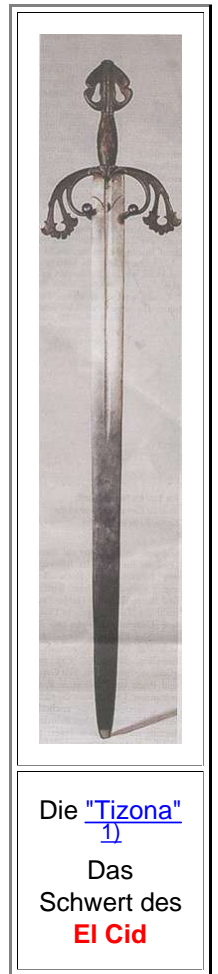


Magische Schwerter

Was ist ein Schwert?

Advanced

- Ein Schwert (oder Säbel, Degen, Scimitar, Tulwar, Shamshir, Yatagan, Katana, Wakizashi, ...) ist eine Waffe mit einem einzigen Verwendungszweck: Menschen gewalttätig umzubringen oder zu verletzen.
- Für ein Schwert gibt es sonst **keine** weitere direkte Verwendung. Jedermann sollte sich immer sehr klar darüber sein.
 - Mann (gelegentlich auch Frau) kann und konnte reale Schwerter aber auch **indirekt** nutzen:
 - Als Rangabzeichen (Offiziere haben zum Teil heute noch ein Schwert).
 - Als Klassenausweis (Zeigt an wer satisfaktionsfähig ist, und wer nicht).
 - Als Statussymbol (Selbst als Offizier konnte man ein teures oder ein gewöhnliches Schwert mit sich herumtragen).
 - Als Staatssymbol ("Reichsschwert", wie auch Szepter, Krone, Reichsapfel, etc.) mit dessen Besitz auch Legitimität verbunden war. [2](#)).
 - Als ein Art "historisches Kunstwerk" das frühere nationale Größe oder sowas symbolisiert (z.B. in Japan).
 - Als Geschenk (von König zu König, oder bis vor kurzem im Osten noch als eine Art Pokalersatz).
 - Als Werkzeug für den "Ritterschlag" (macht die Queen das noch?).
- Schwerter sind aber mehr als nur Werkzeuge oder Symbole wie oben beschrieben. Sie sind insbesondere **auch**:
1. Ein Faszinosum für fast alle Männer im Altersbereich **2 - 80** Jahre. Überall auf der Welt. Warum? Wer weiß. Freud hätte sicher was in Richtung Phallussymbol gemurmelt; Ritter, Piraten, Musketiere oder Samurai sind in Büchern, Erzählungen und Filmen als Rollenmodelle für Jungs noch recht lebendig, mit der Verleihung eines Schwertes im Fest der "Schwertleite" wurde der Junge zum Mann, usw. - jeder und jede darf sich was raussuchen.
 - Wie wahr das auch heute noch ist zeigte sich z.B. soeben an dem ungewöhnlichen Umstand dass sämtliche Jungs in der **8.** Klasse meiner Tochter sich **freiwillig** an einem englischen Theaterstück beteiligten (sehr ungewöhnlich!): Sie alle bekamen (Holz)schwerter und durften damit kämpfen!
 - Jedes Burgmuseum hat in der Regel ein Schwert, das man anfassen darf, da die Männer einfach das Bedürfnis dazu haben (und man damit der Gefahr vorbeugt, dass sie heimlich mit einem Ausstellungsstück Unfug machen).
 2. Ein Ausdruck der metallurgischen Spitzentechnik des jeweiligen Zeitalters einer Kultur.
 - Das ist wohl jedem (und jeder) klar: Selbstverständlich hat man für Gebrauchsschwerter die beste Technik verwendet, die es gab - hier ging es direkt um Leben oder Tod; nur das beste war gut genug.
 - Nicht so klar ist aber den meisten, dass die Herstellung eines Schwertes aus Eisen oder Stahl für über **2000** Jahre ungeheuerlich kompliziert war (um Größenordnungen aufwendiger als ein Bronzeschwert), und sehr häufig daneben ging.
 - Das liegt daran, dass die frühen Metallurgen (= Schmiede) nicht den Schimmer einer Ahnung hatten (und auch nicht haben konnten), was im System Eisen - Kohlenstoff (plus diverse Verunreinigungen) so alles möglich ist. Auch **Aristoteles** hat es (wie immer) exakt falsch herum erklärt, indem er Stahl als besonders reines Eisen deklarierte [5](#)). Selbst heute tut sich der typische Student der Materialwissenschaft noch immer recht schwer, auch nur die Grundzüge des [Eisen-Kohlenstoff Phasendiagramms](#) zu verstehen. Der Link führt im übrigen auf den wissenschaftlichen Teil zum Thema.
- Im folgenden wollen wir uns **nur** mit dieser zweiten Bedeutung der Schwerter beschäftigen:



Wir betrachten das Schwert als **Paradigma**
für die Metallurgie alter Kulturen

Was ist ein "magisches" Schwert?

- Die alten Schmiede haben - durch "[trial and error](#)" - mit den ihnen zur Verfügung stehenden Materialien und Techniken nahezu Übermenschliches geleistet: Das *perfekte* Schwert.
 - Wir könnten es heute auch nicht besser machen - mit den damals verfügbaren Materialien. Genauer gesagt, gibt es heutzutage nur sehr wenige Schmiede, die es überhaupt noch könnten. In Japan gehören sie dann zu den sogenannten "living national treasures" [6](#).
 - Natürlich haben wir heute bessere Stähle und Techniken; und ein heutiges "optimiertes" Schwert wäre den alten japanischen, keltischen oder spanischen Klingen sicher überlegen - aber nicht viel.
- Man muß sich jetzt mal kurz fragen, was denn ein Schwert "perfekt" macht. Man kommt schnell auf eine ganze Latte von wünschenswerten Eigenschaften:
 - Zunächst ist wichtig, dass es beim Kampf unter keinen Umständen *bricht*, oder sich auch nur nennenswert verbiegt. Es gibt wenig peinlicheres (im Wortsinn) als plötzlich nur noch mit dem Heft in der Hand dazustehen!
 - Ein richtig dickes schweres Schwert würde zwar nicht brechen, aber auch nichts nützen; wir haben natürlich noch die Forderung nach *optimalem Gewicht*. Nicht zu schwer, damit man es überhaupt schwingen kann, aber auch nicht zu leicht, damit auch genügend Wucht hinter einem Schlag steckt.
 - Diese beiden Bedingungen legen für ein *gegebenes* Material sofort die nutzbare *Länge* fest. Deswegen sind Bronzeschwerter immer relativ kurz - würde man sie länger machen wären sie zu schwer oder nicht mehr stabil. Die Degen der Musketiere aus bestem Stahl sind dafür besonders lang.
 - Das Schwert muß sehr *hart* sein - zumindest die Schneide, damit man "durchkommt" - durch das Schwert des Gegners, seine Rüstung, seine Knochen. Wie wichtig das ist sieht man beispielsweise daran, dass die beiden ersten Forderungen auch durch ein Holzsword befriedigt werden könnten (die es im übrigen auch gab, z.B. auf Hawaii).
 - Außerdem sollte es *scharf* sein, und die Schärfe auch halten können. Zwar gab es Schwerttypen (die "Breitschwerter") bei denen Schärfe nicht primär wichtig war (es waren hauptsächlich knochenbrechende Schlaginstrumente), aber Schärfe hat auch dann noch zusätzlichen "Grenznutzen" gebracht und sicher nicht geschadet. Haltbare Schärfe setzt jedoch Härte voraus (man versuche mal ein Goldsword zu schärfen *und* scharf zu halten); Härte und Schärfe gehen also zusammen.
- Hart* ist aber so ziemlich dasselbe wie *spröde*. Damit haben wir ein Problem, das *Zentralproblem* der Schwertschmiede:
 - Das Schwert soll extrem hart sein, aber gleichzeitig *duktil* (= das Gegenteil von spröde). Sich allenfalls *elastisch* etwas biegen, jedoch nicht *verbiegen*, und keinesfalls brechen. Erlaubt ist allenfalls eine lokale Scharte, d.h. eine lokale *plastische Verformung* wie sie bei duktilem Material möglich ist. Das ist zwar schlecht, aber allemal besser als ein glatter Bruch. Man muß sich nur mal ein Glas- oder Goldsword vorstellen um das Problem in voller Schärfe zu sehen.
- Die restlichen Anforderungen sind zwar auch wichtig, aber nicht mehr so schwierig:
 - Die *Form* soll dem Kampfstil optimal angepaßt sein (Schneiden, Schlagen oder Stechen, zu Fuß oder hoch vom Pferd). Gute *Balance* ist wichtig (= Schwerpunkt kurz nach dem Griffstück), es soll einfach zu pflegen sein (nicht stark rostend, nachschleifbar), und gut (oder furchterregend) aussehen.
- Wir können uns heute wahrscheinlich nur schwer vorstellen, welchen Eindruck zu Beginn der Eisenzeit ein gutes *Stahlsword* auf *Bronzesword*träger machte, und was die Überlebenden dann für Wunderdinge darüber erzählten.
 - Wer sich so ein Supersword beschaffen konnten war gut dran! Im "finsternen" Mittelalter (ganz grob von **400 - 700**) aus dem die "magischen Schwerter" Sagen letztlich stammen, dürften das nur die Häuptlinge größerer Verbände, vulgo Könige, gewesen sein.
 - Nur sie kamen entweder in den Genuß der Spitzenprodukte ihrer eigenen Schmiede, konnten sich gute Schwerter von durchreisenden "Fremdlingen aus dem Morgenland" leisten, oder sie den "Mohren" (= Mauren) im Kampf abnehmen (siehe [1](#)). Oder sie bekamen sie schlicht von anderen Königen geschenkt [8](#).
- Selbstredend waren das dann besondere, oder eben *magische* Schwerter.
 - Schon der Schmied hat bei der Herstellung Magie benutzt, der Oberhierarch erhöht mit einem magischen Schwert aus göttlicher oder mysteriöser Herkunft sein Ansehen (außerdem kann er selbstredend nicht zugeben, dass es etwas gibt was sein Volk nicht hinkriegt), und die jeweilige theologische Schicht wird der Superwaffe, wie immer, auch ihren Segen gegeben haben.
 - So ein magisches Schwert unterstreicht dann auch sehr schön den damals üblichen Anspruch der Regierenden. Einmal das "von Gottes Gnaden", dann auch das "Herr über Leben und Tod" [2](#).
- Aber auch wenn's nicht direkt magisch war: Seinem treuen Schwert gab ein besserer Held zumindest einen Namen. Die bekannteren waren

- **Notung.** Das ist **Wagner's** Schwert für **Sigmund** und seinen Sohn **Siegfried**; er hat das vom Nibelungenlied übernommen. **Wotan** persönlich hat es in eine Esche gestoßen; nur der "Richtige" kann's herausziehen. Wer's gemacht hat bleibt (bei Wagner) unklar, es kommt wohl aber nur **Donar**, der germanische **Hephaistos**, in Frage. Notung heißt "Aus der Not geboren"
- **Balmung.** In der **Nibelungen Saga** ist Balmung das Schwert, das Siegfried aus dem zerbrochenen **Notung** schmiedet. Es gibt dazu aber viele Versionen (wie auch vom Nibelungenlied und den verwandten Sagen).
- **Excalibur.** **König Arthur's** magisches Schwert; das er von einer Art Meerjungfrau (Lady of the lake) erhalten hat (für die es ein Elferschmied von Avalon gemacht hatte). Excalibur ist nicht zu verwechseln mit dem Schwert, das Jung-Arthur aus dem Stein zog. Das hatte König Uther Pendragon hineingestoßen und irgendwie war auch Magie (d.h. Merlin der Zauberer) im Spiel; es hatte aber keinen uns überlieferten Namen und ist dann auch im Kampf gebrochen
Der Name "Excalibur" hat auch eine Geschichte: In den frühesten König Arthur Sagen hieß sein Schwert **Caladfwlch**, ein "welscher" Name, der sich wiederum von **Calad-Bolg** ableitet, was "Harter Blitz" bedeutet. Später wurde daraus bei Geoffrey of Monmouth, dem Hauptautor der König Arthur Legende, "**Caliburn**". Das war dann die Wurzel des französischen **Excalibur** wie wir es heute kennen.
- **Tourendal.** **Roland's** Schwert aus der Roland Saga.
- **Mimung**, das Schwert, das **Wieland der Schmied** für seinen Sohn **Wittich** schmiedete (mit Hilfe der **Hühner**).
- **Eckesachs** and **Nagelring** waren die Schwerter **Dietrichs von Bern**.
- **Colada** und **Tizona** gehörten **El Cid**; die "Tizona" ¹⁾ ist oben dargestellt. Das Schwert ist, so weit man das wissen kann, wohl echt.
- **Curtana**, das Schwert **Tristans** (oder "Ogier des Dänenkönigs", so um **800**); jetzt eines der drei Zeremonieschwerter des britischen Königshauses; siehe das Bild rechts ("Variously reputed to be the sword of Edward the Confessor, Ogier the Dane, and Tristan"). Das vorhandene Schwert wurde allerdings für die Krönung von Charles II in **1661** gefertigt.



Die [Curtana 2\)](#) des britischen Kronschatzes. Curtana war der Name des Schwert von **Tristan** (der aus der Tafelrunde; nicht der von Wagner)

Je realer es wird, desto weniger Magie ist im Spiel; wie man es auch nicht anders erwarten würde.

- Leider sind so gut wie keine Schwerter aus der Antike und dem Frühmittelalter gut erhalten geblieben. Der Held bekam sein Schwert mit ins Grab; falls überhaupt was übrig blieb ist es stark verrostet; das im Link gezeigte [Merowingerschwert](#) aus **ca. 500 n.C.** ist noch vergleichsweise extrem gut erhalten (und würde, auf dem (illegalen) Antikmarkt wohl um **100.000 €** bringen).
- Wirklich gut erhaltene Schwerter gibt es in Europa erst so ab **1000 n.C.**; gelegentlich vielleicht noch von **800 n.C.** Die sind dann aber schon in einer vergleichsweise simplen Technik gefertigt und nicht mehr so "magisch" wie Excalibur oder Notung, die so um **400 - 700 n.C.** entstanden sein werden
- In dieser Epoche des "finsternen" Mittelalters waren übrigens die Schmiede hochgeschätzt; *vorher* (in der Antike) und *nachher* (Mittelalter bis heute) sah man in Ihnen nur rußige Gesellen, die allein schon deshalb minderwertig waren, weil sie, wie alle niedrigen Stände, *arbeiteten* - was **Edelleute** prinzipiell nicht tun. In den Wirren der Völkerwanderung, nach dem Zusammenbruch des römischen Reiches, mußten aber wohl auch Adelige arbeiten, und niemand fand etwas dabei wenn ein Königssohn (wie Siegfried) bei einem Schmied in die Lehre ging.

Ein lesenswerter Beitrag zur Thematik stammt von [Martin Marheinecke](#); mit dem Link abrufbar

Wie macht man ein Schwert ?

- Wie machte man im Altertum überhaupt ein Schwert - *magisch* oder normal?
- Nicht, wie die meisten glauben, indem man geschmolzenen "Stahl" in eine Form gießt. Gußstahl gibt es erst seit dem **19ten** Jahrhundert; in Deutschland darf man damit gerne den Namen "Krupp" und "hart wie Kruppstahl" assoziieren. Vorher wurde Stahl nie gegossen. (Sprödes *Gußeisen* mit hohem Kohlenstoffgehalt, das schon vor mehr als **2000** Jahren gegossen wurde, ist *kein* Stahl!).
 - Auch wenn das von Wagner's Siegfried bis zu "Conan der Barbar" falsch dargestellt wird: Schwerter wurden, wie alle anderen Eisen/Stahlgegenstände auch, so gemacht, dass man kleine Stahlstücke zu großen zusammenschmiedet hat, und aus den großen Brocken dann das Schwert hämmerte.
- Bei Schwertern hat man dabei zu einem Trick gegriffen, der so ziemlich überall in der einen oder anderen Form auftaucht:
- Man hat Materialverbünde aus harten und weichen Stählen geschaffen, um den obigen Forderungen gerecht zu werden. Das Stichwort dazu ist "**Damaszenertechnik**".
- Ironischerweise wurden die "echten" Damaszenerklingen in Form der **Szimitare**, der Krummsäbel der **Sarazenen**, die unsere Kreuzritter so beeindruckten, *nicht* mit dieser Technik hergestellt.
- Sie sind zwar, wenn man so will, zwar auch ein Verbundwerkstoff - feine **FeC₃** Partikel in einer "Eisen"matrix - der aber nicht durch Verbinden zweier verschiedener Ausgangsmaterialien entstanden ist, sondern indem man das zweite Material durch Ausscheiden aus dem homogenen kohlenstoffreichen Ausgangsmaterial darstellte.
- Es lohnt sich vielleicht, jetzt in einige andere Module hineinzuschauen (man muß aber nicht; was folgt ist auch so noch halbwegs verständlich):
- Ein kleiner Schnellkurs zur Geschichte des Eisens und Stahls
 - [Auf Deutsch](#)
 - [Auf Englisch](#) (die im Zweifel aktuellere Version)
 - [Gruselige Schmiedegeschichten](#) (mit Magie).
 - [Der Ring des Nibelungen](#) Zur Schmiedekunst und Siegfrieds Schwert
 - [Details zur Damaszenerntechnik](#) (Englisch); viele weiterführende Links.
 - [Ein "magisches" Schwert](#) (Englisch). Originalbild und Nachbau.
 - Und natürlich das ganze Kapitel **7** und **8**; insbesondere aber [Unterkapitel 8.4](#), das sich direkt mit Stahl beschäftigt.
- Niemand weiß heutzutage ganz genau, wie die Schmiede der Antike und des frühen (= dunklen) Mittelalters Schwerter schmiedeten, und wieviel Ausschuß sie dabei produzierten.
- In Japan gibt es aber noch Schwertschmiede, die nach antikem Vorbild arbeiten. Extrapoliert man ihre Erfahrungen und sonstige Hinweise rückwärts in der Zeit, kommt man zu erstaunlichen Zahlen: Die Ausschußquote dürfte bei **50%** gelegen haben; bei Spitzenschmieden vielleicht nur bei **25%**.
 - Big deal? Wieviele Schwerter macht denn so ein Schmied am Tag? Hier kommt die erste Überraschung: Falls er gut ist (d.h. **10** Jahre oder länger geübt hat), macht er **1 - 2** pro *Monat*!
- Niemand wußte, warum es mal gut, mal schlecht lief; wahrscheinlich kam es auch darauf an, dass die jeweils zuständigen Götter einem gerade gewogen waren und die Hierarchieebene darunter (Kobolde, Hausgeister, Hexen, Zauberer, ...) einem nicht in die Suppe bzw. Kühlflüssigkeit spuckten. Wie sonst sollte man erklären, dass es manchmal klappt, manchmal nicht - obwohl man immer exakt dasselbe tut?
- Man kann sicher sein, dass jeder Schmied "sein" Rezept immer exakt befolgte, eifersüchtig hütete, und alles tat, um den notwendigen göttlichen Beistand zu erhalten (wobei man immer bedenken sollte, dass es damals fast überall viele Götter gab, die sich nicht immer wohl gesonnen waren und einen armen Schmied ganz schön traktieren konnten).
 - Ähnliches galt für die Besitzer. Ein gutes Stahlschwert war eine Kostbarkeit; sein Wert würde heutzutage einer Wohnung oder einem besseren Auto entsprechen. Man nahm es mit ins Grab oder vererbte es; jedenfalls betrachtete man es als besonderes Objekt.
 - Wie schnell es dann "magisch" werden kann, läßt sich leicht nachvollziehen wenn man nur mal anschaut, was für Trivialzeugs für extrem viele Leute *heute noch* magische Kräfte hat, falls man "magisch" mit "wissenschaftlich nicht verstanden; unerklärbare Glaubenssache" übersetzt: Astrologie, Vollmond, Homöopathie, Amulette, Feng Shui, Kristalle, Aromatherapie, [Pyramiden](#), Gebetsmühlen, Weihwasser,)
- Im folgenden schauen wir uns ganz kurz an, wie ein **japanisches Schwert** entstand; zum Schluß vergleichen wir die vorgestellte Technik mit den Damaszenerschwertern der Kelten und der Inder bzw. Araber.
- Auf Details, die anderswo besprochen sind, wird dabei nicht eingegangen; wohl aber werden die entsprechenden Links gesetzt.

Wie macht man ein japanisches Schwert ?

Zunächst brauchen wir **Stahl** - d.h. Eisen mit etwas Kohlenstoff; so zwischen **0,5 % - 1,5 %** Gewichtsprozent sollten es sein.

- Das ist nicht so wenig wie es erscheint, denn **6.7 Gewichts**prozent Kohlenstoff entsprechen **25 Atom**prozent - **1 C Atom** auf **3 Fe Atome**.
- Weiterhin hätten wir gerne möglichst **kein** Schwefel (**S**) oder einige andere Elemente, dafür aber vielleicht etwas **Ni, Co, V, Si** und **Mn**. Phosphor (**P**) ist auch nicht unbedingt erwünscht, aber wenn man weiß was man tut (oder zufällig das richtige Rezept hat), kann man damit leben.
- Schön wär's wenn man das haben könnte. Aber der japanische Schmied konnte sich das genauso wenig aussuchen wie sein keltischer, indischer oder assyrische Kollege.

Was er sich aus dem Haufen bröseligen Eisen-Schlacke Gemischs (der "**Luppe**" (englisch "**bloom**") aussuchen konnte, waren Bröckchen verschiedener Zusammensetzung - mit mehr oder weniger Kohlenstoff und Dreck.

- Dazu gehörte einige Erfahrung - er geht nach Farbe, Textur, ob die Stücke weiter oben oder weiter unten in der Luppe liegen; jeder Schmied wird seine eigene Methode und Tricks gehabt haben
- Die Bröckelchen **einer** Sorte - etwa **cm** groß - schmiedet er dann bei **ca. 800 °C** zu einer dünnen Platte zusammen. Die richtige Temperatur kann er nicht messen, er schaut auf die Farbe der Glut (deswegen sind Schmieden immer dunkel). Das Zusammenschmieden oder -schweißen klappt ganz gut - vorausgesetzt, natürlich, der **C-Gehalt** ist unter **1,5 %**.
- Zumindest die "harte" Sorte wirft er dann zum gewaltsamen Abkühlen in kaltes Wasser (deswegen eine dünne Platte). Stimmt alles, ist das Plättchen jetzt sehr hart - und sehr spröde; haut er mit dem Hammer drauf, bricht es in viele kleine Stücke. Die schmiedet er wieder zusammen.

Hat alles geklappt, hat er jetzt genügend Platten mit verschiedenen Kohlenstoffkonzentration; daraus entsteht das Schwert.

- Allerdings dürfen die Platten nicht die Konzentration haben, die im fertigen Produkt vorliegen soll. Denn durch das jetzt folgende Schmieden - x-mal heißmachen und klopfen - ändert sich die Ausgangskonzentration. Sie wird - je nach dem - entweder größer oder kleiner.
- Kleiner** wird sie, falls die Ausgangskonzentration relativ hoch war, weil der dann Kohlenstoff im heißen, oxidierenden Teil des Feuers "abbrennt". Das wird unserem japanischen Schmied für seinen kohlenstoffreichen Teil passieren: Er selektiert deshalb Stückchen so um **1 % - 1,5 % C**, damit er zum zum Schluß dann die optimalen **0,6 % - 0,7 %** hat.
- Größer** wird die Kohlenstoffkonzentration, falls vorher eher nicht viel da war, und im reduzierenden Teil des Holzkohlenfeuers Kohlenstoff ins Eisen diffundiert.
- Damit ist schon mal klar, dass der Schmied schon bei der Auswahl seiner Holzkohle höllisch aufpaßt, dass es die "richtige" ist.

Als nächstes wird er die Platten **homogenisieren**. Dazu schweißt er mehrere (**6** oder **7**, um genau zu sein) zu einen Paket zusammen, das er dann mehrfach (**10 - 15** Mal) dünn klopft, faltet, und wieder zusammenschweißt.

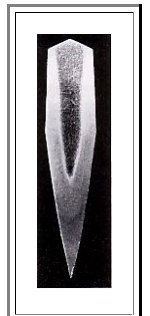
- Das hat nichts mit "Damaszenerstechnik" im Sinne des Zusammenschweißens verschiedener Materialien zu tun. Hier geht es darum **ein** möglichst homogenes Material zu erhalten.
- Zum Schluß wird das Werkstück in die Form eines länglichen Quaders geklopft und, im heißen Zustand, der Länge nach teilweise geteilt, so daß es wie ein **V** aussieht. Also etwas so wie der hellere Teil des im folgenden Bild gezeigten Schwertquerschnitts.

Für ein verhältnismäßig simples Schwert, passiert jetzt mehr oder weniger genau dasselbe mit dem weicheren Stahl.

- Nur die Endform ist etwas anders, nämlich so dass das ganze Stück in den Ausschnitt des härteren Teils paßt.

Das Paket - das jetzt, wenn man will, ein **richtiger** Damaszenerstahl**verbund** ist, wird jetzt bei der richtigen Temperatur in die gewünschte Form der Klinge gehämmert.

- Ein einziger falscher Hammerschlag (von vielen tausenden), oder einmal die falsche Temperatur beim richtigen Schlag, reicht dann aus, um nur noch ein Stück wertlosen Schrotts zu haben.
- Wenn alles gut geht (und nach dem Schleifen), sieht der Querschnitt so aus wie nebenstehend gezeigt.



Hat man aber die gewünscht Klingenform sauber hinbekommen, beginnt jetzt der **schwierige** Teil: Die thermische Behandlung der Klinge

- Das ist wirklich so! Ein Lehrling mußte zwar etliche Jahre seiner Ausbildung für den bereits beschriebenen Teil aufwenden, aber etwa genauso viel Zeit für den jetzt folgenden Teil.

Die Klinge wird in "Lehm" "eingepackt", gleichmäßig "erhitzt", und dann in einer mehr oder weniger kalten Flüssigkeit (Wasser?) "abgeschreckt".

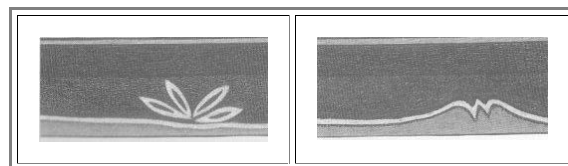
- Der "Lehm" enthält zwar auch Lehnmähnliches, aber auch noch dies und das - jeder Schmied hat sein ultra geheimes Rezept dafür.
- Das "Einpacken" geschieht so, daß die Lehmschicht im Schneidbereich dünner ist als weiter oben; außerdem wird die Dicke noch entlang der Schneide gezielt variiert.
- Das Erhitzen geschieht auf **helles Kirschrot** - jedenfalls über **720 °C**. Die genaue Temperatur ist wichtig, wenn auch von Schmied zu Schmied leicht verschieden; sie wird nur durch die Glühfarbe bestimmt. Auch auf die Glühdauer kommt es an. Hier hilft das Rezitieren der geheimen magischen Beschwörungsformel - wie sonst sollte der Schmied immer dieselbe Zeit einhalten (und das Geheimnis, selbstredend erst auf dem Totenbett, dann an den Lieblingslehrling weitergeben)?

Was der Schmied dabei macht nennen wir heute **Härten** durch Abschrecken - bitte im [Geschichte des Stahls](#) nachlesen (hier der Link zur [neusten englische Version](#)) oder im [wissenschaftlichen Teil](#).

- In Kurzform: Bei Raumtemperatur ist das bevorzugte Gefüge des Stahls eine Mischung aus kubisch-raumzentriertem (**bcc**) **Fe** und **FeC₃**; dieses Gefüge heißt **Perlit**. Seine mechanischen Eigenschaften hängen von der Kohlenstoffkonzentration ab; sie sind besser als reines Eisen, aber nicht besonders bemerkenswert - halt "normaler" Stahl.
- Oberhalb von **720 °C** wird der Stahl kubisch-flächenzentriert (**fcc**); der Kohlenstoff ist atomar gelöst (bis maximal **2%**).
- Kühlt man nun **langsam** ab, erhält man wieder hauptsächlich Perlit; kühlt man aber schnell ab (durch "Abschrecken" in z.B kaltem Wasser), reicht die Zeit nicht aus um **FeC₃** zu bilden, und es bildet sich eine neue, eigentlich instabile Phase, die **Martensit** heißt
- Kohlenstoffhaltiger Martensit ist **extrem hart** - ca. **4** mal härter als Perlit bei gleicher Kohlenstoffkonzentration - aber auch sehr spröde.

Da die Schneide jetzt sehr viel schneller abkühlt als der durch dicken Lehm geschützte Körper, besteht sie aus hartem Martensit, der dann in den normalen Perlit übergeht (immer noch vergleichsweise hart im äußeren Bereich und relativ weich, aber duktil im Inneren)

- Das kann man bei einer Inspektion der Klinge sehen: der Schneidbereich glänzt etwas anders als der Körper; der sichtbare Übergangsbereich heißt "**Hamon**" und ist extrem wichtig bei der Bewertung japanischer Schwerter.
- Die Bilder rechts zeigen das "Hamon" sehr deutlich (nach Bildbearbeitung); die Welligkeit ist absichtlich; der Kenner unterscheidet **> 20** Varianten.
- Wie gut die japanischen Schmiede diese Prozedur im Griff hatten, zeigte sich in der Edo Ära (**1684 -1763**), in der Musterchen aufkamen wie unten gezeigt,



- Das ist natürlich nicht mehr seriös sondern Spielerei; in den Worten der [japanischen Quelle](#): "This means that Samurai corrupted". Wer will da widersprechen.

Man kann sich leicht vorstellen, dass beim Eintauchen eines rotglühenden Gebildes aus Stahl und Lehm in kaltes Wasser [so manches schiefgehen kann](#).

- Das ist einer der Gründe, warum selbst ein Meisterschmied ziemlich viel Ausschuß produziert, und gerade mal **< 10** Schwerter pro Jahr produziert, die dann, falls von einem **heutigen**, als "lebender Nationalschatz" quasi offiziell heiliggesprochenen Schmied gekauft, leicht **> 20.000 €** kosten. **Antike** Schwerter von Meisterschmieden sind heute schlicht unbezahlbar.

- ▶ Soweit zum einfachen Teil. Wenn man wirklich die Schmiedekunst der Japaner bewerten will, muß man jetzt noch die **Komplikationen** berücksichtigen:
 - Die Eigenschaften des Stahls hängen nicht nur vom Kohlenstoffgehalt und vom Abschrecken ab, sondern auch noch der Hämmererei; das Stichwort ist [Verformungsverfestigung](#).
 - Wieviel Kohlenstoff letztlich in welchem Teil der Klinge ist, hängt vom Ausgangsmaterial ab sowie von der Art der Bearbeitung.
 - Was an zusätzlichen Elementen sich noch im Stahl befindet, [kann enormen Einfluß haben](#), aber auch das hängt von der Bearbeitung ab und insbesondere von der Art des Erzes, aus dem das Eisen gewonnen wurde. Hier ist wohl die Hauptquelle der regionalen Qualitätsunterschiede.
 - Wer was auf sich hielt, hat nicht nur **2** Sorten Stahl zusammengeschiedet, sondern **3** oder **4**; der [Querschnitt wird dann recht kompliziert](#).
- ▶ Kein Wunder, dass sich um das japanische Schwert ganze Berufszweige entwickelt haben - und (witzige) Wundergeschichten über die Schwerter und ihre Besitzer [4](#)
 - Aber man muß das nicht ernster nehmen als die [Wundergeschichten über westliche Schwerter](#) etc. Außer dass die Japaner ihre Superswerter natürlich sorgfältig testeten (und das Ergebnis in die Klinge gravierten) so dass wir auch heute noch eine Idee davon haben, was man mit so einem Schwert alles anrichten kann. Nur starke Naturen sollten [diesen Link](#) betätigen
- ▶ Man sollte lieber mal die andere Seite sehen: Die Erfolgsgeschichte des japanischen Schwerts führte zur "Stasis", zur Lähmung der Weiterentwicklung der Metallurgie.
 - Durch Versuch und Irrtum hatte man ein ziemlich optimales Produkt hingekriegt. Man hatte aber nicht den kleinsten Schimmer einer Ahnung warum die Sache funktionierte.
 - Jede Abweichung von der in kleinsten Details feststehenden Technologie war ein Sakrileg; das durfte nicht sein. "Fortschritt" gab es nur noch in unwesentlichen Details - z.B. am Design des Griffs - und minimalste Änderungen lösten ähnlich heftige Emotionen aus wie heutzutage Längensvariationen in **cm** Bereich bei Rocksäumen und Hosenbeinen.

Der Rest der Welt

- ▶ Kein Japaner wird das jemals zugeben, aber als Commodore Matthew Perry von der United States Navy am **8. Juli 1853** Japan zur "Öffnung" zwang (mit Kriegsschiffen), waren die Standardsäbel, die seine Soldaten herumschleppten, den japanischen Schwertern wohl kaum unterlegen - und diese Säbel waren noch deutlich schlechter als die einige Jahrzehnte später üblichen Gußstahlsäbel.
 - Wobei man sich darüber klar sein muß, dass "besser" oder "schlechter" in diesem Zusammenhang zwei verschiedene Dinge bedeutet:
 1. Welches "Schwert" würde in einen Kampf "gewinnen"?
 2. Welches Schwert hat die besseren technischen Daten?
 - Auf beide Fragen gibt es aber keine eindeutigen Antwort. Welches Schwert "gewinnen" würde hängt von der Kampftechnik ab. Ein japanischer Samurai hätte trotz metallurgisch wohl "besseren" Schwerts keine Chance gegen einen Ritter in voller Rüstung mit seinem vergleichsweise primitiven "Breitschwert"-Prügel.
 - Es gibt auch kaum harte Daten zur zweiten Frage; einige Zahlen finden sich im [Link](#).
- ▶ Eines aber soll deutlich gesagt werden: **Kein** Schwert - japanisch, magisch, modern - kann die tollen Dinge tun, die in den Legenden (und im Internet) bis heute fortleben.
 - Ein Seidentuch, das auf die Schneide eines Damaszenersäbels **fällt**, wird **nicht** durchschnitten. Kein Schwert durch**schlägt** eine Stahlrüstung (durch**stoßen** - OK), und wenn zwei ordentliche Schwerter mit den Schneiden aufeinanderprallen, haben **beide** kräftige Scharten. Wer mit seinem Schwert auf einen Stein oder Amboß haut, hat danach ein gebrochenes oder beschädigtes Schwert, und immer noch **einen** Stein oder Amboß.
- ▶ Was man aber schon sagen kann ist:
 - Die Metallurgie der "Kelten" war mindestens genauso weit entwickelt wie die der Japaner - nur schon viel hundert Jahre früher. Ihre [Torsionsschweißdamastschwerter](#) waren extrem kompliziert aufgebaut, wie ihre japanischen Kollegen von atemberaubender Ästhetik, und nach manchen antiken Berichten extrem "gut" und entsprechend begehrt. Es ist möglich, dass die Kelten eine extrem komplizierte Technik entwickeln mußten, weil ihr "**Raseneisenerz**" ziemlich schlecht ist (d.h. viel **P** und **S** enthält)
 - Der noch ältere römische "**Gladius**" (ein Kurzsword zum Stechen) und der "**Spatha**" (das Langsword der Offiziere) waren wohl auch nicht schlecht; obwohl nicht besonders kompliziert aufgebaut (man weiß aber nicht sehr viel darüber). Möglicherweise profitierten die Römer vom Zugriff auf gutes spanisches Erz.
 - Die wohl aber echten Meister der frühen Eisen- und Stahltechnik waren die "Inder". Am Rande noch die "Chinesen", wobei letztere sich vor **2000** Jahren oder so aber überwiegend auf eine sehr hochentwickelte und nur für zivile Zwecke genutzten **Gußeisen**technik beschränkten.

▲ Aus Indien kam "**Wootz**", das Synonym für sehr kohlenstoffreichen Stahl aus dem dann die "echten" Damaszenerschwerter geschmiedet wurden.

- Dabei gab es jede Menge Geheimnisse. Obwohl moderne Materialwissenschaftler in Anspruch nehmen, das "Geheimnis" gefunden zu haben (und sich, wie immer, auch streiten wer wirklich recht hat) [Z](#) wird das von "Wootz" Fans (deren Zahl rasch zunimmt) durchaus bezweifelt.
- Man suche nach den Artikeln der Materialwissenschaftsprofessoren [Verhoeven](#) und [Wadsworth](#) um einen kleinen Eindruck über die derzeitige wissenschaftliche Diskussion zu bekommen. Im Internet findet man dann eine unabsehbare Zahl von Seiten zum Thema.

1) Jedes Kind in Spanien kennt El Cid Campeador, einen sagenhaften Ritter aus dem **11.** Jahrhundert. Er hat gegen die Mauren gekämpft und die Stadt Valencia erobert. Sein Schwert **Tizona** wurde im Jahre **1040** geschmiedet; es gehörte dem Maurenkönig Bujari. El Cid hat Bujari besiegt und sein Schwert als Beute behalten. Nach El Cids Tod ging Tizona von Hand zu Hand, seit **1944** ist Tizona (als Leihgabe) im Heeresmuseum in Madrid. Der Griff ist übrigens nicht mehr das Original sondern viel später montiert worden (sein Gebrauchswert liegt offensichtlich auch eher im Angeben als im Schläge abfangen). Eigentlich gehört Tizona aber dem heutigen Marquis de Falces. Er will Tizona nun verkaufen, am liebsten an den spanischen Staat - für **6.000.000 €**. Der spanische Staat bezweifelte erstmal, dass das Schwert überhaupt echt ist; mehrere Gutachten konnten aber weder Echtheit noch Falschheit beweisen. Vorsichtshalber wurde erst mal ein Ausfuhrverbot verhängt, was den Marquis mächtig ärgern soll.

Das war nach einem Bericht der FAZ der Stand im April **2003**. Wie die Geschichte ausgehen wird ist z.Z. unklar; aber wir lernen doch zwei Dinge:

- Die Faszination der Sagenschwerter ist ungebrochen - **6 Mio €** für ein Symbol sind ja kein Pappenstiel.
- Bei diesen Werten ist es auch kein Wunder, dass es kaum richtige metallographische Untersuchungen an diesen Artefakten gibt.

2) Three swords are carried before the (*british*) monarch during the service and procession: The Sword of Temporal Justice, of Spiritual Justice, and the Sword of Mercy (named **Curtana**). At her coronation Elizabeth II was girded with the legendary sword Curtana which has a truncated blade and lacks a point because royal justice ought to be tempered by Mercy, hence it is also called The Sword of Mercy. They can be seen as referring to Elizabeth II's position as Commander-in-Chief of the forces, Her Majesty's Services and to her title 'Defender of the Faith' .

3) Dieses Bild stammt aus einer ganz interessanten japanischen Quelle (dort kann man auch nachschauen, wie japanische Schwerter getestet wurden): [Japanese Sword School](#)

Eine der besseren "Websites" zum Thema "Japanische Schwerter" (= nihonto) ist [Nihonto - Japanese Sword](#)

4) Once the Shogun gave a reception to honor the best swordsmen in Japan. All the top samurai were in attendance along with Court nobles and beautiful geisha. A geisha approached the third highest ranked swordsmen and asked; "Sir, can you demonstrate your sword skills for me?" At once, the samurai drew his sword and cut a hovering fly in half. "Very impressive", said the geisha. When she saw the samurai who was the second highest ranked swordsmen in Japan she asked him the same question. He immediately drew his sword and with two quick strokes quartered a fly. "Most impressive", said the geisha. Then she spotted the samurai that was the highest ranked swordsmen in all of Japan. "Honorable Sir", she said "would you be so kind as to demonstrate your sword skill for me?". The samurai drew his sword and cut into the air in the direction of a nearby fly, but the fly buzzed away. "Oh, so sorry you missed", said the geisha. "But I didn't miss", said the samurai humbly "that male fly will no longer be able to have offspring."

5) Aristotle noticed: "Wrought iron indeed will melt and grow soft, and then solidify again. And this is the way in which 'steel' is made. For the dross (= Krätze, Schlacke, Unrat) sinks to the bottom and is removed from below, and by repeated subjection to this treatment the metal is purified and 'steel' is produced."

6) In Deutschland gilt, durch den Bestseller "Bildung" des Herrn **Schwanitz** überflüssigerweise nochmals bestätigt, dass Naturwissenschaft und Technik nicht Teil des unabdingbarem Bildungskanons sind, und damit auch nicht so recht zur Kultur gehören. In Japan würde man mit einer Person, die derartige Ansicht vertritt, ganz langsam und vorsichtig reden, und dann die schnelle Einlieferung in eine angemessene Institution veranlassen (und das wäre nicht die Feuilleton Redaktion einer Zeitung).

7) Aus einem **Verhoeven Artikel** (Deutsch im "Spektrum der Wissenschaft" **10/2001**): "Schon **1824** verkündete Jean Robert Bréant in Frankreich, er hätte das Geheimnis der muslimischen Klingenschmiede gelüftet. Wenig später erhob der Russe Pavel Anosoff denselben Anspruch. Im **20.** Jahrhundert gab es ähnliche Behauptungen – zuletzt von Oleg D. Sherby und Jeffrey Wadsworth (siehe "Damascus Steels", Scientific American, Februar **1985**). Aber in keinem Fall ließen sich mit den vorgeschlagenen Methoden Schwerter herstellen, die in Aussehen wie Gefüge den alten Originalen in zufriedenstellendem Maße gleichen".

Aus einem **Wadsworth Artikel** im **MRS Bulletin**, **12/2002**: "*More recently, Verhoeven has proposed an alternative explanation for the creation of a surface damask.... . In the opinion of Wadsworth and Sherby, this complex procedure (the Verhoeven method) may also provide a mechanism to allow austenite grains to grow (i.e. it might do the same thing as Wadsworth suggested, and not what Verhoeven says). Certainly the Wadsworth - Sherby method can in fact be used to create a "woodlike" structure closely resembling those found in genuine Damascus blades... . In the spirit of retaining blacksmithing secrets, the details of this modification ... remain with Wadsworth and Sherby. After Wadsworth and Sherby published their 1985 paper in Scientific American, Smith, the great metallurgical historian, cautioned that their work would not be the last word on the subject. He was correct, and his caution to other researchers in this field is as accurate today as it was then*".

8) Aus dem Dankesbriefs von Theoderich ("Dietrich von Bern) vermutlich an Thrasamund, den König der Vandalen:

"Zusammen mit schwarzen Stämmen (der Mooreiche) und heimischen blonden Knaben (!!!) hat Eure Brüderlichkeit Schwerter für uns ausgewählt, die sogar imstande sind Rüstungen zu durchschneiden, und die ich mehr noch ihres Eisens als wegen des Goldes auf ihnen preise. So glänzend ist ihre polierte Klarheit, daß sie mit genauer Deutlichkeit die Gesichter derjenigen widerspiegeln, die auf sie schauen. So gleichmäßig verlaufen ihre Schneiden zur Spitze, daß man annehmen möchte, sie seien nicht mit Feilen hergestellt, sondern im Schmelzofen geformt. Ihre Mitte, mit schönen Vertiefungen ausgehöhlt, erscheint wie mit Würmlein gekräuselt, und hier spielen so mannigfache Schatten, daß man glauben möchte, das glänzende Metall sei mit vielen Farben verwoben. dieses Metall ist auf Eurem Schleifstein geschliffen und mit Eurem glänzendsten Pulver so beharrlich poliert, bis sein stählerner Glanz ein Spiegel der Männer wird; dieses Pulver wird Euch unter den natürlichen Schätzen Eures Landes gewährt, sodaß sein Besitz Euch einzigartigen Ruhm bringen möge. Solche Schwerter möchte man in ihrer Schönheit für das Werk Vulkans halten, von dem gesagt wird, daß er mit solcher Geschicklichkeit sein Handwerk veredelt habe, daß alles, was von seinen Händen gestaltet wurde, nicht mit menschlicher, sondern mit göttlicher Kraft gefertigt zu sein schien(...)"