



Mønstersmedning



<b>Mønstersmedning .....</b>	<b>4</b>
Lidt historie .....	4
Udførelse .....	5
Et eksempel:.....	6
Hvordan får man mønstret frem?.....	7
Hærdning.....	8
Anløbning .....	8
Mønsteret .....	8
Wootz-metal/-stål .....	9



# MØNSTERSMEDNING

## LIDT HISTORIE

De tidligste anvendelser af jernet<sup>1</sup> skete i Lilleasien, blandt paflagoner, chalyber og hittitter ca. 1500 år før vor tidsregning. Det var blødt jern udvundet af jernmalm med lav kulstof indhold (< 0,4%), som man ikke kan hærde eller slibe skarpt. Det sjældnere jern med højt kulstof indhold, måtte man fremstilling ved såkaldt indsætning<sup>2</sup>. Man fandt på at smede det billige bløde jern sammen med det dyrere hårde og skøre jern med højt kulstofindhold. Herved fik man klinger, som var fleksible under brug uden at knække og samtidigt kunne holde sig skarpe.

Klingerne blev videre forarbejdet og omsat i hele mellemøsten bl. a. i Damaskus, heraf navnet, og klingerne var vidt berømte.

I starten af vikingetiden fremstillede viking smedene på tilsvarende måde flotte klinger ved essesvejsning af forskellige andre ståltyper, såkaldt mønstersmedning. Stålet blev importeret fra Frankrig og andre lande i sydeuropa.

En mønstersmedet klinge er hverken mere holdbar eller kan holde sig skarp længere, sammenlignet med dagens moderne ståltyper. I dag mønstersmeder man for at lave så dekorative klinger som muligt. Smedningen foregår i essen hvor man ved opvarmning til såkaldt svejsetemperatur får flere lag stål til at smelte sammen til en stålblok ved samtidig brug af et flus middel, oftest borax eller kvartssand. Flusmidlets funktion er at forhindre/ bremse jernoxiddannelsen på de varme stålfader, idet fladerne ikke kan smelte sammen, hvis de er belagte med jernoxid.

Essen kan være en kulesse, fyret med smedekul eller bedre endnu trækul. Brug af trækul har mange fordele (jævn forbrænding, god kontrol af temperatur) men der er et stort forbrug af trækul under processen. Smedekul er billigere, giver god varme men ulemper er bl. a. røgudvikling og lugtgener. Gasesser er at foretrække, men det er selvfølgelig et personligt valg. De er dyre i indkøb, er meget nemmere at anvende, og man har god temperaturkontrol.

Stålet til mønstersmedning sammensættes i dag af ståltyper, hvor kontrasten mellem stålagene er stor. Der er et utal af varianter. En variant er lag af nikkelstål alternerende med kulstofstål (nogle gange kaldet BÖHLER stål). Kontrasten i det færdige resultat er stor.

Flusmidlet kan være borax, hvilket de fleste bruger. Borax er er stoffet dinatriumtetraborat decahydrat, som kemisk formel skrevet enten  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  eller  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Stoffet virker ved at forhindre oxydering af det gloende stål. Når man smeder, kan man nemt se dannelsen af glødeskaller på jernet. Glødeskaller er netop dannelsen af jernoxid, idet det varme stål meget villigt reagerer med ilt under dannelsen af glødeskaller (jernoxid).

Så ved mønstersmedning skal jernoxideringen undgås, ellers hæfter lagene ikke sammen.

Flusmidlet kan også være kvartssand, hvilket blev brugt tidligere. Temperaturen skal være meget høj ved brug af kvartssand som flusmiddel. Borax har lavere smeltepunkt og er nemmere at håndtere. Borax har fortrængt brugen af kvartssand.

Hvis man på den anden side ikke laver mønstersmedning, kan man smede en kniv blot af eet lag stål. Mange ståltyper findes. Man kan som en variant ved knivens videre fremstilling undlade at slibe den blank, og beholde laget af glødeskal (råsmedet klinge), som er meget bestandigt mod korrosion etc.

---

<sup>1</sup> [https://denstoredanske.lex.dk/jern\\_\(historie\)](https://denstoredanske.lex.dk/jern_(historie))

<sup>2</sup> <https://denstoredanske.lex.dk/indsætning>

# UDFØRELSE

Man samler en "pakke" af stålstykker, der skal svejses sammen. Et eksempel kan være lag af kulstofstål med højt indhold af kulstof (**BÖHLER 720**) og **Nikkel stål**. Alternativer til BÖHLER 720 er C20 og C75 stål med god kontrast til det blanke nikkelstål.

*C20 (1.0401) ulegeret stål, 0,17 - 0,23 % C, 0,30-0,60% Mn, < 0,40% Si, fosfor, svovl*

*C75 (1.1248 eller AISI 1075) stål, 0,7-0,8% C, Mn 0,6-0,9%, Si 0,15-0,35%, P 0,04%, S 0,04%*

**BÖHLER 720** stålet kaldes også 02 stål, 1.2842 eller 90MnCrV8. Det indeholder :

Kulstof 0,90 %, Si 0,25 %, Mn 2 % Cr 0,35 %, V 0,10 %

**Nikkelstålet** indeholder

kulstof 0,75%, Nikkel 2 % + flere andre metaller (Si, Mn, Cr)

Pakken samles med lag af Nikkelstål, skiftevis BÖHLER stål. Start og slut med Nikkel stål.



Antal lag i pakken er en smagssag. Står man alene med smedningen, anbefales 7 lag (4 lag Nikkelstål, 3 lag BÖHLER stål). Specielt, når man skal strække (forlænge) stålpakken, er flere lag end 7 en ulempe, idet der skal bruges mange kræfter til strækningen. Alternativt kan en medarbejder, god ven, arbejdsdreng, hustru o.l. hjælpe til med en stor forhammer, klaphammer, hvis man kan få overtalt vedkommende til det. Har man adgang til en fjederhammer eller presse, kan man passende lade maskinerne om det tunge arbejde, så her kan man bruge flere lag efter behag. Længden af pakken er en smagssag. 7-10 cm kan være passende, men prøv dig frem. Man sørger for at fladerne er rene og blanke, ellers sliber man. Pakken holdes sammen med tynd ståltråd, eller bedre endnu, holdes sammen med en mindre svejsning, hvis man har adgang til et svejseapparat.

*Pakke med 7 lag*

Når man varmer op i essen, kan man holde med tang eller svejse en jernstang fast på pakkens ende. Dette er oftest den nemmeste løsning, og så bliver man fri for at kæmpe med tangen. Før eller siden skal man dog alligevel lære at bruge smedetænger, så det er måske værd overveje, hvad man vil bruge som holder. Der findes et utal af smedetænger, hvert med sit formål.

Varm op til svejsetemperatur (lys gul, næsten hvid farve), tag pakken ud af essen, drys borax på kanterne og enden, ind i essen igen. Her vil man se, at stålpakken "sveder", boraxen smelter og med at dreje pakken rundt får man det flydende borax ind i alle revner. Når svejsetemperaturen er nået, måske ser man en gnist springe, fjernes pakken, og man slår med faste slag på pakken. Start fra stangen og derefter udad. Dette kaldes hæftesvejsning og er ikke den egentlige svejsning. Man opnår ved hæftesvejsning at få fladerne til at hæfte sammen og udglatte evt. ujævnheder. Her er det desuden vigtigt at al flusmateriale slås ud af pakken uden at efterlade lommer af flusmiddel, som ellers vil forhindre sammensmeltning af lagene.

Den egentlige essesvejsning sker nu ved igen at drysse borax på, varme op til svejsetemperatur, hvorefter man med raske slag slår på pakkens flade. Start ved stangen, gå udad midt på, tilbage langs den ene side og til slut udad langs den anden side.

Denne proces skal gå hurtigt, jo hurtigere desto bedre. Brug ikke for tung en hammer.

Nu er svejsningen ovre. Alle lag er principielt smeltet sammen. Tag stålbørsten og rens siderne for at se, om der er tegn på, om der skulle være en længdegående mørk revne, som ikke er svejset sammen. Er det tilfældet, eller er man i tvivl, så bare gentag processen.

Nu skulle pakken være færdigsvejset og den skal kunne tåle kraftig smedning både på fladen og på kanterne. Kraftige slag på kanten er en god måde at checke, om svejsningen er lykkedes. Ingen af lagene må åbne sig. Er det tilfældet, er skrotkassen klar til et nyt "medlem".

Nu skal pakken strækkes til godt dobbelt længde. Slå skiftevis på fladen og kanterne. Når længden er nået, folder man.

Selve foldningen kan gøres på flere måder. Nogle smede skærer 3/4 gennem pakken f. eks. midt på, folder sammen, og arbejder videre herfra. Andre foretrækker at skære helt igennem. Fordelen ved at skære helt igennem skulle være, at det kan være vanskeligt at få svejsningen til at lykkes, der hvor bøjningen sidder. Andre igen strækker stålet længere og skærer op i flere mindre stykker. Smag og behag.

Inden man svejser foldningen sammen, skal de flader, der møder hinanden, være slebet rent for jernoxid. Brug vinkelsliberen eller en fil efter behag. Svejs nu sammen igen som gennemgået ovenfor. Stræk emnet, skær over/ fold igen det antal gange, man selv ønsker.

Vedrørende den sidste foldning: Flere anbefaler, at sidste foldning kun består af to blokke. Mellem disse lægger man et stykke æg- stål, således at midten af den færdige svejsede blok indeholder æggen. Ved den videre udsmedning skal man sørge for, at æggen fortsat ligger i midten. Men undgår, at den færdige klinges æg evt. kan indeholde blødt jern, hvilket er uheldigt.

## **ET EKSEMPEL:**

Start med 7 lag. Efter endt svejsning, strækkes pakken, foldes midtpå, hvilket giver 14 lag. Stræk og fold igen og svejs. Nu har vi 28 lag. Gentag med foldning midtpå, svejs - så har vi 56 lag. Der er mange holdninger til hvor mange lag, der skal foldes til før man er færdig.



*Pakke foldet til 56 lag, dækket af den grå glødeskal.*

Man smeder ud til en kasseformet blok, hvor kanterne flugter og siderne er parallelle. Tykkelsen er ca. det dobbelte af slutknivens tykkelse.



*Essesvejsning. De første slag svejser lagene sammen.*

## **HVORDAN FÅR MAN MØNSTRET FREM?**

Formålet med alt dette er at fremstille flotte mønstre i klingen. I den kasseformede blok kan man med vinkelsliberen eller bedre en fil eller metalsav lave nogle furer i stålet. Det kan være en række parallelle furer på begge sider. Andre laver x-formede furer på begge sider. Man kan i stedet bore en række overfladiske huller i stålet. Når mønsteret er lavet, varmes op til smedetemperatur og mønsteret bankes væk på ambolten, så fladerne igen er jævne. Mønsteret er nu skjult i stålet og kommer frem senere. Er der ikke skåret mønster, får man såkaldt "wild damascus", herom senere.



*Mønster skåret i pakke med ex. vinkelsliner eller fil*

Nu kan man smede klingen færdig til den ønskede form og tykkelse<sup>3</sup>. Nogle smede foretrækker at smede klingen, mens stangen stadig sidder fast på pakken. Herefter skæres stangen af, klingen vendes og man smeder tangen ud. Andre starter med at smede tangen først, skære af og så smede klingen, mens man holder fast med en smedetang i tangen.

---

<sup>3</sup> Lars Mørch : "Nu skal der smedes. Knivbladet nr 3, Dansk Knivforening, september 2020

Når klingen er smedet til passende form, er finsmedet og planet, så den ikke er skæv i længderetningen, skal klingen afkøles langsomt. Man kan lade den ligge i den slukkede esse natten over eller køle af på andre måder som man behager. Formålet med den langsomme afkøling er at klingen skal fortsætte med at være blød. Man siger, stålet er udglødet (opvarmning til smedetemperatur, langsom afkøling).

Næste skridt er formslibning klingen, blankslibning af klingen, slibning af fas. Herefter skal klingen hærdes og anløbes. Man kan sende klingen til en ven, der kan hærde og anløbe eller man kan gøre det selv.



*Færdigsmedet klinge slebet i den ønskede form.*



*Eksempel på krydsskåret færdig klinge.*

## HÆRDNING

Klingen opvarmes langsomt til hærdetemperatur i essen. Hærdetemperaturen er nået i det øjeblik klingen mister sin magnetisme. Man varmer op og checker med mellemrum med en lille magnet, hvornår magnetismen forsvinder i klingen. Så skal der bratkøles ved at klingen dyppes i olie eller vand. Hærdning er forskellig fra ståltype til ståltype, afhængig af indholdet af legeringsstofferne<sup>4</sup>. Hærdevæske:<sup>5</sup> Dyp i længderetningen, spidsen først. Lav en skærende bevægelse i væsken, ikke fra side til side, hvilket kan give uens hærdning og skæv klinge. Nu er klingen hærdet, dvs den er hård og skør og ubrugelig. Taber man den på gulvet, kan den gå itu som glas. Klingen skal derfor anløbes.

## ANLØBNING

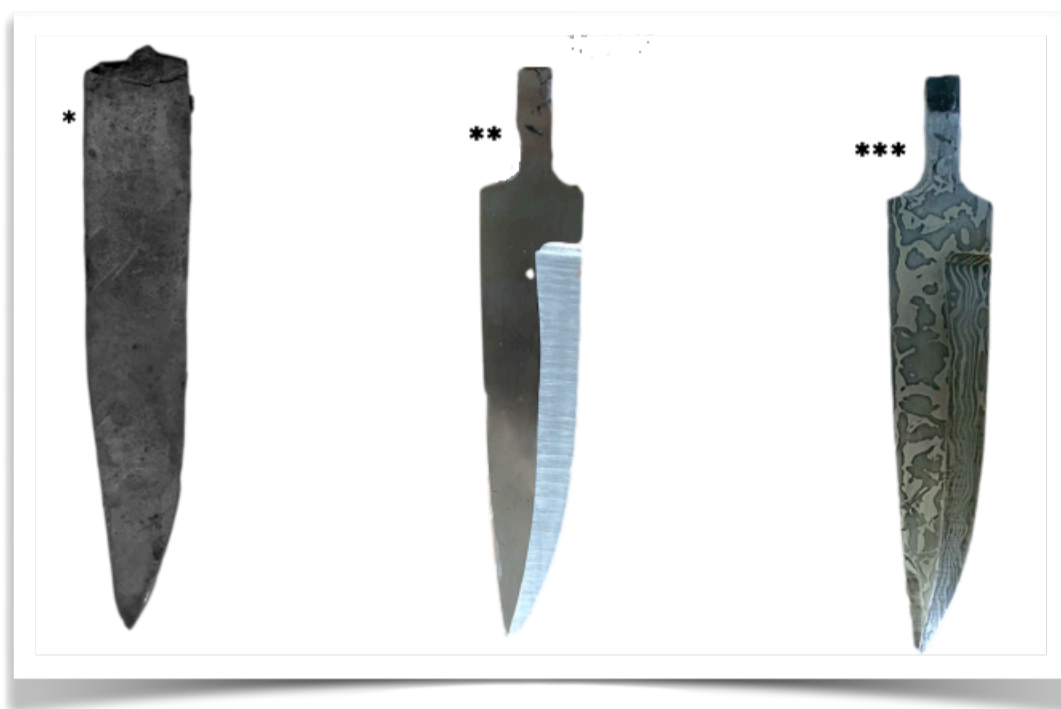
Vask klingen med sulfosæbe. Læg den i en bageoven på ca. 200 grader i ca. 30-45 min. Nu ændres krystalstrukturen i klingen; de indbyggede spændinger ophæves, klingen bliver mere sej og ikke så skør. Det er ved anløbningen, at hårdheden fremkommer. Lang anløbningstid giver en sej klinge, knap så skarp og hård. Kort anløbningstid giver det modsatte. Man har principielt ingen anelse om hårdheden ved at anvende denne måde at hærde og anløbe på. Vil man være mere sikker, bør man sende til en ven, der har en hærdeovn og som kan måle klingens hårdhed. Er klingen blot til hobbybrug, kan man klare sig som nævnt her. Man anløber typisk til (lys)strågul farvetemperatur. Slib et stykke af klingen blank inden anløbningen. Når man er færdig, vil farven på det blanke stykke være strågult.

## MØNSTERET

<sup>4</sup> Frylunds Fagteori: Materialelære: Varmebehandling af stål. <http://www.fagteori.dk/materialelaere/varmebehandling-af-staal.aspx>

<sup>5</sup> Hærdevæske. Nogle smede anbefaler følgende: Klinge < 0,5% C: Hærde i vand. 0,5-0,7% C: Hærde i saltmættet vand. Større end 0,7% C: Hærde i olie. Prøv dig frem.

Før ætsning slibes klingen let med fint sandpapir affedtes med sprit, acetone eller lignende. Nu dypper man klingen i jernklorid, og så sker miraklet! Mønsteret kommer frem. Har man skåret et mønster i klingens forud, ser man det nu. Er der ikke skåret mønster, får man såkaldt "wild damascus" mønster som vist i nedenstående figur. Hvor længe, man skal ætse med jernklorid, er en smagssag. Prøv dig frem. Når man er færdig med ætsningen, vaskes klingens med rigeligt vand, slibes med fint sandpapir til den ønskede blankhed. Andre foretrækker at ætse med saltsyre, svovlsyre eller diverse blandinger af ætsevæsker. Pas på. Det er farlige væsker at arbejde med.



*Eksempel fra en anden klinge: 42 lag. Efter smedning (\*), efter slibning (\*\*), og endelig efter hærkning, anløbning, ætsning(\*\*\*). Intet mønster skåret i klingens. Kort tange, fordi der skal svejses en gevindstang på til fiksering af skæftet.*

## WOOTZ-METAL/-STÅL

Man udviklede en helt anden måde at fremstille høj kvalitetsstål med stor fleksibilitet, styrke og evne til at holde sig skarp. Wootz stål stammer fra det sydlige Indien, hvor teknikken blev udviklet ca. 600 år før vor tidsregning. Stålet fremstilles i smeltedigel ud fra jernmalm, glasstykker, som giver Si indhold, samt blade eller bambus, der giver indhold af kulstof. Alt blev smeltet ved høj temperatur i en lufttæt digel til en homogen klump stål, der siden blev smedet til stænger og brugt til videre klingefremstilling. Der var altså ikke tale om essensvejsning af to ståltyper som ved mønstersmedning men derimod en fremstillingsmetode med sammensmeltning direkte i smeltediglen.

Produktet blev kendt som Wootz stål. Stålet har typisk et bølget mønster, der fremkommer under smeltningen.



*Wootz stål*

Mønstersmedning.  
Erik Lundorf  
erik@lundorf.dk, 2026