

Damaszenerstahl – eine wiederentdeckte Verbundschweißtechnik

Das Eisenmetall

Alle eisenerzeugenden Kulturen verwandten einen einfachen Schacht- oder Rennofen, um aus den verschiedenen Eisenerzen das Eisen zu reduzieren. Die Öfen unterschieden sich nur geringfügig in den Abmessungen, hatten in der Regel 1,20–1,80 m Höhe und einen inneren Schachtdurchmesser um 200 mm. Sie waren mehr oder weniger in die Erde eingetieft oder über einer Schlackengrube aufgesetzt. Die Bezeichnung "Rennofen" leitet sich von rinnen, dem Zusammenrinnen der Schlacke, ab.

Trotz Verwendung gleicher Erze und Holzkohle als Brennstoff waren unterschiedliche Roheisenluppen zu erwarten.

Die Unterschiede bezogen sich zum einen in der Durchsetzung mit Schlacke, viel bedeutender für die Schmiedefähigkeit aber war der Kohlenstoffgehalt der Luppe.

Eine Schmelze oder Ofenreise verlief in einer Zeitspanne von 6–10 Stunden.

Zwischen 150–200 kg Holzkohle und 50–60 kg Eisenerz wurden in dieser Zeit durch den Ofen geschickt.

Erzeugt wurde eine schwammartige Eisenluppe von 5–7 kg, die mit Schlacke, Asche und Holzkohlenresten durchsetzt war – sie sollte möglichst niedrig im Kohlenstoffgehalt liegen (< 1%).

Kein anderes Metall hat die technischen Fähigkeiten des Menschen so gefordert wie das Eisen.

Dem Schmelzer standen außer seiner Erfahrung und seiner Kenntnis der Erze nur die Beobachtung des Ofenganges und der Zustand der Schlacke als Anzeiger für das entstehende Roheisen zur Verfügung. Der reduzierende Brennablauf des Ofens und die Entstehung einer gut fließenden Schlacke waren die wichtigsten Voraussetzungen, überhaupt Eisen zu erhalten.

Gesteuert wurde der Schmelzablauf über die Luftmenge aus den Blasebälgen und die Überwachung der Temperaturbereiche, deren Kenntnis aus langer Erfahrung resultierte.

Für den Eisenforscher sind gefundene Ofenschlacken auch heute die wichtigsten Anzeiger über Qualitätsbeschaffenheit des Eisens und Ausbeute des Erzes.

Obwohl aus den Rennfeuern erschmolzene Eisen in der Regel im Kohlenstoffgehalt niedrig waren, ergaben sich nicht selten kohlenstoffangereicherte Luppen, die erst durch einen weiteren Schmelz- oder Frischprozess schmieðbares Eisen lieferten.

So sind aus nahezu allen bekannten frühgeschichtlichen Eisenschmelzorten auch gleichzeitig die Frischfeuerschmiedebekannt, die in weiteren aufwendigen Schmelz- und Schmiedeprozessen das überkohlte spröde Roheisen niederkohlten und somit schmiedefähig machten.

Zu diesem Entwicklungsstand des Eisens gehört auch das Verfahren des Verbundschweißens, das gleichzeitig Auswirkung auf die Eigenschaften – wie Zähigkeit, Schmiedbarkeit und Härte – des Eisenwerkstoffes erbrachte.

Das Verbundschweißen verschiedener Roh- und Frischeisenqualitäten ist als die ursprüngliche Methode, Stahl zu erzeugen, anzusehen. Zeitangaben über die eisengeschichtliche Entwicklung sind nur im Zusammenhang der Regionen möglich.

So wiesen die anatolischen Kulturen oder die Völker am Fuße des Himalaja einen deutlichen Entwicklungsvorsprung gegenüber den Schmelzen des Abendlandes auf¹.

Es waren wohl in erster Linie Handelsbeziehungen, die den Technologieaustausch über große Entfernungen trugen und wiederum eigene spezifische Entwicklungen zur Folge hatten.

Für den mittel- und nordeuropäischen Raum waren es hauptsächlich die fränkischen Schmiedestämme, die zwischen dem 6. und 9. Jahrhundert höchste Vollkommenheit und Schönheit in der Verbund-

stahltechnik erreichten. Römischer Einfluß ist erkennbar. Es entstanden große Waffenschmieden dort, wo Eisenerze, Holzkohle und Wasserkraft verfügbar waren und gleichzeitig auch Handelsumslagorte existierten, wie es für das latènezeitliche Siegerland-Becken und das Norikum zutrif.

Beim Betrachten und Untersuchen von Schwertfunden dieser Zeit wird deutlich, daß der Schönheit des Dekors gegenüber der Festigkeit Vorrang eingeräumt wurde. Es ist jedoch nicht zu verkennen, daß erst die Qualität des Stahles diese Werteinschätzung ermöglichte.

Während spärliche Funde aus den letzten vorchristlichen Jahrhunderten die Vermutung zulassen, daß die Schichtung von wenigen Lagen unterschiedlicher Eisen- und Stahlqualitäten auch wegen der unterschiedlichen Färbung der Oberfläche, d. h. als Dekor genutzt wurde, wird diese Art der Verschönerung in den nächsten Jahrhunderten immer deutlicher. Die gleichzeitige Steigerung der Festigkeit durch die Verschmiedung mehrerer Lagen harter mit weniger harten, aber zähen Eisenwerkstoffen, stand im Vordergrund.

Etwa aus der Zeit der ersten Völkerwanderung sind Schwertklingen bekannt, die neben der lamellaren Anordnung gerade Streifen oder Stränge aufweisen, die eine dekorartige Abgrenzung verschiedener Stähle zeigen.

Die Steigerung der statischen Festigkeit ist erkennbar bis zu aus späterer Zeit stammenden Funden, die zeigen, daß nunmehr Streifen in Schlangenlinien längs der Schwertklinge verlaufen und sie eindeutig nur eine Dekorbereicherung darstellen².

Die in den nachfolgenden Jahrhunderten üblichen Verfahren – Muster aus seilartig verdrehten Stäben zu erzeugen – öffnete der Phantasie und Gestaltungsfreudigkeit unbegrenzte Möglichkeiten.

Eine Vielzahl von Kombinationen aus Schichtstahl und Torsionsstäben kennzeichnet die Jahrhunderte bis zur zweiten Völkerwanderungszeit. Es ist die höchste Blüte dieser einmaligen Schmiedetechnik, die im 9./10. Jahrhundert jäh endet und im nördlichen Europa, wenn auch aus anderen Gründen, erst im 17. Jahrhundert wieder aufgenommen wird.

In die Bewunderung der fast unglaublichen Fähigkeit der Schmiede, solche Wunderwerke zu vollbringen, soll die Überlegung einbezogen werden, welche Veränderungen die Eisenwerkstoffe für die Menschen selbst zur Folge hatten. Welch eine Faszination und Überlegenheit war mit diesem Metall verbunden, einem Werkstoff, der schier unbegrenzte Eigenschaften in sich barg!

Die Ehrfurcht vor diesem Metall übertrug sich auf die Schmelzer und noch viel mehr auf die Schmiede. Sie standen in hohem Ansehen und waren nicht selten Stammesführer und Fürsten³.

Die bewundernswerte Fähigkeit, das Eisenmetall zu bearbeiten, wird erst durch den Nachvollzug deutlich.

Die Achtung vor den frühen Leistungen steigt um so mehr, als man beim Versuch der Rückentwicklung alter Schmiedetechnik sehr schnell an Grenzen der eigenen Fähigkeiten stößt.

Der Nachvollzug alter Schmelz- und Schmiedeverfahren wird geradezu unverzichtbar, um einen möglichst wirklichkeitsnahen Überblick über eine Entwicklung zu erhalten, die über große Zeiträume wieder in die Vergessenheit zurückfiel.

Das Erstaunen wächst, wenn man erkennt, daß Verfahren in der modernen Metallurgie neu entdeckt werden, die schon vor vielen hundert Jahren von den Schmieden bewußt eingesetzt wurden; wie es am Beispiel der Arsenlegierungen aufgezeigt ist: Bei Untersuchungen an einer römischen Schwertklinge wurde zwischen aufgesohlter Schneide und Klingenkörper ein dünner Streifen erkennbar, der die härtere Stahlschneide vom Klingenkörper unterschied. Metalluntersuchungen ergaben, daß der dünne Streifen aus einem arsenangereicherten Eisen bestand. Zunächst verleitete die Beobachtung zu der Annahme, daß eine Art Hartlötung stattgefunden hätte. Bei



Abb. 1. Fragmente einer fränkischen Schwertklinge in Torsionstechnik, 6.–7. Jahrhundert, gefunden in der Voreifel, aufbewahrt im Klingengymnasium Solingen (Foto: Manfred Sachse).



Abb. 2. Nachbildung einer Torsionsschwertklinge aus drei Torsionschienen und einer umlaufenden Schneideleiste aus Schichtstahl; Herst.: Verf. (Foto: Verf.).

Abb. 3. Unter dem schützenden Glutmantel des Feuers hat sich das Schweißgut bis nahe des Schmelzpunktes erwärmt. Ohne das Paket dem Sauerstoff auszusetzen, wird das Flußmittel, Quarzsand, auf die schmelzende Oberfläche gestreut. Der Sand schmilzt sofort zu einer schützenden Glashaut. Gleichzeitig lösen sich die Eisenoxide und verbinden sich mit dem Quarzsand zu Schlacke. Eine gute Schlackenbildung ist eine der Voraussetzungen zu einer guten Feuerschweißung (Foto: Verf.).



Abb. 4. Unter dem Luftschiemedehammer wird archäologisches Roh-eisen verdichtet und zusammengeschiedet. Das luppenartige Roh-eisen (Schwammeisen wegen seinem inhomogenen Zustand) stammt aus Bodenfunden vorchristlicher Eisengewinnung in Süd-Wales, England (Foto: Peter Crew).



Schweißversuchen mit Eisen-Arsenlegierungen zeigte sich jedoch die besondere Schweißeigenschaft von arsenlegierten Eisen.

Am Beispiel der Schwertklinge war eine schmale Leiste aus Arseneisen zwischen Schneide und Klingenkörper gelegt, um die ohnehin komplizierte Schweißung zu erleichtern und zu verbessern: eine fast ungläubliche Leistung.

Es bleibt zu bemerken, daß sich die heutigen Eisen- und Stahlwerkstoffe nicht mehr mit dem frühen Eisen vergleichen lassen, was natürlich beim Nachvollzug der alten Verfahren berücksichtigt werden muß.

Wie eigene vergleichende Versuche mit spärlich erhaltenen Eisenresten aus Funden frühgeschichtlicher Schmelzplätze in Polen und Süd-Wales zeigten, ließ sich besonders das phosphorreiche Eisen aus Polen hervorragend schweißen⁴.

Das Waliser Eisen, von guter Qualität, war offenbar niedergekohlt bzw. gefrischtes Roheisen. Bei weiterer Verketung und Verschweißung nahm die Sprödigkeit ab, ebenso die Ribbildung der Randzonen. Es ließ sich ebenfalls problemlos schweißen.

Alte Schmelzverfahren zu wiederholen, ist für die Eisenforschung eine Grundvoraussetzung. Es zeigte sich nämlich, daß erst nach mehreren Versuchen brauchbare Ergebnisse, die sich mit alten Funden vergleichen lassen, gewonnen werden konnten.

Die Feuerschweißung

Das Verfahren der Feuerschweißung ist so alt wie die Eisengeschichte und wurde von allen eisenerzeugenden Kulturen fast in gleicher Weise angewandt.

Noch vor wenigen Jahren von vielen Dorfschmieden beherrscht, vom modernen Schweißverfahren verdrängt, droht diese eisengeschichtlich interessante Verbindungstechnik in Vergessenheit zu geraten.

Bei der Feuerschweißung nutzt man den über die Temperaturspanne von 1100°–1350° C anhaltenden Haltepunkt des Eisens und den etwas tiefer liegenden des Stahles.

Als Haltepunkt wird die Temperaturspanne bezeichnet, in der beide Stoffe, unter der Einwirkung der Hitze, nicht mehr fest, aber auch noch nicht flüssig sind.

Dieser Zustand wird im Schmiedefeuer erzeugt. Die Vorbereitung und Unterhaltung eines Schweißfeuers erfordert besondere Sorgfalt. Als Brennstoff findet heute fast ausschließlich die Steinkohle Verwendung, dagegen bot die in früherer Zeit auf den Essen verwendete Holzkohle bessere Eigenschaften für ein reduzierend brennendes Feuer⁵.

Um ein größeres Schweißfeuer vorzubereiten, werden vor Beginn der Schweißarbeiten in der Regel Schmiedearbeiten vorgeschaltet, um während dieser Arbeitsphase eine größere Menge durchwärmter, gut verkokter Kohle zu erhalten.

Die Reinheit eines reduzierend brennenden Feuers ist eine der Voraussetzungen, um eine gute Feuerschweißung zu erzielen, denn bei der Aufbereitung eines Kohlevorrates werden gleichzeitig stahlschädigende Stoffe – wie Schwefel – verflüchtigt, so daß möglichst verbackene und verkokte Kohle in den Feuertrug gelangt.

In diesem vorbereiteten Feuer beginnt der immer wieder faszinierende Prozeß der Schweißhitze.

Das zugerichtete Schweißgut wird in das Schmiedefeuer eingelegt und allseits von gut durchglühter Kohle bedeckt. Es wird besonders darauf geachtet, das zu schweißende Eisen nicht dem direkten Gebläsestrom auszusetzen: Die Kunst und Geschicklichkeit des Schmiedes bestehen darin, das Eisen langsam und durchdringend auf Schweißtemperatur zu erhitzen, ohne daß durch Sauerstoffeinwirkung eine große Oxydationsphase entsteht, die zur Materialverzunderung führt. Nach einigen Minuten hat sich der Werkstoff auf 1000° bis 1100°C erwärmt. Dem Temperaturanstieg entsprechend wird das Feuer stärker angeblasen, das Eisen beginnt auf der Oberfläche zu schwitzen, es wird schweißwarm.

Ohne das Werkstück freizulegen oder aus dem Feuer zu nehmen, dreht es der Schmied mit der linken Hand in der Glut, während er mit der Rechten feinen Quarzsand durch das Feuer auf die schmelzende

Oberfläche streut. Der Sand schmilzt sofort und legt sich als sauerstoffabschirmende Glashaut um das schmelzende Eisen. Gleichzeitig lösen sich die Eisenoxyde in dem schmelzenden Quarz und bilden eine schwimmende Schlacke auf der Oberfläche der Schweißung.

In wenigen Sekunden erreicht die Temperatur 1250°–1300°C. Diesen Temperaturzustand bezeichnet man als Schweißhitze. Keineswegs darf das Eisen von sprühenden Sternen umgeben sein. Ein solches Schweißbild zeigt die Überhitzung und Verbrennung an, eine brüchige, wertlose Schweißung wäre die Folge.

Mit schnellen, präzisen Bewegungen trägt der Schmied die Schweißung aus dem Feuer und schlägt durch kurzen Anschlag auf dem Amboß die flüssige Schlacke ab. Darunter kommt der leicht sprühende, vibrierende Eisenfluß zum Vorschein.

Unter schnellen leichten Hammerschlägen wird die Schweißverbindung hergestellt⁶.

Dies alles vollzieht sich in wenigen Sekunden, schnell sinkt die Schweißtemperatur ab. In einer nur sehr kurzen Zeitspanne ist das Zusammenschweißen der Teile möglich. Stärkere Querschnitte werden nach einer ersten Verbindung erneut auf Schweißhitze gebracht und im zweiten Prozeß völlig verbunden.

Verbindungen von Eisen mit Stahl erfordern die besondere Erfahrung des Schmiedes, denn Stahl liegt im Schmelzpunkt niedriger als Eisen, darüber hinaus neigt der kohlenstoffreichere Stahl bei Schweißtemperaturen dazu, wie morsches Holz zu verfallen: Grund dafür, daß beim Schweißen von Verbundstahl die äußeren Platten des Paketes immer aus Eisen bestehen, um den früher schmelzenden Stahl vor vorzeitiger Verzunderung zu schützen.

Von großer Bedeutung sind auch die Flußmittel. Über viele Jahrhunderte fand der Quarzsand Verwendung. Ebenso üblich waren Lehm- oder Tonpulver als Beimengung zum quarzreichen Sand. Unter dieses Gemenge gab man manchmal noch eine Portion fein zerstoßenes Hammeroxyd⁷. Die meisten Schmiede hatten eine aus ihrer Erfahrung gewonnene Mischung der mineralischen Stoffe und gaben sie nicht gerne preis. Es ist fast unmöglich, eine einheitliche Empfehlung über die Anwendung der Flußmittel zu geben.

Noch zu Beginn unseres Jahrhunderts waren die angebotenen Eisen von ganz unterschiedlicher Zusammensetzung. Manche Eisensorten zeigten durch inhomogene Beschaffenheit und Schlackenanteile eine sehr gute Schweißbereitschaft, während die siliziumberuhigten Eisen von gegenteiliger Eigenschaft waren. Hingegen war mit dem Schweißstahl – auch "Holzkohlenstahl" nach seiner Aufbereitung im Holzkohlenofen benannt – ein gleichmäßig guter Werkstoff verfügbar. Es war der aus dem Gärbstahl⁸ hervorgegangene Raffinierstahl⁹, dessen Güte durch die Feuerschweißung eher noch gesteigert wurde. Es ist daher kaum verwunderlich, daß bei solch großem Qualitätsgefälle an Eisen fast jeder Schmied eigene Verarbeitungsmethoden anwandte.

An alten Werkstücken sind auch schlechte Schweißarbeiten zu beobachten, was jedoch nicht immer auf mangelhafte Handwerkskenntnisse hinweist.

Obwohl heute die Sortenreinheit der Qualitätsstähle gewährleistet ist, eignen sich nur noch sehr wenige Stähle zur Feuerverschweißung.

Bei der unteren Qualitätsstufe der einfachen Baustähle, die meist aus allen unerwünschten Beimengungen der Schrotthalden erschmolzen sind, kann man wieder schlechte Schweißbereitschaft vorfinden¹⁰.

Das jahrtausendalte Verfahren der Feuerschweißtechnik wird heute nur noch vom Kunstschmied angewandt. Dort, wo Feuerschweißverbindungen bestehen, werden sie gezeigt, durch die fließenden Übergänge haben sie einen eigenen schönen Formenverlauf. Die Erzeugung und Entwicklung der Eisenwerkstoffe ist ohne die Feuerschweißtechnik überhaupt nicht denkbar. Nahezu alle Eisenbearbeitungen geschahen in schmelznahen Temperaturbereichen.

Die Weiterentwicklung der Eisen- und Stahlwerkstoffe ist bei weitem nicht abgeschlossen, besonders in der Schweißtechnik sind sowohl in der Hochtechnologie als auch in den Werkstätten ständig neue Geräte für Schweißverfahren angeboten¹¹. Selten aber wird die gleiche gefügefremdliche Verbindung einer guten Feuerschweißarbeit erreicht.

Die Verbundschweißtechnik – Schichtstahl

Das Zusammenschmieden von harten kohlenstoff- bzw. phosphorhaltigen Eisenschienen mit weichen Eisen war eine zwangsläufige Entwicklung, da sich keine der vorgenannten Eisensorten direkt für die Herstellung von Waffen oder Werkzeugen eignete. Erst die verschweißte, verschmiedete Schichtung aus den verschiedenen Eisenwerkstoffen erbrachte einen stahlähnlichen Werkstoff, der sowohl hart als auch flexibel war.

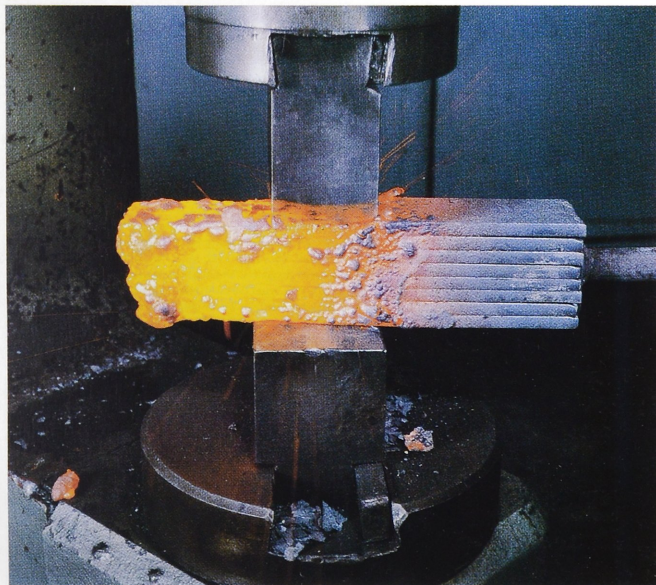
Die Qualität wurde mit denjenigen der Bronze verglichen. Die seit mehr als 4000 Jahren bekannte Bronze hatte einen hohen technischen Stand erreicht: Hartgehämmerte Bronzewaffen waren den eisernen Waffen lange Zeit überlegen. Das Eisenmetall hatte völlig andere Eigenschaften als die Legierungen aus Kupfer und Zinn.

Kein anderes bisher bekanntes Metall wurde bei plötzlicher Abkühlung aus rotglühender Temperatur so hart wie manche Eisensorten, desgleichen bei erneuter Erwärmung wieder weich.

Über eine Entwicklungszeit von weniger als einem halben Jahrtausend war das Eisenmetall schmiedbar und härter geworden. Untersuchungen an sehr frühen Fragmenten von Klingen oder Äxten zeigten im Gefüge martensitische Struktur, die entsteht, wenn kohlenstoffhaltiges Eisen aus Rotglühtemperatur plötzlich abgekühlt wird¹².

Abb. 5. Links: Ein Paket aus sechs Lagen Eisen und fünf Lagen Stahl (rot) ist zur Verschweißung zusammengesetzt. Rechts: Ein Paket ist bereits verschweißt, zur Schiene ausgeschmiedet und, zur Erhöhung der Lagenzahl, in gleiche Teile zerschnitten und für einen zweiten Prozeß vorbereitet (Foto: Verf.).

Abb. 6. Unter dem pneumatischen Hammer wird ein Paket verschweißt. Die flüssige Schlacke aus Quarzsand und Eisenoxyd fällt ab, darunter kommt der reine Eisenfluß zum Vorschein (Foto: Verf.).



Man verstand das Eisen zu härten und durch Rückführung von Wärme, dem Anlassen, spröde und brüchige Härte in flexible Härte umzuwandeln.

Welch idealer Werkstoff war mit dem Eisenmetall gefunden! Alle erwünschten Eigenschaften wie Formgebung, Härte und Flexibilität waren mit Temperaturbehandlung von nur wenigen hundert Grad erreichbar. Zudem mußte das Material nicht aufwendig geschmolzen und in Formen gegossen werden wie die Bronze!

Stahl herzustellen war aber noch nicht fortlaufend möglich. Es waren hauptsächlich Stickstoff, Phosphor und Kohlenstoff – meist in willkürlichen Beimengungen – im Roheisen, die dem Eisen Härte, aber auch große Sprödigkeit verliehen.

Gleichzeitig mit dem ständigen Bemühen um bessere Werkstoffe entdeckte man die metallfarbenen Abgrenzungen beim Zusammenschmieden verschiedener Eisenqualitäten.

Diese Erscheinung wurde von den Schmieden genutzt, und über das letzte vorchristliche bis in das 9./10. Jahrhundert lassen sich phantastische Musterentwicklungen auf Schwertklingen verfolgen.

Man unterscheidet drei Hauptgruppen, sowohl im Muster als auch in der Anwendung zur Klinge:

Abb. 7. Eine Klinge mit umlaufender Schneideleiste aus 10 Lagen Schichtstahl und vier wechselständig tordierte Stränge sind für die letzten Schweißprozesse zusammengestellt und mit einer Klammer gebunden. Die Schweißung beginnt an der Spitze, die Klammer wird zurückgeschoben und bei Erreichen der Angel abgestreift. Im Probeschliff an der Klingenspitze ist die Phase B und C der Musterentwicklung erkennbar (Foto: Verf.).

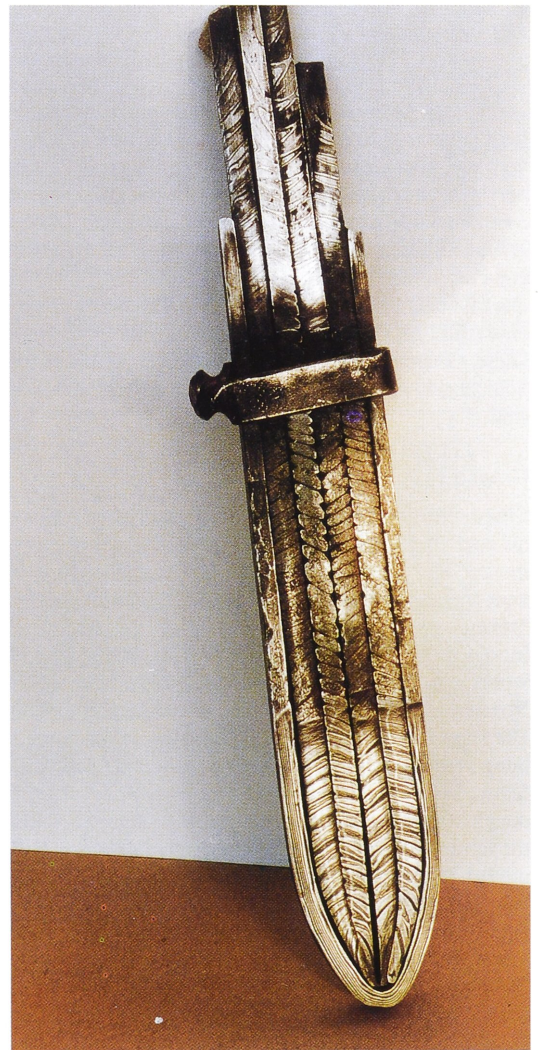




Abb. 8. Muster aus Streifenschichtung. Zur Musterbelebung wurde die Klinge mit einem Finnhammer ausgeschmiedet. Die Streifen aus den verschiedenen Werkstoffen sind vom Knauf bis zur Klingenspitze zu verfolgen; Herst.: Verf. (Foto: Verf.).



Abb. 9. Besonders schöne Kontraste entstehen bei Verwendung von phosphorreichen Eisen, sie zeichnen silberhell. Phosphor gilt als stahlfeindlich wegen seiner Versprödung und Kaltbrüchigkeit. Phosphorhärte wurde bei frühen Eisensorten genutzt. Heute findet man keine Eisensorten mehr, die für diese Musterbildung die erforderlichen hohen Phosphoranteile von 1,5–2% haben. Das für den Nachvollzug erforderliche Eisen wurde selbst erschmolzen; Herst.: Verf. (Foto: Verf.).

Gruppe 1

Die älteste Art bestand in der lamellaren Schichtung verschieden harter Platten. Aus der farblichen Abgrenzung kann eine Schichtung von 5–6, höchstens aber 30–50 Lagen ausgezählt werden. Mit der hervorragenden Anordnung – harte Platten zwischen weichem Eisen einzubinden – war ein bruchfester, harter und flexibler Werkstoff gefunden, der sich besonders für lange schmale Schwertklingen eignete.

Die auf der Oberfläche sichtbaren Metallmuster waren zunächst mehr eine zufällige, der Verschönerung dienende Bereicherung.

Diese Gruppe wird als Schichtstahltechnik bezeichnet. Aus dem Schichtstahl entwickelten sich durch Kerbschmieden die Wellenmuster.

Gruppe 2

Eine deutliche Steigerung, sowohl im statischen Aufbau einer Klinge als auch in der Musterung der Oberfläche, zeigen die Verdrehungsmuster der "Torsionstechnik". Die Schmiede wandten eine völlig neue Methode an, eine lange Schwertklinge aufzubauen. Anstelle der breiten Lamellen traten zu Vierkantprofil geschmiedete Schichtstähle, die in einer Reihe aus 3–5 Stäben zusammengestellt wurden, wobei die äußeren Stäbe für die spätere Schneide aus härterem Material als die Stäbe im Kernbereich waren.

Die zunächst noch ungedrehte Stabreihe wurde durch Feuerschweißung verbunden und zur Klinge ausgeschmiedet. Auf der polierten Schwertklinge zeichneten sich zahlreiche parallele feine Streifen ab, die nicht nur eine dekorative Oberfläche ergaben, sondern auch – da die feinen Streifen durch den ganzen Klingenschnitt verliefen – die Bruchfestigkeit erheblich steigerten (vgl. die Schichtverleimung beim Sperrholz).

Der Aufbau dieser Klingen kennzeichnet den eisen- und stahltechnischen Stand des 5.–6. Jahrhunderts.

Für die Schneiden wurden deutlich härtere Werkstoffe verwendet als für die Klingenkörper. Aus der martensitischen Gefügestruktur ist abzulesen, daß der Stahl gehärtet und angelassen war.

Die nächsten 3–4 Jahrhunderte erreichten einen schmiedetechnischen Höchststand, der im 9.–10. Jahrhundert jäh endet, und auch später nicht mehr erreicht worden zu sein scheint.

Die zu Quadratstäben geschmiedeten Schichtstähle setzten sich aus Paketen von ungeraden Lagenzahlen von selten mehr als 5–7 Lagen zusammen. Da die äußeren Schichtungen eines Paketes immer aus dem etwas später schmelzenden Eisen bestanden, war immer auch eine Schicht Eisen mehr als "Stahl" im Paket vorhanden.

Die ausgestreckten Stäbe wurden nun seilartig in der Längsachse verdreht, tordiert – und erneut zu einem Vierkantprofil umgeschmiedet.

Rechts- und linkstordierte Stäbe wurden im Wechsel in Reihen geordnet und zu Flachstäben verschweißt.

Nun kann man zwei Verfahren unterscheiden, nach denen die aus besonderem Stahl vorbereiteten Schneiden aufgebracht wurden:

- *Verfahren 1* bestand darin, daß zuerst ein Klingenkörper (aus meist 3–4 Torsionsstäben) verschweißt, und zur Spitze verjüngt, geschmiedet wurde. Nun legte man die vorbereiteten Schneiden beiderseits der Flanken an den Klingenkörper an und schweißte die Schneideleisten auf den Klingenkörper. Da immer nur kurze Abschnitte von 7–10 cm Länge gleichzeitig erhitzt und verbunden werden konnten, waren etwa zehn Prozesse erforderlich, um die schmalen Leisten mit der Klinge zu vereinen.

- Beim *Verfahren 2* wurden die Schneideleisten für den gemeinsamen Schweißprozeß mit dem Klingenkörper gleichzeitig verbunden.

Da nach der Verschweißung keine Unterscheidung zwischen Verfahren 1 und 2 möglich ist, lassen die aus den Nachvollzügen gewonnenen Erfahrungen das Verfahren 2 als technisch ausgereifter erkennen. In der Praxis zeigte sich, daß die ohnehin schwierige Schweiß- und Schmiedearbeit im *Verfahren 1* dadurch erschwert wird, daß zwei erheblich unterschiedliche Querschnitte auf Schweißhitze gebracht und verschmiedet werden müssen. Daß die schwachen Querschnitte, die schmalen Schneideleisten nämlich, außen liegen, steigert den Schwierigkeitsgrad erheblich. Im *Verfahren 2* wurden die zum Klingenkörper zusammengestellten Torsionsstäbe und die Schneideleisten beiderseits mit Bändern zusammengebunden und, beginnend an

der späteren Angel, im ersten Prozeß gemeinsam verbunden. Nun kommt die Klinge – mit der Spitze zuerst – in das Feuer, und die weiteren Abschnittsschweißungen bis zur Angel werden durchgeführt. Die Anzahl der Schweißprozesse, die immer mit Fehlermöglichkeiten verbunden sind, hat sich zwar nicht verringert, die Querschnittabmessungen der einzelnen Stäbe aber sind nahezu gleich, so daß auch die Erhitzung gleichmäßiger erfolgen kann. Der Hauptvorteil aber besteht darin, daß in einem Zug die Klinge zusammengeschweißt wird. Der Prozeß, die Schneiden separat zu verbinden, entfällt.

Gruppe 3 (Deckschichtentechnik)

Ein sehr hoher Stand der Schmiedeverfahren zeigt sich an den Klingen der Deckschichtentechnik. Diese Klingen sind zahlenmäßig weniger vertreten, es waren nie Massenerzeugnisse, vielmehr finden sich Klingen dieser Gruppe in der spärlichen schriftlichen Überlieferung beschrieben. Sie dienten als Repräsentationsgaben zu besonderen Anlässen.

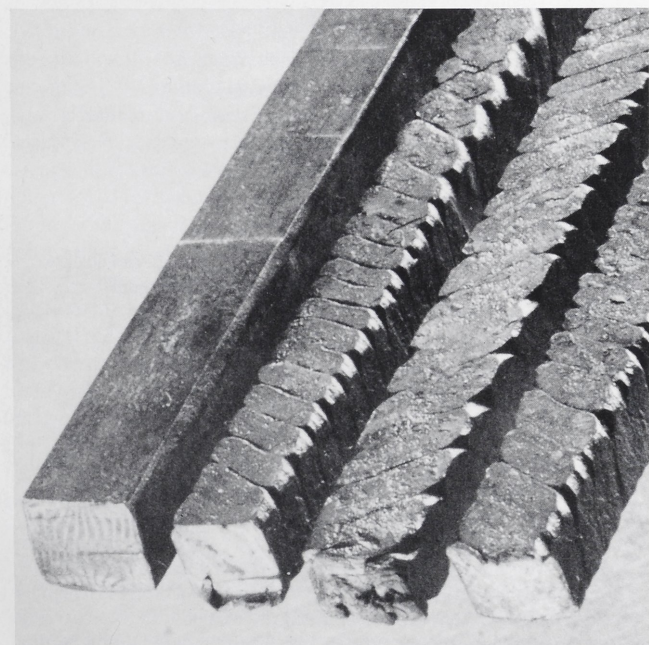
Der Aufbau einer Deckschichtenklinge setzte sich aus neun vorgefertigten, verschiedenen Einzelsträngen zusammen, wobei sowohl dem Dekor als auch der Härte und der Bruchfestigkeit höchste Aufmerksamkeit gewidmet wurde¹³.

Daß die Schmiede- und Schweißarbeiten virtuos beherrscht wurden, geht daraus hervor, daß diese noch heute sehr schwierigen Arbeiten – zur damaligen Zeit – scheinbar problemlos gemeistert wurden.

Beiderseits einer flachen, schmalen Kernlage aus Weicheisen ordnete man jeweils drei Torsionsbahnen in wechselnder Verdrehungsrichtung an, und schweißte diese sieben Teile zum Klingenkörper zusammen. Nach den oben dargestellten Verfahren wurden die Schneiden aufgesohlt. In dieser Art war die Klinge aus einem Grabfund der Voreifel des 6.–7. Jahrhunderts geschmiedet¹⁴. Der Schmied hatte das Dekor noch bereichert, indem er kurze Strecken der beiderseitigen Torsionsstränge ungedreht ließ und derart anordnete, daß der benachbarte Strang in diesem Streckenabschnitt wiederum verdreht (tordiert) war. Die Schneiden bestanden aus Monostahl. Systemzeichnungen der Torsionsklinge sind der beigelegten Abbildung zu entnehmen.

Wie entstehen nun die Muster? Ähnlich der gewachsenen Holzmaserstruktur, die beim Anschnitt sichtbar wird, zeichnen sich die unter-

Abb. 10. Drei Torsionsstränge und eine Schneideleiste aus Schichtstahl sind vorbereitet. Die Torsionsstränge werden nun zusammengeschweißt und als Klingenkörper ausgebildet. Zuletzt wird die Schichtstahlleiste als Schneide aufgeschweißt; Herst.: Verf. (Foto: Verf.).



schiedlich verschichteten Eisensorten ab, sobald die geschmiedeten Klingen angeschliffen und poliert werden.

Das Zusammensetzen der Schienen geschah schon im Hinblick auf die erwünschten Muster, die sich beim Abschleiff in einer vorausbestimmbaren Reihenfolge entwickeln.

Aus den beschriebenen drei Hauptgruppen sind viele Variationen bekannt. Bei der Erforschung der Musterentwicklung verwendeten Archäologen verschiedenfarbige Knetmassen. Die Rückentwicklung konnte zwar vollzogen, jedoch nicht in die Schmiedepaxis übertragen werden. Mit den Schmiedearbeiten ist immer eine Streckung oder Ausbreitung des Werkstoffes verbunden. Bei der Musterplanung ist diese Verformung berücksichtigt, die Stabkombination wird – der Streckung und Ausbreitung entsprechend – vorbereitet. Manchmal unterlief dem Schmied bei der Zusammenstellung ein kleiner Irrtum. Er zeigte sich erst beim Ausschleiffen als Unregelmäßigkeit. Sowohl beim Nachvollzug als auch an alten Stücken sind solche Folgen der Unachtsamkeit abzulesen.

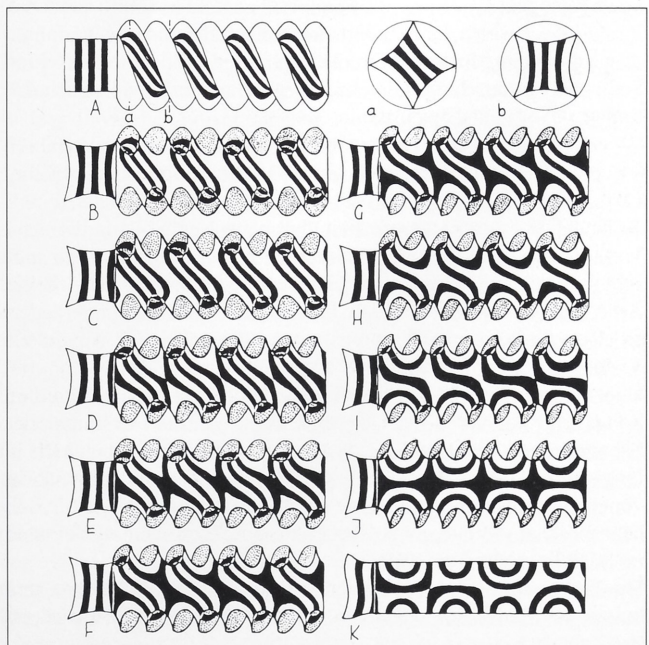
Das Schwert war schon von seiner Herstellung her mit einem Mythos umgeben, leicht wurde ein schlechtes Omen aus solch einem Zwischenfall abgeleitet, was wohl nicht nur auf das Schwert beschränkt blieb.

Die Muster werden um so bunter und schöner, je tiefer man in den Werkstoff durch Abschleiff eindringt. Demzufolge waren die schmiederohen Stücke recht dick und schwer. Oft mußte mehr als die Hälfte der Werkstoffmasse abgeschliffen werden, um die Muster in ihrer vollen Schönheit zu erschließen. Dieser Verlust bedeutete ein großes Opfer, denn das Eisenmetall war kostbar und teuer.

Das Ende der Herstellung dieser noch heute unverändert bewundernten Schwertklingen läßt sich auf das 9.–10. Jahrhundert genau begrenzen. Einer der Gründe mag wohl in Folgeerscheinungen des Zerfalls der römischen Macht zu suchen sein¹⁵. In der Zwischenzeit war aber die Stahlerzeugung so weit entwickelt, daß Monostahlklingen von sehr guter Qualität geschmiedet werden konnten. Der Mythos der gemusterten Klingen aber bestand fort.

Als die Kreuzfahrer nun solche Klingen aus dem Orient zurückbrachten, fanden sie wieder Bewunderer¹⁶. Seit dieser Zeit aber bezeichnet man die gemusterten Klingen als "Damaszenerklingen". Abgeleitet von der in Kleinasien liegenden Handelsmetropole Damaskus hat

Abb. 11. Beim Abschleiff der Torsionsstränge werden Stahl und Eisen vielfältig angeschnitten. Die Werkstoffe unterscheiden sich in den Oxydfarben und ergeben eine bestimmte Musterfolge, je tiefer der Werkstoff abgeschliffen wird. Die Muster sind an dem quadratischen Querschnitt bei verschiedener Werkstoffabnahme von A bis K erläutert (Zeichnung: Jaap Ypey).



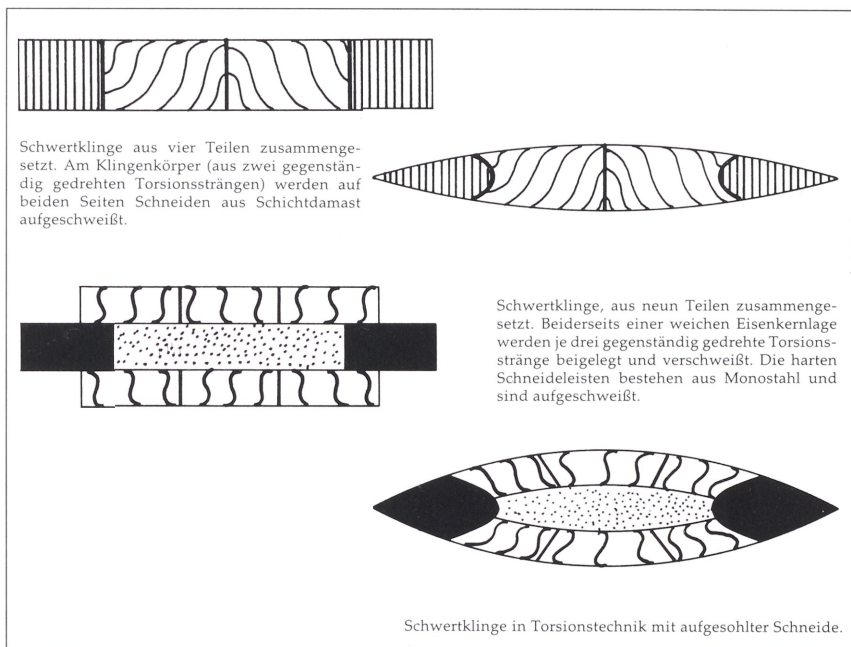


Abb. 12. Aufbau von Schwertklingen; Torsionstechnik (Zeichnung: Verf.).



Abb. 13. Nachbildung einer Dolchklinge in Torsionstechnik. Drei Torsionsstränge mit schmalen Zwischenlagen zur Abgrenzung der Torsionsbahnen. Schneideleiste umlaufend aus Schichtstahl. Klinglänge 480 mm, vierseitig hohlgeschliffen mit Mittelgrat; Herst.: Verf. (Foto: Verf.).

sich die Bezeichnung "Damaszenerstahl" bis heute für den Verbundschweißstahl erhalten.

Kaum eine Unterbrechung der Verbundschweißtechnik fand in den alten Eisenkulturen des Orients statt. Dort wurde das Verfahren ständig weitergeführt und verfeinert.

Unter der Beute, welche die kaiserlichen Heere vorfanden, als das osmanische Vordringen vor Wien zum Stillstand kam und in einer Niederlage endete, waren Dolche, Schwerter und erstmals Feuerwaffen aus Damaszenerstahl von bis zu diesem Zeitpunkt unbekannter Schönheit¹⁷.

Das daraufhin neu erwachte Interesse an den alten Stahlverfahren war so groß, daß fast gleichzeitig in den alten abendländischen Waffenschmieden Lüttich, Suhl, Birmingham und Madrid eine fortlaufende Produktion von Läufen für Jagd- und Sportwaffen größter Vollkommenheit begann¹⁸.

Zu Anfang unseres Jahrhunderts kamen durch moderne Verfahren damastähnliche Muster im Druckverfahren in Mode, die den teuren Stahl nur vortäuschten. Gleichzeitig aber zeichnete sich auch das Ende des Verbundschweißstahles ab.

Obwohl die Herstellung recht verbreitet war, wurde um das Verfahren immer auch Verschwiegenheit gewahrt. Die Schmiede gaben ihre Fertigkeiten nicht weiter und hüteten sie wie ein Geheimnis.

Es ist daher kaum verwunderlich, daß beim Nachvollzug die alten Verfahren wieder neu gefunden werden müssen. Dies ist sehr umständlich und zeitintensiv, glücklicherweise aber haben sich die Arbeitsverfahren der Schmiede über Jahrtausende fast unverändert erhalten. So können auch nach einigen "Fehlschlägen" vergangene Verfahren schließlich wieder rekonstruiert werden.

Über mehr als 2000 Jahre waren Schmiedefeuher, Blasebalg, Hammer, Zange und Amboß die einzigen Werkzeuge und Hilfsmittel der Schmiede, um das Metall zu bearbeiten. Leider entfernen sich in jüngster Zeit allzu häufig und unnötig Tradition und Fortschritt voneinander. Vereinigungen, die auch die Traditionspflege für sich beanspruchen, bemühen sich, die uralte Berufsbezeichnung Schmied in "Metallgestalter" zu ändern.

Die Frage, ob mit solchen Veränderungen der geschichtlichen und kulturellen Bedeutung des Schmiedes ein Dienst erwiesen wird, ist zweifelhaft.

Anmerkungen

- ¹ Erfahrungsvorsprung durch die Kupferschmelze. Beim Ausschmelzen der Kupfererze entstand sehr oft "Zufalleisen". Es war zwar bekannt, wurde aber wegen seiner es unbrauchbar machenden Sprödigkeit nicht weiter aufbereitet.
- ² Die Muster wurden als "wurmbunt" bezeichnet. – Vgl. bei *Cassiodor* (Var. Lib 5,1) "als ob sich verschiedenes Gewürm eng verbunden hat" oder *Beowulf* "das Hartschwert mit gewundener Wurmzier" oder in der *Ekkisax-Edda*, in der das Schwertmuster die Midgardschlange symbolisiert, wenn es heißt, "die Schneide birgt einen blutigen Wurm/aber am Stichblatt wirft die Natter den Schweiß".
- ³ *Eliade Mircea*: Die Mythologie der Schmiede.
- ⁴ Phosphor als natürliches Begleitmineral bestimmter Eisenerze versprödet das Eisen bei einem Anteil von > 1%. In früherer Zeit wurde die Sprödigkeit als Härte genutzt bzw. Phosphoreisen als Mischwerkstoff für den Verbundschweißstahl verwendet. Gute Schweißigenschaften.
- ⁵ Sauerstoffziehende Eigenschaft der Holzkohle.
- ⁶ Die schweißwarmen Enden werden übereinandergelegt und auf dem Amboß mit dem Hand- oder Vorschlaghammer zusammenschmiedet.
- ⁷ Hammeroxyd = Eisenoxyd, das während der Schmiedearbeit vom glühenden Eisen abfällt. Dem Quarzsand beigelegt begünstigt Hammeroxyd die Schlackenverflüssigung.
- ⁸ Zu einer Garbe gebündelte aufgekohlte Eisenstäbe.
- ⁹ Die Garbe wird verschweißt, d. h. "gegärbt" (wobei gleichzeitig der Kohlenstoff im Gefüge gleichmäßig verteilt wird). Das Produkt bezeichnet man als Raffinierstahl.
- ¹⁰ Hoher Siliziumanteil, > 0,6%, willkürliche Beimengungen von Alusilikat und anderer Stoffe aus Schrottzugaben bei der Schmelze.
- ¹¹ Schutzgasschweißung, Plasmaschweißungen, Reibschweißungen.
- ¹² Man unterscheidet vier Hauptgefügeformen beim Eisen-, Stahlmetall:
 1. Ferrit = Eisengefüge, Kohlenstoffgehalt < 0,3%
 2. Perlit = ungehärtetes Stahlgefüge, Kohlenstoffgehalt 0,6–1,2%
 3. Austenit = Eisen – Stahl mit gelöstem Kohlenstoffgefüge (Glühphase)
 4. Martensit entsteht aus Perlit durch plötzliche Abkühlung in der Austenitstufe. Ausschlaggebend sind der Kohlenstoffgehalt und die Abkühlgeschwindigkeit. Im günstigsten Fall entsteht ein feinkörniges Gefüge mit gleichmäßiger punkteförmiger Verteilung der Kohlenstoffe. Nadelförmige Martensitstruktur neigt zur Bruchgefahr. Überschüssiger Kohlenstoff la-

gert sich in scharfkantigen Zementplatten in den dann bruchgefährdeten Randzonen ab. Durch Rückführen von Wärme – „Anlassen“ – wird die spröde harte Martensitstruktur gemildert. Sprödigkeitsabbau = Zähigkeitszugewinn („Härteprozeß“).

¹³ Bei der Deckschichtentechnik werden auf eine mittlere, meist weiche Kernlage beiderseits für bestimmte Muster vorbereitete Schienen aufgelegt („Deckschicht“). Eine Klinge aus neun Einzelteilen setzt sich zusammen aus

1. einer mittleren Kernlage aus Weicheisen,
2. zwei äußeren Schneideleisten,
3. aus auf jeder Seite der Kernlage je drei oder mehr aufgetragenen Torsionssträngen in wechselnder Verdrehungsrichtung als Deckschicht.

¹⁴ Abbildung eines Klingensfragments aus einem Fürstengrab des 6.–7. Jahrhunderts, Fundort Voreifel. Die Klinge bestand aus neun Einzelteilen.

¹⁵ Beeinträchtigung der Wirtschaft durch die Germaneneinfälle und damit verbundener Kulturrückfall, gleichzeitig aber auch bedeutende Entwicklung in der Stahlerzeugung, „Raffinierstahl“.

¹⁶ Hochentwickelte Verbundstahltechnik „Damaszenerstahl“.

¹⁷ Vgl. z. B. die Türkenbeute im Badischen Landesmuseum, Karlsruhe.

¹⁸ W. Greener, Die Geheimnisse der englischen Gewehrfabrikation und Büchsenmacherkunst, Newcastle 1836.

Literaturhinweise

- 1 W. Arendt, Über die „wurm bunten“ Klingen, in: Zeitschrift für historische Waffen- und Kostümkunde, NF 3/1929–1931, S. 296 ff.
- 2 H. Barbré/R. Thomsen, Rekonstruktionsversuche zur frühgeschichtlichen Eisengewinnung 1963, in: Internationales Symposium 10.–14. November 1980, Akademie Sankelmark.
- 3 G. Becker, Niedrig schmelzende Eisen-Arsenlegierungen als Hilfsmittel für den Verbund römischer Schwertklingen, in: Archiv für das Eisenhüttenwesen, Nr. 606/Okt. 1961.
- 4 C. Böhne, Die Technik der damasziierten Schwerter, in: Geschichtsausschuß des Vereins der Deutschen Eisenhüttenleute, Heft 4/April 1963, Bericht Nr. 52.
- 5 J. W. Gilles, Versuchsschmelze in einem vorgeschichtlichen Rennofen, in: Stahl und Eisen, Heft 23/1958.
- 6 W. Hassenstein, Alte orientalische Damaszener-Klingen, in: Orient-Nachrichten, Jg. 4/1938, Nr. 23, S. 353 ff.
- 7 Jaap Ypey, Damaszierung, in: Reallexikon der germanischen Altertumskunde, Bd. 5/1983, S. 191 ff.
- 8 A. Zekki-Validi, Die Schwerter der Germanen, nach arabischen Berichten des 9.–11. Jahrhunderts, in: Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft, Bd. 90/1936, S. 19 ff.
- 9 Heinz Denig, „Alte Schmiedekunst Damaszenerstahl“, (= Beiträge zur pfälz. Geschichte und Volkskunde), Bd. II, Kaiserslautern 1985.

Pavel Kouřil

Kleine mittelalterliche Befestigungen in Nordmähren und in Schlesien

Die Wichtigkeit des Studiums von Fortifikationen in der Archäologie muß nicht besonders betont werden. Hierauf wurde, vor allem insofern es die von uns behandelte Problematik der meist mit dem niederen Adel verbundenen kleinen mittelalterlichen Befestigungen betrifft, sowohl bei uns als auch im mitteleuropäischen Raum schon mehrmals hingewiesen¹.

Das Interesse an der Erforschung von kleinen mittelalterlichen Befestigungen hat in den böhmischen Ländern eine verhältnismäßig lange Tradition, auch wenn es von systematisch untersuchten und in erschöpfender Art publizierten Lokalitäten gerade nicht allzu viele gibt. Bei dem gegenwärtigen Forschungsstand und der ständig wachsenden Bestandsgefährdung dieses Typs ist eine dringende komplexe Behandlung ihrer Problematik die unerläßliche Voraussetzung für eine eingehende Bearbeitung. Hierzu gehört auch die Klärung der historischen Funktionen, die sie erfüllten². Dies ist eine zeitlich ziemlich aufwendige Aufgabe, die heutzutage eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zumindest zwischen dem Archäologen und dem Historiker erfordert. Eine unerläßliche und erstrangige Voraussetzung für detaillierte Analysen und allgemeine Schlußfolgerungen ist eine möglichst komplette Erfassung dieser kleinen Fortifikationen, durchgeführt besonders aufgrund der Analyse von schriftlichen Quellen, eines Exzerptes der bestehenden Literatur, der Terrainprospektionen und der archäologischen Grabungen. Eine derartige Unternehmung wurde für Mähren und Schlesien kürzlich realisiert. Auch diese Pionierarbeit hat jedoch natürlich ihre Mängel, wobei gerade das Territorium Nordmährens und Schlesiens – das im Vordergrund unseres Interesses steht – nicht allzu gelungen „kartiert“ wurde³. Daher versuchten wir, wie bereits auch aus einigen unserer früheren Arbeiten hervorgeht, diesen Mangel zu korrigieren – auch wenn wir uns dessen bewußt sind, daß die Grabungsaktivitäten sich noch immer sehr bescheiden ausnehmen und ein Teilbereich von Lokalitäten auch weiterhin nicht erfaßt werden wird⁴.

Eines der Grundprobleme bei der Auseinandersetzung mit den kleinen mittelalterlichen Befestigungen ist die terminologische Frage. Es ist notwendig, daß wir uns mit dieser näher befassen, damit klar wird, aus welchen Gründen wir die von uns angeführten Lokalitäten in dieser oder einer anderen Art bezeichnen. Es muß jedoch vorausgeschickt werden, daß die meisten dieser Fortifikationen in den schriftlichen Quellen nicht erfaßt sind, so daß wir ihre ursprüngliche lateinische, eventuell tschechische oder deutsche Bezeichnung nicht

kennen. Diese muß jedoch ihrer Lage im Gelände, ihrer Größe, Funktion, inneren Gliederung usw. nicht entsprechen, kurz gesagt, für den Lokaltyp oft nicht ausschlaggebend sein.

Die meisten Autoren, die sich mit der Problematik der kleinen Fortifikationen befassen, benutzen den Terminus „Hausberg“ (tschechisch „hrádek“). Sie verwenden diesen Terminus unabhängig davon, ob sie sich grundsätzlich oder peripher mit der Thematik befassen – insofern sie nicht allgemein von einem befestigten Sitz sprechen. Wenngleich sie den Terminus „Hausberg“ nicht definieren, geht aus ihren Arbeiten verhältnismäßig deutlich hervor, daß sie diesen Befestigungstyp als älteste Form des Sitzes eines niederen Adligen betrachten, d. h., daß es sich um einen außerhalb des Dorfes befindlichen, von Natur aus geschützten befestigten Sitz handelt. Dieser unterscheidet sich von einer Burg (tschechisch „hrad“) durch einen kleineren Umfang, die einfachere Baudisposition und das weniger ausgeprägte Abwehrsystem, von den Festen – d. h. von den im Dorf stehenden üblichen kleinen Steinburgen des niederen Adels aus dem 14./15./16. Jahrhundert (tschechisch „tvrz“) – durch die Meidung der Dorfnähe und das Fehlen eines Wirtschaftshofes, auch wenn dieser nicht einmal bei den Festen Regel war.

In der böhmischen Forschungsliteratur begegnen wir dem Terminus „Hausberg“ verhältnismäßig selten⁵. In letzter Zeit setzen sich hier deutlich zwei verschiedene Tendenzen durch. Eine bezeichnet die Bauten des Kleinadels im Zuge unterschiedlicher Nennungen in den schriftlichen Quellen mit dem allgemeinen Begriff „Sitz“; sie versteht darunter sowohl befestigte als auch unbefestigte Sitze einschließlich der klassischen „Feste“⁶. Die zweite verwendet im großen und ganzen grundsätzlich die zusammenfassende Bezeichnung „Feste“ – auch in solchen Fällen, in denen vielleicht angebrachter der Terminus Hausberg oder befestigter Sitz wäre⁷. In der Slowakei wird der Begriff Hausberg ähnlich wie in Mähren verstanden und verwendet, auch wenn hier manchmal die Bezeichnung Burg und Hausberg für ein und dieselbe Lokalität verwechselt und benützt wird, wobei in einigen Fällen der Hausberg im Sinne von kleiner Burg verstanden wird. Zu den Hausbergen werden hier auch solche Objekte gerechnet, die ausschließlich eine militärische oder Wachtpostenfunktion haben⁸. Da sich diese Befestigungen in ihrer Form von Wohnobjekten nicht unterscheiden, kann ohne eine archäologische Untersuchung ihre Funktion nicht verläßlich erkannt werden. In Mähren begegnen wir dem Terminus „Hausberg“ bereits in älteren Arbeiten, und er wird