

Zeitschrift:	Tugium : Jahrbuch des Staatsarchivs des Kantons Zug, des Amtes für Denkmalpflege und Archäologie, des Kantonalen Museums für Urgeschichte Zug und der Burg Zug
Herausgeber:	Regierungsrat des Kantons Zug
Band:	33 (2017)
Artikel:	Die jungsteinzeitliche Kupferbeilklinge von Zug-Riedmatt : ein Schlüsselfund zur Chronologie und Metallurgie in der zweiten Hälfte des 4. Jahrhunderts v. Chr.
Autor:	Gross, Eda / Schaeren, Gishan / Villa, Igor Maria
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-731240

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die jungsteinzeitliche Kupferbeilklinge von Zug-Riedmatt

Ein Schlüsselfund zur Chronologie und Metallurgie in der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr.

Die Kupferbeilklinge aus der Pfahlbaufundstelle von Zug-Riedmatt (Abb. 1) ist eine der ganz wenigen sicher datierten jungsteinzeitlichen Kupferbeilklingen Europas.¹ Ihre Form und ihre Metallzusammensetzung zeigen klare Verbindungen nach Süden, in den Bereich der kupferzeitlichen Kulturen Norditaliens und der südlichen Toskana, sowie zum Kupferbeil der bekannten Eismumie vom Tisenjoch («Ötzi»).² Die-

ser Bezug nach Süden wurde nun durch die Bleiisotopenanalyse vollumfänglich bestätigt. Die Kupferbeilklinge von Zug-Riedmatt ist deshalb ein Schlüsselfund für das Verständnis der Kupfermetallurgie in der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr. nördlich der Alpen.

Da die chronologischen und kulturgechichtlichen Konsequenzen der Einordnung dieses Fundes weitreichend sind, sollen die Resultate der Analysen möglichst rasch zur Verfügung gestellt werden, auch wenn ihr Kontext hier erst ansatzweise diskutiert werden kann.

Fundkontext und Datierung

Die Kupferbeilklinge wurde 2008 in der Grabung von Zug-Riedmatt gefunden.³ Die Fundstelle liegt heute ca. 800 m landwärts vom Seeufer entfernt und ist von ca. 5 m mächtigen See- und Delta-Ablagerungen überschüttet. Aufgrund dieser massiven Überdeckung musste die Grabung auf einen 64 m² grossen Ausschnitt des ehemaligen Siedlungsplatzes begrenzt und in einem Spundwandkasten durchgeführt werden (Abb. 2). Die exzellente Erhaltung der organischen Reste, die Tatsache, dass nur ein kleiner Teil der ganzen Fläche gegeben ist, und die dichte naturwissenschaftliche Beprobung der Fundstelle (Abb. 3) waren Anlass, Zug-Riedmatt ins

¹ Wir danken Samuel van Willigen (Schweizerisches Nationalmuseum Zürich), der ergänzende Datengrundlagen zur Verfügung gestellt und mit Rat und Tat Wesentliches zur Entstehung dieses Artikels beigetragen hat, ganz herzlich. Darüber hinaus danken wir Irka Hajdas (Labor für Ionenstrahlphysik der ETH Zürich), Renata Huber (ADA Zug), Kristin Ismail-Meyer (IPNA Basel), David Jecker (ADA Zug), Irenäus Matuschik, Freiburg, Giacomo Pegurri (Museum für Urgeschichte[n] Zug), Christoph Schilz, Freiburg, und Bigna Steiner (IPNA Basel) für ihre Beratung und Unterstützung.

² Sperl 1992. – Egg/Goedecker-Ciolek 2009, 120–123. – Die Publikation der metallurgischen Untersuchungen des Beiles vom Tisenjoch (Artioli et al. 2017) erfolgte erst kurz vor Redaktionsschluss für den vorliegenden Beitrag. Aus diesem Grund konnten wir nur noch die Analysenwerte und einzelne Fussnoten ergänzen.

³ Huber/Schaeren 2009, 128–130, 137. – Fundkomplexnummer 1680–1053.1, Pos. Nr. 333. Funddatum 22. Oktober 2008, Finder Benedikt Lüdin. Weltkoordinate Fundstelle 47.18244/8.49106 (WGS84), Höhe 412.64 m ü. M.

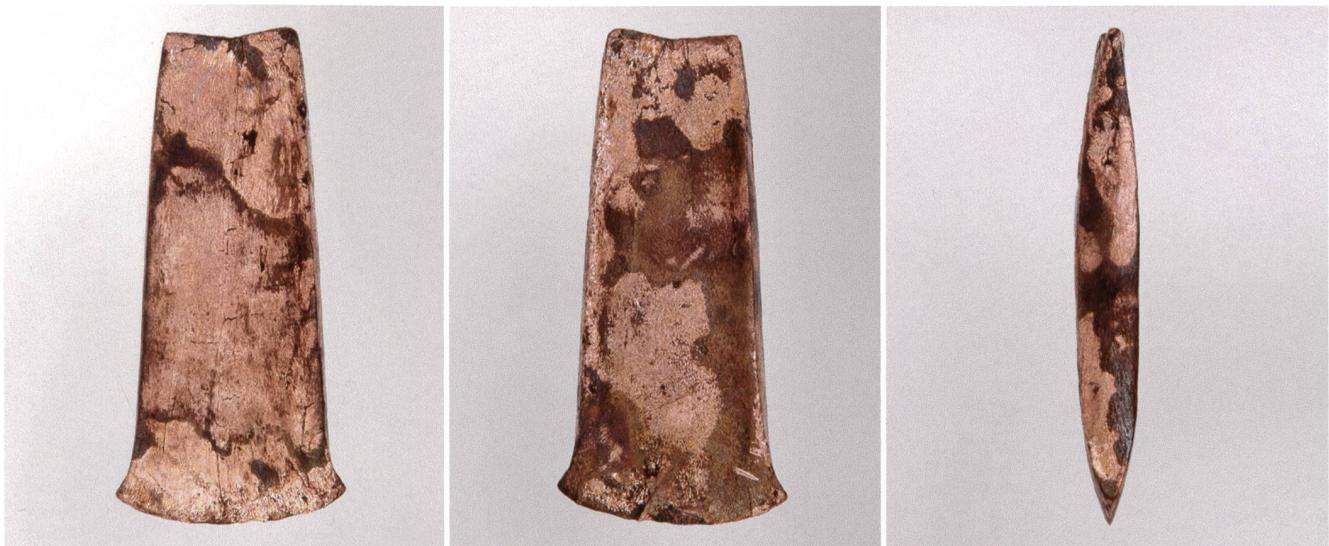


Abb. 1 Zug-Riedmatt, Kupferbeilklinge aus dem letzten Viertel des 4. Jahrtausends v. Chr. (wohl um 3175 v. Chr.), mit grosser Wahrscheinlichkeit aus Mittelitalien (südliche Toskana) importiert. Grösste Länge 6,5 cm, grösste Breite 2,7 cm, Breite Schneide 2,7 cm, Breite Nacken 1,8 cm, grösste Dicke 0,8 cm. Gewicht vor Probenentnahme 76,04 g (entnommene Probe 0,0262 g).



Abb. 2 Zug-Riedmatt. Einblick in den Spundwandkasten einige Tage vor dem Fund der Beilklinge. Der Pfeil markiert die Lage der Beilklinge.

UNESCO-Welterbe «Pfahlbauten rund um die Alpen»⁴ aufzunehmen und sie neben der Grabung Zürich-Opéra als Untersuchungsgrundlage des SNF-Forschungsprojekts «Taphonomy and formation processes in waterlogged sediments»⁵ auszuwählen.

Die Lage des Siedlungsplatzes in der Seeuferzone am Rande des damaligen Lorzedeltas (Abb. 4) bringt einige Besonderheiten mit sich. Der Fundplatz lag weitab von günstigen agrarischen Nutzflächen und war zumindest im bekannten Ausschnitt und in der ersten Belegungszeit (Abb. 5, stratigrafische Units 3–5) stark von Jagd und Fischfang geprägt, während in den folgenden Belegungsphasen (Abb. 5, ab Unit 6) die Viehhaltung an Bedeutung gewann.⁶ Vielleicht war die Lage am nördlichen Ende des Sees auch als Ausgangspunkt des kürzesten Landwegs Richtung Zürichsee wichtig.

Auf eine mögliche Rolle im transalpinen Verkehrs- und Fernhandelsnetz weist das Vorhandensein von Rohstoffen in Form von zahlreichen Halbfabrikaten, gebrauchsfertigen Objekten und Produktionsabfall aus Serpentinit, Nephrit und Bergkristall hin, welche wahrscheinlich aus dem Gotthardgebiet stammen.

Die Beilklinge von Zug-Riedmatt wurde im Grenzbereich zweier Ablagerungen innerhalb des Siedlungsschichtpakets entdeckt (Abb. 5, Unit 5 und 6). Gemäss Erinnerung des Ausgräbers lag sie leicht verkippt in einer ungestörten Situation. Diese Aussage wird durch das Spurenbild der Kratzspuren von einer Grabungskelle und durch Beobachtungen an der Klingepatina gestützt. Der Fund wurde auf der Grabung der Position 333 zugewiesen, die Unit 6 zugerechnet wird. Die Spurenbilder der Patina und die Höhenkote des Fundes legen aber nahe, dass die Klinge nicht erst während der Ablagerung von Unit 6 einsedimentiert wurde, sondern eher noch in den obersten Bereich von Unit 5 gehört. Resultate der transdisziplinären Untersuchungen zu den Pollen,⁷ den botanischen Makroresten⁸ und der Mikromorphologie⁹ legen nahe, dass die Fundstelle im Verlauf der Ablagerung von Unit 5 zunehmend stärker vom Wasser geprägt wurde und am Schluss vielleicht eine Belegungslücke aufweist. In der Ablagerungszeit der darüber liegenden Unit 6 ist hingegen mit ausgeprägteren terrestrischen und aeroben Verhältnissen zu rechnen. Das Sedimentationsniveau lag dann wohl im ausgegrabenen Bereich zumindest saisonal über dem mittleren Wasserspiegel.¹⁰

Folgendes Szenario ist demnach wahrscheinlich: Nachdem wiederholt Verarbeitungsabfälle von Fischfang und Abraum von Herdstellen abgelagert worden waren,¹¹ wurde die Beilklinge in nur wenig wasserbedecktem Untergrund ein-

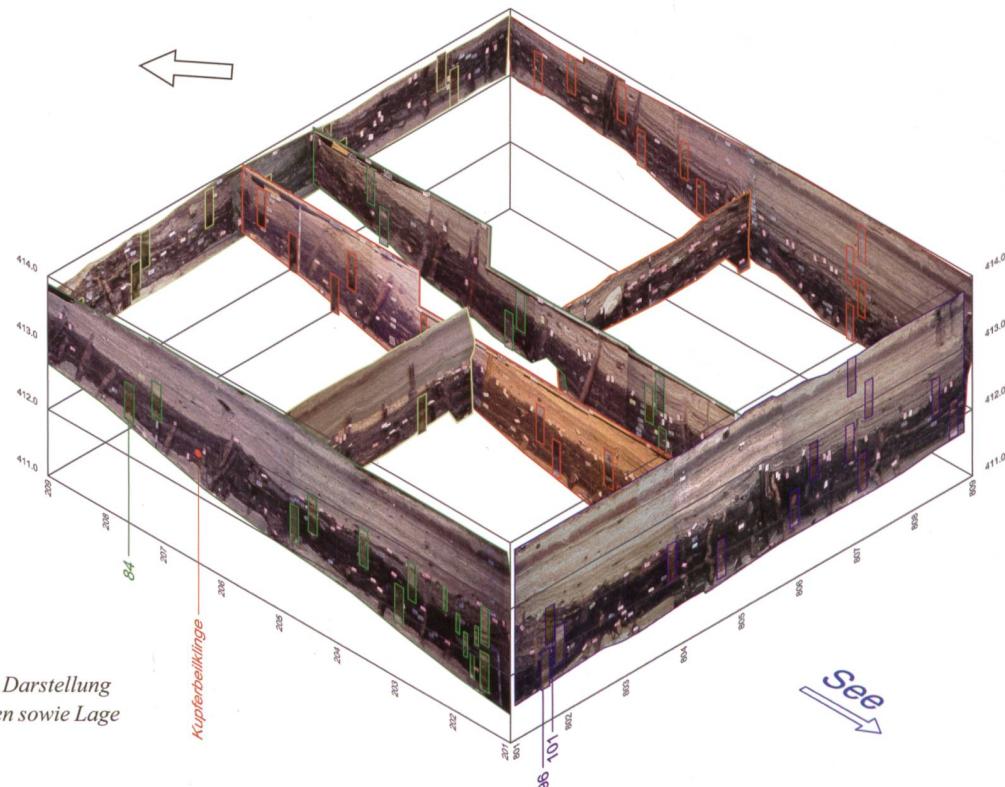


Abb. 3 Zug-Riedmatt. Isometrische Darstellung der Schichtprofile und Profilkolonnen sowie Lage der Beilklinge.



Abb. 4 Rekonstruierte Vogelschau auf die Siedlung Zug-Riedmatt und ihre Umwelt im Lorzedelta um 3150 v. Chr. Blick Richtung Südwesten mit Rigi (links), Stanserhorn und Berner Alpen.

sedimentiert. Bei einem zufälligen Verlust wäre die Klinge leicht zu bergen gewesen. Im Grabungsausschnitt sind Brandkatastrophen nicht nachgewiesen. Zudem war die Klinge zum Zeitpunkt der Sedimentation nicht in einem Holm geschäftet und nicht beschädigt. Eine Deutung des Fundes als gewöhnlicher Siedlungsabfall ist angesichts des wertvollen Rohmaterials unwahrscheinlich. Aufgrund dieser Befundlage ist eine bewusste Deponierung im seichten Wasser eher denkbar.

Häufig können Feuchtbodensiedlungsreste im Alpenvorland dendrochronologisch jahrgenau datiert werden. Am Zugersee ist die Situation für die dendrochronologische Datierung jedoch oft ungünstig, da Eichen eher selten verbaut wurden. Das Bauholz stammte wohl mehrheitlich aus den nahen Auenwäldern, deren dauerfeuchtes Milieu nur selten extreme Wachstumssignale zeigte. Der Verlauf der Wachstumskurven ist dadurch eher unspezifisch und somit datie-

rungsungünstig, außerdem wurden meist junge und somit kaum datierbare Stockausschläge für den Hausbau verwendet.¹² Deshalb werden die Siedlungsreste von Zug-Riedmatt vorläufig mithilfe von Radiokarbondaten und formenkundlichen Vergleichen mit dendrochronologisch datierten Feuchtbodenfundkomplexen aus der Region datiert. Die typologische Datierung der Funde stützt sich vor allem auf die Zusammensetzung des Zwischenfutterinventars aus Hirschgeweih in der Abfolge der Schichtsequenz¹³ und auf die formalen und stilistischen Eigenheiten des Keramikinventars. Auf dieser Basis kann die mögliche Zeitspanne der Siedlungsschichten von Zug-Riedmatt in die Zeit zwischen ca. 3250 und 3100 v. Chr. festgelegt werden.

Die Radiokarbondatierung wurde anhand von Messungen an 16 Proben¹⁴ aus der Stratigrafie von Zug-Riedmatt durchgeführt (Abb. 5 und 6).¹⁵ Alle Proben haben kohärente Werte

⁴ <http://www.palafittes.org/>

⁵ Taphonomy and formation processes, Projektdatenbank SNF, P3 Projektnummer 149679 (<http://p3.snf.ch/Project-149679>).

⁶ Billerbeck-Braschler 2016. – Billerbeck et al. 2014.

⁷ Ismail-Meyer et al. [in Vorbereitung].

⁸ Steiner 2017.

⁹ Ismail-Meyer et al. [eingereicht].

¹⁰ Steiner 2017, 197–228.

¹¹ Gross/Huber [in Vorbereitung].

¹² Huber/Schaeren 2009, 114.

¹³ Billerbeck-Braschler 2016, Kap. 6.

¹⁴ Hajdas 2017a und 2017b.

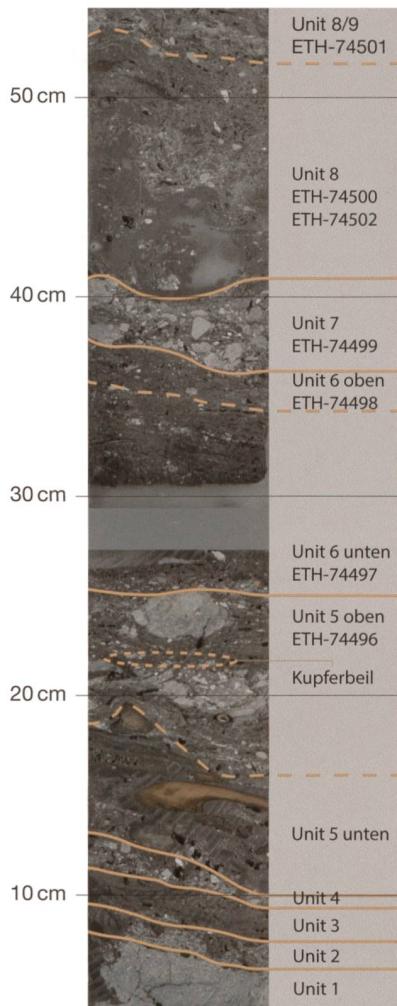


Abb. 5 Anschlüsse der Profilkolonne 84. Lage der ^{14}C -Proben (Probennummer) und stratigrafische Lage der Kupferbeilklinge sowie Bezug zu den zugehörigen Units.

geliefert und dadurch die Datierung der betrachteten Beilklingengruppe mittels Fundkontexten bestätigt. Wie zu erwarten war, macht sich jedoch bei der Kalibrierung der Daten der ungünstige Verlauf der Kalibrationskurve bemerkbar. Drei ausgeprägte parallel verlaufende, kurz aufeinander folgende Schwankungen («wiggles») erschweren eine eindeutige Datierung. Wie im Fall des Beiles der Eismumie vom Tisenjoch¹⁶ gibt es somit für die einzelnen Daten von Zug-Riedmatt immer drei gleichwertige Datierungsmöglichkeiten um 3300, um 3175 oder um 3100 calBC. Dies ist bei den anderen Daten der verglichenen Beilklingen-Fundkomplexe ebenfalls so (vgl. Abb. 6).

Die Rohdaten der verschiedenen datierten Komplexe, die vergleichbare Beilklingen mit schwachen Randleisten enthalten, entsprechen sich dermassen gut, dass sie alle ohne Weiteres gleichzeitig sein könnten. Doch selbst die außerordentlich detaillierte stratigrafisch aufgeschlüsselte Datensequenz von Zug-Riedmatt lässt nicht eindeutig entscheiden, welche der drei Möglichkeiten nun zutrifft. Aufgrund der formenkundlichen Einordnung der Siedlungsreste von Zug-Riedmatt im Vergleich zu dendrodatierten Fundkomplexen präferieren wir die Möglichkeit um 3175 calBC, während die bayessche Schätzung die Variante um 3300 calBC bevorzugt. So oder so liegt die Datierung der Beilklinge aber klar vor

3000 calBC. Dies veranlasst massive Zweifel an gängigen Datierungsansätzen für Beginn und Dauer von bestimmten kulturellen Phänomenen, spezifischen Fundplätzen und Fundkategorien in der Zeit zwischen 3300 und 2500 v. Chr. nördlich und südlich der Alpen.¹⁷

Beschreibung der Kupferbeilklinge von Zug-Riedmatt und Vergleiche

Die Kupferbeilklinge von Zug-Riedmatt (Abb. 1 und 10.2) ist ganz erhalten und – abgesehen von wenigen bei der Auffindung entstandenen Kratzspuren auf der Oberseite – unbeschädigt. Es handelt sich um eine kleine, grazile Kupferbeilklinge mit fast geraden Seiten. In der Aufsicht weist sie gegenüber dem Nacken eine nur schwach verbreiterte Bahn auf, durch Aushämmern wurde der Schneideteil leicht verbreitert. Im Längsschnitt ist sie schwach linsenförmig. Der schmale Nacken weist einen leichten Ausschnitt auf. Auffällig sind die zwar nur schwach, aber regelmäßig und deutlich durch Hämmern aufgestauchten Randleisten.¹⁸ Es ist davon auszugehen, dass die Klinge ohne Schäftung im Sediment eingelagert wurde, da die Holzerhaltung in den entsprechenden Schichten optimal war und die Klinge auch nach der künstlichen Seespiegelabsenkung von 1591/92 unterhalb des Wasserpegels lag. Ein zugehöriger Holm wäre unter diesen Bedingungen also erhalten geblieben. Ob die Klinge jemals geschäftet war, lässt sich nicht sagen, da die ursprüngliche Oberfläche mit möglichen Schliffspuren, Politur oder Schäftungsresten vollständig korrodiert ist. Aufgrund der vorhandenen Bearbeitungsmerkmale ist klar, dass die Klinge gebrauchsfertig war, als sie einsedimentiert wurde.

Die Korrosion der gesamten ehemaligen Oberfläche ist durch Kupferfrass verursacht. Dieser entsteht unter anaeroben Bedingungen bei pH-Werten unter 6 sowie geringen Karbonatwerten. Die Klinge wurde also im anaeroben, wasserbedeckten Milieu eingelagert und dort durch Kupferfrass korrodiert. Im weiteren Verlauf der Sedimentation wurden die Verhältnisse am Fundort zunehmend aerober. Die durch Kupferfrass korrodierte Klinge wurde sekundär auf der Oberseite oxidiert, was sich in einer dunkelbraunen sogenannten Pfahlbaupatina zeigt. An den Stellen, an welchen Lehm direkt anhaftete, fehlt diese Patina, und die korrodierte, kupferrote Oberfläche blieb bis heute sichtbar.

¹⁵ Tisenjoch: Rom et al. 1999, 186. – Remedello: De Marinis/Pedrotti, 1997, 288. – Ponte San Pietro-Chiusa Ermini bei Ischia di Castro, Felskammergrab I: Negroni Catacchio et al. 2014, 98.

¹⁶ Rom et al. 1999.

¹⁷ Dies betrifft unter anderem die Datierung von Grab 62 von Remedello Sotto und die chronologischen Schwerpunkte dieser Nekropole ganz allgemein (De Marinis/Pedrotti 1997; De Marinis 1997), die Datierung von Remedello-Dolchklingen aus Kupfer und diejenige ihrer Darstellung auf anthropomorphen Stelen. Dies hat Konsequenzen für die konventionelle Datierung von kulturellen Phänomenen der Kupferzeit südlich der Alpen, wie «Remedello» und «Rinaldone». Diese Konsequenzen müssen allerdings an anderer Stelle ausführlich diskutiert werden.

¹⁸ Zusammenfassend zu dieser Beilform Klinscha 2010.

Labor-Nr.	Fundort	Probe-Nr.	Material	Unit	^{14}C -Alter	$\pm 1\sigma$	calBC 1σ (Oxcal 4.3.2)
ETH-78824	Zug-Riedmatt	ZGRI 101.24	Moss, Fir needles	Unit 14	4485	35	3332–3262; 3254–3214; 3186–3156; 3127–3098
ETH-78823	Zug-Riedmatt	ZGRI 101.23	Hazel nut	Unit 13	4482	27	3329–3262; 3254–3216; 3181–3158; 3124–3098
ETH-78822	Zug-Riedmatt	ZGRI 101.22	Hazel nut	Unit 11/12	4439	26	3307–3304; 3264–3240; 3104–3021
ETH-78821	Zug-Riedmatt	ZGRI 101.20-21	Hazel nut	Unit 10	4450	26	3316–3293; 3288–3274; 3266–3237; 3110–3081; 3069–3026
ETH-78820	Zug-Riedmatt	ZGRI 101.14-16	Hazel nut	Unit 9	4498	26	3334–3264; 3240–3212; 3190–3153; 3136–3105
ETH-74501	Zug-Riedmatt	1680-ZGRI 84.54-56	Hazelnut shell	Unit 8/9	4467	24	3326–3231; 3224–3220; 3174–3160; 3119–3092
ETH-74502	Zug-Riedmatt	1680-ZGRI 84.43-54.2	Axeshaft, quercus, core	Unit 8	4429	24	3262–3254; 3098–3020
ETH-74500	Zug-Riedmatt	1680-ZGRI 84.43-54.1	Hazelnut shell	Unit 8	4488	24	3330–3264; 3246–3215; 3184–3157; 3125–3101
ETH-74499	Zug-Riedmatt	1680-ZGRI 84.38-43	Prunus spinosa stone	Unit 7	4473	23	3326–3231; 3224–3220; 3174–3161; 3118–3095
ETH-74498	Zug-Riedmatt	1680-ZGRI 84.35-38	Hazelnut shell	Unit 6	4470	23	3326–3231; 3224–3220; 3174–3160; 3118–3093
ETH-74497	Zug-Riedmatt	1680-ZGRI 84.25-35	Hazelnut shell	Unit 6	4475	23	3326–3230; 3224–3220; 3174–3161; 3118–3096
ETH-74496	Zug-Riedmatt	1680-ZGRI 84.20-25	Hazelnut shell	Unit 5	4513	23	3344–3322; 3272–3269; 3234–3171; 3163–3116
ETH-78819	Zug-Riedmatt	ZGRI 96.8	Apple pericarp	Unit 4	4477	26	3327–3218; 3176–3160; 3120–3096
ETH-78818	Zug-Riedmatt	ZGRI 96.7	Hazel nut	Unit 3	4583	26	3486–3473; 3372–3341
ETH-78817	Zug-Riedmatt	ZGRI 96.3	Moss, Fir needles	Unit 2	4546	27	3361–3331; 3214–3186; 3156–3126
ETH-78816	Zug-Riedmatt	ZGRI 96.2	Moss	Unit 1	4515	35	3346–3320; 3272–3266; 3236–3170; 3164–3114
GifA-93041	Tisenjoch	B-91/36	Axeshaft, Taxus baccata	Axe	4500	70	3344–3262; 3250–3099
GifA-94370	Tisenjoch	B-91/36	Axeshaft, Taxus baccata	Axe	4450	70	3331–3214; 3186–3156; 3128–3018
GifA-93040	Tisenjoch	B-91/36	Axeshaft, Taxus baccata	Axe	4440	60	3328–3218; 3178–3159; 3122–3011; 2948–2944
ETH-12182	Remedello Sotto		Human bone	Grave 106	4485	60	3338–3208; 3194–3148; 3142–3094
ETH-12189	Remedello Sotto		Human bone	Grave 34	4400	70	3264–3240; 3104–2911
LTL-12526	Ischia di Castro, Ponte San Pietro- Chiusa Ermini	6442	Human bone, Tibia destra	Grave I, Ind. 1	4550	45	3366–3322; 3234–3171; 3162–3116
LTL-12527	Ischia di Castro, Ponte San Pietro- Chiusa Ermini	6445	Human bone, Tibia sinistra	Grave I, Ind. 4	4424	45	3264–3241; 3104–3001; 2992–2928

Abb. 6 Datengrundlagen und kalibrierte Werte der ^{14}C -Datenserie von Zug-Riedmatt und des Beils vom Tisenjoch («Ötzi») (Provinz Bozen/Bolzano, Italien) sowie vergleichbare Daten aus dem Gräberfeld von Remedello (Provinz Brescia, Italien) und dem Felskammergrab I von Ponte San Pietro-Chiusa Ermini bei Ischia di Castro (Provinz Viterbo, Italien).

Der Kupferfrass hat die Oberfläche der Klinge so tief zerstört, dass die Spuren der Herstellungsprozesse ähnlich wie bei einer Damaszierung in Form von lagen- und rissartigen Strukturen sichtbar wurden. Diese Spuren machen deutlich, dass beim Kalthämmern offensichtlich Gussfehler des Gussstücks ausgeglichen worden waren. Der leichte Nackenausschnitt der Beilklinge ist möglicherweise ein Zeuge dieses Korrekturprozesses. Die Herstellungsspuren und die Schlagspuren im Bereich der Randleisten zeigen eindeutig, dass diese aus einem Gussstück in Flachbeilform kalt herausgehämmert worden sind. Die Randleisten waren also im ursprünglichen Werkstück und in einer allfälligen Gussform nicht vorhanden.¹⁹ Sie können daher durchaus als herstellungstechnisches Relikt des seitlichen Kalthämmerns gesehen werden. Wahrscheinlich wurde aber die stabilisierende Wirkung gegen seitliches Ausscheren der Klinge aus der

¹⁹ Sperl 1992.–Egg/Goedecker-Ciolek 2009, 120–123.

²⁰ Freundliche Mitteilung Markus Binggeli. Wir danken Markus Binggeli und Johannes Weiss schon jetzt wertvolle Hinweise zur Herstellung der Klinge, des Holmes und zur Schäftungsweise. Die Publikation der Resultate ihrer experimentalarchäologischen Erfahrung ist vorgesehen.

²¹ Gross/Schibler 1995, 166–167.

²² De Marinis/Pedrotti 1997, 271–272. – De Marinis 2013, 329, Fig. 25, Mitte. – Schilz 1995, 47–49.

²³ Sperl 1992. – Egg/Goedecker-Ciolek 2009, 120–123.

Klemmgabel der Schäftung geschätzt. Auch die leicht seitlich ausgreifende Schneide wurde durch Kalthämmern erzielt.²⁰ Auskunft über die Schäftungsweise solcher Kupferklingen gibt bisher einzige die mit Schäftung erhaltene Kupferbeilklinge aus dem Fundkontext der Eismumie vom Tisenjoch (Abb. 7). Diese wurde in die Gabel eines Knieholms eingeschlagen und die Verbindung durch die Wicklung mit einem Tierhautstreifen stabilisiert. Üblicherweise wurde diese Form von Knieholmen aus Stammsegmenten mit möglichst rechtwinkligen Astabgängen von Eichen hergestellt. Der Astteil wurde dabei gegabelt und diente zum Einklemmen der Klinge. Der Durchmesser des Astteils entspricht der Breite der Klinge. Im Falle der Beilklinge vom Tisenjoch wurde Eibe verwendet, in anderen Fällen selten auch Buche. Solche Knieholme und ihre Halbfabrikate aus Eiche wurden auf der Grabung Zug-Riedmatt in grösserer Anzahl gefunden (Abb. 8 und 9). Diese Holmform kann in gleicher Weise auch zur Schäftung von grösseren Rechteckklingen aus Felsgestein, Knochen oder Geweih benutzt werden.²¹

Die Beilklinge von Zug-Riedmatt ist formal fast deckungsgleich mit der Beilklinge aus Grab 62 von Remedello Sotto in der Provinz Brescia (Italien) (Abb. 10.3).²² Die gleiche Tendenz zu geringer Masse und Grazilität findet sich auch bei allen weiteren Beilklingen der Nekropole von Remedello Sotto, beim Beil der Eismumie vom Tisenjoch (Abb. 10.1),²³



Abb. 7 Rekonstruktion des Kupferbeils der Eismumie vom Tisenjoch («Ötzi») mit Schäftung. Länge 61 cm.

den Beilklingen von Ischia di Castro-Ponte San Pietro (Provinz Viterbo)²⁴ sowie weiteren Beilklingen nördlich (Zürich-Kleiner Hafner [Abb. 10.4], Portalban, Vinelz)²⁵ und südlich (Lagolo, Bellinzona-Castelgrande)²⁶ der Alpen. Formal sehr ähnliche Klingen wurden also sowohl in Ufersiedlungen nördlich der Alpen als auch auf dem Alpenhauptkamm (Tisenjoch), in den südalpinen Tälern, im Bereich der Poebene und in den Colline Metallifere (Toskana) gefunden. Das Streumuster dieser Beilklingenform auf der Verbreitungskarte (s. Abb. 13) lässt sich am ehesten durch eine Herkunft aus den Colline Metallifere erklären.

Metallanalysen

Die Kupferbeilklinge von Zug-Riedmatt ist aus zwei Gründen bemerkenswert.²⁷ Zum einen stammt sie aus einer Siedlung, die in das letzte Viertel des 4. Jahrtausends v. Chr. gehört, eine Zeit, für die im Mittelland bisher datierte Kupferobjekte bekannt sind.²⁸ Zum anderen handelt es sich dabei um eine Beilklinge mit aufgehämmerten Randleisten, eine Besonderheit, die in der Jungsteinzeit nur selten belegt

ist. Es stellt sich deshalb die Frage, ob die Beilklinge von Zug-Riedmatt als Produkt einer lokalen, noch schlecht fassbaren Metallurgie oder als Import aus einem anderen kulturellen Kontext zu verstehen ist. Aus diesem Grund ist es wichtig, das Material der Beilklinge besser zu charakterisieren und nach Möglichkeit dessen Herkunft zu bestimmen. Eine chemische Analyse der Beilklinge von Zug-Riedmatt wurde von Dr. Markus Wölle an der ETH Zürich, Department Erdwissenschaften, mit LA-ICP-MS durchgeführt.²⁹ Die Analyse zeigt, dass die Klinge aus relativ reinem Kupfer mit einem leicht erhöhten Arsen- (0,5 %) und Silberanteil (0,081 %) gefertigt wurde (Abb. 11). Von allen anderen Metallen ist einzig noch Bismut (0,021 %) in nennenswerter Konzentration messbar. Eine Metallanalyse gibt nicht nur Auskunft über die Zusammensetzung des Objektes, sie gibt auch Hinweise auf verwendete Erze und Verhüttungstechniken. Sie kann also für eine bestimmte Zeitphase und eine bestimmte Region charakteristisch sein.

Für die Region zwischen Schweizer Mittelland und Mittelitalien (Toskana) lässt sich eine Serie von Analysen von Randleistenbeilklingen zusammentragen und mit den ermit-

²⁴ Chiusa d'Ermini, Grab 1: Negroni Catacchio et al. 2014, 95, Fig. 8.4; Aspasia 2012, 36, Fig. 3. – Pianizza: Rittatore 1951, 5.

²⁵ Zürich-Kleiner Hafner: Suter 1987, 143, Taf. 91.2; Fasnacht 1995, Abb. 106.10; Cevey et al. 2006, Taf. 5, A-52701. – Portalban: Abels 1972, 85, Taf. 44, 613. – Vinelz: Fasnacht 1995, Abb. 107.2.

²⁶ Lagolo: Pedrotti 1995, 65–66, Abb. 26. – Bellinzona-Castelgrande: De Marinis 2013, 331, Fig. 27.1.

²⁷ In Bezug auf die chemischen Analysen danken wir Marie Wörle und Samuel van Willigen herzlich für die gute Zusammenarbeit.

²⁸ Datierte Kupferfunde und Gusstiegel 3500–3000 calBC: Kupferahlen aus Arbon-Bleiche 3 (Leuzinger 2002; Leuzinger 1997, 52, Abb. 3.6–8); Kupferahlen aus Feldmeilen-Vorderfeld Schicht III (Cevey et al. 2006, Taf. 5, A-55794; A-55795); Gusstiegel, Zürich-Mozartstrasse, Schicht 3, und Zürich-Kansan Seefeld, Horgener Schichten (Fasnacht 1989, fig. 1 und 2).

²⁹ Die Analysenmethode ist minimalinvasiv (Laserablation). Am zu untersuchenden Objekt werden mithilfe eines Laserstrahls winzigste, mit dem bloßen Auge nicht erkennbare Probenmengen – wenige Nanogramm – verdampft und gemessen.

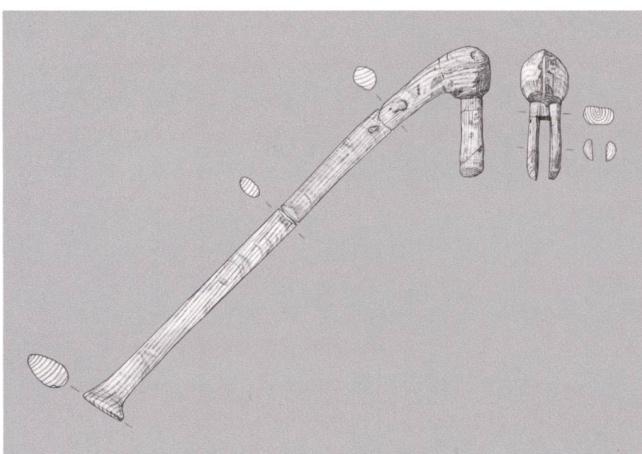


Abb. 8 Knieholm aus der Ausgrabung Zug-Riedmatt. Länge 60 cm.



Abb. 9 Rekonstruktion des Kupferbeils von Zug-Riedmatt mit Schäftung. Länge 66 cm.

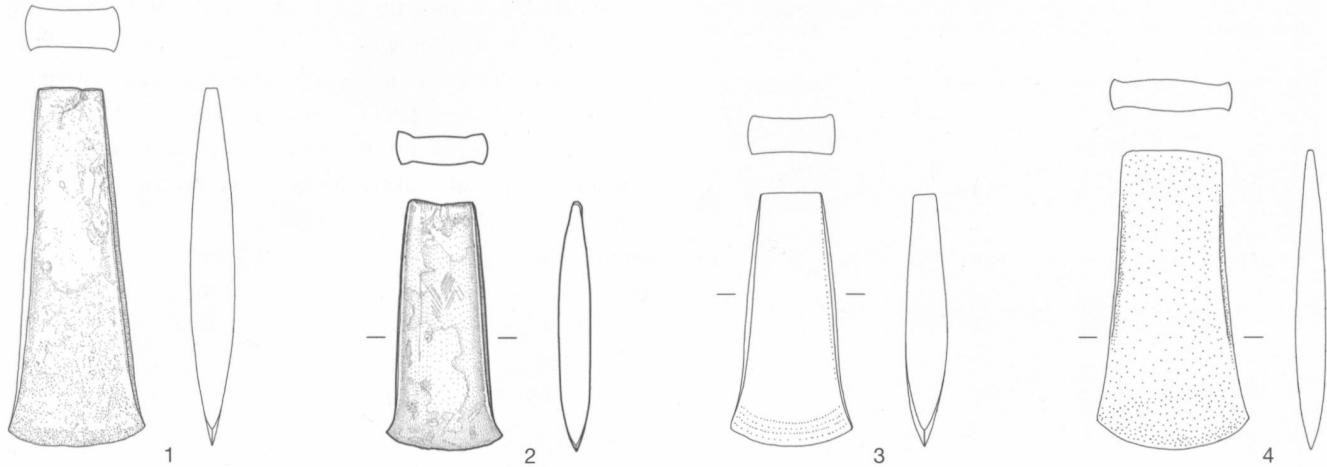


Abb. 10 Auswahl von Kupferbeilklingen mit aufgeschmiedeten Randleisten nördlich und südlich der Alpen. 1 Tisenjoch. 2 Zug-Riedmatt. 3 Remedello Sotto, Grab 62. 4 Zürich-Kleiner Hafner. Massstab 1:2.

telten Werten von Zug-Riedmatt vergleichen. Eine Gruppe von Randleistenbeilen (Beilklinge vom Tisenjoch, die Beilklingen vom Gräberfeld von Remedello und je eine Beilklinge aus Bologna und Arezzo) weist – wie die Beilklinge von Zug-Riedmatt – erhöhte Arsen- und Silberkonzentrationen auf (Abb. 11, grün). Die zum Teil frappierenden Ähnlichkeiten der Werte in dieser Gruppe, beispielsweise zwischen den auch formal sehr ähnlichen Beilklingen von Zug-Riedmatt, Tisenjoch und Remedello, Grab 62, lassen an grosse Nähe bezüglich Herkunft, Verarbeitung und Datierung in dieser Gruppe denken. Die Heterogenität der Werte bei Einbezug weiterer Beilklingen mit schwachen Randleisten zeigt aber auch, dass in dieser Gruppe durchaus auch mit unterschiedlichen Herkunftsgebieten, Werkstatttraditionen und Datierungen zu rechnen ist (Abb. 11, grau). So haben einige Beile deutlich höhere Antimonwerte als die erwähnte Gruppe. Die restlichen Exemplare sind entweder mehr oder weniger arsenfrei oder weisen andere charakteristische Spurenelementkonzentrationen auf, die sie von der bisher erwähnten Gruppierung unterscheiden.

Alle bisher angeführten Argumente weisen also auf eine Herkunft der Beilklinge von Zug-Riedmatt aus Italien hin – und es stellt sich die Frage, weshalb die Klinge ursprünglich überhaupt mit Kupfer der jungneolithischen Flachbeile verglichen wurde.³⁰ Für diese Objekte wurden entweder sehr reine Kupfersorten³¹ oder reines Kupfer mit erhöhten Arsenkonzentrationen verwendet.³² Dieses sogenannte Arsenkupfer wurde von der Forschung unter dem Begriff «Mondseekupfer» zusammengefasst³³ und gilt als charakteristisch für die

jungneolithische Metallurgie zwischen 3900 und 3500 v. Chr. Im unteren Teil von Abb. 11 (gelb) sind einige in jüngerer Zeit analysierte Exemplare von Flachbeilklingen des Zürichseegebiets aufgelistet. Es gibt in dieser Zusammenstellung auffällend ähnliche Zusammensetzungen wie bei der oben erwähnten «italienischen» Gruppe, beispielsweise bei den Beilklingen von Zürich-Rathaus und Wetzikon-Robenhausen mit ähnlich leicht erhöhten Silber- und Bismutkonzentrationen. Die oben skizzierte Argumentationsrichtung steht folglich im deutlichen Widerspruch zu einer Zuweisung in den Traditionszusammenhang des formengeschichtlich östlich orientierten «Mondseekupfers» und lässt Zweifel an der Homogenität einer solchen Gruppierung auftreten.

Um diese Unsicherheit aus dem Weg zu räumen, bot sich eine Isotopenanalyse der Beilklinge von Zug-Riedmatt an. Mithilfe der Isotopenanalyse kann man die Herkunft eines Metallobjekts bestimmen.³⁴ Grund dafür ist der Zerfall des radioaktiven Urans in allen Gesteinen der Erdkruste, das über lange Zeiträume zu einem Zuwachs der Bleiisotope ^{206}Pb und ^{207}Pb geführt hat.³⁵ Nicht alle Gesteine sind aber gleich alt; auch enthielten sie ursprünglich nicht alle die gleiche Uranmenge. Die Erdkruste besteht demzufolge aus Gesteinen, die regionale Unterschiede bezüglich ihrer Anreicherung an ^{206}Pb und ^{207}Pb aufweisen. Wenn sich in einer Region dann Lagerstätten bilden, werden einige Elemente nach geochemischen Gesetzmäßigkeiten umverteilt. Schwefel reagiert mit etwa einem Dutzend Metallen (Zink, Kupfer usw.) und bildet Sulfide, deren Löslichkeit in bestimmten Grundwässern zuerst steigt und dann plötzlich sinkt. Dies führt zur konzentrierten Ablagerung von Metallsulfiden. Blei (Pb) wird zusammen mit Kupfer (Cu) gelöst und dann als Sulfid ausgefällt. Dagegen bleibt Uran aus geochemischen Gründen immer aus den Sulfiden ausgeschlossen. Deswegen verändert sich die Isotopenzusammensetzung des in Sulfiden enthaltenen Bleis nicht mehr. Weder ^{206}Pb noch ^{207}Pb können – mangels Uran – angereichert werden. Ein weiteres Bleiisotop, ^{204}Pb , entsteht nicht aus radioaktivem Zerfall und ist seit Anfang des

³⁰ Gross/Schaeren 2013.

³¹ Beide Beilklingen von Zürich-Wollishofen (Cevey et al. 2006, Taf. 1, A-1233; A-1234; Tab. 1).

³² Vgl. dazu die Werte der Beilklingen von Zürich-Bauschanze, Zürich-Rathaus, Dietikon oder Wetzikon-Robenhausen (Cevey et al. 2006, Taf. 1, A-1003.11, A-2243, A-2273, A-469.1).

³³ Matuschik 1998, 243–244.

³⁴ Villa 2016.

³⁵ Faure 1977, 199–202.

Fundort	Fe	Co	Ni	Zn	As	Se	Ag	Sn	Sb	Te	Au	Pb	Bi
CH-Zug-Riedmatt ZG	<0.02	<0.0002	0.0079	<0.0015	0.5	<0.015	0.081	<0.0025	0.0014	<0.004	<0.0001	0.0016	0.021
I-Tisenjoch (Bozen/Bolzano)	0.0204	<0.0001	0.0202	0.00298	0.436	0.0066	0.0956	0.000545	0.00186	0.00068	0.000508	0.0023	0.0177
I-Remedello Sotto (Brescia), Grab 62			0.01		0.62		0.08	Sp.					0.02
I-Remedello Sotto (Brescia), Grab 102			Sp.		0.4		0.13						Sp.
I-Remedello Sotto (Brescia), Grab 4			0.07		0.8		0.05					Sp.	Sp.
I-Remedello Sotto (Brescia), Grab 78			Sp.		Sp.		0.1					Sp.	Sp.
I-Bologna, Borgo Panigale (Bologna)			0.1		0.3		0.03		Sp.			Sp.	
I-Prov. Arezzo	0.08	0	0.001	0	0.17		0.06	0	0		0	0	0.01
CH-Zürich-Kleiner Hafner ZH, A-52701	0.01193	0.00008	0.02226	0.00078	0.00000	0.00368	0.00498	0.00030	0.00009		0.00006	0.00004	0.00001
CH-Vinelz BE	0	0	0.17	0	0		0.01	0	0		0	0	0.001
CH-Portalban FR	0	0	0.5	0	0		0.04	0	0		0	0	0
CH-St-Prex VD	0.37	0	0.005	0.29	0.039		0	0	0.18		0.005	0.098	0.012
CH-Fully VS	0	0	0.058	0.5	0.53		0.046	0	0.42		0.008	0.041	0.005
CH-Genève-Station gaz GE	0.38	0.033	0.001	0	0		2.2	0	1.5		0.005	0.008	0.014
CH-Genève-Pierres du Niton GE	0	0.016	0.001	0.96	0.76		0.05	0	0.87		0.018	0	0
I-Prov. Brescia	0	0	0.56	0	0		0.01	0	0		0	0	0
I-Bologna-Borgo Panigale (Bologna)	0.08	0	0.07	0	0.08		0.02	0	0.02		0	0	0.012
I-Prov. Firenze	0.09	0	0.001	0	0.01		0.06	0	0.25		0	0	0.001
I-Montespertoli (Firenze), Depot	0	0	0.001	0	0		0.06	0	0		0	0	0.001
I-Fucecchio (Firenze)	0	0	0.04	0	0		0.19	0	0		0	0	0.001
I-Prov. Firenze oder Pistoia	0.06	0	0.001	0	0.005		0	0	0.007		0	0	0
I-Prov. Firenze oder Pistoia	0.03	0	0.01	0	1.7		0.06	0.3	0		0	0	0.005
I-Prov. Firenze oder Pistoia	0.05	0	0.001	0	0.03		0.52	0	0.85		0	0	0
I-Prov. Siena	0	0	0.001	0	0		0.12	0	0.07		0	0	0
I-Sarteano (Siena), Grab	0.08	0	0.04	0	0.06		0.02	0	0.19		0	0	0
I-Castelluccio la Foce (Siena)	0.23	0	0.001	0	0.07		0.06	0	0.04		0	0	0.01
I-Pienza Ospedaletto (Siena)	0	0	0.001	0	0.34		0.02	0	0.39		0	0	0
I-Guardistallo-Acqua Prateri (Pisa), Grab	0	0	0.001	0	0.05		0.02	0.01	0.03		0	0.15	0.01
I-Pomarance (Pisa)	0	0	0.001	0	0.28		0.23	0	0.22		0	0	0
I-Grosseto (Grosseto)	0	0	0.04	0	1.7		0.44	0	2.7		0	0	0.4
I-Ischia di Castro-Ponte San Pietro (Viterbo), Grab 15	0	0	0.01	0	0.28		0.17	0	0.51		0	0.01	0
I-Ischia di Castro-Ponte San Pietro (Viterbo), Grab 14	0	0	0.001	0	0.11		0.22	0	0.35		0	0	0
CH-Wetzikon-Robenhausen ZH, A-469.1	0.02583	0.00017	0.01798	0.00270	0.20320	0.01401	0.09284	0.00047	0.00263	0.00166	0.00028	0.04350	0.01634
CH-Zürich-Wollishofen, Haumesser ZH, A-1233	0.00613	0.00004	0.03232	0.00134	0.00029	0.01099	0.00802	0.00156	0.00048	0.00141	0.00006	0.00333	0.00038
CH-Zürich-Wollishofen, Haumesser ZH, A-1234	0.00000	0.00010	0.02604	0.00369	0.00000	0.00547	0.02107	0.00013	0.00020	0.00000	0.00029	0.00049	0.00003
CH-Zürich-Bauschanze ZH, A-1003.11	0.01770	0.00002	0.01660	0.00664	0.53200	0.00163	0.03174	0.00134	0.01690	0.00127	0.00063	0.01393	0.00168
CH-Zürich-Rathaus ZH, A-2243	0.00096	0.00007	0.00161	0.00025	0.33737	n.b.	0.07137	0.00000	0.12040	n.b.	0.00027	0.00254	0.01953
CH-Dietikon ZH, A-2273	0.00309	0.00006	0.00433	0.00059	0.27239	n.b.	0.02895	0.00003	0.02201	n.b.	0.00030	0.00137	0.00132

Abb. 11 Spurenelementenanalyse der Beilklinge von Zug-Riedmatt sowie von Randleistenbeilen aus dem späten 4. bzw. frühen 3. Jahrtausend v. Chr. Ergebnisse in Gewichtsprozenten. Zu den Farben s. S. 85.

Sonnensystems konstant geblieben. Erzminerale haben also die $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - und $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Isotopenverhältnisse so «eingefroren», wie sie in der Zeit der Entstehung der Vererzung waren. Je nach Alter der Lagerstätte unterscheidet sich die Bleiisotopenzusammensetzung von anderen Lagerstätten mit einer anderen Entstehungszeit. So ergibt sich ein sogenannter «fingerprint» (Fingerabdruck), anhand dessen die Herkunftsgegend bestimmt werden kann.³⁶

Im gesamten Mittelmeerraum, in welchem frühe Innovationszentren der europäisch-vorderasiatischen Metallurgie liegen, beträgt die Variationsbreite der Bleiisotopenzusam-

mensetzungen etwa 5 %. Das mag nach wenig klingen, aber es ist etwa 1000 Mal mehr als die Abweichungen, welche bei der Isotopenmessung festgestellt werden können. Man kann also bereits sehr feine Unterschiede erkennen.

Die Gebiete, in denen im 3./4. Jahrtausend v. Chr. Erze gewonnen und zu Metall verarbeitet wurden, sind bekannt. Im Diagramm Abb. 12 gibt die x-Achse (horizontal) das $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Isotopenverhältnis und die y-Achse (vertikal) das $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Verhältnis wieder. Die verschiedenfarbigen ellip-

³⁶ Artioli et al. 2016.

senförmigen Felder zeigen die «fingerprints» von Sardinien (SaO, SaP), der iberischen Südostküste (Ctg), des Alpensüdhangs (Vsu, Atv, Crn), der Nord- und Südtoskana (Apu, Etr) und der Ägäis (Cyc).³⁷ Die Bleiisotopendaten des Beils von Zug-Riedmatt³⁸ sind durch einen roten Stern markiert. Sie stimmen perfekt mit den entsprechenden Daten aus der Südtoskana (Campiglia Marittima, Colline Metallifere) überein. Im Prinzip kämen auch Erze aus Andalusien (Almería, Cabo de Gata, Carthago Nova) in Frage. Dagegen sprechen aber verschiedene Argumente: Zum einen wurden südostiberische Erze – soweit bekannt – nicht zum Kupfergewinn verhüttet, weiter sind ihre Bleiisotopendaten nicht exakt gleich wie diejenigen der toskanischen Erze, und zudem wäre der Transportweg um einiges länger gewesen als derjenige für toskanische Metalle. Zwar ist Kupferbergbau in den Colline Metallifere erst ab der mittleren Bronzezeit gut dokumentiert, in Analogie zu neuen, eindeutigen Daten aus der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr. für Kupferminen an der ligurischen Küste³⁹ ist bei entsprechender Prospektionstätigkeit aber auch in den Colline Metallifere ein Nachweis von Kupferbergbautätigkeit ab dieser Zeit zu erwarten.⁴⁰ Die kupferzeitlichen Hinterlassenschaften in dieser Region und die mit den Daten von Zug-Riedmatt übereinstimmenden Radiokarbondatierungen eines Grabes mit einer Beilklinge mit schwachen Randleisten aus Ischia di Castro⁴¹ – in unmittelbarer Nähe einer historisch genutzten Kupfermine – weisen ebenso darauf hin wie der Kartierungsschwerpunkt der Beilklingen mit schwachen Randleisten in der Toskana (Abb. 13).

Konsequenzen

Die Beilklinge von Zug-Riedmatt gehört zu den frühen Randleistenbeilen, wie sie vereinzelt im schweizerischen Mittelland und häufiger in Nord- und Mittelitalien anzutreffen sind. Ihre besten formalen Entsprechungen sind die Beilklingen vom Tisenjoch und diejenige aus dem Grab 62 von Remedello Sotto. Auch die chemische Zusammensetzung des verwendeten Metalls stimmt bei diesen drei Objekten sehr gut überein. Es ist deshalb anzunehmen, dass sie bezüglich Datierung, Herkunft und metallurgischer Werkstatttradition in einen sehr eng vergleichbaren Kontext der tyrrhenisch-ligurischen Kupfermetallurgie der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr. gehören.⁴² Zumindest für die Beilklingen vom Tisenjoch⁴³ und Zug-Riedmatt legen die Isotopenanalysen eine Herkunft des Kupfererzes aus der Toskana nahe.⁴⁴ Die Beilklinge von Zug-Riedmatt ist demnach mit grosser Wahrscheinlichkeit ein Import aus der südlichen Toskana.

³⁷ Die Fundstellen in Zypern sind in der Darstellung nicht enthalten, weil die dortigen Erze ein niedrigeres $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Verhältnis haben, als im Diagramm dargestellt werden kann, während die Fahlerzvorkommen im Inntal (Afh) ein höheres $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -Verhältnis als hier dargestellt haben.

³⁸ $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 18.7642 \pm 14$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.6986 \pm 12$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 39.0125 \pm 45$, Unsicherheiten 2σ auf den letzten Stellen. Analysen: Igor Maria Villa, Institut für Geologie, Universität Bern.

³⁹ Maggi/Pearce 2005.

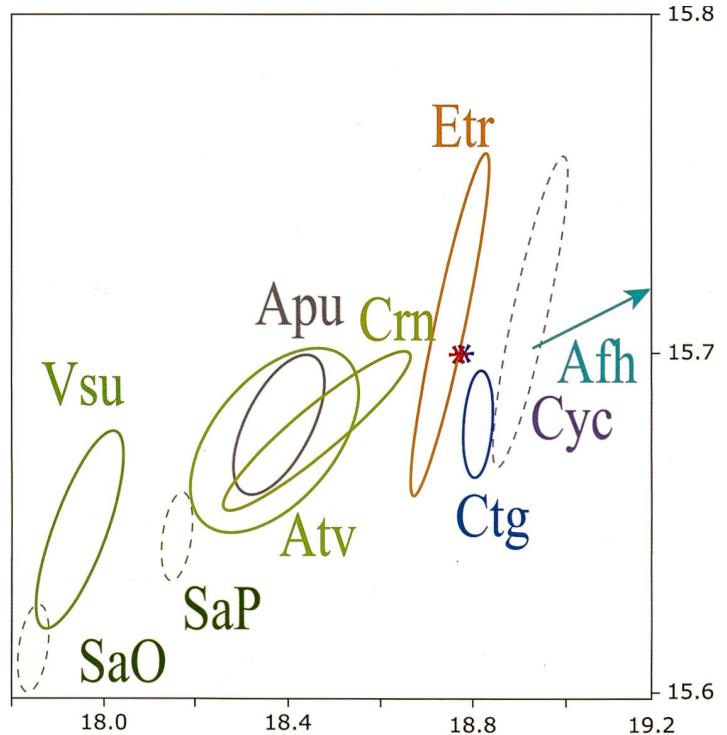


Abb. 12 Isotopenverhältnisse der Erzvorkommen in Sardinien (SaO, SaP), an der iberischen Südostküste (Ctg), am Alpensüdhang (Vsu, Atv, Crn), in der Nord- und Südtoskana (Apu, Etr) und in der Ägäis (Cyc), mit den Werten der Kupferbeilklingen von Zug-Riedmatt (roter Stern) und vom Tisenjoch (blauer Stern).

Dieses Ergebnis wirft ein ganz neues Licht auf die jungsteinzeitliche Metallurgie im Schweizer Mittelland und deren Entwicklung im Laufe des 4. Jahrtausends v. Chr. Die Produktion von Kupferobjekten setzt in der Region zwischen Bodensee und Zürichsee um ca. 3800 v. Chr. ein und setzt sich bis etwa 3500 v. Chr. fort. Für die Folgezeit sind bisher nördlich der Alpen nur wenige Kupfer- und Gusstiegelfunde bekannt geworden. Die Forschung ging deshalb davon aus, dass nach 3500 v. Chr. die leicht verfügbaren und gut verarbeitbaren reinen Kupfervorkommen versiegten seien. Die nordalpinen neolithischen Kulturscheinungen würden sich bis ca. 2600 v. Chr. durch Metallarmut oder gar «Kupferfeindlichkeit» auszeichnen, und die wenigen erhaltenen Objekte seien in der alten Tradition vielleicht mit recyceltem Altmetall hergestellt worden.⁴⁵

Die Kupferbeilklinge von Zug-Riedmatt mit ihren südalpinen Verbindungen zeigt nun aber eindrücklich, dass die Kupfersversorgung am Ende des 4. Jahrtausends v. Chr. im Schweizer Mittelland nicht als bescheidener Ausläufer der

⁴⁰ Mittlerweile wurde ein erster Nachweis erbracht (San Carlo, Livorno), s. Artioli et al. 2017, 14.

⁴¹ Negroni Catacchio et al. 2014, 98.

⁴² Dolfini 2015. – Dolfini/Giardino 2015.

⁴³ Südtiroler Archäologiemuseum 2016.

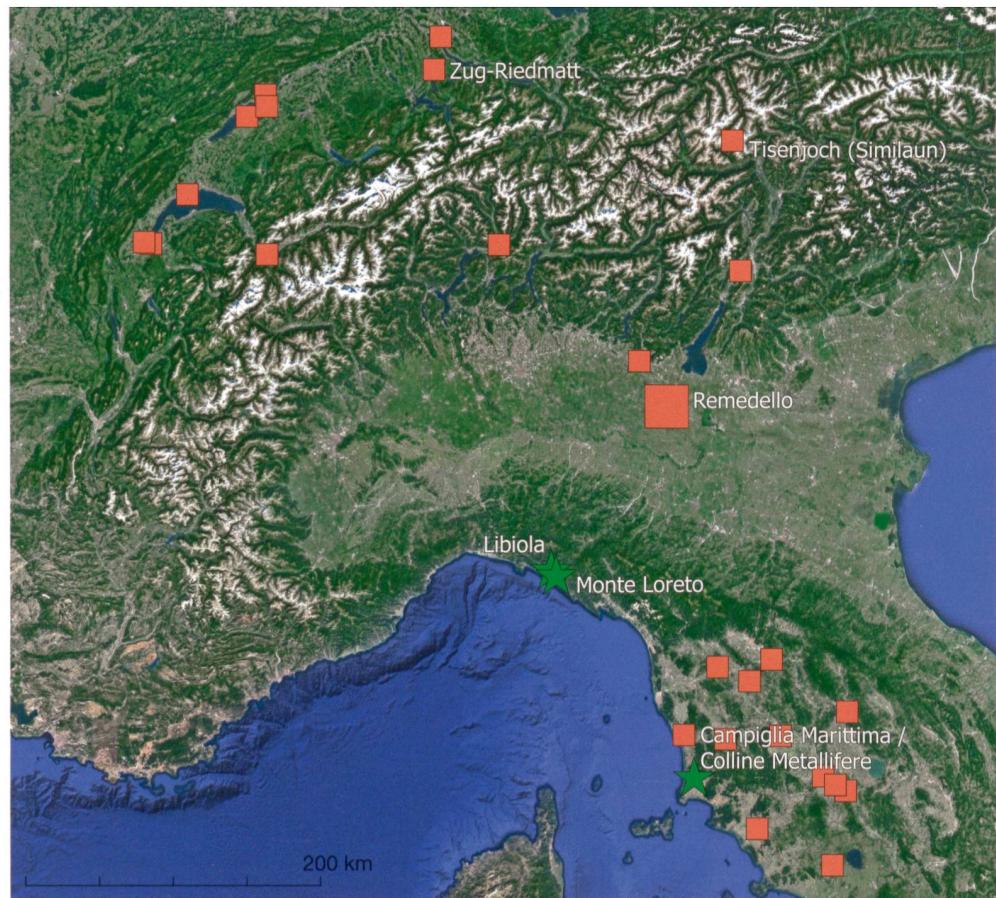
⁴⁴ An den Beilklingen aus Remedello Sotto und den übrigen Beilklingen mit schwachen Randleisten aus Italien und der Schweiz sind bisher keine Isotopenanalysen durchgeführt worden.

⁴⁵ Schickler 1968. – Strahm 1994, 33. – Gross/Schaeren 2013.

Abb. 13

Verbreitungskarte der Kupferminen und der Fundorte von Beilklingen mit aufgeschmiedeten Randleisten. Von den beiden Minen an der ligurischen Küste liegen ^{14}C -Daten aus der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr. vor. Die dortigen Erze weisen aber andere Bleiisotopenverhältnisse als das Beil von Zug-Riedmatt auf. Die Kupfermine von Campiglia Marittima steht stellvertretend für die vielen Kupfervorkommen der toskanischen Colline Metallifere, wo der Verbreitungsschwerpunkt dieser Klingenform liegt. Die Bleiisotopenverhältnisse dieser Vorkommen entsprechen denjenigen des Beils von Zug-Riedmatt.

- Fundort einer Beilklinge mit aufgeschmiedeten Randleisten
- Fundort mehrerer Beilklingen mit aufgeschmiedeten Randleisten
- ★ Kupfermine



nordalpinen jungneolithischen Metallurgie zu sehen ist. Vielmehr wird sie in der zweiten Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr. schwergewichtig von den metallurgischen Innovationszentren in den tyrrhenisch-ligurischen Küstengebieten befeuert.⁴⁶ Die Beilklinge von Zug-Riedmatt verdeutlicht eine Vielzahl von kulturellen Verbindungen nach Süden in diesem Zeithorizont, die bisher eher zusammenhangslos wirkten oder unterbewertet wurden.⁴⁷ Zudem stellt sie das evolutionis-

tische und eingleisige Konzept der Metallurgiegeschichte an einer entscheidenden Wende in Frage.

⁴⁶ Diese Aussage steht im Gegensatz zur These in Artioli et al. 2017, 9–11, wonach die Alpen für den Transfer von italienischem Kupfer eine Barriere bildeten. Isotopenuntersuchungen an Kupferfunden vom Bielersee bestätigen unser Bild (freundliche Mitteilung von Peter J. Suter, basierend auf einem noch unpublizierten Manuskript von Ingolf Löffler).

⁴⁷ Röder/Gross 2007, 230–236.

Literatur

Björn-Uwe Abels, Die Randleistenbeile in Baden-Württemberg, dem Elsass, der Franche Comté und der Schweiz. München 1972 (Prähistorische Bronzefunde IX/4).

Gilberto Artioli, Ivana Angelini, Paolo Nimis und Igor M. Villa, A lead-isotope database of copper ores from the Southeastern Alps. A tool for the investigation of prehistoric copper metallurgy. *Journal of Archaeological Science* 75, 2016, 27–39. DOI: 10.1016/j.jas.2016.09.005.

Gilberto Artioli, Ivana Angelini, Günther Kaufmann, Caterina Canavarro, Gregorio Dal Sasso und Igor Maria Villa, Long-distance connections in the Copper Age. New evidence from the Alpine Iceman's copper axe. 2017, PLOS ONE 12(7): e0179263. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179263>.

Matteo Aspesi, Le necropoli rinaldoniane del Palombaro e di Chiusa d'Ermini. Revisione degli scavi di Ferrante Rittatore Vonwiller. Preistoria e protoistoria in Etruria. In: Centro Studi di Preistoria e Archeologia, L'Etruria dal Paleolitico al Primo Ferro. Lo stato delle ricerche. Milano 2012 (Atti del decimo incontro di studi, volume I), 223–245.

Sandra Billerbeck, Heide Hüster-Plogmann, Kristin Ismail-Meyer, Bigna Steiner, Örni Akeret, Eileen Eckmeyer, Annekäthi Heitz-Weniger, Eda Gross, Stefanie Jacomet, Philippe Rentzel, Gishan F. Schaeren und Jörg Schibler, New taphonomic research in archaeological wetland deposits: the bone midden of Zug-Riedmatt (Central Switzerland). Bern 2014 (Poster int. conference: Culture, Climate and Environment Interactions at Prehistoric Wetland Sites 11–14 June, University of Berne). <https://goo.gl/0KEJN7> (abgerufen am 9.6.2017).

Sandra Billerbeck-Braschler, Zug-Riedmatt. Die Tierknochenabfälle, Geweih- und Knochenartefakte aus der neolithischen Siedlung und ihre ökonomische, ökologische und kulturgechichtliche Bedeutung. Unpublizierte Dissertation Universität Basel 2016.

Christian Cevey, Detlef Günther, Vera Hubert, Katja Hunger, Erwin Hildbrand, Nils Müller-Scheessel, Christian Strahm, Samuel van Willigen und Marie Wörle-Soares, Archäometrische Untersuchungen jungsteinzeitlicher und bronzezeitlicher Metallobjekte aus der Sammlung des Schweizerischen Landesmuseums in Zürich. Endbericht COST Aktion G8 («Non-Destructive Analysis and Testing of Museum Objects»). Unpublizierter Bericht Schweizerisches Nationalmuseum Zürich 2006.

- Raffaele C. De Marinis, The Eneolithic Cemetery of Remedello Sotto (BS) and the relative and absolute chronology of the Copper Age in Northern Italy. *Notizie Archeologiche Bergomensis* 5, 1997, 33–51.
- Raffaele C. De Marinis, La Necropoli di Remedello Sotto e l'età del Rame nella pianura padana a nord del Po. In: Raffaele C. De Marinis, L'età del Rame. La pianura padana e le Alpi al tempo di Ötzi. Roccafranca (BS) 2013, 301–351.
- Raffaele C. De Marinis und Annalisa Pedrotti, L'età del rame nel versante italiano delle Alpi centro-occidentali. In: La Valle d'Aosta nel quadro della preistoria e protostoria dell'arco alpino centro-occidentale. Atti della XXXI riunione scientifica, Courmayeur 2–5 Giugno 1994. Firenze 1997, 247–300.
- Andrea Dolfini, Neolithic and Copper Age Mortuary Practices in the Italian Peninsula. Change of Meaning or Change of Medium? In: J. Rasmus Brandt, Marina Prusac und Håkon Roland, Death and Changing Rituals. Function and Meaning in Ancient Funerary Practices. Oxford/Philadelphia 2015 (Studies in Funerary Archaeology 7), 17–44.
- Andrea Dolfini und Claudio Girardino, L'archeometallurgia preistorica nel Mediterraneo centrale. Bilanci e programmi agli inizi del XXI secolo. *Studi di antichità* 13, 2015, 141–174.
- Markus Egg und Roswitha Goedecker-Ciolek, Ausrüstung und Kleidung. In: Markus Egg und Konrad Spindler, Kleidung und Ausrüstung der kupferzeitlichen Gletschermumie aus den Ötzaler Alpen. Mainz 2009 (Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Band 77: Der Mann im Eis, Band 6), 57–163.
- Walter Fasnacht, Les premiers creusets de la civilisation de Horgen trouvés en Suisse. Notion d'Atelier C.N.R.S./Musée des Antiquités Nationales U.A. 880. Bulletin publié par le Musée des Antiquités Nationales et par la société des amis du musée de du château de Saint-Germain-en-Laye 21, 1989, 11–13.
- Walter Fasnacht, Metallurgie. In: Werner E. Stöckli, Urs Niffeler und Eda Gross-Klee, Neolithikum. Basel 1995 (SPM, Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter, Band II), 183–187.
- Gunter Faure, Principles of isotope geology. New York 1977.
- Eda Gross und Renata Huber, Blick über den Dorfzaun. Leben am Wasser jenseits der Skala «Haus – Hof – Dorf». In: Reena Perschke und Joanna Pyzel (Hg.), Haus – Hof – Dorf. Siedlungsstrukturen im Neolithikum. Vorträge der AG Neolithikum im Rahmen des 8. Deutschen Archäologiekongresses am 6. und 7. Oktober 2014 in Berlin. Kerpen-Loog (Berichte der AG Neolithikum, Fokus Jungsteinzeit 7). [in Vorbereitung]
- Eda Gross und Gishan F. Schaeren, Kupferobjekte aus der Jungsteinzeit. AS 36.2, 2013, 54.
- Eda Gross-Klee und Jörg Schibler, Fäll- und Behaubeile, In: Werner E. Stöckli, Urs Niffeler und Eda Gross-Klee, Neolithikum. Basel 1995 (SPM, Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter, Band II), 159–168.
- Irka Hajdas, Results of AMS 14C analysis, ETH Zurich. Bericht Nr. 4905, 9. Februar 2017[a]; Bericht Nr. 5035, 8. Juni 2017[b]. Amt für Denkmalpflege und Archäologie Zug, Archiv Archäologie.
- Renata Huber und Gishan Schaeren, Zum Stand der Pfahlbauforschung im Kanton Zug. Tugium 25, 2009, 111–140.
- Kristin Ismail-Meyer, Werner Vach und Philippe Rentzel, Do Still Waters Run Deep? Formation Processes of Natural and Anthropogenic Deposits in the Neolithic Wetland Site Zug-Riedmatt (Switzerland). *Geoarchaeology*. [eingereicht]
- Kristin Ismail-Meyer, Bigna L. Steiner, Annekäthi Heitz-Weniger, David Sebag, Marguerita Schäfer, Eda Gross, Werner Vach, Gishan Schaeren, Stefanie Jacomet, Ferran Antolin und Philippe Rentzel, Towards the reconstruction of an amphibian depositional environment: The case of the Neolithic lakeside settlement Zug-Riedmatt (Switzerland). [in Vorbereitung]
- Florian Klinscha, Kupferne Flachbeile und Meissel mit angedeuteten Randleisten. Ihre Bedeutung für die Entstehung und Verbreitung technischer Innovationen in Europa und Vorderasien im 4. und 3. Jahrtausend v. Chr. *Germania* 88.1/2, 2010, 101–144.
- Urs Leuzinger, Die jungsteinzeitlichen Kupferfunde aus dem Kanton Thurgau. AS 20.2, 1997, 51–53.
- Urs Leuzinger, Kupfergeräte. In: Annick De Capitani, Sabine Deschler-Erb, Urs Leuzinger, Elisabeth Marti-Grädel und Jörg Schibler, Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon, Bleiche 3. Funde. Frauenfeld 2002 (Archäologie im Thurgau 11), 72–73.
- Roberto Maggi und Mark Pearce, Mid fourth-millennium copper mining in Liguria, north-west Italy: the earliest known copper mines in Western Europe. *Antiquity* 79/303, 2005, 66–77.
- Irenäus Matuschik, Kupferfunde und Metallurgie-Belege, zugleich ein Beitrag zur Geschichte der kupferzeitlichen Dolche Mittel-, Ost- und Südeuropas. In: Martin Mainberger, Das Moordorf von Reute. Archäologische Untersuchungen in der jungneolithischen Siedlung Reute-Schorrenried. Staufen i. Br. 1998, 207–261.
- Nuccia Negroni Catacchio, Elsa Pacciani, Erika Albertini, Matteo Aspesi und Jacopo Moggi-Cecchi, Nuovi dati su alcune necropoli rinaldiane. Revisione di vecchi scavi, nuove datazioni e recenti analisi dei resti scheletrici. *Rivista di Scienze Preistoriche* 64, 2014, 83–113.
- Annalisa Pedrotti, Le Statue Stele di Arco nel contesto del Età del Rame nella Piana Benacense. In: Annalisa Pedrotti, Le Statue Stele di Arco. La statuaria antropomorfa alpina nel III millennio a. C.: abbigliamento, fibre tessili e colore. Trento 1995, 41–69.
- Ferrante Rittatore, Scoperte di età eneolitica e del Bronzo nella Maremma Tosco-Laziale. *Rivista di Scienze Preistoriche* 6.1-2, 1951, 3–33.
- Werner Rom, Robin Golser, Walter Kutschera, Alfred Priller, Peter Steier und Eva M. Wild, AMS ¹⁴C Dating of Equipment from the Iceman and of Spruce Logs from the Prehistoric Salt Mines of Hallstatt. *Radiocarbon* 41.2, 1999, 183–197.
- Hilmar Schickler, Aufnahme und Ablehnung der Metallurgie bei frühbronzezeitlichen Kulturen Europas. *Germania* 46.1, 1968, 11–19.
- Christoph Schilz, Das Gräberfeld von Remedello und die Remedello-Kultur. Unpublizierte Magisterarbeit Universität Freiburg i. Br. 1995.
- Gerhard Sperl, Das Beil vom Hauslabjoch. In: Konrad Spindler, Werner Platzner und Frank Höpfel, Der Mann im Eis, Band 1. Bericht über das Internationale Symposium 1992 in Innsbruck. Innsbruck 1992, 454–461.
- Bigna Steiner, Aspects of archaeobotanical methodology applied to the sediments of archaeological wetland deposits. Unpublizierte Dissertation Universität Basel 2017.
- Christian Strahm, Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa. *Helvetia archaeologica* 25/97, 1994, 2–39.
- Südtiroler Archäologiemuseum, Ötzi: Ein heimtückischer Mord und Kontakte nach Mittelitalien. Auf dem internationalen Mumienkongress präsentieren Forscher neue Erkenntnisse. Pressemitteilung Südtiroler Archäologiemuseum, 19. September 2016. <https://goo.gl/eiQtc3> (abgerufen am 1. Juni 2017).
- Peter J. Suter, Zürich «Kleiner Hafner». Tauchgrabungen 1981–1984. Zürich 1987 (Berichte der Zürcher Denkmalpflege, Monographien 3).
- Igor M. Villa, Provenancing Bronze. Exclusion, Inclusion, Uniqueness, and Occam's Razor. In: Gisela Grupe und George C. McGlynn, Isotopic Landscapes in Bioarchaeology. Proceedings of the International Workshop «A Critical Look at the Concept of Isotopic Landscapes and its Application in Future Bioarchaeological Research», Munich, October 13–15, 2014. Berlin und Heidelberg 2016, 141–154.
- Marie Wörle, Analysenbericht 12.10062, 2012, Schweizerisches Nationalmuseum. Sammlungszentrum. Amt für Denkmalpflege und Archäologie Zug, Archiv Archäologie.

