

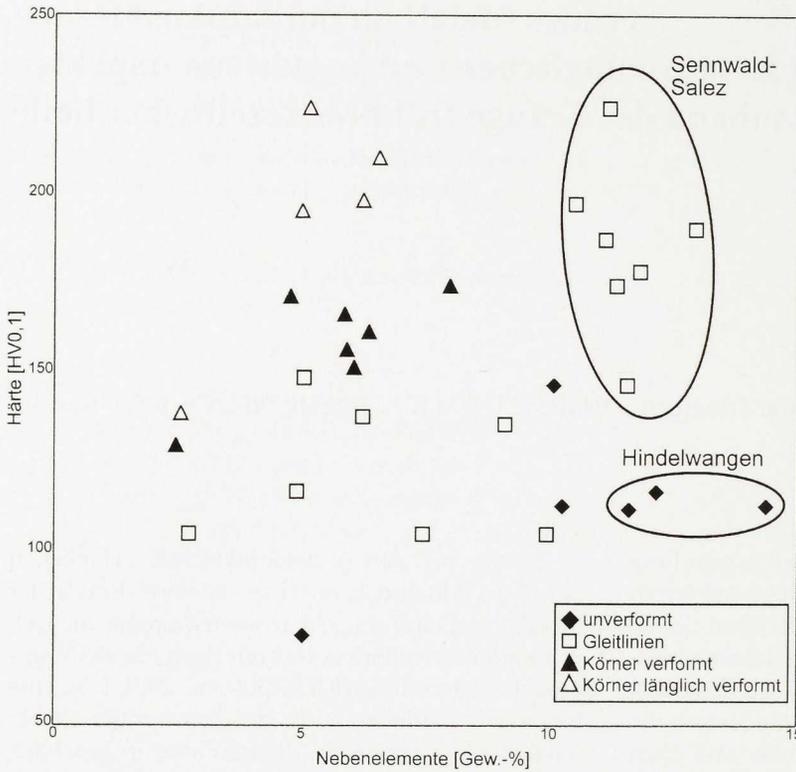
# Frühes Metall im nordalpinen Raum: Eine Untersuchung zu technologischen und kognitiven Aspekten früher Metallurgie anhand der Gefüge frühbronzezeitlicher Beile

Tobias L. Kienlin

Dissertation Tübingen 2004 (Prof. Dr. M.K.H. Eggert, Prof. Dr. B.S. Ottaway)

Neben der Herkunft des Metalls, der Verwendung und Verbreitung unterschiedlicher Kupfersorten in Raum und Zeit (z.B. KRAUSE 2003) erheben sich in Hinblick auf die Metallurgie des ausgehenden Neolithikums und der Frühbronzezeit Fragen nach dem Entwicklungsstand der Guß- und Schmiedetechnik, allgemeiner nach der Vorgehensweise und dem Kenntnisstand der damaligen Metallhandwerker. Auskunft hierüber gibt die so genannte Metallographie, also die lichtmikroskopische Dokumentation und Auswertung des Metallgefüges (SCHUMANN 1991). Gefragt wird nach den Herstellungsschritten eines Objekts und dessen angestrebten Eigenschaften, nach der Kenntnis der verwendeten Kupfersorten oder Legierungen, also nach dem Zusammenhang von Fertigungsstrategien und Materialzusammensetzung (vgl. NORTHOVER 1989). Im Rahmen der Dissertation konnten erstmals rund 150 Randleistenbeile der Typen Salez, Neyruz und Langquaid sowie solche des Sächsischen Typs metallographisch untersucht werden, die im nordalpinen Raum die zeitliche Tiefe der Frühbronzezeit abdecken. Ihnen zur Seite steht als jungneolithische Vergleichsgruppe eine Reihe älterer Flachbeile des Typs Altheim. Die Untersuchungen geben Einblick in die erkannten oder erwünschten Materialeigenschaften sowie in die Entscheidungsfindung im Umgang mit unterschiedlichen Kupfersorten und der aufkommenden Zinnbronze – die kognitiven Aspekte früher Metallurgie im Titel der Arbeit (vgl. RENFREW & ZUBROW 1994). In diachroner Perspektive läßt sich auf diesem Wege unsere Kenntnis der Entwicklung metallurgischen Wissens am Übergang zu den Metallzeiten präzisieren. Für die Frühbronzezeit lassen sich anhand der untersuchten Formen regionale Unterschiede im Umgang mit den verfügbaren Kupfersorten und unterschiedliche Reaktionen auf die Einführung der Zinnlegierung herausarbeiten.

Bereits bei den jungneolithischen Flachbeilen des Typs Altheim kann eine etablierte Praxis der Metallverarbeitung nachgewiesen werden, die sich in einem kontrollierten, mehrstufigen Herstellungsprozeß niederschlug (KIENLIN et al. 2004, 3-5). Eine Reihe von Indizien zeigt, daß mit großer Wahrscheinlichkeit bereits in dieser Phase in geschlossene Formen gegossen wurde. Die weitere Bearbeitung des Gußrohlings erfolgte in Form eines mehr oder minder starken Ausschmiedens, das sich über mehrere Schritte erstreckte, die durch ein Weichglühen unterbrochen wurden. Nachgewiesen ist damit die Kenntnis der abnehmenden Verformbarkeit im Zuge des Kaltschmiedens und der Wiederherstellung dieser Materialeigenschaft durch einen Glühprozeß. Die Gefüge zeigen, daß dieser Arbeitsschritt unter kontrollierten Bedingungen ablief – es fehlen Belege einer unvollständigen Rekristallisation oder eines über Gebühr ausgedehnten Glühens. Man faßt ein empirisches Herstellungswissen, das durch Anschauung und Nachahmung vermittelt bereits eine bemerkenswerte Stabilität erreicht hatte. Die Beile dieses Typs bestehen nur gelegentlich aus höher prozentigem Arsenkupfer und der bereits bekannte Befund bestätigt sich (BUDD 1991, 106-107), daß hohe Arsengehalte nicht zu dem Versuch führten, durch ein exzeptionell starkes Ausschmieden besonders hohe Härtewerte zu erzielen. Trotzdem ist davon auszugehen, daß kein generelles Desinteresse an den mechanischen Eigenschaften der Beile herrschte. Vielmehr ist zu vermuten, daß sich die Schmiedetechnik an den Eigenschaften des häufiger verwendeten, relativ reinen Kupfers orientierte – an seiner beschränkten Kaltverfestigung (LECHTMAN 1996, 496 Abb. 20) –, wobei man unter den gegebenen Voraussetzungen gute Resultate erzielte. Offenkundig fand keine gezielte Auswahl besonders arsenreichen Kupfers für die Beile statt, und man



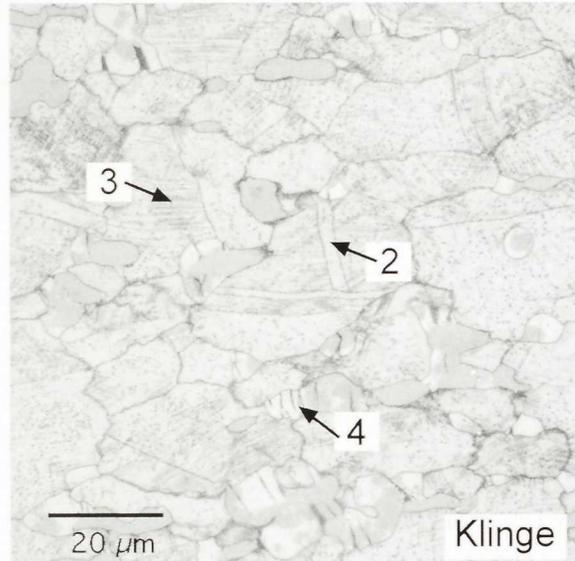
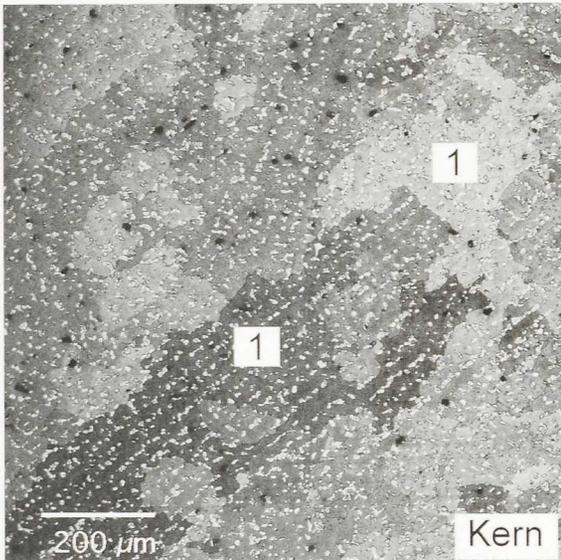
**Abb. 1**  
Die Härte der Salezer Beile in Abhängigkeit von Zusammensetzung und Kaltverformung. Deutlich abgesetzt aufgrund ihrer hohen Härte bei fehlender bzw. nur leichter Umformung die Beile von Hindelwangen und Sennwald-Salez.

könnte dies als Ausdruck einer einfachen, in ihren Anfängen begriffenen Technologie werten. Daß die Kenntnis der Materialeigenschaften reinen Kupfers anfangs die Erkenntnis der Vorzüge von höherprozentigem Arsenkupfer verhinderte, kann aber umgekehrt auch als Ausdruck einer bereits gefestigten Tradition begriffen werden, die Abweichungen und damit auch Erkenntnisfortschritt verzögerte.

Aufgrund des Gefügebefunds der Randleisten und der erhöhten Porosität im Nackenbereich (Röntgenaufnahmen) ist bei den frühbronzezeitlichen Randleistenbeilen Guß in eine aufrecht stehende, geschlossene Form als regelhaft anzusehen. Der Armabstand der Dendriten in den wenigen, gußbelassenen Gefügen deutet außerdem darauf hin, daß in - zweiteilige - Sandformen gegossen wurde (vgl. JUNK 2003, 62-127, 170). Ein mehrstufiges Ausschmieden ist die Regel und greift mit dem zwischengeschalteten Entfestigungsglühn eine bereits im Neolithikum entwickelte Materialkenntnis und Vorgehensweise auf. Dieses Ausschmieden ist nur zum Teil als Formgebungsoperation in Anspruch zu nehmen. Vielmehr zeigen der formnahe Guß und das Vorherrschen gerade im letzten Schritt stark kaltgeschmiedeter Stücke, daß das Interesse an den mechanischen Eigenschaften der Beile ihre Herstellung bestimmte. Infolge der Verwendung neuer (Fahlerz-) Kupfersorten und des Aufkommens der Zinnlegierung erreichten die meisten Stücke gute

oder sehr hohe Härtewerte. Beim Gebrauch werden sie sich gegenüber älteren (Arsen-) Kupferbeilen durch ihre bedeutend gesteigerte Haltbarkeit ausgezeichnet haben. Man faßt hier zunächst den Einfluß neuer Metallsorten und Legierungen auf die Entwicklung der frühen Metallurgie - mithin die Erschließung sulfidischer Lagerstätten und die Verwendung von Zinn als Legierungselement. Es kann aber gezeigt werden, daß dieser Prozeß einer differenzierten Betrachtung bedarf, wobei insbesondere die Wechselwirkung zwischen Zusammensetzung und Herstellungstechnik zu berücksichtigen ist.

Wegen ihres hohen Gehalts der fahlerztypischen Nebenelemente nehmen unter den Beilen des Typs Salez die Exemplare aus den Depotfunden von Sennwald-Salez und Hindelwangen eine Sonderstellung ein (KRAUSE 1988, 219-223; BILL 1997, 250-251). Bei der Erstarrung entstanden hier neben den Kupfermischkristallen der Matrix in großem Umfang weitere Gefügebestandteile von abweichender Zusammensetzung, sog. intermetallische Phasen (LESNIAK 1991). Sie sind hart und spröde, was das Ausschmieden erschwerte und Auswirkungen auf den Herstellungsprozeß hatte (vgl. LECHTMAN 1998, 78-81): Bei den Hindelwanger Beilen fand allenfalls eine geringfügige Bearbeitung des Klingensbereichs statt, und angesichts der hohen Ausgangshärte des Gußgefüges (110-120HV; Abb. 1) verzichtete man damit auf eine weitere Verbesse-

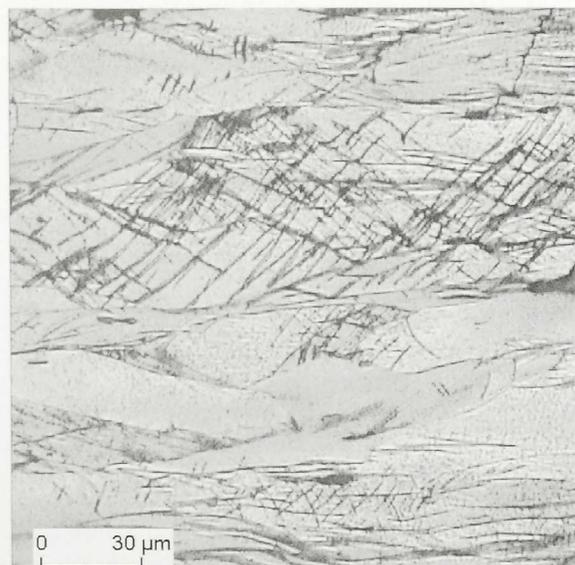
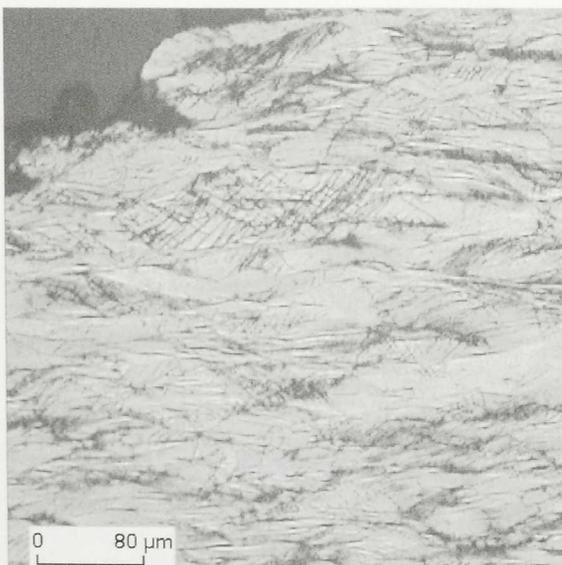


**Abb. 2** Sennwald-Salez. Unverformte Gußkörner im klingenabgewandten Probenbereich (1). Rekristallisierte Körner mit Glühzwillingen (2) im Klingebereich derselben Probe; Gleitlinien (3) und die Verformung der Glühzwillinge belegen ein leichtes, abschließendes Kaltschmieden; infolge der Verformung sind die intermetallischen Phasen aufgebrochen (4).

rung der mechanischen Eigenschaften. Bei den Stücken von Sennwald-Salez hingegen finden sich Spuren eines leichten Überschmiedens (Abb. 2). Obwohl nur oberflächlicher Natur wurden dabei signifikant erhöhte Härtewerte erzielt (Abb. 1). Solche Stücke dürften sich als Vielzweckgerät oder Waffe einer besonderen Wertschätzung erfreut haben. In Betracht zu ziehen ist, daß dieses farblich auffällige Kupfer über einen oder mehrere Schritte des Austauschs hinweg gute mechanische Eigenschaften verbürgte

(ähnlich: BILL 1997, 251).

Bei den „normalen“ Beilen des Typs Salez – mit weniger Nebenelementen und nur gelegentlichen intermetallischen Phasen – liegt meist eine deutlich stärkere Umformung vor (Abb. 3). Formgebung und Fertigstellung durch Überschmieden fielen hier leichter, vor allem aber zielte das Ausschmieden auf gute Materialeigenschaften für den Gebrauch. Besonders deutlich wird dies, wenn im letzten Schritt stark kaltgeschmiedet wurde und dadurch – mit



**Abb. 3** Feldkirch. Im letzten Schmiedeschritt stark kaltverformtes Gefüge eines Beils vom Typ Salez.

höherem Aufwand als bei Sennwald-Salez – Härte-  
werte um 200HV erreicht wurden (Abb. 1). Häufig  
sind freilich auch Gefüge mit nur mäßig stark ver-  
formten Körnern und Härtewerten um 150HV. Hier  
verzichtete man darauf, das volle Potential einer  
Kaltverfestigung zu realisieren. Wie im Vergleich  
Hindelwangen/Sennwald-Salez zeigt sich, daß mit  
unterschiedlicher Konsequenz bei der Orientierung  
an den Bedürfnissen des „Abnehmers“ zu rechnen  
ist. Insgesamt liegen in der Stärke des Kaltschmie-  
dens Abweichungen vor, die auf eine noch geringere  
Stabilität metallurgischer Traditionen hinweisen  
als dies später bei den Beilen des Typs Langquaid  
der Fall ist (s.u.). In Hinblick auf benachbarte Regio-  
nen, in denen zinnlegierte Beile vorliegen (z.B. Typ  
Neyruz), ist trotzdem auf die guten Eigenschaften  
eines Großteils der Salezer Beile hinzuweisen. Sie  
repräsentieren einen Zeitabschnitt, in dem neben  
der aufkommenden Zinnbronze noch gleichwertige  
Alternativen existierten. Es ist möglich, daß der Zu-  
gang zu „konkurrenzfähigem“ Fahlerzkupfer Aus-  
wirkungen auf die Akzeptanz der Zinnlegierung  
hatte und im Verbreitungsgebiet der Salezer Beile  
zu einer verspäteten Übernahme dieser Innovation  
beitrug (zur Zeitstellung: ABELS 1972, 9-10; KRAU-  
SE 1988, 223-224; HAFNER 1995, 96-98, 141-146).  
Der Gefügebefund illustriert freilich auch, daß die  
Verarbeitung dieser Kupfersorte Flexibilität erfor-  
derte und die „Qualität“ des verfügbaren Kupfers  
zu verschiedenen guten Resultaten führte. Hierin ist  
der Grund zu sehen, daß sich nach einer Übergangs-  
phase mit noch schwankenden Zinngehalten (z.B.  
Typ Neyruz) die Zinnlegierung auf breiter Front  
durchsetzte als der Rohstoff Zinn allgemein zugäng-  
lich wurde.

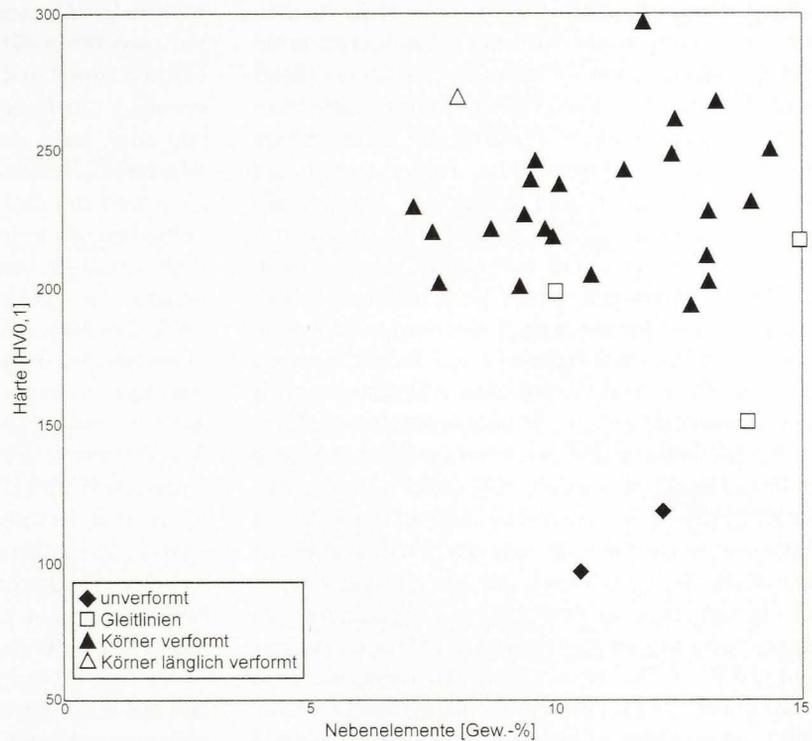
Die Notwendigkeit einer differenzierten Be-  
trachtung der Metallurgie dieser Übergangsphase  
zeigt sich auch bei den Beilen des Typs Neyruz  
und bei den Sächsischen Randleistenbeilen, deren  
Vorkommen den Typ Salez umschließt (KIENLIN  
2004, 184-200, 226-242). Die Neyruz Beile weisen in  
der Regel niedrige Nebenelementgehalte auf, und  
es hat den Anschein, daß – ähnlich den Altheimer  
Beilen – die beschränkte Kaltverfestigung des ver-  
wendeten Kupfers dazu führte, daß im Vorlauf der  
Zinnlegierung das Ausschmieden eher schwach  
und unsystematisch ausfiel. Die zinnlegierten Ver-  
treter dieses Typs zeigen hingegen tendenziell höhe-  
re Kaltverformungsraten. Man beließ es nicht dabei,  
mit Zinn zu legieren, sondern es kam zugleich zu  
einer Anpassung und Intensivierung der Schmie-  
detechnik. Es zeigt sich ein gesteigertes Interesse an  
den mechanischen Eigenschaften der Beile, das sich  
eben nicht nur in der Verwendung der Zinnbronze  
niederschlug, sondern auch darin, daß man zugleich

auf dem Wege eines stärkeren Schmiedens die Här-  
te zu steigern suchte. Die gegenteilige Entwicklung  
zeigt sich bei den Sächsischen Randleistenbeilen.  
Den Ausgangspunkt bildet hier die Verwendung  
eines Fahlerzkupfers, dessen Nebenelementgehalt  
in der Mehrzahl der Fälle durch ein vergleichsweise  
intensives Ausschmieden in recht hohe Härte-  
werte umgesetzt wurde. Bei den zinnlegierten Stücken  
dagegen ist zu beobachten, daß solch hohe Umfor-  
mungsraten ausbleiben und sich die Kaltverfor-  
mung auf niedrigerem Niveau einpendelt. Aus Sicht  
der Materialeigenschaften, etwa der Verformbarkeit,  
liegen hierfür keine Gründe vor (LECHTMAN 1996,  
488-506). Man hat den Eindruck, daß die Tatsache  
des Legierens, also die Manipulation der mechani-  
schen Eigenschaften über die Zusammensetzung,  
zum Anlaß genommen wurde, bei befriedigenden  
Ergebnissen den Aufwand beim Schmieden zu re-  
duzieren. Neben den unlegierten Beilen des Typs  
Salez wird damit die Existenz weiterer Technolo-  
gietraditionen greifbar, die sich über einen gewissen  
Zeitraum in ihrer Umsetzung weiträumig faßbarer  
Strömungen, der Ausbreitung des Wissens um die  
Zinnlegierung, unterschieden.

Sowohl bei den Beilen des Typs Neyruz als auch  
bei den Sächsischen Randleistenbeilen ist festzustel-  
len, daß die zinnlegierten Stücke tendenziell nied-  
rigere Nebenelementgehalte aufweisen als die un-  
legierten Exemplare (KIENLIN 2004, 187, 231). Was  
die Herstellung beider Typen – trotz der anderen  
Umsetzung der Zinnlegierung – verbindet, ist also,  
daß man nebenelementreiches und -armes Kupfer  
unterschied und vor allem letzteres mit dem knap-  
pen Legierungselement versetzte, um die mechani-  
schen Eigenschaften zu verbessern. Auch die noch  
sehr unterschiedlich hohen Zinngehalte der legier-  
ten Stücke verbinden beide Typen. Dies führte dazu,  
daß legierte und unlegierte Beile vergleichbare Här-  
tewerte erreichen konnten. Ob nun infolge knappen  
Zinns oder aufgrund fehlender Kenntnis der Metho-  
den der Zinnlegierung muß dies im Einzelfall eine  
funktionale Äquivalenz der Beile beider Gruppen  
bedingt haben. In einer Übergangsphase ist davon  
auszugehen, daß sich ein bekanntermaßen zinnle-  
giertes Beil beim Gebrauch keineswegs immer als  
überlegen erwies. Vor allem vor dem Hintergrund  
frühbronzezeitlicher Fahlerzmetalle (s.o.) ist dies  
sicherlich mit ausschlaggebend dafür, daß sich die  
Zinnbronze erst allmählich durchsetzte. Der Zugang  
zu überregionalen Austauschnetzen für Zinn spielt  
hier ebenfalls eine Rolle. Die tatsächlichen Vorzüge  
eines Werkstoffs, über die mit entsprechenden Ver-  
zögerungen lokal entschieden wurde, dürfen aber  
nicht aus der Betrachtung solcher Phänomene aus-  
geblendet werden.

Abb. 4

Die Härte der Beile des Typs Langquaid in Abhängigkeit von Zusammensetzung und Kaltverformung.



Ausnahmslos hoch mit Zinn legiert sind dann die Beile des Typs Langquaid, die daher regelhaft Härtewerte erreichen, die zuvor nur Teilgruppen der Salezer, der Neyruz und der Sächsischen Beile mit höheren Nebenelement- oder Zinngehalten aufwiesen (KIENLIN et al. 2004, 8-9). Weniger bislang unerreichte Härtewerte liegen hier vor, zu beobachten ist vielmehr ein Einpendeln der mechanischen Eigenschaften auf hohem Niveau (Abb. 4), was nicht ohne Auswirkungen auf die Selbstverständlichkeit geblieben sein wird, mit der solche Geräte aus Metall wahrgenommen wurden. Man faßt den eigentlichen Übergang zu den Metallzeiten – eine Entwicklung, die sich anhand der Gefüge genauer qualifizieren läßt als nur durch den Verweis auf die regelhafte Zinnlegierung. Denn mit der Verwendung hochprozentiger Zinnbronze geht eine Vereinheitlichung der Schmiedetechnik einher, die nicht als gegeben vorausgesetzt werden kann. Es liegt eine Stabilität der Umformungsraten vor, die nicht allein auf die Materialeigenschaften – etwa die Verformbarkeit – zurückzuführen ist, da hier noch viel Spielraum gewesen wäre, sondern auf eine Angleichung der Vorgehensweise. Die „Qualität“ der Beile des Typs Langquaid ist nicht allein ihrer Zusammensetzung geschuldet, sondern einer Stabilisierung der Herstellungsprozesse insgesamt, vor allem auch des Ausschmiedens. Über die zuvor nachweisbaren,

regionalen Unterschiede hinweg (s.o.) wird eine Vereinheitlichung frühbronzezeitlicher Metallurgie deutlich, die über den Austausch von Fertigprodukten oder Zinn hinausreicht. Man faßt eine Angleichung metallurgischen Wissens und eine intensivere, überregionale Kommunikation.

Es liegt auf der Hand, daß diese Entwicklung, die neben der Guß- und Schmiedetechnik auch die Erschließung neuer Lagerstätten und die Ausbildung überregionaler Austauschnetze für Zinn umfaßt, im weiteren Sinne als Fortschritt begriffen werden kann. Die Praxis der Metallurgie und ihre Erzeugnisse hatten wesentlichen Anteil an den gesellschaftlichen Veränderungen, die bronzezeitliche Gruppen von ihren neolithischen Vorläufern unterscheiden. Gleichwohl wäre es verfehlt, die Entwicklung der frühbronzezeitlichen Metallurgie als Prozeß zu betrachten, der zielstrebig vorangetrieben wurde, als eine Phase raschen und unausweichlichen Fortschritts. Demonstriert werden kann dies anhand gängiger Annahmen zu den Eigenschaften unterschiedlicher Kupfersorten und -legierungen, die von einer generellen Überlegenheit des jeweils neuen Werkstoffs und seiner bewußten Verwendung aus diesem Grund ausgehen (für die Zinnbronze z.B. SPINDLER 1971, 199; SCHWENZER 2004, 203-204). Zu revidieren sind hier letztlich evolutionistische Erwartungshaltungen an die

Zwangsläufigkeit technologischen Fortschritts. Anhand der Gußtemperatur, der Gußeigenschaften und der mechanischen Eigenschaften kann gezeigt werden, daß in den relevanten Konzentrationsbereichen entweder keine signifikanten Unterschiede zwischen Kupfer, Arsenkupfer, Fahlerzmetall und Zinnbronze bestehen oder daß man in der Herstellung verschiedener Objektgruppen nur in sehr unterschiedlichem Ausmaß von möglichen Vorzügen profitierte. Aussagen über Verarbeitbarkeit des Rohstoffs und Eigenschaften der fertigen Objekte sind also zumindest danach zu differenzieren, ob die Herstellung von Waffen und Werkzeugen oder im weiteren Sinne von „Schmuckformen“ gemeint ist. In Hinblick auf die Gewichtung dieser Bereiche sollte festgehalten werden, daß elaborierte Formen wie Vollgriff- oder Stabdolche zwar in besonderem Maße unsere Aufmerksamkeit erregen, daß aber die eigentliche Breitenwirkung der Metallurgie eher in der Herstellung und Verbreitung alltäglicherer Objektgruppen zu verorten sein wird, darunter prominent die Beile. Bei diesen ist festzustellen, daß die Zusammensetzung kaum ausschlaggebend war für einen erfolgreichen Gußvorgang. Darüber hinaus ist nicht gesagt, daß die Zinnbronze eine gußtechnische Voraussetzung für die Differenzierung des Formenbestands im Verlauf der Frühbronzezeit bildete; ähnliche Gußeigenschaften besitzt das verbreitete Fahlerzkupfer (LESNIAK 1991, 165-166; auch LECHTMAN 1998, 85-87). In Hinblick auf die Beile steht außer Frage, daß ihre Herstellung sich an guten Gebrauchseigenschaften orientierte. Vom Guß hin zum Ausschmieden faßt man eine hohe Kompetenz ihrer Erzeuger und im Laufe der Zeit eine weitere Standardisierung der Vorgehensweise. Dabei standen mit dem Nebeneinander von Fahlerzkupfer und niedrig legierter Zinnbronze zunächst unterschiedliche Optionen offen. Die Abfolge verschiedener Kupfersorten und der Zinnlegierung hat aus Sicht der Materialeigenschaften wenig Zwangsläufiges an sich. Die Zinnbronze setzte sich am Ende weniger wegen überlegener Werkstoffeigenschaften durch, sondern aufgrund einer Reihe „weicher“ Faktoren – langfristig vor allem der bessere Zugang zu Zinn als zu äquivalentem Fahlerzkupfer.

Was die funktionale Deutung der Beile anbelangt, so zeigt das Interesse an guten mechanischen Eigenschaften, daß von einer längeren Beanspruchung im Rahmen praktischer Tätigkeiten ausgegangen wurde. Äußerlich sichtbare Abnutzungserscheinungen (KIENLIN & OTTAWAY 1998) und Gebrauchsspuren in den Gefügen belegen eben dies. Eine Verwendung als Waffe ist damit nicht ausgeschlossen, und eine scharfe Trennung von „Werkzeug“ und „Waffe“ geht an der urgeschichtlichen Wirklichkeit

vorbei. Der Gesamtbefund zeigt aber, daß die Beile vorwiegend in Situationen gebraucht wurden, die kaum adäquat in den Rubriken „Konflikt“ und „Aggression“ zu fassen sind. Die Art der Bearbeitung legt auch nahe, daß man nicht mit einem baldigen Wiedereinschmelzen rechnete (ähnlich: BILL 1997, 251), und der Gefügebefund belegt eindeutig, daß keine Beilbarren in dem Sinne zirkulierten, daß die Beile – statt sie umzuschmelzen – erst vom „Endabnehmer“ ausgeschmiedet werden sollten (KRAUSE 1988, 238-241). Wenn es sich bei „Geld“ um eine Objektgruppe handeln soll, die vor allem zur Verwendung in ökonomischen Zusammenhängen hergestellt wurde (LENERZ-DE WILDE 1995, 229-232, 314-321), so ist eine solche Deutung aus denselben Gründen zurückzuweisen. Man muß vergegenwärtigen, daß Deutungen als Barren oder Geldform – aus kulturanthropologischer Perspektive – auf Seiten einer Denkschule zu verorten sind, die moderne, ökonomische Konzepte auf urgeschichtliche Gesellschaften überträgt (vgl. DALTON 1965; FEEST 2003). Dies ist nicht unproblematisch und wirft Fragen auf nach der strukturellen Andersartigkeit vergangener oder rezenter „primitiver“ Gruppen. Man darf wohl davon ausgehen, daß der Umgang mit den „Dingen“ nicht nur – in unserem Sinne – rationalen Erwägungen folgte (vgl. VEIT et al. 2003), und von daher auch die Bedeutung der Beile nicht nur in ökonomischen Kategorien zu fassen ist. Es ist anzunehmen, daß die Beile von ihrer Funktion her eher als Werkzeug denn als Waffe zu betrachten sind, vor allem aber als Vielzweckgerät einen engen Bezug zu ihrem Träger aufwies, der sich über Kategorien des Besitzes von Waffen, Werkzeugen, Barren oder Geld hinaus auf dessen Identität erstreckte (vgl. PÉTREQUIN & PÉTREQUIN 1993). In einem solchen Kontext ist davon auszugehen, daß der „Besitz“ der Beile eine enge Verflechtung mit gesellschaftlichen Ordnungskategorien aufwies und ihre Zirkulation nicht zuletzt im Rahmen sozial motivierter Austauschsysteme zu sehen ist (vgl. auch HANSEN 1994, 376-379; 1995, 67-69).

## Literatur

- ABELS, B.-U. (1972) Die Randleistenbeile in Baden-Württemberg, dem Elsaß, der Franche Comté und der Schweiz. *Prähistorische Bronzefunde IX,4*. München 1972.
- BILL, J. (1997) Die Bronzebeile von Salez. Das 1883 gefundene Depot aus der Frühbronzezeit. *Werdenberger Jahrbuch 10*, 1997, 247-261.

- BUDD, P. (1991) A Metallographic Investigation of Eneolithic Arsenical Copper Artefacts from Mondsee, Austria. *Journal of the Historical Metallurgy Society* 25, 1991, 99-108.
- DALTON, G. (1965) Primitive Money. *American Anthropologist* 67, 1965, 44-65.
- FEEST, Ch.F. (2003) Wampum, Wert und Wissen. Zur Wissenskultur der Irokesen. In: FRIED, J. & Th. KAILER (Hrsg.) *Wissenskulturen. Beiträge zu einem forschungsstrategischen Konzept. Wissenskultur und gesellschaftlicher Wandel* 1. Berlin 2003, 87-103.
- HAFNER, A. (1995) Die Frühe Bronzezeit in der Westschweiz. Funde und Befunde aus Siedlungen, Gräbern und Horten der entwickelten Frühbronzezeit. *Ufersiedlungen am Bielersee* 5. Bern 1995.
- HANSEN, S. (1994) Studien zu den Metalldeponierungen während der älteren Urnenfelderzeit zwischen Rhônetal und Karpatenbecken. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* 21. Bonn 1994.
- (1995) Aspekte des Gabentauschs und Handels während der Urnenfelderzeit in Mittel- und Nordeuropa im Lichte der Fundüberlieferung. In: HÄNSEL, B. (Hrsg.) *Handel, Tausch und Verkehr in bronze- und früheisenzeitlichen Südosteuropa. Prähistorische Archäologie in Südosteuropa* 11. München 1995, 67-80.
- JUNK, M. (2003) Material Properties of Copper Alloys containing Arsenic, Antimony, and Bismuth. The Material of Early Bronze Age Ingot Torques. *Dissertation Bergakademie Freiberg* 2003.
- KIENLIN, T.L. & B. OTTAWAY (1998) Flanged Axes of the North-Alpine Region: An Assessment of the Possibilities of Use Wear Analysis on Metal Artifacts. In: MORDANT, C., PERNOT, M. & V. RYCHNER (eds.) *L'Atelier du bronzier en Europe du XXe au VIIIe siècle avant notre ère. Du minerai au métal, du métal à l'objet. Actes du colloque international Bronze '96, Neuchâtel et Dijon* 2. Paris 1998, 271-286.
- KIENLIN, T.L. (2004) Frühes Metall im nordalpinen Raum. Eine Untersuchung zu technologischen und kognitiven Aspekten früher Metallurgie anhand der Gefüge frühbronzezeitlicher Beile. *Dissertation Universität Tübingen* 2004.
- KIENLIN, T.L., BISCHOFF, E. & H. OPIELKA (2004) Zur Metallographie urgeschichtlicher Artefakte: Ergebnisse einer Untersuchung an Kupfer- und Bronzebeilen des nordalpinen Raumes. In: PORTELLA, P. (Hrsg.) *Fortschritte in der Metallographie. Vortragstexte der 37. Metallographie-Tagung, 17.-19. September 2003 in Berlin. Sonderbände der Praktischen Metallographie* 35. Frankfurt a. M. 2004, 3-10.
- KRAUSE, R. (1988) Die endneolithischen und frühbronzezeitlichen Grabfunde auf der Nordstadterrasse von Singen am Hohentwiel. *Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 32. Stuttgart 1988.
- KRAUSE, R. (2003) Studien zur kupfer- und frühbronzezeitlichen Metallurgie zwischen Karpatenbecken und Ostsee. *Vorgeschichtliche Forschungen* 24. Rahden/Westf. 2003.
- LECHTMAN, H. (1996) Arsenic Bronze: Dirty Copper or Chosen Alloy? A View from the Americas. *Journal of Field Archaeology* 23, 1996, 477-514.
- (1998) Architectural Cramps at Tiwanaku: Copper-arsenic-nickel Bronze. In: REHREN, T., HAUPTMANN, A. & J. D. MUHLY (Hrsg.) *Metallurgica Antiqua. In Honour of Hans-Gert Bachmann and Robert Maddin. Der Anschnitt, Beiheft* 8, 1998, 77-92.
- LENERZ-DE WILDE, M. (1995) Prämonetäre Zahlungsmittel in der Kupfer- und Bronzezeit Mitteleuropas. *Fundberichte aus Baden-Württemberg* 20, 1995, 229-327.
- LESNIAK, Ch.P. (1991) Thermodynamik und Metallographie von Arsen- und Antimonmangellegierungen am Beispiel archäologischer Artefakte. *Dissertation Universität Saarbrücken* 1991.
- MAYER, E.F. (1977) Die Äxte und Beile in Österreich. *Prähistorische Bronzefunde* IX,9. München 1977.
- NORTHOVER, J.P. (1989) Properties and Use of Arsenic-Copper Alloys. In: HAUPTMANN, A., PERNICKA, E. & G.A. WAGNER (Hrsg.) *Archäometallurgie der Alten Welt. Beiträge zum Internationalen Symposium „Old World Archaeometallurgy“, Heidelberg* 1987. Bochum 1989, 111-118.
- PÉTREQUIN, P. & A.-M. PÉTREQUIN (1993) Écologie d'un outil: la hache de pierre en Irian Jaya (Indonésie). Paris 1993.
- RENFREW, C. & E.B.W. ZUBROW (1994) The Ancient Mind. Elements of Cognitive Archaeology. Cambridge 1994.
- SCHUMANN, H. (1991) Metallographie. Stuttgart 1991 [13. Aufl.].
- SCHWENZER, S. (2004) Frühbronzezeitliche Vollgriffdolche. Typologische, chronologische und technische Studien auf der Grundlage einer Materialaufnahme von Hans-Jürgen Hundt. *Kataloge vor- und frühgeschichtlicher Altertümer* 36. Mainz 2004.
- SPINDLER, K. (1971) Zur Herstellung der Zinnbronze in der frühen Metallurgie Europas. *Acta Praehistorica et Archaeologica* 2, 1971, 199-253.

*Tobias L. Kienlin*

VEIT, U., KIENLIN, T.L., KÜMMEL, Ch. & S. SCHMIDT  
(2003) Spuren und Botschaften: Interpretationen  
materieller Kultur. *Tübinger Archäologische Taschenbücher*  
4. Münster 2003.

*Tobias L. Kienlin*  
*Institut für Archäologische Wissenschaften*  
*Abt. Vor- und Frühgeschichte*  
*Johann Wolfgang Goethe-Universität*  
*Grüneburgplatz 1*  
*D - 60323 Frankfurt am Main*  
*tobias\_kienlin@yahoo.de*