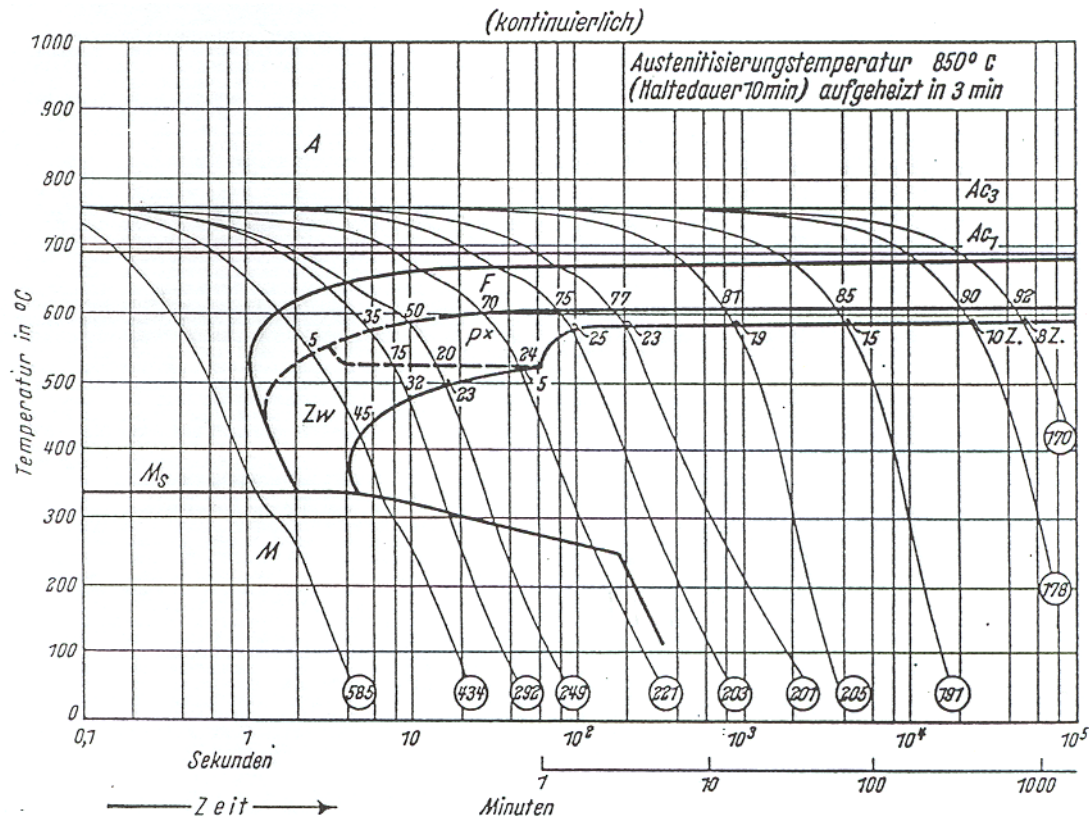
Schaeffler Diagram



Svetsbarhet rostfria stål

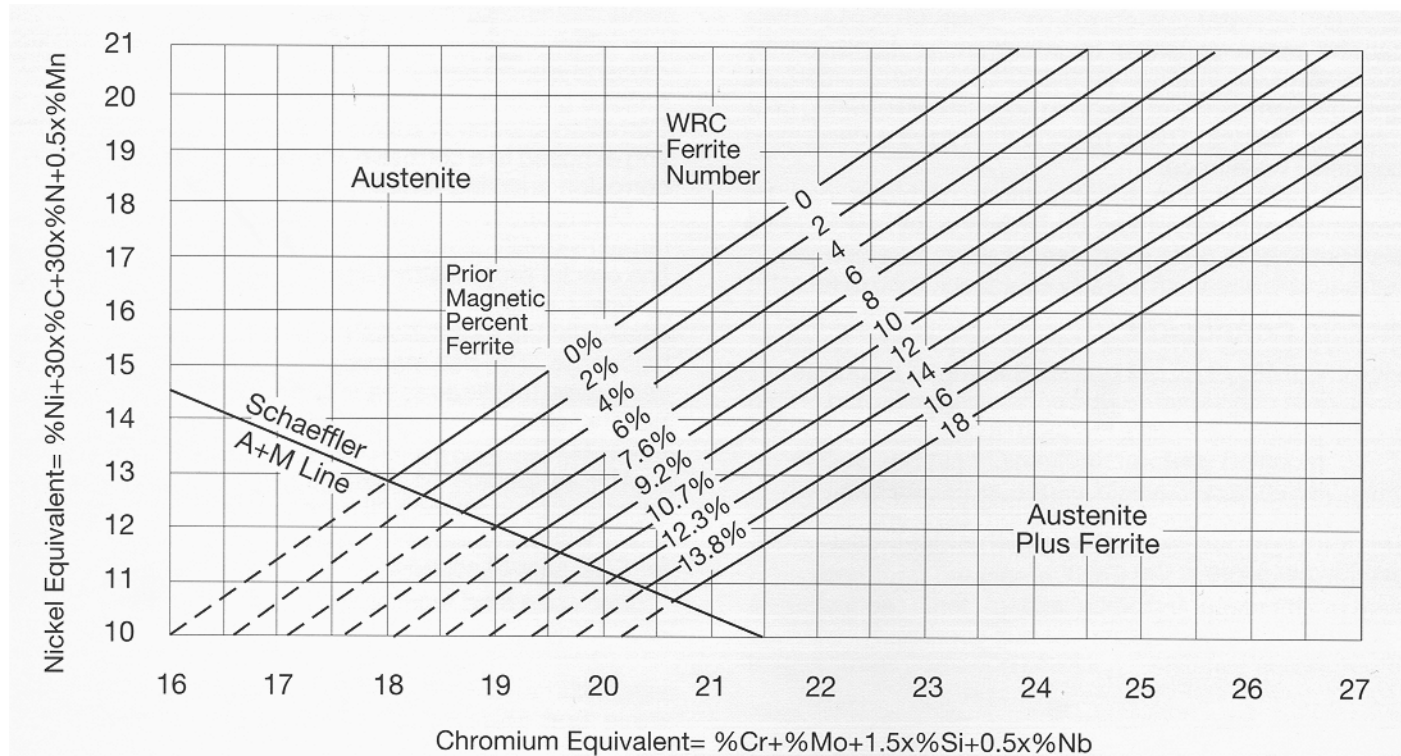


rostfria stål



rostfria stål

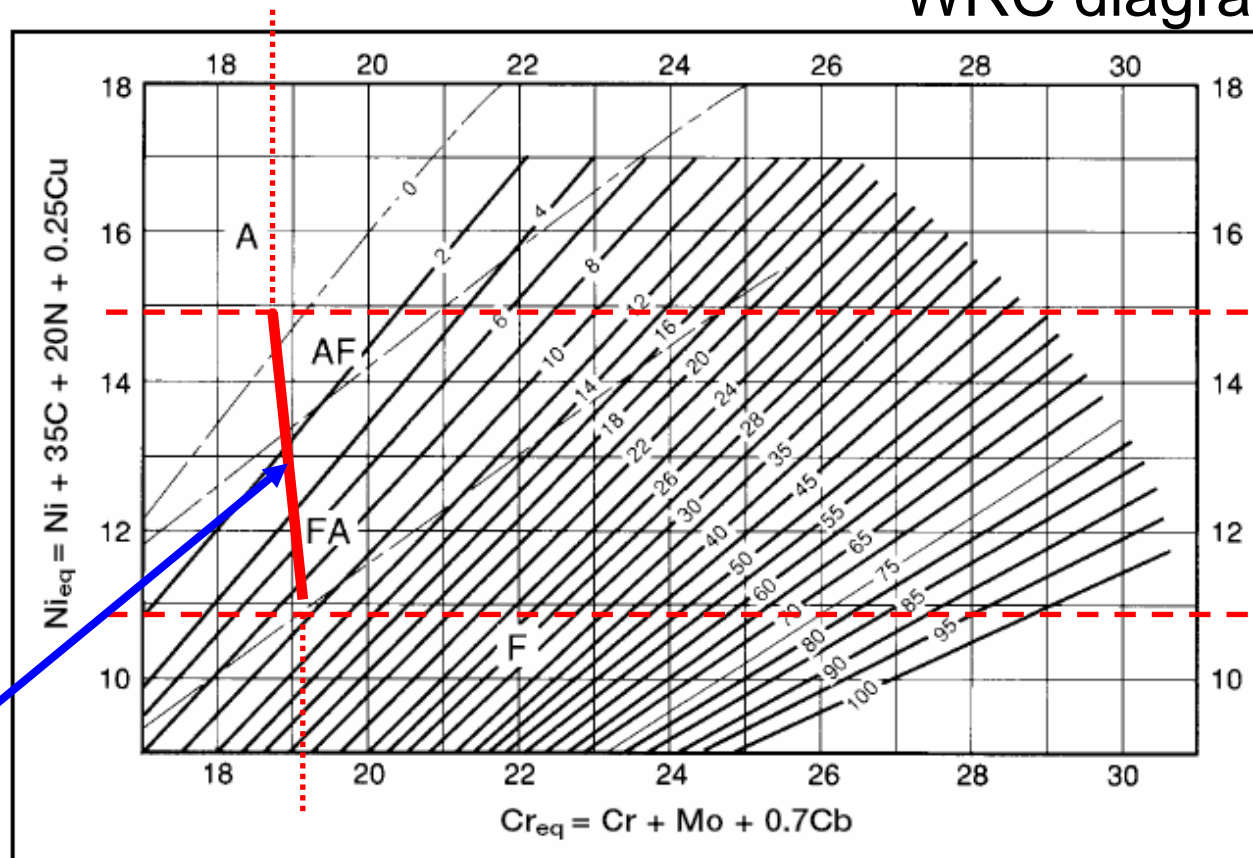
- Uppblandning
- Legeringsinnehåll



rostfria stål

special profile

WRC diagram



special profile

u profile

FN 2.5

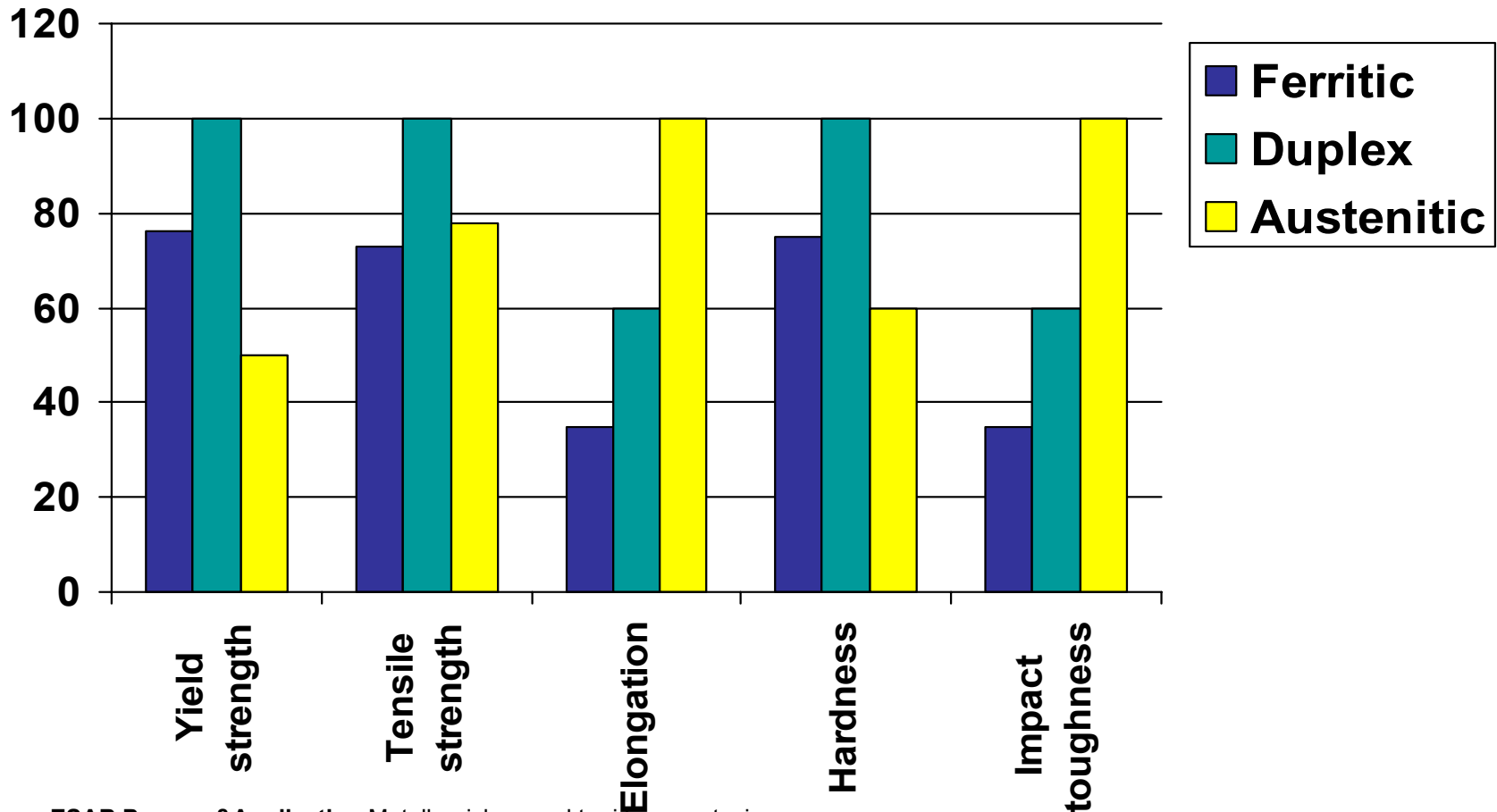
u profile

- Austenit går bra att svetsa i. Här har kylningshastigheten ingen avgörande roll.
- I andra material som Ferritiska material har legeringsinnehållet den främsta rollen och till viss del kontrollerad avkylning.
- Martensitiska material är princip ej svetsbara men om vill försöka bör man hög förvärmningstemperatur och efterbehandling samt ett austenitsikt tillsatsmaterial

Et case; Dublext rostfritt Properties



Relative properties (%)

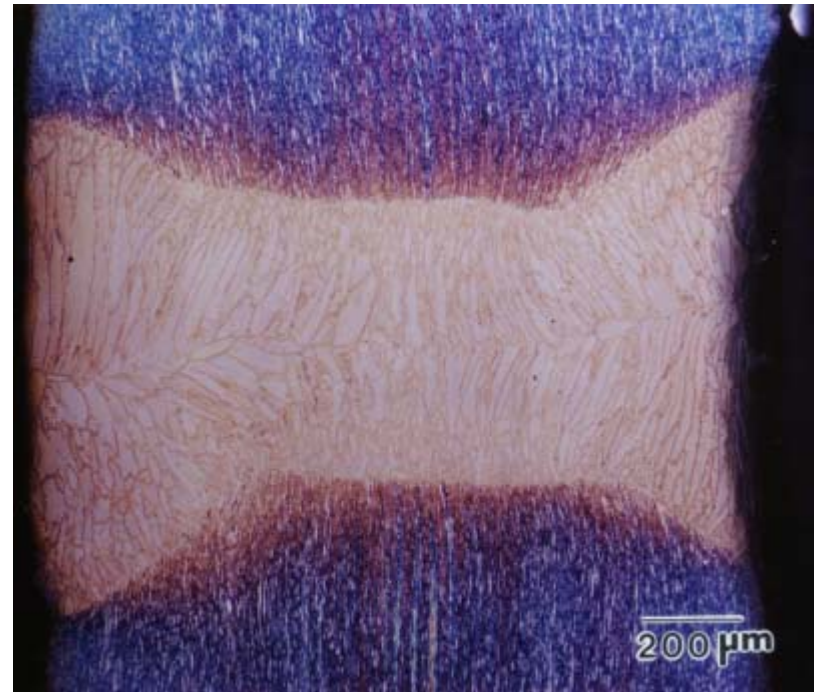


Ett case; Dublext rostfritt



Snabb kylning

- Laser weld in superduplex (2507)
 - Very high ferrite content (>90%)



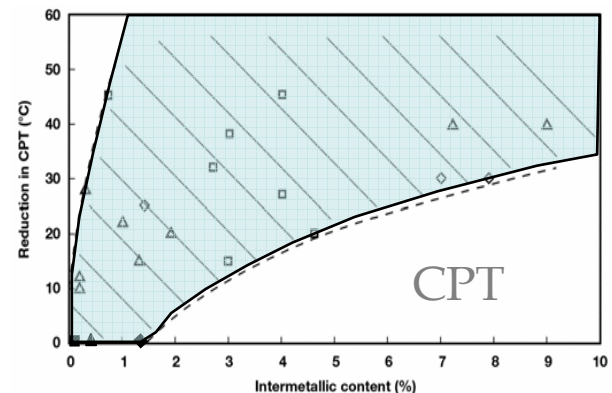
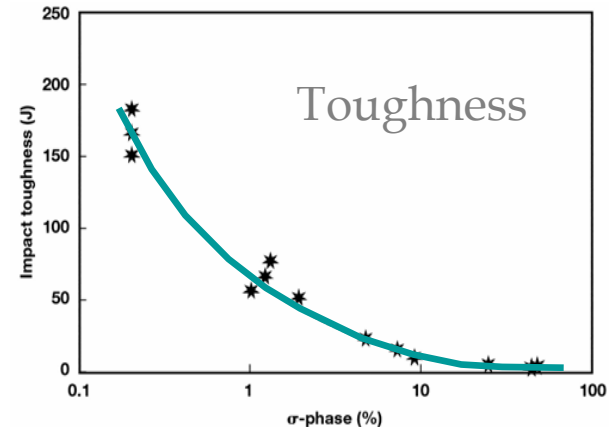
Ett case; Dublext rostfritt



Långsam kylning

Intermetalliska faser

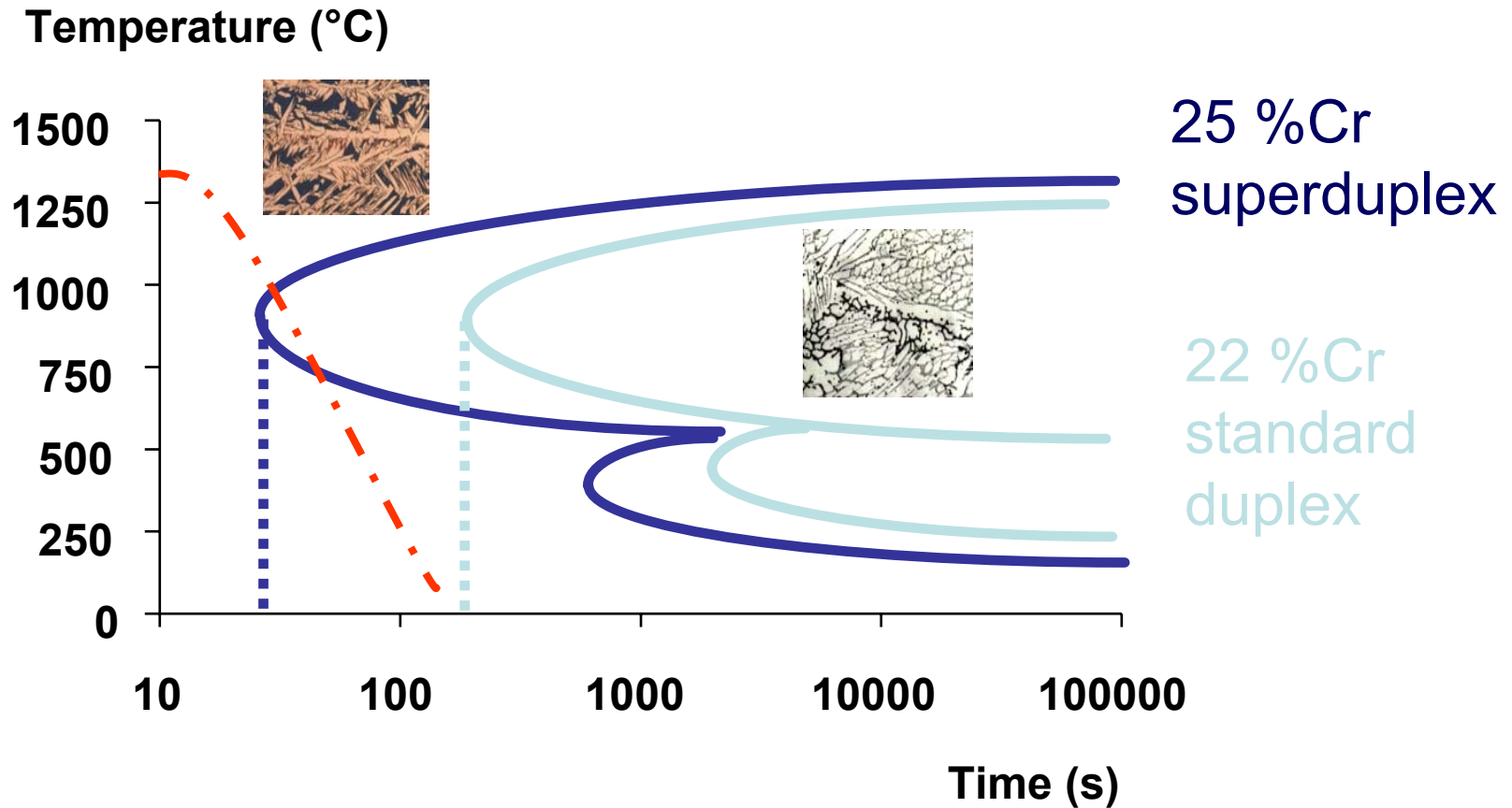
- Intermetalliska faser försämrar korrosionsmotståndet och segeheten



Ett case; Dublext rostfritt



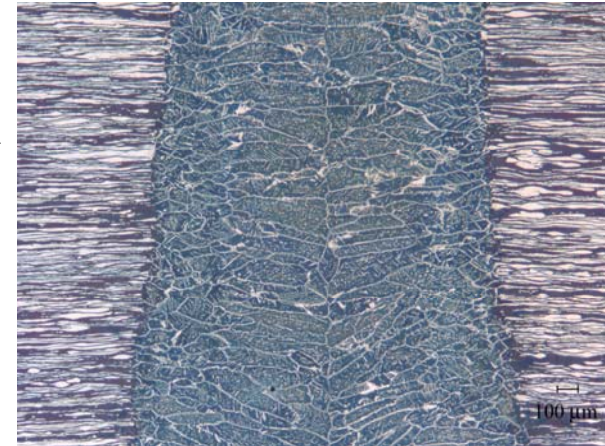
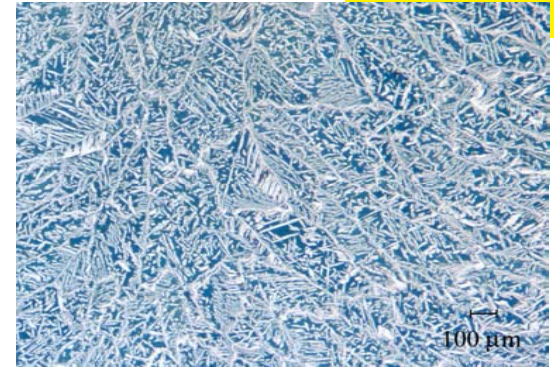
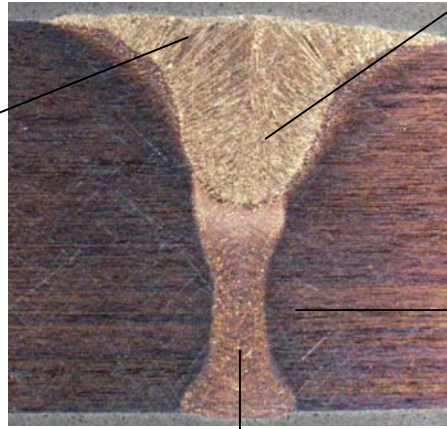
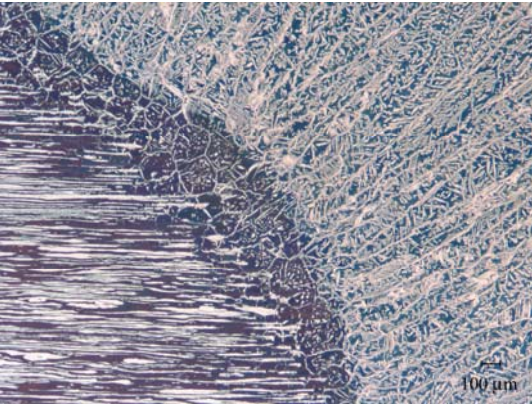
TTP-diagram - Duplex material



Ett case; Dublext rostfritt



Svetsens mikrostruktur



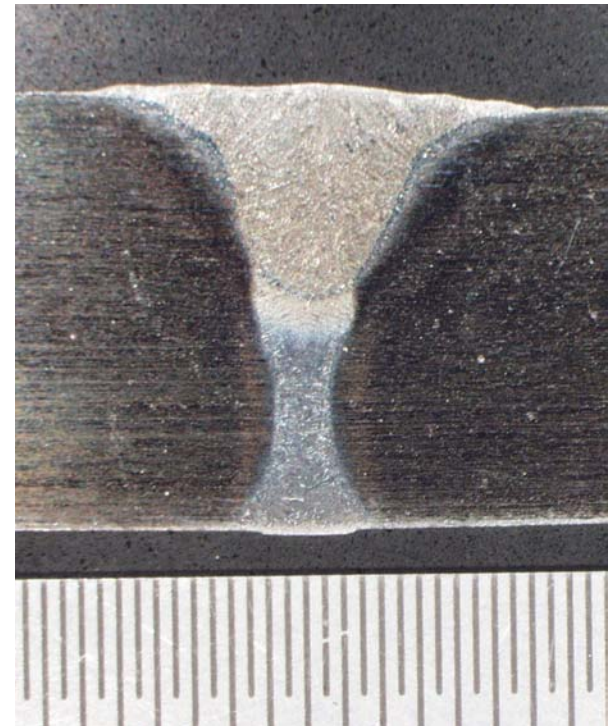
Ferrite: blå
Austenite: Vit

Ett case; Dublext rostfritt

Svetsens mikrostruktur



- Ferrit innehåll:
 - bas material 58%
 - svets materialet i roten 61%
 - svets material i den övre delen 62%



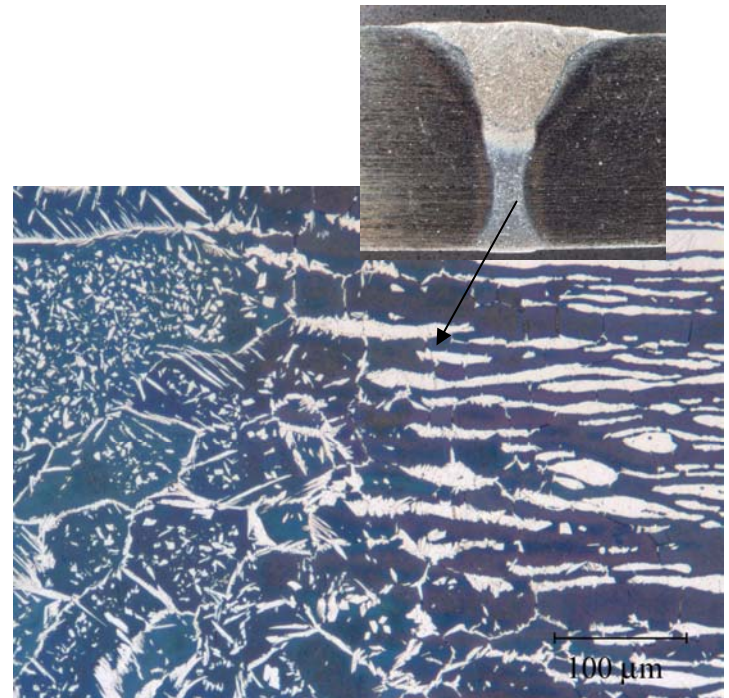
Ett case; Dublext rostfritt Svetsens mikrostruktur

"Låg" heat input $\Rightarrow$ liten HAZ

"Låg" heat input $\Rightarrow$ finare kornstorlek

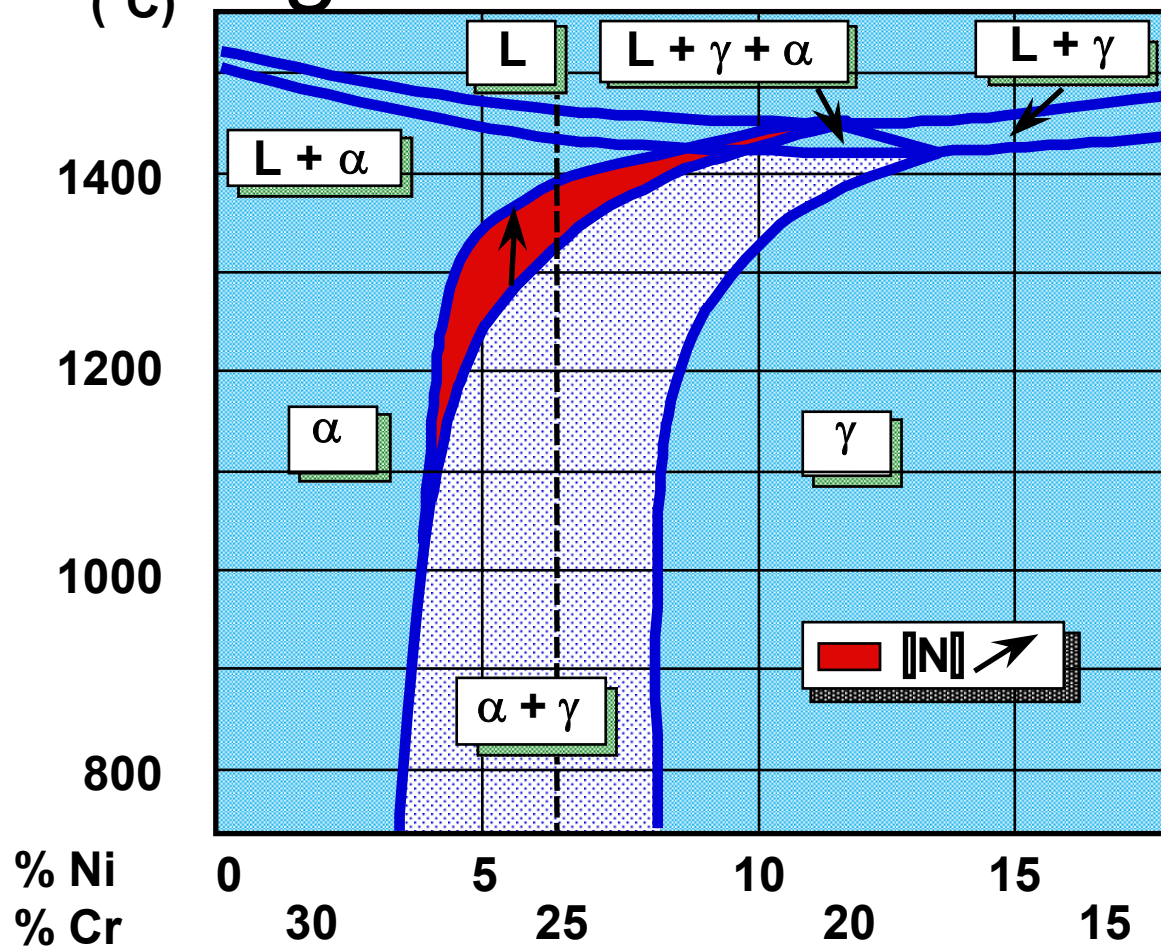
Fin kornstorlek + tillsatsmaterial + nitrogen

$\Rightarrow$ Korrekt fas balans



Tack för eran uppmärksamhet!

Phase diagram



	Al	Be	Cd	Cr	Co	Cu	Au	Fe	Pb	Mg	Mn	Mo	Ni	Pa	Pt	Ag	Ta	Sn	Ti	W	Va	Zn	Zr	
Aluminium		B	B	B	A	A	A	A	B	A		B	A	B	B	A	B	B	A	B		A		
Beryllium	B			B	A	A	A	A		B		B	A	A	B	B	B	B	B	B		B		
Cadmium	B	G		B	B	B	A	B	B	A			A	A	A	G	B	B	B			B		
Chromium	B	B	B		G	B	A	VG	B	B		VG	G	G	G	B	B	B	G	VG	G	B	A	
Cobalt	A	A	B	G		A	B	VG	B	B		A	VG	VG	VG	B	B	B	A	A	A	A	A	
Copper	A	A	B	B	A		VG	A	B	A		B	VG	VG	VG	A	B	B	A	B		G		
Gold	A	A	A	A	B	VG		A	B	A		B	VG	VG	VG	VG	B	A	A		A	A		
Iron	A	A	B	VG	VG	A	A		B	B		G	G	G	G	B	A	B	A	A		A	A	
Lead	B		B	B	B	B	B	B		B		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B		
Magnesium	A	B	A	B	B	A	A	B	B			B	B	B	B	A	B	B	B	B		B		
Manganese				G	G			G					G	A	A		B	B		A				
Molybdenum	B	B		VG	A	B	B	G	B	B			A	G	G	B	VG	B	VG	VG	G	B	G	
Nickel	A	A	A	G	VG	VG	VG	G	B	B		A		VG	VG	B	G	B	A	A	G	A	A	
Palladium	B	A	A	G	VG	VG	VG	G	B	B		G	VG		VG	VG	G	A	A	A	G	A	A	
Platinum	B	B	A	G	VG	VG	VG	G	B	B		G	VG	VG		A	A	A	A	G	A	B	A	
Silver	A		G	B	B	A	VG	B	B	A		B	B	VG	A		B	A	A	B	B	G	B	
Tantal	B	B		B	B	B		A				VG	G	G	A	B			VG	VG	B	B	G	
Tin	B	B	B	B	B	B	VG	B	A	B		B	B	A	A	A	B		B	B	B		B	
Titanium	A	B	B	G	A	A	A	A	B	B		VG	A	A	A	A	VG	B		A	A	A		
Tungsten	B	B		VG	A	B		A	B	B		VG	A	A	G	B	VG	B	A		G		A	
Vanadium				G	A			A		B		G	G	G	A	B	B	B	A	G				
Zinc	A	B	B	B	A	G	A	A	B	B		B	A	A	B	G	B	B	B	B				
Zirconium				A	A			A				G	A	A	A	B	G	B		A				

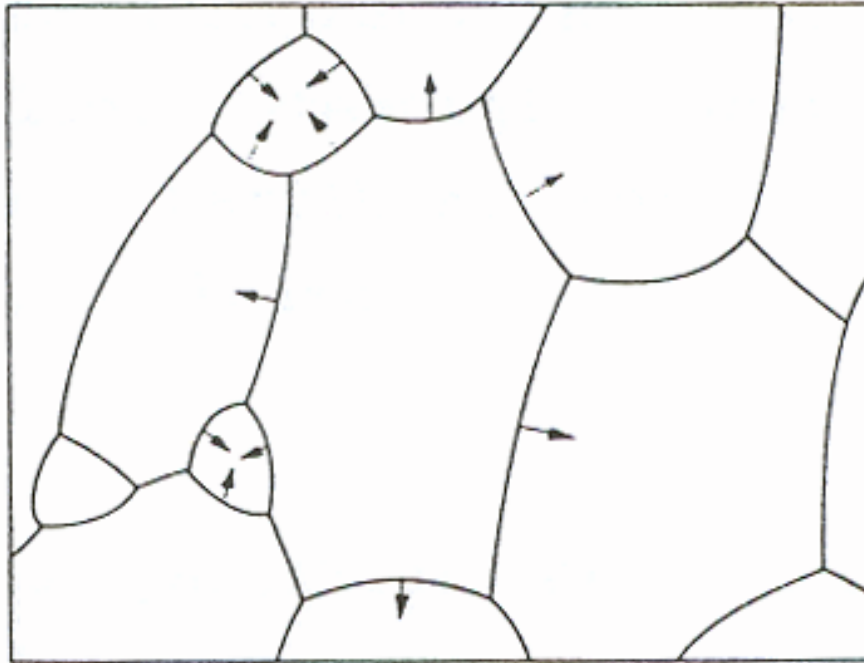
B = bad

A = acceptable

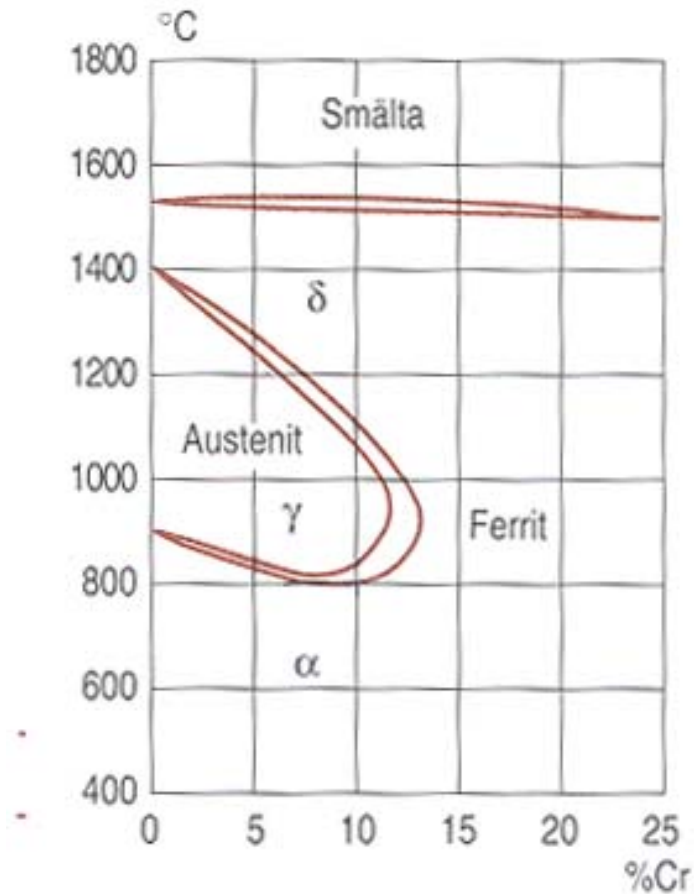
G = good

VG = very good

Metallurgi; Rekristallisation



Metallurgi; Fasdiagram Cr-Fe



Laserhybrid



- Absorption

