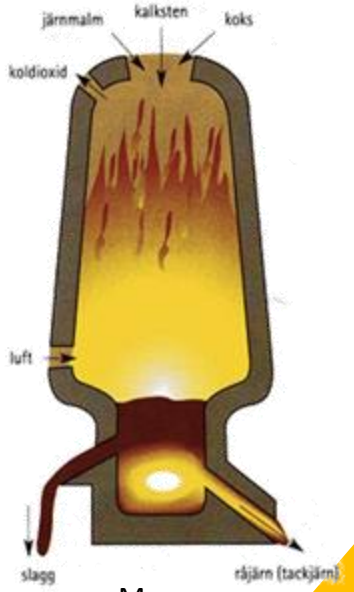
Stål och gjutjärn

Framställning

Järn utvinns ur järnoxid (järnmalm) som bryts ur berget i gruvor. Järnmalmen krossas till pulver och smälts ner i masugn där syret tas bort till tackjärn med kolhalt 3-5%

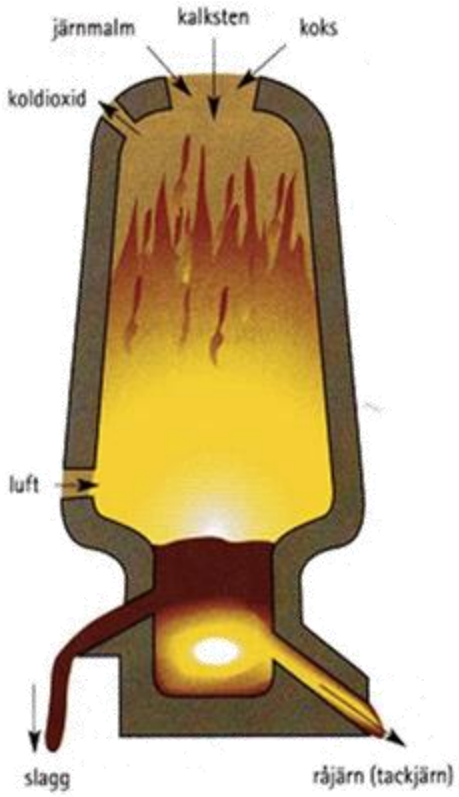
Rent järn är dock väldigt mjukt och ganska värdelöst som konstruktionsmaterial. Genom uppvärmning, tillsats av olika legeringsämnen och genom att reducera kolhalten till mindre än 2% erhålles det vi kallar stål.

Flogbergets järngruva utanför Ludvika



Masugn

Masugn



Masugnen laddas från toppen med krossat järnmalm, kalksten och koks (sten- eller träkol).

Koksen förbränns till koldioxid och kolmonoxid. Kolmonoxiden reagerar med järnoxider i malmen och bildar metalliskt järn.

Kalkstenen fungerar som flussmedel och reagerar med orenheter i järnmalmen för att bilda slagg.

Slagget har lägre densitet än råjärnet och kan därför enkelt skiljas bort.

*) Hos SSAB pågår nu försöksprojekt med fossilfri ståltillverkning med hjälp av vätgas som endast ger vatten som utsläpp i stället för koldioxid.

Huvudgruppering

- Gjutjärn (järn med >2% kol)
- Kolstål (innehåller förutom kol även kisel och mangan)
- Legerade stål (innehåller ytterligare legeringsämnen)

Tillsatsämnen i kolstål

- Kisel hjälper till avlägsna syre från stålet undersmältningen och bidrar till högre hållfasthet och hårdhet.
- Mangan hjälper till att avlägsna svavel från stålet, vilket minskar risken för sprickbildning under bearbetning.

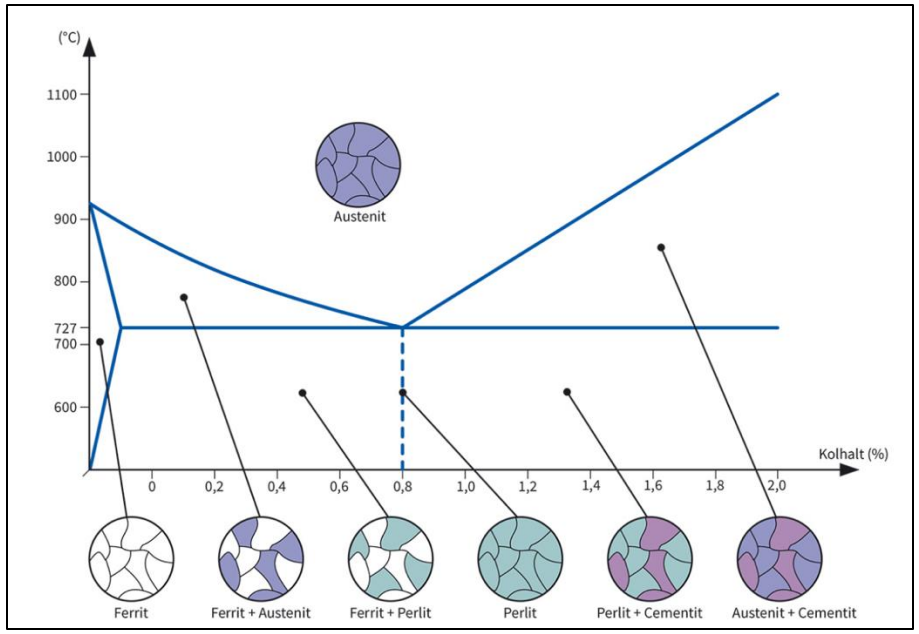
Exempel på legeringsämnen i legerade stål

- Krom och Nickel gör stålet rostfritt eller hårt
- Volfram ger ökad värmebeständighet
- Molybden ger ökad syrabeständighet

Stålets hårdhet

Vid kolhalter upp till 2% kallas materialet för stål och vid 2-5% kallas det gjutjärn.
Kolhalten kan reduceras genom att blåsa in syre i det smälta järnet.

Förutom kolhalten har även temperaturen stor betydelse för vilka egenskaper som stålet får vid tillverkningen. Detta kan åskådliggöras i ett s k järn-koldiagram (fasdiagram).



Fasdiagram för stål <2% C

Ferrit (α-järn)	< 0,02 % kol	Mycket mjukt
Austenit (γ-järn)	< 2 % kol	Mjukt
Cementit	< 6,7 % kol	Mycket hårt
Perlit	0,8 % kol	Hårt

Några olika stålgrupper …

Stål kan också delas in grupper med avseende på tillämpningsområde.

Allmänna konstruktionsstål

lätta att bearbeta och svetsa samt låg kostnad

Maskinstål

hög hållfasthet och slitstyrka

Seghärdningsstål

hög hållfasthet och seghet

Sätthärdningsstål

hög ythårdhet med segare kärna

Fjäderstål

töjbart med hög sträckgräns

Tryckkärlsstål

formbara med hög hållfasthet och seghet

Rostfria stål

Några olika gjutjärnsgrupper ...

Även gjutjärn kan delas in i grupper med avseende på tillämpningsområde.

Gråjärn

bra gjutningsegenskaper, bra dämpningsegenskaper samt låg kostnad

Segjärn

hög hållfasthet och seghet

Aducerjärn

lätt att bearbeta och hög slagseghet

Stålgjutgods

lite svårare att gjuta men hög hållfasthet jämförbar med stål

Härdning av stål

Härdning är ett samlingsnamn för olika värmebehandlingar av stål i syfte att nå högre hållfasthet och/eller andra specifika önskemål.

Seghärdning

Stålet värms upp till 750-950 °C beroende på kolhalt så att man når det austenitiska området. Därefter kyler man ned snabbt i vatten eller olja.
Man erhåller nu ett mycket hårt och sprött stål som kallas martensit. Sedan värmer man upp stålet igen till ca 650 °C varefter man låter det svalna i luft. Det senare kallas anlöpning.

Sätthärdning

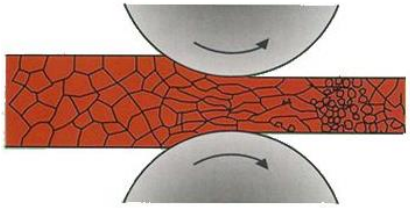
Sätthärdning är en metod för att öka hårdheten/hållfastheten endast på ytan av en komponent. Ytan täcks då av kolpulver eller förgasat kol och värms upp till ca 950 °C, kyls ned och anlöpes.

Bearbetning av stål

Ett annat sätt att öka hårdheten/hållfastheten för stål är genom att deformera stålet med eller utan uppvärmning. Vanliga typer är ex v valsning av plåt och dragning till ståltråd.

Varmvalsning

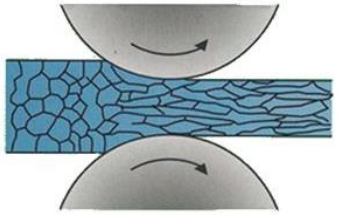
Stålet pressas till allt smalare tjocklek genom en serie av stora valsar. Varmvalsning används vid framställning av grövre sektioner, typ balkar och stänger.



Rekristallisation vid varmvalsning

Kallvalsning

Samma princip som varmvalsning men utan värmetillförsel. Kallvalsning används vid framställning av tunnare sektioner, typ tunnplåt och stålband. Kallvalsning ger högre hårdhet/hållfasthet, finare dimensionstoleranser samt bättre ytfinish och formbarhet jämfört med varmvalsning.



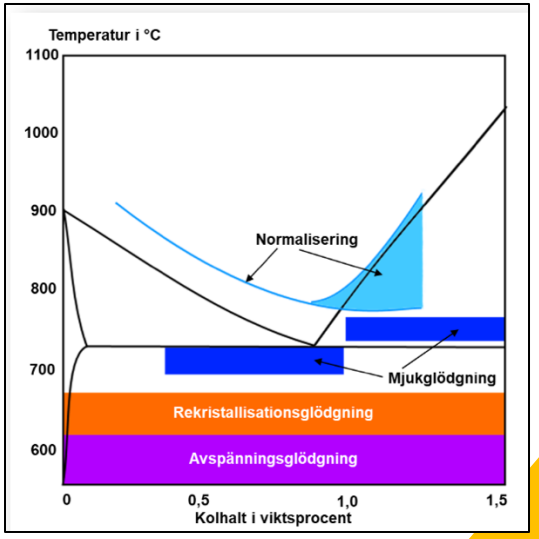
Ingen rekristallisation vid kallvalsning

Smidning

Att banka på godset upprepade gånger är en annan metod för att nå högre hårdhet/hållfasthet. Traditionella samurajsvärd bearbetas och viks omkring 16 gånger, vilket ger ungefär 65000 lager (2^{16}).

Efterbehandlingar

Det finns en rad likartade efterbehandlingar som skiljer sig en aning åt med avseende på uppvärmningstemperatur och syfte.



Normalisering

Normalisering syftar till att återställa materialets struktur och egenskaper till ett jämnare och segare tillstånd. Materialet värms upp över omslagstemperaturen och kyls ned i luft.

Mjukglödgning

Mjukglödning syftar till att göra materialet mjukare och mer formbart. Materialet värms upp till omkring omslagstemperaturen.

Rekristallationsglödgning

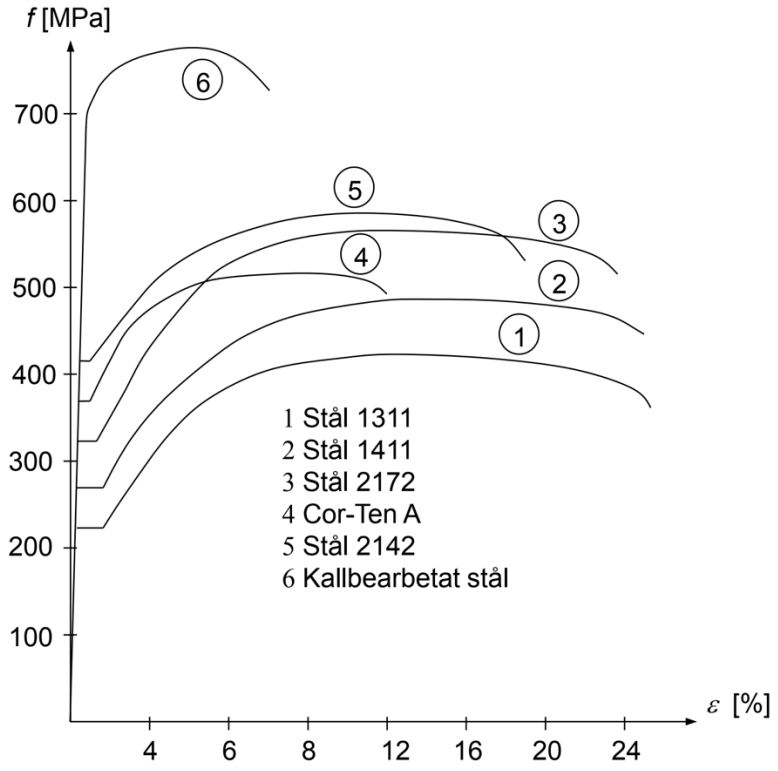
Rekristallationsglödning utförs för att minska sprödheten efter kallbearbetning.

Avspänningsglödgning

Avspänningsglödning utförs ibland efter svetsning för att minska de inre spänningar i materialet som svetsningen genererar.

Härdningens inverkan på spännings-töjningskurvan

Notera speciellt att E-modulen inte påverkas av värmebehandlingar. Även med olika efterbehandlingsmetoder fås i regel en viss försämring av segheten (förhållandet mellan sträck- och brottgräns).



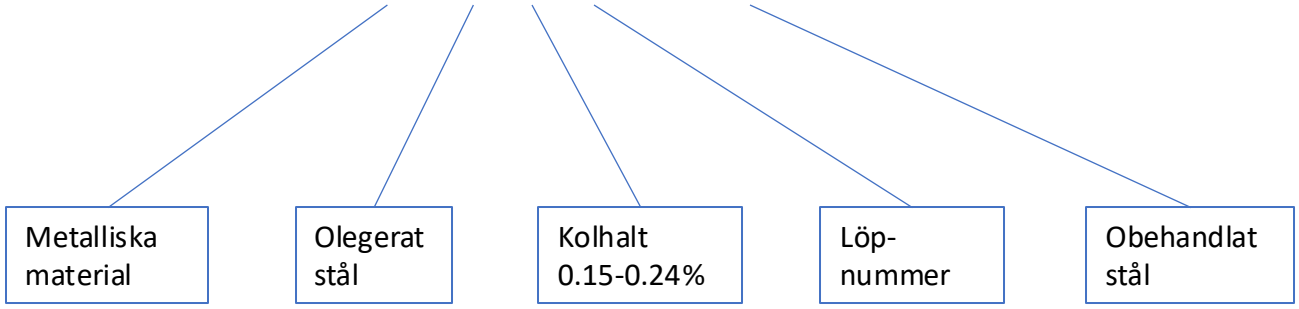
$E \approx 210000\ MPa$
oavsett stålkvalitet

Materialstandard

Materialbeteckningar för stål är tyvärr lite av en djungel där olika länder har sina egna nya och gamla beteckningar. Även inom EU finns det olika varianter och därför har man som stöd tagit fram översättningstabeller mellan olika standarder.

Svensk Standard

Ex. SS 14 1312 - 00



Europastandard

Sorteras efter stålnamn eller efter stålnummer

Konstruktionsstål
Tryckkärlsstål
Rörledningsstål
Maskinstål
Gjutstål

Ex. S235JRG2

- Sträckgräns
- Kvalitetsklass
- Behandling

Kemisk sammansättning

Ex. X5CrNi18-9

- Legeringsämnen

Ex. 1.1234

Videolänkar

Jernkontorets jubileumsfilm 34:32
https://youtu.be/sNxbqWqBCbU

HYBRIT 2:08
https://youtu.be/uBFQlKM22DU

Thomas Hörnfeldt, SSAB berättar om framtiden 3:05 – 15:02
https://youtu.be/NwQ6eOzmNjA?t=185