



REVIVAK

ambachtenacademie

CURSUS

SMEEDWERK

Inrichten van een smidse

MET DE STEUN VAN



Interreg 
EUROPESE UNIE
Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



REVIVAK
ambachtenacademie

Voorwoord

De laatste jaren is er een groeiend bewustzijn en een toenemende waardering voor verfijnd ambachtelijk werk. Deze trend vertaalt zich echter niet in meer instroom binnen de bouw en restauratiesector. Revivak is een nieuw Europees project dat jongeren en werkzoekenden wil stimuleren om te kiezen voor een job als vakman.

Revivak wil ambachtelijk vakmanschap nieuw leven inblazen. Het project wil de ambachtelijke opleidingen aantrekkelijker maken en de belangstelling voor werkgelegenheid binnen de vakmanschapsberoepen op een innovatieve manier stimuleren. Het project richt de aandacht onder andere op de bouw- en restauratiesector. Deze sectoren zijn nu nog relatief onbekend. De kennis die in Vlaanderen en Zuid-Nederland bewaard bleef, wordt vastgelegd door filmpjes of teksten en door middel van vernieuwde opleidingen met internetcolleges, internationale vakmanschapsbeurzen, excursies, bootcamps, stages, leer- en werkplaatsen verder verspreid in Vlaanderen en Zuid-Nederland.

Inhoudsopgave

VOORWOORD	3
INHOUDSOPGAVE	4
INRICHTEN VAN EEN SMIDSE	6
INLEIDING	7
1 DE SMIDSE	8
2. VEILIGE WERKKLEDIJ	10
3. VERSCHILLENDE HAMERS EN SOORTEN HAMERSLAGEN	12
4. DE SMEEDTANG.....	15
5. HET AAMBEELD	16
6. SOORTEN STAAL	18
7. DE OPBOUW VAN HET SMIDSEVUUR	20
8. TEMPERATUREN EN THERMISCHE BEHANDELING.....	23
9. VUURLASSEN/WELLEN	26
10.ALGEMENE AANBEVELINGEN	30

INRICHTEN VAN EEN SMIDSE



Inleiding

In dit deel worden de basisprincipes van het smeden behandeld voor zover ze van belang zijn voor het uitvoeren van de oefeningen die in deel 2 aan bod komen en in de mate dat ze bijdragen tot een veilige werkomgeving en collegiaal gedrag op de werkvloer. We bespreken de verschillende principes aan de hand van een aantal thema's die centraal staan in het smidsegebeuren, zoals de organisatie van de smidse, veilige werkkledij, hamers en hamerslagen, de smeedtang, het aambeeld, soorten staal, de opbouw van het vuur, temperatuur en thermische behandeling, het proces van vuurlassen/wellen. Tenslotte eindigen we dit deel met een aantal tips.

1 De smidse

Een traditionele smidse bestaat uit een aantal onontbeerlijke zaken zoals het smidsevuur, een aambeeld, een assortiment hamers, tangen en een reeks andere werktuigen zoals de staartbankschroef, de kolomboor, de bandzaagmachine, enzovoort. In ideale omstandigheden bevinden deze items zich in een matig verlicht atelier met een betonnen vloer, waar alles georganiseerd is om een optimale brandveiligheid en toegankelijkheid te garanderen.



De verlichting van het atelier wordt doorgaans niet te sterk gekozen. Het is bij het smeden namelijk zeer belangrijk om de kleur van het metaal goed te kunnen onderscheiden, omdat dit relevant is ten aanzien van het soort bewerking dat je wil toepassen op het metaal.

Een goed afzuigstelsel is van kapitaal belang. Een steenkoolvuur produceert namelijk naast een aanzienlijke hoeveelheid fijn stof ook heel wat gassen waaronder het levensgevaarlijke CO.

Een goed functionerende smidse is ook meestal op een dergelijke manier ingericht dat ze maximale benutting van de beschikbare ruimte rond het vuur en het aambeeld toelaat. Bovendien heeft ook elk gereedschap best een vaste

opbergplaats en is er meestal een stockageruimte voor opslag van onbewerkt staal.

De smidse is in de eerste instantie een werkplaats waar men dikwijls met



meerdere personen aan het werk gaat met metaal in verhitte toestand. Staal kan opgewarmd worden tot temperaturen rond 1400°C. Het hoeft geen verder betoog dat veiligheidsvoorschriften zeer belangrijk zijn in deze context. Let er daarom op dat je de regels van de werkplaats kent en respecteert.

Draag de vereiste beschermingskledij, probeer altijd bewust te zijn van wat je collega's aan het doen zijn en stel hen op de hoogte als je van plan bent een potentieel gevaarlijke handeling uit te voeren (zoals bv. twee stukken staal aan elkaar wellen of werken met de machinale hamer.).

Vraag altijd hulp aan een collega of aan de instructeur of atelierverschuldigde bij het uitvoeren van complexe of gevaarlijke handelingen.

2. Veilige werkkledij

Voordat je de smidse betreedt, dien je de gepaste werkkledij aan te trekken. Die bestaat bij voorkeur uit een passende katoenen overall, brandveilige handschoenen en veiligheidsschoenen, veiligheidsbril en gehoorbescherming. Men kiest doorgaans voor een katoenen overall omdat deze stof minder snel ontbrandt, maar tegelijkertijd ook eenvoudig schoon te maken is. Let erop dat je een overall draagt die goed aansluit, maar tegelijk voldoende bewegingsvrijheid toelaat. Let er ook op dat het kledingstuk zoveel mogelijk de huid bedekt. De meeste brandwonden en kwetsuren tijdens de beginfase van deze opleiding worden opgedaan ter hoogte van de handen en voorarmen.



Brandwerende handschoenen beschermen enerzijds de handen tegen brandwonden en anderzijds tegen kwetsuren ten gevolge van het hanteren van werktuigen. Bij voorkeur kies je voor lederen handschoenen die goed aansluiten ter hoogte van de pols, of handschoenen met een verlengde mouw, zodat er geen stukjes gloeiend metaal in kunne terechtkomen.

Veiligheidsschoenen beschermen de voeten tegen gloeiende stukken metaal die op de vloer kunnen blijven liggen na een bewerking en tegen vallend materiaal. Kies dan ook voor een soort werkschoen met harde (brandvertragende) zool, ingebouwde versteviging ter hoogte van de wreef en tenen en een verhoogde hiel (zodat



de broek van de overall erover past en hete stukken vallend metaal er niet in kunnen vallen).



Een veiligheidsbril is essentieel bij het bewerken van metaal. Wanneer men bijvoorbeeld twee stukken staal aan elkaar welt, ontstaat een regen van minuscule, gloeiende fragmentjes. Die kleine deeltjes springen soms aan een hoge snelheid van het werkstuk weg en kunnen zeer gemakkelijk in de ogen belanden als die niet bedekt zijn met een veiligheidsbril.

Kies een veiligheidsbril die zo goed mogelijk aansluit op je gezichtsstructuur. Rondspringende metaaldeeltjes kunnen namelijk al ricocherend ook hun weg naar de ogen vinden via de zij-, onder- en bovenkant van een niet goed aansluitende veiligheidsbril.

Kies liever geen bril met gekleurde glazen. Alhoewel dit interessant kan zijn om bij het voorbereiden van een vuurlas-procedure in het vuur te kunnen kijken, is een bril met gekleurde glazen verder niet aan te raden. Het is immers van belang om tijdens het verhitten van je werkstuk een goed zicht te hebben op de kleur van het opwarmende staal.

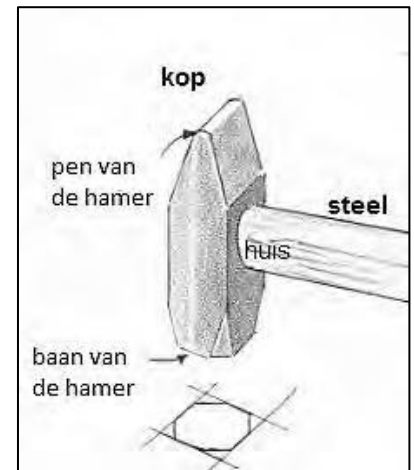
Tenslotte is een goede gehoorbescherming ook zeer belangrijk. Gehoorschade treedt op vanaf blootstelling van de oren aan meer dan 80 decibel gedurende 8 uur per dag. Gezien het feit dat een normaal gesprek tussen 2 personen op een geluidsniveau van 60 decibel wordt gevoerd, hoeft het geen betoog dat men in een atelier waar met hamers op staal wordt geslagen wel degelijke gehoorbescherming van doen heeft. Gebruik daarom altijd oordopjes of externe oorbeschermers.



3. Verschillende hamers en soorten hamerslagen

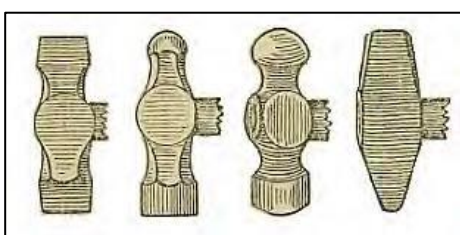
Een hamer bestaat uit de volgende delen:

- De steel: bij voorkeur gemaakt uit onbewerkt essenhout of hickory. Men laat het hout van de steel onbewerkt, omdat een met vernis bewerkte steel sneller aanleiding geeft tot blaasvorming op de huid.
- De kop: bestaat uit de 'baan', het 'huis' en de 'pen'



De smeedhamers die je zal gebruiken in het kader van deze opleiding kunnen op 2 manieren ingedeeld worden: enerzijds aan de hand van het gewicht en anderzijds aan de hand van de vorm.

Doorgaans zal je werken met een hamer van 1 tot 1,5 kg. Hiermee zal je de meeste bewerkingen kunnen uitvoeren. Voor fijnere bewerkingen of voor dunner basismateriaal zal je een lichtere hamer hanteren. Voor zwaardere bewerkingen en voor dikker basismateriaal zal je een zwaardere hamer kiezen. Wil je bijvoorbeeld een vierkant stuk staal van 100mm dik vernauwen tot 50mm, dan zal je daarvoor een voorhamer gebruiken van 4 of 5 kg in plaats van een gewone smeedhamer.



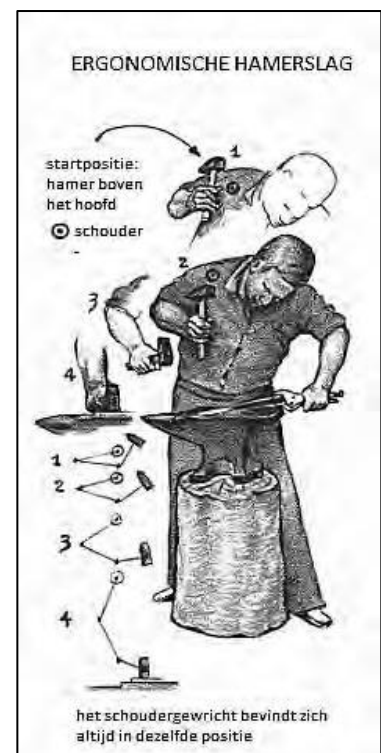
Qua vorm bestaan er veel verschillende soorten hamers, maar binnen deze opleiding volstaat het een onderscheid te kunnen maken tussen een penhamer en een bolkophamer.

Een penhamer heeft een vlakke vierkante, rechthoekige of ronde baan aan de ene kant en een smalle, lijnvormige pen aan de andere kant. De baan van de penhamer wordt doorgaans gebruikt om metaal te versmeden of vorm te geven, terwijl de pen eerder wordt gebruikt voor het drijven van metaal. Een balkophamer heeft doorgaans een grote en een kleine bolle zijde. De grootste bolle zijde zal vrijwel altijd platter zijn dan de kleine bolle zijde en kan ook gewoon vlak zijn. Dit soort hamer wordt vooral bij afwerkingsprocedures gebruikt, of om materiaal te 'drijven'. Het effect van een hamerslag is niet alleen afhankelijk van het gewicht en de vorm van de hamer, maar ook van de manier waarop de slag wordt toegebracht. Grofweg kunnen we 2 soorten hamerslagen onderscheiden:

- Plettende slag: De hamer slaat haaks op het basismateriaal met de bedoeling het te vernauwen, te stuiken of vorm te geven
- Drijvende slag: De hamer slaat niet haaks, maar onder een bepaalde hoek in op het basismateriaal, met de bedoeling het metaal te verplaatsen.

Denk altijd goed na over de bewerking die je gaat uitvoeren en kies de meest gepaste hamer.

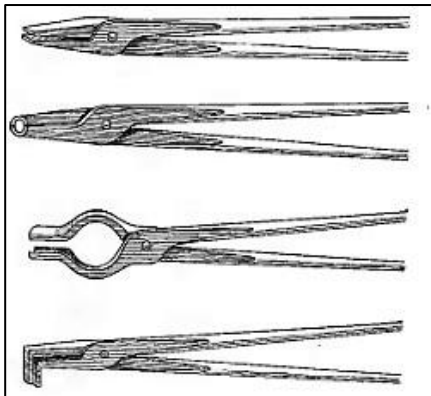
Dit is niet enkel van belang voor de techniek die je gaat toepassen op het werkstuk, maar ook voor de belasting van je eigen lichaam. Let er daarom op dat je bij het slaan de hamer van boven je hoofd laat komen en vermijd je duim op de hamersteel te plaatsen bij het vasthouden van de hamer. Laat het gewicht van de hamer zijn werk doen. Wie toch probeert om de hamer tot op het moment van contact met het basismateriaal vast te houden, zal snel merken dat de trillingen die aldus worden gegenereerd zich verderzetten op de gewrichten



van pols, elleboog en schouder. Vooral de gewrichten die zich het dichtst bij de hamer bevinden zullen hierdoor overbelast en eventueel ontstoken raken.

Verzorg dus je houding bij het slaan met de hamer en probeer te visualiseren waar je hamer moet terechtkomen. Probeer te vermijden dat je naast je werkstuk slaat. Als je met de hamer op het aambeeld slaat zal je merken dat hij terugveert. Wie niet oplet, kan op die manier zijn hamer tegen het hoofd krijgen.

4. De smeedtang

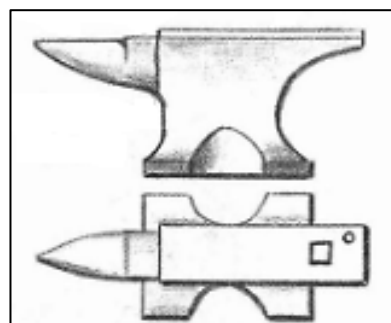


Naast de hamer is de smeedtang het meest gebruikte handwerktuig in de smidse. Dit gereedschap wordt voornamelijk gebruikt als verlenging van de linkerarm. De smeedtang stelt de smid in staat om heet staal vast te houden zonder zich te verbranden.

Smeedtangen bestaan in verschillende vormen en maten, afhankelijk van de vorm en dikte van het basismateriaal dat je wil manipuleren. Ze zijn relatief gemakkelijk zelf te vervaardigen. Binnen het bestek van deze cursus wordt het vervaardigen van smeedtangen behandeld in oefening 14.

5. Het aambeeld

Het aambeeld is het centrum van de smidse. Op dit gereedschap wordt metaal bewerkt met de hamer. Rondom moet er daarom altijd voldoende bewegingsruimte zijn en bij voorkeur bevindt het zich ook dicht bij het smidsevuur, zodat de smid geen tijd en warmte verliest bij het verplaatsen van een werkstuk naar het aambeeld.



Het aambeeld bestaat doorgaans uit massief gegoten of gesmeed staal, met daarbovenop en laag gehard staal.

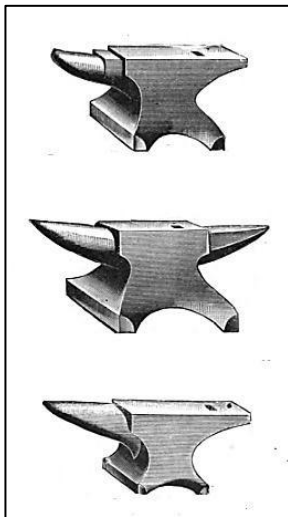
Meestal staat het aambeeld bovenop een blok eiken- of iepenhout, om de impact van de hamerslagen op te vangen. Men vindt ook aambeelden op stalen steunstructuren, of bovenop een stalen bak die met zand gevuld is.

De hoogte van het aambeeld is belangrijk voor een goede werkhouding. Idealiter komt de baan van het aambeeld op dezelfde hoogte als de onderkant van de gesloten vuist van de smid die eraan zal werken.

Kies best een aambeeld tussen 80 en 250 kg. Zwaardere aambeelden zijn niet echt nodig en onhandig zwaar. Het aambeeld bestaat uit twee 'hoornen' met daartussen de 'baan' met een rond en een vierkant gat erin. Het ronde gat gebruikt men meestal om door te slaan. Het vierkante gat dient om hulpstukken in aan te brengen, ook wel 'tassen' genoemd. Onderaan het aambeeld kan, bij bepaalde modellen, een stuikblok aanwezig zijn. Het geluid dat voortgebracht wordt door de impact van de hamerslagen op het aambeeld

kan zeer schel klinken. Om dit geluid te dempen, kan je onder een of beide hoornen een loden strip kleven.

In het algemeen onderscheidt men 3 modellen: het Engels, het Duits en het Frans model.



- Het Engels model heeft een uitgesproken ovaal afgeronde hoorn en een driehoekige vlakke hoorn.
- Het Duits model heeft twee driehoekige vlakke hoornen
- Het Frans model heeft een ronde en een vierkante hoorn.

Een rechtshandige smid zal de ronde hoorn aan zijn linkerkant en de vlakke hoorn aan zijn rechterkant houden. De plaats waar men staat als de ronde hoorn zich aan de linkerkant bevindt, noemt men de 'meesterzijde'. De andere kant wordt de 'gezelzijde' genoemd.

Verder heeft de baan van het aambeeld langs beide zijden een afgeronde rand en een scherpe rand om verschillende bewerkingen toe te laten.

6. Soorten staal

Wanneer men over smeedwerk spreekt, denkt men bijna automatisch ook aan smeedijzer. Nochtans is het basismateriaal waarvan men vandaag de dag gebruik maakt geen ijzer, maar staal. In de volksmond heeft men het dikwijls over 'ijzer' wanneer men eigenlijk 'staal' bedoelt. Ijzer is een chemisch element, behorende tot de groep van de overgangsmetalen. 5 % van het metaal in onze aardkorst is ijzer en jaarlijks produceert men op basis daarvan wereldwijd ongeveer 900 miljoen ton staal. In tegenstelling tot niet-metalen heeft het ijzeratoom een onstabiele buitenste elektronenschil, waardoor het elektronen kan uitwisselen met de andere atomen waarmee het een kristalstructuur vormt. Hierdoor hebben metalen doorgaans de eigenschap warmte en elektriciteit te kunnen geleiden en vervormbaar te zijn. Het metaal dat wij gebruiken in ons atelier noemt men 'staal', een verbinding van ijzer en koolstof die tot stand komt door ijzererts (een amalgaam van ijzergebonden elementen) te verhitten in hoogovens die een temperatuur van 4000 graden kunnen bereiken. Het element ijzer smelt reeds bij 1535°C, maar om de andere, ongewenste elementen te kunnen verwijderen en het bindingsproces met de koolstof uit de cokes te kunnen realiseren, heeft men hogere temperaturen en zeer specifieke omstandigheden nodig. Tijdens het smelten in een hoogoven, lokt men een chemische reactie uit tussen de ijzeratomen in het ijzererts en de koolstof die vrijkomt bij de verbranding van cokes. Hierbij wordt een bepaalde hoeveelheid koolstof opgenomen door het gesmolten ijzer. Verder wordt het metaal ook gezuiverd van andere ongewenste elementen. Deze restfractie noemt men 'slak'.

Afhankelijk van het percentage koolstof dat zich tijdens het smelten aan de ijzeratomen heeft gebonden, zal het metaal verschillende eigenschappen

vertonen. Is het percentage kleiner dan 1,9%, dan spreekt men van staal. Is het groter dan 1,9%, dan heeft men het bijvoorbeeld over 'gietijzer'.

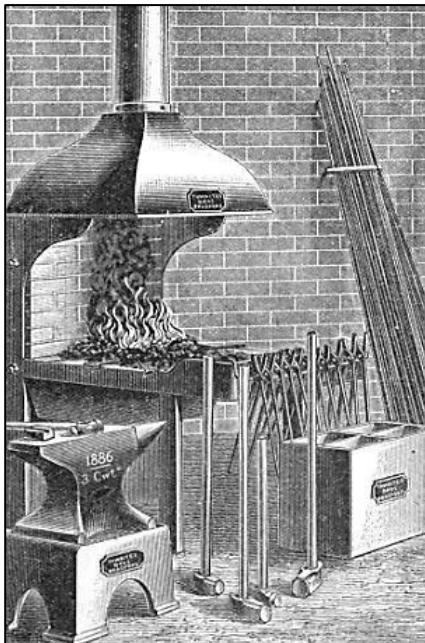
In het algemeen kan men stellen dat staal harder en brozer wordt, naarmate er meer koolstof in de legering verwerkt is. Denk, voor je begint te werken, waarvoor het stuk zal moeten dienen en welke eigenschappen het daarvoor in zich moet hebben: sterkte, oppervlaktehardheid, buigzaamheid, corrosiebestendigheid, enz. Voor elk van die eigenschappen heeft men ondertussen al meer dan 2000 verschillende soorten legeringen van ijzer met één of meer andere elementen (chroom, nikkel, kobalt, mangaan, silicium, vanadium, wolfram, koper, enz.) ontwikkeld.

In het kader van deze opleiding zal je leren werken met twee soorten staal waarvan je de eigenschappen hieronder kan terugvinden.

Constructiestaal is, zoals het woord zegt, een soort staal dat is ontworpen voor constructiedoeleinden. Het betreft een legering van ijzer en koolstof waarbij het aandeel koolstof niet groter is dan 0,25%. Er bestaan verschillende soorten constructiestaal, maar ruwweg kan men stellen dat het meestal gekenmerkt wordt door een degelijke treksterkte en rek. Dit soort staal is ook gemakkelijk te lassen en te bewerken. Het kan doorgaans ook eenvoudig koud of warm worden vervormd, maar is wel corrosiegevoelig. Veerstaal is een legering van ijzer met een aantal andere metalen en 0,75% koolstof. De eigenschappen van dit soort staal liggen in een hoge hardheid, gecombineerd met een hoge rekgrens, waardoor het bij vervorming de neiging heeft om naar zijn oorspronkelijke vorm terug te keren. Dit soort staal dient warm bewerkt te worden. Let erop dat je bij het verhitten van staal met een hoger koolstofpercentage voorzichtig te werk gaat, want bij oververhitting zal het sneller verbranden.

7. De opbouw van het smidsevuur

Elk onderdeel van het proces van metaalbewerking is belangrijk. Met de opbouw en het gebruik van het smidsevuur is dat niet anders. Een goede smid weet niet alleen hoe hij een goed smidsevuur moet opbouwen, maar ook hoe hij het moet onderhouden in functie van werkstukken die hij wil produceren.



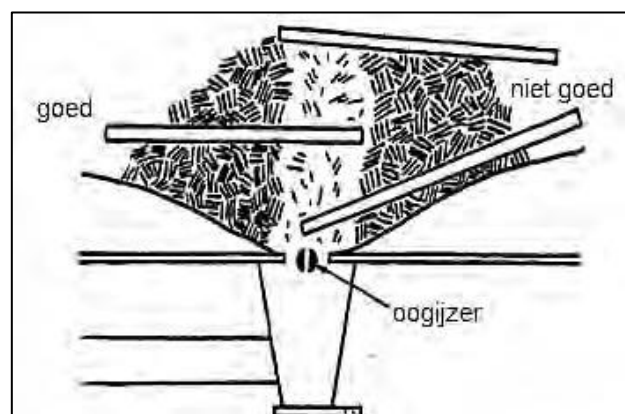
Een open smidsevuur bestaat doorgaans uit 3 onderdelen: de haard met oogijzer, of blaasmond, waarbovenop de kolen worden verbrand, een regelbare luchttoevoer en een afzuigstelsel voor de rookgassen die aan het kolenvuur ontsnappen. Verder zal er zich naast het smidsevuur een vat met water bevinden om de kolen mee te besprenkelen, om de werkstukken te koelen en eventueel ook om staal te harden.

Aan het begin van elke dag zal het eerste werk van een smid erin bestaan zijn kolenvuur te reinigen. Een gebruikt kolenvuur bevat heel wat restafval, afkomstig van het metaal dat men de dag ervoor in dat vuur heeft verhit. Schep daarom de verbrande kolen, slakken en restafval uit de haard en haal er de nog bruikbare kolen uit om straks een nieuw vuur op te starten. Gebruik vette smidsekolen voor het smidsevuur. Deze zijn anders van samenstelling dan de gewone huisbrandkolen en geven een snellere en hogere verhitting.

Zorg ervoor dat ook het oogijzer of de blaasmond vrijgemaakt is van afval. Als je smidsevuur een eenvoudige blaasmond heeft met gaatjes in, maak die gaatjes dan vrij met een slagpin. Neem wat opgerold papier of karton en wat houtschilfers indien voorhanden, plaats die bovenop het oogijzer of de blaasmond van de haard en steek het hoopje in brand. Wacht tot de vlam er goed inzit en plaats dan voorzichtig wat gerecupereerde uitgebrande kolen errond en erbovenop.

Blaas de vlam zacht aan met de ventilator en laat de uitgebrande kolen terug vlam vatten. Leg dan aan beide zijkanten en de achterkant van het ontstane vuur verse kolen. Deze zullen ontgassen door de hitte die door het vuur van de uitgebrande kolen wordt gegenereerd. Terwijl de uitgebrande kolen in volume verkleinen, zullen de verse, intussen ontgaste kolen, geleidelijk hun weg vinden naar het midden van het vuur en daar de plaats innemen van de uitgebrande kolen. Telkens wanneer de kolen aan de achter- en zijkanten van het vuur slinken, schep je er verse kolen bij die op hun beurt eerst ontgassen en dan geleidelijk naar het midden van het vuur zakken. Bij het verhitten van een stuk metaal is het zeer belangrijk om het stuk op de juiste manier in het kolenvuur te laten opwarmen.

Bij een goed opgebouwd kolenvuur bevindt de ideale plaats om staal te verhitten zich op 10 cm boven het oogijzer of de blaasmond. Op die plaats bevinden zich normaalgezien overal brandende kolen die door het verbrandingsproces de zuurstof uit de instromende lucht opgebruiken.



Door de afwezigheid van zuurstof loop je op die plaats minder kans dat je werkstuk begint te verbranden.

Probeer er daarom altijd voor te zorgen dat je stuk bij het verhitten zoveel mogelijk omgeven is door brandende kolen, zowel onder als boven.

Om een gelijkaardige reden is het belangrijk om je werkstuk niet te verhitten tussen verse kolen die nog niet ontgast zijn. De gassen die vrijkomen uit verse steenkool hebben eveneens een nefaste invloed op de moleculaire structuur van het metaal dat je wil verhitten.

Om te verhinderen dat een kolenvuur te snel opbrandt wanneer er geen gebruik van wordt gemaakt of om de omvang en vorm van het vuur te regelen, kan je regelmatig de kolen bevochtigen met een sprenkelaar. Dit eenvoudig instrument bestaat meestal uit een blikje met een gat in de onderkant, vastgemaakt aan een stalen handvat en bevindt zich idealiter in een groot vat met water naast het smidsevuur. De sprenkelaar kan verder gebruikt worden om delen van een verhit werkstuk te koelen. Het vat water kan ook dienen om stukken staal in te harden.

Een brandend steenkoolvuur kan na een bepaalde tijd beginnen sedimenteren. Gebruik daarom regelmatig een pook om de kolen wat uit elkaar te drijven zodat er terug overal luchttoevoer mogelijk is.

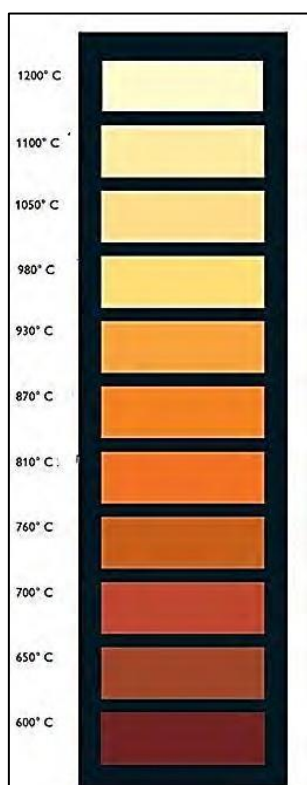
Let er ook op dat je je werkstuk bij het verhitten regelmatig omdraait, zodat de hitte zich egaal doorheen het staal kan verspreiden.

8. Temperaturen en thermische behandeling

Ijzer heeft een smeltpunt van 1535°C. Afhankelijk van de andere elementen in de staallegering, zal het smeltpunt hoger of lager liggen.



Tussen het moment waarop het staal in het vuur wordt geplaatst om op te warmen en het smeltpunt, zal het staal drastisch veranderen van kleur. Die kleuren vormen een indicatie voor de temperatuur van het werkstuk. Vanaf 600 graden zal een stalen werkstuk een kersrode kleur aannemen. Vanaf 800°C verandert het van rood naar oranje, vanaf 900 à 1000°C wordt het geel en vanaf 1200°C krijgt het stuk een felle roomwitte gloed.



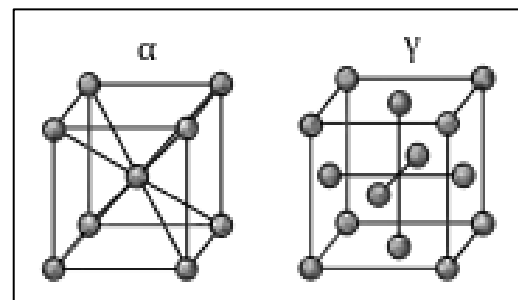
Als je een stuk staal tot boven die witte kleur verder verhit, zal je merken dat er gradueel meer stervormige vonkjes ontstaan die van je werkstuk lijken weg te springen. Dit betekent dat het staal is beginnen smelten.

Elke kleur (en dus elke temperatuur) is geschikt voor een bepaald soort bewerking. Lichte bewerkingen, zoals markeringen of versieringen aanbrengen, kunnen al vanaf het moment dat het staal een kersrode kleur heeft.

Voor zwaardere bewerkingen, zoals plooiën of kappen, heb je minstens een oranje kleur nodig. Voor zware bewerkingen die ingrijpende veranderingen teweeg brengen aan de interne structuur van het staal dien je je werkstuk te verhitten tot het geel is. Verhitting tot het staal een felle roomwitte gloed afscheidt en er vonkjes uit het vuur beginnen te springen, is enkel nodig indien je twee of meerdere stukken staal met elkaar wil verbinden door ze aan elkaar te wellen of te vuurlassen.

Thermische behandeling is een proces waaraan men staal onderwerpt om het bepaalde eigenschappen mee te geven nadat het bewerkt is. Het staal wordt opgewarmd tot op een bepaalde temperatuur voor een bepaalde tijd en dan wordt het weer afgekoeld aan een bepaalde snelheid. Deze verhitting, de duur van de verhitting en de snelheid van afkoelen, bepalen de mechanische eigenschappen van het metaal. De behandeling verandert niets aan de samenstelling van het metaal, maar wel aan de interne moleculaire structuur.

Bij kamertemperatuur heeft een staalkristal een strakke kubusgecentreerde vorm bestaande uit 8 ijzeratomen op de hoeken en 1 koolstofatoom in het midden, ook wel de alfa-vorm of perliet genoemd. In deze staat is het staal relatief zacht en plooibaar.



Als men staal verhit tot boven een temperatuur van 912 °C, transformeert deze structuur naar een lossere configuratie bestaande uit 14 atomen, ook gekend als gamma-vorm of austeniet. Bij de overgang van perliet naar austeniet, kunnen meer koolstofatomen opgenomen worden binnen de structuur van de staalkristallen. Als men het staal nu zeer geleidelijk terug zou laten afkoelen, dan zal het terugkeren naar de alfa-vorm, maar als men het aan deze temperatuur

snel doet afkoelen, door het in water of olie te laten schrikken, zullen de koolstofatomen die in het staalkristal zijn doorgedrongen niet meer de kans krijgen om zich terug los te maken en blijven ze gevangen zitten tussen de ijzeratomen. Hierdoor kunnen de elektronen op de buitenste schil van het ijzeratoom minder gemakkelijk uitgewisseld worden en ontstaat een veel harder en minder buigzaam materiaal.

Dit proces noemt men '**harden**' en de staalvorm die men na het harden overhoudt, noemt men martensiet. De eigenschappen van martensiet zijn hardheid, maar ook breekbaarheid (door de vele interne spanningen die gecreëerd werden bij het snelle afkoelen). Hierbij dient ook vermeld te worden dat het volume van staal bij harden tot 1,3% kan toenemen ten gevolge van de inclusie van koolstofatomen binnenin de staalkristallen.

Om de breekbaarheid van gehard staal te verminderen, zonder daarbij de hardheid ervan te verliezen, zal men het staal gedurende een bepaalde tijd '**temperen**'. Afhankelijk van het soort staal gebeurt dit bij temperaturen tussen 150 en 350°C. Het werkstuk wordt gedurende een bepaalde periode (afhankelijk van het volume) op die temperatuur gehouden en dan langzaam afgekoeld. Tijdens deze behandeling zal het staal een zeker percentage koolstof terug afscheiden en zal het bijgevolg minder broos worden. Naast harden en temperen verdient binnen het bestek van deze cursus nog een derde warmtebehandeling te worden vermeld, namelijk het '**homogeniseren**'. Deze behandeling wordt toegepast op koud bewerkte stukken, of op stukken waarvan aangenomen kan worden dat zich door smeedbewerking interne spanningen hebben opgehoopt. Om dergelijke stukken verder te kunnen bewerken, of om te verhinderen dat de opgebouwde spanningen zich verderzetten in de vorm van breuken of scheuren, is het aangewezen om de interne structuur van het staal terug te normaliseren. Dit wordt doorgaans bereikt door het metaal gedurende een bepaalde tijd op te warmen tot een temperatuur (afhankelijk van de legering) tussen 1000 en 1200°C en het zeer langzaam terug te laten afkoelen.

9. Vuurlassen/wellen

Vuurlassen of wellen betekent 2 of meerdere afzonderlijke stukken staal met elkaar verbinden door ze in het smidsevuur te verhitten tot het smeltpunt en ze dan met de hamer op het aambeeld aan elkaar vast te slaan.



Het is een bewerking die vandaag de dag, tenzij binnen een ambachtelijke context, nog zelden wordt uitgevoerd. Meestal worden onderdelen van een te assembleren stuk gewoon elektrisch aan elkaar gelast, enerzijds omdat deze methode veel sneller en gemakkelijker tot een goed resultaat leidt en anderzijds omdat precisiewerk, zoals het aan elkaar lassen van buizen, bijna onmogelijk te realiseren is met een vuurlas. Toch verdient de vuurlasprocedure aandacht binnen het bestek van deze syllabus, omdat het een ambachtelijke procedure betreft die een goede materiaalkennis en technische vaardigheid veronderstelt. Bovendien kan in sommige gevallen gesteld worden dat een vuurlas of welling een betrouwbaarder resultaat zal leveren dan de gelaste variant. We denken hierbij bijvoorbeeld aan de ketting die in oefening 17 aan bod komt. De schakels van een ketting kan men maken door hetzelfde basismateriaal als in oefening 17 tot een U-vorm te plooiën en daarna de benen naar elkaar toe te buigen en aan elkaar vast te lassen. Men zou op het eerste zicht een zeer gelijkaardig resultaat bekomen, maar er is wel degelijk een verschil: wanneer men 2 stukken aan elkaar vuurlast of welt, dwingt men het metaal tot in de diepte aan elkaar vast. Wanneer men 2 stukken aan elkaar vastmaakt door het elektrisch te lassen, zal het metaal vooral aan de buitenzijde met elkaar

verbonden zijn. Voor wat betreft de schakels van een ketting behoeft het dus geen betoog dat de eerste werkwijze een betrouwbaarder resultaat zal opleveren dan de tweede. Bovendien biedt de vuurlas nog een extra voordeel, namelijk het feit dat een welling ook verder versmeed kan worden, wat met elektrisch gelaste stukken niet mogelijk is. Bij het vuurlassen is het van kapitaal belang dat elke stap van de procedure zorgvuldig wordt uitgevoerd, van voorbereiding tot afwerking. Wanneer men bijvoorbeeld twee stukken staal tot smelttemperatuur verhit om ze nadien aan elkaar te wellen, dient dit te gebeuren in een van slak en andere afvalstoffen vrijgemaakt kolenvuur. Het kleinste deeltje vuil kan, indien het aan de binnenkant van 1 van de 2 te vuurlassen stukken blijft kleven, de welling doen mislukken. Zorg er dan ook voor dat je gereinigd kolenvuur zodanig is opgebouwd dat er zich enkel ontgaste kolen bevinden rondom je werkstuk. Indien je basismateriaal tijdens de verhitting in contact komt met de gassen van verse kolen, zal de welling mislukken.

Let er ook op dat je bij het uitvoeren van een vuurlas het basismateriaal overal egaal en langzaam opwarmt. Bouw daarom een kolenvuur op die manier op, dat de plaats waar je het stuk zal plaatsen om te verhitten, omgeven is door een dichte en isolerende massa brandende kolen.

Verhit het stuk traag, zodat de hitte tot in de diepte van het materiaal kan doordringen. Als je te snel opwarmt, zal je wel de witte gloed en stervormige vonkjes zien verschijnen die het bereiken van het smeltpunt aankondigen, maar bij het uitvoeren van de welling zal je merken dat de twee stukken van elkaar afglijden, omdat enkel de buitenste laag van het metaal op weltemperatuur werd gebracht.

Wanneer je twee of meerdere stukken met elkaar wil verbinden door middel van een vuurlas, dien je de afzonderlijke stukken zo voor te bereiden dat ze voorafgaand aan het wellen reeds goed in elkaar passen. Zo vermijd je dat er

lucht tussen de aan elkaar te wellen stukken gevangen komt te zitten. Gebeurt dit toch, dan zal je dit merken aan een luide knal op het moment dat je de stukken tegen elkaar vastslaat. Deze knal is afkomstig van de samengeperste lucht die van tussen de stukken ontsnapt en zal meestal een mislukte welling tot gevolg hebben.



Het is aan te raden om de aan elkaar te wellen delen voor te bereiden door ze op te stuiken. Zo vermijd je dat je tijdens het versmeden van de welling het stuk teveel vernauwt.

Om te verhinderen dat het staal tijdens de verhitting tot het smeltpunt meteen begint te verbranden door contact met lucht, maakt men gebruik van welpoeder. Dit poeder, waarvan verschillende varianten bestaan, brengt men aan op staal dat reeds kersrood is verhit. Wanneer het poeder in contact komt met het hete staal, zal het beginnen smelten en veranderen in een dun blinkend laagje dat overall goed aansluit op het staal. Dit laagje beschermt het staal tijdens de verhitting tegen de oxiderende invloed van zuurstof in de lucht. Daarom is het ook belangrijk dat de stukken tijdens het verhitten niet met elkaar of de omliggende kolen in contact komen, want dit zal het beschermend laagje beschadigen.

In vroeger tijden gebruikte men gewassen, fijnkorrelig, wit rivierzand om op een verhit stuk te strooien. Dit laagje zand veranderde onder invloed van de hoge temperatuur in glas en fungeerde aldus als bescherming tegen zuurstof. Het nadeel was wel dat men het zand op het stuk diende te strooien terwijl het in het vuur lag en het kolenvuur aldus opnieuw diende gereinigd te worden vooraleer een nieuwe lasprocedure kon ingezet worden.

Het welpoeder dat vandaag de dag verkrijgbaar is, bestaat in verschillende varianten en kan aangebracht worden buiten het vuur. Het hoofdbestanddeel van

deze poeders is doorgaans borax. Sommige welpoeders zijn zelfs dusdanig samengesteld dat ze het smeltpunt van het staal kunnen verlagen.

Naast het treffen van voorbereidingen is een zekere technische know-how onmisbaar bij het uitvoeren van een goede welling. Per slot van rekening heeft men tussen het bereiken van het smeltpunt en het moment waarop de stukken in elkaar vastgeslagen worden gemiddeld slechts 7 seconden. Probeer daarom altijd eerst de welhandelingen eens uit met koude stukken, zodat de bewegingen die je zal moeten uitvoeren reeds op voorhand ingeoeffend zijn.

Tenslotte dient hier vermeld te worden dat men een vuurlas altijd twee keer dient uit te voeren. De eerste maal om de stukken aan elkaar te hechten en daarna om een diepere doorwelling te verkrijgen.

10. Algemene aanbevelingen

Alhoewel er voor elk werkstuk en elke werkwijze specifieke handelingswijzen kunnen voorgesteld worden, willen we voor de werkzaamheden in de smidse een aantal aandachtspunten en tips aanhalen die tot een beter en veiliger resultaat kunnen leiden:

- Het is niet aangewezen om staal koud te bewerken, tenzij het basismateriaal dun en de bewerking eenvoudig is. Bij het koud bewerken van staal ontstaan spanningsvelden binnen de interne structuur van het materiaal. Die spanningen kunnen later aanleiding geven tot scheurvorming en zelfs breuken. Verhit daarom altijd je materiaal tot het minstens rood-oranje is en stop met de bewerking eens het materiaal geen gloeikleur meer vertoont.
- Er bestaan verschillende soorten staal. In het kader van deze cursus zal je leren werken met constructiestaal en verenstaal. Let erop dat je verenstaal zorgvuldig en traag verhit, zodat het tot in de kern opgewarmd is. Koel verhit verenstaal nooit in water. Verenstaal heeft namelijk een hoge concentratie aan koolstof, waardoor het bij plots afkoelen in water zou kunnen barsten of zelfs uiteenspringen.
- Gebruik altijd een gepaste hamer voor de bewerking die je wil uitvoeren. Een hamer van 1000 tot 1500 g kan je voor de meeste bewerkingen gebruiken, maar voor heel licht of heel zwaar materiaal kies je beter een lichtere of zwaardere hamer.
- Maak er een gewoonte van om regelmatig het werkstuk goed op te schuren met een staalborstel en je aambeeld schoon te houden. Zo verhinder je dat je de

tijdens het verhitten en bewerken vrijgekomen afvalstoffen bij een volgende verhitting en bewerking terug in het metaal slaat.

- Vergeet niet je beitels te koelen tijdens gebruik. Geharde beitels zullen hun hardheid verliezen indien je dit niet doet.
- Gebruik een beschermplaatje om onder je werkstuk te leggen wanneer je gaten kapt of een stuk staal wil doorhakken. Zo vermijd je dat je met de beitelsnede tot op het aambeeld doorhakt en de beitelsnede beschadigt.
- Afmetingen worden uitgedrukt in millimeters.
- Let erop dat je het staal tijdens het verhitten niet te dicht bij, of te ver van, de luchttoevoer plaatst. Probeer ervoor te zorgen dat je materiaal verhit wordt op een plaats in het kolenvuur, waar het zoveel mogelijk omgeven is door brandende kolen. Op die manier vermijd je de oxiderende invloed van zuurstof op het hete metaal.
- Maak er een gewoonte van om dagelijks je kolenvuur goed te reinigen. Haal 's morgens telkens alle kolen en afvalstoffen van bovenop de blaasmond of het oogijzer weg. Filter er de nog bruikbare kolen uit en gebruik die om een nieuw vuur mee op te bouwen.
- Tijdens het verhitten van het basismateriaal zal de warmte van het vuur zich doorheen staal verspreiden. Om te vermijden dat je je handen verbrandt, kan je je werkstuk met een tang te manipuleren, of kan je basismateriaal te nemen van minstens 500mm lang en het regelmatig te koelen.

- Warm, indien mogelijk, altijd iets meer dan enkel de te bewerken plaats op het werkstuk op. Hoe meer staal je opwarmt, hoe langer het werkstuk de hitte zal bewaren en hoe langer je het zal kunnen bewerken.
- Laat je niet ontmoedigen als je moeite hebt met een nieuwe techniek of bewerking of als je er niet in slaagt om een bepaalde oefening de eerste keer tot een goed einde te brengen. Probeer na te gaan waar het is fout gelopen en denk na over hoe je die fout in de toekomst kan vermijden. Probeer de oefening opnieuw tot je tot een aanvaardbaar resultaat bent gekomen.
- Verzorg je smeedhouding en houd daarbij je hamer vast met gesloten vuist. Gebruik je duim niet om extra kracht uit te oefenen op de hamer! De trillingen die ontstaan uit de impact van de hamer op een werkstuk zullen zich verderzetten door de duim over de gehele lengte van je arm. Hierdoor kunnen spieren en gewrichten overbelast raken en eventueel ontsteken.
- Wanneer een langwerpige werkstuk tijdens het smeden begint te torsen, bijvoorbeeld bij het versmeden op de hoorn, kan lokaal warmen en tegentorsen in de bankschroef een oplossing zijn.
- Houd indien mogelijk altijd een model van het te produceren werkstuk bij de hand, zodat je regelmatig je vorderingen kan controleren.
- Gebruik de bandschuurmachine om bramen van nieuw basismateriaal weg te schlijpen. Hierdoor vermijd je je te kwetsen aan uitstekende stukjes staal tijdens de bewerking.
- Als je een bewerking wil uitvoeren op een bepaalde plaats van het werkstuk zonder dat de invloed van die bewerking zich doorzet op de rest van

het stuk, kan je best een sprenkelaar gebruiken om de rest van het stuk te koelen, voor je de bewerking uitvoert.

- Controleer je werkstuk tussen de bewerkingen in steeds op rechtheid en corrigeer indien nodig.
- Elk werkstuk is gemaakt uit een bepaald basismateriaal met een bepaalde vorm en afmetingen. Gebruik altijd de best passende tang om dit materiaal vast te houden.
- Dikwijls is het nodig om markeringen aan te brengen op je werkstuk. Met speksteenkrijt kan je die aanbrenge op staal en het toch nog verhitten op voorwaarde dat je niet verder dan rood-oranje opwarmt. Als het nodig is om het materiaal verder op te warmen, markeer je best met een puntslag of beitel. Als de bewerking het toelaat, kan je ook markeringen aanbrenge op het aambeeld en je werkstuk daarmee vergelijken.
Wil je een nauwkeurige markering aanbrenge op een koud stuk, dan doe je dit eenvoudig met een krasnaald.
- Wanneer je een stuk staal opwarmt, is het aangewezen om het na het aanblazen van het vuur nog een aantal seconden te laten liggen om zeker te zijn dat de warmte zich egaal heeft verdeeld doorheen het te bewerken materiaal.
- Verwittig iedereen in je buurt als je van plan bent om een potentieel gevaarlijke handeling uit te voeren. Je kan dit doen door eenvoudigweg te roepen.
- Vraag altijd hulp aan een collega wanneer je een complexe handeling moet uitvoeren. Zo vermijd je ongevallen. Een traditionele manier om hulp in te roepen van een gezelschap is een aantal keer kort na elkaar met de hamer tegen het aambeeld kloppen.

REVIVAK

ambachtenacademie

www.revivak.eu

Contactgegevens partner

Interreg
Vlaanderen-Nederland
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling



Provincie Noord-Brabant



Stichting Behoud Monumenten Brabant

Met de steun van:

