

Zum Eisen der Hethiter

Ünsal Yalçın

Vorwort

Eisen gehört zu den wichtigsten metallischen Werkstoffen. Eine Entdeckung und Nutzung im täglichen Leben hat die Entwicklung der menschlichen Geschichte entscheidend beeinflusst, so dass eine Zeitepoche nach ihm genannt wurde: die Eisenzeit.

Im Allgemeinen wird der Beginn der Eisenzeit in Anatolien und in den Ländern des Vorderen Orients in das letzte Viertel des 2. Jt. v. Chr. gelegt. Erst in dieser Zeit hatte die Eisenmetallurgie einen Stand erreicht, der die Herstellung von Geräten und Waffen in „großem Umfang“ ermöglichte.

Die ältesten gut stratifizierten Eisengegenstände in Anatolien stammen aus dem 3. Jt. v. Chr. und sind durch etwa ein Dutzend Funde belegt, die aller Wahrscheinlichkeit nach nicht als Gebrauchsgegenstände dienten, wie z. B. der berühmte Eisendolch aus Alacahöyük (Abb. 1).

Abb. 1: Eisendolch mit Goldgriff aus Alacahöyük, 2800-2500 v. Chr. (Vorgabe des Autors).



Die Funde aus dem 3. Jt. v. Chr. zeigen, dass das Eisen in Anatolien vor der hethitischen Zeit bekannt war. Es ist zwar archäologisch nicht eindeutig belegbar, dass die Hethiter lange Zeit das Monopol der Eisenverhüttung gehütet haben, aber ihre Pionierrolle in der Eisentechnologie ist nach wie vor unumstritten. Die schriftlichen Überlieferungen und die Fundvielfalt geben zahlreiche Hinweise auf die Qualität und den Wert des Metalls. Eisen in Massen tritt allerdings erst im folgenden Jahrtausend auf. Im 1. Jt. v. Chr. hat sich dann das Eisen neben der Bronze als Werkstoff für Gebrauchsgegenstände und Waffen endgültig durchgesetzt.

Im vorliegenden Beitrag wird nun zusammenfassend auf die Entwicklung der Eisenmetallurgie in Anatolien eingegangen, dabei die Rolle der Hethiter kritisch diskutiert.

Die frühesten Eisenfunde in Anatolien

Zahlreiche Funde aus Anatolien, dem Vorderen Orient und aus Europa bestätigen die Annahme, dass Eisen schon vor dem Beginn der eigentlichen Eisenzeit als Werkstoff bekannt war¹. Einzelne Eisenfunde sind schon aus der neolithischen Zeit bekannt. Die frühe Datierung dieser Funde ist jedoch umstritten, da sie aus älteren Grabungen stammen oder nicht sicher stratifiziert wurden. Hinzu kommt, dass sie in den meisten Fällen nach dem subjektiven Urteil der Ausgräber als Eisen oder Eisenkorrosion bezeichnet, aber nicht analytisch oder metallographisch untersucht wurden. Dazu zählen ein Werkzeug(?) aus Samarra/Irak (ca. 6000 v. Chr.) und drei Kügelchen aus Tepe Sialk/Iran (5500-5000 v. Chr.) (Herzfeld 1930; Ghirsham 1939).



Abb. 2: 80 Tonnen schwerer Eisenmeteorit aus Hoba-West, Namibia (H. - P. Schertl, Ruhr-Universität Bochum).

Halbwegs gut datierte archäologische Belege über die Nutzung von Eisen stammen erst aus dem 4. vorchristlichen Jahrtausend. Die wichtigste Frage bei diesen frühen Eisenobjekten ist die nach ihrem Ausgangsmaterial, da Eisen im Gegensatz zu Kupfer in der Natur äußerst selten gediegen (d. h. als Metall in der Natur) vorkommt und dann hauptsächlich extraterrestrischer (meteoritischer) Herkunft ist. Die meisten Meteoriten bestehen aus Silikaten (Steinmeteoriten), ein kleiner Teil jedoch aus einer Eisen-Nickel-Legierung (Eisenmeteoriten), die in der Regel 6-18 Gewichtsprozent Nickel enthalten (Buchwald 1975; Yalçın 1998, Tab. 2) (Abb. 2).

Die ältesten stratifizierten Eisenfunde im gesamten Ostmitteleerraum stammen aus El Gerzeh, Ägypten (Petrie *et al.* 1912; Pernicka 1990). Eine der auf ca. 3500 v. Chr. datierten neun Perlen von El Gerzeh wurde analysiert, sie wies 7,5 % Ni auf. Als Ausgangsmaterial für diese Perlen wurde daher meteoritisches Eisen angenommen. In dem aus Ur (Mesopotamien) stammenden Fragment eines auf etwa 3100 v. Chr. datierten Eisendolches wurde ein Nickelgehalt von 10,9 % festgestellt. Auch dieser Fund ist als Meteoriteneisen zu interpretieren. Weitere Eisenfunde werden aus Armant, Uruk, Kis und Khafajeh (alle aus dem 4. Jt. v. Chr.) berichtet, von denen allerdings keine Analysedaten existieren (Pernicka 1990).

Eine Reihe gut datierter Eisenfunde aus dem 3. Jt. v. Chr. werden Anatolien zugeschrieben. Der älteste Eisenfund aus dem anatolischen Raum ist nach jetzigem Kenntnisstand ein tordierter Armring vom Beginn des 3. Jt. v. Chr. Er wurde als Grabbeigabe in Tilmen Höyük (Provinz Gazi Antep) entdeckt (Esin 1976). Es liegt jedoch keine naturwissenschaftliche Untersuchung vor, die darüber Auskunft geben könnte wie sich dieses frühe Objekt zusammensetzt und ob es sich dabei möglicherweise um meteoritisches Eisen handelt.

Die meisten Eisenfunde des 3. Jt. v. Chr. stammen aus Alacahöyük. Sechs aus Eisen hergestellte Objekte wurden aus den Fürstengräbern geborgen: Eine Dolchklinge mit Goldgriff, zwei Nadeln mit goldenem Kopf, ein Anhänger, eine halbmondförmige Scheibe sowie ein Messerfragment (vgl. Tab. 1; Arık 1937; Koşay 1938; 1944; 1973).

Der bereits erwähnte eiserne Dolch mit Goldgriff ist der berühmteste Fund in diesem Zusammenhang; er stammt aus dem Fürstengrab K und wurde zusammen mit drei Sonnenstandarten aus Bronze gefunden (Koşay 1973, 167f.; Wertime 1973). Die stark korrodierte Klinge besteht aus Eisen (Abb. 1). Die Analyse einer Klingensprobe zeigte „niedrige“ Nickelwerte, so dass eine Herstellung aus meteoritischem



Abb. 3: Gediegenes Eisen aus Ovifak, Grönland. Etwa 20 Tonnen schweres Stück, steht jetzt vor dem Riksmuseet in Kopenhagen (O. Aedenbach, Ruhr-Universität Bochum).

Eisen wahrscheinlich auszuschließen ist (vgl. Yalçın 1998). Die Klinge des Dolchs ist allerdings so stark korrodiert, dass in Betracht gezogen werden muss, dass möglicherweise die Korrosion analysiert wurde. Deshalb muss die Aussage über den Nickelgehalt mit Vorsicht betrachtet werden.

Drei der oben erwähnten Objekte (der Dolch, eine Nadel und die halbmondförmige Scheibe) wurden ebenfalls analysiert (Yalçın 1998). Die insgesamt niedrigen Nickelgehalte (weniger als 3 %) der untersuchten Objekte sprechen gegen eine meteoritische Herkunft. In diesem Zusammenhang postuliert Piaskowski eine Herkunft durch die Verhüttung von Eisen-Nickel-Mischerzen (Piaskowski & Wartke 1989). Erze mit hohem Nickelanteil sind in den an Ophiolithen gebundenen Lagerstätten zu erwarten. Solche Vererzungen sind in Anatolien vorhanden. Die nächstgelegenen Nickel führenden Kupfer-Eisen-Vererzungen kommen z. B. bei Tavşan Dağı Merzifon vor, etwa 100 km nördlich von Alacahöyük gelegen. Damit ist eine theoretisch mögliche Herkunft der frühen nickelhaltigen Eisengegenstände aus Alacahöyük in den Fokus der Forschungen gerückt².

Eine terrestrische Herkunft des in Alacahöyük produzierten Eisens scheint wahrscheinlicher. Terrestrisches Eisen wird in der Regel durch Verhüttung aus den entsprechenden Erzen gewonnen. Andererseits kann gediegenes Natureisen durchaus durch das Zusammentreffen von eisen-silikatreichen Gesteinen mit einem Kohleflöz bei sehr hohen Temperaturen entstehen, also unter solch außergewöhnlichen Bedingungen, wie sie z. B. bei einem Vulkanausbruch gegeben sind. Heute sind tatsächlich einige Natureisenerfunde bekannt. Es finden sich geringe Mengen Eisenschlacke beispielsweise in Basalten

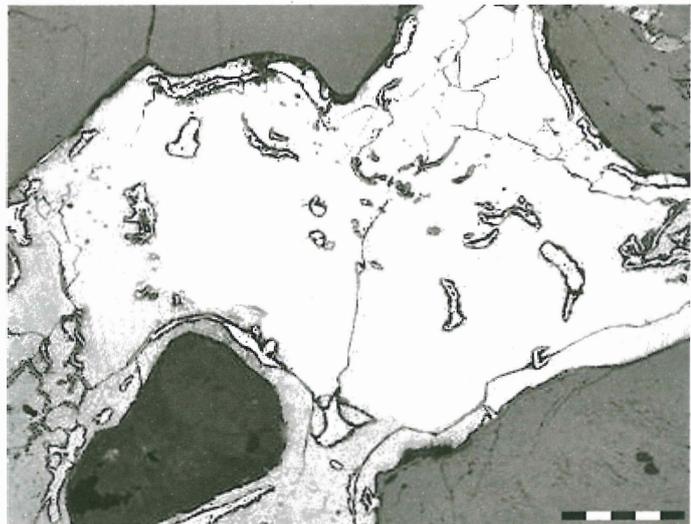
von Mühlhausen in Thüringen und Bühl bei Kassel. Weit interessanter sind allerdings die großen, teilweise tonnen-schweren Massen von Ovifak auf der Insel Disko, Grönland (Buchwald 1975; Yalçın 1998 Taf. 1.2) (Abb. 3). Das dort von den Eskimos seit dem Mittelalter zur Herstellung einfacher Werkzeuge genutzte Eisen tritt eher in Form kleiner Klümpchen auf, die wenig Kohlenstoff aufweisen und damit durch Hämmern leicht formbar sind. Die großen Eisenmassen enthalten dagegen 1,7-4,0 % Kohlenstoff, entsprechen damit Roheisen, welches nicht schmiedbar ist. Die Analysen der Eisenmassen von Ovifak zeigen außerdem, dass sie nickelhaltig sind. Die Nickelgehalte aller untersuchten Eisenerfunde von dort liegen zwischen 0,3 und 4 % und sind damit deutlich niedriger als die von Meteoriteneisen.

Ein neuer Natureisenerfund aus Mt. Ozernaya, am Fluss Kurejka Reka in Sibirien³, liefert bei der Diskussion um das Ausgangsmaterial für die frühen Eisenerfunde einen neuen Aspekt: Er besteht aus einer Eisen-Kohlenstoff-Legierung, welche weniger als 1 % C enthält und eine Formgebung in

Abb. 4: Gediegenes Natureisen aus Mt. Ozernaya, Sibirien; Länge des Objekts 8 cm (H. - P. Schertl)



Abb. 5: Gediegenes Natureisen aus Mt. Ozernaya, Sibirien; das Mikrogefüge zeigt einen schmiedbaren Stahl; Bildbreite 2,8 mm (Vorlage des Autors)



Fundort	Fundbeschreibung	Datierung v. Chr.	Bemerkungen
Tilmen Höyük	Armring	Anf. 3. Jt.	keine Analyse
Alacahöyük	Dolch mit Goldgriff	FB II (2800-2500)	Ni: niedrig?
	Zwei Nadeln mit goldenem Kopf		2,7 Gew. % Ni
	Anhänger		keine Analyse
	halbmondförmige Scheibe		2,4 Gew. % Ni
	Messerfragment		keine Analyse
Tarsus	Eisenklumpen	2400-2100	keine Analyse
Alişar	Nadel; Fragment	1900-1700	keine Analyse
Acemhöyük	Elfenbeindose mit Eisenbeschlägen	1900-1800	keine Analyse
Kusura	Fragment	1800-1600	keine Analyse
Alacahöyük	mehrere Objekte (Schmuck, Geräte, Waffen)	1800-1200	keine Analyse zwei metallogr. Unters.
Boğazköy	mehrere Objekte (Geräte, Waffen, Schlacken)	1450-1200	keine Analyse zwei metallogr. Unters. weitere Unters. laufen
Tell Açana	Eisenobjekte	1450-1200	keine Analyse
Korucutepe	Eisenobjekte, Barren	1400-1200	keine Analyse
?	Schwert	1400-1200	metallogr. untersucht
Beşiktepe	Klinge	13./12. Jh.	keine Analyse
Kaman-Kalehöyük	Objekte, Erze, Schlacken	13./12. Jh.	analytisch untersucht

Tab. 1: Die voreisenzeitlichen Eisenfunde in Anatolien. In der Tabelle wurden alle bisher als „Eisen“ publizierten Funde berücksichtigt (Literatur in Yalçın 1998; Jean 2001).

der Schmiede zulässt (Abb. 4 & 5). In Anatolien sind solche Natureisenvorkommen zwar nicht bekannt, können aber von der Geologie her nicht ausgeschlossen werden. Bei zukünftigen Diskussionen über die Herkunft der frühesten Eisenfunde sollte daher dieser Aspekt des Natureisens berücksichtigt werden.

Die wenigen mittel- bis spätbronzezeitlichen Eisenfunde sind in Tab. 1 zusammengestellt. Dazu zählen die Funde aus Tarsus, Alişar, Acemhöyük, Kusura, Alacahöyük, Boğazköy, Tell Açana, Korucutepe, Beşiktepe und Kaman-Kalehöyük (Abb. 6). Auch zu diesen Funden gibt es nur wenige naturwissenschaftliche Untersuchungen⁴.



Eisen – eine hethitische Erfindung?

Die meisten Archäologen sehen das Geburtsland der Eisenerzeugung in Anatolien. Zu der Frage aber, wann und wo Eisen erstmals gezielt aus Erzen reduziert wurde, gibt es heute noch keine verbindliche Antwort. Die ersten Hinweise auf die Verhüttung liefern die althethitischen Funde von Alacahöyük und Boğazköy (Hattuša). Zu den noch spärlichen archäologischen Funden treten seit Anfang des 2. Jt. v. Chr. die ersten schriftlichen Erwähnungen auf: Aus den in Kültepe gefundenen assyrischen Texten geht hervor, dass Eisen im frühen

3. Jt. v. Chr.	<i>KÙ.AN</i>	sumerisch	Mesopotamien
2000-1500 v. Chr.	<i>parzillu</i>	akkadisch	Mesopotamien
	<i>amûtum</i>	akkadisch	Anatolien
	<i>AN.BAR</i>	sumerisch	Mesopotamien
	<i>KÙ.AN</i>	sumerisch	Anatolien
1500-1000 v. Chr.	<i>amûtum, habalkinu</i>	akkadisch	Anatolien (Mitanni)
	<i>parzillu</i>	akkadisch	Anatolien (Hattuša)
	<i>AN.BAR</i>	sumerisch	Mesopotamien, Anatolien
	<i>hapalki</i>	hethitisch	Anatolien
1000-500 v. Chr.	<i>parzillu</i>	akkadisch	Mesopotamien
	<i>AN.BAR</i>	sumerisch	Mesopotamien, Anatolien

Tab. 2: *Altsprachliche Bezeichnung des Eisens in Mesopotamien und Anatolien (nach Maxwell-Hyslop 1972).*

2. Jt. v. Chr. ein kostbares Metall war. So steht in einem Text geschrieben, dass Eisen für Gold und Silber, nicht aber für Kupfer verkauft werden soll (Maxwell-Hyslop 1972). In einem Brief wird das Angebot von acht Šekeln Gold für ein Šekel Eisen (*AMÛTUM*) als unzureichend bezeichnet⁵. Aus anderen Texten wird ersichtlich, dass Eisen den vierzigfa-

chen Wert von Silber hat und dass es nur in kleinen Mengen gehandelt wird.

In den schriftlichen Überlieferungen aus Kültepe taucht das akkadische Wort *amûtum* für Eisen auf, während in Mesopotamien der sumerische Begriff *KÙ.AN* benutzt wird. Später

Abb. 6: *Verbreitungskarte der voreisenzeitlichen Eisenfunde in Anatolien (Lokalitäten mit Eisenfunden aus dem 3. Jt. v. Chr. mit Dreieck, aus dem 2. Jt. v. Chr. mit Kreis versehen) (Vorlage des Autors).*



wird das sumerische Wort *AN.BAR* von den Hethitern übernommen. In der Tabelle 2 sind die alten Bezeichnungen für Eisen zusammengestellt.

Weitere Meldungen aus dem 18. Jh. v. Chr. stammen aus Tell Ačana: An einer Stelle wird von 400 *šukur* Waffen (Speerspitzen?) aus Eisen (*AN.BAR*) berichtet (Wilsdorf 1954). Diese Meldung stellt den ersten Hinweis auf die Verwendung des Eisens als Waffe dar, im Gegensatz zu dem vorangegangenen Jahrtausend, in dem Eisen ein Herrschaftssymbol war und eine ausgedehnte Verwendung als Schmuckmetall fand.

In althethitischen Texten erscheint Eisen noch als außerordentlich kostbares Material, das oft in Verbindung mit dem König und der Königin erwähnt wird und in diesem Zusammenhang wahrscheinlich Legitimität, Stärke und Vorherrschaft symbolisiert. So gibt es Texte, in denen die Worte des Königs mit der Unzerbrechlichkeit und Beständigkeit des Eisens verglichen werden (Siegelova 1984). In einem althethitischen Text (16. Jh. v. Chr.) werden ein „Thron“ und ein „Zepter“ aus Eisen (*AN.BAR*) erwähnt, somit Stücke von beachtlicher Größe und Gewicht⁶.

In der hethitischen Großreichzeit nimmt die Zahl der schriftlichen Erwähnungen des Eisens deutlich zu, wenngleich die Eisenfunde immer noch spärlich bleiben. Archäologisch fassbar sind kaum zwei Dutzend Eisenfunde aus der gesamten Hethiterzeit (Waldbaum 1980; Müller-Karpe 1994; Yalçın 1998; Jean 2001). In den hethitischen Texten werden jedoch Messer, Dolch- und Schwertklingen sowie andere Werkzeuge und Waffen erwähnt (Siegelova 1984). In dieser Periode ist damit eine Entwicklung vom Luxusmaterial zum Nutzmetall zu beobachten. Neben dem Schmuck und den prachtvollen Objekten werden nun auch Geräte und Waffen aus Eisen hergestellt. Obwohl es sich in den hethitischen Texten überwiegend um kultisch-religiöse Inhalte handelt, lassen sich einige Hinweise auf handwerkliche Strukturen gewinnen (Darga 1985). Bereits in den althethitischen Beschreibungen des so

LÚ.MEŠ URUDU DÍM. DÍM	= Kupferschmied
LÚ.MEŠ KUBABBAR	= Silberschmied
LÚ.MEŠ GUŠKIN DÍM. DÍM	= Goldschmied
LÚ.MEŠ AN.BAR	= Eisenschmied

Tab. 3: In althethitischen Texten aus Boğazköy erwähnte Berufsgruppen, die an dem jährlich stattfindenden *KILAM*-Fest teilnahmen (nach Neu 1980, 32, 56).

genannten *KILAM*-Festes werden verschiedene Metallhandwerker aufgelistet. Bemerkenswert ist die besondere Erwähnung des Eisenschmieds (*LÚ.MEŠ AN.BAR*) (Neu 1980).

Im Palastareal von Büyükkale in Boğazköy wurden zahlreiche Tontafeln gefunden, die aus der hethitischen Großreichzeit stammen und Inventar- und Steuerlisten beinhalten. Neben den Metallen Silber, Gold, Kupfer und Bronze wird auch Eisen – sowohl als Rohmetall wie auch als Fertigprodukt – erwähnt. Es ist in den hethitischen Texten ein weiterer Wandel in der Maßeinheit zu beobachten. Während Gold und Silber weiterhin in Šekel angegeben werden, werden Eisen und Kupfer nunmehr in Minen abgewogen. Dies deutet an, dass der materielle Wert des Eisens sich verändert hat. Eisen wird in größeren Mengen gehandelt, wodurch eine Angabe in Minen gerechtfertigt würde. Die Erwähnung der Eisenbarren in den Inventarlisten der Palast- und Tempelmagazine sowie in den Steuerlisten deutet darauf hin, dass die Gewinnung des Eisens an verschiedenen Orten des Reichs erfolgte. Außerdem deutet die Erwähnung der Fertigprodukte in den Steuerlisten weiter auf eine dezentralisierte Verarbeitung hin (Siegelova 1984; 2005). Der so oft zitierte Brief Hattušili II (1282-1250 v. Chr.) bildet den anschaulichsten Beleg dafür. Der wahrscheinlich an einen assyrischen König gerichtete Brief zeigt, dass der Hethiterkönig über das Eisen verfügt und Einfluss auf die Produktion hatte:

Abb. 7: Hethitisches Schwert aus dem Ruhrlanmuseum Essen, 1400-1200 v. Chr., mit angegossenem Bronzegriff und Stahlklinge (Ruhrlanmuseum Essen).



„...Betreffend des guten Eisens, worum Du mir geschrieben hast - gutes Eisen in Kizzuwatna in meinem Siegelhaus, gibt es nicht.

Ich habe (ja) geschrieben, dass (die Zeit) schlecht für die Herstellung von Eisen ist. Sie werden Eisen herstellen, noch sind sie nicht fertig. Sobald sie fertig sind, lasse ich es Dir bringen. Jetzt, lasse ich Dir eiserne (Schwert/Dolch-) klingen senden...“ (Siegelova 1984, 156).

Aus diesen Zeilen geht aber auch hervor, dass die Hethiter das Eisen in seiner Qualität unterschieden haben. Die Vermutung, dass es sich bei dem „guten Eisen“ wahrscheinlich um „Stahl“ gehandelt hat, wird durch die ersten Gefügeuntersuchungen an hethitischen Funden aus Alacahöyük und Boğazköy bestätigt. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sie aus einer inhomogenen Eisen-Kohlenstoff-Legierung bestehen, also Stahl (Muhly *et al.* 1985). Zudem taucht in vielen Textstellen öfter das Wort *AN.BAR SIG* für qualitativ besseres Eisen auf, neben dem schon bekannten *AN.BAR* (Siegelova 1984, 71-178).

Das Bewusstsein der Hethiter, den Werkstoff nach seiner Eigenschaft zu beurteilen, wird in dem Passus eines Bauituals deutlich; darin ist vermerkt, dass gut geschmiedetes Kupfer fester und widerstandsfähiger war als das (gewöhnliche) Eisen (Siegelova 2005, 39). Wenngleich diese Aussage in einem mythologischen Text entstammt, ist sie aus technogischer Sicht nachvollziehbar, da für die Herstellung von widerstandsfähigen Objekten, wie z. B. Waffen, tatsächlich erst die Eigenschaften eines Stahls besser geeignet sind, als Kupfer oder Bronze.

Die jüngste Untersuchung eines hethitischen Schwertes brachte sensationelle Ergebnisse: Die Schneide des Schwertes wurde aus mehreren Stücken zusammengeschmiedet, die unterschiedlich aufgekohlt waren. Diese Technik bildet den Grundbaustein des berühmten Damaststahls und wird noch heute für die Herstellung hochwertiger Klingen angewandt (Abb. 7 & 8)⁷.

Ein weiterer Hinweis auf Stahl (*habalkinu*) liegt aus den Texten von El Amarna (Ägypten) vor. In einem Brief des Mitanni-Königs *Tusaratta* an den Pharao Amenophis III. (1413-1375 v. Chr.) wird im Geschenkeverzeichnis der „Stahl-Dolch“ vom „Eisen-Dolch“ unterschieden (Wilsdorf 1954, 79f.).

Oben wurde bereits diskutiert, dass das Meteoriteneisen in Anatolien bis jetzt keineswegs durch archäologische Funde belegt werden konnte. In den mittelhethitischen Texten findet sich allerdings der erste Hinweis darauf, dort wird es

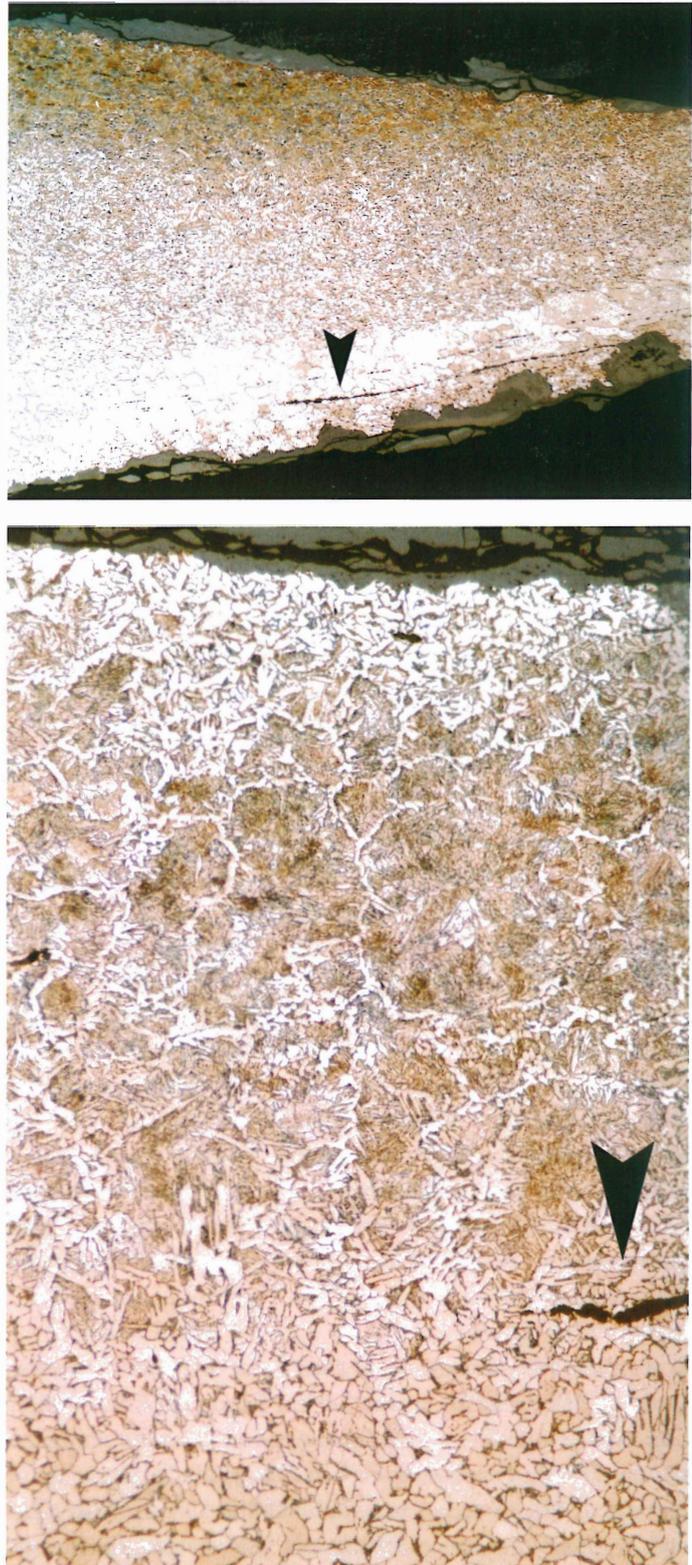


Abb. 8: Das Mikrogefüge einer aus der Klinge des Schwertes (Abb. 7) entnommenen Probe zeigt, dass sie aus mehreren unterschiedlich aufgekohlten Einzelteilen geschmiedet wurde; teilweise mit einem nicht vollständig verschweißten Riss, entlang der Schweißnaht gut erkennbar (siehe Pfeil); a: Länge der Bildkante 2 mm; b: Bildbreite 0,1 mm (Vorlage des Autors).

mit *AN.BAR GE₆* umschrieben. Kořak (1982) interpretiert *AN.BAR* als irdisches (terrestrisches) Eisen und *AN.BAR GE₆* als Eisen aus dem Himmel, also Meteoriteneisen (Kořak 1982). Dieses (*AN.BAR GE₆*) wurde (nach Siegelova 2005) als eine besondere Art des Metalls unterschieden und seine Herkunft vom Himmel abgeleitet. Eisen des Himmels ist nach Reiter (1997) nicht unbedingt als Meteoriteneisen zu interpretieren. Denn der Himmel selbst wird an einer Textstelle als Eisen bezeichnet: [*AN.BJAR* - *ař nepis* „Himmel aus Eisen“ (Reiter 1997, 395 f.).

Es ist interessant, dass zwei Eisentypen zusammen in einer Zeile nebeneinander auftauchen: *hũmanda AN.BAR AN.BAR GE₆ ANNAKU* (Steine, Eisen, (meteoritisches) Eisen und Zinn) (Kořak 1986, 133).

In der folgenden Tabelle sind einige Bezeichnungen aus den hethitischen Texten zusammengefasst, die verschiedene Qualitäten von Eisen beschreiben (Kořak 1986, 125-135):

<i>AN.BAR</i>	Eisen (geschmolzen?)
<i>AN.BAR GE₆</i>	Eisen (meteoritisch?)
<i>AN.BAR SIG₅</i>	gutes Eisen
<i>AN.BAR BABBAR</i>	weißes Eisen (?)

Aus dem oben zitierten Brief geht außerdem hervor, dass der Hethiterknig iber das Eisen verfugte und Einfluss auf die Produktion hatte. Obwohl aus der gesamten Hethiterzeit nur etwa zwei Dutzend archäologische Funde bekannt sind und kein Ofenbefund vorliegt, sind die schriftlichen Erwähnungen sehr vielfältig und aufschlussreich. An einer Stelle steht z.B. „22 *AN.BAR řA GUNNI*“, was in der Übersetzung „22 Eisen aus dem Ofen“ bedeutet (Kořak 1982). Offensichtlich ist hier die Lupe gemeint.

Sowohl die Fundumstände als auch die schriftlichen Überlieferungen lassen kaum einen Zweifel daran, dass die Reduktion von schmiedbarem Eisen aus seinen Erzen schon lange vor dem Beginn der Eisenzeit beherrscht wurde. Die technologischen Voraussetzungen, wie Verfugbarkeit der Rohstoffe und Holzkohle sowie die Kenntnis geeigneter Ofenformen für die Erreichung hoher Temperaturen, waren damals aus der hoch entwickelten Kupferverhttung und Bronzeherstellung bekannt.

Die in vielen Jahrhunderten (Jahrtausenden) schon während des Neolithikums bzw. Chalkolithikums gesammelten

und weitergegebenen Erfahrungen bei der Gewinnung und Verarbeitung von Kupfer öffneten zunächst den Weg zur gezielten Herstellung von Kupferlegierungen wie Arsenkupfer, Antimonkupfer und Bronze mit deutlich überlegenen Eigenschaften. Die Bedeutung der Reduktion von Kupfer aus seinen Erzen besteht eigentlich darin, dass damit die technologischen Voraussetzungen für die künstliche Gewinnung von Metallen geschaffen und die Möglichkeit zur Erzeugung von in ihren Eigenschaften überlegenen Bronze und später von Stahl gegeben wurden (Yalçın 2000). Es ist daher keine große Überraschung, dass die ersten Eisenerzfunde, die terrestrischer Herkunft und wahrscheinlich durch Verhüttung eisenreicher Erze entstanden sind, schon im 3. Jt. v. Chr. auftauchen. Aus dieser langen Erfahrung der Kupfer- und Buntmetallurgie sowie möglicherweise aus der Beobachtung der zufällig erzeugten ersten Eisenstücke im Ofen, entwickelte sich im anatolischen Raum spätestens im zweiten vorchristlichen Jahrtausend das so genannte Rennfeuerverfahren. Dieses Verfahren war es, das auch in Europa vom 1. Jt. v. Chr. bis in die Neuzeit hinein Möglichkeiten und Grenzen der Eisen- bzw. Stahlerzeugung bestimmt hat. Mit all seinen Varianten lieferte es das gewünschte Metall als schmiedbaren Stahl.

In der ersten Hälfte des 2. Jt. v. Chr. war der Produktionsumfang wohl noch recht unbedeutend. Erst wesentlich später, in der hethitischen Großreichzeit (14.-12. Jh. v. Chr.), wurden große Mengen an Eisengerten erzeugt, als möglicherweise der Bedarf, an einem der Bronze überlegenen Werkstoff nämlich dem Stahl anstieg. In den bisher übersetzten Texten aus dieser Zeit werden nun Messer, Schwerter, Dolchklinger Speerspitzen, Hmmer, Pflcke und xte aus Eisen erwähnt (Siegelova 1984). Es ist somit eindeutig eine Entwicklung vom Luxusmaterial zum Nutzmanerall zu verzeichnen. Eisen bzw. Stahl als Massenmaterial tritt allerdings erst im 11. Jt. v. Chr. in der Vansee-Region (Ostanatolien) auf. Aus den Neokropolen von Ernis und Karagndz stammen Hunderte von Eisenerfunden (Sevin & Kavaklı 1996), aus denen deutlich hervorgeht, dass es damals üblich war, kohlenstoffhaltigen Stahl zielgerecht einzusetzen und zu bearbeiten. Unter den zahlreichen Eisenerfunden befinden sich z. B. Wurfspeerspitzen, Messer, Keulenkpfe und xte mit aufgekohlten Schneidkanten sowie aus hartem und weichem Stahl zusammengeschweite Werkzeuge (unpubl. Daten Yalçın). Später, im nächsten Jahrtausend, geht es schon in die Serienproduktion über (Yalçın et al. 1995). Die hochentwickelten Technologien der Eisenverarbeitung manifestiert sich auch in den Untersuchungsergebnissen von zahlreichen Eisen- bzw. Stahlfunden aus den urartischen und anderen Kulturkreisen Anatoliens (Literatur u.a. in Yalçın 1993; 1998; 2000).

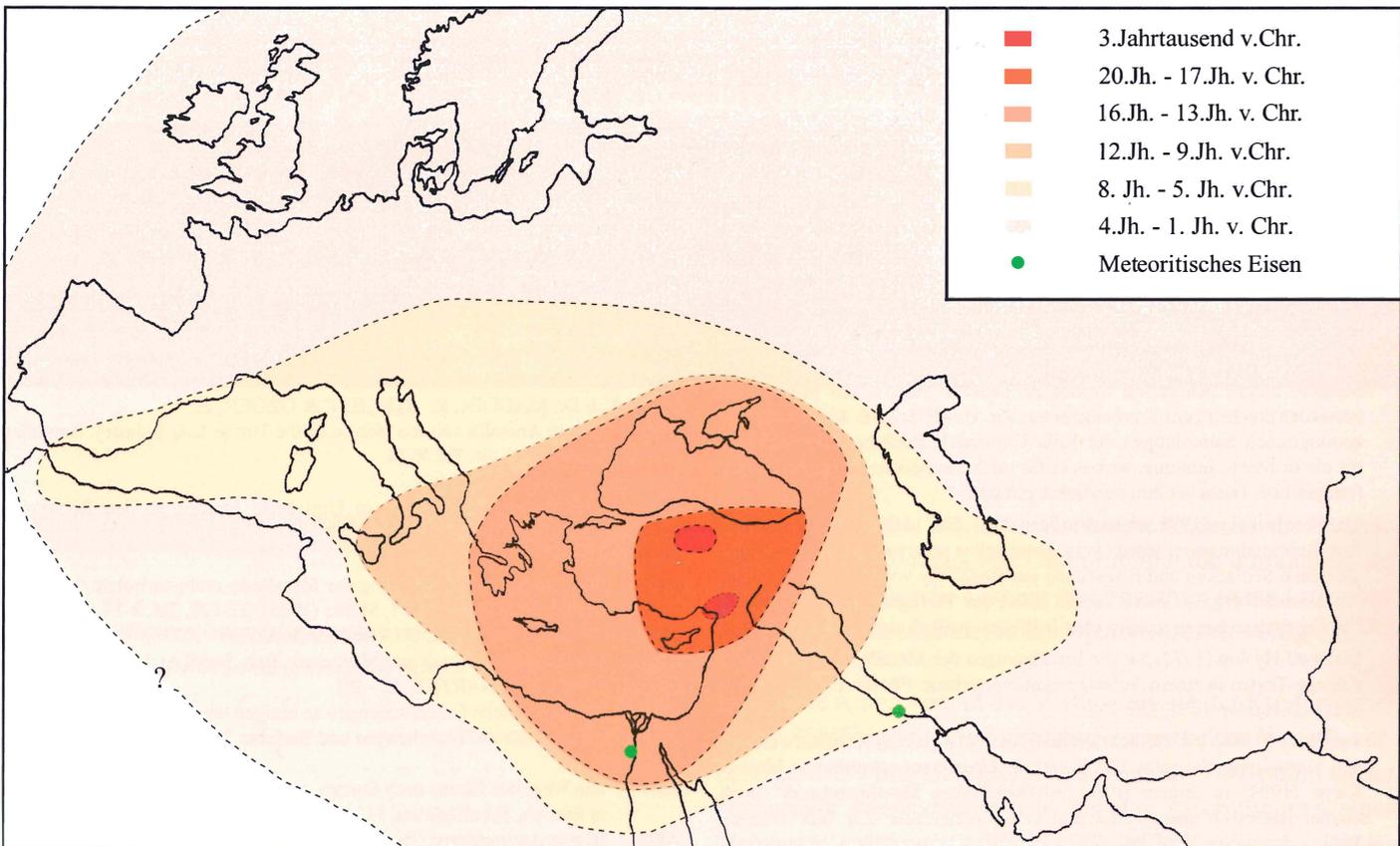


Abb. 9: Entwicklung und Verbreitung der Eisenmetallurgie. Unsicher datierte Funde wurden nicht berücksichtigt (Vorlage des Autors).

Gerade gegen Ende des 2. Jt. v. Chr. häufen sich die Eisenfunde auch in den Anatolien benachbarten Regionen wie Griechenland, Kreta, Zypern, Syrien, Palästina, Irak, Nordiran sowie im kaukasischen Raum. Ein frühes Zeugnis für die Verwendung von Stahl außerhalb Anatoliens liefert das aus dem 12. Jh. v. Chr. stammende, auf Zypern gefundene Messer (Tholander 1971). Noch weiter östlich, in Indien, soll ebenfalls ab 1200 v. Chr. die Herstellung von Stahlwerkzeugen bekannt gewesen sein (Agrawal *et al.* 1990).

In Mittel- und Westeuropa tauchen die Eisenfunde etwas später auf. Aus der Hallstattzeit (8.-5. Jh. v. Chr.) stammen Funde aus dem Gebiet der heutigen Slowakei, Österreich, Süddeutschland, Polen und auch aus dem Nordschwarzmeerraum. Die im 8.-5. Jh. v. Chr. das Leben in weiten Teilen Mitteleuropas prägende Hallstattzeit ist so stark durch die rasch zunehmende Verwendung von Eisenwerkstoffen geprägt, dass die Einzelbeispiele hier nicht mehr ausgeführt werden können (Pleiner 1981; 2000).

Seit der Latène-Zeit beherrschten die europäischen Hüttenleute nicht nur die Verarbeitung durch das Schmieden, sondern auch die Reduzierung des Eisens aus den Erzen. In Kärnten und der Steiermark, im Siegerland, Nordschwarzwald, auf der Schwäbischen Alb oder auch in Polen wurde die Eisenreduktion im Rennofen durchgeführt, wie aus den Öfen und Schlackenfunden zweifelsfrei festgestellt werden konnte. Damit war belegt, dass das Rennfeuerverfahren in weiten Teilen Europas seit Beginn der Latène-Zeit als Methode zur Eisengewinnung bekannt war (Pleiner 2000). Die Frage, wann und wo der erste Rennofen eingesetzt wurde, kann heute nicht mit Sicherheit beantwortet werden. Ebenso ist unbekannt, ob der Rennofen nur einen einzigen Ursprungsort (Anatolien) hat. Die bisherigen Beobachtungen sprechen aber dafür, dass die frühesten durch Verhüttung gewonnenen Eisenfunde im anatolischen Raum auftauchen und die Eisentechnologie sich wahrscheinlich von dort aus verbreitete (Abb. 9).

Anmerkungen

- ¹ Die frühesten Eisenfunde im Vorderen Orient wurden zuletzt von Pernicka (1990) zusammengefasst. Über die frühen Eisenfunde in Anatolien hat der Autor an anderer Stelle ausführlich berichtet (Yalçın 1998; 2000).
- ² Die Lagerstätten von Tavşanlı sollten nach alten Bergbauspuren erforscht und geochemisch erfasst werden. Ebenso sollten die Magnetitseifen an der Schwarzmeerküste auf ihren Nickelgehalt untersucht und bei der Betrachtung der frühen Nickel führenden Eisenobjekte berücksichtigt werden. Die ersten analytischen Untersuchungen hierzu werden zurzeit vom Autor durchgeführt.
- ³ Mehrere Stücke Natureisen wurden im Oktober 1999 in der Mineralienbörse in München zum Kauf angeboten. Dr. H. - P. Schertl, Kustos der mineralogischen Sammlungen der Ruhr-Universität Bochum, kaufte Stücke für die Institutssammlung, wovon er für mich freundlicherweise Anschliffe fertigen ließ. Dafür sei ihm herzlichst gedankt.
- ⁴ Literatur in Yalçın 1998, ergänzt in Jean 2001. Das hethitische Schwert aus dem Ruhrlandmuseum wurde vom Autor selbst untersucht; ebenso werden die neuen Schlacken und Eisenfunde aus Boğazköy vom Autor untersucht, die freundlicherweise durch Jürgen Seher zur Verfügung gestellt wurden. Die Ergebnisse hierzu werden aber in diesem Artikel nicht erwähnt.
- ⁵ Maxwell-Hyslop (1972) hat die Erwähnungen des Metalls AMUTU in den Kültepe-Texten in einem Aufsatz zusammengefasst. Für die Einzelheiten s. Maxwell-Hyslop 1972, 159-162.
- ⁶ Siegelova (1984) hat die hethitischen Texte über Eisen, seine Gewinnung und Verbreitung übersetzt. Die Siegelova-Übersetzung wurde von Müller-Karpe (1994) in seinem Buch „Altanatolisches Metallhandwerk“ noch einmal statistisch ausgewertet und zusammengefasst. Zur hier zitierten Stelle s. Siegelova 1984, 76.
- ⁷ Das hethitische Schwert befindet sich im Ruhrlandmuseum Essen. Mit freundlicher Genehmigung von Frau Dr. Charlotte Trümpler konnte es durch den Autoren beprobt und analysiert werden. Die Ergebnisse werden erstmals hier publiziert.

Bibliographie

- AGRAWAL, O. P., PRAKESH, J. & BHATIA, S. K.:
1990 Lamination technique in iron artifacts in ancient India. *Historical Metallurgy* 24, 12-26.
- ARIK, R. O.:
1937 Les Fouilles d'Alacahöyük. TTK Yayınları 5.1, Ankara.
- BUCHWALD, V. F.:
1975 Handbook of Iron meteorites, their history, distribution and structure. University of California Press, Los Angeles.
- DARGA, A. M.:
1985 Hitit Mimarlığı I. Istanbul.
- ESIN, U.:
1976 Die Anfänge der Metallverwendung und Bearbeitung in Anatolien (7500-2000 v. Chr.). In: H. Müller-Karpe (Hrsg.), *Les Debuts de la Metallurgie, union Intern. des Science Prehistoriques et Protohistoriques*, Coll. XXIII, Nice, 209-246.
- GHIRSHAM, R.:
1939 Fouilles de Sialk. Vol. I, 16-17.
- HERZFELD, E.:
1930 Die vorgeschichtlichen Töpfereien von Samarra. Berlin.
- JEAN, E.:
2001 Le Fer chez les Hittites: un bilan des donnes Archeologiques. *Meditarch* 14, 163-188.
- KOŠAK, S.:
1982 *Hitite Inventory Texts*. Berlin.
1986 The Gospel of Iron. In: H. A. Hoffner & G. A. Beckmann (Hrsg.) *Kanišuar: A tribute to H. G. Güterbock*, *Assyriological Studies* 2 125-135.
- KOŞAY, H. Z.:
1938 TTK Tarafından Yapılan Alaca Höyük Hafriyatı. 1936 daki Çalışmalara ve Keşiflere Ait İlk Rapor. TTKY, Ser. 5, No. 2, Ankara.
1944 Ausgrabungen von Alaca Höyük. TTKY, Ser. 5, No. 2a, Ankara.
1973 Les fouilles d'Alaca Höyük. TTKY, Ser 5, No 5, Ankara.
- MAXWELL-HYSLOP, K. R.:
1972 The Metals AMUTU und ASI'U in the Kültepe Texts. *Anatolian Studies* 22, 159-162.
- MÜLLER-KARPE, A.:
1994 *Anatolisches Metallhandwerk*. Offa Bücher 75.
- MUHLY, J. D., MADDIN, R., STECH, T. & ÖZGEN, E.:
1985 Iron in Anatolia and the Nature of the Hittite Iron Industry. *Anatolian Studies* 35, 67-84, Taf. 8-11.
- NEU, E.:
1980 Althethitische Ritualtexte in Umschrift. *Studien zu den Boğazköy-Texten* 25, 32-56.
- PERNICKA, E.:
1990 Gewinnung und Verbreitung der Metalle in prähistorischer Zeit. *Jahrbuch d. RGZM* 37, Teil 1, Mainz (1995), 21-129, Taf. 8-14.
- PETRIE, W. M. F., WRIGHT, G. A. & MACKAY, E.:
1912 The Labyrinth, Gerzeh and Mazgenuh. *Brit. School Arch. Egypt. London*
- PIASKOWSKI, J. & WARTKE, R. - B.:
1989 Technologische Untersuchungen an einigen urartäischen Eisenobjekten aus Toprakkale. *Forschungen und Berichte* 27, 89-113.
- PLEINER, R.:
1981 Die Wege des Eisens nach Europa. In: H. Haefner (Hrsg.), *Frühes Eisen in Europa*, Schaffhausen, 115-128.
2000 Iron in Archaeology: The European Bloomery Smelters. Prag
- REITER, K.:
1997 Die Metalle im Alten Orient. Münster.
- SEVIN, V. & KAVAKLI, E.:
1996 Bir Erken Demir Çağ Nekropolü. Van/Karagündüz. *An Early Iron Age Cemetery*.
- SIEGELOVA, J.:
1984 Gewinnung und Verarbeitung von Eisen im hethitischen Reich im 1. Jahrtausend v.u.Z., *Ann. Naprstek Mus.* 12, 71-178.
2005 Metalle in hethitischen Texten. In: Ü. Yalçın (Hrsg.), *Anatolian Metals III, Der Anschnitt*, Beiheft 18, Bochum, 35-40.
- THOLANDER, E.:
1971 Evidence of the use of the carburized steel and quench hardening in Late Bronze Age Cyprus. *Opuscula Atheniensis* 10, 15-21.
- WALDBAUM, J. C.:
1980 The First Archaeological Appearance of Iron and the Transition to the Iron Age. In: T. H. Wertime & J. D. Muhly (Hrsg.), *The Coming of the Age of Iron*, New Haven und London, 69-98.
- WERTIME, T. A.:
1973 The beginnings of Metallurgy: a new look. *Science* 182, 875-886.
- WILSDORF, H.:
1954 Historische und archäologische Quellen zur Geschichte des Eisens. In: B. Neumann, *Die ältesten Verfahren der Erzeugung technischen Eisens*. Freiburger Forschungshefte, 67-90.
- YALÇIN, Ü.:
1993 Archäometallurgie in Milet: Technologiestand der Eisenverarbeitung in archaischer Zeit. *IstMitt.* 43, 361-370, Taf. 42-43.
1998 Frühe Eisenverwendung in Anatolien. *IstMitt* 48, 79-95.
2000 Zur Technologie der frühen Eisenverhüttung. *Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege* 42, 307-316, Taf. 13.
- YALÇIN, Ü., BELLI, O. & MADDIN, R.:
1995 Van – Yukarı Anzaf Kalesinde bulunan metal eserler üzerine arkeometalürjik araştırmalar. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* X, Ankara, 35-53.