



Värmebehandling av järn

Inledning: Järn (grundämne 26, formelvikt 55,85 g/mol) är en av de vanligaste metallerna som vi kommer kontakt med i vårt dagliga liv. Järn har använts i mer än 2000 år för att göra redskap, matlagingsredskap, vapen och maskiner.

När man polerar järn får den en silverfärgad yta som senare med luftens fuktighet får en rödbrun oxidhinna av rost. Rost är inget enhetligt begrepp. Det kan skrivas FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4 eller $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Järn har hårdheten 4 i Mohrskalen (talk har hårdhet 1, koppar 3 och diaman 10). Järn kan göras hårdare genom tillsats av andra ämnen t.ex. av kol, kisel nickel eller andra metaller. Vi får då en legering (blandning) av rostfritt stål (stainless steel). Järn är magnetisk genom sina ferromagnetiska egenskaper. Kristallerna är anordnade i en riktning och kan därför attrahera en magnet.

Olika behandlingar av järn ger olika egenskaper

Järnet upphetas och får sedan svalna långsamt. Processen kallas **glödning** och järnet kallas även **austenit**. Kristallerna hinner bli organiserade, järnet blir **mjukt och därmed lättare att böja** eftersom atomerna glider symmetriskt över varandra. Järnet har genom glödning gått från magnetiska till icke magnetiska form.

Järn kan göras **hårt och spröd** genom upphettning till hög temperatur och sedan snabbt kylas i vatten. Då blir järnet amorft (ämnet saknar struktur) och hinner inte arrangera sig i kristallstruktur. I järnet fångas kolatomer in och dessa hinner inte diffundera. Vi får ett kolstål. Järnet används till knivar och svärd. Järnets struktur kallas **martensit** fas efter Adolf Martens.

Anlöpning heter en metod där man upphetar det hårda järnet tillräcklig för att några kristaller att organisera sig med fortfarande har en amorf struktur. Anlöpt järn används till **fjädrar**.

Material: 4 hårnålar, bågare med kallt vatten, magnet, bunsenbrännare, degeltång och pincett

Risker vid experimentet: Du arbetar med mycket varma saker. Risk för skvätt vid snabb avkylning och brännskador på händer och bord. Använd skyddsglasögon och personlig skyddsutrustning. *En fullständig riskbedömning ges av undervisande lärare.*

Utförande:

1. Undersök en hårnål. Försök att räta på den. Hur svårt är det? Fjädrar den tillbaka? Är den magnetisk? Skriv ner dina iakttagelser. Klistra in nålen (1) nedan i tabellen.
2. Greppa en hårnål med en degeltång i den öppna änden. Upphetta den böjda delen i den varmaste delen av bunsenbrännaren. (Den varmaste delen är precis ovanför den blå lågan). När hårnålen glöder röd används pincetten för att räta ut hårnålen. Tag sedan bort den raka hårnålen från lågan och låt den svalna långsamt. Upprepa samma sak med de två andra hårnålarna. Hårnålen kallas hädanefter järntråd.
3. Håll en uträdd järntråd med degeltången och upphetta hela tråden till rödglödning. Låt den svalna långsamt. Processen heter glödning.
4. Upprepa glödningprocessen med de med de tre andra raka järntrådarna.

- När de tre glödgade trådarna har svalnat böj dem till krokar. Är det lättare att böja dem nu efter att de har blivit upphettade? Är de lika fjädrande som förr? Är de magnetiska? Skriv ner dina iakttagelser. Spara en järntråd (2) i tabellen
- Fyll en bägare med vatten och ställ den nära bunsenbrännaren. Upphetta de två resterande järntrådarna som blivit böjda till krokar till rödglödning. Kyl tråden snabbt genom att doppa ner i vattnet. Då bildas hårt järn. Klistra upp det glödgade järnet på ett papper och markera ”glödgat järn
- Ta upp en krok från vattnet och försök att böja den. Böjs den lika bra som innan? Är det hårda järnet magnetiskt? Skriv ner dina iakttagelser. Klistra upp det hårda järnet (3) på pappret och markera ”hårt järn”.
- Ta upp den andra kroken ut vattnet. Greppa kroken med tången och håll den långt ovanför bunsenbrännaren. Långsamt för ner den mot toppen av lågan tills en regnbågsliknande blå beläggning bildas på kroken. Den ska INTE bli röd! Låt kroken svalna långsamt. Nu bildas härdat järn.
- Försök att böja kroken. Är den spröd eller seg? Undersök magnetismen i järnet. Klistra upp det härdade järnet (4) på ett papper och markera ”härdat järn”

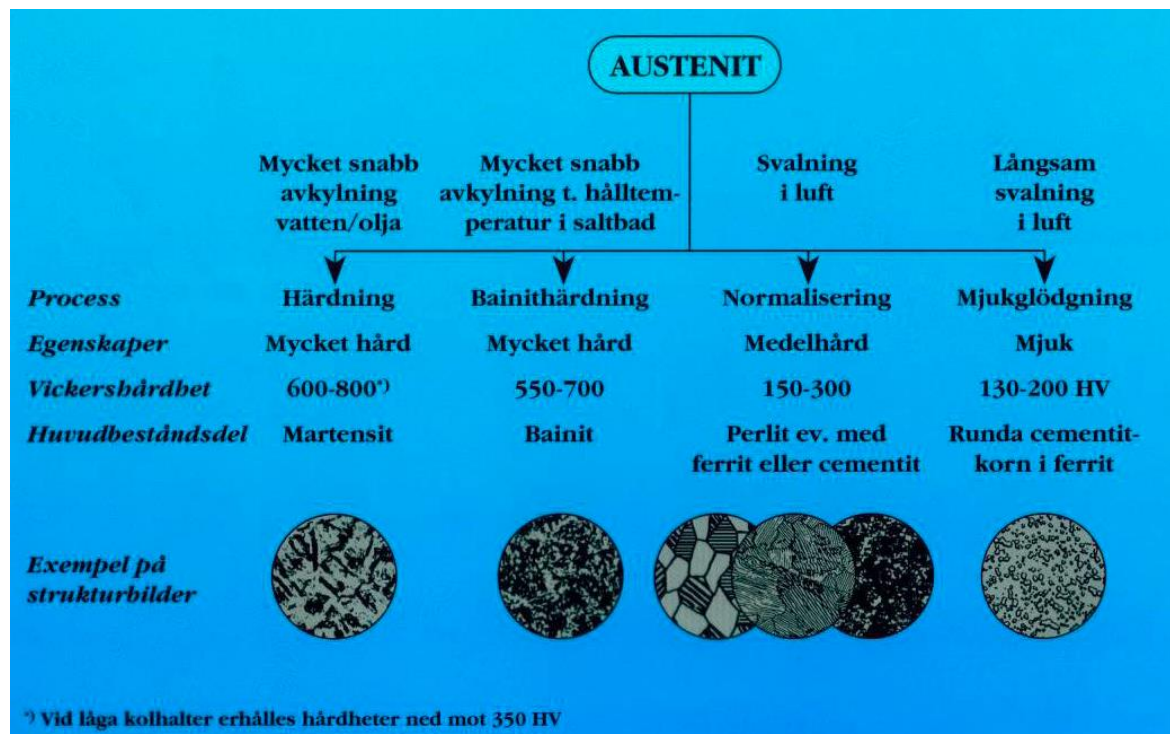
1. Original hårnål	5. Järntråd efter glödning och långsam svalning	7. Järntråd efter glödning och snabb svalning	9. Järntråd efter härdning
Egenskaper	Egenskaper	Egenskaper	Egenskaper

Till läraren:

Austenit kallas järnet efter engelske metallurgen Sir William Chandler Roberts-Austen (1843-1902). Och martenit efter den tyske metallurgen Adolf Martens (1850-1914)

Bearbetning/process	Egenskap	Magnetisk	Struktur	Namn	Användning
Upphettning och långsam svalning	Mjukt och lätt att böja	Icke (mindre) magnetiskt	Organiserad kristaller	Glödning Austenit	Formbart Mjukt(!)
Upphettning och snabb kylning	Hårt och sprött. Bryts av!	Magnetiskt	Amorft	Kolstål Martensit	Knivar svärd
Anlöpning Långsam upphettning Långsam svalning	Fjädrande Stor seghet	Magnetiskt	Mellanform mellan organiserat och amorft Stabilisera strukturen	Ferrit Lösa ut spänningar	Fjädrar

1. Skriv ner dina iakttagelser. Hårnålen från början är ganska mjukt, går att räta ut, dock lite fjädrande och magnetisk.
5. Efter glödning och långsam svalning är järnet mjukare och icke (endast lite) magnetiskt. Austenit
7. Efter glödning och snabb avkylning har järnet blivit kolstål och är järnet hårt, sprött och går lätt av och magnetiskt. Martensit
9. Efter anlöpning är järnet hårt och fjädrande. Ferrit



Figur 1: www.jernkontoret.se Idén från Dr. David Katz www.chymist.com