Woher stammt der Feuerstein, das Metall der Ur- und Frühgeschichte?

Mit mikrosedimentologischen Methoden auf der Suche nach prähistorischen Abbaustellen

Feuersteinwerkzeuge könnte man auch als Schweizer Sackmesser der Urgeschichte betiteln und in urgeschichtlichen Fundstellen gehört Feuerstein zu den häufigsten und wichtigsten Funden überhaupt. Doch woher stammt das Rohmaterial, das gerade in der Schweiz nicht sehr häufig zu finden ist? Mit sedimentologischen Methoden kann man der Herkunft Schritt für Schritt auf den Grund gehen.

Autorin

Jehanne Affolter

Feuerstein, das wichtigste Material der Steinzeit

In prähistorischer Zeit hatte der Mensch das Schmelzen von Metallen noch nicht entdeckt. Ob zum Schneiden, Schälen, Perforieren, Raspeln.. er benutzte «Feuerstein»-Werkzeuge. «Feuerstein» oder besser Silizit (siehe unten) wurde von den prähistorischen Anwendern besonders geschätzt, da er sehr widerstandsfähig ist. Charakteristisch für Feuerstein, er spaltet nicht entlang von kristallographisch vorgegebenen Spaltflächen: wenn man mit einem speziellen Winkel auf einen Silizit schlägt entstehen beim Brechen mehr oder weniger muschelschalenartig gekrümmte Bruchflächen – wie sie auch bei Bergkristall oder Glas entstehen – mit sehr scharfen Kanten. Da Silizit jedoch nicht überall gefunden werden kann, mussten die Menschen der Urgeschichte diesen Rohstoff direkt im Gestein gewinnen oder an Plätzen, wo er durch Umlagerungsprozesse akkumuliert worden war. Dies führte zu gut belegbaren prähistorischen «Handelsrouten». Während der letzten grossen Verwendungszeit des Silizits, in der Jungsteinzeit (Neolithikum), wurde zur Gewinnung des Materials sogar auf der ganzen Welt bergmännischer Abbau betrieben (Weisgerber et al. 1999) – so auch in der Schweiz bei Löwenburg (Schmid 1982), bei Alle (Schifferdecker 1999), bei Lampenberg und auf den Lägern (Affolter et al. 1997), sowie in der Umgebung von Olten (Loetscher 2015). Wie die Forschungen der letzten Jahrzehnte gezeigt haben, müssen so auch Handelsbeziehungen und Kontakte zwischen den prähistorischen Menschen entstanden sein, die sich teils über grosse Distanzen erstreckt haben (siehe z.B. Zimmermann 1995 Affolter 2002, Mateiciucova 2008).

Die Herkunft von Silizit-Werkzeugen (auch Silices genannt) erlaubt also einen Einblick in die Mobilität und mögliche erste Handelsbeziehungen der prähistorischen Menschen. Aus diesem Grund ge-

hen heute Archäologen gedanklich den umgekehrten Weg, indem sie sich fragen: «woher stammt der Silizit, den ich als Artefakt in der Siedlung finde, die ich gerade ausgrabe?». Dieser Beitrag beschreibt, mit welchen Methoden die Rohstoff-Herkunft von Silizit-Artefakten eingegrenzt und teils bis zum Abbauort verfolgt werden kann.

Silizit geologisch betrachtet

Silizit besteht chemisch betrachtet aus einer Mischung von Silizium-Dioxid (SiO_2) und Wasser (H_2O) in variablen Mengen (Fröhlich 1974). Ohne Wasseranteil und vollständig auskristallisiert wird Silizium-Dioxid als Quarz (z.B. Bergkristall) bezeichnet. Dabei existieren zahlreiche Varietäten, bzw. Grade der Kristallisation, was zu einem Wirrwarr von Benennungen geführt hat. So nennt man manche Silizite auch Silex, Hornstein, Feuerstein, Chert, Flintstone, Chalzedon, Achat, Jaspis, Süsswasserkiesel … Eine Varietät ist komplett amorph (Opal), während andere winzige Fasern (Chalzedon) oder Mikrokristalle von Quarz (Jaspis) enthalten. Die meisten Silizite bestehen aber aus einer Mischung von unterschiedlich auskristallisierten Bereichen (Deecke 1933). Nach dem MET-Workshop «Rockview» 2017 in Bern (Hafner et al, in Vorb.) ist der heutige Konsensus, alle diese Varianten archäologisch unter der Name Silizit zu klassifizieren, folgend dem Vorschlag von Přichystal (2010).

Mit dem Aktualismus-Prinzip zum Entstehungsmilieu

Alle Silizite sind «kieselhaltige[1] Gesteine», die sich oft aus früher gebildeten Sedimenten entwickelt haben, von Fall zu Fall auf unterschiedlicher Art und Weise (Deecke 1933). Sedimente bilden den mineralischen Teil von Biotopen und lagern sich in der Regel in wässriger Umgebung ab (auf dem Meeresgrund, in Seen, Flüssen, Höhlen oder an den Gletscherrändern). Das bedeutet, dass jedes Biotop ein bestimmtes, für sein Ablagerungsmilieu charakteristisches Sediment produziert (Flügel 2004; Platt & Wright 1991). Solche Vorgänge lassen sich heute auch am Bielersee problemlos beobachten. So besteht das Südostufer des Bieler Sees aus Seggenwiesen *(Abb. 2)*, die auf schlammigen Böden wachsen *(Abb. 1)*, während das Westufer sehr schnell in den See eintaucht, was für die Entwicklung von Wasserpflanzen ungünstiger ist. Im Umfeld der Mündung der Aare bei Hagneck *(Abb. 3)* tragen die Strömungen der Aare die feinen Partikel des Seegrundes ab, sodass dieser kiesig ist *(Abb. 4)*. Bei Stürmen bilden sich durch

Abb. 1: Schilfzone am See: am flachen, ruhigen Ufer gedeihen Wasserpflanzen.

1 Spricht man von kieseligen Gesteinen, so meint man in der Regel sedimentäre Gesteine, die Silizium-Dioxid SiO_2 enthalten, sei es in Form von Quarz oder Silizit.

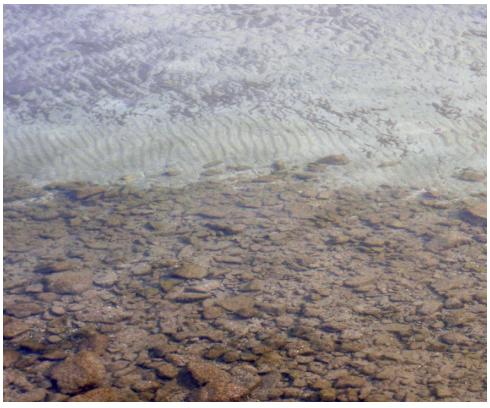


Abb. 2: Seegrund mit sortiertem Sediment: im ruhigen Biotop können sich feinste Partikel ablagern.

Abb. 3: Hagneck-Kanal: Die Einmündung der Aare verursacht starke Strömungen.

Abb. 4: grob sortierter Seegrund: Die Strömung hat die feinsten Partikel weggespült.

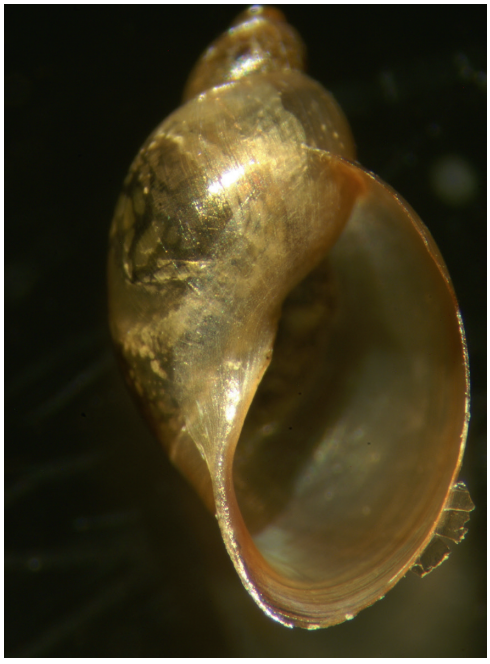
Abb. 5: Seeufer mit Muschel-Anhäufung: bei starkem Sturm werden die Muschel-Schalen von den kräftigen Wellen an das Ufer hochgespült.

anbrandende Wellen Muschelanhäufungen am Ufer *(Abb. 5)*.

Geologen nutzen das «Aktualismus-Prinzip»: Die gleichen Ursachen haben immer die gleichen Auswirkungen (definiert durch James Hutton im 18. Jh.). So ist es möglich, durch die Beobachtung von heutigen Ablagerungssystemen, die in den Gesteinen dokumentierten ehemaligen Ablagerungsbedingungen zu rekonstruieren. Ist also in einem Gestein ein Kiesbett erkennbar, kann man sagen, dass es unter dem Einfluss von Unterwasserströmungen entstanden sein muss. Ein ehemals schlammiges Sediment (heute ein festes Sedimentgestein) mit Spuren von Wurzeln wird dagegen als Flachwasser-Bereich am Ufer eines ehemaligen Sees interpretiert, in dem Wasserpflanzen wuchsen. Die Reste dieser Biotope, die man unter dem Mikroskop in den ehemaligen, heutzutage durch Verfestigung im Gestein verwandelten Sedimenten erkennen kann, nennt man «sedimentäre Mikrofazies» (Gressly 1838; Purser 1980; Stow 2008, S. 28; Altorfer und Affolter 2011). Es kommt sehr selten vor, dass zwei Gesteine gleichen geologischen Alters, die sich nicht am gleichen Ort gebildet haben, genau die gleiche Mikrofazies aufweisen (Fazies-Konvergenz). In diesen seltenen Fällen kann es sein, dass letztendlich nicht eindeutig entschieden werden kann, ob ein archäologisches Artefakt von dem einen oder dem anderen Aufschluss stammt. Jedoch kommt meistens lediglich ein Aufschluss in Frage.

Das Entstehungsmilieu: Schlüssel zur Herkunft

Im Allgemeinen hat Siliziumdioxid in Sedimentgesteinen bereits vorhandenes Material Molekül für Molekül ersetzt und so das Entstehen des Silizits bewirkt. Dieser Ersatz kann auftreten, sobald das Sediment sich ablagert, kurz danach oder Millionen Jahre später. Meist entstehen dabei nicht komplett durch Kieselsäure ($SiO_2 \cdot nH_2O$) ersetzte Gesteinsschichten, sondern das SiO_2 reichert sich an bestimmten Orten an. Solche an Knauer oder Knollen erinnernde Strukturen werden in der Geologie als



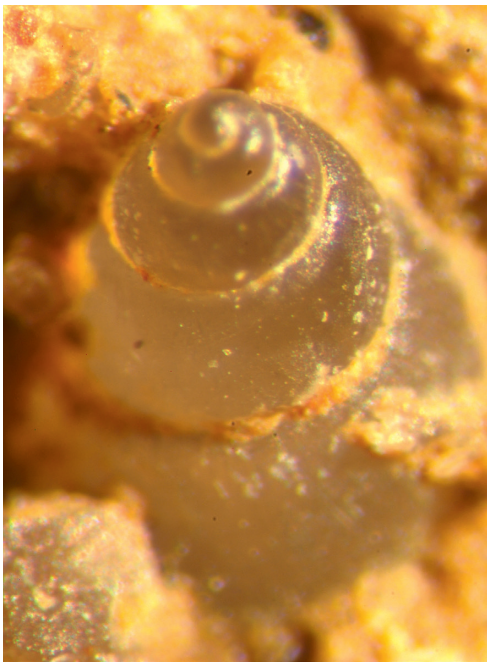


Abb. 6: aktuelle und verkieselte Schnecken: Die Verkieselung bewahrt die meisten Strukturen in dem Gestein.

Konkretion bezeichnet, in der Archäologie eher als Knollen. Durch diesen molekularen Austausch bleiben alle im ursprünglichen Sediment vorhandenen Strukturen erhalten, sodass die Eigenschaften des ursprünglichen Biotops in den Silizit-Knollen wiedergefunden werden *(Abb. 6)*. Dank dieser Eigenschaft ist es möglich, die geologische Herkunft der in archäologischen Fundstellen gefundenen Silizit-Artefakte zu verfolgen.

Ein wichtiges Hilfsmittel bei dieser Analyse ist die Paläontologie, die die Fossilien in den verschiedenen Schichten der Erde beschreibt und einordnet (z.B. Turek et al. 1990). Zum Beispiel haben Paläontologen festgestellt, dass die Assoziation von zwei Foraminiferen-Gattungen – Verneuillina sp. und Lituolidae – typisch für die Schichten des Malms (Oberer Jura) sind (Haeusler 1892). Durch die Identifizierung des Biotops, in dem sich diese ehemaligen Sedimente gebildet haben, sowie die eventuell in ihm erhaltenen Fossilien, ist es also in der Tat möglich, die stratigraphische-geographische Position des Sediments zu präzisieren. Bei dem oben erwähnten Beispiel wurde auch festgestellt, dass die Assoziation von Verneuillina sp. und Lituolidae ein Biotop reflektiert, das sich an der Grenze zwischen den neritischen (Flachmeeresszone) und den pelagischen (Tiefmeeresszone) Bereichen des Meeres befindet (Ziegler 1956). Für jede geologische Periode der Erdgeschichte konnte so eine geografisch-geologische (sog. palinspastische) Karte erstellt werden. Auf diesen Karten sind die Lagen der Kontinente zu bestimmten geologischen Zeitabschnitten eingetragen

«So ist es möglich, durch die Beobachtung von heutigen Ablagerungssystemen, die in den Gesteinen dokumentierten ehemaligen Ablagerungsbedingungen zu rekonstruieren.»

(Dercourt et al. 1993). Somit ist es möglich, das identifizierte Biotop geographisch ungefähr zu lokalisieren. Um Gewissheit zu gewinnen, werden danach während Feldbegehungen Silizit-Proben aus der vermuteten Herkunftsregion als Vergleichsmaterial zu den archäologischen Funden

gesammelt. Somit entstehen «Lithotheken» – wie Bibliotheken, jedoch mit Silizit-Proben statt mit Büchern. In der Schweiz verfügen wir über eine für die Schweizer Bedürfnisse sehr komplette Silizit-Lithothek. Viele Proben stammen aus der ganzen Schweiz und dienen der Identifikation der regionalen Versorgung. Aber auch Proben aus weiter entfernten Gebieten sind darin enthalten, sie bilden die Grundlage für die Untersuchung von Fern- und Handelsbeziehungen. Falls mehrere Lokalitäten als Herkunftsort eines Rohstoffes in Frage kommen, wird als Arbeitshypothese angenommen, dass die Menschen der Urgeschichte ihre Rohstoff-Vorrat immer an dem Fundort aufgefrischt haben, der ihrem jeweiligen Aufenthaltsort am nächsten lag. Schliesslich mussten sie alles auf eigenem Rücken und wohl mehrheitlich zu Fuss transportieren, auch wenn einzelne Strecken mittels Einbäumen zurückgelegt werden konnten.

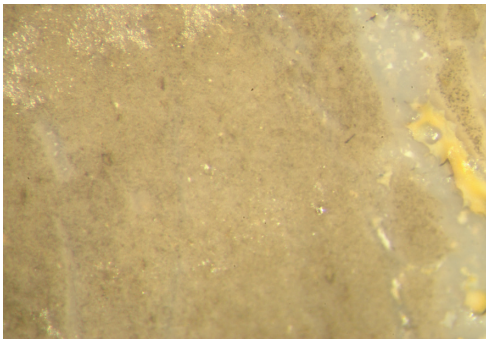


Abb. 7: Silexartefakt, trocken (oben links) und benetzt: die Fläche wird dank dem Wasser halbdurchsichtig.

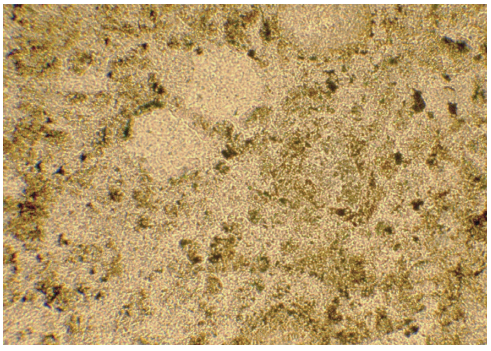
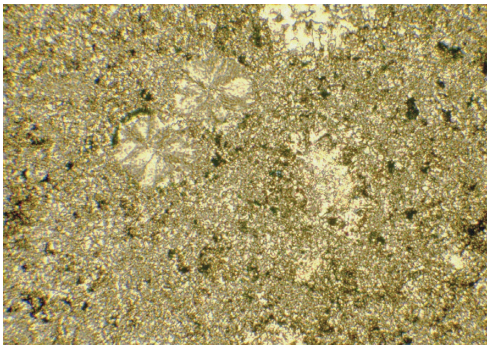


Abb. 8: Dünnschliff: Beispiel des Rohstoffes aus Olten (einfach polarisiert oben, gekreuzte Polarisatoren unten).



In der Praxis ist ein weiteres Merkmal von Siliziten für die Bestimmung des Ablagerungsraumes sehr nützlich – er wird bei Nässe teilweise durchscheinend *(Abb. 7)*. Dies macht die Herstellung von Dünnschliffen unnötig, wie sie traditionell in der Geologie verwendet werden *(Abb. 8)*. So ist es möglich, Artefakte unter dem Stereomikroskop zu untersuchen, ohne sie zu zerstören. Das ist ein entscheidender Vorteil bei der Untersuchung von archäologischem Material, da dieses immer aus Unikaten besteht. Das zerstörungsfreie Verfahren hat auch den Vorzug, dass es relativ kostengünstig ist und eine umfassende Analyse einer Artefakt-Serie innerhalb eines angemessenen Zeitraums zulässt. Die Analyse grosser Serien hilft, die Rohstoffökonomie prähistorischer Gesellschaften sowie mögliche Kontaktnetze, die sie zu ihren Nachbarn unterhielten, zu rekonstruieren.

Verschiedene Biotope in den Silices von Twann

Anhand von drei Silizit-Artefakten (auch Silices genannt) aus den jungsteinzeitlichen Seeufersiedlungen von Twann wird exemplarisch die konkrete Vorgehensweise bei der Herkunftsbestimmung erläutert.

Das erste Silizit-Artefakt aus Twann ist makroskopisch homogen, weisslich und opak *(Abb. 9)*. Unter dem Stereomikroskop sieht man eine Grundmasse, die von kleinen Kugeln durchsäht ist und ein paar andere Strukturen enthält. Es handelt sich hier um ein ehemaliges schlammiges Material, das aus kreisförmigen Schwammnadeln und spärlichen Foraminiferen (Lituolidae, Verneullina sp.) besteht *(Abb. 10)*. Die darin enthaltenen Schwämme und Foraminiferen lebten ausschliesslich in salzigen Gewässern, somit handelt es sich bei dieser Probe um ein ehemaliges Meeressediment. Schlamm ist zudem typisch für

Abb. 9: Makrophoto: Artefakt aus Twann, Typ 101 (Originalgrösse)

ruhige Umweltbedingungen. Wie oben erwähnt ist die Assoziation der Foraminiferen typisch für den Malm des oberen Juras. Ihr Zusammensein mit vereinzelten kugeligen Schwammnadeln spricht für eine Ablagerung in einer gewissen Meerestiefe und Entfernung zum damaligen Ufer. Jedoch fehlen Mikrofossilien wie z.B. Radiolarien, die den tiefpelagischen Bereich charakterisieren. Um den Herkunftsort des Materials zu lokalisieren wurde auf einer palinspastischen Karte des Malms nach der nächstgelegenen Grenzzone zwischen dem neritischen und pelagischen Bereich gesucht. Den Ausgangspunkt der Suche bildete dabei der Fundort des Artefakts, in diesem Fall die Region um Twann. Die Suche führte bis in die für neolithische Menschen weit entfernte Gegend von Olten, wo im Zuge einer Feldprospektion tatsächlich Silizitvorkommen gefunden wurden. Die in diesen Proben bestimmte Mikrofazies entspricht dabei genau derjenigen, die im Artefakt aus Twann identifiziert wurde. *(Abb. 11)*. Weitere Feldbegehungen der Malm-Schichten im ganzen Juragebirge haben weitere Silizit-Proben geliefert, die jedoch allesamt eine andere Mikrofazies aufweisen – also aus anderen Biotopen und Ablagerungsräumen stammen. Dadurch konnte die Gegend von Olten als Herkunftsregion des weisslich-opaken Silizits aus Twann verifiziert werden.

Das zweite Artefakt aus Twann sieht makroskopisch bräunlich, nicht homogen und halbdurchsichtig aus *(Abb. 12)*. Unter dem Stereomikroskop ist eine Grundmasse zu sehen, die halbdurchsichtig ist und aus winzigen Partikeln besteht *(Abb. 13)*. In dieser Grundmasse schwimmen ein paar tubuläre Strukturen: es sind Characeen-Stiele, eine Algengattung, die lediglich im Süsswasser lebt *(Abb. 14)*. Es handelt sich also hier um einen sogenannten «Süsswasserkiesel», der sich in einem ehemaligen See gebildet hat. In der Schweiz findet man solche «Süsswasserkiesel» am häufigsten in kalkigen oligozänen Ablagerungen des nördlichen Juragebirges. Im untersuchten Artefakt sind die Stiele der Characeen gebrochen und zum Teil angefressen, Früchte dieser Algen finden sich keine. Dies zeigt, dass die Stiele durch Wasserströmungen verfrachtet und ziemlich weit von ihrem

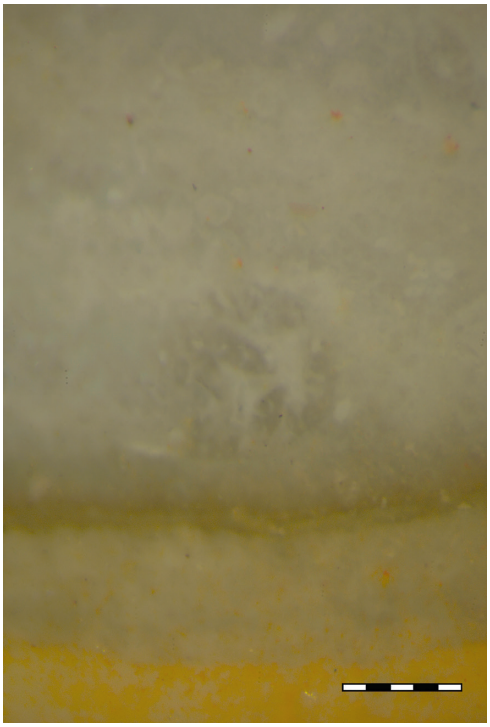


Abb. 10: Mikrofazies: Artefakt aus Twann, Typ 101

Abb. 11: Aufschluss Olten/Chalchofen

Wachstumsort entfernt wieder abgelagert wurden. Folglich stammt das Rohmaterial des Artefakts aus einem See, der eine gewisse Ausdehnung gehabt haben muss. Die von Twann aus gesehen nächsten Vorkommen von kalkigem Oligozän[2] liegen in der Gegend von Basel; dort sind jedoch nur kleinräumige Seeablagerungen bekannt. Deshalb wurden Feldbegehungen auch in weiter entfernten Gebieten durchgeführt. Aus geologischer Sicht erfolgversprechend schien die Region der Haute-Saône im benachbarten Frankreich. Tatsächlich konnte in der Gegend von Mont-les-Etrelles genau die oben beschriebene Mikrofazies in Silizit-Knollen festgestellt werden *(Abb. 15)*, zudem wurden dort auch neolithische Abbaustellen entdeckt (Cupillard et al. 1995). Somit kann in Twann auch Silizit aus Mont-les-Etrelles nachgewiesen werden.

Das Artefakt FNr. 3278 aus Twann *(Abb. 16)*. sieht makroskopisch dem Artefakt aus Mont-les-Etrelles ziemlich ähnlich. Unter dem Stereomikroskop ist jedoch eine schlammige Matrix erkennbar *(Abb. 17)*, worin mechanisch zerrissene und gleichzeitig chemisch angegriffene Characeen-Reste sowie spärliche detritische Mineralien schwimmen. Eine solche Mikrofazies existiert in der ganzen Gegend von Mont-les-Etrelles nicht. Weitere Feldbegehungen mussten unternommen werden, um letztendlich seine Herkunft im französischen Rhonetal ausfindig zu machen *(Abb. 18)*.

Silizit, ein Indikator für frühe Handelsbeziehungen

Diese Beispiele zeigen, wie mit mikrofaziellen Untersuchungen die Herkunft von verschiedenen Silizit-Varietäten, die von den in der Jungsteinzeit am Bielersee lebenden Menschen verwendet wurden, identifiziert werden kann *(Abb. 19)*. Dies

Abb. 12: Makrophoto: Artefakt aus Twann, Typ 207 (siehe Text).

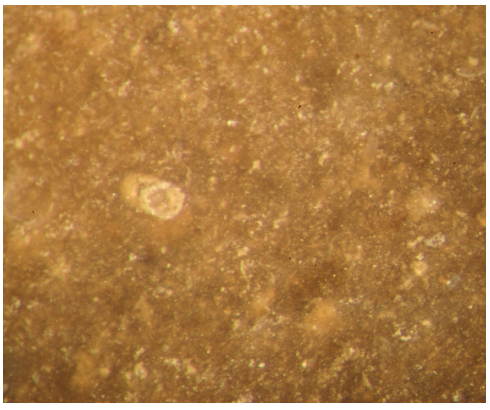
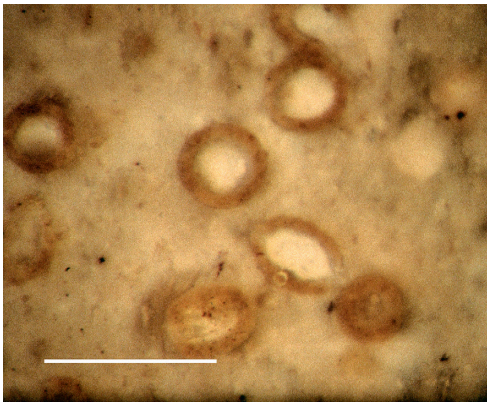


Abb. 13: Mikrofazies: Artefakt aus Twann, Typ 207 (siehe Text).

Abb. 14: Characeen: aktuell (oben) und fossil (unten)



2 In den oligozänen Ablagerungen der Molasse, die südlich des Bielersees anstehen, konnte die Autorin während Feldprospektionen bisher keine entsprechenden Süsswasserkalke oder Süsswasserkiesel finden, daher kommt diese Gegend als mögliche Herkunftsregion nicht in Betracht.

Abb. 15: Karte mit Mont-les-Etrelles.

Abb. 16: Makrophoto Artefakt aus Twann, Typ 212 (siehe Text).

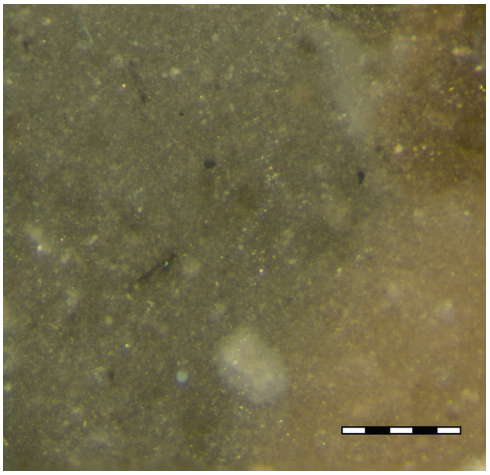


Abb. 17: Mikrofazies Artefakt aus Twann, Typ 212 (siehe Text).

erlaubt, eine geographische Karte mit den Beziehungen zwischen den Rohstoffquellen und den Siedlungen von Twann zu skizzieren *(Abb. 20)*. Betrachtet man die für die damalige Zeit enormen Distanzen, steht zu vermuten, dass die in den Siedlungen am Bielersee lebenden Menschen auf unterschiedliche Weise an die verschiedenen Rohstoffe für ihre Silex-Geräte gelangten. Während sie in nahe gelegenen Aufschlüssen Silex wohl selbst abbauten oder auflasen, scheinen sie auch über Tausch- oder Handelsnetzte an Rohmaterial aus weiter entfernten Gegenden gelangt sein. Es mutet unwahrscheinlich an, dass sie selbst zu Fuss zu diesen entfernten Plätzen wanderten.

Nachdem die meisten Silizit-Artefakte aus den Pfahlbausiedlungen um den Bielersee bestimmt wurden, war es nun möglich, eine Herkunftskarte der vorhandenen Rohmaterialien zu skizzieren, um die Kontaktnetze in der Jungsteinzeit besser zu verstehen. Die zahlreichen, teils aus weit entfernten Gebieten stammenden Rohmaterialien zeigen, dass sich die Handelsbeziehungen der Menschen, die vor 6000

Abb. 18: Lage von Laval-Saint-Roman

bis 4000 Jahren an den Ufern des Bielersees lebten, nicht auf die Westschweiz beschränkten. Vielmehr erstreckten sie sich vom Pariser Becken bis zum Donauraum und vom Mittelmeerraum bis zur Ostsee: existierte Europa also schon während des Neolithikums?

Dank

Ein Teil der Herkunftsbestimmungen von Silices für den vorliegenden Artikel wurden im Rahmen des MET-Projektes durchgeführt und vom Schweizerischen Nationalfonds (Projektnummer 100011_156205) unterstützt.

Type JA	Provenance identifiée	Distance (km)	Direction
102	Olten/Chalchofen SO	62	ENE
108	Albeuve (FR), moraines	0–65	S
113	Charmes (F, Yonne)	311	WNW
114	Alle/Préau Prince	36	N
119	Poncin-St Alban (F)	174	SW
129	Mont-Ventoux (F)	360	SSW
141	Monte Baldo (I)	325	SE
142	Löwenburg	40	NNE
143	Crépy-en-Valois (F)	397	NW
149	Origny-Ste Benoite	407	NW
153	Abensberg (D)	420	NE
201	sud de Genève, Mons, Seyssel	145–160	SW
207	Mont-les-Etrelles (F)	106	WNW

Abb. 19: Auszug der Herkunftstabelle der Silices aus Twann.

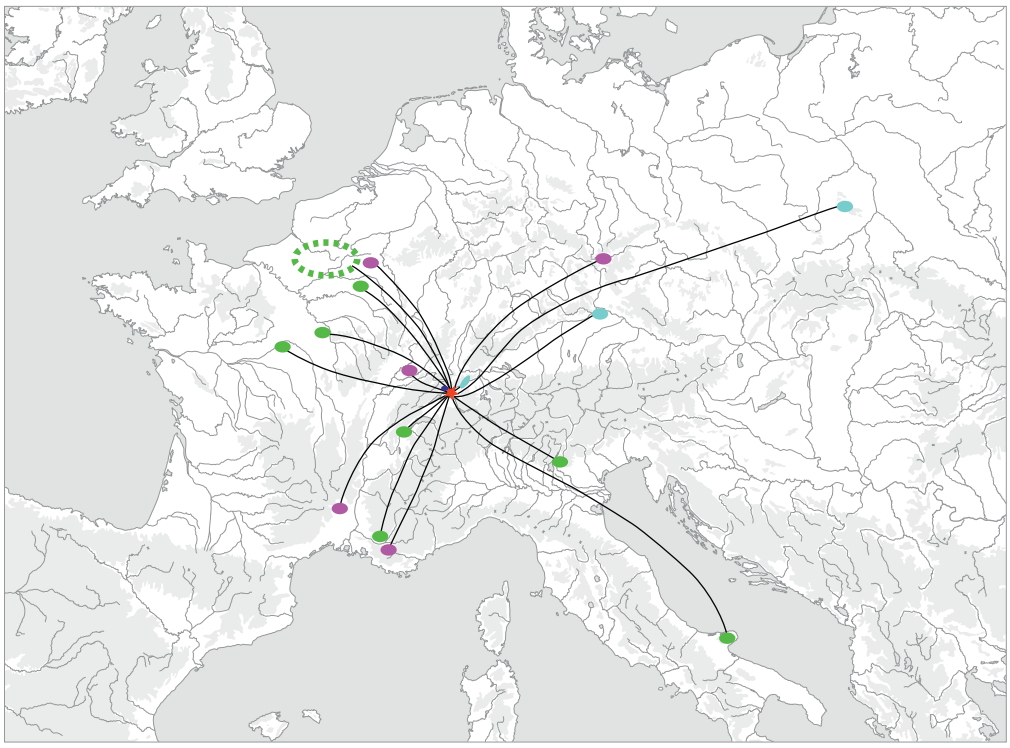


Abb 20: Herkunft der in den Pfahlbauten von Twann identifizierten Rohstoffe: «Spinnennetzartige» Vorstellung. Jeder verwendete Aufschluss ist durch eine Luftlinie mit Twann verbunden.

Literatur

Affolter, J. (2002) Provenance des silex préhistoriques du Jura et des régions limitrophes. Neuchâtel, Archéologie Neuchâteloise n° 28.

Affolter, J., Sedlmeier, J. and Zurbuchen, M. (1997) Two flint mines in the Jura mountains: a recent study. In R. Schild & Z. Sulgostowska (Eds.): Man and flint. Proceedings of the VIIth International Flint Symposium, Varsovie. S. 13–21.

Altorfer, K. und Affolter, J. (2011) Schaffhauser Silex-Vorkommen und Nutzung. Beiträge zur Schaffhauser Archäologie 5, Schaffhausen.

Cupillard Chr., Affolter J., Campy M., Contini D., Richard H. (1995) La minière de silex néolithique de Blanc-Saule à Etrelles-et-la-Montbleuse (70) et l'exploitation du silex lacustre oligocène inférieur de Haute-Saône durant le Néolithique. In J. Pélegrin & A. Richard (éds), Les mines de silex au Néolithique en Europe – Avancées récentes. Documents Préhistoriques, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 7, S. 179–240.

Deecke, W. (1933) Die Mitteleuropäischen Silices, nach Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung in der Prähistorie – Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Dercourt, J., Ricou, L-E. and Vrielynck, B.(Eds) (1993) Atlas Tethys Palaeoenvironmental Maps. Gauthier-Villars, Paris.

Flügel, E. (2004) Microfacies of carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application. Springer Pub., New-York.

Fröhlich, F. (1974) Nature, importance relative et place dans la diagenèse des phases de silice présentes dans les silicifications de craies du bassin océanique de Madagascar (Océan Indien) et du Bassin de Paris. Bulletin de la Société géologique de France, Série 7, vol. XVI, n°5, S. 498–508.

Gressly, A. (1838) Observations géologiques sur le Jura Soleurois – in Mémoire soc. Helvétique sc. Naturelles vol.2 ([4]5), Neuchâtel.

Haeusler, R. (1892) Notes sur la distribution des Lituolidés dans les terrains jurassiques de la Suisse. Mémoires de la Société Paléontologique Suisse, Bd. XIX.

Hafner, A. and Affolter, J. (in prep.) Rockview: Standardizing geochemical and geological methods for analysing prehistoric archaeological flint stone artefacts. Special Issue QI for the workshop organized within the SNF-Project «Mobilities, entanglements and Transformations in Neolithic societies on the Swiss Plateau».

Loetscher, C. (2015) Das jungsteinzeitliche Bergwerk «im Chalchofen» bei Olten (SO). Minaria Helvetica 36/2015, S. 22–34.

Mateiciucová, I. (2008) Talking Stones: the Chipped Stone Industry in Lower Austria and Moravia and the Beginnings of the Neolithic in Central Europe (LBK), 5700–4900 BC). Dissertationes Archaeologicae Brunenses/ Pragensesque, Brno.

Platt, N.H. and Wright, V.P. (1991) Lacustrine carbonates: facies models, facies distributions and hydrocarbon aspects. In: Anadon P., Cabrera Ll., Kelts K., 1991: Lacustrine Facies Analysis. International association of sedimentologists, Special publication n° 13, S. 57–74.

Přichystal, A. (2010) Classification of lithic raw materials used for prehistoric chipped artefacts in general and siliceous sediments (Silicites) in particular: the czech proposal. Archeometriai Mühely 2010/3, S. 177–181.

Purser, B. H. (1980) Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. Paris, Editions Technip, 2 Bände.

Schifferdecker, F. (1999) CH 4 Alle, Les Aiges/ Pré-au-Prince. In: Weisgerber, Weiner und Slotta (Red.); 1980; 5000 Jahre Feuersteinbergbau – Die Suche nach dem Stahl der Steinzeit Deutschen Bergbau-Museum – Bochum. Neue Auflage 1999, S. 443.

Schmid, E. (1982) Der neolithische Silex-Bergbau bei der Löwenburg (Pleigne JU). Archäologie Schweiz 5/2, S. 51–54.

Stow, D. A.V. (2008) Sedimentgesteine im Gelände – Ein illustrierter Leitfaden. Spektrum Akademischer Verlag- Springer, Heidelberg.

Turek, V., Marek, J. und Beneš, J. (1990) Fossilien- Handbuch und Führer für den Sammler. Natur Verlag im Weltbildverlag GmbH, Augsburg.

Weisgerber, G., Weiner, J. und Slotta, R. (Red.) (1999). 5000 Jahre Feuersteinbergbau – Die Suche nach dem Stahl der Steinzeit Deutschen Bergbau-Museum – Bochum. Ergänzte Neuausgabe der Ausgabe von 1980.

Ziegler, P.-A.(1956) Geologische Beschreibung des Siegfriedblattes Courtelary. Mat. Carte géol. Suisse, NF 102, Bern.

Zimmermann, A. (1995) Austauschsysteme von Silexartefakten in der Bandkeramik Mitteleuropas. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, Bd 26. Verlag Dr. Rudolf Habelt GmBH, Bonn.

Jehanne Affolter

Jehanne Affolter schloss ihr Magister in allgemeiner Geologie an der Universität von Rennes und ihr Master an der Universität von Dijon im Fach Sedimentologie-Paläontologie ab. Während des umfangreichen Neubaus der Autobahn A5 in Neuenburg begann sie, sich im Rahmen der archäologischen Begleitarbeiten mit dem Thema der Rohstoffherkunft von Silices aus paläolithischen Fundschichten zu beschäftigen. Als selbständig erwerbende Wissenschaftlerin arbeitete sie anschliessend für Archäologische Dienste weiterer Kantone und parallel dazu an einer Dissertation unter Mitbetreuung des Archäologischen Instituts der Universität Neuchâtel und der Ecole Pratique des Hautes Études in Paris. Als Rohstoffexpertin begutachtet sie heute archäologische Serien von Silices (archäologische Artefakten) in der ganzen Schweiz sowie in Frankreich und Deutschland. Sie ist auch an mehreren Untersuchungs-Projekten beteiligt (MET, PCR Alsace, Marais de Saint-Gond, PCR Val de Loire, Mesolithikum in Bayern).