

Varmebehandling av stål

© Frey Publishing



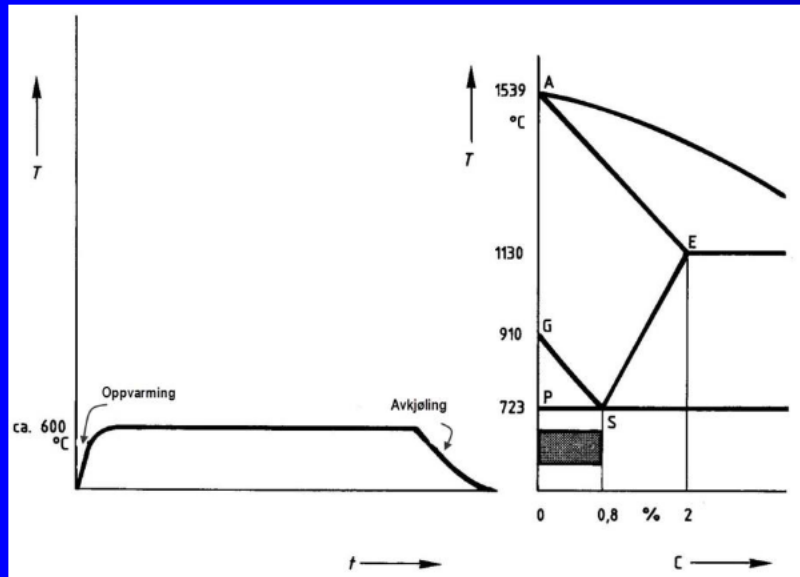
Japanske sverdsmeder i arbeid. Gjennom generasjoner har kunnskaper om varmebehandling av metaller gått i arv fra far til sønn. Som eksempel kan vi nevne kunnskaper om hvordan man herder et sverd. Dette var en svært nøyaktig prosess, og den ble ofte foretatt som et ritual. Ved å følge en fastlagt seremoni ble stålet varmet opp til riktig temperatur. Denne temperaturen ble holdt tilstrekkelig lenge til at de metallurgiske prosessene fikk gjøre seg ferdige og avkjølingen gikk akkurat så hurtig at sverdet ble sterkt og hardt. I Japan lager sverdsmeder den dag i dag sverd av uovertruffen kvalitet etter slike metoder. Ingrediensene er jern, ild og vann.

I vår tid har moderne undersøkelsesmetoder gjort det mulig å sette opp sikre varmebehandlingsprosedyrer. Vi vet med stor nøyaktighet hva som skjer i materialene og hvilke resultater vi kan forvente.

Viktige varmebehandlingsmetoder:

- RekrySTALLisasjon
- Normalisering
- Mykgjøding
- Herding av karbonstål
- Herding av legerete stål
- Anløping
- Spenningsgløding
- Overflateherding

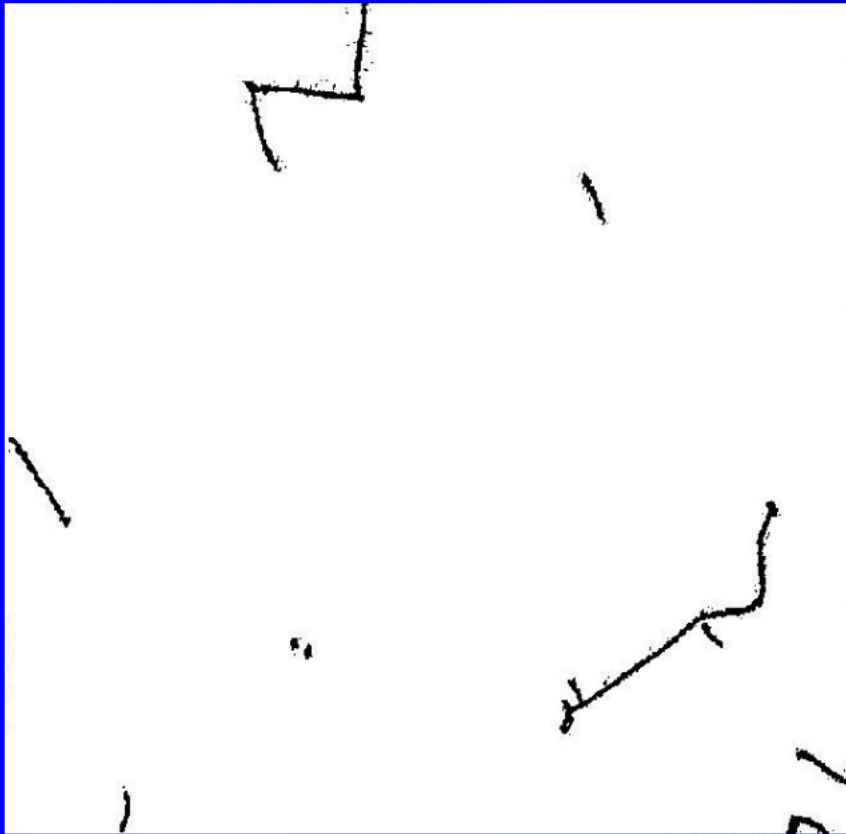
RekrySTALLisasjon av undereutektoid stål



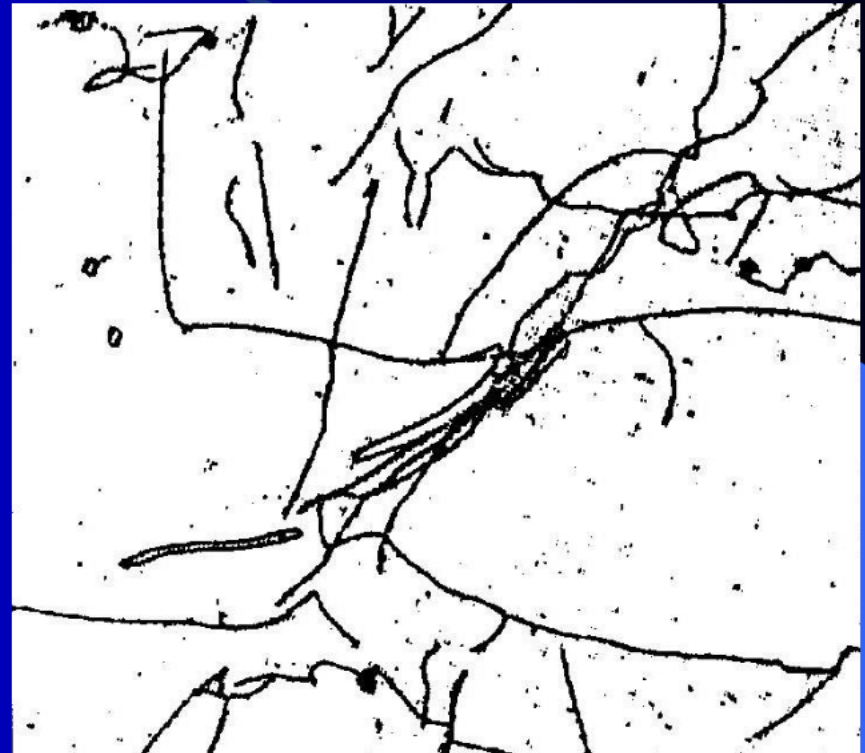
- RekrySTALLisasjon (spenningsgløding) blir gjort på undereutektoid stål, først og fremst stål med inntil 0,25 % C, for å danne nye korn, det vil si *rekrySTALLiserte* korn med normal dislokasjonstetthet, etter at materialet har blitt arbeidsherdet gjennom kaldbearbeiding.
- RekrySTALLisasjonstemperaturen er den temperaturen som gir et kraftig bearbeidet materiale 95 % rekrySTALLiserte korn på 1 time. Den avhenger blant annet av bearbeidingsgraden. Dersom kaldbearbeidingen er under 30 – 40 %, vil materialet ikke rekrySTALLisere.
- Under rekrySTALLisasjonen blir stålet varmet opp til 80 til 170 °C under 727 °C. Stålet blir holdt ved denne temperaturen en tid, for deretter å bli avkjølt i luft.

Virkningen av kald bearbeiding

Under kaldbearbeiding blir det dannet nye dislokasjoner hele tiden. Dislokasjonene hindrer bevegelsene til hverandre. Materialet arbeidsherder.

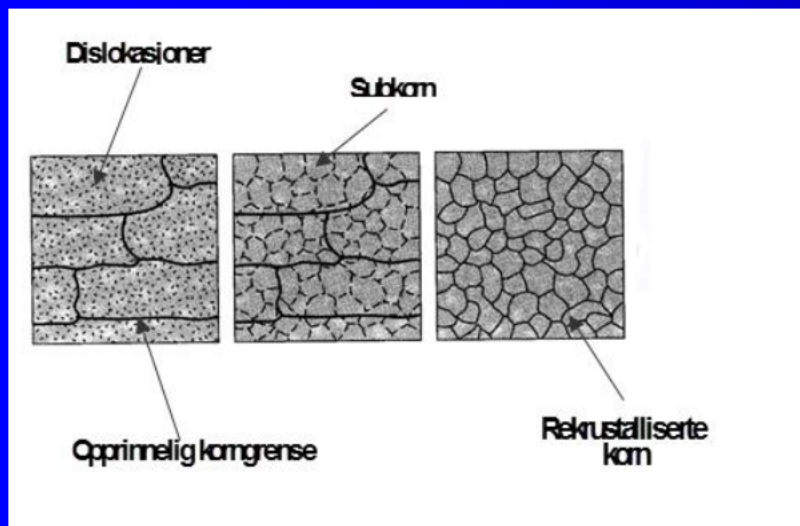


Dislokasjoner i et ubearbeidet stålmateriale



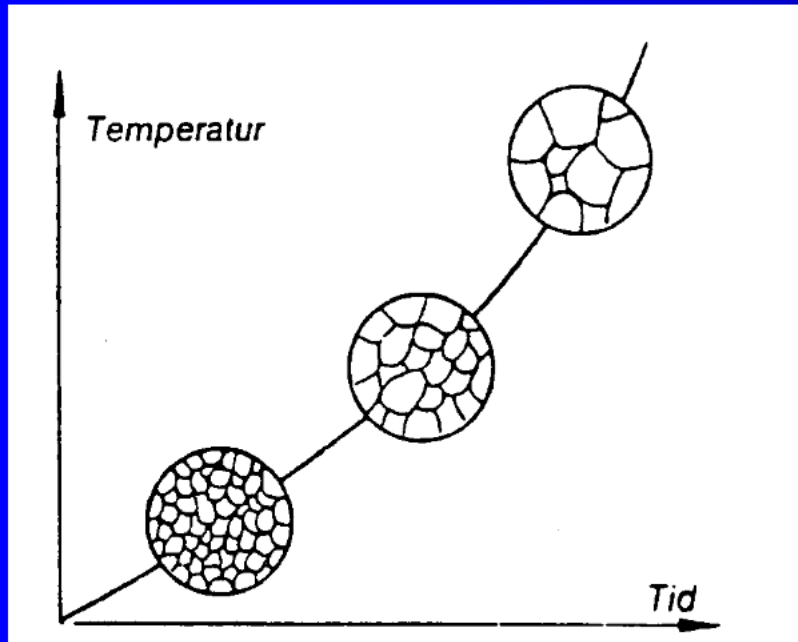
Dislokasjoner i et stålmateriale som er kraftig kaldbearbeidet

Gløding-rekrystallisering-gjenvinning



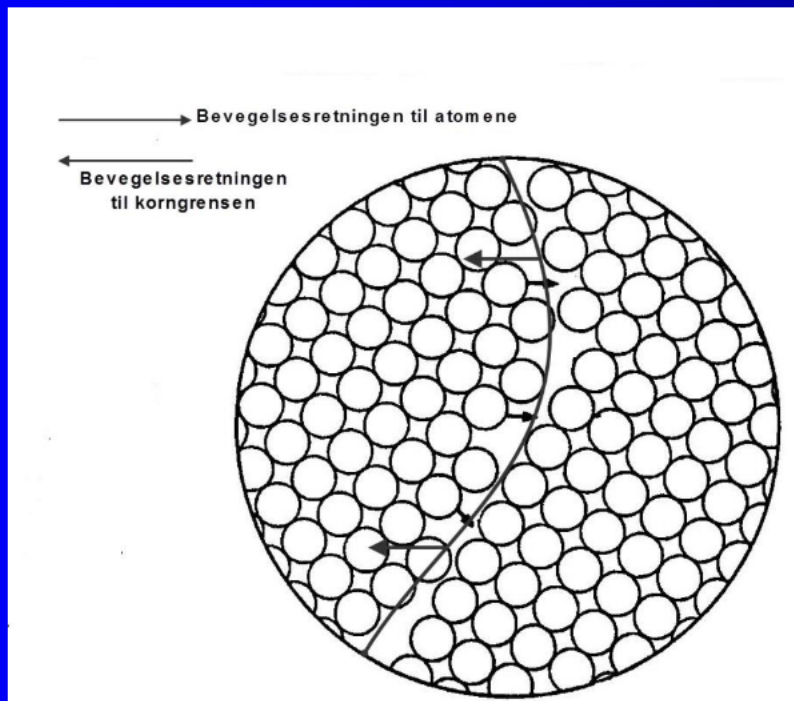
- Økt antall dislokasjoner i materialet innebærer en lagring av energi. Tendensen i naturen til minst mulig energi er drivkraften til at materialet reduserer antall dislokasjoner.
- Det første som skjer er at den tilførte varmen gjør at dislokasjonene beveger seg og former nye korn grenser. Materialet får en *subkornstruktur*.
- Deretter dannes det nye korn med normal dislokasjonstetthet. Disse kimdannes på steder der energitettheten er spesielt høy, det vil si på korn grensene til de gamle kornene, og spesielt der korn grensene danner hjørner.

Normalisering - hensikt

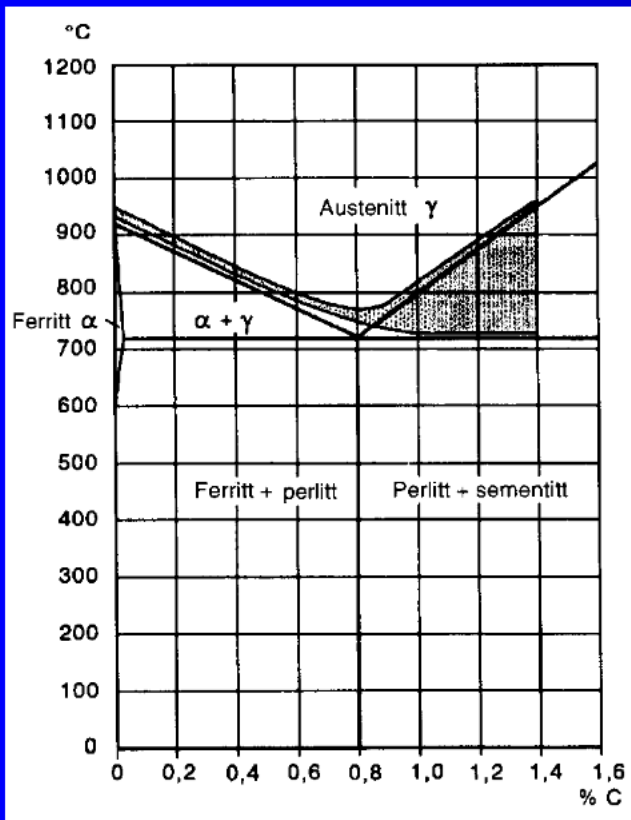


- Varmebehandling, sveising og kald bearbeiding som valsing fører ofte til kornvekst. Kornene har en tendens til å spise hverandre opp ved høy temperatur over lengre tid.
- Grovkornet struktur er som regel uønsket

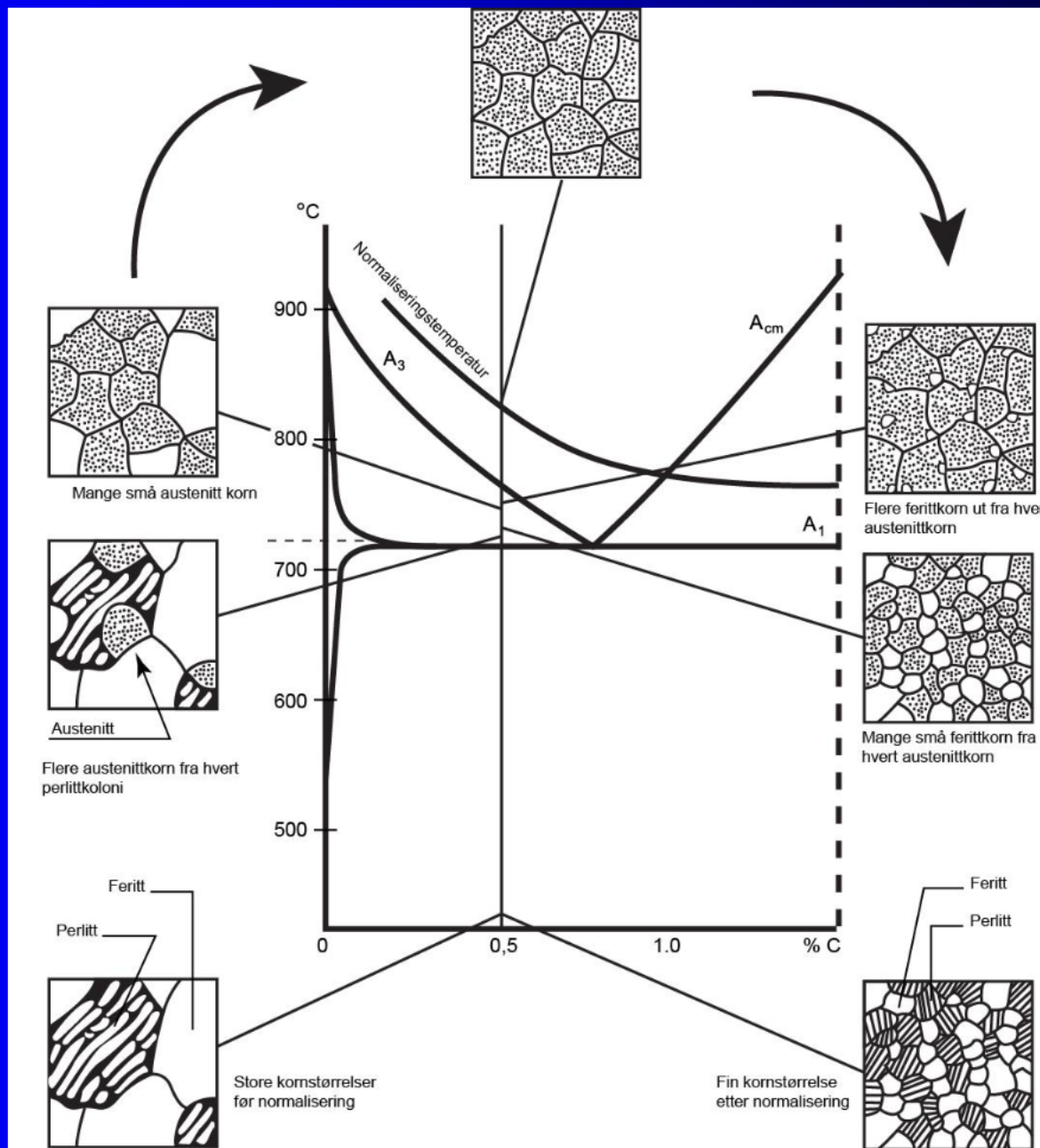
Kornvekst foregår ved diffusjon



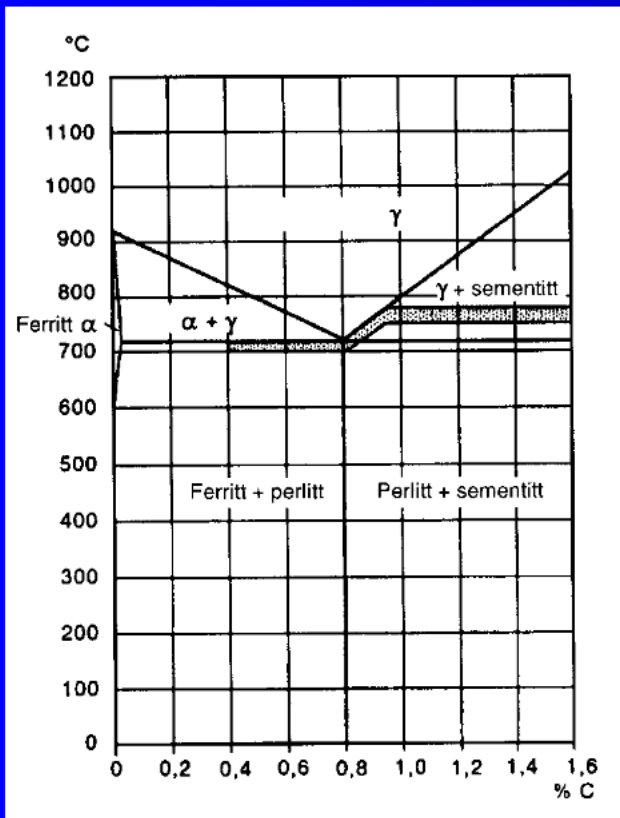
Normalisering



- Ved gjenoppvarming til skravert felt dannes det finkornet austenitt i korngrensene.
- Ved langsom avkjøling (luft) omdannes austenitten til finkornet ferritt/perlitt eller sementitt/perlitt.

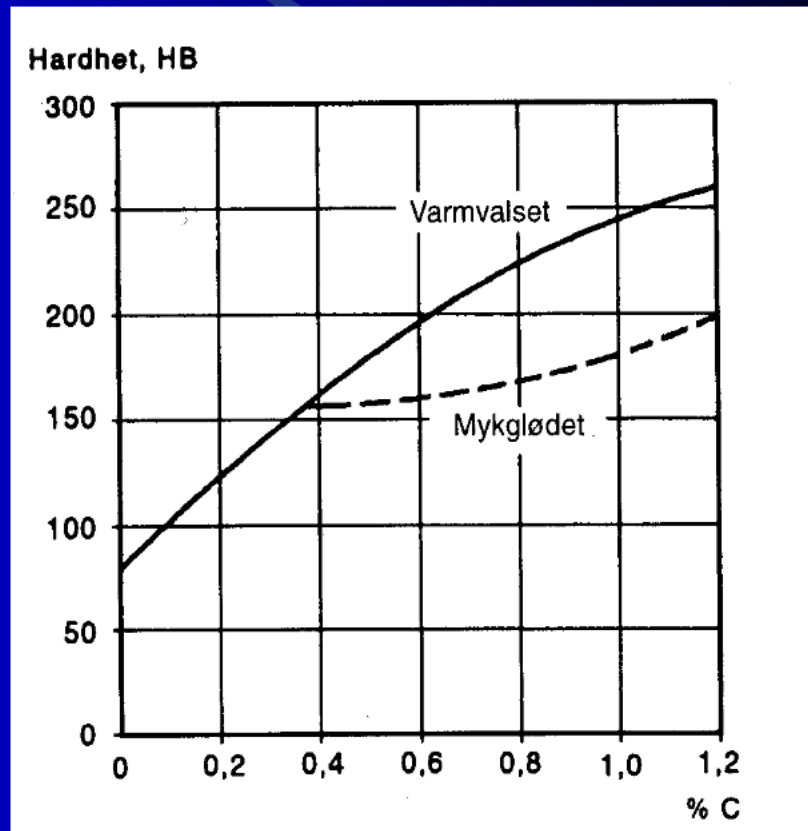
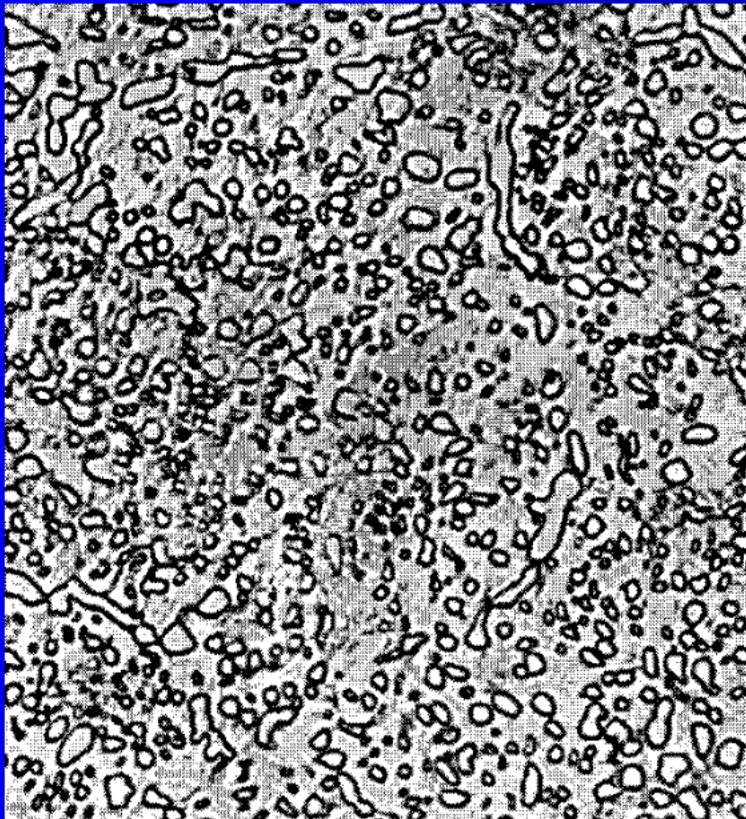


Mykgløding

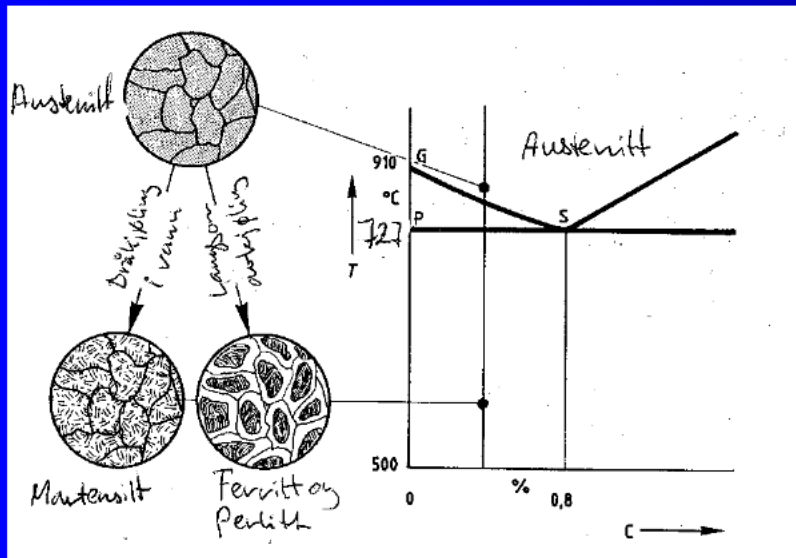


- Vi mykgløder for å redusere hardheten til stålet slik at det skal bli lettere å forme
- Stål med mindre enn 0,4 % karbon blir ikke mykglødet
- Undereutektoid stål glødes til 700 grader i noen timer
- Overeutektoid stål glødes til 750 grader, holdes, kjøles langsomt til 700 grader, holdes.

Virkningen av mykgløding

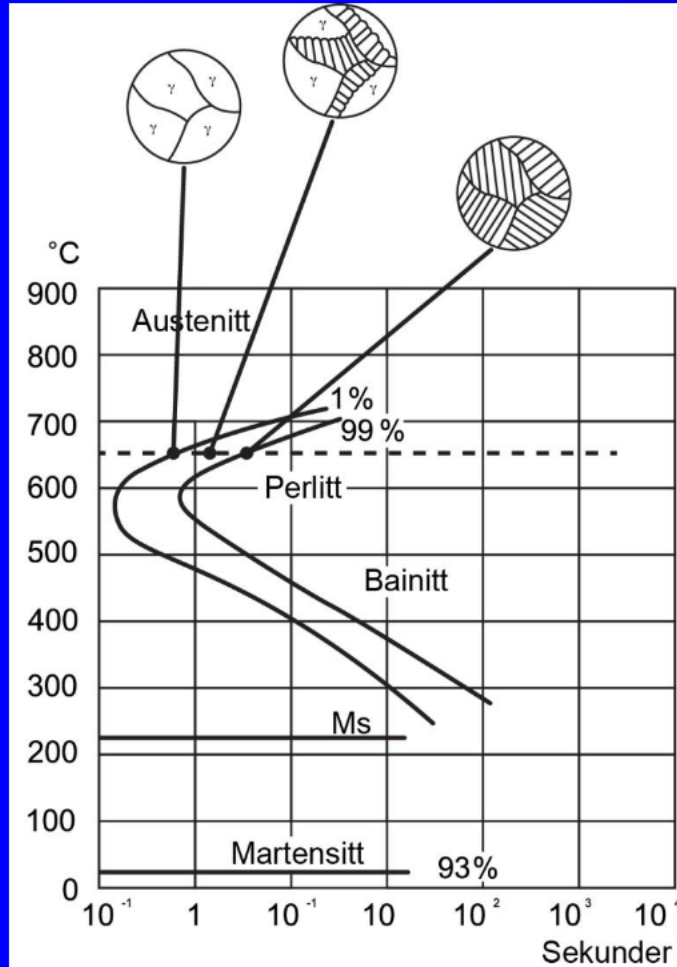


Herding av underereutektoid stål



- Hensikt: Øke hardhet og slitestyrke
- Prosess: Oppvarming til austenittområdet. Bråkjøling i vann
- Langsom avkjøling fra austenittområdet gir ferritt og perlitt
- Bråkjøling gir den svært harde strukturen martensitt

Bråkjøling – underkjøling – Hva skjer ?



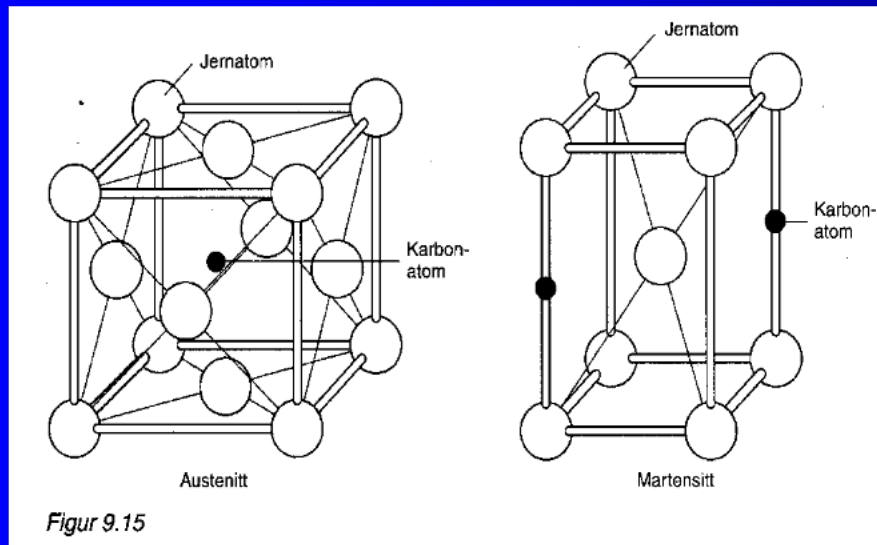
- Fasediagrammet erstattes av TTT-diagram. TTT står for Time-Temperature-Transformation
- Ved 727 °C er inkubasjonstiden lang. Det betyr at det tar lang tid før perlitt kimdannes i austenitt. Deretter diffunderer atomene hurtig, slik at perlitten blir grov.
- Ved underkjøling kimdannes perlitten hurtigere og på flere steder. Diffusjonshastigheten er lavere, og perlitten blir fin.
- Ved rask underkjøling skjer ingen diffusjon.

Martensitt

Knallhard herdestruktur som dannes ved meget rask avkjøling

I stål med mindre enn 0,2 % C dannes det overmettet BCC-struktur

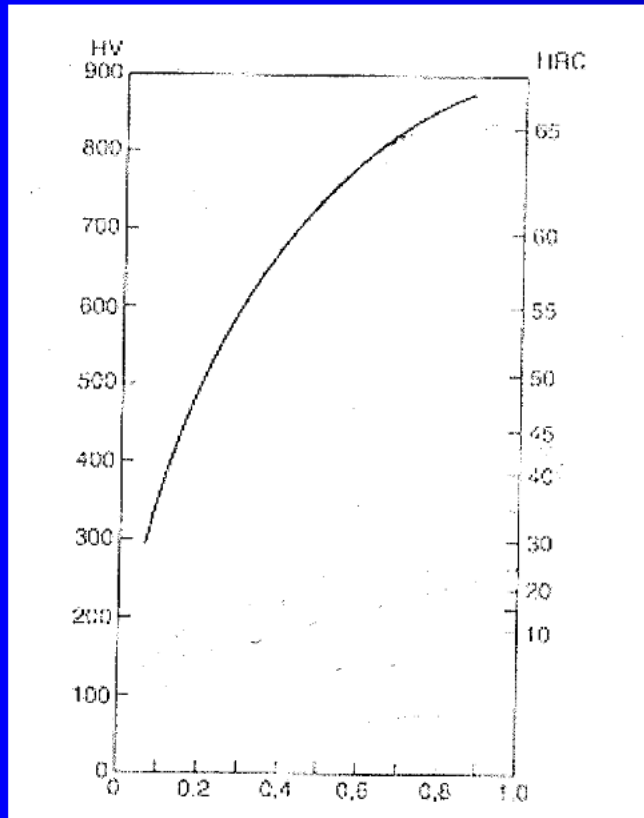
I stål med mer karbon dannes det romsentrert tetragonal, BCT, martensitt



Bainitt

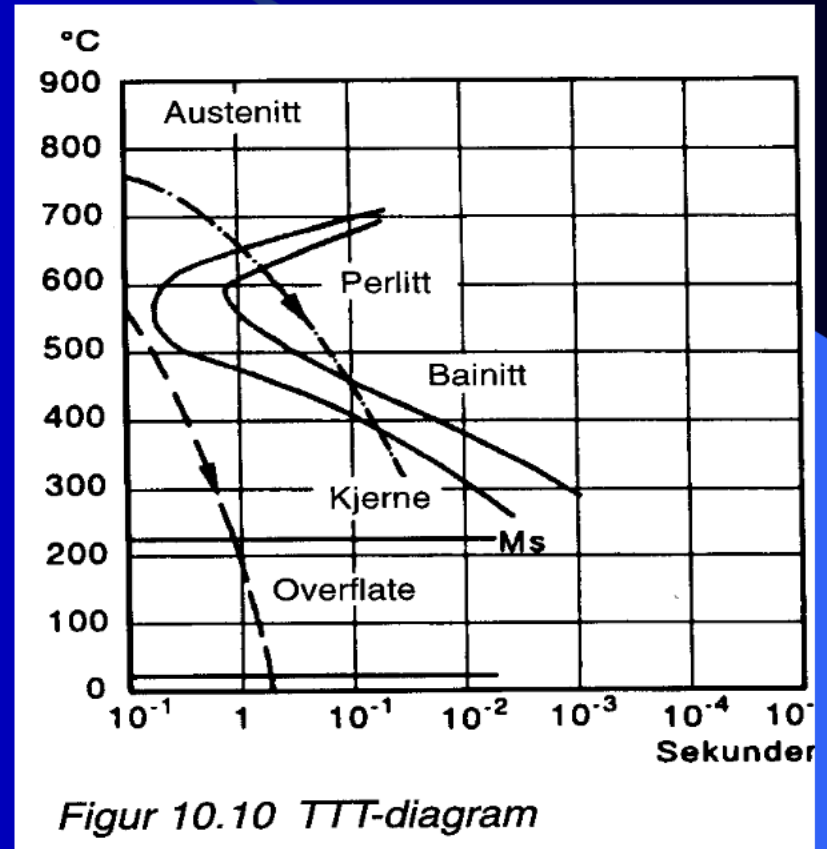
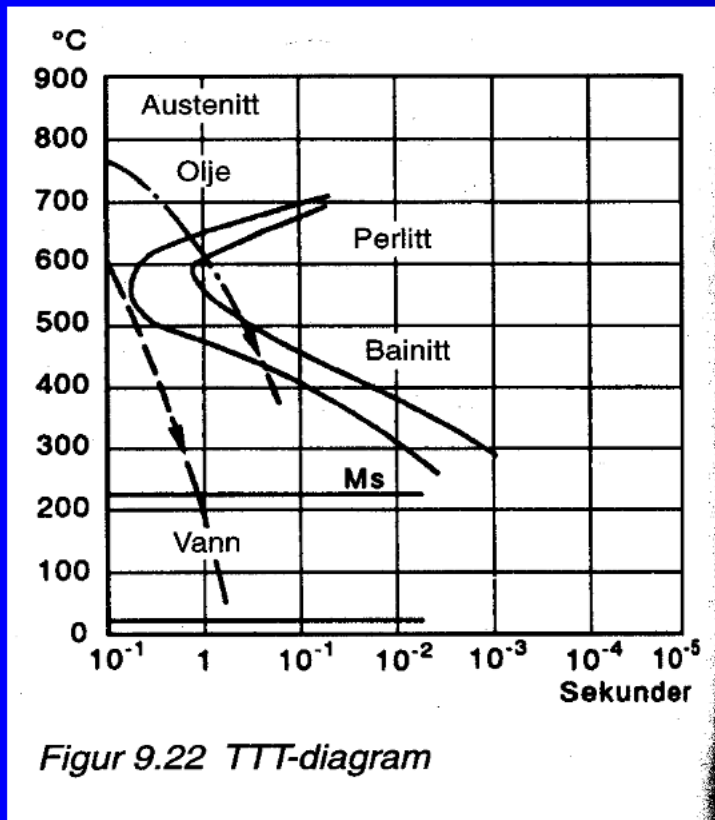
- Perlitt dannes mellom 550 og 720 °C. Martensitt dannes ved 220 °C. Det er altså et område på ca 300 °C der ingen av delene dannes
- Bainitt er en hard herdestruktur som dannes ved rask avkjøling
- Karbonet er utfelt som karbider

Effekten av martensittherding

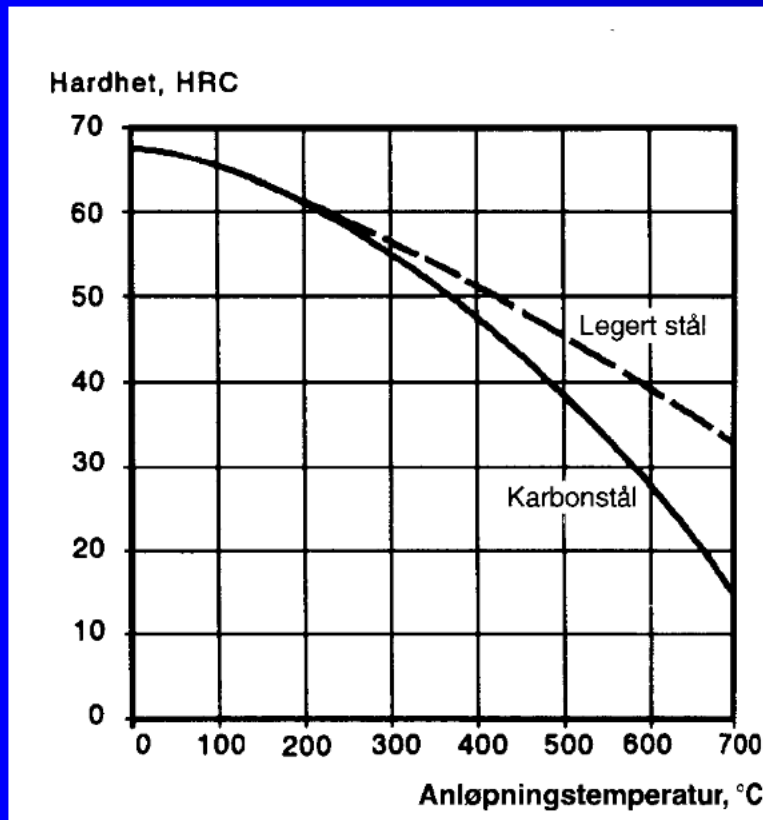


- Bøet kurve gjelder martensitt. Ofte regnes 0,2 – 0,3 % C som nedre grense for martensittherding av stål.

TTT - diagram



Anløping

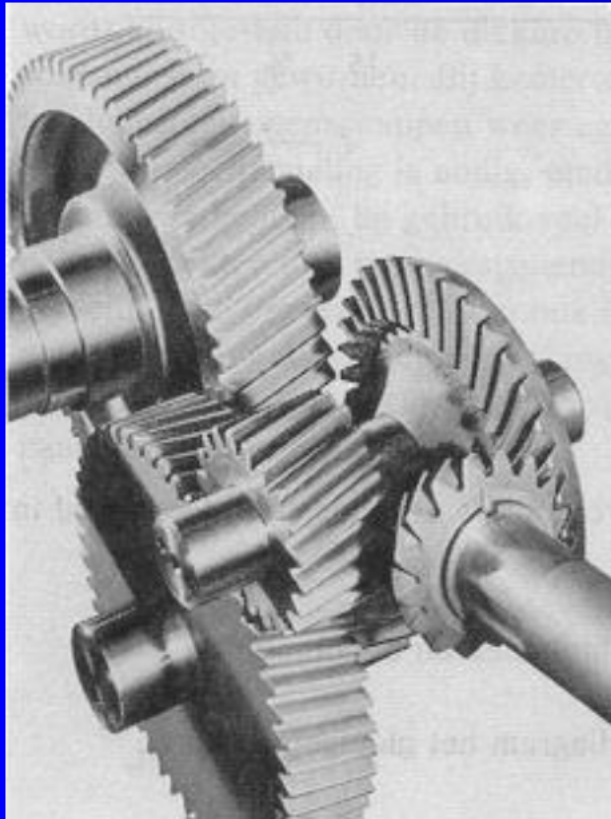


- Herding fører til styrke og hardhet men reduserer duktilitet
- Anløping vil si å føre noe av martensitten tilbake til ferritt og sementitt. Dermed kan vi oppnå egnet kombinasjon av hardhet og duktilitet

Spenningsgløding

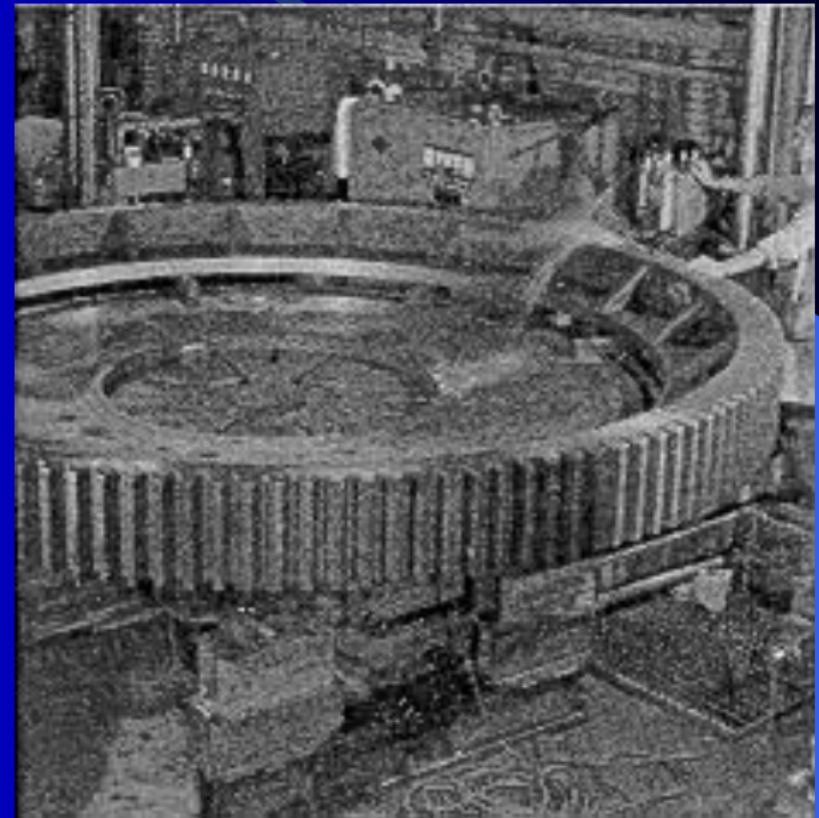
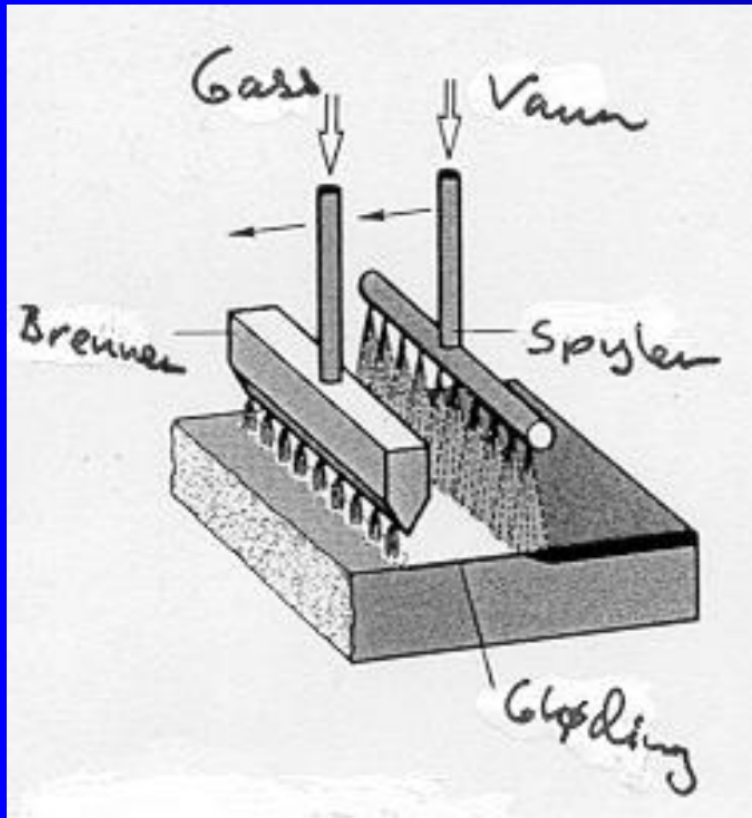
- Hurtig avkjøling kan føre til termiske spenninger, fordi overflaten avkjøles raskere enn kjernen
- Termiske spenninger kan fjernes ved gløding i 5 – 600 °C i flere timer

Overflateherding

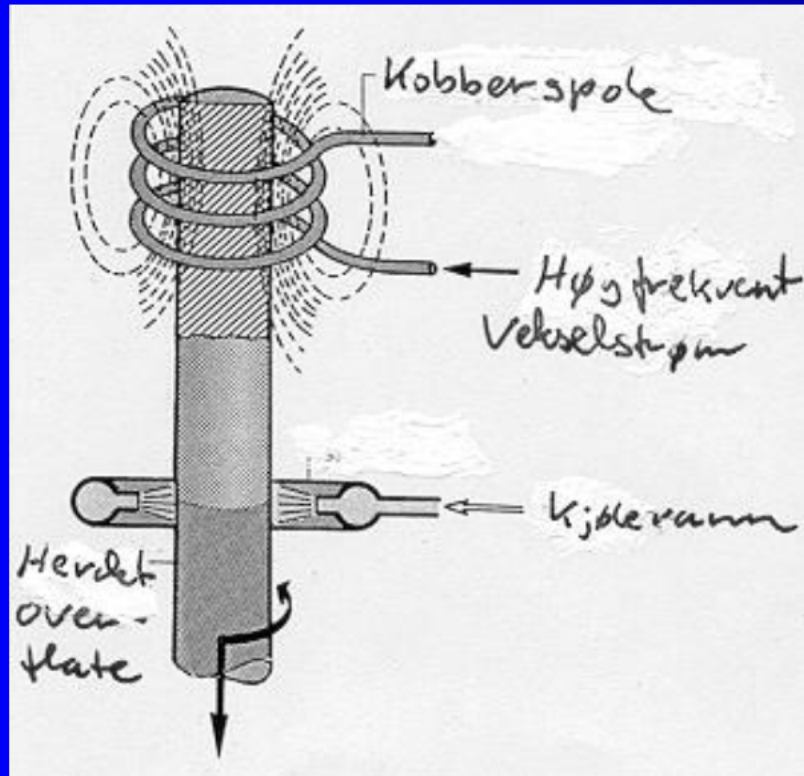


- Hensikt: Lage maskindeler med hard, slitesterk overflate og seig kjerne
- Termiske metoder: Flammeherding og induksjonsherding
- Termokjemiske metoder: Settherding, nitrering

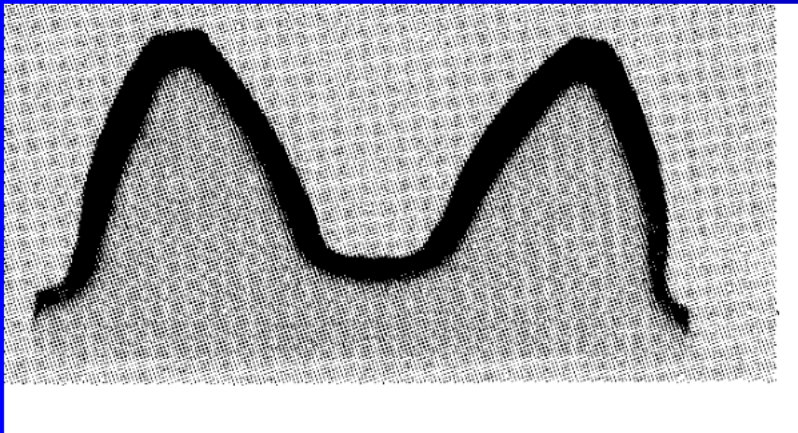
Flammeherding



Induksjonsherding

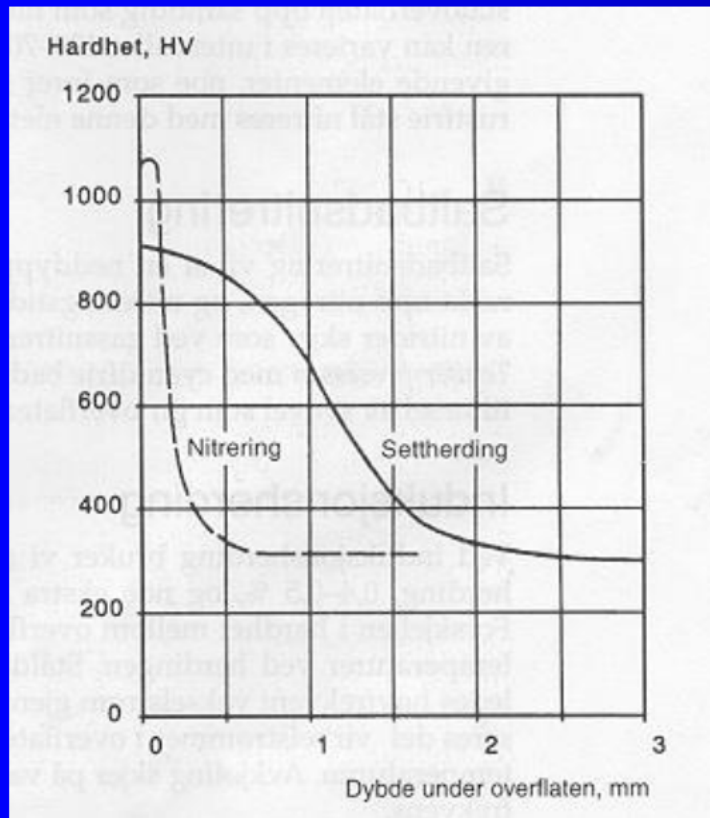


Settherding



- Oppkulling ved Ca. 900 °C i karbonpulver, saltbad eller karbonavgivende gass
- Herding direkte fra fra oppkullingen eller etter normalisering
- Anløping

Nitrering



- Nitrogen tilføres overflaten ved diffunderer inn i stålet og danner harde nitrogenforbindelser
- Ofte settherdes stålene først

