

<b>Zeitschrift:</b>	Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte = Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie = Annuario della Società Svizzera di Preistoria e d'Archeologia
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte
<b>Band:</b>	72 (1989)
<b>Artikel:</b>	Aphanit : ein pseudowissenschaftlicher [i.e. pseudowissenschaftlicher] Begriff? : eine mineralogisch-petrographische Bilanz
<b>Autor:</b>	Diethelm, Inge
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-117204">https://doi.org/10.5169/seals-117204</a>

#### **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:** 24.02.2026

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

## Aphanit – ein pseudowissenschaftlicher Begriff?

### Eine mineralogisch-petrographische Bilanz

#### 1. Einleitung

Mineralogisch-petrographische Bestimmungen an Gesteinsmaterialien prähistorischer Artefakte geben dem Archäologen Informationen über Auswahl und Gewinnung von Rohmaterialien. Die Anfänge der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Erdwissenschaftlern und Archäologen reichen bereits bis in die Mitte des letzten Jahrhunderts zurück, es blieb jedoch meist bei Untersuchungen in lokal beschränktem Rahmen, das grosse Ziel engerer internationaler Zusammenarbeit wurde nicht erreicht<sup>1</sup>. In den letzten Jahren hat sich bei den Archäologen ganz allgemein ein vermehrtes Interesse an detaillierten mineralogisch-petrographischen Analysen von Gesteinsartefakten entwickelt, da man sah, dass das Erfassen möglicher Fernbeziehungen, z.B. der Import von Gesteinsmaterialien, auf den exakten Bestimmungen von Mineralien und Gesteinen und der daraus herzuleitenden Herkunft der verwendeten Rohmaterialien basiert. In einem zweiten Schritt können dann mit diesen Untersuchungsergebnissen, wenn sie in genügender Anzahl vorliegen, bei der Verwendung einer einheitlichen mineralogisch-petrographischen Nomenklatur die Materialien, deren Zusammensetzung und Herkunft, von Fundkomplexen näher oder weiter entfernter Gebiete miteinander verglichen werden. Auch in der Schweiz wurde in den letzten Jahren in vielen Arbeiten den Gesteinsmaterialien und ihrer Herkunft Beachtung geschenkt. Auf die Gesamtheit der bisher bekannten Rohmaterialien der Schweizer Stationen kann im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden. Ich beschränke mich im wesentlichen auf ein spezielles Gesteinsmaterial neolithischer Beiklingen. Dabei gehe ich vorwiegend auf Publikationen seit 1980 ein. Das Untersuchungsgebiet umfasst die West- und Nordwestschweiz, die nördlich und westlich daran anschliessende Franche-Comté und das deutsche und französische Gebiet des südlichen Oberrheins<sup>2</sup>. In diesen Gebieten findet man in unterschiedlicher Menge in den neolithischen Fundkomplexen neben den Steinbeiklingen aus Grüngestein solche aus einem anderen Material,

die durch ihre schwarze Farbe und grosse Feinkörnigkeit bereits bei makroskopischer Betrachtung auffallen. Zur Benennung des Gesteinsmaterials dieser Steinbeile wurde ein Name des letzten Jahrhunderts aus der archäologischen Literatur der Franche-Comté übernommen und in die moderne archäologische Literatur der Schweiz eingeführt, nämlich der Begriff «Aphanit». Es ist aus mineralogisch-petrographischer Sicht ein veralteter, schlecht und ungenau definierter Gesteinsname, der in den Erdwissenschaften eher ungebräuchlich war und schon lange nicht mehr verwendet wird. Als «Aphanit, der nicht Erscheinende»<sup>3</sup>, bezeichnete man ein Gestein ohne besondere Kennzeichen, dessen einzelne Mineralkomponenten wegen ihrer Kleinheit von blossem Auge nicht zu sehen sind<sup>4</sup>. Dies führte zu einer allgemeinen Begriffsverwirrung in der Benennung dieser speziellen Gesteine.

Ein Rückblick auf die Forschungsgeschichte soll zum besseren Verständnis für die heutige Situation führen.

Da die Forderung nach einer einheitlichen und differenzierten naturwissenschaftlichen Nomenklatur aufgestellt wird, ist eine kurze Orientierung über die Einteilung der Gesteine angebracht. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen (Ricq-de Bouard 1982; Diethelm 1983) ergaben für bisher als «Aphanit» bezeichnete Gesteine folgende Differenzierung: Es sind Tongesteine, Fleckschiefer, Grauwacken, Lydite und Tuffite. Diese verschiedenartigen Gesteine werden hier definiert und beschrieben mit dem Ziel, bei zukünftigen weiteren Gesteinsuntersuchungen als Grundlage Verwendung zu finden. Weiter werden die Probleme der Untersuchungen an diesen sehr feinkörnigen Gesteinen aufgezeigt. Um die Herkunft der Rohmaterialien eindeutig erkennen zu können, sollten Gesteinsbestimmungen in grösserem Rahmen, mit sehr viel mehr exakten mineralogisch-petrographischen Untersuchungen an breitgestreuten neolithischen Fundkomplexen vorgenommen werden. Dies könnte uns der Lösung des «Aphanit»-Problems näher bringen.

## 2. Forschungsgeschichte

### 2.1. «Aphanit» in der Franche-Comté und im südlichen Oberrheingraben

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts erfand der berühmte französische Mineraloge R.-J. Hauy den Namen «Aphanit» und bezeichnete damit einen kompakten Diorit, also ein mineralogisch gut bekanntes und definiertes magmatisches Gestein (s. Abschnitt 3).

Die Prähistoriker der Franche-Comté übernahmen diesen Namen und verwendeten ihn, nicht einheitlich, lokal als Sammelbegriff für eine Vielzahl mineralogisch sehr unterschiedlicher, vor allem auch sedimentärer Gesteine, die nur drei Dinge gemeinsam haben: sie sehen sehr ähnlich aus, sie wurden im Neolithikum und in der Bronzezeit als Beilmaterial verwendet und sie stammen vermutlich, aber nicht sicher, aus den Südvogesen. Als Definitionen galten damals: *Roche sans cristaux visibles à l'oeil nue = Faciès aphanitique, Roche de teinte sombre variant du gris-vert au gris anthracite.*

Deecke beschrieb 1925 zwei verschiedenartige schwarzgraue Gesteine als Steinbeil-Materialien des Neolithikums in Südbaden und im Südsass. Er bezeichnete sie nach den Befunden der Dünnenschliffuntersuchungen als «*kohlige Tonschiefer*» und «*kontaktmetamorphe Knotenschiefer*», beide aus den Vogesen und vielleicht auch aus dem Schwarzwald stammend (Deecke 1925). Er unterschied diese Tonschiefer und Knotenschiefer streng von dem ähnlich aussehenden Lydit (oder Kieselschiefer). Deecke verwendete den Namen «Aphanit» nicht.

In der Arbeit von Thévenin über das Neolithikum und Chalcolithikum der Gegend um Montbéliard wurden Artefakte aus «*quartzite micacé*» beschrieben, einem feinkörnigen schwarzen Gestein mit grauer Patina. Auch diese Bezeichnung basiert auf mineralogisch-petrographischen Untersuchungen des Gesteins. Bei ihm finden wir in Klammern die Ergänzung: *ou aphanite des ancien auteurs* (Thévenin 1961). Dieses Gestein sei als Beilmaterial in der Schweiz nicht bekannt.

Eine umfassende Dokumentation über den Aspekt neolithischer Ökonomie am Beispiel des «Aphanit» in der Franche-Comté und den angrenzenden Gebieten findet sich in der Publikation von J.-F. Piningre (Piningre 1974), die bezeichnenderweise den Titel «*Le problème de l'aphanite*» trägt. Er sieht als grosse Schwierigkeit die mangelnde exakte Definition des Namens. Piningre publizierte ein Inventar der «Aphanit»-Artefakte in der Franche-Comté und im Elsass und schliesst eine weitere Verbreitung als praktisch inexistent aus<sup>5</sup>.

Aus dem mineralogisch definierten Gesteinsnamen war nämlich im Laufe der Zeit, trotz den erwähnten Versuchen einer engeren systematischen Definition, z.B. bei Deecke, ein archäologischer Sammelbegriff für verschie-

dene Gesteine geworden, aber er blieb in der Anwendung geographisch noch auf das Gebiet der Franche-Comté und des südlichen Oberrheingrabens beschränkt. So verwendete z.B. A. Gallay (Gallay 1977) den Ausdruck Aphanit als Sammelbegriff für die schwarzen Gesteinsmaterialien der Steinbeile im Jura und in der Sâone-Ebene.

In den letzten Jahren wurde von Archäologen und Petrographen im Süd-Elsass nach neuen mineralogisch-petrographischen Untersuchungen wieder auf eine exakte Definition hingearbeitet. Heute versteht man dort unter Aphanit ausschliesslich ein gut erkennbares, schwarzes feinkörniges Sedimentgestein paläozoischen Alters (Oberdevon-Unterkarbon, ca. 350 Mio. Jahre) aus der

Abb. 1. Geologische Karte der Süd-Vogesen und des Süd-Schwarzwaldes (stark vereinfacht), Gesteinsproben und Steinbeile.

- Jura  
 Vogesen und Schwarzwald:  
 ■ 1. Kristallin, vor allem Granite und Gneise verschiedenen Alters  
 ■ 2. Paläozoische Schichten – Permo-Karbon

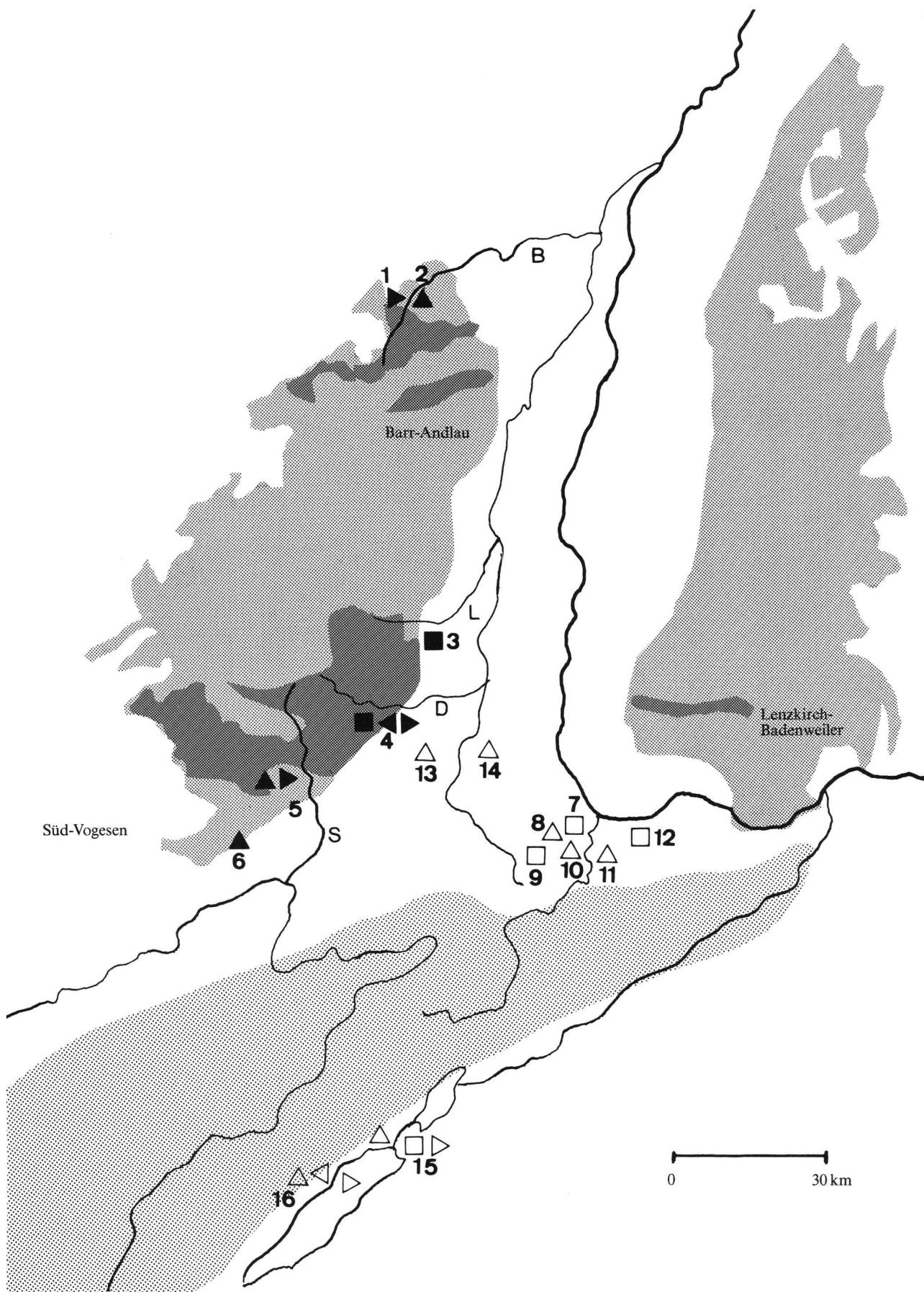
Flüsse: B = Breusch; D = Doller; L = Lauch; S = Savoureuse

#### Gesteinsproben:

▲ Tongestein	Tuffit
■ Fleckenschiefer	Tongestein
◀ Grauwacke	Fleckenschiefer
▶ Tuffit	Fleckenschiefer
1 Geröll Breusch	Grauwacke
2 Steinbruch Rothau	Tuffit
3 Geröll Lauch	Tongestein
4 Gerölle Doller	Tongestein
5 Gerölle Savoureuse	Tuffit
6 Steinbruch Chenebier	Tongestein

#### Steinbeile:

△ Tongestein	Fleckenschiefer
□ Fleckenschiefer	Tongestein
◀ Grauwacke	Fleckenschiefer
▷ Tuffit	Tongestein
7 Basel-Bruderholz	Fleckenschiefer
8 Benken BL	Tongestein
9 Burg im Leimental BE	Fleckenschiefer
10 Reinach BL	Tongestein
11 Gempen SO	Tongestein
12 Muttenz BL	Fleckenschiefer
13 Amertwiller	Tongestein
14 Bruebach	Tongestein
15 Hauterive NE	Tongestein
16 Auvernier NE	Fleckenschiefer
	Tuffit
	Tonschiefer
	Grauwacke
	Tuffit



Sedimenthülle der Südvogesen, das bei Lagerung im Boden eine typisch weissgraue Patina annimmt (Jeunesse und Flück, mündl. Mitt. 1987)<sup>6</sup>. Es handelt sich um das gleiche Gestein, das bei Deecke als «kohlinger Tonschiefer» und bei Thévenin als «quartzite micacé» bezeichnet wird (über das Problem der unterschiedlichen Nomenklatur s. Abschnitt 3). Alle anderen, ebenfalls zur Beiklingen-Herstellung verwendeten schwarzen Gesteinsarten sollten nicht als «Aphanit» bezeichnet, sondern mit ihrem eigenen Gesteinsnamen definiert werden, z.B. schistes noduleux, Lydit usw.

## 2.2. «Aphanit» in der Schweiz

In der Schweiz veranlasste 1902 Prof. J. Heierli die erste grosse Untersuchung an Steinwerkzeugen von «Pfahlbauten» an den Schweizer Seen. Es wurden ca. 100 prähistorische Werkzeuge und Vergleichsgesteine aus Gletscher- und Moränenablagerungen des nahegelegenen Mittellandes von A. Bodmer-Beder mineralogisch, petrographisch und chemisch untersucht (Bodmer-Beder 1902)<sup>7</sup>. Die Analysen erbrachten ein breites Spektrum von verwendeten Gesteinsmaterialien, die aber alle aus den lokalen Vorkommen stammen. In dieser Publikation wurden keine schwarzen Beile untersucht, zu dieser Zeit achtete man bei den Funden offensichtlich nicht auf Artefakte aus diesem Material.

Die nächste grosse Untersuchung machte 1945 Th. Hügi an neolithischen und bronzezeitlichen Steinwerkzeugen von Bielersee-Stationen und entsprechenden Vergleichsgesteinen (Hügi 1945). Er wies ebenfalls eine grosse Vielzahl von Gesteinsarten nach, darunter auch feinkörnige schwarze Gesteine, die von ihm als Glimmersandsteine bezeichnet wurden. Ihre Beschreibung entspricht feinkörnigen schwarzen Sedimentgesteinen («Aphanit»-ähnlich). Die Vorkommen aller untersuchten Gesteine konnten geologisch in der Umgebung nachgewiesen werden. Ein Gesteinsimport wurde daher von Hügi nicht angenommen.

1980 bearbeitete Ch. Willms die ca. 3300 Felsgestein artefakte der Cortaillod-Schichten von Twann BE (Willms 1980). Die Bestimmung der Rohmaterialien und deren Herkunft war zwar ein Teil der Arbeit, die mikroskopische Analyse wurde aber, vor allem aus Kosten gründen, auf ein Minimum beschränkt. So fertigte man bei den Untersuchungen für jede Gesteinskategorie als Beleg nur je einen Dünnschliff<sup>8</sup> an, die Gesteine wurden von Willms selber im Vergleich nur makroskopisch weiter untersucht. Er unterschied beim Gesteinsmaterial der Beiklingen in 1. lokales Rohmaterial und 2. Importmaterial. Das lokale Rohmaterial sei aus dem lokalen Gesteinsspektrum der würmeiszeitlichen Ablagerungen gewonnen worden. Als Importmaterial (Anteil am Gesamt

material je nach Schicht 0–25%) wurden dichte, homogene und feinkörnige schwarze Gesteine unterschiedlicher Art angesehen. Diese bezeichnete Willms gesamthaft als «Aphanit». Die Benennung basiert auf der Untersuchung einer einzigen Probe, die mit Röntgendiffraktion bestimmt wurde<sup>9</sup>. Für diese Probe ist folgende Analyse publiziert (Willms 1980, 95): «Material C, Struktur: dicht, homogen und feinkörnig (Sedimentgestein). Mineralbestand: Quarzit (x-ray). Gesteinsbezeichnung: «Aphanit». Herkunft: Massiv Central, Vogesen, Glarner Alpen?» Die Dünnschliffe der Gesteinsproben der Arbeit Willms konnte ich als Vergleich zu den Gesteinsanalysen in meiner Diplomarbeit untersuchen (Diethelm 1983, 81–83)<sup>10</sup>. Das Material C von Twann unterschied sich im Dünnschliff stark von dem Material meiner eigenen Proben schwarzen, feinkörnigen Gesteins. Bei der paläontologischen Untersuchung des Dünnschliffs<sup>11</sup> fanden sich Reste von Calpionellen, Schwammnadeln und Foraminifernschalen. Diese Einschlüsse beweisen sicher, dass gerade dieses Gestein aus dem alpinen Flysch<sup>12</sup> stammt, es konnte aus lokalem Moränenmaterial aufgesammelt werden. Es kann daher sicher nicht als Import aus den Vogesen angesehen werden, da Flyschgesteine dort nicht vorkommen. Paradoxe Weise ist gerade das Material dieses Steinbeils (von Willms als Grundlage für seine Import-Theorie angesehen) ein Beweis dafür, dass makroskopisch ganz ähnlich aussehende schwarze, feinkörnige Gesteine auch in den örtlichen Gesteinsvorkommen zu finden sind. Willms publizierte in seiner Arbeit eine Verbreitungskarte der Geräte aus Aphanit, die auf eigenen Erhebungen in verschiedenen Museen der Schweiz, z.T. auf Literaturangaben und z.T. auf der Interpretation von Photos beruhte (Willms 1980, Taf. 42). Die Richtigkeit dieser Karte möchte ich aus den erwähnten Gründen stark in Zweifel ziehen.

1982 untersuchte M. Ricq-de Bouard das Gesteinsmaterial der geschliffenen Steinbeile und andere Geräte aus dem Neolithikum (Cortaillod) von Auvernier (Neuenburgersee) (Buret et Ricq-de Bouard 1982). Die Rohstoffe wurden nach makroskopischen Aspekten klassifiziert und mit ausgewählten Dünnschliffen petrographisch genauer definiert. Auch hier ergaben sich wieder verschiedene Gruppen von Gesteinen, die alle in den Moränenschottern der Umgebung gefunden werden können. Es blieb aber eine Restgruppe schwarzer, feinkörniger, makroskopisch nicht unterscheidbarer Gesteine verschiedener Art: Grauwacken, Metagrauwacken, Shales (s. Abschnitt 4.4.) und Tuffite. Es sind genetisch und in der Mineralzusammensetzung sehr verschiedene Gesteine. Sie alle wurden unter dem Sammelbegriff «Aphanit» zusammengefasst. Ihr Anteil am Gesamtmaterial betrug 7%. Die Herkunft der Gesteine wurde nicht völlig geklärt. der Vergleich der Dünnschliffe ergab grosse Ähnlichkeiten mit Gesteinen aus der Franche-Comté. Trotzdem konnte die Bearbeite-

rin ein Vorkommen in den lokalen Schottern nicht völlig ausschliessen und verwies die Frage des Importes auf weitere Untersuchungen.

1983 untersuchte ich selber 496 neolithische Steinbeile der West- und Nordwestschweiz aus dem Bestand des Museums für Völkerkunde Basel<sup>13</sup>. Im Fundmaterial der Westschweizer Seen bestanden die Beilklingen zu 93% aus Grüngesteinen<sup>14</sup>, zu 5,3% aus diversen anderen und zu 1,7% aus schwarzen feinkörnigen Gesteinen. Die letzteren wurden damals aus museumstechnischen Gründen leider nicht weiter bearbeitet. Die Grüngesteine entsprachen dem aus den Publikationen<sup>15</sup> bekannten Gesteinsspektrum im Gebiet der Westschweizer Seen und stammen aus den nahegelegenen würmeiszeitlichen Ablagerungen. Das Rohmaterial der Steinbeile aus der Nordwestschweiz war jedoch konträr zusammengesetzt. 78,4% bestanden aus feinkörnigen schwarzen Gesteinen, nur 18,5% waren Grüngesteine und ein Rest von 3,1% unbestimmt (Abb. 2). Am Dünnschliff und mit Röntgendiffraktionsverfahren wurden 7 Steinbeile aus diesen schwarzen Gesteinen untersucht<sup>16</sup>. 3 Beile bestanden aus quarzhaltigen Tongesteinen («Aphanit»), 4 aus kontaktmetamorphen Tongesteinen, Fleckenschiefer (= Schistes noduleux). Die Aufschlüsse<sup>17</sup> in den paläozoischen Schichten (Paläozoikum = Erdaltertum) der Vogesen sind sehr schlecht, doch konnte ich in den Schottern der Doller, der Lauch und der Breusch (Abb. 1) die gleichen Gesteine in 10 Proben und im anstehenden Gestein von Chenebier und Rothau in 4 Proben nachweisen. Auch zwei Beilfragmente von Amertwiller und Bruebach<sup>18</sup> bestanden nach Dünnschliffanalysen aus den gleichen Gesteinen. Damit ist für die Region Basel nachgewiesen, dass zur Herstellung der Steinbeile im Neolithikum zu einem grossen Teil Gesteine aus den Südvogesen Verwendung fanden. In welcher «Form» diese Beile in unsere Region gelangten, ob sie am Verwendungsort hergestellt wurden, ist nicht untersucht worden. Dazu müsste ein besseres Fundmaterial aus Grabungen zur Verfügung stehen, die Steinbeile der Museumsbestände in Basel sind als alte Oberflächenfunde ungeeignet.

1987 erschien der Vorbericht über die Cortaillod-Siedlung Hauterive NE-Champréveyres (Neuenburgersee) (Burri et al. 1987). Das Gesteinsmaterial der Artefakte wurde nach den Kriterien der Arbeit von C. Buret untersucht, um Vergleiche mit Auvernier zu ermöglichen. Es konnte in zwei Gruppen, in Silex und «roche verte» unterteilt werden. Die Gruppe der «roches vertes», 1351 Stück, umfasst alle Felsgesteinarten einschliesslich 52 Stück schwarzer feinkörniger Varianten. Diese werden als «Aphanit» im weiteren Sinn bezeichnet (3,8% des Materials). Von 10 dieser «Aphanit»-Beilklingen konnten Dünnschliffe hergestellt und untersucht werden<sup>19</sup>. Ohne der kommenden Publikation voreignen zu wollen, kann ich sagen, dass sich ähnliche Resultate ergaben, wie sie

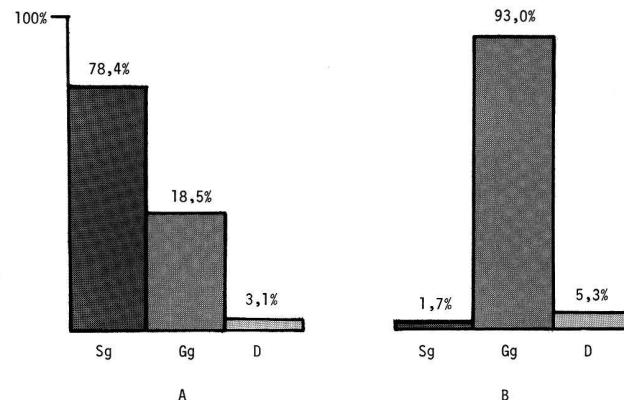


Abb. 2. Fundgruppe Nordwestschweiz (A) (194 Klingen) und Fundgruppe Westschweizer Seen (B) (302 Klingen): Landschaftliche Besonderheiten. Sg: Schwarzgesteine; Gg: Grüngesteine; D: Diverse. Nach Diethelm 1983, 109.

auch Ricq-de Bouard bei dem Material von Auvernier erhielt. Das Beilklingenmaterial bestand aus quarzhaltigen unmetamorphen Tongesteinen, metamorphen Tongesteine und Tuffiten<sup>20</sup>. Alle diese Gesteine sind den Vergleichsgesteinen der Südvogesen sehr ähnlich. Ich kann beim heutigen Forschungsstand aber nicht ausschliessen, dass solche Gesteine auch in den Schottern und Moränen im Schweizer Mittelland vorkommen können.

Ich möchte als letztes Beispiel für die Verwendung des Namens «Aphanit» als archäologischen Sammelbegriff eine Publikation erwähnen, obwohl die Fundstelle ausserhalb des geographischen Rahmens dieser Arbeit liegt. In der Monographie über die neolithischen und bronzezeitlichen Ufersiedlungen von Zürich-Mozartstrasse bearbeitete B. Ruckstuhl (Ruckstuhl 1987) die Beilklingen (717 Stück). Sie hatte Material aus einer Grabung zur Verfügung, deren Schichten gut stratifiziert waren. So konnte sie die Entwicklung der Rohmaterialauswahl für Beilklingen in einem Zeitraum von mehr als 2000 Jahren bei gleichbleibenden Umweltbedingungen erfassen. Sie definierte für die Rohmaterialien makroskopisch 12 Materialklassen, die exemplarisch in 1–3 Stichproben mit Dünnschliffen oder mit XRD-Methoden (Röntgen) petrographisch bestimmt sind. Alle Gesteine konnten in der Gegend um Zürich gefunden werden, mit einer Ausnahme: dem Material von 74 Beilklingen aus schwarzen feinkörnigen Gesteinen. Mehrere dieser Beilklingen sind im Dünnschliff als Lydit bestimmt worden und fallen nach Meinung der Autorin archäologisch unter dem Begriff «Aphanit»<sup>21</sup>.

### 3. Einteilung der Gesteine

Zum besseren Verständnis der folgenden Darlegungen seien hier kurz einige mineralogisch-petrographische Grundbegriffe erläutert. Die meisten Gesteine können nach ihrer Bildungsweise in drei Hauptgesteinssgruppen eingeteilt werden. Die erste umfasst die magmatischen Gesteine, die Magmatite, die durch die Erstarrung von geschmolzenem, oder wenigstens grösstenteils geschmolzenem, Gesteinsmaterial entstehen. In der zweiten Gruppe sind die sedimentären oder Ablagerungsgesteine, die Sedimentite zusammengefasst, die auf der Zerstörung bereits vorhandener Gesteine beliebiger Art beruhen. Das dabei anfallende Material wird in fester oder gelöster Form transportiert, durch chemisch-biogene Prozesse ausgefällt und an anderer Stelle abgelagert. Die letzte Gruppe enthält die metamorphen oder Umwandlungssteine, die Metamorphite, die unter erheblich veränderten Druck- und Temperaturbedingungen beträchtliche Veränderungen im Mineralbestand, gegebenenfalls auch im Chemismus und im Gefüge durchmachen, wobei die Vorgänge (weitgehend) im festen Zustand ablaufen. Einige Gesteine freilich passen nicht ohne weiteres in die drei grossen Gruppen. Sie nehmen Übergangspositionen ein. Es sind die Pyroklastite oder vulkanische Tuffe im weiten Sinne und die Migmatite, die Mischgesteine (Abb. 3).

Ein Gestein ist definiert als ein Gemenge chemisch gleicher oder unterschiedlich zusammengesetzter Mineralkörper. So erfolgt zur weiteren Charakterisierung der Gesteine die Untersuchung der Mineralien. Art (Morphologie, Eigenfarbe, Gitterstruktur) und mengenmässiger Anteil der Komponenten sowie deren räumliche Anordnung (Gefüge) sind die entscheidenden Kriterien, nach denen die Gesteine im einzelnen klassifiziert werden. Zur Beschreibung kann man die Eigenschaften eines Gesteins unterteilen in solche, die bereits makroskopisch (mit der 10fachen Lupe) zu beobachten sind und andere, die sich nur mikroskopisch erfassen lassen. Zur mikroskopischen Untersuchung ist ein Dünnschliff herzustellen; das ist ein auf ein Glas (Objektträger) aufgeklebtes und dann auf 0,03 mm Dicke heruntergeschliffenes Gesteinsplättchen. In dieser Dicke sind die meisten Mineralien, abgesehen von den opaken, durchsichtig. Zur Untersuchung benötigt man ein Polarisationsmikroskop, das im Unterschied zu den sonst üblichen Instrumenten Polarisationsfilter enthält (zur Umwandlung von normalem in polarisiertes Licht). In bestimmter Stellung wird dadurch die Farbe der Mineralien im Dünnschliff verändert, gerade diese Veränderung stellt ein wesentliches messbares Merkmal für die Mineralbestimmung dar.

Der derzeitige Kenntnisstand in der Petrographie beruht zu einem sehr grossen Teil auf diesen mikroskopischen Methoden. Zu exakter Gesteinsbestimmung schliessen sich daher an die makroskopischen die mikro-

skopischen und bei Bedarf weitere physikalisch-chemische Untersuchungen<sup>22</sup> an.

Die magmatischen Gesteine entstehen durch Abkühlung und Erstarrung von Gesteinsschmelzen, Plutonite in der Tiefe, Vulkanite an der Erdoberfläche. Im Normalfall ist dieser Vorgang mit der Kristallisation verschiedener Mineralien verbunden, ausnahmsweise erstarrt die Schmelze auch ganz oder teilweise zu natürlichem Glas (z.B. Obsidian). Magmatite sind auf der Erde weit verbreitet, sie sind relativ gut erforscht und man hat sich in den letzten Jahrzehnten auf eine international anerkannte Nomenklatur nach dem Mineralbestand geeinigt<sup>23</sup>. Porphyr, Granit, Diorit, Obsidian und Tuffit sind Beispiele für vom prähistorischen Menschen verwendete Magmatite.

Zu den Sedimentiten gehören die Sedimente und die festen Sedimentgesteine; die letzteren interessieren uns hier als Steinbeilmaterial.

Die Sedimentgesteine gehen aus der Zerstörung bereits existierender Gesteine aller Art durch physikalische, chemische und biogene Verwitterungsvorgänge hervor. Abtransport, spätere Ablagerung und/oder Ausfällung der dabei entstehenden Gesteins- und/oder Mineralpartikel, Wegfuhr von Stoffen und Wiederausfällung bilden lockere Sedimente, die durch Bindemittel oder Kompaktion wieder zu einem festen Gestein werden. So entsteht eine Vielfalt an Gesteinen komplizierter Zusammensetzung, die dazu noch, je nach Ablagerungsbedingungen in kleinem Bereich (mm/cm) ändern kann. Man kann sie nach genetischen oder nach deskriptiven Merkmalen einteilen (s. Abschnitt 4.4.). Die Sedimentgesteine bilden weniger als 10% der Erdkruste, bedecken aber z.T. als dünne Haut ca. 75% der Kontinente. Tongesteine, Grauwacken und Lydite sind Beispiele für vom prähistorischen Menschen verwendete Sedimentgesteine.

Metamorphe Gesteine entstehen aus Magmatiten und Sedimentiten, wenn auf diese in festem Zustand erhebliche, länger anhaltende Druck- und Temperaturerhöhungen einwirken. In den letzten Jahrzehnten haben weltweit ausgedehnte Forschungen über Metamorphose-Erscheinungen stattgefunden, man hat sich dabei auf eine einheitliche Nomenklatur geeinigt. Bei der Auffaltung der Alpen wurden viele Metamorphite gebildet. Es erstaunt nicht, dass sie in der Schweiz häufig als Material prähistorischer Geräte verwendet wurden. Der grösste Teil der in der Archäologie als «Grüngesteine» bezeichneten Gesteine gehört in diese Gruppe. Wenn ein Magma intrudiert oder an der Oberfläche ausfliesst, werden die Nebengesteine mehr oder weniger verändert. Diese Kontaktzonen können wenige Millimeter oder einige Kilometer mächtig sein. Ein Beispiel von Gesteinen dieser Kontaktmetamorphose sind die Fleckenschiefer (schistes noduleux).

## 4. «Aphanit» aus mineralogisch-petrographischer Sicht

Befragt der Archäologe den Erdwissenschaftler nach Artefaktmaterialien, so wünscht er sich eine klare Auskunft über das Gestein und seine Herkunft. Diese Antwort ist aber meistens nicht so einfach und eindeutig zu geben, was dann häufig den Archäologen enttäuscht und ihn resignieren lässt. Da die makroskopische zerstörungsfreie Betrachtung nur eine generelle Einteilung in Gesteinsklassen und keine Bestimmung des Einzelgestein und seiner Herkunft ermöglicht, ist meistens eine mikroskopische Untersuchung nötig. Man benötigt dazu eine kleine Gesteinsprobe. Es gibt heute eine elegante materialschonende Methode, mit der man einen 8–10 mm weiten, runden Kern aus dem Artefakt bohrt und so seine Form nicht beeinträchtigt<sup>24</sup>. Vor allem bei feinkörnigen Gesteinen oder/und angewitterter Gesteinoberfläche (Patina), sollte der mikroskopischen noch eine physikalisch-chemische Analyse folgen.

### 4.1. Makroskopische Beschreibung

#### 4.1.1. Tongestein<sup>25</sup>

Das dichte Gestein ist dunkel schwarz-grau, mit stumpfem Glanz. Bei der Lagerung im Boden ist es oft ganz oder teilweise mit einer hell-grauen Patina überzogen. Es ist so feinkörnig (kryptokristallin bis mikrokristallin), dass keine einzelnen Mineralkörper zu erkennen sind. Manchmal ist eine feine Schieferung festzustellen, dann sieht auch die Patina wie schwach gestreift aus. Kalk fehlt, mit Salzsäure ist keine Reaktion festzustellen.

#### 4.1.2. Flecken- oder Knotenschiefer<sup>26</sup>

Das dichte Gestein ist schwarz, matt und bei Lagerung im Boden ohne Patinabildung.

Das Material ist wie die Tonschiefer, aus denen es entstanden ist, so feinkörnig, dass keine Mineralkörper zu erkennen sind. Streicht man jedoch mit der Fingerkuppe über das Gestein, so spürt man eine feine, körnige Rauheit der Oberfläche, die typisch ist und von der metamorphen Veränderung des Mineralverbandes verursacht wird (s. Abschnitt 4.2.).

Auch hier ist mit Salzsäure keine Reaktion festzustellen.

#### 4.1.3. Grauwacken, Lydite und Tuffite<sup>27</sup>

Sehr feinkörnige schwarze Grauwacken, Lydite und feinkörnige schwarze Tuffite sehen makroskopisch den Tongesteinen sehr ähnlich. Auch sie geben mit Salzsäure keine Reaktion.

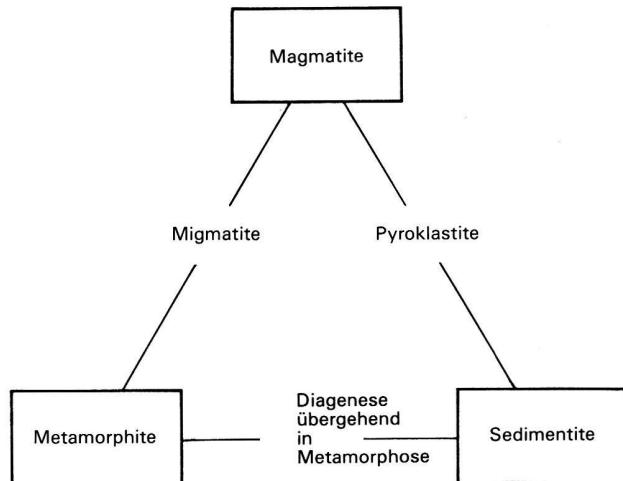


Abb. 3. Hauptgruppen der Gesteine nach Dietrich u. Skinner 1984, 19, Abb. 1.2

#### 4.1.4. Patina<sup>28</sup>

Jede Patina ist ein Verwitterungsprodukt, aber nicht jede Art von Verwitterung erzeugt eine Patina (Bäsemann 1987, 2). Als Patina bezeichnet man die dünne Verwitterungsschicht auf dem Gestein, die mechanisch und durch Salzsäure nicht entfernt werden kann. Es gibt im Boden verschiedene Verwitterungsscheinungen, die Patina erzeugen können. Meist wirken einige Faktoren zusammen. Man kennt weiße, farbige und Glanzpatina. Auf den Tonschiefern kann bei Lagerung im Boden eine weiße Patina entstehen. Diese Bildung erklärt man aus dem Gehalt an Bitumen, einer kohlenwasserstoffhaltigen Verbindung aus zersetzen Organismen, die durch Erhitzen und Verwitterung verschwinden kann.

Über die Entstehung der Patina bei der Verwitterung von Lydit gehen die Meinungen auseinander<sup>29</sup>.

Für Grauwacken und Tuffite gibt es keine Beobachtungen an Artefakten. Ganz allgemein ist in Seeufersiedlungen eine viel geringere Patinierung der Steinbeile zu beobachten als bei den Oberflächenfunden im Südsass. Dort ist die Patina bei Tonschieferbeilen ein erstes Erkennungsmerkmal. Zu diesen unterschiedlichen Verwitterungsscheinungen gibt es bisher noch keine systematischen Untersuchungen.

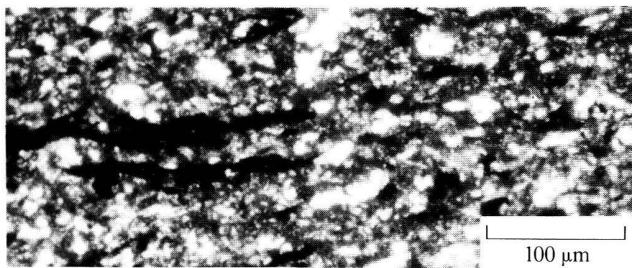


Abb. 4. Dünnschliff Tongenstein. Steinbeil Inv.Nr. 3526. Beschreibung siehe 4.2.1.

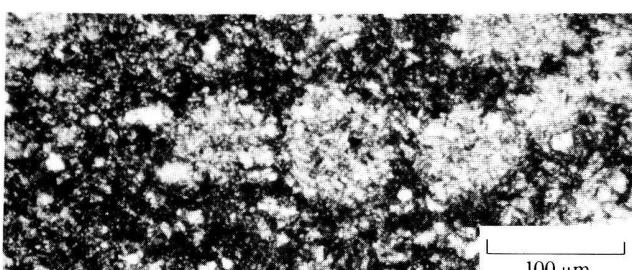


Abb. 5. Dünnschliff Fleckenschiefer. Steinbeil Inv.Nr. 21995. Beschreibung siehe 4.2.2.

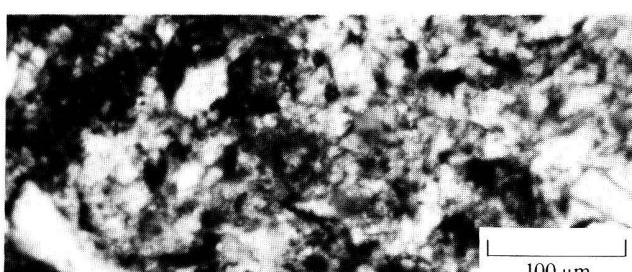


Abb. 6. Dünnschliff Grauwacke. Vogesensammlung. Beschreibung siehe 4.2.3.

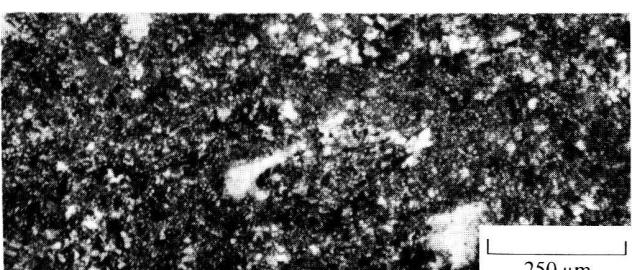


Abb. 7. Dünnschliff Lydit. Vogesensammlung. Beschreibung siehe 4.2.3.

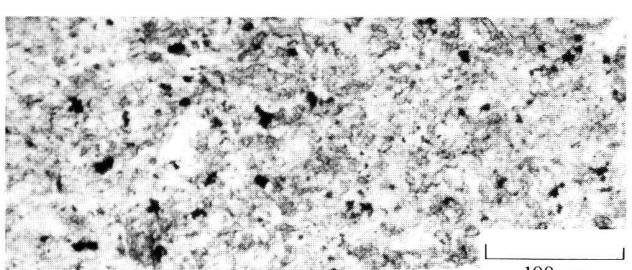


Abb. 8. Dünnschliff Tuffit. Vogesensammlung. Beschreibung siehe 4.2.3.

#### 4.2. Mikroskopische Untersuchungen am Dünnschliff

##### 4.2.1. Tongenstein (Abb. 4)

Der Mineralbestand setzt sich aus Quarz, Glimmer, toniger Matrix, Erzkörnern und Akzessorien zusammen. Die Mineralkomponenten sind sehr feinkörnig. Die Korngrößen liegen je nach Präparat bei 0,03–0,05 mm und weniger. Durch das dunkle Pigment der Matrix ist die Lichtdurchlässigkeit schlecht. Gerundete Quarzkörner und längliche Glimmerplättchen liegen in einer eisenreichen tonigen Matrix. Feldspat konnte nicht sicher bestimmt werden. Man erkennt eine schwache oder stärkere Paralleltextur, Lagen, in denen die Quarzkörner dichter gepackt sind, und Lagen, in denen die tonige Matrix dunklere Verfärbung zeigt.

##### 4.2.2. Flecken- oder Knotenschiefer (Abb. 5)

Der Mineralbestand ist der gleiche wie bei den Tonschiefern, Quarz, Glimmer, tonige Matrix und Erzkörpern. Die Mineralkomponenten sind als helle Flecken in dunkler Matrix angeordnet. Diese Flecken sind bis zu 0,15 mm gross, sie sind eine Folge der Kontaktmetamorphose der Tonschiefer mit dem Magma. Neugebildeter Cordierit fixiert die Pigmentierung und lässt die Struktur nach seiner Auflösung als Pseudomorphose zurück. In weniger veränderten Teilen des Gesteins bleibt die ursprüngliche Struktur erhalten.

##### 4.2.3. Grauwacken, Lydite und Tuffite (Abb. 6–8)

Grauwacken zeigen im Dünnschliff ein sehr uneinheitliches Bild. Die Mineralkomponenten und Gesteinsbruchstücke sind unterschiedlich gross. Häufig sind schlecht gerundete Feldspatklasten. Die Matrix besteht häufig aus dunklen Tonen. Mit Tonschiefern können nur sehr feinkörnige Grauwacken verwechselt werden.

Lydite sind sehr feinkörnig; sie enthalten dichtgepackte Quarzkörner in einer Matrix. Die Kieselsäure stammt aus dem Kieselskelett der Radiolarien einzelliger Tiere, die in Bruchstücken manchmal im Dünnschliff noch zu erkennen sind.

Tuffite sind so feinkörnig, dass im Dünnschliff keine Mineralkörper zu erkennen sind.

Die Bestimmung des Mineralbestandes muss röntgenographisch vorgenommen werden.

#### 4.3. Untersuchungen mit Röntgendiffraktion am Pulverpräparat (Abb. 9)

Methode: Verwendet wurde ein Phillips-Diffraktometer mit Cu-Strahlung (40 kV, 30 mA, Ni-Filter). Eine quantitative Analyse wurde nicht angestrebt. Untersucht wurden nur Tongesteine und Flecken- oder Knotenschiefer.

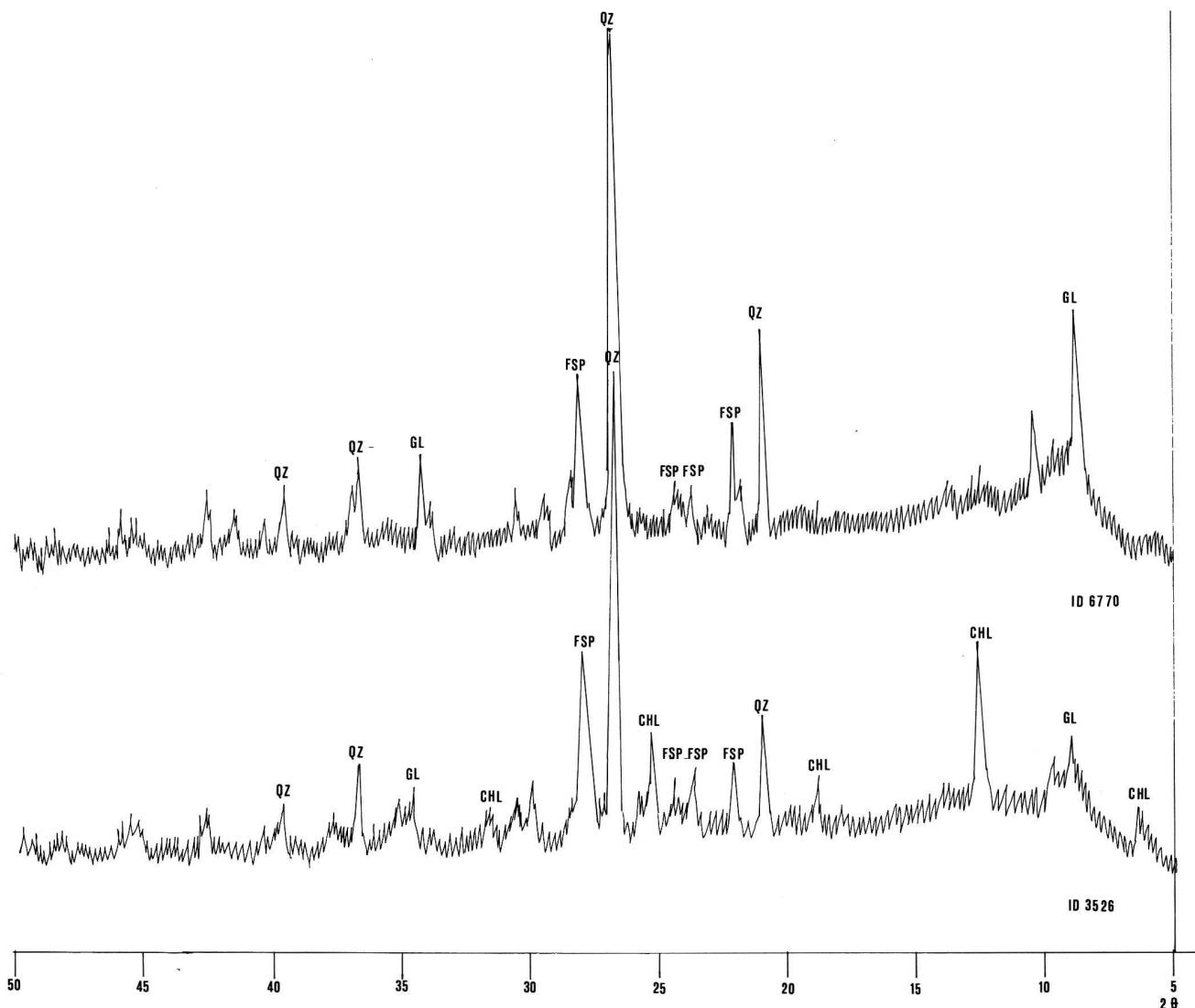


Abb. 9. 2 Röntgendiffraktogramme: Debye-Scherrer-Pulveraufnahme.

Abszisse: Beugungsspektrum; Ordinate: Intensität. Qz: Quarz; Fsp: Feldspat; Chl: Chlorit; Gl: Glimmer. Proben: Steinbeil Inv.Nr. 3526, Tongestein; Steinbeil Inv.Nr. 6770, Fleckenschiefer. Nach Diethelm 1983, 77.

#### 4.3.1. Tongestein und Fleckenschiefer

Die Röntgendiffraktogramme der Tongesteine und der Fleckenschiefer stimmten im Mineralbestand mit den Ergebnissen der Dünnschliffuntersuchung völlig überein. Dies zeigt, dass trotz der grossen Feinkörnigkeit des Gesteins im Dünnschliff alle Mineralien erkannt werden konnten.

#### 4.4. Klassifikation

Bei Untersuchungen von Sedimentgesteinen treten verschiedene Probleme auf, was ihre Klassifikation erschwert.

a. Da die Sedimentite aus der Zerstörung bereits existierender Gesteine aller Art durch physikalische, chemische und biogene Verwitterungsvorgänge entstanden

sind, Abtransport, spätere Ablagerung, Wegfuhr von Stoffen und Wiederausfällung nochmals neue Veränderungen mit sich brachten, entstand eine Vielfalt von Gesteinsarten, deren komplizierte Zusammensetzung dazu noch im mm-cm-Bereich ändern kann. Die Paläozirkulationssysteme, die während der Ablagerung wirksam waren, sind noch weitgehend unbekannt.

- b. Die uns interessierenden Sedimentgesteine stammen aus sehr alten paläozoischen Gesteinsschichten.
- c. Diese Sedimentgesteine sind sehr feinkörnig, was die mikroskopische Untersuchung erschwert.
- d. Die Sedimentgesteine ganz allgemein wurden in der mineralogisch-petrographischen Forschung lange Zeit vernachlässigt, es gibt erst seit den letzten Jahren Ansätze einer neuen Definition<sup>30</sup>. Die genetische und die deskriptive Klassifikation werden aus praktischen Gründen, je nach Fragestellung, angewendet.

Im deutschsprachigen Bereich ist bis heute die Gliederung der Sedimentgesteine in vier Hauptgruppen bei den meisten Autoren genetisch ausgerichtet, nämlich in:

1. Klastische oder mechanische Sedimentgesteine  
Sandstein, Grauwacken, Siltstein, Tonstein und Schieferfoton
2. Chemisch-biogene Sedimente und Ausscheidungsgesteine  
Kalksteine, Kieselkalk, Kieselgesteine: Radiolarit (Lydit)
3. Kaustobiolithe oder organische Sedimentgesteine  
Bituminöse Gesteine
4. Residualsedimente  
Böden

In der neuen englischen Sediment-Literatur werden alle feinkörnigen tonigen Sedimente und Sedimentgesteine, die mehr als 50% terrigene klastische Komponenten kleiner als 0,062 mm enthalten, unter den Namen «shale» zusammengefasst. Diese Definition wird, wie in den Erdwissenschaften üblich, als englisches Wort unübersetzt verwendet. Darunter fallen Gesteine, die man bisher als Lutit, Psammit, toniges Sediment, Lehm, Silt, Siltstein, Tonschiefer, Argillit, Phyllit usw. bezeichnete (Abb. 10).

#### 4.4.1. Tongestein

Tongestein ist genetisch ein klastisches Sedimentgestein. Man nennt es Shale nach dem Mineralbestand und der Textur, je nach seiner Ausprägung ist es ein laminated siltstone oder ein quartz argillite.

#### 4.4.2. Flecken- oder Knotenschiefer

Der Fleckenschiefer ist ein kontaktmetamorph entstandenes Gestein. Man nennt es Shale nach dem Mineralbestand und der Textur, quartz slate nach dem Metamorphosegrad.

#### 4.4.3. Grauwacken

Grauwacken sind klastische Sedimentgesteine, d.h. Sandsteine, die zu mehr als 25% aus Feldspatklasten, sonstigen Mineral- und Gesteinsbruchstücken zusammengesetzt sind. Die Matrix besteht meist aus dunklen Tonen.

#### 4.4.4. Lydite

Lydite sind chemisch-biogene Sedimentgesteine, schwarze Radiolarite paläozoischen Alters. Lydite sind durch ihre Genese keine Shales.

#### 4.4.5. Tuffite

Die Tuffite gehören zu den Vulkaniten, also zu den magmatischen Gesteinen.

#### 4.5. Schlussfolgerungen

Die Rohmaterialien neolithischer Steinbeile, die in der archäologischen Literatur unter dem Begriff «Aphanit» zusammengefasst werden, gehören aus mineralogisch-petrographischer Sicht unterschiedlichen Gesteinsklassen an. Ohne exakte Gesteinsbestimmung und systematische geologische Aufschlusslokalisierung bleibt die Gesteins-Klassifikation und Herkunftsbestimmung spekulativ. Eine einheitlich gehandhabte Materialansprache, die zwar mit Zeit- und Finanzaufwand verbunden ist, ausserdem eine gewisse Beschädigung des Artefaktes, die die Probennahme mit sich bringt, sind unumgänglich.

Breit abgestützte Untersuchungen im grösseren Rahmen an einer Vielzahl von Gesteinsmaterialien möglichst vieler Fundkomplexe ermöglichen es uns, das Problem der Fernkontakte im Neolithikum besser zu verstehen.

Für schwarze feinkörnige Steinbeilrohmaterialien wird analog zum Begriff Grüngestein der Sammelbegriff Schwarzgestein vorgeschlagen, der keine mineralogisch-petrographische Aussage mehr enthält. Der Archäologe kann damit arbeiten, ohne den naturwissenschaftlichen Analysen vorzugreifen. Unterschiede der Materialzusammensetzung verschiedener Fundkomplexe können beschrieben werden, ohne dass der falsche Eindruck entsteht, es lägen mineralogisch-petrographische (Gesteinszusammensetzung) oder geologische (Herkunftsbestimmung) Untersuchungsergebnisse vor. Den pseudowissenschaftlichen Ausdruck «Aphanit» sollte man auch in der Archäologie fallenlassen, wie es die Erdwissenschaften schon lange getan haben.

Werden Gesteinsbestimmungen vorgenommen, so sollte man zur Charakterisierung der Gesteine die mineralogisch-petrographische Bezeichnung verwenden. Eine exakte Beschreibung der Mineralzusammensetzung und Textur des Gesteins, wenn möglich eine Photographie des Dünnschliffs, sollte auch in der archäologischen Literatur publiziert werden können<sup>31</sup>.

Nur für wenige Steinbeile aus schwarzen feinkörnigen Gesteinen von Fundorten der West- und Nordwestschweiz konnte bisher die Zusammensetzung und die Herkunft des Rohmaterials eindeutig nachgewiesen werden (Abb. 1).

Abschliessend sei mir eine Bemerkung zum «Aphanit» frei nach Deecke (Deecke 1925, 8) erlaubt. «Schwarze Steinbeile sind bis in die moderne Zeit Objekte menschlichen Aberglaubens geblieben. Sie schützen das Vieh und halten den Blitz ab. In der Tasche mitgetragen bewahren sie vor Unglück. Sollte dies mit ihrer ‹Teufelsfarbe› zusammenhängen?»

#### 4.6. Zur Herkunft des Rohmaterials

Wir können bei der geologischen Aufschlusslokalisierung von den heutigen Verhältnissen an der Oberfläche nur schlecht auf die Möglichkeiten der Rohmaterialbeschaffung, z.B. in Steinbrüchen, im Neolithikum schließen. Ein gewisser Unsicherheitsfaktor, hervorgerufen durch die inzwischen erfolgte Oberflächenveränderung, bleibt bestehen. Aus der geologischen Literatur, im Gespräch mit Fachleuten<sup>32</sup> und in eigenen mineralogisch-petrographischen Vergleichsstudien ergab sich folgende Situation für die hier interessierenden verschiedenenartigen schwarzen feinkörnigen Gesteine.

Im Devon und Unterkarbon Europas treten Gesteinsserien mit mehr oder weniger metamorphen Tonschiefern, Grauwacken und Kieselschiefern in verschiedenen Gebieten weit verbreitet auf<sup>33</sup>.

Als Liefergebiete für unsere Rohmaterialien kommen jedoch in erster Linie die am nächsten gelegenen Vorkommen der Vogesen, des Schwarzwaldes und der Alpen in Frage.

Die paläozoischen Sedimentserien des Grundgebirges der Vogesen und des Schwarzwaldes treten in verschiedenen Arealen an die Oberfläche. Sie kommen sowohl in einem Bogen am Südrand der Vogesen vor, wie auch in der Region von Barr-Andlau und in der Überschiebungszone von Lenzkirch-Badenweiler im südlichen Schwarzwald (Abb. 2). Sie sind häufig tektonisch gestört und verfaltet, z.T. metamorph überprägt. Sie enthalten Gesteinsserien aus vor allem dunklen Gesteinen, Grauwacken, Tonschiefer, Metavulkanite, Quarzite und Lydite. Kontaktmetamorph kommen Knotenschiefer und Hornfelse vor.

Im Schwarzwald ist diese paläozoische Zone noch relativ schlecht bekannt. Für die Gesteinsserien in den Vogesen ist der Forschungsstand besser. Die Kontaktzone von Barr-Andlau wurde schon Ende des letzten Jahrhunderts zum ersten Mal beschrieben (Rosenbusch 1877; Cogné 1961). Die Gesteinsaufschlüsse in den paläozoischen Schichten sind leider schlecht, die Gesteine sind aber in den Schottern der Flüsse am Vogesensüdfuss als Gerölle zu finden. Für die Nordwestschweiz zeigen die Ergebnisse der Dünnschliffanalysen und der Röntgendiffraktogramme von Steinbeilen aus Tongestein und Fleckenschiefer mit den von mir aufgesammelten Gesteinsproben aus den Vogesenflüssen und den anstehenden Gesteinen Übereinstimmung. Damit ist nachgewiesen, dass zur Herstellung der Steinbeile in der Nordwestschweiz im Neolithikum Tongesteine und Fleckenschiefer aus den Südsvogesen verwendet wurden. Ob auch Lydite, feinkörnige Grauwacken und Tuffite aus den Südsvogesen und weitere schwarze Gesteine aus dem Schwarzwald sowie alpine Gesteine der Rheinschotter als Steinbeilmaterialien in der Nordwestschweiz vorkommen, ist noch nicht untersucht worden.

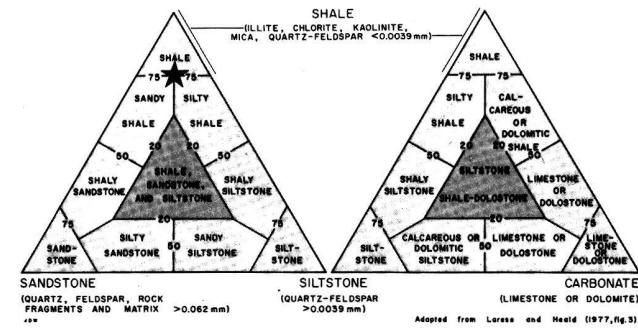


Abb. 10. Klassifikation von Shale: Stern = Tongestein. Nach Potter et al. 1980, 112.

Für das Gebiet der Westschweizer Seen ist die Beurteilung der Ergebnisse der Steinbeilmaterialanalysen etwas schwieriger. In den nahegelegenen Rohmaterialliefergebieten, den glazialen Schottern und Moränen, sind wesentliche Anteile alpiner Gesteine vorhanden.

Das Material der Grüngesteinbeile der neolithischen Stationen setzt sich nur aus Gesteinen alpiner Herkunft zusammen (s. Abschnitt 2.2.). Das im Dünnschliff untersuchte einzige schwarze Steinbeil von Twann (Willms 1980; Diethelm 1983) ist ein sicherer Beweis, dass schwarze feinkörnige Gesteine aus alpinen Flysch-Vorkommen als Rohmaterial verwendet wurden. Es ist anzunehmen, dass bei einer zahlenmäßig grösseren Untersuchung weitere Steinbeile aus lokalem Gesteinsmaterial, aus Moränen und Schottern, nachgewiesen werden können. Andererseits konnte ich bei Stichproben von schwarzen Gerölle aus der Nähe von Hauterive keine Gesteine finden, die den bis heute bekannten schwarzen Steinbeilmaterialien entsprechen (unpublizierte Untersuchung). Vergleiche von Röntgendiffraktogrammen der Gesteins-Proben aus den Glarner Alpen mit denen der Steinbeilmaterialien schliessen jedoch eine Herkunft aus den Glarner Alpen aus.

Ob die Rohmaterialien aus weiteren paläozoischen Schichten der Schweizer Alpen stammen, wurde noch nicht genauer untersucht, ist aber aus verschiedenen geologischen Gründen recht unwahrscheinlich<sup>34</sup>.

Für die Herkunft der Grauwacken, Shales und Tuffite bleibt trotz der grossen Ähnlichkeit mit entsprechenden Vogesen-Gesteinen eine gewisse Unsicherheit bestehen.

Bei einem Steinbeil aus der Cortaillod-Siedlung Hauterive-Champréveyres konnte als Material Fleckenschiefer nachgewiesen werden. Dieses Gestein stammt mit ziemlich grosser Sicherheit aus den Vogesen. Dieser bisher einzige Nachweis zeigt die dringende Notwendigkeit weiterer Untersuchungen, berechtigt aber nicht zur Verallgemeinerung.

## 5. Zusammenfassung

In der Franche-Comté, im Jura, im südlichen Oberrheingebiet und in der West- und Nordwestschweiz kommen in den Fundkomplexen neolithischer Siedlungen neben den Beilen aus Grüngestein immer wieder in unterschiedlicher Menge Beile aus schwarzen feinkörnigen Gesteinsmaterialien vor. Dafür wird häufig der Name «Aphanit» verwendet.

Ein Blick auf die Forschungsgeschichte zeigt, wie aus einem definierten geologischen Gesteinsnamen ein nichts mehr aussagender archäologischer Sammelbegriff wurde. Die kurze Erläuterung der mineralogisch-petrographischen Grundbegriffe möchte den Einstieg in eine verständnisvollere interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den beiden Wissenschaften Archäologie und Mineralogie-Petrographie erleichtern.

Mineralogisch-petrographische Untersuchungen an Steinbeilen verschiedener Fundorte der West- und Nordwestschweiz aus schwarzen feinkörnigen Gesteinen am Dünnschliff und mit Röntgendiffraktion brachten folgende Ergebnisse: Die Rohmaterialien gehören verschiedenen Gesteinsgruppen an. Es sind Tongesteine, Flekkenschiefer, Grauwacken, Lydite und Tuffite. Sie werden mineralogisch-petrographisch beschrieben und in eine moderne Klassifikation eingeordnet.

Für die Flekkenschieferbeile konnte die Herkunft des Gesteinsmaterials aus den Vogesen nachgewiesen werden, ebenso für die Tonschieferbeile der Nordwestschweiz. Die Versuche der Herkunftsbestimmung des Materials der Beile aus Tonschiefern, Lyditen, Grauwacken und Tuffiten von Fundkomplexen der Westschweiz bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Wenn kulturspezifische Fernbeziehungen im Neolithikum der Schweiz aufgezeigt werden sollen, also «Importe» postuliert werden, so ist eine vermehrte mineralogisch-petrographische Gesteinsansprache und geologische Rohmaterial-Lokalisierung Voraussetzung.

Der pseudowissenschaftliche Sammelbegriff «Aphanit» sollte auch in archäologischen Publikationen nicht mehr verwendet werden. Besser wäre es, ihn durch den Ausdruck Schwarzgestein (ohne Kalk) zu ersetzen.

## 5. Résumé

En Franche-Comté, dans le Jura, dans les territoires du sud du Haut-Rhin ainsi que dans l'ouest et le nord-ouest de la Suisse, on trouve dans les sites néolithiques, en plus de celles de pierre verte, des haches faites d'une pierre noire à grain fin. Ce matériau est souvent qualifié d'«aphanite».

Un coup d'œil sur l'histoire des recherches dans ce domaine montre comment un nom géologiquement bien défini s'est transformé en terme archéologique neutre et sans valeur. Un bref éclaircissement des termes de base de la minéralogie et de la pétrographie vise à faciliter l'accès vers une collaboration entre les deux sciences minéralogique et archéologique.

Des études minéralogiques et pétrographiques de haches de pierre noire à grain fin de divers sites de Suisse occidentale et nord-occidentale, exécutées sur la base de lamelles minces et de la diffractométrie ont apporté les résultats suivants: les matières premières sont de nature variable. Il s'agit de quartz-pélite argilo-micacée, de schistes noduleux, de grauwackes, de lydites et de tuffites. Ceux-ci sont décrits minéralogiquement et pétrographiquement, et classifiés selon un système moderne.

L'origine des matières premières des haches en schistes noduleux a pu être située dans les Vosges, il en est de même pour celles en quartz-pélite argilo-micacée du nord-ouest de la Suisse. L'origine des matières premières des haches en quartz-pélite argilo-micacée, lydites, grauwackes et en tuffites trouvées en Suisse occidentale n'a pas pu être éclaircie par manque d'analyses. Ces relations d'échanges à longues distances ne pourront être mises en évidence que par des études minéralogiques-pétrographiques fréquentes et par la localisation géologiques des affleurements de matières premières.

Le terme pseudo-scientifique d'«aphanite» devrait également être évité dans les publications archéologiques. Il serait avantageusement remplacé par le terme de «pierre noire» (Schwarzgestein) (sans calcaire).

Traduction: Ph. Morel

Inge Diethelm  
Seminar für Ur- und Frühgeschichte  
Ältere und naturwissenschaftliche Abteilung  
Petersgraben 9–11  
4051 Basel

## Anmerkungen

- 1 Anwendung der Petrographie in der Archäologie bis 1970 in Stelzl und Malina 1970.
- 2 Autoren und geographischer Rahmen. Willms: Bielersee. 1980; Buret und Ricq-de Bouard: Neuenburgersee. 1982; Diethelm: Nordwestschweiz. 1983; Burri, Joye, Richner-Farragi, Schifferdecker: Neuenburgersee. 1987.
- 3 a-phanos (griech.)
- 4 phaneromer (schon bei C.F. Naumann, 1850) Bezeichnung für die mit blossem Auge erkennbaren Gesteinskomponenten, aus Murawski 1972. Aphanit ist also das Gegenteil: Gestein, das mit blossem Auge nicht erkennbare Gesteinskomponenten enthält.
- 5 Pinigre 1974, 77: «Des exemplaires très isolés et peu nombreux se rencontrent à la périphérie de l'ensemble géographique que nous venons de décrire (lac de Neuchâtel, ...).» – im Inventar, 113–114: Suisse. Arlesheim, Cornol, Sissach.
- 6 Den Herren Ch. Jeunesse und P. Flück (Strasbourg) danke ich herzlich für ihre freundliche Hilfe durch ihre Informationen über den neuesten Forschungsstand.
- 7 Meines Wissens wurde später in der Schweiz nie mehr ein solch reichhaltiges Gesteinsmaterial in einer einzigen Untersuchung mineralogisch-petrographisch erfasst.
- 8 Dünnschliff- und Röntgendiffraktionsanalysen: Prof. Dr. T. Peters, Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Bern.
- 9 Röntgenstrahlen werden an den periodisch angeordneten atomaren Bausteinen kristallinen Materials gebeugt, wobei charakteristische Beugungsbilder entstehen. So kann man Minerale und Mineralgemische bestimmen.
- 10 Die Dünnschliffe der Arbeit Willms wurden mir freundlicherweise vom Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Bern zur Verfügung gestellt.
- 11 Bestimmung durch Herrn Prof. Dr. L. Hottinger vom Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Basel.
- 12 Flysch: Ablagerungsprodukte, die während der Gebirgsbildung von Schwellenzenzen in die Senken verfrachtet wurden. Flyschsedimentation der Alpen: höhere Unterkreide bis Ausgang des Eozäns (Murawski 1972).
- 13 Diplomarbeit am Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Basel unter Prof. Dr. S. Graeser. Frau Prof. Dr. E. Schmid war für den urchgeschichtlichen Teil der Arbeit zuständig und stellte das Museumsmaterial zur Verfügung.
- 14 Der Name Grüngestein wurde, wie in der archäologischen Literatur üblich, als Sammelbegriff verwendet. Die exakten mineralogisch-petrographischen Gesteinsbestimmungen wurden für jede untersuchte Gesteinsart im Detail beschrieben. Hier interessieren jedoch nur die Untersuchungsergebnisse der schwarzen Gesteinsarten.
- 15 Bodmer-Beder 1902; Hügi 1945; Willms 1980; Ricq-de Bouard 1982.
- 16 Herr H.J. Leuzinger stellte mir freundlicherweise zwei Steinbeile vom Bruderholz zur Untersuchung zur Verfügung.
- 17 Aufschluss (bergmännischer Ausdruck), Stelle der Erdoberfläche, an der sonst durch Boden oder Pflanzenwuchs verdecktes Gestein unverhüllt zutage tritt (Murawski 1972).
- 18 Herr Ch. Jeunesse stellte mir freundlicherweise einige Steinbeilfragmente aus dem Südsass als Beispiele des «richtigen Apanit» und der «schistes noduleux» zur Untersuchung.
- 19 Auf Wunsch der Bearbeiterin Frau C. Joye bekam ich vom Musée cantonal d'archéologie in Neuenburg den Auftrag zur Herstellung und Untersuchung der 10 Dünnschliffproben.
- 20 In Auvernier kamen bei den Dünnschliffen keine metamorphen Tongesteine vor, in Hauterive dagegen keine Grauwacken.
- 21 Ruckstuhl, in Gross et al. 1987, 181. «Der Begriff Aphanit ist unpräzis und in der Petrographie ungewöhnlich. In der Archäologie bezeichnet er ein unter den Beiklingen leicht erkennbares, feinkörniges Rohmaterial, das grau bis schwarz und manchmal gebändert ist. Den verschiedenen petrographischen Bestimmungen zufolge umfasst der Begriff eine heterogene Gruppe von Gesteinen (u.a. Lydit), die hauptsächlich aus den Vogesen stammen. Aufgrund dieser Heterogenität ist es in der Archäologie sinnvoll, den petrographisch unpräzisen Begriff Aphanit als Oberbegriff beizubehalten, zumal viele Beiklingen nur makroskopisch bestimmt worden sind und werden.»
- 22 Zur Untersuchung archäologischer Objekte ist die Röntgendiffraktometrie eine geeignete Methode, da sie, oft sogar zerstörungsfrei, schnelle und eindeutige Resultate erbringt.
- 23 Diagramme der Klassifizierung nach Streckeisen (übersichtlich dargestellt in Dietrich und Skinner 1984, 140).
- 24 Die Bohrmethode wurde von C.T. Le Roux 1978 entwickelt. In der Schweiz wurde sie bei der Probenentnahme für die Dünnschliffe von Auvernier (Buret und Ricq-de Bouard 1982) angewendet. Für meine eigenen Untersuchungen verwenden wir eine Bohrmaschine der Fa. H. Arnold, Weilburg/Lahn, die zur Edelsteinbearbeitung (z.B. Bohren von Achaten) üblich ist. Die Maschine ist mit einem mit Diamantsplitten besetzten Hohlbohrer ausgerüstet, der durch Wasser gekühlt wird. Diese Kühlung ist absolut nötig, da der Stein durch die entstehende Hitze zerspringen würde. Zur Probenahme erachte ich einen Durchmesser von 8–10 mm ideal, das gibt eine Gesteinsprobe von 1 cm<sup>3</sup>, daraus ist ein Dünnschliff zu schleifen, es bleibt noch genügend Material zu weiteren Untersuchungen. Das Bohrloch kann in der Restaurierung wieder aufgefüllt werden.
- 25 Tonstein bezeichnet Gesteine, die aus klastischen Sedimentpartikeln in der Tonfraktion bestehen, sie werden nach der Korngröße auch als Pelite bezeichnet (Pelos = Ton). Sind sie feinplattig ausgebildet, heißen sie Schieferton.
- 26 Knoten- und Fleckenschiefer sind Gesteine, die aus Tongesteinen durch Kontaktmetamorphose entstehen. Sie gehören zu den Metapeliten. Argillit ist ein stark verfestigter, jedoch nicht schiefbrig ausgebildeter Tonstein, der bereits in metamorpher Umwandlung begriffen ist.
- 27 Grauwacke ist ein alter Bergbaubegriff für dichte Sandsteine aus Mineral- und Gesteinsbruchstücken zusammengesetzt, die mehr als 25% Feldspäte enthalten. Die Komponenten können in allen Größen vorliegen, sind meist schlecht sortiert und die Matrix besteht häufig aus dunklen Tonen. Grauwacke ist ein klastisches oder mechanisches Sedimentgestein.
- 28 Lydit oder Kieselschiefer ist ein chemisch-biogen sedimentiertes Kieselgestein und gehört zu den Radiolariten. Lydit bezeichnet nur die paläozoischen (Paläozoikum = Erdaltertum) Gesteine dieser Art. Der Name, lydischer Stein, ist historisch entstanden, er bezeichnet dichte, harte und schwarze Gesteine, die im Altertum in Lydien als Probersteine für Gold- und Silberlegierungen benutzt wurden (Deecke 1933, 74).
- 29 Tuffe sind verfestigte vulkanische Auswurfprodukte in verschiedenen Korngrößen. Tuffite sind Tuffe mit Sedimentlagen, sie können makroskopisch nicht eingeordnet und leicht mit Tongesteinen verwechselt werden (Murawski 1972).
- 30 Mit der Patinabilibdung an prähistorischen Artefakten haben sich seit Jahrzehnten viele Forscher befasst. Neue Untersuchungen und eine Zusammenfassung früherer Ergebnisse finden sich in R. Bäsemanns Doktorarbeit (Bäsemann 1987).
- 31 «Im Gegensatz zum Feuerstein patiniert der Kieselschiefer, speziell der schwarze Lydit nicht», bekommt aber eine «seifig» veränderte Oberfläche (Bäsemann 1987, 7). Dagegen schreibt Deecke (1933): «Bei Verwitterung wird die Oberfläche grau-weiss bis gelblich-weiss, weil das Bitumen verschwindet».
- 32 Ein Überblick über die Versuche einer Klassifikation verschiedener Autoren geben Potter et al. 1984, 13.
- 33 Als Beispiel sei die Publikation «Petrographie und Herkunft des Rohmaterials neolithischer Steinbeile und -äxte im nördlichen Harzvorland» (Schwarz-Mackensen und Schneider 1986) erwähnt.
- 34 Herr Prof. Dr. E. Wenk stellte mir die Dünnschliffe der «Vogesen-sammlung» des Mineralogisch-petrographischen Institutes Basel zum Vergleich zur Verfügung. Er half mir mit seinem Wissen über die Geologie der Vogesen bei vielen Bestimmungsproblemen.
- 35 Herr Prof. Dr. M. Frey, als guter Kenner der Glarner Schiefer, unterstützte mich bei der Untersuchung der Tonschiefer. Beiden Herren sei hier herzlich gedankt.
- 36 In grösseren Arealen des Polnischen Mittelgebirges, der Tschechoslowakei, des Frankenwaldes, des Harzes und des Rheinischen Schiefergebirges (Schwarz-Mackensen und Schneider 1986), im Sedimentmantel des Schwarzwaldes und der Vogesen (Guides Géologiques Vosges-Alsace 1984), in der Karbonmulde bei Dorénaz des Massives der Aiguilles Rouges im Wallis und vielen kleineren alpinen Vorkommen und in den Schiefergebieten des Flysches (de Quervain 1969).
- 37 Hier liegen andere Ablagerungsbedingungen und andere Metamorphoseerscheinungen vor.

## Bibliographie:

- Bäsemann, R. (1987) Umweltabhängige Strukturveränderungen an Steinartefakten. Arbeiten z. Urgeschichte d. Menschen 10.
- Bearth, P. (1953) Geolog. Atlas der Schweiz. Erläuterungen Blatt Zermatt. Bern.
- (1967) Die Ophiolithe der Zone von Zermatt Saas-Fee. Beiträge zur geolog. Karte d. Schweiz. N.F. 132. Bern.
- Bodmer-Beder, A. (1902) Petrographische Untersuchungen von Steinwerkzeugen und ihren Rohmaterialien aus schweizerischen Pfahlbaustätten. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 16, Beil., 166–198.
- Brandt, K.H. (1967) Studien über steinerne Äxte und Beile der jüngeren Steinzeit und der Steinupferzeit Nordwestdeutschlands. Hildesheim.

- Buret, C. et Ricq-de Bouard, M. (1982) L'industrie de la «pierre poli» du néolithique moyen d'Auvernier (Neuchâtel-Suisse): les relations entre la matière première et les objets. Centre de recherches archéologique C.N.R.S. Notes internes 41, Paris.
- Burri, N., Joye, C., Rychner-Faraggi, A.-M. et Schifferdecker, F. (1987) Découverte d'un village littoral de la civilisation de Cortaillod à Haute-terre-Champréveyres. *JbSGUF* 70, 35–50.
- Cogné, I. (1961) Relations des phénomènes microstructuraux avec la métamorphisme des Schistes de Steige aux voisines des granites de la région d'Andlau. *Bull. serv. Carte géol. Als. Lorraine*. Strasbourg.
- Deecke, W. (1925) Über Kohleschieferbeile aus dem oberbadischen und oberelsässischen Neolithikum. *Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg*, 1–8.
- (1933) Die mitteleuropäischen Silices. Jena.
- Diethelm, I. (1983) Das Material der geschliffenen Steinbeile aus der West- und Nordwestschweiz im Museum für Völkerkunde Basel. Diplomarbeit (unpubl.). Basel.
- Dietrich, R.V. und Skinner, B.J. (1984) Die Gesteine und ihre Mineralien. Thun.
- Eller, J.P. von, Fluck, P. et Wimmenauer, W. (1977) Vosges et Forêt Noire: analogie et divergences de deux portions du socle Rhénan. Coll. intern. C.N.R.S. Rennes, no 243.
- Folk, R.L. (1987) Petrology of sedimentary rocks. Austin.
- Frey, M. (1977) Vorlesung systematische Petrographie. Basel.
- Furger, A.R. (1981) Die Kleinfunde aus den Horgener Schichten. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 13, Bern.
- Gallay, A. (1977) Le Néolithique moyen du Jura et des plaines de la Sâone. Contribution à l'étude des relations Chassey-Cortaillod-Michelsberg. *Antiqua* 6, Bâle.
- Gallay, M. (1970) Die Besiedlung der südlichen Oberrheinebene in Neolithikum und Frühbronzezeit. *Badische Fundber.* 12.
- Gersbach, E. (1968) Die steinzeitliche Besiedlung des Kreises Säckingen. *Badische Fundber.* Sonderheft 11.
- Glory, A. (1942) La civilisation du Néolithique en Haute-Alsace. Strasbourg.
- Guides Géologiques Régionaux (1984) Vosges-Alsace. Paris.
- Hantke, R. (1980) Eiszeitalter. Thun.
- Heierli, J. (1901) Urgeschichte der Schweiz. Zürich.
- Hezner, L. (1904) Über einige in Schweizerischen Pfahlbauten gefundene Steinwerkzeuge. *Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal.* 20, 133–148.
- Hügi, Th. (1940) Chemische Untersuchungen an Steinwerkzeugen. Schweiz. *Min.-Petrograph. Mitt.* 27, 157–164.
- (1945) Beobachtungen an Steinwerkzeugen. *Eclog. geolog. Helv.* 38, 417–421.
- (1947) Petrographische Untersuchungen an Steinwerkzeugen des Pfahlbaues Burgäschisee-Ost. *Jahrb. für Solothurnische Gesch.* 20, 1–8.
- Ischer, Th. (1928) Die Pfahlbauten des Bielersees. Biel.
- Jayet, A. et Portmann, J.P. (1960) Deux gisements interglacières nouveaux aux environs d'Yverdon. *Eclog. geolog. Helv.* 53/2.
- Jeunesse, Ch. (1979) Le Rubané d'Alsace et de Lorraine, Etat des recherches 1979. Strasbourg.
- König, M.A. (1967) Kleine Geologie der Schweiz. Thun.
- Krischner, H. (1974) Einführung in die Röntgenfeinstrukturanalyse. Uni-Text. Braunschweig.
- Le Roux, C.T. and Lecerf, Y. (1978) The saw and the drill. Bradford.
- Lüning, J. (1978) Zur Rohstoffversorgung der Schussenrieder Siedlung Ludwigsburg bei Stuttgart. *JbRGZM* 4, 269–274.
- Meyer, J. (1983) Mineralogie und Petrologie des Allalingabbros. Diss. Basel.
- Murawski, H. (1972) Geologisches Wörterbuch. Stuttgart.
- Nickel, E. (1975) Grundwissen in Mineralogie. III. Thun.
- Petrequin, P. (1970) La grotte de la Baume de Gonvillars. *Annal. Lit. de l'Université Besançon* 107, Paris.
- Piningre, J.-F. (1974) Le problème de l'aphanite en Franche-Comté et dans les régions limitrophes. *Annal. Lit. de l'Université Besançon* 158, Paris.
- Potter, P.E., Maynard, J.B. and Pryor, W.A. (1980) Sedimentology of shale. New York.
- Quervin, F. de (1969) Die nutzbaren Gesteine der Schweiz. Bern.
- Reinerth, H. (1926) Die jüngere Steinzeit der Schweiz. Augsburg.
- Rosenbusch, H. (1877) Die Steiger Schiefer und ihre Kontaktzone in den Graniten von Barr Andlau und Hohwald. Strasbourg.
- Ruckstuhl, B. (1987) In: Gross, E. et al. (1987) Zürich «Mozartstrasse». Neolith. u. bronzezeital. Ufersiedlungen 1, Ber. d. Zürcher Denkmalpflege, Monograph. 4, 177–187, Zürich.
- Schietzel, K. (1965) Müddersheim, eine Ansiedlung der jüngeren Bandkeramik im Rheinland. *Fundamente Reihe A*, 1, 28ff.
- Schmid, E. (1973) Der Rohstoff «Felsstein» in urgeschichtlicher Zeit. Basel.
- Schwarz-Mackensen, G. und Schneider, W. (1983) Wo liegen die Hauptliefergebiete für das Rohmaterial donauländischer Steinbeile und -Äxte in Mitteleuropa? *AKB* 13, 305–314.
- (1983) Frühe Bauernkulturen in Niedersachsen. *Arch. Mitt. a. Nordwestdeutschland*. Oldenburg.
- (1986) Petrographie und Herkunft des Rohmaterials neolithischer Steinbeile und -Äxte im nördlichen Harzvorland. *AKB* 16, 29–44.
- Speck, J. (1981) Arch. Fundbericht: Hitzkirch LU, *JbSGUF* 64, 223.
- (1983) Risch Schwarzbach-Ost ZG, *JbSGUF* 66, 248.
- Spycher, H.P. (1973) Seeberg, Burgäschisee-Süd: Steingeräte und Kupferfunde. Die geschliffenen Steingeräte in der Cortaillod-Siedlung. *Acta Bernensia* 2, 6, Bern.
- Stelzl, J. und Malina, J. (1970) Anwendung der Petrographie in der Archäologie. *Fol. Fac. Scient. Nat. Univ. Purk. Brunensis*. Brünn.
- Thévenin, A. (1961) Contribution à l'étude du Néolithique de la région de Montbéliard. *Bull. de la société d'Histoire nat. du Pays de Montbéliard*, 62–73.
- Ürpman, M. (1977) Zur Technologie und Typologie neolithischer Feuersteingeräte. Tübinger Monograph. z. Urgeschichte. Tübingen.
- Willms, Ch. (1980) Die Felsgesteinartefakte der Cortaillod-Schichten. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 9, Bern.
- Winiger, J. (1981a) Feldmeilen-Vorderfeld. Der Übergang von der Pfynere zur Horgener Kultur. *Antiqua* 8, Basel.
- (1981b) Ein Beitrag zur Geschichte des Beils. HA, 45–48.
- Wohlfahrt, B. (1984) Pleistozän und Holozän im Westschweizer Seeland unter Berücksichtigung der prähistorischen Fundstellen. Diss. Köln.