



Was sind Schalensteine ?

SSDI 2016
www.ssd.ch

Illustrierte Dokumentation über Schalensteine

Titelbild: Fotografie der Heidenplatte oberhalb Zermatt mit dem Matterhorn im Hintergrund

Adresse des Autors:

Urs Schwegler
Sentibühlstrasse 49
6045 Meggen
urs.schwegler@swissonline.ch

Einige Fotografien wurden von andern Autoren oder von archäologischen Institutionen zur Verfügung gestellt; sie stehen unter deren Copyright und sind mit '©' markiert. Alle übrigen Fotos wurden vom Autor vor Ort aufgenommen.

Was sind Schalensteine ?

Eine illustrierte Dokumentation über Schalensteine

INHALTSVERZEICHNIS

Schalensteine	7
Bezeichnungen für Schalensteine	7
Bezeichnungen für Schalensteine im heidnisch-volkskundlichen Glauben	8
Vielfältige Erscheinungsformen	9
Wie alt sind Schalensteine ?	13
Beispiele von datierten Schalensteinen	14
<i>Neolithische, bronzezeitliche und eisenzeitliche Schalen.</i>	14
<i>Mittelalterliche und neuzeitliche Schalen</i>	15
<i>Chronologische Übersichten über die datierten Schalensteine</i>	15
Schalensteine bei neolithischen Dolmen und Menhiren	16
Schalengruppen bei Schalensteinen mit vielen Schalen	18
Zu welchem Zweck wurden Schalensteine gemacht ?	19
Schalensteine mit einem bekannten Verwendungszweck	20
<i>Mörsersteine.</i>	20
<i>Lagerpfannen für Türpfosten / Steher</i>	20
<i>Licht- und Leuchtsteine</i>	21
<i>Weihwasserbecken und Taufbecken</i>	21
<i>Scheidsteine oder Pochsteine</i>	21
<i>Wetzrillen und Schabmulden</i>	22
<i>Pechsteine zur Rohharzgewinnung</i>	25
<i>Pechsteine in der Schweiz</i>	27
<i>Rohharzgewinnung im Wallis</i>	28
Schalensteine mit natürlich entstandenen Schalen	31
Verwitterungsarten	31
Verwitterungsursachen	32
Schalenartige Erscheinungsformen der Verwitterung	32
<i>Auswitterung inhomogener Zonen</i>	34
<i>Auswitterung von Einschlüssen</i>	35
<i>Schalen mit biologischem Ursprung.</i>	37
<i>Mechanische Gefügelockerung von Konglomeraten</i>	37
<i>Opferkessel: Verwitterung in Graniten und im Sandstein.</i>	38
<i>Tafoni-Verwitterung</i>	39
<i>Kolke, Strudeltöpfe und Gumpen</i>	40
<i>Gletscherkolke</i>	40
<i>Typische Formen der natürlichen Gletscherkolk-Schalen im Gneis.</i>	41
<i>Bemerkung zum Begriff Kolk</i>	42
<i>Gletschertöpfe und Gletschermühlen.</i>	42
<i>Sichelsprünge und Schrammungen</i>	42
<i>Bildbeispiele von Kolklöchern.</i>	43
<i>Kolklöcher, die in der Literatur als Schalen (Schalensteine) bezeichnet werden.</i>	46
<i>Links zu Seiten über 'Gletschertöpfe'.</i>	46
Allgemeine Literatur zu Schalensteinen	47
Web-Links	47
Im Informationstext zitierte und verwendete Fachliteratur	48
<i>Bibliographie zu Schalen, Schalensteinen, Megalithen und Felszeichnungen.</i>	48
<i>Bibliographie zur Geologie, Verwitterung und Petrographie.</i>	48
<i>Bibliographie zu Wetzrillen, Wetzmarken und zu Schalen und Wetzrillen an Kirchenmauern.</i>	49
<i>Bibliographie zu Pechsteinen und zur Harzgewinnung</i>	50

Schalensteine

Schalensteine sind kleine und grosse Steinblöcke oder Felsplatten, auf denen sich schalenartige meist halbkugelförmige Vertiefungen natürlichen oder künstlichen Ursprungs befinden¹). Die von Menschen künstlich angebrachten Schalen haben einen Durchmesser von einem bis zu etwa vierzig Zentimetern und gehören zu den *Felszeichnungen* (frz. «gravures rupestres», ital. «incisioni rupestri», engl. «rock carvings»).

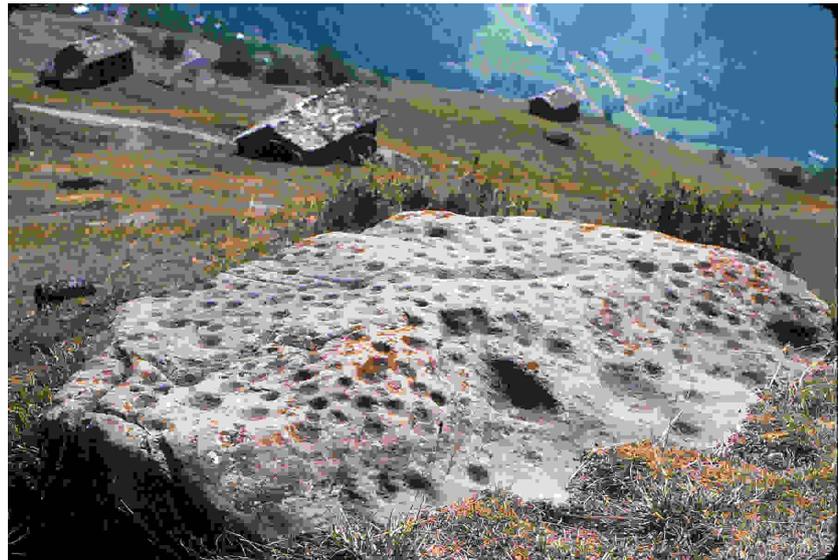


Abb. 1. Pierre aux Immolés oberhalb Villa, Evolène CH.

Wenn die Bearbeitungsspuren abgewittert sind, lassen sich die künstlichen Schalen (Abb. 1) manchmal kaum von den durch die im zweiten Teil beschriebenen durch Erosionsvorgänge entstandenen natürlichen Schalen unterscheiden.

Bezeichnungen für die Schalensteine



Abb. 2. Cup and Ring Marked Rock. Achnabreck, Kilmartin Glen, Argyll GB.

In der Englischen Sprache nennt man die Schalen «cup marks» und die Schalensteine «cup stones»; wegen der häufigen Vergesellschaftung der Schalen mit konzentrischen Kreisen (Abb. 2) findet man als Oberbegriff für die Schalen auch den Begriff «cup and ring marks».

In Italien spricht man von «pietre a coppelle», in der älteren Literatur findet man auch die Bezeichnungen «pietre coppelliformi», «pietre cupellari», «pietre a scodella» und «pietre a bacini».

In Dänemark werden die Schalen «Skâltegn» (Schalenzeichen) und im Volksmund auch «Æbleskivestenen» (Apfelscheibensteine) genannt.

In Schweden heissen die Schalen «skålgropar» ("Schalengruben"), im Volksmund auch «älvkvarnar» ("Elfenmühlen", also Mühlen in denen die Elfen ihr Mehl mahlen).

In der französischen Sprache werden die Schalensteine «pierres à cupules» genannt, katalanisch heissen sie «pedres amb cassoletes».

¹ Nicht zur Diskussion stehen hier die im Strassenbau verwendeten Pflaster- und Bindersteine, die als Randabschlusssteine ebenfalls 'Schalensteine' genannt werden.

In Norddeutschland findet man für die Schalen die Bezeichnung «*Näpfchen*», genau so wie in Holland, wo sie «*napjes*» heissen. In Österreich wurde kürzlich eine wenig sinnvolle durchmesserabhängige Definition versucht²⁾, bei der Vertiefungen bis 7 cm Durchmesser als *Näpfchen*, Vertiefungen bis 50 cm als *Schale* und grössere Vertiefungen als *Wanne* bezeichnet werden sollen. Im 19. Jh. verwendete man für die Schalensteine im deutschen Sprachraum auch den allgemeineren Begriff «*Zeichensteine*».

Der erste 1849 in der Schweiz bei Mont-la-Ville gefundene Schalenstein (Abb. 3) hat 30 sehr sorgfältig ausgearbeitete bis zu 12 cm tiefe Schalen mit Durchmessern von 4 bis 25 cm. Er trägt den Namen «*pierre-aux-écuelles*», eine Bezeichnung, die sich in der französischen Sprache nicht durchgesetzt hat (*écuelle* = Napf). Einige der Schalen des Steins von Mont-la-Ville sind mit *Rinnen* verbunden.



Abb. 3. Pierre-aux-Écuelles, Mont-la-Ville CH.

Steine mit sehr grossen Schalen heissen französisch auch «*pierres à bassins*».

Bezeichnungen für Schalensteine im heidnisch-volkskundlichen Glauben

Viele Steine tragen einen heidnisch-volkskundlichen Namen, z.B. Opferstein, Heidenstein, Druidenstein, Teufelsstein, Jungferstein, Heiligenstein, Engelstein, Votivstein, Frauenstein, Hexenstein, Hexenpfannen, Zauberstein und Warzenbrünndl. Einige dieser Steine weisen auch natürliche oder künstliche Schalen auf.

Auf meist natürliche Schalen und auf Steine mit grossen Becken, die vor allem im Granitgrundgebirge häufig auftreten, weisen die Namen Blutstein, Altarstein oder Blutschüssel hin. Die erste Hypothese zur Bedeutung der Schalen, die eine grössere Verbreitung fand, ist die zuerst von Edward Lhwyd in seiner *Archaeologia Britannica* 1707 beschriebene Verwendung als Auffangbecken für das Blut, das bei den Opferungen der 'Kelten' floss. Diese Ansicht war im 18. und 19. Jahrhundert weit verbreitet.

Grosse Schalen sind aber oft auch für praktische Zwecke hergestellt und verwendet worden, als Mörsersteine, Weihwasserbecken und Taufbecken.

²⁾ Puschnik 2013, 5 f.

Vielfältige Erscheinungsformen

Obwohl bei den meisten Schalensteinen ausser dem Archetypus «Schale» keine anderen Symbole vorkommen, sind die Erscheinungsformen der Schalensteine unglaublich vielfältig. Schalen auf Steinen mit homogener Gefügestruktur erzeugen ein ganz anderes Muster als Schalen auf komplex geschichteten Gesteinen. Einige wenige flache Schalen eines Dolmen-Decksteins können genauso beeindruckend wirken wie Dutzende von tiefen Schalen auf einer anstehenden Felspartie. Trotzdem ist man natürlich besonders beeindruckt, wenn auf einem Felsrücken 700 Schalen eingetieft wurden (der «Wasserstoan» bei Feldthurns im Südtirol, der Felsrücken mit der grössten bekannten Ansammlung von Schalen, Abb. 8), wenn ein in mehrere Stücke zerbrochener Block von etwa 1000 m³ Grösse 350 zum Teil mit Rinnen verbundene Schalen aufweist («Pierre des Sauvages» bei St-Luc im Wallis, Abb. 4) oder wenn auf drei Decksteinen eines Dolmens 458 Schalen gezählt werden (Grabkammer des «Sømarkedyse» auf der dänischen Insel Møn, Abb. 5).

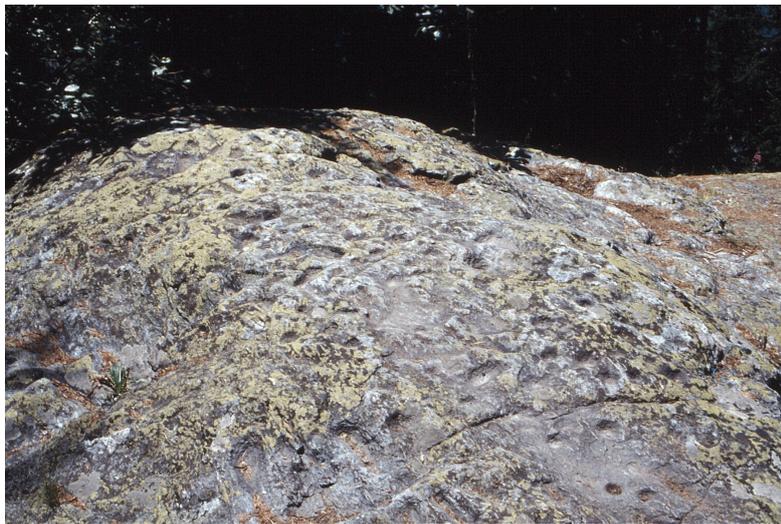


Abb. 4. Pierre des Sauvages, St-Luc CH. Ein riesiger Block, der auf seiner Oberseite mehr als 350 runde und längliche Vertiefungen aufweist.



Abb. 5. Deckstein des Sømarkedyse, DK
© Autor: Bera, German Wikipedia.

Neben kreisrunden und ovalen Schalen gibt es auch Vertiefungen mit der Form eines menschlichen Fussabdrucks (Abb. 6 und Abb. 7).



Abb. 6. Schalenstein mit 13 Schalen von 4 bis 18 cm Durchmesser und einer fusssohlen-förmigen Schale von 30 cm Länge. Plan de Botsa, Vollèges-Levron CH.



Abb. 7. Schalenstein mit 10 Schalen mit einem Durchmesser bis zu 8 cm und ein «Fusssohlenpaar» von 32 cm Länge und 6 cm Tiefe. Grimenz, Gemeinde Anniviers CH.



Abb. 8. Der «Wasserstoan», eine mit Schalen übersäte Felsfläche am «Drumbühel» bei Feldthurns I, wo etwa 700 Schalen graviert wurden. Ausschnitt aus einer bei Sonnenuntergang aufgenommenen Fotografie, die im Flash-Kalender 2008 des Arche Vereins Brixen publiziert wurde. (© Fotos Luciano Della Pietra, Marco Zorzi).

Besonders interessant sind Schalensteine, wenn auf ihnen auch geometrische Muster oder Ideogramme eingraviert wurden. Bei einem Teil dieser geometrischen Figuren handelt es sich um Kreuzsymbole verschiedener Art, um Kreise und konzentrische Kreissysteme, Baumsymbole, Phi-Formen (Abb. 9 bis Abb. 12), gezeichnet wurden aber auch stilisierte Darstellungen realer Gegenstände: Waffen, Häuser, Tiere und Menschen (Abb. 13 bis Abb. 15). Diese gravierten oder geritzten Darstellungen werden zusammen mit den Schalensteinen als *Felszeichnungen* bezeichnet und unter dem Begriff *Felsbildkunst* (frz. «*art rupestre*», ital. «*arte rupestre*») zusammengefasst.

In gewissen geographischen Zonen mit solchen Felszeichnungen überwiegen die stilisierten Darstellungen derart, dass man das Vorhandensein von Schalen kaum mehr zur Kenntnis nimmt, wie dies zum Beispiel im oberitalienischen Val Camonica, am Mont Bego in den Alpes-Maritimes zwischen Frankreich und Italien und in der französischen Maurienne in den französischen Westalpen der Fall ist.



Abb. 9. Zeichenstein mit Schalen, Zermatt (Tschuggen) CH.



Abb. 10. Schalen- und Zeichenstein in Feissons-sur-Salins, Tarentaise F. © Pellicier. [Pierres à cupules et néolithique de nos montagnes.](#)



Abb. 11. Cup and ring marks bei «Laxe das Rodas», Louro, Galicia E. Wikimedia Commons, © Author: Froaringus [CC-BY-SA-3.0].



Abb. 12. Schalen, konzentrische Kreise und 'Strahlenrad'. Platte III der Felszeichnungen von Carschenna, Sils im Domleschg CH.

Was ebenso stark beeindruckt wie die verschiedenen Erscheinungsformen ist die Zahl der registrierten Schalensteine. Es gibt mehr als 400 Schalensteine in Savoyen, etwa 150 im Valle di Susa, mindestens 250 im Südtirol und mehr als 2000 in der Schweiz. In Schweden sind etwa 60 % der bisher 43'000 registrierten Einzelbilder von Bohuslän Schalen, dabei sind bisher nur etwa 20 % der Felsbilder inventarisiert. Eine unbestätigte Meldung spricht für die britischen Inseln von 50'000 Schalen, von denen 7'500 von Ringen umgeben seien. Von den übrigen Gebieten mit gehäufterem Auftreten von Schalensteinen gibt es keine Übersichten, die über die Anzahl der Steine Auskunft geben. Mindestens so eindrucklich sind auch die verfügbaren Zahlen der bis heute registrierten Einzelbilder von Felszeichnungen im Alpenraum: 35'000 Bilder am Mont Bego, 200'000 Bilder im Val Camonica, mehrere Tausend Bilder in Savoyen.

Beispiele für Schalen bei den Felszeichnungen im Val Camonica (Abb. 13 - Abb. 15):



Abb. 13. Darstellung von Häusern, Menschen, Wegen und Feldern, bei denen Anbauflächen mit Punkten (Schalen) markiert sind. Bedolina, Capo di Ponte (Val Camonica I).



Abb. 14. Eine Partie mit Darstellung von Feldern, bei denen später über die Zeichnungen grössere Schalen graviert wurden. Bedolina, Capo di Ponte (Val Camonica I)

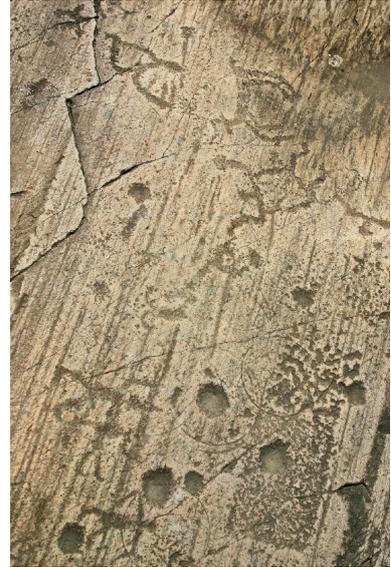


Abb. 15. Tier- und Menschendarstellungen und später darüber gravierte Schalen. Bedolina, Capo di Ponte (Val Camonica I)



Abb. 16. Im Val Camonica sind fast nur die Felszeichnungen mit geometrischen Mustern und stilisierten realen Darstellungen bekannt, u.a. in Darfo-Boario Terme (Luine), Capo die Ponte (Seradian Bedolina, Cemmo, Naquane, Pescarzo, Plà d'Ort), Ceto (Foppe di Nadro), Cimbergo-Paspardo (Sottolaiolo, In Vall, Campanine) und Sellero (Carpene). Es gibt aber auch Felsoberflächen, auf denen 'nur' Schalen vorkommen, wie die hier abgebildete Felspartie mit Schalen und Rinnen bei Artogne.

Eine Übersicht über die Felszeichnungen und Schalensteine der Alpen ist im Artikel [Felsbilder der Alpen](#) (Schwegler 2015) zu finden.

Wie alt sind Schalensteine ?

Seit dem man in der Mitte des 19. Jahrhunderts auf das Phänomen der Schalensteine aufmerksam geworden ist, wird die Frage nach dem Alter der Schalen diskutiert. Es gibt grundsätzlich keine Möglichkeit festzustellen, wann die Schalen in die Gesteinsoberfläche eingraviert (eingeklopft, eingeritzt oder eingeschabt) wurden, unabhängig davon, mit welcher Technik diese Vertiefungen gefertigt wurden. Eine Möglichkeit der Datierung hat man dann, wenn die Schalen zusammen mit gravierten Darstellungen von Gegenständen gefunden werden, die nur während einer gewissen Zeit verwendet wurden (z.B. Waffen) und deren Alter man aus andern Zusammenhängen kennt. Nur: ob diese Gegenstände gleichzeitig, früher oder später als die Schalen abgebildet wurden, lässt sich nur in seltenen Fällen anhand des Verwitterungszustandes der Gesteinsoberfläche abschätzen. In einigen Fällen wurden Schalen auf Objekten gefunden, deren Alter man kennt, so zum Beispiel auf den Decksteinen von neolithischen Grossstein-Grabanlagen (Dolmen) in Spanien, Frankreich, Mittel- und Nordostdeutschland; Ewald Schuldt nennt für das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern 74 solcher Deck- und Wandsteine mit Schalen. Auch hier weiss man aber in den meisten Fällen nicht, ob die Schalen gleich alt sind wie die Grabanlage oder ob sie vielleicht viel später auf die Gesteinsoberfläche aufgebracht wurden. Das gleiche Problem bietet sich dann, wenn man neben oder in der Umgebung von Schalensteinen Gegenstände findet, deren Alter bestimmt werden kann. Die Frage ist: gibt es einen zeitlichen Zusammenhang zwischen den Funden und den Schalen ?

Einigermassen sichere Aussagen lassen sich dann formulieren, wenn ein Stein mit Schalen bei einem stratigraphischen Befund einer archäologischen Grabung *innerhalb* von mehreren datierbaren Schichten gefunden wird. Es ist dann auf jeden Fall so, dass die Schalen gleich alt oder älter sein müssen als die Schicht, welche auf dem Stein liegt. In den letzten 40 Jahren wurden verschiedene auf diese Art datierte Schalensteine gefunden. Zusammenstellungen von etwa 100 bei archäologischen Grabungen gefundenen Schalensteinen, die sich datieren liessen, findet man in der Literatur³). Zu den neueren Funden gehören mit Schalen verzierte Sandsteinplatten der 1989-1991 durch Klaus Günther ausgegrabenen Galeriegräber Warburg I + III (ca. 3500 - 3300 v. Chr., Abb. 22) oder die 2004 als Deckplatte eines Koffergrabes der Nekropole *Le Genevray* in Thônnon-les-Bains (4500 - 3300 v. Chr.) gefundene wiederverwendete Steinplatte mit zwei Dutzend Schalen und verschiedenen geometrischen Zeichen (Abb. 20).

Beispiel für einen Grabungsbefund von 1963 mit einem Schalenstein von Montesei di Serso bei Trento in Oberitalien (Abb. 17 und Abb. 18):

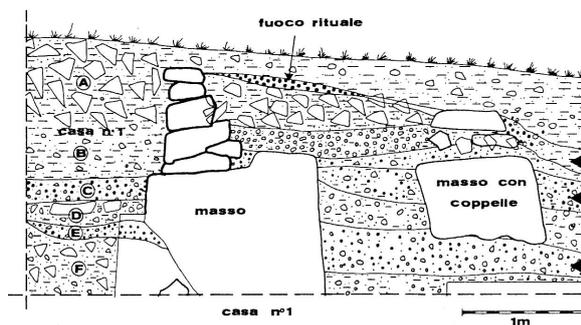


Abb. 17. Stratigraphie im Grundriss eines Hauses bei Montesei di Serso (Trento I). Die Schicht über dem Schalenstein (*masso con coppelle*) mit der darin liegenden Steinplatte gehört anhand der Funde eindeutig zur eisenzeitlichen Sanzeno-Kultur.

Abb. 18. (rechts) Eine schwarzweiss-Fotografie des Schalensteins von Montesei di Serso. © Soprintendenza ai beni archeologici della Provincia autonoma di Bolzano.



³ Schwegler 1992, 56-90; Gleirscher 1994; Rizzi 2007, 47-50; Arca/Rubat Borel 2015. Ein mit allen übrigen Schalensteinen nicht vergleichbares Alter haben die Steinplatten mit Schälchen und Schalen, die in Frankreich in einer Aurignacien-Schicht (25'000 bis 35'000 v. Chr.) und bei einem Moustérien-Kindergrab (40'000 bis 120'000 v. Chr.) entdeckt wurden.

Beispiele von datierten Schalensteinen

Neolithische, bronze- und eisenzeitliche Schalen (Abb. 19 bis Abb. 24)



Abb. 19. Der älteste datierte Schalenstein der Schweiz, gefunden 1956 bei der Grabung Egolzwil 4. © Foto E. Nielsen, Kantonsarchäologie Luzern 2003. Grösse 26,7 x 19,3 x 9 cm, ca. 4300 v. Chr.



Abb. 20. Die gravierte Deckplatte von einem Koffergrab der Nekropole Genevray, Thonon-les-Bains (Haute-Savoie F), 4500 - 3300 v. Chr. © Foto Loïc de Cargouët, Inrap 2004.



Abb. 21. Kleine Schalensteine aus der Ufersiedlung Hornbrechtikon-Feldbach Ost am Zürichsee CH. © Foto B.Eberschweiler. Mittlere Schnurkeramik, ca. 2600 v. Chr.



Abb. 22. Schalenstein-Fragment (40 x 35 cm) aus einer Sandsteinplatte, die im Galeriegrab Warburg III (3500 - 3000 v. Chr.) gefunden wurde. Opferstein ?



Abb. 23. Schalenstein (140 x 80 cm) von Rances CH, Vy de Buissons; 14 Schalen von 9 - 15 cm Durchmesser. Spätes Neolithikum ?



Abb. 24. Schalenstein mit Fusssohlen-Darstellungen. Unterseite der Deckplatte (175 x 96 x 15 cm) eines Grabes der Golaseccakultur (1300 - 800 v. Chr.). Sesto Calende I, Spätbronzezeit. © Centro di Studi Preistorici e Archeologici di Varese.

Funde von Steinen mit grossen Schalen im Innern von neolithischen Grabanlagen der britischen Inseln liessen im 18. Jahrhundert die Vermutung aufkommen, dass alle Schalensteine in prähistorische Zeit gehören, deren Kultur man damals als «keltisch» bezeichnete. Wie sich bei sorgfältigen Zusammenstellungen archäologisch datierter Schalensteine zeigt, gibt es Schalensteine in allen Zeitepochen vom Neolithikum bis zur Neuzeit. Schalen auf Türschwellen von römischen Villen zeigen die Verwendung von Schalen in römischer Zeit, zahlreiche Schalen auf Einfassungsmauern von Kirchen belegen die Fertigung von Schalen vom Mittelalter bis in die Neuzeit.

Mittelalterliche und neuzeitliche Schalen (Abb. 25 und Abb. 26)



Abb. 25. Schalen auf Mauerabdeckplatten im Kreuzgang des Domes *Mariae Aufnahme in den Himmel und St. Kassian* von Brixen I, der in vorromanischer Zeit entstand und später romanisch und gotisch umgestaltet wurde. Mittelalter.



Abb. 26. Etwa 60 Schalen auf der Mauer vor der Kirche San Carlo Borromeo von Lugaggia (Carpriasca CH). 16. Jahrhundert.

Chronologische Übersichten über die datierten Schalensteine

Schalensteine lassen sich in allen Zeitepochen der letzten 5000 Jahre nachweisen, das Herstellen von Schalen auf Gesteinsoberflächen wurde bis in die Neuzeit ausgeübt. Von den meisten Schalensteinen, die wir heute kennen, wissen wir aber nicht, wann sie geschaffen wurden. Die heutigen Kenntnisse erlauben es, die Mehrzahl der Felszeichnungen und wohl auch viele Schalensteine zwischen dem 4. und dem 1. Jahrtausend v. Chr. einzuordnen, vom Neolithikum bis zur Eisenzeit. Eine zweite Phase der Schaffung von Schalensteinen – häufig mit Kreuzen als Zeichen der Christianisierung – findet man vom Frühmittelalter bis zur Neuzeit.

Die ältesten datierbaren Schalen können dem Mittelneolithikum I zugeordnet werden (ca. 4700 v. Chr. bis 4000 v. Chr.). Dazu gehören neben denjenigen auf dem Schalenstein von Egolzwil CH (Abb. 18) 35 linear in zwei Reihen angeordnete Schalen, die anlässlich der jüngsten Grabungskampagne auf dem Tragstein 17 des Dolmens «Table des Marchands» bei Locmariaquer F gefunden wurden (Cassen/Robin 2009, 833 - 837), ausserdem eine grössere Zahl von in mehreren Gruppen angeordneten kleinen Schalen, die am Rand einer neolithischen Siedlung im Vallon-de-Vaux bei Chavannes-le-Chêne (CH) an einer Felswand angebracht worden waren.

Übersichten über die Chronologie von gut und weniger gut datierbaren Schalen finden sich in Schwegler 1992, 56-90, Gleirscher 1994, Rizzi 2007, 47-50 und Arca/Rubat Borel 2015.

Schalen bei neolithischen Dolmen und Menhiren

Auf den Steinen von neolithischen Grossstein-Grabanlagen (Dolmen) und auf den damit in Verbindung stehenden Menhiren sind häufig Gravuren und Schalen angebracht, vor allem in der Bretagne, in Mittel- und Norddeutschland, in Südfrankreich, in Katalonien und in der Schweiz ⁴). Ewald Schuldt zählte im Gebiet Mecklenburg 74 Deck- und Wandsteine von solchen Grabanlagen mit bis zu 122 Schalen, in Frankreich sind gegen 100 Dolmen mit zahlreichen Schalen auf Deckplatten und Tragsteinen bekannt, in Katalonien ein Dutzend. Einige dieser Schalensteine in Deutschland und Frankreich wurden zusammen mit Gravuren von Ideogrammen und geometrischen Mustern bei Grabungen gefunden (Abb. 27) und können unzweifelhaft ins Neolithikum oder in die Bronzezeit datiert werden. Die Datierung der meisten dieser Schalen ist aber nicht möglich, es ist jedoch naheliegend, sie im Rahmen der Verehrung im Zeitraum während und nach der Nutzung dieser Kollektivgrabstätten zu sehen.

Aus den vielen Beispielen von Schalen bei den prähistorischen Grabanlagen (Abb. 28 bis Abb. 35) und Menhiren ist auf eine kultische Bedeutung dieser einfachen Gravuren zu schliessen. Über die religiösen Vorstellungen und die Art der rituellen Handlungen, die mit den Schalen verbunden waren, wissen wir aber nichts.



Abb. 28. Die mit Schalen übersäte *Unterseite* des Dolmen-Decksteins von Kerveresse bei Locmariaquer (Morbihan F).

Abb. 27. Gravierte Schildformen mit Schalen an einem Wandstein des Dolmens Les-Pierres-Plates bei Locmariaquer (Morbihan F).

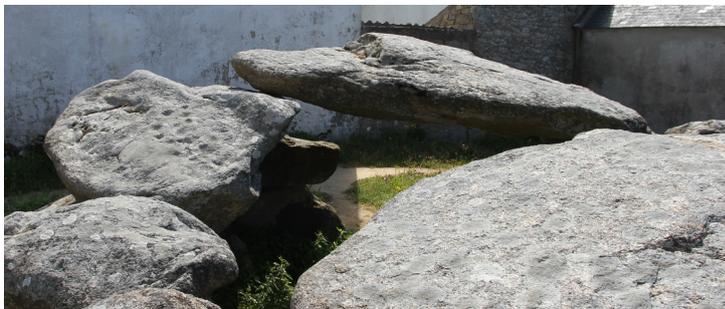


Abb. 29. Schalen auf einem der kranzförmig angeordneten Decksteine des Dolmens «Roc'h en Aud» zwischen den Häusern von Saint-Pierre-Quiberon (Morbihan F).



Abb.30. Gravuren und 'negative' Schalen, die als Symbole für 'weibliche Brüste' interpretiert werden, auf einem Tragstein des Dolmens von Kerguntuil, Trégastel (Côtes-d'Armor F).

⁴ Schuldt 1972, 89-91; Capelle 1984; Favre et al. 1986; Briard 1989, 119 f.; Briard et al. 1995, 87-97; Günther 1997, 197 (mit weiteren Literaturangaben); Tarrús 2002; Abélanet 2011; Prat/Falgayrac 2012; Meyer 2015.

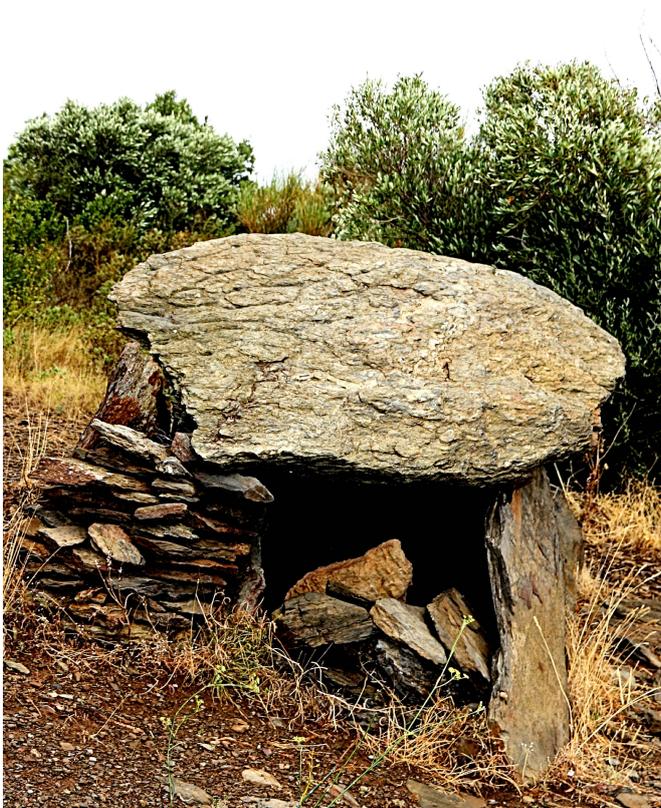


Abb. 31. 40 mit Rinnen verbundene Schalen auf der Deckplatte des Dolmens Taula dels Lladres bei la Selva del Mar (Catalunya E).



Abb. 32. Dolmen del Col de Madás bei La Jonquera (Catalunya E) mit 2 grossen und 30 kleinen Schalen auf der Deckplatte.

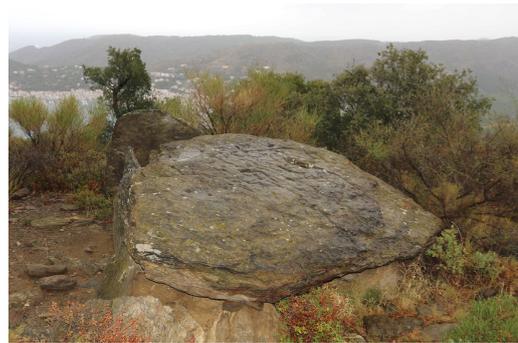


Abb. 33. Blick auf die Deckplatte des Dolmens Mores Altes oberhalb la Port de la Selva (Catalunya E) mit 40 Schalen, die ebenfalls mit Rinnen verbunden sind.



Abb. 34. Die reich mit Schalen und Rinnen verzierte Deckplatte des Dolmens Creu de la Llosa bei Saint-Michel-de-Llotes (Pyrenées Orientales F).



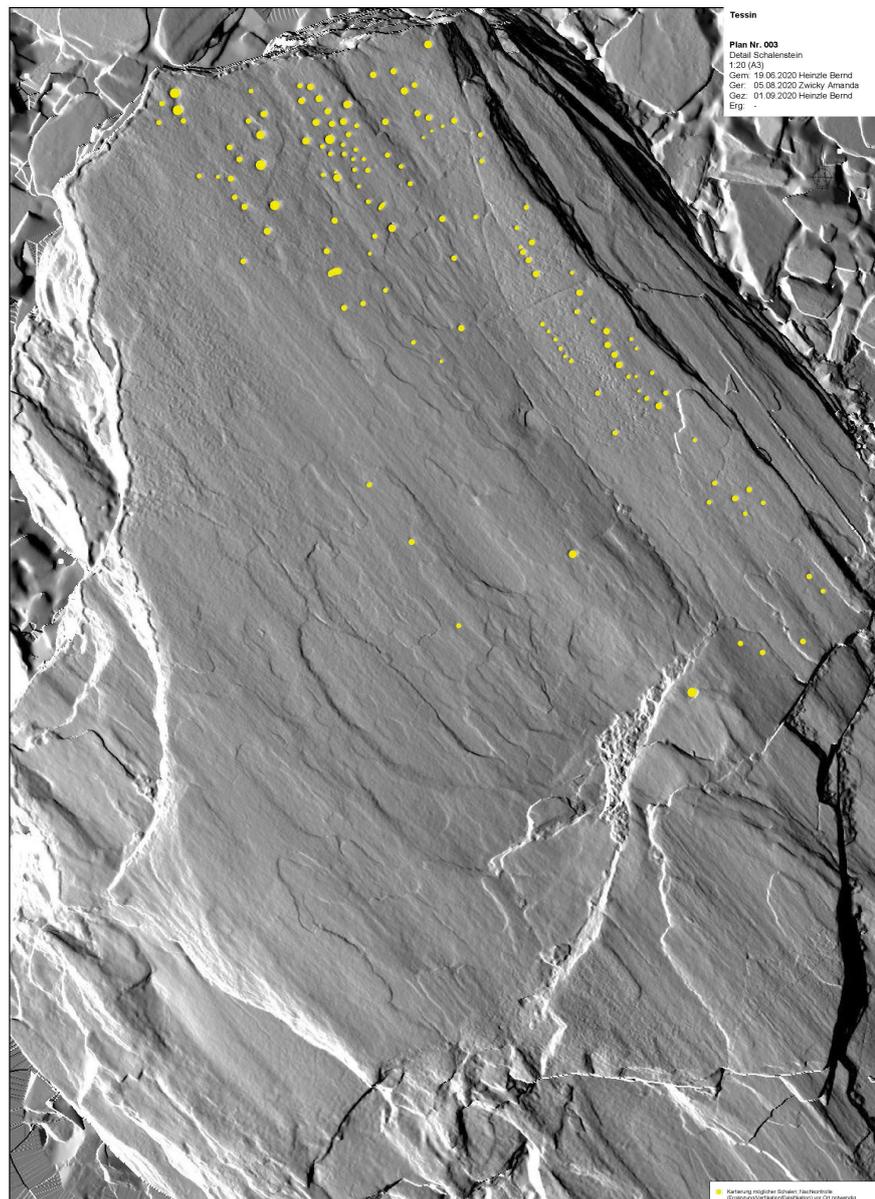
Abb. 35. Deckplatte des kleinen Dolmens Cabaneta de las Tres Pèiras bei Campoussy (Pyrenées Orientales F) mit 40 isolierten Schalen.

Dolmen, deren Deckplatten mit Schalen verziert sind, gibt es in Frankreich nicht nur in der Bretagne und den Pyrenäen, sondern auch in Gebiet Rouergue (zum Beispiel der grosse Dolmen de la Cazarède bei Viala-du-Tarn, Aveyron F mit 67 isolierten Schalen) oder in der Region Auvergne – Rhône-Alpes (zum Beispiel der Dolmen «La Tombe du Capitaine» bei Villedieu, Cantal F mit der 2,4 x 1,8 m grossen Deckplatte, auf der 38 Schalen graviert sind, von denen 25 durch lange Rinnen verbunden sind).

Schalengruppen bei Schalensteinen mit vielen Schalen

Auf vielen grösseren Schalensteinen in archäologisch prähistorisch datierten Zonen lassen sich Schalen-
gruppen erkennen, die offensichtlich bewusst geometrisch angeordnet wurden. Entweder sind es meh-
rere linear angeordnete Schalen oder Gruppen von kleineren Schalen, die um eine oder zwei grössere
Schalen herum eingetieft wurden. In vielen Publikationen des 19. und 20. Jahrhunderts wurden solche
Gruppen manchmal als Darstellungen von 'Sternbildern' interpretiert. Nur auf Grund lagegenauer Kartie-
rungen der Schalen mit Hilfe von Senkrechtaufnahmen, die mit eingemessenen Punkten entzerrt wurden
lassen sich die geometrischen Anordnungen in Gruppen vergleichen. Diese aufwändige Methode wird in
jüngster Zeit bei Untersuchungen von Schalensteinen durch Archäologen immer häufiger verwendet. Ein
Beispiel dafür ist die Untersuchung am [Hexenstein bei Dötlingen](#) (Niedersachsen) im Gebiet zwischen den
Niederlanden und Polen mit sehr vielen Schalensteinen in Grosssteingräbern.

In der Schweiz ist bisher von einem grossen Schalenstein mitsamt seiner Umgebung mit einer Drohne
eine Senkrechtaufnahme mit eingemessenen Passpunkten aufgenommen worden. Die mit Hilfe eines
GIS (geografisches Informationssystem) entzerrten Aufnahmen der Umgebung des Steins ermöglichten
eine genaue Kartierung der Lage und Grösse der mindestens 129 Schalen. Der unten abgebildete
Schalen-stein befindet sich auf einer Tessiner Alp zwischen dem Verzascatal und der Riviera auf 2000
m.ü.M. In der unmittelbaren Umgebung des Steins wurden in Baustrukturen vorrömische Fundschichten
datiert. Die Untersuchungen dieses Fundplatzes ist noch nicht abgeschlossen.



Schalenstein

Dokument des archäologischen
Dienstes Graubünden

Zu welchem Zweck wurden die Schalensteine gemacht ?

Noch umstrittener als die Datierung der Schalensteine ist die Frage nach ihrer Bedeutung. Im frühen 19. Jahrhundert hat man in den Schalen Auffangbecken für das Blut gesehen, das bei Opferungen der 'Kelten' floss. Ende des 19. Jahrhunderts waren mehrere Autoren überzeugt, dass die Anordnungen der Schalen Zeichnungen von Sternbildern seien. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts begannen eifrige Amateurforscher, Verbindungslinien von einer Schale zu andern als Himmelsrichtung zu deuten, die den Auf- und Untergangspunkt der Sonne am Horizont zu bestimmten Daten im Jahr fixieren sollen. Neben diesen Deutungen gibt es viele weitere Erklärungen ⁵).

Es lassen sich zwei Gruppen von Erklärungen unterscheiden:

1. *Schalensteine haben eine zweckgebundene praktische Bedeutung.* Dazu gehören Schalen, die für hauswirtschaftliche Arbeiten verwendet wurden, als Mörser, Schleif- und Mahlsteine, als Öllampen und als Sammelbecken für Rohharz (Pechsteine).

2. *Schalensteine haben kultisch-symbolische Bedeutung* und wurden für kultische Handlungen benutzt. Dazu gehören Schalen, die Ereignisse festhalten (Erinnerungssteine für Geschehnisse oder Personen) oder die Richtungen markieren (Land- oder Sternbildkarten, wichtige Himmelsrichtungen, Wegweiser zu wichtigen Örtlichkeiten wie Wasserquellen, Siedlungsplätzen, Gräbern, Rohstoffvorkommen). Dazu gehören auch Schalen, die bei kultischen Handlungen Öl, Wasser, Blut oder Opfergaben aufnehmen (Lichtersteine, Weihwassersteine, Opfersteine) oder bei Fruchtbarkeitsriten verwendet wurden. Schliesslich sind hier auch die Schalen zu erwähnen, die bei der Gewinnung von Gesteinsstaub zu Heilzwecken entstanden sind.

Die zahlreichen Funde von Schalensteinen in den letzten 20 Jahren in archäologisch dokumentierten Schichten erlauben mit immer grösserer Sicherheit deren Datierung und manchmal auch deren Zuordnung zu bestimmten Verwendungszwecken. Dennoch kann man über die Bedeutung der meisten Schalensteine nichts Sicheres aussagen. Rizzi schreibt "*...die Tendenz dürfte ... fast weltweit dahin gehen, das Phänomen als ein magisches Ritual zu sehen, das verschiedene Ursachen, aber nur eine oder wenige Erscheinungsformen haben kann.*" Diese neue Sichtweise betont, dass die zahlreichen Schalensteine ein Ausdrucksmittel kulturellen Daseins sein können.

Der Genfer Archäologe Pierre Corboud wagte den Vergleich mit den komplexen Sandzeichnungen der Tuaregdichter während ihren Erzählungen ⁶) : *die glattgeschliffenen Felsen der Alpentäler wären dann vielleicht für die urgeschichtliche Bevölkerung unserer Gegend das gleiche gewesen, wie es der Sand für die Tuareg ist: in Stein gravierte Illustrationen zu Erzählungen, Glaubensvorstellungen und Traditionen.*

⁵ siehe dazu Schwegler 1992, 26 f. und Rizzi 2007, 35-65 und 65-120.

⁶ Corboud 1986, 136 f.

Schalensteine mit einem bekannten Verwendungszweck

Mörsersteine (frz. mortier, ital. mortaio, engl. mortar)



Abb. 36. Mörser mit kleinen Schalen auf dem Rand. Gambarogno, Sant'Abbondio CH.

In Siedlungen, die in ihrer Substanz seit Jahrhunderten nicht wesentlich verändert wurden, findet man auf Steinblöcken einzelne grosse Schalen mit Durchmessern von 10 bis 40 Zentimetern. Solche *Mörsersteine* dienten seit vorgeschichtlichen Zeiten in Verbindung mit einem Stössel zum Zerkleinern von Getreide, Kastanien und Nüssen, in Einzelfällen wohl auch zum Zerstoßen pulveriger Substanzen (Baumaterialien und Farben). Im der Schweiz sind mehr als 300 solcher Mörsersteine registriert, 90 % davon in den Kantonen Wallis, Tessin und Graubünden. Einige der Mörsersteine wurden in prähistorischen Seeufer-Siedlungen und in mittelalterlichen Schloss- und Burganlagen gefunden, viele der Mörser waren offensichtlich bis ins 20. Jahrhundert in Gebrauch. Gelegentlich sind auf dem Rand der Mörsersteine kleinere Schalen eingetieft, die wahrscheinlich dem Öffnen von Nusschalen dienten; die Nüsse konnten dann im Mörser für die Gewinnung von Nussöl weiter verarbeitet werden.

Im Tessin und in Graubünden findet man einige Mörsersteine (lat. «Pila») mit zwei gleich grossen Schalen.

Verankerungen für einen Aufbau zeigen in einzelnen Fällen, dass solche «Doppel-Pila» für mechanisch betriebene «Stampfmühlen» verwendet wurden⁷.

Es ist anzunehmen, dass auch in der Schweiz Mörser aus Holz verwendet wurden, wie sie in Afrika heute noch verwendet werden; erhalten hat sich ein einziger Holzmörser in Lavertezzo TI.



Abb. 37. Doppel-Pila in Roveredo CH.

Lagerpfannen für Türpfosten / Steher

Die Lagerpfannen für Drehpfosten finden sich meist einzeln am Rand oder im Innern von Häusern und Hausruinen. An den Drehpfosten wurden Türen oder Galgen für Koch- oder Käsekessel gedreht. Steine mit einzelnen Schalen konnten auch als *Steher* (Unterlagsstein) für Holzpfosten dienen.



Abb. 38. Lagerpfannen (Dreh- und Verschlusspfosten) beim Eingang zum Wohntrakt des Castello Mesocco, CH

⁷ Siehe dazu: Tognina 1967, 185 f. (Fig. 67); Bianconi 1969 14 f.; Bianconi 1982, 128 f. Eine Übersicht über Mörsersteine im Kanton Tessin findet man in Ammann 2006.

Licht- und Leuchtsteine

Im christlichen Totenkult wurden Schalensteine verwendet, deren Schalen mit Öl gefüllt wurden; das Öl wurde mit einem Docht abgebrannt. Solche Steine, in welche mehrere Schalen eng nebeneinander eingemeisselt wurden, haben sich vereinzelt in Deutschland und Italien, vor allem aber in Österreich in Kirchen und Klöstern erhalten. In alten Klosterrechnungen findet sich die Bezeichnung «lapis olei» (Ölstein), mit denen wohl diese für das Totenlicht verwendeten Steine gemeint waren.

Abb. 39. Lichtstein in der romanischen Chorturmkirche aus dem 13. Jahrhundert in Sankt Peter am Bichl bei Klagenfurt, © Foto Johann Jaritz via Wikimedia Commons am Wörthersee, .CC-BY-SA-3.0, Kärnten A.



Weihwasserbecken und Taufbecken

Weihwasserbecken und Taufbecken finden sich in und bei jeder katholisch geprägten christlichen Kirche. Hier ist die kultisch-symbolische Bedeutung der Schale offensichtlich und mit einem Wasserkult verknüpft.

Abb. 40. Weihwasserbecken auf dem Friedhof von Therwil CH 1982.



Scheidsteine oder Pochsteine

Scheidsteine oder Pochsteine sind Steinplatten mit Pochmulden (Schalen), in denen grössere Erzstücke mit dem Hammer geklopft und zerschlagen werden (pochen = klopfen). Dieses Pochen ist notwendig zur Vorbereitung des Erzes für die Verhüttung und hat zum Ziel, taubes Gestein vom Blankerz auszuscheiden. 1987 hat Jan Cierny (damals Konservator des Bergbau-Museums in Bochum) darauf aufmerksam gemacht, dass der datierte Schalenstein von Montesei di Serso (Trento I) im Zusammenhang mit Verhüttungstätigkeiten stehen könnte; ein solcher Stein im Bergbaumuseum Bochum stammt aus einem grossen Schlackensandhaufen von Acqua Fredda (Trento I), wo er bei einer Grabung zusammen mit Klopsteinen gefunden wurde. 2004 wurden von Gert Goldberg zwei Scheidplatten mit mehreren Pochmulden aus dem Bereich des Verhüttungsplatzes des bronzezeitlichen Kupferbergbaus bei Jochberg (Nordtirol) bekannt gemacht. Ein Scheidblock mit 7 Pochgruben ist auch von der griechischen Bergbauinsel Serifos bekannt. Mehrere Scheidsteine mit Pochmulden wurden am Rand von zwei Bergbaugruben in Georgien gefunden⁸).

Der Fund von Pochsteinen setzt natürlich das Vorhandensein einer Bergbauminne oder eines Verhüttungsplatzes voraus; solche Minen gibt es auch in der Schweiz. Im Wallis, am 3031 m hohen «L'Omen Roso» wurden im Ausbruchschutt der Bergbauminne Plantorin auf einem grossen Block Schalen von mindestens 10 cm Durchmesser gefunden⁹). Die Bestätigung, dass einige der Schalensteine im Val d'Anniviers (St-Luc, Ayer, Grimontz), die in der Nähe von Bergbauminen liegen, als Pochsteine gedient haben, fehlt bis heute, ist aber zumindest für die vielen Schalensteine beim (neuzeitlichen) Verhüttungsplatz Chlasche bei Grimontz möglich. Informationen darüber liefert ein Faltprospekt des Büro Grimontz von *Anniviers tourisme*. Dieser [Faltprospekt](#) ist im schweizerischen Steindenkmäler-Invantar SSDI online abrufbar unter der URL: <http://www.ssd.ch/Inventar/VS/Faltprospekt.pdf> .

⁸ Goldberg 2004, 171 (Abb. 9 und 10); Weisgerber 2004, 19 (Abb. 8); Stöllner et al. 2007, 18 (Abb. 17).

⁹ Cavalli et al. 2002, 45 /485); Ansermet 2003, 49 (Photo 15).

Wetzrillen und Schabmulden

Die *Wetzrillen* (ital. *affilato*) sind durch menschliche Aktivität entstandene Einkerbungen auf Steinen. Man findet die Wetzrillen in der Schweiz häufig bei steinernen Brunnenrögen (Abb. 41), auf Mauer-Abdeckplatten von Kirchenmauern und an Aussenwänden von Kirchen, aber auch auf erratischen Blöcken in grösseren Weidegebieten (Abb. 42). Wetzrillen treten häufig zusammen mit Schalen auf.



Abb. 41. Wetzrillen an einem Brunnenrand in Verscio TI.



Abb. 42. Wetzrillen kommen auf erratischen Blöcken vor, wie im Bild links in Kandersteg BE. Foto von Pfr. U. Junger 2004.

Die Wetzrillen bei Brunnen und auf erratischen Blöcken sind zweifellos beim Bearbeiten von gedengelten Sensen und Sicheln entstanden. Um die beim Dengeln entstandenen Unregelmässigkeiten der Schnittkante auszugleichen, wurden die Klingen über eine Mauerkante gezogen. Erst anschliessend wurden die geglätteten Schnittkanten mit Schleifsteinen scharf geschliffen.



Breite Wetzrillen heissen *Schabmulden* und sind beim Herausschaben von Gestein für die Gewinnung von Gesteinsmehl entstanden (Abb. 43). Gesteinsmehl wurde mit Wasser zu einer Paste angerührt und als entzündungshemmendes Mittel auf Wunden aufgelegt. Die Wirkung dieser in der Alternativmedizin als Schüssler-Salze verwendeten Präparate von Mineralsalzen wird z.B. durch die entzündungshemmende Wirkung von Calcium-Sulfat auch in der modernen Medizin bestätigt.

Abb. 43. Schabmulden in einer Viehweide in Langwies GR. Foto M. Brunold.

In Deutschland werden die Wetzrillen an Kirchenwänden (z.B. bei der Stiftskirche St. Annual in Saarbrücken) auch *Teufelskrallen* genannt, andere Bezeichnungen sind *Wetzmarken* oder *Schleifrillen*. Das Ausschaben von Gesteinsstaub aus sakralen Bauten bezeugt den Glauben an die heilende Kraft.



Abb. 44. Wetzrillen an den Aussenmauern des Chores der Kirche von Pfaffenheim im Elsass F.

Der Glaube an eine Heilwirkung ist auch für die Entstehung einiger Schalen an kirchlichen Bauwerken verantwortlich, die manchmal zusammen mit Wetzrillen vorkommen. Berühmt sind die Schalen am Portal des Domes von San-Zeno in Verona (Abb. 45), angebracht auf dem Relief der Höllenfahrt des Dietrich von Bern (Theoderich).



Abb. 45. 'La caccia di Teodorico' von Verona.

In der Schweiz gibt es solche Schalen unter anderem in Sion, wo auf der Grabplatte des 1698 heiligmässig verstorbenen Priesters Mathias Will über die Inschrift hinweg 17 Schalen ausgerieben wurden (Abb. 46). Wetzmarken kennt man auch vom Grab des Schweizer Schutzpatrons Bruder Klaus in Sachseln OW (Abb. 47).



Abb. 46. Die Grabplatte von Mathias Will in der Basilika Notre-Dame de Sion auf Valeria. Hier ist das 'Auskratzen' der Schalen zur Gewinnung von Gesteinsstaub bis in das 20. Jh. verbürgt.



Abb. 47. links: Grabplatte von Bruder Klaus in der Grabkapelle in Sachseln. Die obere Grabplatte stammt aus dem Jahr 1518. Foto B. Halter, Giswil. unten: Die untere Grabplatte der Grabkapelle in Sachseln vom Todesjahr von Bruder Klaus (1487) ist aus Sandstein und hat tiefe Wetzlöcher, die im Volksmund als Fussabdrücke bezeichnet werden.





Abb. 48. Schalen und Wetzrillen beim nördlichen Seiteneingang der Teynkirche (St. Maria vor dem Teyn, 14. Jh.) in Prag CZ. Foto vom September 1996.



Abb. 49. Seiteneingang der ehemaligen Abteikirche in Payerne, der Zugang für das 'gewöhnliche' Volk. Der Opferstock ist in einen Sandsteinquader eingelassen, auf dem Wetzrillen und Schalen angebracht sind.

Wetzrillen an Kirchenwänden (Abb. 48 - Abb. 51) sind oft auch Spuren eines symbolischen Rituals des Frieden-Gebietens. Bis in die Frühneuzeit trug der Mann, wenn er den Gottesdienst besuchte, seine Seitenwaffe. Wenn er einen kirchlichen Raum betrat, so fuhr er mit der Waffe durch eine solche Rille zum Zeichen, dass für diesen Ort und diese Zeit seine Wehr stumpf sein solle.



Abb. 50. Wetzrillen gegenüber dem Kirchenportal von Scareglia TI.



Abb. 51. Wetzmarken am Berner Münster, fotografiert 1981, kurz bevor sie 'wegrestauriert' wurden. Diese Wetzrillen wurden 1924 vom Ethnologen L. Rütimeyer gefunden.

Pechsteine zur Rohharzgewinnung

Seit dem Altertum ist Pech (Teer) aus dem Rohharz von stark harzhaltigen Bäumen (Kiefern oder Fichten) ein vielfach verwendeter Rohstoff, unter anderem als Abdichtmittel, als Schmiermittel, als Klebstoff, als Talglicht, als Seife und als Heilmittel ¹⁰). Die Gewinnung von Pech konnte auf zwei verschiedene Arten geschehen:

- bei der *Lebendharzung* verletzte der *Pecher* die Rinde der Bäume mit einem *Dexel*. Das aus dem Baum herausfließende Harz (Terpentin) wurde in Gefässen aufgefangen, eingetrocknetes Harz wurde abgekratzt. Aus dem Rohharz konnte durch Destillation (Sieden) Pech mit den Bestandteilen Terpentinöl und Kolophonium gewonnen werden.

Nach dem ausgehenden Mittelalter nahm die wirtschaftliche Bedeutung des Waldes zu. Weil die Lebendharzung die Bäume schädigt, war das Harzen nur mit obrigkeitlicher Bewilligung erlaubt, wie verschiedene Erlasse seit dem 16. Jahrhundert zeigen ¹¹).

- bei der *Extraktion von Harz aus dem toten Holz* wurde das Holz ¹²) zerkleinert und auf Steinunterlagen über einem Sammelbecken aufgeschichtet. Diese Steinunterlagen waren naturbelassene oder künstlich zubehauene Felspartien oder Granitblöcke (*Pechsteine*) mit einer Oberfläche von einem bis zu mehreren Quadratmetern ¹³). Der Pechstein diente als Unterlage für einen Meiler aus dem aufgeschichtetem Holz; er wurde mit Ästen, Rasenstücken und Erde (oder einem gusseisernen Kessel) abgedeckt. Der Meiler wurde schliesslich befeuert, d.h. ein über dem Meiler entzündetes Feuer erhitzte das darunter unter Sauerstoffmangel aufgeschichtete Holz, welches dabei das Rohharz abgab und ausserdem als Holzkohle weiterverwendet werden konnte. Das abfließende Rohharz tropfte auf den Pechstein. Beim Fehlen eines Sammelbeckens wurde das Rohharz über künstliche Rinnen oder ein Abflussloch in das Kühlgefäss geleitet.

Manchmal ist das Sammelbecken direkt aus dem Pechstein ausgehöhlt. Dieses Becken hat ein Loch an der tiefsten Stelle zum Ableiten des gewonnenen flüssigen Harzes. Archäologisch belegt ist die Harzgewinnung aus totem Holz in Amsteg-Silenen. Dort wurde ein Sammelbecken aus Metall mit einem Loch verwendet, von welchem das dünnflüssige Rohharz über einen *Teuchel* (Holzkanal) in ein Kühlgefäss lief ¹⁴). Weil das Harzen zum Erwerb armer Leute gehörte, gibt es in der Schweiz keine schriftlichen Quellen, die diese Tätigkeit und die verwendeten Anlagen beschreiben ¹⁵). In Nieder- und Oberösterreich (Mühlviertel) sind viele Pechsteine speziell zugerichtete Blöcke und werden *Pechölsteine* genannt (Abb. 52).

Abb. 52. Ein bekannter und besonders sorgfältig bearbeiteter Pechölstein ist derjenige in Hundsdorf bei Gutau in Oberösterreich. Auf diesem 7,5 m langen und 3,5 m breiten Granitstein mit geneigter ebener Oberfläche führen in einem ausgemeisselten Kreis von 2,4 m Durchmesser blattrippenförmig vertiefte Rillen zu einem Sammelkanal, der bis an den Rand des Steins reicht. Die Rillen sind etwa 5 cm breit und tief.

Foto 2011 von Martin Windischhofer, auf der Wikipedia-Seite zum Begriff *Pechölstein*. Zu finden unter der URL http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pech%C3%B6lstein_Hundsberg.JPG



¹⁰ Grün 1960, 22-30.

¹¹ Meyer 1987, 7 (Anm. 11) und 38 f. [Uri, Glarus, Luzern, Bern]; Berner Holzordnung von 1725, 12 f.; Siegwart 1940 [Luzern]; Für das Wallis siehe Anm. 12.

¹² Ausgangsmaterial für die Pechherstellung (Teerherstellung) ist harzreiches Kiefernholz (Föhrenholz), im Wallis vor allem Holz der Lärche. Besonders geeignet ist das Holz der Wurzelstöcke (Stubben). Das flüssige Rohharz aus den Wurzeln der Kiefern heisst *Kienöl* (Andés, XIX und 171-185).

¹³ Grün, 62; Bauer/Holzmann 1985, 160-162.; Kammerer 1992, 111.

¹⁴ Meyer 1987, 11-15. Nach dem Bericht von Albin Epp, dem Enkel des letzten Betreibers dieser Anlage auf Chilcherbergen wurde auch hier vor allem das Holz der Wurzelstöcke der Föhre oder Fichte verwendet.

¹⁵ Meyer 1987, 39 ff.; Soeder 1936; Rosegger.

Im Internet findet man mit den Suchbegriffen *Pechölstein*, *Pechölsteine im Mühlviertel* und *Pechölsteine in Bayern* ein grosse Zahl sehr schöner Fotografien und Zeichnungen von solchen Pechsteinen aus Österreich und Bayern, wo sie Pechölsteine, Pechschmiersteine oder Speckschmiersteine heissen. Einer dieser Steine erscheint in der Literatur als «Stinkstaa», also 'Stinkstein'.

Im Internet-Beitrag «Die "Theerbrennerey" auf der Häuseloh» der Homepage der *Europäischen Natur- und Kulturlandschaft Häuseloh, Selb in Bayern*, sind Zeichnungen von verschiedenen Typen von Pechsteinen mit einfachen Abflussrillen, mit fischgrätenartig oder zwiebelförmig angeordneten Rillen oder mit herausgearbeiteten Mulden mit einer Abflussrinne abgebildet. Einige dieser Steine mit Mulden haben einen zentralen Abfluss. Den oben genannten Internet-Beitrag findet man unter der URL:

<http://www.enklselb.com/index.php?id=38>

In diesem Beitrag ist eine Karte des bayrischen Verbreitungsgebietes dieser *Teerschwelerei mit Pechsteinen* publiziert. Diese Karte berücksichtigt die ober- und niederösterreichischen Gebiete nicht. Die Pechsteine in Bayern unterscheiden sich aber kaum von denjenigen, die es im Mühlviertel in Oberösterreich gibt (Abb. 53).

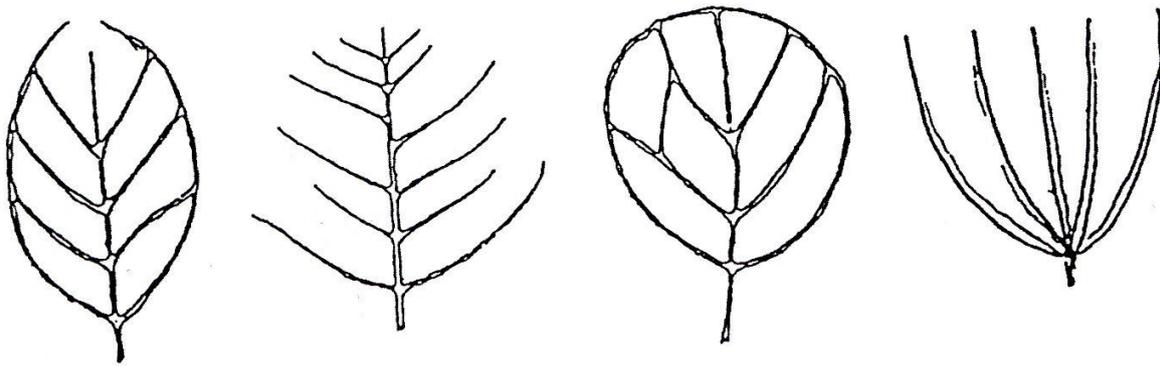


Abb. 53. Blattrispenartig eingemeisselte Rinnen auf den geneigten Oberflächen von Pechölsteinen des Mühlviertels A. Nach der Zeichnung in Kammerer 1992, 107.

Aus Oberösterreich stammen die folgenden Beispiele von Pechölsteinen, die unter den darunter angegebenen Links erreichen können:

Pechölstein bei Bad Zell (© Barbara Albert): <http://www.sagen.at/fotos/showphoto.php/photo/19735>

Von Johann Bauer und Karl Holzmann wurden in den Oberösterreichischen Heimatblättern (39.Jg. 1985, Heft 2, Seiten 159-162) acht weniger bekannte Pechölsteine im Bereiche der Marktgemeinde Königswiesen beschrieben. Ihre Oberfläche misst von 1,4 x 1,1 m bis zu 4,5 x 2 m. Text und Bilder dazu sind unter folgendem Link zu finden: http://www.oegeschichte.at/uploads/tx_iafbibliografiedb/hbl1985_2_159-162.pdf

Christan Steingruber (www.archaeopublica.eu/) verdanke ich die Mitteilung, dass im Jahrgang 25 von 1971 (Heft 1/2) der Oberösterreichischen Heimatblätter (Seiten 16-24) eine Zusammenstellung der bekannten Schalensteine im oberösterreichischen Mühlviertel zu finden ist, unter der URL: http://www.oegeschichte.at/fileadmin/media/migrated/bibliografiedb/hbl1971_1_2_16-24.pdf

Einige der letzten Pechölbrenner arbeiten als Schaumeiler. In verschiedenen Beiträgen im Internet wird demonstriert, wie diese Pechölbrenner arbeiteten. Ein Beispiel dafür ist die Seite der *Brauchtumpfleger Pechölbrennen* des Gaudiclubs Schattau. Sie finden diese Seite unter: http://gaudiclub.bplaced.net/sicherung_hpalt/Unterseiten/Galerie/Galerie_Pechoelbrennen_2008.htm

Gut dargestellt ist die Technik des Pechölbrennens (Biorefining) auf Pechsteinen auf der Internetseite von *biochar.org* (in englischer Sprache). Sie erreichen diese Seite unter der URL: http://www.biochar.org/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=35

Pechsteine in der Schweiz

Aus der Schweiz sind bisher keine schriftlichen Nachweise für Pechsteine bekannt geworden. Das *Teerschwelen* war aber auf jeden Fall üblich, wie die züricher *Instruction über die Wissenschaften und Grundsätze, worauf eine regelmässige Behandlung des Forstwesens beruhet* beweist, die der damalige Cantons Forstmeister Hirzel im Jahre 1809 erliess¹⁶). Im Abschnitt 4i (Pech und Teer) steht da zu lesen:

Zu Erhaltung von Pech wird das von den Nadelhölzern gewonnene Harz in eigen dazu verfertigten Kesseln mit Zusatz von Wasser ausgeschmolzen und, wann solches erkaltet, in einen Sack getan und ausgepresst. Giesst man zu dem also erhaltenen Pech noch Essig hinzu, so entstehet das Glaspech, Geigenharz oder Kolophonium genannt.

Teer ist eine aus dem Harz der Nadelhölzer zu gewinnende Flüssigkeit, welche bräunlich schwarz und zähe wie Sirup aussieht, die dann zu Wagenschmiere und zum Bestreichen der Schiffe gebraucht wird. Die Wurzelstöcke der Forren und Rottannen, wann sie einige Jahre im Boden gelegen, geben den besten Teer; sonsten werden auch an Orten, wo die Stämme derselben nicht besser gebraucht werden können, auch diese dazu verwendet. Die Art und Weise wodurch der Teer gewonnen wird, heisst Teerschwelen, welches auf folgende Art geschieht. Das Holz wird dazu wie bei den Kohlen aufeinander gehäuft, mit Erde bedeckt und oben angezündet; an Orten aber, wo das Teerschwelen einen beträchtlichen Nutzungszweig ausmacht, werden besondere Teeröfen in gleicher Form wie die Meiler oder Kohlhaufen aufgemauert. Von diesem also zugerichteten und angezündeten Holz wird ein Teil zu Kohlen, ein anderer fliesst als eine flüssige Materie aus, welche der eigentliche Teer ist; vorher erscheint aber noch ein gelbliches saures Wasser, Holzessig genannt, das besondern aufgefangen und hernach in den Gerbereien oder zu Verfertigung von Bleiweiss gebraucht wird.

...

Die Holzbenutzung zu Harz, Pech, Teer und Kienruss ist in unserem Kanton nicht sehr beträchtlich; in Deutschland aber ist diese Art, das Holz zu benutzen, an einigen Orten ein wichtiger kameralistischer Wirtschaftszweig, der an besondere Unternehmer verpachtet wird, desnahen auch diese Art von Holzbenutzungen, da wo sich der Anlass zu derselben näheren Betrachtung zeigt, umständlich zu untersuchen und zu bemerken ist.

Auch wenn keine schriftlichen Quellen darüber vorliegen: auch in der Schweiz sind Pechsteine zu finden. Der grösste dieser Steine, der zweifellos dem Zweck der Extraktion von Rohharz aus totem Holz gedient hat, ist der 1 m hohe Granitblock im Park der Villa Stefani in Giornico, der eine Oberfläche von 4,5 x 4,5 m hat. Zwei breite in einem 'V' angeordnete Rinnen führen zu einem Ausfluss, seitlich ist eine Treppe in den Stein gemeisselt, der das Besteigen der glatten Oberfläche erleichtert.

Abb. 54. Pechstein von Giornico TI.



Im Kanton Tessin gibt es eine grosse Zahl von Steinen, die mit Rinnen und Schalen bearbeitet sind. Bei einem grossen Teil dieser Steine handelt es sich wahrscheinlich auch um Pechsteine. Die Steine sind im Inventar des SSDI als solche bezeichnet.

¹⁶ Die Kenntnis von diesem Erlass verdanke ich dem emeritierten Forstgeschichtler Prof. Anton Schuler.

Harzgewinnung im Wallis

Vom Oberwallis liegen viele Berichte über die Harzbrennerei vor¹⁷). Die Gewinnung des Harzes durch das Anzapfen der Lärchen (*“Lärtschina bohren”*, auch *“Letschina bohren”*) stand zeitweise hoch in Blüte¹⁸), der Handel mit dem Walliser Lärchenharz war im 16. und 17. Jahrhundert ein bedeutender Wirtschaftszweig. Für die Ausfuhr des Lärchenharzes nach Italien wurde wiederholt ein Ausfuhrmonopol verliehen¹⁹), das Gewinnen von Lärchenharz war ebenfalls behördlich geregelt²⁰). Ob die Gewinnung des Harzes überall mit dem Verfahren der Lebendharzung erfolgte, ist nicht nachzulesen, Verbote des Landrates für das *“Letschina bohren”* hatten kaum eine Wirkung²¹).

1969 wurde man auf zwei merkwürdige Platten auf dem an der Waldgrenze liegenden Maiensäss Obers-Nesselstal aufmerksam²²). Auf der nach Südwesten geneigten Oberfläche weisen diese Platten Schalen und tiefe Rinnen auf, die auf der südwestlichen Seite zusammenlaufen. Später wurde ein Stein mit einer ähnlichen Gravur auch in der Nähe der Hütten des zwei Kilometer entfernten Maiensässes Obers-Mittubäch gefunden, ausserdem weitere Steine mit parallelen Rinnen auf geneigten Oberflächen in Obers- und in Unners-Nesselstal. Die genannten Maiensässe liegen zwischen den Bergbächen *Nesselbach* und *Taferna*, die am Ort «Grund» in den *Ganterbach* einfließen und sich zusammen zur *Saltina* vereinigen. Via Obers Nesselbach führt ein alter Fussweg zum Simplonpass, der zweite Weg zum Simplonpass führt über Mittubäch. Bei Grund wurde im 16. und 17. Jahrhundert eine Eisenschmelze (Verhüttungsanlage) betrieben, die das Eisenerz aus der Eisenerzmine am Erizhorn²³) verarbeitete. Von Grund gelangt man über den Schallberg nach Brig. Die Flurnamen «Schwäfelbord», «Holzschleif» und «Chalchofe» zwischen Obers-Nesselstal und dem Schallberg verraten eine ehemals stark industrialisierte Zone, bei der die Waldbäume intensiv genutzt wurden.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass die merkwürdigen Platten für die Extraktion von Harz aus totem Holz verwendet wurden, welches bei der intensiven Waldbewirtschaftung in grossen Mengen angefallen ist²⁴). Für eine Bestätigung dieser Vermutung wären gründliche archäologische Untersuchungen notwendig²⁵). Da für die Erzgewinnung am Erizhorn und für den Betrieb der Verhüttungsanlage im «Grund» im 17. Jahrhundert jedes Jahr Fachkräfte aus dem Ausland verpflichtet werden mussten, ist es durchaus möglich, dass die spezielle Technik der Harzgewinnung aus totem Holz von bayrischen oder österreichischen Arbeitern eingeführt wurde.

¹⁷ Julen 1978, 157 f.

¹⁸ 1587 pachteten Johannes Mageran und Zacharias de Girardis von Leuk für 6 Jahre die Wälder der Gemeinde Ulrichen zum Letschina bohren, in Ganter war 1611 der Italiener Anton Gubernor tätig, während Mörel, Filet und Bister 1716 ihre Wälder für 20 Jahre dem Italiener Rabelliert aus dem Valle Anzasca verpachteten. Siehe: von Roten 1971, 49; Imesch/Perrig, 83; Arnold, 193.

¹⁹ Das Ausfuhrmonopol wurde meist zusammen mit dem Einfuhrmonopol für französisches oder italienisches Meersalz verliehen, so z.B. um 1590 dem Mailänder Salzpächter Castelli, später den Brüdern Pozzo aus Domodossola und den einheimischen Kaufleuten Kalbermatter, Waldin, Mageran und Stockalper. Siehe Dubois 1965, 1. Teil Seite 29 (Anmerkungen 85-87), 2. Teil, 441, 443 (Anmerkung 175), 446, 480 f., 507, 593.

²⁰ Dubois 1965, 480 f., 507. Im Zenden Visp waren 1588 mehr als 60 Lärchenbohrer tätig (Dubois 1965, 29, Anm. 86).

²¹ Heusler A. 1890. Rechtsquellen des Cantons Wallis, Nr. 191, 192, 193, Seite 71.

²² Gemeldet durch Irene Zurklusen, Basel.

²³ Erste Nennung der Bergbaumine am Erizhorn (Ärezhorn) 1596. Diese Mine wurde bis 1691 ausgebeutet (Rossi 1949).

²⁴ Möglicherweise war der in Anm. 8 erwähnte und 1611 in Ganter (Gantertal) tätige Anton Gubernor auch für die Harzgewinnung im Nesselwald südlich von Grund zuständig, nachdem Ende des 16. Jahrhunderts die beiden Gemeinwesen Ganter und Grund als ganzjähriger Wohnsitz aufgegeben worden waren (Borter 1966, 632 f.).

²⁵ Bisher ist meines Wissens ausser der von Werner Meyer beschriebenen Anlage bei Amsteg-Silenen nur ein Harz-Schmelzofen bei Finnu durch eine Ausgrabung untersucht worden (Soom 1985, 57).

Die am besten erhaltene Platte von Obers-Nesseltal trägt den Namen 'Leuchterstein'²⁶).



Abb. 55. Der 'Leuchterstein' von Obers-Nesseltal, fotografiert von Nordosten. Die ebene Oberfläche des Steins ist von Nordosten nach Südwesten geneigt.



Abb. 56. Fotografie des 'Leuchtersteins' von Südwesten. Die Rinnen beginnen in Schalen an den höchsten Stellen der Platte.



Abb. 57. (rechts) Eine zweite Platte von Obers-Nesseltal liegt direkt südwestlich neben dem 'Leuchterstein'. Die Rinnen sind hier teilweise etwas stärker abgewittert.

Wie bereits erwähnt, gibt es neben den in Abb. 55 - 57 dargestellten Platten in Obers-Nesseltal weitere Steine, die möglicherweise für die Harzgewinnung verwendet wurden, unter anderem ein langgezogener Felsrücken, der etwa 50 m vom 'Leuchterstein' entfernt ist und auf der abfallenden Nordseite ebenfalls mehrere Rinnen aufweist. Aber auch in Unners-Nesseltal, am Weg zur Eisenschmelze im «Grund» gibt es mehrere Platten mit solchen Rinnensystemen, die aber teilweise stark verwittert sind.

Schliesslich findet man solche Rinnensystem auf Steinblöcken im nahe gelegenen Obers Mittubäch am ehemaligen Fussweg vom «Grund» zum Simponpass (Abb. 59).



Abb. 58. Platte mit Rinnen in Unners-Nesseltal.

²⁶ Das Bild dieses Steins wurde als Darstellung eines Leuchters mit 7 Armen gesehen und als Symboldarstellung des Sternhaufens der Plejaden interpretiert. Ein einfallsreicher Plejadenforscher hat in den Rinnenfiguren gar etruskische Schriftzeichen gesehen, von rechts als EKATON (einhundert) gelesen und ein Alter 'älter als 1900 v. Chr.' angegeben, was aus wissenschaftlicher Sicht natürlich absoluter Unsinn ist. Angaben nach Liniger 1969, 9 f.



Abb. 59. Ein Stein mit einem Rinnenbild ist bei Obers Mittubäch durch den Chorherrn Louis Eméry vom Grossen St. Bernhard entdeckt und 1991 durch Pfarrer Emil Schmid bekannt gemacht worden. Dieser interpretierte das Bild als eingravierte Jagdtrophäe eines Prachthirsches und verknüpfte die Gravur mit einem Jagdkult.

Zu bemerken ist, dass neben den Platten und Felsrücken mit Rinnen von Obers-Nesseltal dort und am Weg über Unners-Nesseltal bis nach «Grund» aber auch bei Mittubäch Schalensteine vorhanden sind, kleinere und grössere Blöcke mit bis zu 50 Schalen. Sie dienten vielleicht dem 'Pochen' d.h. dem Zerklopfen und Zerkleinern des am Erzhorn gewonnenen Roherzes.



Abb. 60. Der grosse Schalenstein von Obers Nesseltal nahe beim Brunnen. Pochstein ?

Nicht so offensichtlich wie bei den Beispielen vom Simplonnordhang ist die Vermutung, dass auch die grossen geneigten Gesteinsoberflächen der Alp Gletscherstafel im Lötschental CH zu den Pechsteinen gehören. In der Falllinie mehrerer der nach Süden abfallenden Felsen sind hier parallel verlaufende Rinnen graviert, die häufig in einer Schale enden. Hatten diese Rinnen einen anderen Zweck oder hatten sie gar kultische Bedeutung ?



Abb. 61. Zwei der mit Rinnen versehenen Felsoberflächen der Alp Gletscherstafel im Lötschental CH.

Im Unterwallis, im Chamoson, hat Roland Biner 2021 einen Harzbrennofen zur Teergewinnung gefunden, bei dem das Rohharz über zusammenlaufende Rinnen in ein Loch abfliessen konnte.

Schalensteine mit natürlich entstandenen Schalen

In den meisten Fällen weiss man nicht, weshalb und wozu Menschen die Oberflächen von Felsplatten und Steinblöcken mit Schalen 'verziert' haben. Die seltsamen mystischen Zeichen, deren Urheberchaft unbekannt ist, geben seit langem zu volkstümlichen und Erklärungen Anlass und werden meist den Menschen der 'Steinzeit' und ihren magischen Fähigkeiten zugeschrieben.

Durch natürliche Erosionsvorgänge entstandene Strukturen auf Gesteinsoberflächen wurden lange Zeit wissenschaftlich unkritisch als verwitterte Überreste geheimnisvoller Überlieferungen vorzeitlicher Menschen gedeutet, weil man nicht erklären konnte, wie natürliche Vorgänge für solche Strukturen verantwortlich sein können. Die Erscheinungen wurden deshalb besonderen unbekanntenen Kräften zugeschrieben. Orte mit solchen Strukturen wurden als 'magische' Orte, 'Kraftorte' und 'Kraftplätze' bezeichnet, bei denen nach esoterischer Vorstellung eine besondere 'Erdstrahlung' wirke; je nach esoterischer Ausrichtung werden geomantische, magische, mythische oder Feng Shui-„Energien“ angenommen, in einigen Fällen sollen solche Plätze gar Landeplätze ausserirdischer Wesen gewesen sein.

Erst eine sorgfältige Analyse mit naturwissenschaftlichen Methoden zeigt, dass ein grosser Teil der vermeintlich menschlicher Tätigkeit zugeordneten Strukturen wie Schalen und Rinnen auf Felsoberflächen ausschliesslich durch natürliche Vorgänge entstandene Erosionsprodukte (Verwitterungen) sind. Für diese Untersuchungen sind allerdings je nach Erscheinungsform der Erosion fundierte geologische, physikalische, chemische oder biologische Kenntnisse vorausgesetzt.

Verwitterungsarten

Studien über die Verwitterung von Gesteinsoberflächen mit dem Ziel, die Struktur der Oberfläche zu beschreiben, gibt es bisher nur wenige. Meistens wurden Verwitterungserscheinungen untersucht, um die Bodenbildung oder geologische Vorgänge im Rahmen der Bildung von Sedimentgesteinen zu verstehen. Die folgende Abhandlung ist ein Versuch, einige der für die Bildung von schalen- und rinnenartigen Vertiefungen möglichen oder denkbaren Verwitterungsvorgänge darzustellen und dadurch die Beurteilung der Frage zu erleichtern, ob Schalen natürlichen oder künstlichen Ursprungs sind ²⁷.

Man kann zwei verschiedene Verwitterungsarten unterscheiden: die *Auswitterung* und die *Abwitterung*. Als Verwitterungsursachen kommen mechanische/physikalische, chemische und biologische Vorgänge in Frage. Mit *Abwitterung* ist hier die totale Verwitterung (Abtragung, Abrasion, Auflösung) von ganzen Gesteinsschichten bis auf die nächste, widerstandsfähigere Schicht bezeichnet. Bei dieser Verwitterungsart treten Reliktstrukturen der Oberfläche wie Rippelmarken und gelegentlich auffällige Erscheinungen wie versteinerte Spuren von Lebewesen (z.B. Trittspuren von Sauriern oder von Vögeln) oder versteinerte Einschlüsse von Tieren und von Pflanzen zutage ²⁸, die in dieser nächsten Gesteinsschicht eingeschlossen sind.

Als *Auswitterung* ist hier die (selektive, lokale) Verwitterung von Oberflächen von Gesteinen mit Einschlüssen und inhomogenen Zonen mit unterschiedlichen Ausgangsprodukten in den Sedimenten beziehungsweise unterschiedlich starker Metamorphose definiert. Die der Witterung ausgesetzte Gesteinsoberfläche – die keine Schichtoberfläche sein muss – verwittert lokal mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten, sodass die Einschlüsse und Inhomogenitäten negativ oder positiv in der Oberflächenstruktur sichtbar werden. Es ist denkbar, dass Einschlüsse und Inhomogenitäten in den Kontaktzonen geschichteter Gesteine (metamorphe Gesteine und Sedimente) häufiger auftreten, sodass dort Abwitterung und Auswitterung oft gemeinsam wirksam sind.

²⁷ Das Problem der durch Erosion entstandenen Schalen hat der Schweizer Geologe Prof. Dr. Augusto Gansser (1910-2012) in seinem 1995 erschienenen Buch 'Schalensteine Cupstones' besprochen und in den Kapiteln 'Beispiele natürlicher Schalensteine' (Seiten 73 - 76) und 'Examples of natural cupstones' (Seiten 149-152) mit vielen Fotos und Zeichnungen illustriert.

²⁸ Etwa die Fussspuren von Sauriern, die 1961 im Engadin (Val Cluozza) am Piz dal Diavel und 1976 beim Lac du Vieux Emosson [Demathieu G. & G. 1978. Aperçu sur l'étude des empreintes du Trias, appliqué au gisement du vieux Émosson. Bulletin de la Murithienne - Sion 95, 21-34] oder vor wenigen Jahren im Steinbruch von Lommiswil SO gefunden wurden.

Verwitterungsursachen

Bei Gesteinen mit grossen Poren und vielen feinen Klüften können «Atmosphärlilien» (vor allem CO₂-haltiges Wasser) eindringen und chemische Verwitterung verursachen. Ist das Porenvolumen gering, so wird zuerst das Gesteinsgefüge gelockert. Die Art der *mechanischen Gefügelockerung* ist vom Klima abhängig. Im kühlen Klima – in grösseren Höhen – gibt es Frostsprengung. Im «ariden» Klima – das trockene Klima, wo die Verdunstung alle Niederschläge auffrisst – gibt es eine durch die starken, täglichen Temperaturschwankungen bedingte Wasseradsorption und -desorption, welche mittels eines Spreitungsdruckes das Gefüge der Gesteine von Haarrissen und kleinsten Poren aus lockert. Im humiden Klima wirkt die Hydrolyse oder es sind die Pflanzenwurzeln, die in feine Klüfte und Haarrisse des Gesteins eindringen und sprengend wirken. In der Schweiz gibt es je nach Landesgegend kühles (höhere Lagen, Winter), semiarides (Wallis und Tessin im Sommer) und humides Klima, sodass meistens zwei Lockerungsmechanismen wirken. Bei Findlingen muss grundsätzlich berücksichtigt werden, dass sie oft lange im Gletschereis eingeschlossen waren und dabei unter Umständen Abenteuerliches miterlebt haben. Die Blöcke waren vielleicht abwechselnd hohen und tiefen Drucken und unterschiedlichsten Temperaturen ausgesetzt, lagen vielleicht längere Zeit in Gletscherbächen oder auf Moränenzügen, heftigen Wasserströmungen ausgesetzt, wurden später von neuen Gletschern überdeckt, weitergeschoben und schliesslich ziemlich stark erodiert am heutigen Platz liegengelassen. Sichtbar sind die Erosionen, die ein Gesteinsbrocken während seinem Transport durch den Gletscher erfahren konnte.

Bei der *chemischen Verwitterung* tritt Wasser längs der Kristallgrenzen lösend ein; verschiedene Minerale lösen sich in verschiedenem Masse²⁹. Quarz ist relativ beständig, Karbonate sind ähnlich widerstandsfähig, solange das Wasser mit dem atmosphärischen CO₂ im Gleichgewicht steht; nimmt das Wasser aber zusätzlich Humussäuren oder aus organischen Prozessen zusätzliches CO₂ auf, welche den pH-Wert herabsetzen, so findet eine chemische Reaktion statt, welche zur Auflösung der Karbonate führt³⁰. Auch *Feldspäte* sind beständig, wobei Alkalien leichter entfernt werden als Silizium und Aluminium³¹. Unter den *Glimmern* wird der eisenhaltige Biotit leichter zersetzt als der eisenfreie Muskowit. Die übrigen gesteinsbildenden Minerale (z.B. Amphibole und Pyroxene, die häufig als Einschlüsse vorkommen) sind leichter löslich als Quarz, Feldspat und Glimmer.

Ein wichtiger Faktor der chemischen Verwitterung ist schliesslich die Tätigkeit von Bakterien³².

Schalenartige Erscheinungsformen der Verwitterung

Schalensteine sind häufig Versturzböcke und Findlinge; das Abbrechen dieser Blöcke vom Muttergestein dürfte mit höherer Wahrscheinlichkeit entlang von Schichtflächen geschehen als quer zur Schicht, sodass diese Blöcke die für Ab- und Auswitterung günstigste Oberfläche präsentieren. Die Auswitterung von weniger widerstandsfähigen Zonen formt zusammen mit mechanischer und physikalischer Abwitterung (Transport-Abwitterung, Verwitterung durch Wasser, Sand, Hitze, Frost) die Oberfläche des Blocks. Der Widerstand gegen die Verwitterung nimmt zu, wenn zuerst die weniger widerstandsfähigen Zonen des Gesteins verwittern und der widerstandsfähige «Kern» des Blocks übrigbleibt. In stark geschichteten Gesteinen - wenn die Abwitterung viel schneller voranschreitet und die Auswitterung unbedeutend ist - kann eine stetige Verwitterung (bis zum vollständigen «Zerfall» der Blockes) stattfinden³³.

²⁹ Ausführungen dieses Abschnitts nach Füchtbauer H. 1970. Sedimente und Sedimentgesteine. Reihe Sediment-Petrologie/Engelhardt W.V., Füchtbauer H., Müller G., Teil 2.

³⁰ In Vertiefungen der Oberfläche sammeln sich Wasser und Pflanzenreste. Bei der Zersetzung der Pflanzen wird Kohlendioxidgas (CO₂) freigesetzt, das mit dem Wasser reagiert und verdünnte Kohlensäure (H₂CO₃) bildet. Diese Kohlensäure löst Kalziumkarbonat (CaCO₃) auf. Lösungsgleichung: H₂O + CO₂↑ + CaCO₃↓ = Ca²⁺ + 2HCO₃⁻

³¹ Die chemische Verwitterung lässt sich nach Siever (1968) ganz allgemein als eine H⁺-Aufnahme und eine damit verbundene Freisetzung von Alkalien, Erdalkalien und SiO₂ beschreiben. Das Hauptagens der Verwitterung ist CO₂-haltiges Regenwasser: erhöht sich der CO₂-Druck, so löst sich mehr CO₂ im Regenwasser, und der H⁺-Ionengehalt in diesem wächst. Die Reaktion für den Kalifeldspat, die als Modellfall der Silikatverwitterung gelten soll, läuft dann verstärkt von links nach rechts: 2 KAlSi₃O₈ + 2H⁺ + 2HCO₃⁻ + H₂O = Al₂Si₂O₅(OH)₄ + 4 SiO₂ + 2K⁺ + 2HCO₃⁻ Die Diagenese wirkt in der entgegengesetzten Richtung.

³² siehe Krumbein W.E. 1969. ÜBER DEN EINFLUSS DER MIKROFLORA AUF DIE EXOGENE DYNAMIK (VERWITTERUNG UND KRUSTENBILDUNG). Geologische Rundschau /58, 333-363.

³³ In weicheren Gesteinen kann auch die Auswitterung zum Zerfall der Gesteine führen, z.B. durch Winderosion («Wabensteine» in Buntsandsteinschichten).

Im Gegensatz zur Auswitterung von Einschlüssen, die gelegentlich nicht vollständig geschieht und bei der dann noch Reste der Einschlüsse zu finden sind ist es denkbar, dass nach der Auswitterung inhomogener Zonen im Gestein keine Spuren der Einschlüsse nachgewiesen werden können. Unter Umständen findet man aber weitere Einschlüsse in tieferen Schichten des Gesteins. Wenn ein Gestein inhomogene Zonen enthält, die klumpen-, linsen- oder kugelförmig sind, so kann die Oberfläche diese als schalenförmige Vertiefungen präsentieren. In vielen solchen Fällen – wenn die Schalenform mit einer künstlich herstellbaren Form übereinstimmt – ist es unmöglich mit Sicherheit auszusagen, ob vorhandene Schalen künstliche oder natürliche Produkte sind.

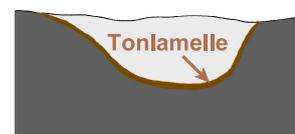
Bei den Kristallisationsvorgängen während der Gesteinsbildung - der Abscheidung von Kristallen aus Lösungen und Schmelzen durch Abkühlen - setzt sich die Kristallisation von einem Zentrum aus radial nach aussen oder entlang einer Schichtung fort, bis die Bedingungen für die Kristallisation (Sättigungsgrad der Lösung, günstige Temperatur) nicht mehr erfüllt sind.

Man kann sich gut vorstellen, dass sich auf diese Art in einem scheinbar homogenen Gestein - etwa in einem Kontakthof eines Intrusionskörpers - kleine kugelförmige Zonen gebildet haben, in denen die Zusammensetzung der Minerale infolge der Kristallisation vom Zentrum her stetig ändert. Gelangt eine Schicht mit solchen Zonen durch Abwitterung an die Oberfläche, so ist es denkbar, dass die an der Schichtfläche dieser Schollen mit atektonischem Verhalten ansetzende Verwitterung (Frostspaltung und Kryoturbationen, d.h. Durchmischungen der oberflächennahen Gesteinsschichten durch Gefrieren und Wiederauftauen, mit anschliessendem teilweisem Abwittern) diese Inhomogenitäten in Form von ausgewitterten «Schalen» sichtbar werden lässt. Dieser Mechanismus erklärt einige der offensichtlich natürlichen, linsen- oder schalenförmigen Auswitterungen in Gesteinen, bei denen sich das verbliebene Gestein homogen präsentiert³⁴.

Ein gut untersuchtes Beispiel für solche Verwitterungen sind die ovalen Vertiefungen im körnigen Granitgneis in der Umgebung der Sufnersee-Staumauer nördlich und südlich des Hinterrheins³⁵. Dieser Gneis ist durch undeutliche Schieferung ausgezeichnet und enthält gröberes Korn von Alkalifeldspat und Quarz, was dem Gestein ein körniges Aussehen verleiht. Dabei treten 5 bis 50 cm mächtige exogene Schollen auf mit dem oben erwähnten atektonischem Verhalten auf, das sich in Form von kleineren und grösseren meist ovalen Vertiefungen in der schiefrigen Oberfläche zeigt³⁶.

Schalen in Kalk-Tonsteinen (Mergel) und Tonschiefer

In Sedimentgesteinen lagern sich in natürlichen Vertiefungen von Sand- und Kalksteinablagerungen häufig Tonlamellen ab; diese Tonlamellen bleiben in den durch Wärme und Druck in metamorphe Gesteine veränderten Sedimentgesteinen erhalten. Treten diese Gesteine an die Oberfläche, wittern die Sand- und Kalksteinablagerungen bis auf die wasserundurchlässigeren Tonlamellen ab. Zurück bleibt eine ovale oder unregelmässige Vertiefung, die manchmal künstlichen Schalen zum Verwechseln ähnlich sieht. Solche metamorphe Gesteine sind etwa die Kalkmergel der Drusberg-Decke bei Kerns OW, wo solche Vertiefungen unter anderem beim 'Hexenstein' (Abb. 62) deutlich sichtbar sind. Eine ähnliche Erscheinung findet man auch beim 'Teufelstein' im Prättigau-Schiefer von Pany in der Gemeinde Luzein GR oder beim Block an der Strasse von Vuiteboeuf nach Sainte-Croix VD, der aus dem Gestein der jurassischen oolithischen Kalkschichten besteht, die von den Aiguilles de Baulmes bis zu den Gorges de Covatanne reichen (Oolith = Eierstein).



³⁴ Vergleiche dazu die Opferkesselverwitterung (Anmerkungen 11, 12). Kryoturbationen = Durchmischungen der oberflächennahen Boden- oder Gesteinsschichten durch Gefrieren und Wiederauftauen.

³⁵ Grünenfelder Mar 1956. Petrographie des Roffnakristallins in Mittelbünden und seine Eisenvererzung. Beitrag zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie, Lieferung 35. Promotionsarbeit der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich.

³⁶ Grünenfelder, Seiten 11 f., Fig. 3.

Auswitterung inhomogener Zonen

Beispiele für die Auswitterungen von solchen inhomogenen Zonen sind die Schollenverwitterung und die selektive Verwitterung, welche vielerorts in Form von Gesteinsoberflächen mit «Schlitzen» und unregelmässigen Vertiefungen beobachtet werden. Exemplarisch ist die folgende Aufzählung einiger Beispiele von schalenähnlichen Auswitterungen, die mir aufgefallen sind: Hexenstein von Kerns CH (Kalksandstein, Abb. 62), der Teufelsstein auf Paterschauna oberhalb Ilanz CH (Granit mit Aplitgängen), der 'Schalenstein' auf Tschuppina bei Breil/Brigels CH (Granit, Abb. 63), der kleine Heidenstein bei Biel CH (Quarz-Marmor), die Schollenverwitterungen des Pierre à mille trous von Bursins CH (Kalksandstein, Abb. 72) oder des 'Schalensteins' bei der St.Jost-Kapelle in Ennetbürgen CH (Abb. 73). Die hier genannten Beispiele können alle nicht mit Schalen verwechselt werden, wie sie vom Menschen geschaffen wurden (obwohl dies immer wieder geschieht).



Abb. 62. Hexenstein von Kerns CH.



Abb. 63. Schalenstein von Breil/Tschuppina CH.

Schwieriger sind die Verwitterungen zu beurteilen, wenn die Erosionsprodukte mehr oder weniger halbkugelförmiges Aussehen haben. Beispiele dafür sind die tausenden teilweise kreisrunden Schalen am Südabhang des Pizzo Forno oberhalb Chironico CH (Abb. 64 und 83), bei der Albagno-Hütte oberhalb Bellinzona CH (Abb. 85) oder auf den Abhängen rund um Bosco Gurin CH (Abb. 88), besonders auf der Alp Wolfstafel. Bei allen diesen Beispielen kommen zwar einige «perfekte» semisphärische Schalen vor, aber daneben auch unregelmässig geformte und «bauchig» erweiterte Schalen (d.h. mit Unterschneidungen und Verfestigung der Schalenränder), die künstlich kaum gefertigt werden können und eindeutig auf natürliche Bildung hinweisen. Zusätzlich erschwert wird die Beurteilung, wenn nur vereinzelte verstreute Schalen vorkommen, wie dies im obern Verzascatal der Fall ist (z.B. Ar Locia, Sonogno CH) und wie ich sie auch im obern Maggiatal am Weg vom Cristallina-Pass gegen die Alpe di Robiei

angetroffen habe. Unsicher in der Beurteilung wird man gelegentlich auch dann, wenn sich um den Stein oder um die Schale eine Sage rankt, weil man dort oft eine «Nachbearbeitung» einer natürlichen Vertiefung feststellen oder vermuten kann. Solche Sagensteine sind unter andern der «Schalenstein» im Löchli unterhalb der St.Lucius-Kapelle bei Chur CH, der St.Meinradsstein beim «St.Meinradskäppeli» in Allenwinden bei Baar CH, die St-Germain-Steine im Jura (Courrendlin, Grandval, Moutier CH) oder der Stein mit dem Fussabdruck des Heiligen Gallus in einer Nische der Galluskapelle in Arbon CH. Alle genannten Beispiele sind sicher oder mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit Produkte der Verwitterung.

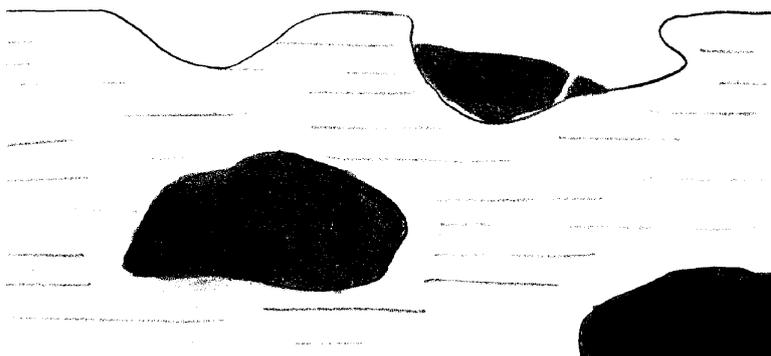


Abb. 64. Schalen am Pizzo Forno (Chironico CH).

Auswitterung von Einschlüssen

Sofort zu erkennen ist in einigen Fällen die Auswitterung von Einschlüssen. Ein Paradebeispiel dafür ist die Verwitterung von Gelpyritknollen. Es handelt sich um Eisen- oder Schwefelkies (FeS_2), der in Knollen- oder Kugelform als Melnikowitpyrit oder Markasit im Kalkgestein oder im kalkigen Sandstein auftritt (die bekanntere Form des Schwefelkieses ist der würfelförmig kristallisierte, gelbglänzende Pyrit). Wenn das Muttergestein abwittert, gelangen die Pyritknollen an die Oberfläche; sie verwittern (verrosten) sehr rasch, viel schneller als das umgebende Kalkgestein. Der verwitterte Schwefelkies (Rost, Ocker) wird durch Wasser aus dem Muttergestein herausgewaschen, sodass der oft fast vollkommen halbkugelförmige Negativabdruck des Knollens übrigbleibt. In grosser Zahl und Varianz habe ich diese Verwitterungsform auf der Alp Linderen oberhalb St. Niklausen (Kerns CH) gefunden. Da die eingeschlossenen Pyritknollen in der Gesteinsschicht in verschiedenen Tiefen vorhanden sind, liessen sich verschiedene Stadien der Abwitterung des Gesteins feststellen: Hat die Abwitterung der Gesteinsschicht den eingeschlossenen Knollen gerade erreicht, so ist dieser in der Regel noch ganz oder teilweise in der bauchigen Vertiefung vorhanden. Wenn die Gesteinsschicht weiter abwittert, so werden die Verwitterungsüberreste zunehmend aus dem Gestein herausgewaschen und vom entstehenden Hohlraum sieht man nur noch den unteren Teil, der sich wie eine mehr oder weniger schön geformte semisphärische Schale präsentiert. Unebenheiten am Schalenboden sind durch die chemische Verwitterung und Winderosion geglättet. Die Schalenränder präsentieren sich aus den gleichen Gründen sanft abgeflacht, sodass häufig eine Schale entsteht, die einer künstlich geschaffenen flach-semisphärischen Schale zum Verwechseln ähnlich sieht.

Abb. 65. Gelpyrit-Einschlüsse in verschiedenen Tiefen des Gesteins und Stadien der Verwitterung: ausgewaschene und ganz erhaltene Knollen.



Das bekannteste Beispiel einer durch Verwitterung von Pyrit (Markasit) entstandenen Schale ist die von Emmanuel Scherer 1909 gemeldete Schale am Bürgenstock bei Luzern CH. Sie befindet sich an einem Kalkblock und hat beinahe vollkommene Halbkugelform. In unmittelbarer Umgebung des Blocks mit dieser Schale gibt es weitere Schalen und noch unverwitterte Pyritkugeln im gleichen Gestein (Abb. 68). Ebenfalls Gelpyritlöcher sind die im 51. Jahrbuch der SGUF 1964 (129) von J. Steinmann bekannt gemachten Schalen bei Ettingen CH oder die von A. Jeger gemeldeten Schalen bei der kleinen Antonius-Kapelle am Meltingenberg CH.

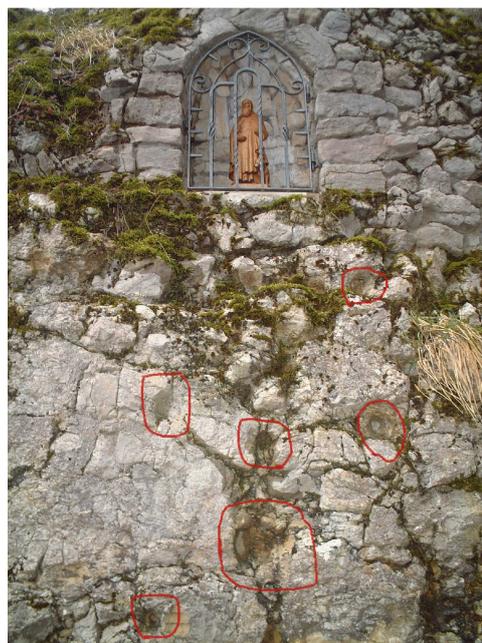


Abb. 66. 'Schalen' bei der Antonius-Kapelle am Meltingenberg CH.



Abb. 67. Zwei Schalen von ausgewitterten Gelpyritknollen (unten) und ein 'Donnerkeil' (versteinerter Belemnit). Alp Linderen, Kerns CH.



Abb. 68. Links ein ausgewitterter, rechts ein noch im Gestein vorhandener Gelpyrit-Knollen. Bürgenstock, Luzern CH.

Ein weiteres Beispiel eines solchen «Gelpyrit-Schalensteins» ist derjenige von Steinbrunn-le-Haut F im Elsass; die Steinplatte, ein Sandstein von gelblich-grauer Tönung, lässt auf der Schichtfläche wellenförmige Rippelmarken erkennen und trägt einige Schalen, in denen sich teilweise ebenfalls Verwitterungsreste und ganze Kugeln von verrostetem Schwefelkies befinden ³⁷.



Abb.69. Schalenstein von Steinbrunn-le-Haut F. © Foto Ulrich Büchi.

³⁷ Auffällig ist hier, dass die Ränder der Vertiefungen nicht abgeflacht sind, wie dies bei künstlichen Schalen immer der Fall ist. Trotzdem ist natürlich theoretisch denkbar, dass solche Steine in der Vorzeit eine gewisse Bedeutung hatten, liess sich doch durch das Herausbrechen der Pyritkugeln das für das Schlagen von Feuer wichtige Schwefelkies gewinnen; andererseits konnte das verwitterte Material als Ocker zum Färben benutzt werden.

Schalen mit biologischem Ursprung

Auffällig sind die Furchensteine (galets sculptés), die unter anderem auf der Westseite der Petersinsel am Bielersee vorkommen und die F.A.Forel schon beschrieben hat. Ihre eigentümlich gestaltete Oberfläche verdanken sie mit grosser Wahrscheinlichkeit der Wirkung von Algen und Flechten, die das ihre Unterlage bildende Kalkgestein aufzulösen vermögen und ihrerseits nach dieser Lösung mineralische Depots anlegen (ähnlich den Korallen). Die Furchensteine – bei einigen dieser Steine sind die Furchen zu Löchern und Schalen erweitert – kann man zwar kaum mit Schalensteinen verwechseln, aber sie sind ein Beispiel für chemisch-biologische Entstehung von Oberflächenstrukturen. Ebenfalls biologischen Ursprungs sind Löcher und Röhren, die von Bohrmuscheln erzeugt werden können.

Dass Algen auch schöne Schalen aus Steinen herausfressen können, beweisen Kalksteine mit kleinen Schalen, die am Meeresstrand des Nordatlantiks gefunden werden können.



Abb. 70. Zwei handgrosse Kalksteine mit Schalen, die von Algen herausgelöst wurden. Links ein Beispiel vom Meeresstrand der Gironde, rechts vom Strand von Morbihan bei Gâvres F.

Eine seltsame Rinnenverwitterung ist mir aus Schwarzenberg bei Luzern CH bekannt. Ein Kalksandsteinblock aus einem Moränenwall³⁸, der beim Bau eines Schulhauses ausgegraben worden war, trägt ein Gewirr von etwa 2 - 3 cm breiten und 1 cm tiefen Furchen, die keine sichtbare Ordnung aufweisen. Die Oberflächenschicht ist ziemlich weich und kann mechanisch leicht angekratzt werden. Hier haben organische Säuren des Humusbodens diese Rinnen verursacht, und zwar so, dass im Boden versickertes Regenwasser immer an den gleichen Stellen über den verrundeten Block abfloss und für die lokal stärkere Verwitterung in den Abflussgängen sorgte (Foto in Schwegler 1992, 44, Abb. 34).

Mechanische Gefügelockerung von Konglomeraten

Ein weiteres Beispiel für die Bildung natürlicher Schalen findet sich im Buntsandstein in der Region um Como I. Der Buntsandstein in dieser Region führt häufig Schichten mit Konglomeraten aus grösseren und kleineren Geröllen; diese hinterlassen beim Herauswittern im umgebenden Sandstein schöne schalenförmige Vertiefungen. Es ist erstaunlich, dass diese Tatsache einem der eifrigsten Schalensteinforscher, Alberto Magni, nicht aufgefallen ist. Eine ganze Reihe der von ihm gemeldeten Schalensteine sind natürlich entstanden. Trotzdem sind nicht alle in dieser Region gemeldeten Schalensteine natürlich entstanden. In Prestino, wo Magni Schalen meldete, gibt es auch Felszeichnungen. Und in Pianvalle bei Como wurden Schalen in geometrischer Anordnung zusammen mit andern geometrischen Figuren gefunden, und dies auf einer Buntsandsteinplatte in einer prähistorischen Siedlung. Die Schalen blieben nach A.Priuli deshalb besser erhalten, weil die Platte mit Humus bedeckt war³⁹.

Schalen, die durch Herauswittern von Geröllen entstanden sind, können auch auf gletschertransportierten Konglomeratblöcken des Mittellandes vorkommen; der 1931 entdeckte und heute verschwundene Schalenstein vom Niederhölzli in der Gemeinde Brüttelen CH war ein Konglomerat-Block, zu dem der Begutachter der kantonalen Naturschutzkommission bemerkte: "Die Entstehung der Schalen durch Menschenhand ist mir fraglich; sie könnten auch natürlich entstanden sein durch Herauswittern von Rollsteinen".

³⁸ Es gibt in der Nähe Sandsteine aus der obern Meeresmolasse; der Block könnte auch während der letzten Vereisung aus dem Obwaldner Flyschgebiet hertransportiert worden sein.

³⁹ Priuli A. 1984. Felszeichnungen in den Alpen. Zürich - Köln. Karteikarten 22 und 89.

Opferkessel: Verwitterung in Graniten und im Sandstein

Die gründlichsten Untersuchungen liegen bis heute zu den sogenannten «Opferkesseln» vor, wannen-, schüssel-, napf- und kesselförmigen Eintiefungen mit oder ohne Rinnen in Graniten. Zur Entstehung der Opferkessel gibt es mehrere Publikationen⁴⁰. Die Opferkessel kommen in fast allen europäischen Mittelgebirgen mit grösseren Granitvorkommen vor, so im benachbarten Schwarzwald (die Giersteine bei Forbach D), im Elsass (die Stampflöcher bei Saint-Jean-Saverne F), im Harz, im Fichtelgebirge, im Riesengebirge und im Böhmerwald. Auch viele der verehrten Kultsteine in Niederösterreich und im oberösterreichischen Waldviertel gehören zu diesen Opferkesseln. In Europa sind sie ausserdem in England (Dartmoor), auf den Scilly-Inseln, in Spanien, Portugal, Korsika und Elba verbreitet, ausserhalb Europas in den Granitbergen Kameruns, im Sudan, in der Massai-Steppe, auf den Seychellen, in Brasilien, in den USA und in Asien.

Es handelt sich bei diesen Opferkesseln durchwegs um selektive Verwitterung in Graniten, die auf Unterschiede in der Zusammensetzung des Gesteins zurückzuführen ist. Die Verwitterung setzt in Unebenheiten der durchaus nicht völlig homogenen Granitoberfläche an; Granit ist von seiner Entstehung her mit einem Kluftsystem versehen; nach der teilweisen Abtragung des Granits bleibt eine Oberfläche von matratzenähnlicher Gestalt, sogenannte «Wollsäcke»⁴¹, oft übereinanderliegend und ganze Felsentürme bildend. Die Verwitterung setzt nun auf der Oberfläche dieser Blöcke an. Als Verwitterungsursache sind in erster Linie Regen und Wind zusammen mit biogenen Faktoren - organische und anorganische Säuren - zu nennen. Natürlich spielt auch die mechanische Verwitterung eine Rolle. Im Internet publiziert ist ein bekanntes Beispiel aus [Schonach im Schwarzwald](#).

In Frankreich findet man solche Opferkessel in den Granitgebirgen der Departemente Puy-de-Dôme (z.B. die [Pierre Ginich bei Arconsat](#)), Bas-Rhin (Video von ['Schalen' auf dem Hohwalsch bei Walscheid](#)) und Vosges (z.B. auf der [Tête des Coveaux bei Eloyes](#)).

Besonders grosse Steinkessel werden im Riesengebirge in Tschechien (Schlesien) aber auch im Heuscheuergebirge in Polen (Niederschlesien) beobachtet. Die dort vorkommenden Gesteine sind Granit, aber auch Sandstein. Von den zahlreichen in Frage kommenden Faktoren, welche an der Entstehung dieser Steinkessel beteiligt sein können, wird hier neben der chemischen vor allem die durch exponierte Lage und Wind bedingte mechanische Tätigkeit des Wassers verantwortlich gemacht. Somit dürfte die Bildung von Steinkesseln z. T. auch heute noch im Gange sein und nicht unbedingt mit einer eiszeitlichen Vergletscherung in ursächlichem Zusammenhang stehen. Diese Steinkessel lassen sich jedenfalls zwanglos dem Begriff Erosionskessel, Erosionskolk, Laugungskolk, Kolkloch, Strudelkessel, Strudelkolk und Strudeltopf zuordnen.

In der Schweiz sind keine derartigen Opferkessel in Graniten bekannt. Dies hängt damit zusammen, dass das Granit-Grundgebirge der Schweiz nur in einem relativ schmalen hochalpinen Streifen zwischen dem Wallis und der Zentralschweiz an die Oberfläche tritt. Diese Gebiete sind aber in geologisch jüngster Zeit, d.h. bis vor weniger als 10'000 Jahren, noch vollständig vergletschert gewesen. Deshalb lassen die heute freiliegenden Granitoberflächen vor allem Spuren der mechanischen Glazialerosion erkennen, hatten aber für deutlich sichtbare selektive Verwitterungen noch zu wenig Zeit; zudem sind in grosser Höhe die biogenen Faktoren nicht wirksam. Hingegen gibt es in der Schweiz «angefangene Opferkessel», zum Beispiel die Vertiefungen des Steins von Tschuppina (Breil CH, Abb.63). Das Studium der Bildung dieser Verwitterungen im Granit ist bedeutungsvoll, weil sich der dort wirkende Mechanismus auf ähnliche Art vielleicht in andern Gesteinen - ich denke besonders an granitoide Gneise - wiederholt.

⁴⁰ Hoffmann G. 1988. FUNDE UND FUNDSTÄTTEN DER VOR- UND FRÜHGESCHICHTE IM LANDKREIS RASTATT IV. Heimatbuch Landkreis Rastatt 1988 - Rastatt, 139-145. In der Untersuchung von Gerhard Hoffmann ist eine Reihe von Angaben älterer und neuerer Literatur zum Thema der Opferkessel zu finden, von denen ich hier zwei neuere Arbeiten zitiere: Hedges James 1969. OPFERKESSEL. Zeitschrift für Geomorphologie **13**, NF, 22-73; Wilhelmy H. 1981. KLIMAMORPHOLOGIE DER MASSENGESTEINE Wiesbaden.

Siehe auch: Vollrath H. 1980-1982. VERWITTERUNGS- UND ABTRAGUNGSFORMEN DES GRANITS IM FICHELGEbirGE. «Der Siebenstern», **49/2**, **49/4** (1980), **50/3**, **50/4** (1981), **51/3**, **51/5** (1982) - Wunsiedel und Hof/Saale; Vollrath H. 1984. EROSIONSFORMEN DES GRANITS IN NORDOSTBAYERN. 31. Bericht des Nordoberfränkischen Vereins für Natur-, Geschichts- und Landeskunde - Hof/Saale.

⁴¹ nach Wilhelmy H. 1981. Geomorphologie in Stichworten.

Tafoni-Verwitterung

Tafoni sind konkave, kavernöse, gewöhnlich nach einer Seite offene kugel- bis nierenförmige Hohlräume von wenigen Zentimeter bis zu mehreren Metern in meist grobkörnigen Gesteinen, vorwiegend Graniten, Gneisen, Grauwacken und Sandsteinen, welche entfernt an Bienenwaben erinnern. Tafoni sind ein Wahrzeichen der Insel Korsika, in Europa kommen sie vor allem im Mittelmeerraum vor (Abb. 71), es gibt sie aber auch in Deutschland (Buntsandsteine der Südpfalz) und der Schweiz.



Abb. 71. Innenseite von zwei Seitentragsteinen des Dolmens de la Carena bei Vilajuïga (Katalonien E) mit Tafoni-Verwitterungen. In der Umgebung gibt es Schalensteine und Schalen auf Decksteinen von Dolmen.

Über die Entstehung der Tafoni gibt es keinen Konsens, es handelt sich aber offenbar um chemische und physikalische Prozesse, die diese Form der Verwitterung verursachen.

Ähnliche wie bei den Tafoni wirkende Prozesse können auch bei der Verwitterung von Steinen verantwortlich sein, die als Schollenverwitterung erklärt werden, z.B. beim Pierre à mille trous von Bursins CH (Kalksandstein, Abb. 72) oder beim 'Schalenstein' bei der St.Jost-Kapelle in Ennetbürgen CH (Abb. 73).



Abb. 72. Pierre à mille trous, Bursins CH.



Abb. 73. 'Schalenstein' bei der St.Jost-Kapelle, Ennetbürgen CH.

Kolke, Strudeltöpfe und Gumpen

Ein *Kolk* (auch Kolkloch, Strudeloch oder – in Festgestein – Strudeltopf genannt) ist eine Bezeichnung für eine kleine, wassergefüllte Vertiefung. Es handelt sich um eine Erosionserscheinung im Bett eines Fließgewässers in Form einer Vertiefung in der Fließgewässersohle oder der Uferwand. Auslöser können Unebenheiten und Hindernisse der Wände und des Bodens oder Unregelmässigkeiten in der Festigkeit des Untergrundes sein oder Fließhindernisse wie Baumwurzeln oder Steine in Sand- und Schotterbetten (Abb. 74). Kolke entstehen auch in Festgestein durch die Fluvialdynamik des Wasserlaufs. Mitgeführter Sand, Geröll und Gesteinsbruchstücke schleifen die Gewässersohle ab, wodurch der Fluss das Gestein erodiert. Der im Wasser vorhandene Sand entsteht als körniger Zerfall der Gesteinsoberfläche, wenn Wasser in die Grenzflächen zwischen die Mineralkörner des Gesteins eindringt und durch Frostverwitterung Körner aus der Oberfläche herauslöst. Durch Strudel und Wasserwalzen bilden sich solche Auskolkungen als trichter- oder kesselförmige Vertiefungen. Die auskolkende Tätigkeit des fließenden Wassers heisst *Evorsion*⁴², die Initialform eines Kolks *Strudelnische*.

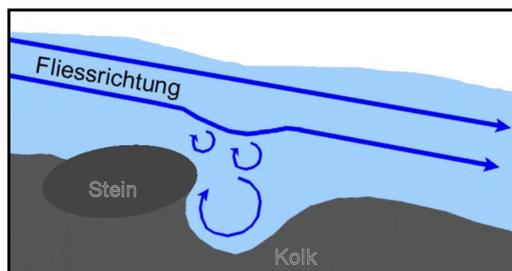


Abb. 74. Wasserstrudel und Auskolkung.

Als *Gumpen* (Gewässermulden) werden überwiegend beckenartige Strudeltöpfe bezeichnet, die von Sturzbächen in den felsigen Untergrund eines Bachbetts erodiert werden (Abb. 75). Sie entstehen oft in dichter Folge und gestalten dann das Bachbett stufenförmig. Dadurch bildet der Bach Kaskaden. Die hiermit verbundene weitere Vergrößerung dieser Strudeltöpfe unterscheidet die Gumpen von Kolken.



Abb. 75. 'Pas de la Mule'. Gumpen von 0.5 bis 1 m Durchmesser im Bergbach oberhalb Villa am Fussweg von Tsigeris, Gemeinde Evolène CH.

Gletscherkolke

Überall dort, wo die Alpen vergletschert waren, können auf den Felsoberflächen *Gletscherkolke* beobachtet werden. Es handelt sich um Kolke, die an der Sohle und am Rand von Gletschern (Abb. 76) durch das unter hohem Druck und mit hoher Geschwindigkeit fließende Schmelzwasser auf häufig plangeschliffenen Felsplatten (Abb. 77 und Abb. 81) und – am Rand der Gletscher – an Felswänden entstehen (Abb. 82). Der sehr häufig auftretende Erosionsmechanismus erzeugt bauchige Vertiefungen, die gelegentlich ausgeschwänzt sind und oft perlschnurartig aufeinander folgen (Abb. 77). Meist haben die Vertiefungen der Gletscherkolklöcher unregelmässige und bauchige Formen, wie sie durch pochen ('klopfen') oder picken nicht künstlich hergestellt werden können.

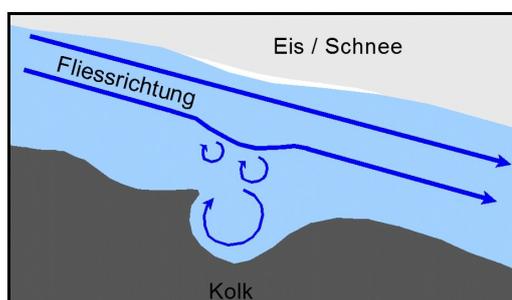


Abb. 76. Gletscherkolk im Schmelzwasser unter der Eisdicke.

Oft ist die Unterscheidung dieser durch Erosion entstandenen Vertiefungen von anthropogenen⁴³ Schalen nur sehr schwer möglich. Eine Suche nach dem Begriff «Schalenstein» im Web zeigt in mehr als 50 Prozent der Fälle Erosionsschalen, darunter viele Kolklöcher. Der 'Durchmesser' von solchen Gletscherkolklöchern reicht von einem bis zu 20 und mehr Zentimetern. In der Literatur werden Blöcke und

⁴² Gesteinsauhöhlung durch Wasserstrudel, frz. érosion tourbillonnaire en courant violent.

⁴³ anthropogen = durch den Menschen verursacht.

Felsoberflächen mit Kolklöchern häufig nicht von künstlich gemachten Schalensteinen unterschieden, weil den Autoren die Mechanismen der Erosion nicht bekannt sind. Eines von vielen Beispielen dafür sind die wiederholt zitierten [Schalensteine am unteren und oberen Bockhartsee](#) im österreichischen Pongau südlich von Salzburg, bei denen keine Zweifel über die natürliche Entstehung der Vertiefungen bestehen.



Abb. 77. Gletscherkolke als 'Perlenschnur'. Objektiv-Ø 6 cm. Cröis, oberhalb Vogorno TI

Gletscherkolke gibt es überall in ehemals vergletscherten Gebieten. Gut erhalten, auffällig und gut sichtbar sind Kolke auf ebenen Felsplatten der durch Metamorphose entstandenen Gesteine (Gneise). Viele dieser Vertiefungen sind unregelmässig. Die einseitig oder allseitig nach unten 'bauchig' ausgeweiteten Löcher (Abb. 64, 84-91) machen häufig den Eindruck, als sei das Gestein 'ausgewaschen'. Oft sind die Kolke wie Perlen an einer Schnur aufgereiht (Abb. 77). Das in ihnen verbliebene Wasser dringt in die feinen Risse des Gesteins ein, gefriert und verursacht fortgesetztes Verwittern und eine Vergrösserung der Vertiefung. Dabei kann das Auswittern der inhomogenen Struktur des Gesteins folgen und halbkugelförmige 'Schalen' hinterlassen, die den Eindruck erwecken, anthropogen zu sein. Wenn zudem Wasser während Jahrhunderten über die geneigten Gesteinsoberflächen und die Kolklöcher hinweg fliesst, werden die Vertiefungen geglättet und die Kanten abgetragen, so dass sie wiederum den Eindruck anthropogener Schalen erwecken können, die bekanntlich entweder mit einem 'Meissel' aus Stein gepocht (Fachwort für 'geklopft') oder mit einem Spitzhammer oder Metallmeissel 'gepickt' werden. Die heutige Fliessrichtung des Wassers in der Falllinie der Felsoberflächen ist oft nicht identisch mit der ehemaligen Fliessrichtung des Gletschers. Dies führt dazu, dass sich die Kolklöcher auf der Felsoberfläche schief zur Falllinie folgen können oder horizontal an fast vertikalen Felsflächen am ehemaligen Rand des Eises verlaufen (Abb. 82).

Typische Formen der natürlichen 'Gletscherkolk-Schalen' im Gneis

Die Schalen befinden sich meist auf leicht geneigten Oberflächen des anstehenden Gesteins, manchmal auch auf ebenen Flächen. Sie sind manchmal kreisrund, meistens aber leicht elliptisch und oft 'ausgeschwänzt', ihre Grösse variiert von 3 cm bis 15 cm Durchmesser (Abb. 78).

Der Querschnitt der Schalen ist in einigen Fällen sphärisch-flach, meistens sind die Schalen aber auf der Seite des ehemals einflussenden Wassers (meist bergseits) bauchig erweitert und haben oft einen ebenen Boden (Abb. 79). Je stärker der Fels geneigt ist, desto eher bekommt man den Eindruck, dass fließendes Wasser für die Entstehung der Schalen verantwortlich ist, weil die Schalen auf der tiefern Seite oft einen weniger steilen Rand haben oder horizontal auslaufen.

Die nach unten bauchig erweiterte Form der Schalen ist der Frostsprengung zu verdanken.

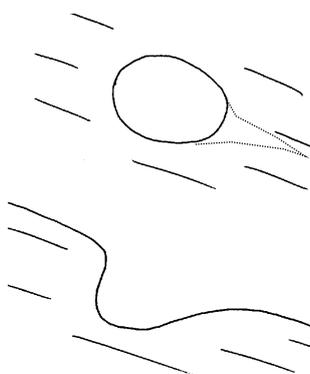


Abb. 78. Form der Schalen auf geneigten Felsoberflächen, z.B. in Bosco Gurin TI oder Vogorno TI.

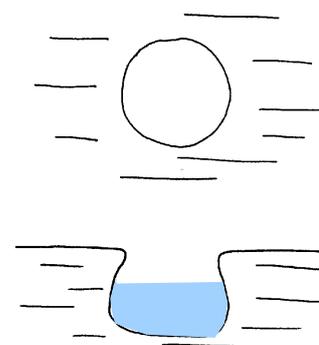


Abb. 79. Typische Form von horizontal liegenden Schalen z.B. am Pizzo Forno, Chironico TI.

In der wassergefüllten Schale trocknen zuerst die Ränder ab. Das im unteren Teil der Schale verbleibende Wasser dringt in die Grenzflächen des kristallinen Gefüges des Gesteins ein und lockert durch die Ausdehnung beim Gefrieren die Mineralkörner, wobei die Wirkung an der zuerst gefrierenden Wasseroberfläche am stärksten ist. Ausserdem können im Wasser, das in den Schalen liegt, organische und anorganische Säuren aus dem umgebenden Humus wirken. Diese Verwitterungsmechanismen haben zur Folge, dass vorhandene Gletscherkolke und Vertiefungen bauchig erweitert werden.

Bemerkung zum Begriff Kolk

Als Kolk oder *Moorauge* werden auch Wasseransammlungen inmitten eines Moores bezeichnet. Kolke entstehen am Meer auch durch Ausspülungen nach einem Deichbruch und heissen dann *Bracks*.

Strömungen in Flüssen bilden Kolke an Brückenbauwerken, was Massnahmen beim Bau solcher Bauwerke erfordert.

Gletschertöpfe und Gletschermühlen

Wenn oberflächliches Schmelzwasser in spiralförmig strudelnden Löchern durch den Gletscher abfliesst, erzeugen sie in der Felsunterlage grosse Strudeltöpfe, die man als *Gletschertöpfe* kennt und die oft Gletschermühlen genannt werden. Ein eindrückliches Bild eines etwa 10 Meter breiten Abflussloches auf dem Unteraargletscher von J. Alean ist auf der Webseite Glaciers online zu finden. Die so entstehenden Gletschertöpfe messen im Durchmesser von einigen Dezimetern bis zu mehreren Metern und können bis zu 15 m tief in den Felsen hinabreichen.



Abb. 80. Grosser Gletschertopf im Gletschergarten Luzern.

Sichelsprünge und Schrammungen (Abb. 81)

Ebenfalls zu den Erosionen, die vom Gletscher verursacht werden, gehören die «Sichelsprünge». Hier handelt es sich um Vertiefungen in der Felsoberfläche, die von einem Steinblock verursacht wurden, der von den riesigen Gletschermassen mit ungeheurer Kraft gegen den felsigen Untergrund gepresst wurde; die durch den enormen Druck entstehende Wärme liess das Eis schmelzen und ermöglichte ein "plötzliches" Wegrutschen des Blocks. Was übrig blieb, sind die sichelförmig vertieften Spuren auf der sonst glatt geschliffenen Felsoberfläche.

Selbstverständlich müssen hier auch die Schrammungen erwähnt werden, die von Gesteinsbrocken in den vom sandhaltigen Gletschereis glattgeschleuerten Untergrund gekratzt wurden, als diese mit dem Gletscher über die Felsen geschoben wurden.

Die Schrammungen sind auf Felsplatten, die vom Gletscher geschliffen wurden, relativ häufig zu beobachten; tiefer eingegrabene Schrammen können durchaus wie künstlich geschaffene Rinnen aussehen.



Abb. 81. Sichelsprünge und Schrammungen auf Sandsteinfelsen. Gletschergarten Luzern CH.

Bildbeispiele von Kolklöchern



Abb. 82. Schalen in einer Reihe ('Perlenschnur') an der Felswand, 3 cm Ø. Oberer Brunnuböim, Saas-Almagell CH. © Foto Thomas Burgener, Saas-Grund CH.



Abb. 83. Kolklöcher auf dem Hügel Balladrome (mit prähistorischer Fluchtburg) oberhalb Ascona CH.

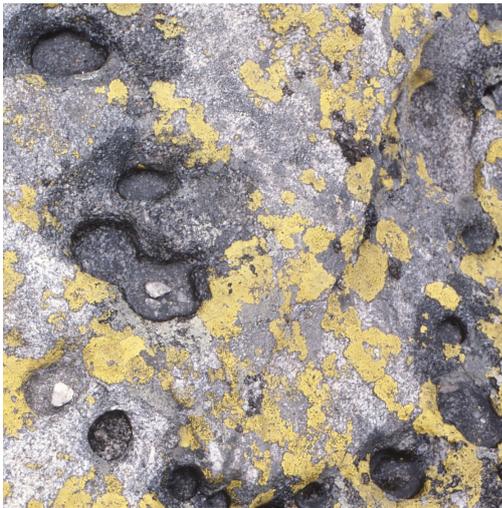


Abb. 84. 'Schalen' auf der Alpe Sponda oberhalb Chironico CH.



Abb. 85. Eine bauchige Schale von 12 cm Durchmesser auf der Alpe Albagno oberhalb Bellinzona (Gemeinde Monte Carasso CH).



Abb. 86. Kolklöcher ('Schalen' und 'Fussabdrücke') oberhalb der Läntahütte am Zervreilahorn, 2615 m.ü.M., Gemeinde Vals CH. © Fotos von Ernst Johner, Romanshorn CH.





Abb. 87. Koklöcher oberhalb der Zervreila-Staumauer, Gemeinde Vals CH. © Foto von Richard Meyer, Wetzikon CH.



Abb. 88. Typische Koklöcher, die teilweise wie anthropogene Schalen aussehen. Cresta, Cerentino CH.



Abb. 89. Schalenstein mit 11 Koklöchern, Cresta della Föpia, Brione (Verzasca) CH. © Foto Silvan Blok.



Abb. 90. Kolklöcher auf einem grossen Block in der Zone Cadabi in hervorragender Aussichtslage über der Alpe di Quarnei, Malvaglia CH.



Abb.91. Kolklöcher, die bei archäologischen Projektionsarbeiten 2012 im oberen Schnalstal (Südtirol) am Tisenberg unterhalb der Similaunhütte auf etwa 2600 m Höhe gefunden wurden. © Foto Andreas Putzer.

Kolklöcher, die in der Literatur als Schalen (Schalensteine) bezeichnet werden

Bereits im 1950 als Schrift des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Schweiz erschienenen Verzeichnis 'Les Mégalithes de la Suisse' sind auch die 'Schalen' der Alpe Sponda (Chironico TI) und von Cresta oberhalb Bosco Gurin (Cerentino TI) aufgeführt, welche zweifellos natürlichen Ursprungs sind. Im Inventar SSDI sind folgenden Orte mit Gletscherkolken und Kolken in fließenden Gewässern dokumentiert:

1983.12 Evolène VS	<i>Pas de la Mule</i> im Bach oberhalb Villa (Gumpen)	Abb. 75
3901.02 Zwischbergen VS	Zwischbergen/Gondo, Schwarzi Balma und Ze Seewe	siehe Inventar SSDI
3956.04 Saas Almagell VS	Moosberg, oberer Brunnenböim	Abb. 82
6513.04 Monte Carasso	auf der Alpe Albagno oberhalb Bellinzona mit Dutzenden von 'Schalen'	Abb. 85
6612.03 Ascona TI	auf dem Hügel Ballardume oberhalb Ascona mit Dutzenden von 'Schalen'	Abb. 83
6632.32 Vogorno	Ciöss/Cröis. Grosse Felsplatten mit Hunderten von 'Schalen'	Abb. 77
6634.13 Brione Verzasca TI	Cresta della Föpia. 'Schalenstein' mit 11 Kolköchern	Abb. 89
6683.01 Cerentino TI	Cresta oberhalb Bosco Gurin, 'im Torli' mit Hunderten von Schalen	Abb. 88
6713.08 Malvaglia TI	in der Zone Cadabi oberhalb der Alpe di Quarnei	Abb. 90
6747.05 Chironico TI	auf der Alpe Sponda südlich des Pizzo Forno mit Tausenden von 'Schalen'	Abb.64 und 84
6958.B.12 Bidogno TI	Capriasca/Bidogno, Pian Sotto	siehe Inventar SSDI
7132.24 Vals GR	oberhalb der Läntahütte am Zervreilahorn, 2615 m.ü.M.	Abb. 86
7132.25 Vals GR	oberhalb der Fruntalp, 2520 m.ü.M.	Abb. 87

Im Gebiet der Alpen gibt es auch in benachbarten Ländern Felsoberflächen mit Kolköchern, deren Vertiefungen irrtümlicherweise der Entstehung durch die Einwirkung des Menschen zugeschrieben werden. Bekannt sind die bereits oben zitierten [Schalensteine am unteren und oberen Bockhartsee](#) im österreichischen Pongau südlich von Salzburg, die mit 'Kultplätzen' in Verbindung gebracht werden, bei denen aber keine Zweifel über die natürliche Entstehung der Vertiefungen bestehen. Auch die 1991 entdeckten mystifizierten [Schalensteine des 'Rocce Re'](#) im Piemont (Roccabruna I) sind ohne Zweifel Kolköchern. Auch diese Steine werden als 'pietre sacrificale' bezeichnet. Herumliegende Quarzitkristalle sollen für die Herstellung der Schalen verwendet worden sein, was auf der eindrücklich gestalteten Website der *Associazione Amici del RocceRe* mit Experimenten fotografisch dokumentiert wird. Immerhin wird eingeräumt, dass die Geologen den anthropogenen Ursprung der Schalen nicht beweisen können ('*Per il geologo risulta ovviamente impossibile attestare l'origine antropica delle coppelle*'). Weitere Fotos solcher Kolköchern (u.a. eine 'Perlenschnur') finden sich auf der oben genannten Seite der 'Schalensteine' des Rocce Re, ein 2012 gefundenes Beispiel vom Schnalstal (Südtirol) ist in der Abb. 91 dargestellt.

Links zu Seiten über 'Gletschertöpfe'

Schweiz

Zermatt	Gletschergarten Dossen oberhalb von Furi (1'953 m.ü.M.). Grösster Gletschergarten der Schweiz	
Luzern	Gletschergarten Luzern	Abb. 80 und Abb. 81
Maloja	' Gletschermühlen ' beim Torre Belvedere	
Poschiavo	Gletschergarten Cavaglia 1 Gletschergarten Cavaglia 2	

Deutschland

Gommern, Norddeutschland	Gesteinsgarten
--------------------------	--------------------------------

Italien

Chiavenna Gardasee	Marmite dei Giganti mit vielen Felszeichnungen in der Umgebung Marmite dei Giganti zwischen Nago und Torbole
-----------------------	---

Allgemeine Literatur zu Schalensteinen

Arcà, Andrea/Rubat Borel, Francesco (2015) Rocce e tavole a coppelle nella regione alpina, contesti archeologici e ambientali. In: Bulletin d'Études Préhistoriques et Archéologiques Alpines, publié par la Société Valdôtaine de Préhistoire et d'Archéologie, XXV-XXV-XXVI, 117-162.

Gansser Augusto (1999) Schalensteine - Cupstones. Prähistorische Kult-Objekte. München.

[Google-book-Ausgabe einiger Seiten des Buches von A. Gansser](#)

[URL: <http://books.google.ch/books?id=u0cx788b7yQC&pg=PA7&dq=Publikationsliste+Augusto+Gansser&hl=de#v=onepage&q&f=false>]

Rizzi Giovanni (Hrsg.; 2007) Schweigende Felsen. Das Phänomen der Schalensteine im Brixner Talkessel./Rocce Silenti. Il fenomeno della coppellazione rupestre nella conca di Bressanone. Suemedia Verlag Vahrn bei Brixen. 2012 immer noch erhältlich bei <http://www.suedmedia.it>

Schwegler Urs (1992) Schalen- und Zeichensteine der Schweiz. Veröffentlichung der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte. Antiqua 22, Verlag SGUF, Basel, ISBN 3-908006-14-7.

2016 immer noch erhältlich bei: Archäologie Schweiz, Petersgraben 51, Postfach 116, 4003 Basel

[Online-Bestellformular](#) der Archäologie Schweiz [URL: <http://www.archaeologie-schweiz.ch/?id=123>]

Kurzinformation im **Historischen Lexikon der Schweiz**: unter '[Schalensteine](#)'. [URL: <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D18758.php>]

Web-Links

[Schweizerisches Steindenkmäler-Inventar SSDI](#) [URL: <http://www.ssd.ch>]

[Verbreitung der Schalensteine in Europa](#) mit einer Übersichtskarte und vielen Links zu Felszeichnungen und Schalensteinen [URL: <http://www.ssd.ch/Uebersicht/Verbreitung.pdf>]

[Was sind Schalenrillen?](#) von Jurri Jurriaanse [URL: <http://www.geschichte-skandinavien.de/schalengruben.html>]

[Website der ERA](#) (Englands rock art on the web) [URL: <http://archaeologydataservice.ac.uk/era/>]

Schalen- und Zeichensteine der Tarentaise (Savoyen, Frankreich): [Fotoalbum](#) [URL: <http://tarentaise-vanoise.over-blog.com/article-pierres-a-cupules-et-gravures-rupestres-en-tarentaise-65444650.html>]

[Pierres à cupules et néolithique de nos montagnes.](#) [URL: <http://oldmaps.free.fr/cupules/>]

[Die Schalensteine der Insel Møn](#) Dänemark [URL: <http://www.geschichte-skandinavien.de/gypaf.html>]

[Geschichte und Geschichten aus Skandinavien](#) von Joachim Henkel [URL: <http://www.geschichte-skandinavien.de>]

Bilder von Felszeichnungen und Schalensteine in [Schweden](#) und in [Norwegen](#) [URL: <http://www.arild-hauge.com/helleristningbild-se.htm>] und [URL: <http://www.arild-hauge.com/helleristningbild.htm>]

[Schalensteine der Bessa](#) am Mombarone (Alpi Biellesi - Piemonte, Italien) [URL: <http://www.bessa.it/coppelle.htm>]

[Schalensteine \('kuppikivi'\) in Finnland](#) (in finnischer Sprache) [URL: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kuppikivi>]

[Schalensteine \('ohvrikivideid'\) in Estland](#) [URL: <http://www.folklore.ee/Folklore/vol11/pdf/stones.pdf>]

[Cup and ring mark](#) . Wikipedia-Seite über Schalen in englischer Sprache [URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cup_and_ring_mark]

Im Informationstext zitierte und verwendete Fachliteratur

Bibliographie zu Schalen, Schalensteinen, Megalithen und Felszeichnungen

- Abélanet, Jean (2011) Itinéraires mégalithiques. Dolmens et rites funéraires en Roussillon et Pyrénées Nord-Catalanes.
- Ammann, Cornelia (2006) Le pile nel Ticino - Die Tessiner Gerstenstampfe. Locarno.
- Ansermet, Stefan (2003) La collection métallurgique de Heinrich Gerlach. In: MINARIA HELVETICA 23b, 29-55.
- Arcà, Andrea/Rubat Borel, Franceso (2015) Rocce e tavole a coppelle nella regione alpina, contesti archeologici e ambientali. In: Bulletin d'Études Préhistoriques et Archéologiques Alpines, publié par la Société Valdôtaine de Préhistoire et d'Archéologie, XXV-XXV-XXVI, 117-162.
- Barbier, Laurent (1974) Dolmen dit «La tombe du Capitaine» à Villedieu (Cantal). In: Revue archéologique du Centre de la France, tome 13, fasc. 3-4, 279-285.
- Bianconi, Giovanni (1969) Vallemaggia.
- Bianconi, Giovanni (1982) Costruzioni Contadine Ticinesi.
- Briard, Jacques (dir.; 1989) Mégalithes de haute Bretagne. Les monuments de la forêt de Brocéliande et du Ploërmelais; structures, mobilier et environnement. Documents d'Archéologie Française N° 23. Paris.
- Briard, Jacques/Gautier, Maurice/Leroux, Gilles (1995) Les mégalithes et les tumulus de Saint-Just. Ille-et-Vilaine. Evolution et acculturations d'un ensemble funéraire, 5000 à 1500 ans avant notre ère. Éditions du Comité des travaux historiques et scientifiques, Paris.
- Capelle, Torsten (1984) Norddeutsche Felsbilder. Wegweiser zur Vor- und Frühgeschichte Niedersachsens Heft 14 - Hildesheim.
- Cassen, Serge/Robin, Guillaume (2009) Le corpus des signes à la Table des Marchands. Enregistrement et analyses descriptives. In: Serge Cassen (ed.). Autour de la Table. Explorations archéologiques et discours savants sur des architectures néolithiques à Locmariaquer, Morbihan, 826-853.
- Cavalli, D./Haldemann, E./Jaffé, F./Rouiller, J.-D. (2002) Karte der Vorkommen mineralischer Rohstoffe der Schweiz 1: 200'000, Blatt 2 - Wallis - Berner Oberland. Notice explicative partielle.
- Corboud, Pierre (1986) Felszeichnungen und Schalensteine. Das Wallis vor der Geschichte. Ausstellungskatalog - Sion, 136-138.
- Favre, Sebastien/Gallay, Alain/Farjon, Kolja/de Peyer, B. (1986) Stèles et Monuments du Petit-Chasseur. Un Site néolithique du Valais (Suisse). Département d'Anthropologie, Genève.
- Gansser, Augusto (1999) Schalensteine - Cupstones. Prähistorische Kult-Objekte. München.
- Gleirscher, Paul (1994) Ein Schalenstein in einem späthallstattzeitlichen Haptinggrab in Waisenberg (Gem. Völkermarkt, Kärnten). In: Archäologie Österreichs, 5/1, 46-50.
- Goldberg, Gert (2004) Ein Verhüttungsplatz der mittleren Bronzezeit bei Jochberg (Nordtirol). In: Alpenkupfer - Rame delle Alpi. Montanhistorische Zeitschrift Der ANSCHNITT, Beiheft 17 = Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 122, 165-176.
- Günther, Klaus (1997) Die Kollektivgräber-Nekropole Warburg I - V. Bodenaltertümer Westfalens, Band 34.
- Meyer, Barbara/Meyer, Jens (2015) Schalensteine in Schleswig-Holstein. Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein:312 S.
- Prat, Henri/Falgyrac, Louis (2012) Cupules et rochers gravés des vallées du Tarn et du Viaur. Les guides archéologiques du Tarn GAT n° 8.
- Priuli, Ausilio (1984) Felszeichnungen in den Alpen. Zürich - Köln.
- Puschnik, Herta (2013) Studien zu Näpfcsteinen entlang des Ostrandes des Manhartsberges im Vergleich zu weiteren europäischen Beispielen. Bachelor-Arbeit Universität Wien.
- Rizzi, Giovanni (Hrsg.; 2007) Schweigende Felsen. Das Phänomen der Schalensteine im Brixner Talkessel./Rocce Silenti. Il fenomeno della coppellazione rupestre nella conca di Bressanone. Suemedia Verlag Vahrn bei Brixen.
- Schuldt, Ewald (1972) Die mecklenburgischen Megalithgräber. Untersuchungen zu ihrer Architektur und Funktion. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte der Bezirke Rostock, Schwerin und Neubrandenburg, t. 6, Berlin.
- Schwegler, Urs (1992) Schalen- und Zeichensteine der Schweiz. Veröffentlichung der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte. Antiqua 22, Verlag SGUF, Basel, ISBN 3-908006-14-7.
- Schwegler, Urs (2015) [Felsbilder der Alpen](#). In: Beier H.J., Hinze H.P. (Hrsg.) Botschaften in Stein - Dokumentiert, interpretiert und experimentiert. Gedenkschrift zum 100. Geburtstag des Felsbildforschers und Experimentalarchäologen Dietrich Evers. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Europas 78, 105-129. [URL: <http://www.ssd.ch/Start/Berichte/Felsbilder%20der%20Alpen.pdf>]
- Stöllner, Thomas/Gambaschidze, Irina/Hauptmann, Andreas/Mindiašvili, Giorgi/Gogočuri, Giorgi/Steffens, Gero (2006) Goldbergbau in Südostgeorgien – Neue Forschungen zum frühbronzezeitlichen Bergbau in Georgien. In: S. Hansen, A. Hauptmann, I. Motzenbäcker & E. Pernicka (Hrsg.), Von Maikop bis Trialeti. Akten des Symposiums Berlin 1.-3. Juni 2006. Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte 13 (Bonn 2010) 103-138; Separatdruck 1 - 36.
- Tarrús i Galter, Josep (2002) Poblats, Dolmens i Menhirs. Els grups megalitics de l'Albera, Serra de Rodes i Cap de Creus (Alt Emporda, Rossello i Vallespir oriental). Girona.
- Tognina, Riccardo (1967) Lingua e cultura della valle di Poschiavo.
- Weisgerber, Gerd (2004) Schmelzanlagen früher Kupfergewinnung - ein Blick über die Alpen. In: Alpenkupfer - Rame delle Alpi. Montanhistorische Zeitschrift Der ANSCHNITT, Beiheft 17 = Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum, Nr. 122, 15-36.

Bibliographie zur Geologie, Verwitterung und Petrographie

siehe Anmerkungen 29, 32 und 35, 40 und 41.

Bibliographie zu Wetzrillen, Wetzmarken und zu Schalen und Wetzrillen an Kirchenmauern

Schweiz:

Binda, Franco (2000) Dossier 2000 'Affilato', Mskr. 8 Seiten.

Rütimeyer, Leopold (1928) Über Schalen- und Gleitsteine im Kanton Wallis und anderwärts und ihre Bedeutung. Schweizerisches Archiv für Volkskunde, 28. Band, 145-192.

Deutschland, Frankreich:

Bormuth, Heinz (1987) in: Sammelband Nr.14/1987 der Schriftenreihe "Steinkreuzforschung" (Regensburg).

Cappel, Hans (2007) "Wetzrillen" und andere rätselhafte Spuren unter besonderer Berücksichtigung saarpfälzischer Betreffe. In: Saarpfalz. Blätter für Geschichte und Volkskunde 2007/3, S. 40 ff.

Eberstadt, Rudolf (1916) Die sogenannten Teufelskrallen an alten Bauwerken. In: Korrespondenzblatt des Gesamtvereins der deutschen Geschichts- und Altertumsvereine 64/11-12, 286-293.

Eitelmann, Walter (1998) Rittersteine im Pfälzerwald, 4. Aufl., Neustadt a. W.

Fieber, Wernfried/Schmitt, Reinhard (1994) Rechtsdenkmale in Sachsen-Anhalt. Bauernsteine, Gerichts- und Richtstätten, in: Archäologische Berichte aus Sachsen-Anhalt, 257-268.

Fieber, Wernfried/Schmitt, Reinhard (1991) Zum Stand der Inventarisierung rechtsarchäologischer Denkmale in Sachsen-Anhalt, in: Forschungen zur Rechtsarchäologie und Rechtlichen Volkskunde 13, Zürich, 67-93.

Forrer, Robert (1921) Cupulettes Rondes et cupules naviformes à l'église St. Georges de Haguenau. AEA 3, 1312.

Guthmann, Fritz (1999) Die Rittersteine in der Pfalz und ihre historischen Hintergründe, Manuskript, 157 Seiten.

Haas, Karl-Friedrich (1997) Das Geheimnis der Wetzrillen, 1. Teil. Mitteilungshefte der ANL, 134-150.

Jüngst-Kipper, Heidelinde/Jüngst, Karl Ludwig (1990) Einwohner von Dudweiler und Jägersfreude vor 1815. Familien und Sozialgeschichte. Familienbücher des Sulzbachtales. Band 1. Saarbrücken: Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Saarländische Familienkunde e.V.

Kohlstock, Karl (1955) Wetzzeichen an Kirchen. Grabsteinen, Kreuzen und Profanbauten in Thüringen. In: Das Werraland, Heft 1, 1955, 7. Jg. S. 13 ff.

Leistner, Armin (1981) Die Wetznapfchen und Rundnapfchen an sakralen und profanen Bauwerken des Coburger Landes. Jahrbuch der Coburger Landesstiftung, Band 26, 145-180.

Liessem, Udo (1978) Zur Frage der Wetzrillen an Sakral- und Profanbauten, in: Pfälzer Heimat, Jg. 29, Heft 2, Speyer, 67-69.

Lück, Heiner (1964-1998) Handwörterbuch zur deutschen Rechtsgeschichte Band 5. Stichworte "Verkündplätze", "Verlesen von Rechtssatzungen", "Wassertauche", "Wetzen, Wetzrillen".

– (1994) Ein frühneuzeitlicher Gerichtsbau in der Heimat des Sachsenspiegels: Die Rügegerichtshütte zu Volkmannrode, in: Festgabe zum 65. Geburtstag von Claudio Soliva, Zürich, 147-159.

Matthis, Charles (1916) Vorzeitliche Schleifwerkstätten aus den Niederbronner Bergen. Strassburg.

– (1922) Grottes-abris, polissoirs, objets néolithiques, stries et gravures rupestres des Vosges septentrionales. Bulletin de la Société des sciences, agriculture et arts du Bas-Rhin.

Probst, Heinz P. (2002) Wetzrillen, Teufelskrallen, Elfenmühlen: Spuren von heidnischem Aberglauben an christlichen Kirchen in Oberhessen. Mitteilungen des Oberhessischen Geschichtsvereins, Band 87.

Rug, Karl (1983) Wetzrillen an Kirchen und Stadttoren an der unteren Saar. Unsere Heimat, 1983(2), 59-67.

Schels, Peter (2014) [Schabespuren auf Stein \(Rillen und Napfchen. Fakten, Überlegungen, Funde.](#)

[URL: <http://www.schabespuren.de/wetzrillen/index.php/Hauptseite>]

Virchow, Rudolf (1879) Zeitschrift für Ethnologie, Bd.11, VBG, Seite 334.

Wankel, Heinrich (1884) Die Rund- und Wetzmarken an alten Kirchen insbesondere die der Mauritiskirche in Olmütz und der alten Georgskirche zu Littau - Olmütz.

Wilms, Rudolf (1977) Wetzrillen an Kirchen der Zweibrücker Umgebung. In: Pfälzer Heimat, Jg. 28, Heft 3, Speyer, 81-86.

Wilms, Rudolf (1978) Nachtrag zum Thema "Wetzrillen", in: Pfälzer Heimat, Jg. 29, Heft 4.

WEB-Links zu Wetzrillen, Wetzmarken und Schalen an Kirchenwänden:

<http://www.suehnekreuz.de/VA/wetzrillen.html>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Wetzrille>

<http://www.rupestre.it/archiv/2/ar25.htm>

Bibliographie zu Pechsteinen und zur Harzgewinnung

Schweiz:

- Berner Holzordnung von 1725: *Ordnung, Wie die Waldungen Teutschen Lands mehrers geäuffnet, und der Holz-Veräusserung vorgebogen werden koenne*. Bern : gedruckt in Hoch-Oberkeitlicher Druckerey, 1725.
- Instruktion zum Zürcher Forstwesen 1809: *Instruktion über die Wissenschaften und Grundsätze, worauf eine regelmässige Behandlung des Forstwesens beruhet*. In *Hinsicht des Forstwesens von dem Canton Zürich zur Anleitung der Erwählten Forstzöglingen entworfen u. bearbeitet v. Cantons Forstmeister Hirzel, dann denselben vorgelesen u. erklärt vom 8bre 1808 bis Merz 1809*.
- Ackermann, Josef (1943) Allerlei Volkskundliches aus dem oberen Möhlintal. In: Schweizer Volkskunde, Band 33, 20.
- Anneler, Hedwig (1922) Urzeitliches im Lötschental. Die Ernte - Bern, 149-161.
- Arnold, Peter (1961) Licht und Schatten in den 10 Gemeinden von Östlich-Raron im Wallis. Mörel 1961.
- Bielander, Josef (1948) Die Pflanzen in Lax (Wallis). In: Schweizerisches Archiv für Volkskunde, Band 45, 92.
- Borler, Leopold (1966) Bürgerschaften und Bürgerwälder am Simplonordhang. In: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 8/9, 611-636.
- Dietschy, H. (1936) Enquête, Hausindustrie. In: Schweizer Volkskunde, 26. Jg., Heft 4/5, 39.
- Dubois, Alain (1965) Die Salzversorgung des Wallis 1500-1610. Wirtschaft und Politik.
- Häusler, Gottfried (1950) Verschwindende Berufe. Biel.
- Imesch, Dionys/Perrig, Walter (1943) Zur Geschichte von Ganter. Visp.
- Irniger, Margrit (1996) Landwirtschaft in der frühen Neuzeit. In: Geschichte des Kantons Zürich, Band 2. Frühe Neuzeit : 16. bis 18. Jahrhundert, 66-125 [Waldgebundene Gewerbe 117-122 und 125 (Anm.118-135)].
- Julen, Thomas (1978) Das Bürgerrecht im Oberwallis. Vom Mittelalter bis zur Französischen Revolution.
- Liniger, Hans (1969) Schalensteine des Mittelwallis und ihre Bedeutung. Basler Beiträge zum Schalensteinproblem - Basel.
- Meyer, Werner (1987) Harzgewinnung in Amsteg-Silenen. In: Geschichtsfreund 140, 5-42.
- Osenbrüggen, Eduard/Buss, Ernst (1881) 9. Der Harzer. In: Wanderstudien aus der Schweiz. Hurter'sche Buchhandlung 1867-1881. Sechster Band, 113.
- Rossi, Heinrich (1949) Zur Geschichte der Walliser Bergwerke. In: Blätter aus der Walliser Geschichte 10, 291-379.
- von Roten, Hans Anton (1971) Die Landeshauptmänner von Wallis 1616-1682. In: Blätter aus der Walliser Geschichte. Jg. 1, Band 15 (1969/1970), 7-111.
- Schuler, Anton (2000) Wald- und Forstgeschichte. Skript zu Vorlesung 60-316, ETH Zürich, Departement Forstwissenschaften [40, 78 f., 135, 137, 143, 145 f.].
- Sieggart, Leo (1940) Über die Harzgewinnung in den Wäldern und ein Erwerb armer Leute in vergangener Zeit. In: Schweizerisches Archiv für Volkskunde, Band 38, 119- 121.
- Sieggart, Leo (1942) Über die Harzgewinnung in den Wäldern & vom Seifensieden im Haushalt: ein verschwundenes Bauchtum aus vergangener Zeit. In: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Nr. 1.
- Sommer, Peter (1882) Harzer. In: Kleingewerbe im alten Bern. Hrsg. vom Kantonal-Bernischen Gewerbeverband, 31-39.
- Sooder, Melchior (1936) Verschwundenes Brauchtum. Von Erwerb armer Leute in Vergangener Zeit: Harzen. In: Schweizer Volkskunde, 26. Jg., Heft 8/9, 58.
- Soom, Michael (1985) Kalkbrennöfen in Ausserberg und ein Harz-Schmelzofen bei Finnu (Lötschberg-Südrampe VS). In: Minaria Helvetica 5, 1985, 48ff.
- Surdez, Jules (1945) La pouècherie ou préparation de la poix autrefois. In: Folklore suisse, Bâle 1945, 35 ff.
- Witschi, Peter (1981) Zürcherische Forstpolitik, 59-109.
- Witschi, Peter (1983) Zürcherische Forstgeschichte, Band 1, 15-43.

Deutschland, Frankreich, Österreich:

- Andés, Louis Edgar (1924) Die Harzprodukte. Gewinnung und Verarbeitung. Wien und Leipzig.
- Bauer, Johann/Holzmann, Karl (1985) Die Pechölsteine im Bereiche der Marktgemeinde Königswiesen. In: Oberösterreichische Heimatblätter, 39. Jg. Heft 2, 159-162.
- Endres, Werner/Fischer, Thomas (1982) Eine spätmittelalterliche Wüstung mit Pechofen bei Wiesau. Ldkr. Tirschenreut, Oberpfalz. In: Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters 10, 21 ff.
- Burgstaller, Eri ch (1970) Bericht über die Bestandsaufnahme und Sicherung der Pechölsteine im östlichen Mühlviertel. Oberösterreichisches Heimatblatt, Nr. 3-4, 58.
- Ficker, Friedbert (1969) Die Pechgewinnung des Vogtlandes und des Westerzgebirges. In: Bayerisches Jahrbuch für Volkskunde, 215-226.
- Fiedler, K. (1961) Zur Geschichte der Pechöfen und Pechofensiedlungen. In: Heimatkalender für den Kreis Zossen, 135-142.
- Fietz, Ernst (1971) Die Pechölsteine im oberösterreichischen Mühlviertel - abschliessender Bericht. In: Oberösterreichisches Heimatblatt Nr. 11/12, 16 ff.
- Grünn, Helene (1959) Aus dem Leben der Pecher Niederösterreichs. In: Mitteilungsblatt der Museen Österreichs Nr. 8, 40-42.
- Grünn, Helene (1960) Die Pecher. Volkskunde aus dem Lebenskreis des Waldes. Wien.
- Handwörterbuch des deutschen Aberglaubens 1927-1942. Band 3. 1502 (Artikel Harz) und Band 6, 1467 (Artikel Pech).
- Hase, Walter/Hase, G./Jaeger, F. (1939) Die Pechsiederei im Vogtlande. Landesverein Sächsischer Heimatschutz Dresden.
- Jaeger, F. (1955) Der Stinkstaa. In: Natur und Heimat Nr. 12, 360.
- Kammerer, Maria (1992) Pechölsteine und Pechölgewinnung im nordöstlichen Mühlviertel. In: Steinkreuzforschung. Regensburg, Sammelband Nr. 19 (NF 4), 107-111.
- Kurzweil, Andreas/Todtenhaupt, Dieter (1991) Technologie der Holzteergewinnung. In: Acta praehistorica et archaeologica 23, 63-91. [Teilbeitrag der Ausgabe über 'Gewinnung und Nutzung von Teer von den Anfängen bis in heutige Zeit', Acta praehistorica et archaeologica 23, 7-122]
- Pritzger, J. (1931) Über die Harz-, Terpentin- und Terpentinölgewinnung im Südwesten Frankreichs. In: Schweizerische Apotheker-Zeitung, Jg. 69, No. 14, 157-161 und No. 15, 169-172.
- Radkau, Joachim/Schäfer, Ingrid (2013) Holz - Wie ein Naturstoff Geschichte schreibt.

Rosegger, Peter (1975) Die Schriften des Waldschulmeisters. Der Pecher.
Rosegger, Peter (1913-1916) Der Pechölmann. In: Gesammelte Werke. Band IV, 255-259 (Volksausgabe, 2. Serie, Band 5).
Veh, Frieda Maria (1969) Die Pechgewinnung (Pichl oder Pechshta genannt) im Fichtelgebirge. In: Bayrisches Jahrbuch für Volkskunde, 207-214.
Schoch, Oswald (1983) Harznutzung um Enzklosterle. In: Schwäbische Heimat 34, 246-251.
Zückert, Gerhard (1972) Ein rätselhafter Felsblock - über eine frühe Form der Teergewinnung. In: Oberpfälzer Heimat Nr. 16, 14-16.

WEB-Links zu Pechsteinen und zur Harzgewinnung: siehe Seite 26

Archäologische Beiträge des gleichen Autors:

- Schwegler Urs (1992) Schalen- und Zeichensteine der Schweiz. Veröffentlichung der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte. Antiqua 22, Verlag SGUF, Basel - 278 Seiten. Publikation mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung. 2016 immer noch erhältlich bei: Archäologie Schweiz, Petersgraben 51, Postfach 116, 4003 Basel. Das [erste Kapitel dieses Buches](#) ist im Internet verfügbar. [URL: <http://www.ssdi.ch/Uebersicht/FORSCHUNGSGESCHICHTE.pdf>]
- (1993) Seltsame Steine, Dolmen und Schalensteine im Zürcher Oberland. In: Eine Ahnung von den Ahnen. Archäologische Entdeckungsreise ins Zürcher Oberland. Verlag Druckerei Wetzikon 1993, 72-76.
 - (1994) Datierung von Felszeichnungen und Schalensteinen. In: Mitteilungen der ANISA, Verein für die Erforschung und Erhaltung der Altertümer, 16/1, 1995, 99-123.
 - (1997) Die Felszeichnungen von Carschenna, Gemeinde Sils im Domleschg GR. In: helvetia archaeologica 28, Heft 111-112, Verlag Schwabe, Basel, 76-126.
 - (1999) Der Zeichenstein von Wartau. Werdenberger Jahrbuch 12, BuchsDruck und Verlag, 202-207.
 - (2006) [Anthropomorphe Darstellung auf der Alp Cotter \(Gemeinde Evolène VS\)](#). Jahrbuch Archäologie Schweiz 89, 207-214. [URL: http://www.ssdi.ch/Inventar/VS/Anthropomorphe_Figur.pdf]
 - (2006) [Faltprospekt](#) und Informationstafel zur Archäologie im Gebiet Grimentz / Chlasche und der Kupfermine Baicolliou. Im Auftrag der Gemeinde Grimentz für die Auffrischung des Gebietes der Île de Bosquet in Grimentz. [URL: <http://www.ssdi.ch/Inventar/VS/Faltprospekt.pdf>].
 - (2010) [Schalensteine](#). Beitrag im Historischen Lexikon der Schweiz. [URL: <http://www.hls-dhs-dss.ch/textes/d/D18758.php>]
 - (2011) [Archäoastronomie](#). In: Vom Steinbeil bis zur Flintenkugel. Festschrift zur Pensionierung von Jürg Rageth, herausgegeben vom Archäologischen Dienst Graubünden, 93-102. [URL: http://www.ssdi.ch/Start/Berichte/Archaeoastronomie_k.pdf]
 - (2015a) Schalensteine und Felsgravuren im Oberwallis. In: Archäologie im Oberwallis. Vom Mesolithikum bis zur Römerzeit, 45-49.
 - (2015b) [Felsbilder der Alpen](#). In: Beier H.J., Hinze H.P. (Hrsg.) Botschaften in Stein - Dokumentiert, interpretiert und experimentiert. Gedenkschrift zum 100. Geburtstag des Felsbildforschers und Experimentalarchäologen Dietrich Evers, 105-129. [URL: <http://www.ssdi.ch/Start/Berichte/Felsbilder der Alpen.pdf>]
 - (2016) [Chronologie und Regionalität neolithischer Kollektivgräber in Europa und in der Schweiz](#). Hochwald: 320 S., 686 Abb. [URL: http://edoc.unibas.ch/55691/1/Chronologie_und_Regionalitaet_nedithischer_Kollektivgr%C3%A4ber_in_Europa_und_in_der_Schweiz.pdf] Verkauf: Buchhandel, www.librumstore.com [URL: <http://www.librumstore.com>]
 - (2019) [Die Stele von Sietschen-Lumbrein](#). 22 S. [URL: <http://www.ssdi.ch/Inventar/GR/Bericht%20Stele%20Lumbrein.pdf>]
 - (2019) [Elemente prähistorischer Kunst in Europa](#). 46 S. [URL: <http://www.ssdi.ch/NeolithicArt/Elemente.pdf>]
 - (2019) [CORPUS von Skulpturen und Gravuren bei Menhirstelen und Megalithanlagen in Europa](#). [URL: <http://www.ssdi.ch/NeolithicArt/CORPUS.pdf>]