

# Die antiken Tuffsteinbrüche der Pellenz<sup>1)</sup>.

Von

**Josef Röder**

Hierzu Tafel 21—29.

## I.

Jedem, der sich mit provinzialrömischer Archäologie, aber auch mit mittelalterlicher und neuerer Bau- und Kunstgeschichte der Rheinlande befaßt, ist die Verwendung hellen vulkanischen Tuffsteins der Vordereifel in ihrer unüberschaubaren Fülle bekannt. Weniger bekannt ist freilich, daß es eine ganze Reihe von Tuffsteinlagern gibt, die zu den einzelnen Zeiten einen ganz verschiedenen Anteil als Hauptlieferanten dieses wertvollen Steins hatten. Die beigefügte Karte gibt eine Übersicht über die wichtigsten Tuffsteinvorkommen bzw. stellt deren Aufschlüsse in ausgedehnten älteren und heutigen Steinbruchgebieten dar (*Taf. 27*)<sup>2)</sup>. Zur Frage der Entstehung des Tuffsteins sei auf die geologische Literatur verwiesen<sup>3)</sup>. Wichtiger ist hier, daß wir es mit zwei großen Gruppen von Tuffsteinen zu tun haben, den Trachyt- und den (Leuzit-) Phonolithtuffen, die sich aber geographisch nicht überschneiden<sup>4)</sup>. Zu den Trachyttuffen<sup>5)</sup> gehört:

1. Der Tuffstein der Pellenz (im Laufe des Bahner- und Krufterbaches<sup>6)</sup> bis hin zur Nette)<sup>7)</sup>.

<sup>1)</sup> Ein folgender Artikel in Bonn. Jahrb. 159 wird die antike und mittelalterliche Tuffstein-gewinnung im Brohltal, den mittelalterlichen Tuffsteinabbau in der Pellenz und die alten Verfahren zur Traßherstellung behandeln.

<sup>2)</sup> Zusammengestellt auf Grund der topographischen und geologischen Karten 1:25000, der Luftaufnahmen 1:33000 (Forsteinrichtungsamt Koblenz, eigener Erkundungen u. der Karte bei W. Ahrens in: W. Dienemann u. O. Burre, Die nutzbaren Gesteine Deutschlands II (1929) 81.

<sup>3)</sup> Hier seien lediglich einige leicht zugängliche Werke genannt, deren Literaturverzeichnisse in die Spezialliteratur in ihrer ganzen Fülle einführen: W. Ahrens, Geologisches Wanderbuch durch das Vulkangebiet des Laacher Sees in der Eifel (1930); M. Hopmann, Das Vulkangebiet des Laacher Sees, in: M. Hopmann, J. Frechen, G. Knecht, Die vulkanische Eifel (1951); J. Frechen, Der rheinische Bimsstein (1953).

<sup>4)</sup> Neben der unter Anm. 3 genannten Literatur vgl. vor allem auch W. Ahrens in: Dienemann und Burre a. a. O. 118 ff. u. 128 ff.

<sup>5)</sup> Nur lokales Interesse besitzen mehrere Tuffsteinlager bei Glees, deren Gestein zwar beim Hausbau in Glees mannigfache Verwendung fand aber nicht exportiert wurde. Der Hüttenbergtuff bei Niederzissen ist nicht genügend verfestigt, um als Baustein dienen zu können. Der rote Laacher Tuffstein stellt einen hervorragenden Baustein dar — es ist wohl der schönste Eifeler Tuffstein —, jedoch wurde er aus besitzrechtlichen Gründen im Mittelalter nur an der Laacher Abteikirche, in neuerer Zeit am Laacher See-Hotel verwandt. Er wurde — wenn überhaupt (vgl. S. 216) — dann nur in ganz geringem Umfang exportiert und zwar nur zwischen der Säkularisation der alten Benediktinerabtei (1806) und der Wiederherstellung des mönchischen Lebens (1892). Eine Untersuchung der alten (z. T. wohl unterirdischen) Steinbrüche ist geplant.

<sup>6)</sup> Der Bach heißt in seinem Oberlauf 'Kellbach', nachdem er den Bahnerhof im Südwesten von Kruft passiert hat 'Bahnerbach' und von Kruft bis zu seiner Einmündung in die Nette bei Plaist 'Krufterbach'.

<sup>7)</sup> Da die Hauptmasse dieses Tuffstromes nicht im Nettetal liegt, der Strom die Nette nur

2. Der Tuffstein des Brohltales<sup>8)</sup>.
3. Der sog. rote Laacher Tuffstein aus einem kleinen Vorkommen an der Ostseite des Laacher Sees.

Der Tuffstein der Pellenz und des Brohltales wird in der Literatur vielfach als Traß bezeichnet. Jedoch ist Traß in älterer Zeit keine Bezeichnung für den Stein selber, sondern nur für das aus ihm hergestellte feine Gesteinsmehl, das als hydraulischer Zuschlag zu Kalk- und in neuerer Zeit auch Zementmörtel diente und dient und eine eigene große und seit Jahrhunderten bedeutsame Industrie ins Leben rief<sup>9)</sup>). Traßeigenschaft besitzen aber auch der Ettringer Tuffstein und der Beller Backofenstein, so daß es nicht als sehr sinnvoll erscheint, speziell den Pellenz- und Brohltaltuffstein als Traß zu bezeichnen, zumal die ältere Zeit immer zwischen dem Tuffstein und dem aus ihm hergestellten Traß einen säuberlichen Unterschied machte. Es kommt hinzu, daß sowohl in der Pellenz wie im Brohltal der Stein keineswegs in allen Teilen seiner Mächtigkeit die Traßeigenschaft im gleichen Maße besitzt.

Östlich der Linie Obermendig-Glees-Wehr liegen die Phonolithtuffe, die man nach dem ihnen allen gemeinsamen Mineral, dem Leuzit, der den eben erwähnten Tuffen fehlt, meist als Leuzittuffe bezeichnet.

In der älteren Terminologie der Bauwirtschaft wird gelegentlich von den Leuzittuffen als Bautuffen gesprochen, denen man als Traßtuffe die Gesteine des Brohltales und der Pellenz gegenüberstellte. Heute spricht man in der Bauwirtschaft gewöhnlich vom Weiberner, Riedener, Ettringer Tuffstein (Tuffstein der Rodderhöfe) und dem Beller Backofenstein. Nun besitzen aber die Tuffsteinlager am Nordrande des Riedener Tales ('Hohe Ley' — auch 'Hohle Ley' genannt —, 'Grobesberg' und 'Tiefental') zweifellos mit den Weibernern (besonders zu beiden Seiten des Tales nach Wehr zu aufgeschlossen)

---

in Randlagen erreichte (vgl. Abb. 1) und nur in einem kleinen Ausläufer südlich der Nette liegt, halte ich speziell die früher recht übliche Bezeichnung als Tuffstein des Nettetales nicht für gerechtfertigt. Die unter der Bevölkerung wie in der Bauwirtschaft gleichfalls übliche Bezeichnung als Pellenztuffstein verdient m. E. den Vorzug, da die Hauptmasse dieses Tuffsteins im Kerngebiet der Pellenz liegt. (Über den historischen Begriff der Mendiger Pellenz — im Gegensatz zur Münsterer Pellenz — vgl. W. Iwanski, Geschichte der Grafen von Virneburg [1912] 16 f.). Neuerdings spricht J. Frechen (a. a. O.) von Fraukirchtraß. Im Laufe gedankentief durchgeföhrter Untersuchungen zur Gliederung der mittelrheinischen Bimsdecke, in die die Tufferuptionen der Pellenz und des Brohltales eingelagert sind, konnte er nachweisen, daß der Pellenztuffstein einem Ausbruch in der Nähe der Fraukirch (Gem. Thür) sein Entstehen verdankt, nachdem man vorher ziemlich allgemein den Laacher See angenommen hatte. Über die Verwendung des Wortes 'Traß' in diesem Zusammenhang vgl. oben und Anm. 9.

<sup>8)</sup> Vgl. Anm. 1.

(Tuffasche); E—G Unterer Tuffstein (E gelber, F grauer, G blauer Tuffstein); H Greisen; die Literatur über den Traß? Eine bibliographische Studie (1908). — J. Mella, Die historische Entwicklung der rhein. Traßindustrie (1921); A. J. Wolf, Vom Eifeler Tuffsteinhandel im 17. und 18. Jahrhundert (1923). Die Festlegung der Traßeigenschaft erfolgte unter DIN/DVM 1043 (Juli 1931). Hier wird der Traß folgendermaßen definiert: 'Traß im Sinne der Bautechnik ist feingemahlener Stein, der vulkanischen Auswurfmassen entstammt. Er ergibt nach Lösung mit gelöschttem Kalk ein an der Luft und unter Wasser erhärtendes Bindemittel.' W. Ahrens (bei Dienemann und Burre a. a. O. 128) sagt: 'um Verwechslungen zu vermeiden, tut man gut, das nicht vermahlene Ausgangsmaterial mit dem im Brohltal seit alters üblichen Namen "Tuffstein" zu bezeichnen.'

Tuffsteinlagern ('Alte Ley' und 'Windkaul') einen gemeinsamen, wenn auch im Gelände nicht erkennbaren Ursprungsherd. Als Riedener Tuffstein sollte man nur den Tuffstein des Schorenb ergs unmittelbar bei Rieden selbst bezeichnen. Der Ettringer Tuffstein und der sog. Beller Backofenstein haben wohl gleichfalls einen gemeinsamen Ursprungsherd, als den man den Sulzbuchsvulkan betrachtet.

Zur allgemeinen Charakterisierung der Trachyt- und Phonolith- (Leuzit-) Tuffsteine seien die Beschreibungen von W. Ahrens<sup>10)</sup> in großen Zügen wiederholt. In beiden Fällen handelt es sich um fein zerspratzten Bimssteintuff. Die Tuffsteine des Brohltales und der Pellenz sind im allgemeinen hell graugelb. Sie führen mehr oder weniger reichlich größere Einsprenglinge und zwar weiße Bimssteine, Basaltbröckchen und vor allem Bruchstücke von Schiefern und Grauwacken, die dem durchschlagenen Untergrund entstammen. Die Phonolithtuffsteine bedürfen einer etwas eingehenderen Charakterisierung, da sie, den verschiedenen Eruptionsherden entsprechend, im einzelnen ihre Zusammensetzung sehr stark wechseln. Ihre Farbe ist ein helles, meistens sehr warmes Gelbgrau; einzelne Arten haben auch schwach rötliche, ja sogar grünliche Farbtöne (der Riedener Stein). Es gibt sehr feinkörnige Varietäten, d. h. solche, denen große Bimssteinstücke und größere mitgerissene Brocken des durchschlagenen Untergrundes fehlen. Dazu gehört der Weiberner und der Riedener Tuffstein. Der Ettringer Tuffstein wie der Beller Backofenstein (letzterer etwas weniger) enthalten recht reichlich Einschlüsse der genannten Art. Sie sind deshalb in ihrer Farbtönung recht lebhaft und fleckig. Die einzelnen Tuffströme, ja sogar die einzelnen Steinbrüche zeigen erhebliche Unterschiede in der Ausbildung des Gesteins. Während die Trachyttuffsteine des Brohltales und der Pellenz massig, ohne jede erkennbare Schichtung abgelagert sind, zeigen die Leuzittuffsteine alle eine bankige Ausbildung mit oft recht mächtigen Gesteinsbänken. In bergfeuchtem Zustand ist der Tuffstein verhältnismäßig weich und leicht zu bearbeiten, erhärtet dann aber an der Luft sehr rasch. Freilich führt eine kräftige Durchfeuchtung den alten Zustand wieder herbei. Wenn z. B. während der Bearbeitung ein Werkstück zu rasch austrocknet oder schon zu lange auf dem Werkplatz lag, pflegen die Arbeiter es mit Wasser zu übergießen. Entsprechend der verschiedenen Herkunft haben die einzelnen Tuffsteine verschiedene technische Eigenschaften (Rohwichte, Reinwichte, Porösität, Wasseraufnahme, Druckfestigkeit usw.), die hier mitzuteilen, über den Rahmen dieser Arbeit hinausgingen<sup>11)</sup>.

Es ist oft behauptet worden, daß der Tuffstein des Brohltales und der Pellenz zu wenig frostbeständig und deswegen in der Neuzeit kaum noch zu Bauzwecken benutzt worden sei. Ein Vergleich ergibt aber, daß diese Steine sich in ihren technischen Werten durchaus im Rahmen der Leuzittuffsteine halten, und alte Bauwerke — man vgl. die Chorpartie und den Südostturm der Andernacher Pfarrkirche (die Westfassade ist infolge der eingetretenen Sackungen vielfach erneuert) — zeigen, daß die Trachyttuffsteine eine gute

<sup>10)</sup> bei Dienemann und Burre a. a. O. 118 ff. und 128 ff.

<sup>11)</sup> Sie halten sich im Rahmen der in DIN 52100 mitgeteilten Größen.

Wetterfestigkeit bewiesen haben<sup>12)</sup>). Eine kritiklose Verwendung mehliger Gesteinspartien schon in alter Zeit hat diesen Stein — neben dem allgemeinen Rückgang der Tuffsteinverwertung zu Beginn der Neuzeit — zu Unrecht etwas in Verruf gebracht. Zum letzten Mal wurde Tuffstein aus dem Brohltal beim Bau der Apollinariskirche in Remagen in größerem Ausmaß als Baustein verwandt<sup>13)</sup>). Er hat hier auch in unverputztem Zustand gut gehalten. Römische und mittelalterliche Tuffsteinmauern waren wohl immer verputzt. So war der Stein den atmosphärischen Einflüssen weniger ausgesetzt als heute. Der Weiberner Tuffstein verdankt seine Beliebtheit hauptsächlich seiner Verwendbarkeit als feiner Werkstein, wozu der oft großporige und viele Einschlüsse führende Stein von Brohltal und Pellenz weniger geeignet ist. Die Sitte, Eckquaderungen, Türgewände und dgl. unverputzt stehen zu lassen, die mit der Renaissance aufkam, ließ auch hier, soweit man überhaupt noch Tuffstein beim Bau verwandte, wegen des gleichmäßigeren Aussehens dem Weiberner Stein den Vorzug geben. So sind es wohl hauptsächlich bearbeitungstechnische und geschmackliche Gründe, die den Niedergang der Trachyt-tuffsteine des Brohltales und der Pellenz im Bauwesen der Neuzeit heraufgeführt haben. Einzelheiten weiter unten.

Uns interessiert hier in erster Linie die Möglichkeit, einzelne Tuffsteine nach ihrer Herkunft zu unterscheiden. Die Trachyttuffsteine des Brohltales und der Pellenz sind makroskopisch zumal bei der großen Mannigfaltigkeit der Ausbildung im Einzelnen praktisch nicht mit genügender Sicherheit auseinander zu halten und mikroskopisch oft auch nicht, da nur der Anteil der Hornblende einen leidlich charakteristischen Unterschied zwischen diesen Gesteinen bildet<sup>14)</sup>). Der sehr feine rote Laacher Tuff ist dagegen auf Grund seiner Färbung allein, ohne weiteres zu erkennen.

Gegenüber den Trachyttuffsteinen sind die Leuzittuffsteine bei einiger Bekanntschaft mit den Steinen als ganzes ohne weiteres, in ihren Einzelprovenienzen bei entsprechender Bekanntschaft mit den Steinbrüchen und ihren Erzeugnissen mit bis zu 80%iger Sicherheit auseinander zu halten, ohne zu optischen Hilfsmitteln greifen zu müssen.

Heute wird nurmehr in den Steinbrüchen in Weibern und Ettringen im großen Maße Bau- und Werkstein gewonnen. Die Gewinnung von Backofenstein in den Steinbrüchen bei Bell (Distrikte: 'Maitloch', 'Schweinsgraben', 'Erl', 'Sprung') ist auf ein sehr geringes Maß zurückgegangen. Die Arbeit am Schorenberg bei Rieden und in den Steinbrüchen am Nordrand des Riedener Tales ist seit einiger Zeit praktisch zum Erliegen gekommen. Die Baustein-

<sup>12)</sup> J. Hirschwald, Handbuch der bautechnischen Gesteinsprüfung (1912) 771.

<sup>13)</sup> Diese oft in der Literatur auftauchende Nachricht stammt, soweit ich sehe, von J. Nöggerath, Illustrierte Deutsche Monatshefte (Westermanns Monatshefte) 4, 1858, 552. Eine Durchmusterung der Außenhaut der Apollinariskirche zeigt, daß hier neben einem Trachyt-tuff (wohl Brohltaler) in ausgiebigem Maße auch Stein von Weibern, Ettringen und Rieden, möglicherweise sogar der rote Laacher Tuffstein verwandt ist. Im Einzelfall wäre zu untersuchen, was hiervon zum alten Baubestand bzw. zu späteren Erneuerungen gehört.

<sup>14)</sup> Vgl. J. Frechen a. a. O. 50 u. 54. Der Hornblendeanteil des Brohltaltuffsteins beträgt rund 5% gegenüber rund 11% des Pellenzer Tuffsteins.

gewinnung im Brohl- und Nettetal spielte bereits in der ganzen Neuzeit keine nennenswerte Rolle mehr.

Der Tuffstein muß die Römer vielfach an heimisches Material erinnert haben, und so nimmt es nicht wunder, daß sie bereits gegen Ende der ersten Hälfte des 1. Jhs. diesen Stein in größerem Ausmaß abbauten und verwandten, und daß diese Sitte sich bis zum Ende der Römerherrschaft hielt. Wegen der bequemen Lage zum Rhein war es vor allem der Tuffstein des Brohltales und der Pellenz, der in großem Ausmaß abgebaut wurde. Daß auch die Leuzittufflager den Römern bereits bekannt waren, ist a priori anzunehmen. Römischer Abbau dort ist in der älteren Literatur öfter behauptet worden, so weit ich sehe, jedoch ohne ausreichende Begründung. In den letzten Jahren haben sich hier einige neue Gesichtspunkte ergeben. Eine Inschriftplatte aus Antweiler (Kr. Ahrweiler), zwei große Aschenkisten aus Wehr (Kr. Mayen), sowie die Stützpfeiler einer römischen Heizung aus Koblenz sind eindeutig aus Weiberner Tuffstein gefertigt<sup>15)</sup>). Hier tun neue umfassende Untersuchungen not, um das Ausmaß der Steinbrüchätigkeit auch in diesen Gebieten feststellen zu können. Wie diese jedoch auch einmal ausfallen mögen, sie werden an der Tatsache nichts ändern können, daß die Hauptmasse allen zur Römerzeit gebrochenen und verwandten Tuffsteins aus der Pellenz und dem Brohltal stammt.

Die Verwendung dieses Steines in römischer Zeit hat noch keine zusammenfassende Darstellung gefunden<sup>16)</sup>), und es ist infolgedessen nicht möglich, eine auch nur annähernd ausreichende Vorstellung vom Umfang der Tuffsteinverwendung zu geben. Am großartigsten tritt uns diese im römischen Bauwesen in den konservierten Teilen der Kölner Rathausgrabung<sup>17)</sup>), und zwar in allen Bauperioden vom 1. bis 4. Jh. entgegen, sowie in den öffentlichen Bauten der Colonia Traiana bei Xanten. Der Stein wurde hauptsächlich in Gestalt sog. Tuffziegel zur Verkleidung von Gußmauerwerk, dann aber auch in größeren Blöcken zu Gebäudesockeln, Eckquaderungen benutzt. Seltener ist die Verwendung des Steines zu Gesimsen, Säulen, Basen und Kapitälern, Wasserleitungen, Untersätzen für Holzstützen und dgl. mehr<sup>18)</sup>). Die Porosität des Steines und seine Einsprenglinge setzten seiner Verwendung jedoch Grenzen. So sind kaum Bildwerke aus ihm hergestellt worden und wenn, dann anscheinend im allgemeinen nur solche geringeren Anspruchs an Dauerhaftigkeit und Feinheit der Arbeit. Hier gibt man durchweg Kalk- und Sandsteinen den Vorzug. Typisch für dieses Verhältnis sind folgende Beispiele: der volkskunsthafe Grabstein des Valentinus aus Andernach<sup>19)</sup> ist aus Tuff-

<sup>15)</sup> Unveröffentlichte Neufunde der letzten Jahre in der Staatl. Sammlung Koblenz. Unter den reichen Beständen an Altären, Inschriften und Tuffsteinwerkstücken verschiedenster Art im Rhein. Landesmuseum Bonn befindet sich nicht ein Stück Leuzittuffstein, was klar die Bevorzugung der Trachyttuffsteine in römischer Zeit herausstellt.

<sup>16)</sup> Von älteren Darstellungen vgl.: H. v. Dechen, B. J. 38, 1865, 1 ff.; F. Cramer, Die Römer in der Eifel, in: Eifel-Festschrift (1913) 238.

<sup>17)</sup> O. Doppelfeld, in: Germania 34, 1956, 83 ff.

<sup>18)</sup> Es ist hier unmöglich, Einzelbelege anzugeben. Mittel- und niederrheinische Museen zeigen in großer Fülle die Tuffsteinverwendung verschiedenster Art. In zahlreichen Fundberichten wird die Verwendung von Tuffstein erwähnt.

<sup>19)</sup> H. Lehner, Die antiken Steindenkmäler des Provinzialmuseums zu Bonn (1918) Nr.

stein, der aufwendigere Grabstein des Firmus<sup>20)</sup>) aus feinem importiertem Kalk. Der Nickenicher Grabrundbau<sup>21)</sup> ist aus großen Tuffblöcken aufgesetzt, die Inschriftplatte jedoch besteht aus feinem Kalk, wie auch der dreiteilige Figurengrabstein<sup>22)</sup> von dort. In alten römischen Tuffsteinbrüchen bei Kruft wurden Reste von Pfeilergrabmälern gefunden, die alle aus Kalkstein bestehen. So hat sich der Tuff für feinere architektonische wie bildnerische Aufgaben selbst in seinem Ursprungsgebiet gegenüber oft von weither herangeführten Gesteinen nicht behaupten können. Auch zu Altären, Weihesteinkrämlern und als Inschriftträger ist der Tuffstein, außer in seinem Ursprungsgebiet, kaum benutzt worden.

Seine zweite Hauptverwendung fand der Tuffstein im Grabbereich, indem er seit der Mitte des 1. Jhs. in zunehmendem Maße zu Behältern für die Beisetzung der Leichenbrandurne samt Beigefäß, seit der Mitte des 3. Jhs. auch zu Sarkophagen verarbeitet wurde. In der unmittelbaren Nachbarschaft der Steinbrüche behauptet er, soweit man überhaupt zu steinernen Behältern für die Asche oder den Körper der Toten schritt, allein das Feld. In der weiteren Umgebung, besonders an Plätzen mit aufwendigerem Lebensstil, treten wieder Kalk- und Sandsteine in scharfe und wegen ihrer Dauerhaftigkeit überlegene Konkurrenz zu unserem Tuffstein und drängen ihn zurück. Die Verhältnisse in Bonn (Münstergrabung) und Köln (St. Severin) können als typisch angesehen werden.

Seine große Beliebtheit im römischen Bauwesen verdankt der Tuffstein wohl hauptsächlich seiner leichten Bearbeitungsmöglichkeit und seiner günstigen Lage zu dem weiten steinarmen Gebiet des Niederrheins einschließlich Hollands. So erstreckt sich denn seine Verbreitung in römischer Zeit über die Gegend von Boppard kaum noch rheinaufwärts, im Moselgebiet bis Carden, im Limesgebiet bis zur Lahn. Eine Grenze in der Eifel anzugeben, ist vorläufig unmöglich.

Maifeld und Vordereifel zeigen natürlicherweise eine starke Verwendung des Steines, die Ahr bis in die Gegend von Antweiler. Zur Frankenzeit erlischt die Verwendung von Tuffstein zu Bauzwecken völlig. Tuffssarkophage fränkischer Zeit finden sich noch in Mayen, Andernach, Remagen, Gondorf und Carden. Damit ist die Verbreitung im Wesentlichen umschrieben<sup>23)</sup>. In manchen Fällen mag es sich dabei um wiederverwendete (auch abgeänderte) römische Sarkophage handeln. Doch liegen in den Walzensarkophagen sogar fränkische Neuschöpfungen vor. Es würde vielleicht zu weit gehen, mit einem völligen Erlöschen der Steinbruchtätigkeit zu rechnen und zu glauben, daß

773. — Ferner H. Lehner, Das Provinzialmuseum in Bonn. Heft II: Die römischen und fränkischen Skulpturen (Skulpturen II) (1917) Taf. 26.

<sup>20)</sup> H. Lehner, Steindenkmäler Nr. 665. — Ders., Das Provinzialmuseum in Bonn. Heft I: Die römischen Skulpturen (Skulpturen I) (1905) Taf. 6, 3 und Skulpturen II, Taf. 18, 3 u. 4.

<sup>21)</sup> Bonn. Jahrb. 138, 1933, 154 f.

<sup>22)</sup> E. Neuffer, in: Germania 16, 1932, 22 ff.

<sup>23)</sup> H. Kühn in: Kultur und Wirtschaft am Rhein, Festschrift für Chr. Eckert (1949) glaubt an einen ausgedehnten Trasshandel zur fränkischen Zeit nach England. Dazu einige kritische Bemerkungen in der angekündigten späteren Arbeit (Anm. 1).

nur mehr Material aus römischen Werkplätzen oder römische Spolien weiter verwendet worden seien. Das Aushauen der Walzensarkophage z. B. aus nicht bergfeuchtem Material scheint mir nicht recht glaubhaft<sup>24)</sup>. Aber die Steinbruchtätigkeit muß auf ein Mindestmaß zurückgegangen sein. Hauptsächlich hat man sich römisches Material angeeignet.

Aus römischen Bauresten und Sarkophagen hat man Plattengräber gebaut oder auch neue Sarkophage zusammengestoppelt. Die Verhältnisse in Köln<sup>25)</sup>) sind auf den nördlichen Mittelrhein nicht ganz übertragbar, aber doch im großen und ganzen für den Vorgang als solchen bezeichnend.

Auch zu Grabsteinen haben die Franken den Tuffstein gelegentlich herangezogen. Die Sitte, Sarkophage aus Tuffstein herzustellen, erlischt schließlich in fränkischer Zeit völlig, um nie mehr aufzuleben. Als in karolingischer bis romanischer Zeit die Sitte der Steinsarkophage für besonders hervorragende Tote erneut aufkommt, werden diese durchweg aus dem roten Sandstein des Trierer Landes (Kylltal) hergestellt. Sie fanden ihre Verbreitung bis ins Ostseegebiet.

Erst in romanischer Zeit erobert sich der Tuffstein der Vordereifel wieder seine alte Stellung im Bauwesen und auch sein Verbreitungsgebiet römischer Zeit und dringt darüber hinaus in die nordischen Länder vor. Zur Mauerverkleidung, ja zu massivem Mauerwerk an Kirchen- und Klosterbauten, späterhin auch zu Stadtmauern und an städtischen Repräsentationsbauten wird der Tuffstein des Brohl- und Nettetales in großem Ausmaß verwandt. Zur Bauplastik (Gesimsen, Zierfriesen, Kapitälen, Schlußsteinen und Gewölberippen) und in gotischer Zeit, als die Sitte der Mauerverkleidung stark zurückgeht, zu Fenstermaßwerken, Fialen usw. wird jetzt aber durchweg der Leuzittuff von Weibern wegen seiner gleichmäßigen Beschaffenheit verwandt. Am Laacher Paradies hat schließlich der rote Laacher Tuff ausgiebige Verwendung gefunden. Man hat vor allem den Weiberner Stein dann auch zu Relief- und freiplastischen Arbeiten, auch solchen hoher Qualität, bis zur Renaissancezeit vielfach benutzt<sup>26)</sup>), wenn auch der Tuffstein sich gerade hier, wie zur römischen Zeit, nur in Ausnahmefällen durchsetzen konnte gegenüber härteren Werksteinen (Kalken, Sandsteinen, Marmoren). In nachgotischer Zeit ging die Verwendung unseres Steines zu Bauzwecken an Kirchenbauten und auch zu plastischen Arbeiten stark zurück, um erst zur Neugotik wieder aufzublühen. Der Stein des Nette- und Brohltales wurde hauptsächlich zu Traß vermahlen. Der Riedener und Weiberner Stein diente bis zu Beginn des 19. Jhs. hauptsächlich, wenn auch beileibe nicht ausschließlich, als lokaler Baustein. Der Ettringer Tuffstein wurde erst vor rund 100 Jahren in größerem Ausmaß erschlossen und verbaut. Eine große Verbreitung in ganz Westdeutschland fand vom Ende des 18. Jhs. an der Beller-Stein im Backofenbau. Die moderne Entwicklung interessiert in diesem Zusammenhang nicht. Diese Ge-

<sup>24)</sup> Vgl. dazu jedoch die Bemerkung auf S. 215.

<sup>25)</sup> Vgl. F. Fremersdorf, Ältestes Christentum ... in Köln (1956) 13.

<sup>26)</sup> Auf Einzelbelege sei hier verzichtet. Die Bände der rheinischen Kunstdenkmaleninventarisation bieten hierfür reiches Material.

schichte der Verwendung der Eifeler Tuffsteine kann nur einige Hauptlinien verdeutlichen, jede weitere Aussage bedingt neue Forschungen und Untersuchungen auf breiterer Grundlage.

## II.

Die Freilegung großer Teile des Kriemhildenstuhls durch F. Sprater<sup>27)</sup> hat das Interesse für Fragen antiker Steinbruchanlagen und Steinbruchtechnik in Deutschland nachhaltig geweckt, nachdem bereits in der 2. Hälfte des 19. Jhs. vor allem die Beschäftigung mit römischer Steingewinnung im Gebiet des Felsberggranites im Odenwald vorausgegangen war<sup>28)</sup>). Steinbruchforschungen erweitern unsere Kenntnis nicht nur auf den Gebieten der antiken Technik und des Handwerks in mannigfacher Weise; Erkenntnisse zur Organisation des Steinbruchwesens, des Lastentransports und des Bauens selbst sind oder können weitere Früchte solcher Beschäftigungen sein. Schließlich sei noch gerade auf die sich an die Gewinnung und Ausbeutung von Stein und Metall knüpfenden Fragenkomplexe sozialer Art hingewiesen, die neuerdings wieder sehr in den Vordergrund gerückt sind<sup>29)</sup>). Steinbruchforschungen sind allerdings mit besonderen Schwierigkeiten verbunden, die eben darin begründet liegen, daß jeder Steinbruch nur noch das Negativ der in ihm geleisteten Arbeit darstellt, während das Positiv gleichsam die Bauwerke sind, die aus dem gewonnenen Material entstanden sind. Freilich ist dies durch die Bearbeitungswerkstätten gegangen. Insofern bieten Forschungen am Gesteinsmaterial unvollendeter Bauten, wie der Porta Nigra, noch besondere Ergänzungen.

Die wertvolle Arbeit von J. Steinhausen<sup>30)</sup> zeigt hierzu sehr beachtliche Ansätze, die es einmal weiter zu verfolgen gilt durch Auffindung und Ausräumung der entsprechenden Steinbrüche. Man darf sich in solchen Bemühungen nicht ohne weiteres beruhigen, daß wertvolle Gesteinsvorkommen, die die Antike eröffnete, auch in späterer Zeit ausgebeutet und somit die antiken Spuren weitgehend vernichtet worden seien. Sicherlich ist dies oftmals der Fall gewesen. Das für die Mehrzahl der Fälle a priori anzunehmen, ist jedoch gewiß nicht richtig.

Die Anlage eines Steinbruches ist von vielen geologischen, technischen und sozialen Faktoren abhängig und nicht zuletzt davon, was man mit dem Stein anzufangen gedenkt. Vielfach haben die Alten in einem Gesteinsvorkommen

<sup>27)</sup> F. Sprater, Mainzer Zeitschrift 30, 1935, 32 ff.; ders., Forsch. u. Fortschritte 11, 1935, 298 ff.; ders., Limburg und Kriemhildenstuhl (1948) 39 ff. Zusammen mit K. Kaiser-Speyer bereitet der Verfasser eine Arbeit über die Steinbruchgeologie und Steinbruchtechnik des Kriemhildenstuhles vor.

<sup>28)</sup> A. v. Cohausen u. E. Wörner, Römische Steinbrüche auf dem Felsberg (1876); F. Behn, Führer durch die römische Granitindustrie auf dem Felsberg im Odenwald (1925). Wesentlich für jeden Besucher die auf Veranlassung von W. Jorns neu aufgenommene prachtvolle Karte 'Der Felsberg ... und die römische Granitindustrie' (1:2000), mit Erläuterungen von G. Loewe. W. Jorns, Der Felsberg (1959).

<sup>29)</sup> H. Wilsdorf, Bergleute und Hüttenmänner im Altertum (1952) und verschiedene Arbeiten in der UdSSR, in Rumänien und Ungarn.

<sup>30)</sup> J. Steinhausen, Trierer Zeitschr. 23, 1954/55, 181 ff.

nur die oberen Partien oder auch im Untertagebau nur eine bestimmte Gesteinsmächtigkeit ausgebeutet. Wenn hier der moderne Abbau einsetzt, um mit veränderten Mitteln und veränderter Zielsetzung das restliche Gestein noch zu gewinnen, können weite Teile alter Steinbruchtätigkeit freigelegt werden, wie in Mayen<sup>31)</sup> und letztlich auch im hier beschriebenen Steinbruchgebiet. Man muß ferner daran denken, daß bei manchen älteren Arbeitsverfahren vor allem an den Hang angelehnte Brüche (sog. Lehnensbrüche)<sup>32)</sup> recht rasch im eigenen Schutt erstickten konnten, dessen Ausräumung in späterer Zeit, vor allem, wenn ähnlicher Stein in der Nähe häufig anstand, nicht lohnte, so daß diese Brüche unversehrt sich erhalten konnten. Dies gilt in Deutschland zum Beispiel für den Kriemhildenstuhl und einen nördlich sich anschließenden, noch völlig mit Schutt erfüllten Bruch. Bestimmt wäre noch eine große Anzahl antiker und auch mittelalterlicher Brüche mit all ihren Aussagen über Arbeitsverfahren, Anlage der Ausbeute und möglicherweise auch zur Besitz- und Sozialstruktur zu eröffnen.

Helfend, aber auch erschwerend, kommt bei solchen Forschungen die Tatsache hinzu, daß sich die Steinbruchmethoden — von modernen Maschinen abgesehen — seit der Antike bis heute so wenig gewandelt haben, daß aus den kleinen Unterschieden, die doch auftreten, nur bei der Überschau über die gesamte Steinbruchgeschichte eines Gebietes bündige Schlüsse gezogen werden können, d. h., daß Forschungen zur antiken oder auch mittelalterlichen Steingewinnung in einem Gebiete und innerhalb bestimmter Gesteinssorten Studien zur gesamten Entwicklung der betreffenden Steinindustrie von den Anfängen bis heute bedingen. Die Beschäftigung mit heute noch lebenden alten Arbeitsverfahren, mit der Anlage von Brüchen im Klein- oder Mittelbetrieb (und die daraus ableitbaren soziologischen Rückschlüsse), mit den Besonderheiten des Gesteins und der Bergbeschaffenheit, dem Wandel der Produkte bzw. der verlangten Gesteinsgrößen, mit Transport- und Absatzwesen führt oft unmittelbar zu Rückschlüssen, wie die Alten gearbeitet haben müssen. Das betreffende Gestein, bzw. in anderen Fragen die betreffende Gegend, ließ oft einfach keine andere Möglichkeit oder nur einen Wandel in engen Grenzen zu; die von den heutigen Steinburcharbeitern gemachten Erfahrungen sind daher für die Forschung antiker Steinbrüche an gleicher Stelle und im gleichen Material von erheblicher Wichtigkeit. In diesem Sinne wurden vom archäologischen Landesdienst und der Staatl. Sammlung in Koblenz die Forschungen zur Gewinnungsgeschichte der wichtigsten Steine und Erden am nördlichen Mittelrhein begonnen. Diese Forschungen laufen z. Z. noch, und es wird noch etliche Zeit vergehen müssen, bis einmal Abschließendes gesagt werden kann.

Über einzelne dieser Untersuchungen konnten jedoch schon mehr oder weniger bruchstückhafte Ergebnisse vorgelegt werden<sup>33)</sup>. Die Forschungen

<sup>31)</sup> Vgl. Anm. 1.

<sup>32)</sup> Zur Klassifizierung der Steinbrüche vgl. O. Herrmann, Steinbruchindustrie u. Steinbruchgeologie (1916) 213 ff.; A. v. Moos u. F. de Ouervain, Technische Gesteinskunde (1948) 193 f.

<sup>33)</sup> F. Hörter, F. X. Michels, J. Röder, in: Jahrbuch für Geschichte und Kunst des Mittelrheins 2/3, 1950/51, 1 ff.; 5/6, 1954/55, 1 ff. — O. G. S. Crawford u. J. Röder, Antiquity 29,

zum antiken Tuffabbau in der Pellenz und im Brohltal sind soweit gediehen, daß versucht werden soll, eine erste umfassende Darstellung der antiken Tuffsteingewinnung dieser Gebiete zu geben.

### III.

Die Bundesstraße 256, die sog. Aktienstraße, die von Weißenthurm nach Mayen führt, durchläuft auf eine große Strecke das Gebiet des Pellenz-Tuffstroms, und zwar von der Bahnüberführung bei Plaidt bis zum westlichen Ortsausgang von Kruft. Der Tuffstrom hat sich von der Ausbruchstelle bei der Fraukirch in die weitgespannte Pellenzsenke, wahrscheinlich einem alten Lauf des Krufter und Bahner Baches folgend, ergossen und seine Talebene ausgefüllt (Abb. 1). Der Pellenz-Tuffstrom legte sich in einem breiten Bogen um die Vulkangruppe des Korretberges und des Plaidter Hummerich. Im Gegensatz zum Brohltal, wo sich der Tuff in das enge schmale Tal der Brohl und die südlich anschließenden Täler (Gleeser-, Tönnissteiner-, Pönterbach-Tal) ergoß und hier von dem Brohlbach und den genannten Bächen und ihren kleinen Zuflüssen vielfältig zerteilt wurde, ist der Pellenztuffstein von der Bacherosion nur am Rande betroffen und auch aufgeschlossen worden, zumal er recht rasch nach dem Ausbruch von meterhohen Schichten des oberen Bimses bedeckt wurde. Wer entlang der genannten Straße zieht, trifft bei Plaidt, Kretz und Kruft die großen Aufschlüsse in den umfangreichen Traßgruben der Firmen Herfeldt (Abb. 1, Nr. 4), Tubag (Tuff und Basalt AG. Abb. 1, Nr. 5) und Meurin (Abb. 1, Nr. 6). Die Gruben der beiden erstgenannten Firmen liegen seit Jahren still, da die Tubag Ettringer Tuff als Traß verarbeitet; nur die große Grube der Firma Meurin ist wieder eröffnet. Lange Mauern aufgesetzter Tuffsteinbrocken, die sog. Arken, die man viele Jahre nicht mehr zu Gesicht bekam, rufen heute wieder ein typisches Bild der alten Traßindustrie herauf. Die Steine trocknen in diesen Arken an der Luft aus, bevor sie in Mühlen modernster Konstruktion zu Traßmehl zermahlen werden. Die Grube gewährt heute den besten Einblick in die Lagerungsverhältnisse des Tuffstromes, der jedenfalls typisch ist für das ganze Gebiet zwischen Kretz und Kruft, während das Profil bei Plaidt vielfach eine etwas andere Ausbildung zeigt. Abbildung 2 gibt ein ideales Profil dieser Grube wieder.

Unter dem geringmächtigen Humus folgt der etwa 3 m mächtige obere (Laacher See-) Bims, darunter liegt eine britzhähnliche Schicht von 0,50 m Mächtigkeit, die aber auf weite Strecken hin auch völlig fehlen, an anderen Stellen noch mächtiger werden kann. Die Oberfläche des nun folgenden Tuffstromes von ca. 30 m Mächtigkeit ist nicht völlig eben, sondern verläuft in großen flachen Wellenlinien. Der Tuff ist ein ungeschichtetes, massiges Gestein, jedoch sind Härte und Farbe nicht durch die ganze Mächtigkeit hindurch gleich. Zu brauchbarem Stein verfestigt sind nur die obersten Partien

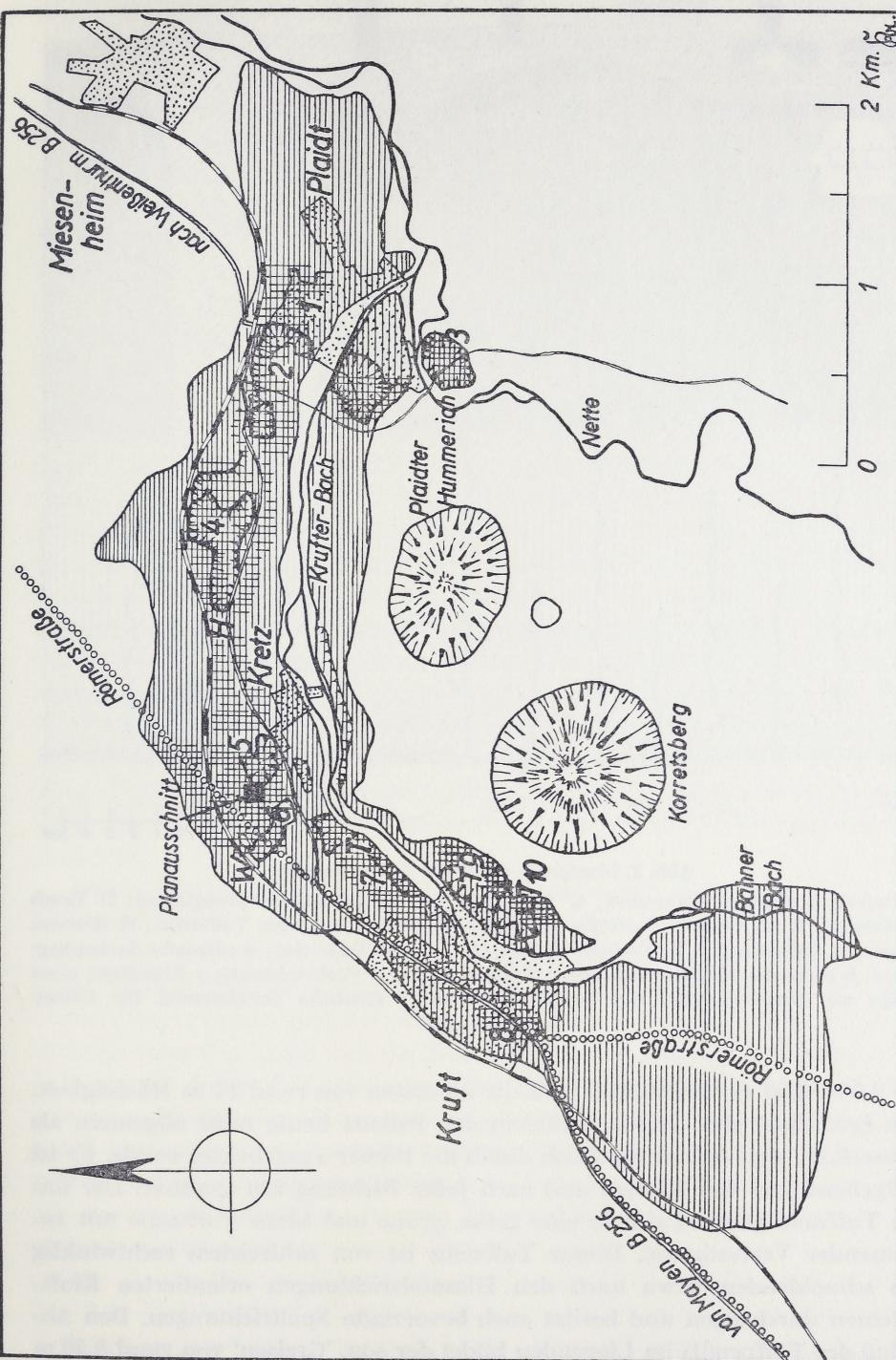


Abb. 1. Karte des Pellenztuffsteines.

Waagerechte Schraffur: Tuffstein. Senkrechte Schraffur: alte Untertagebaue. 1—8 Stellen in die Untersuchung einbezogener Untertagebaue; T antike Tagebaue; 9—10 antike Tagebaue heute noch im Profil sichtbar; H Ausgrabung Haberey; W Beobachtung de Witt.

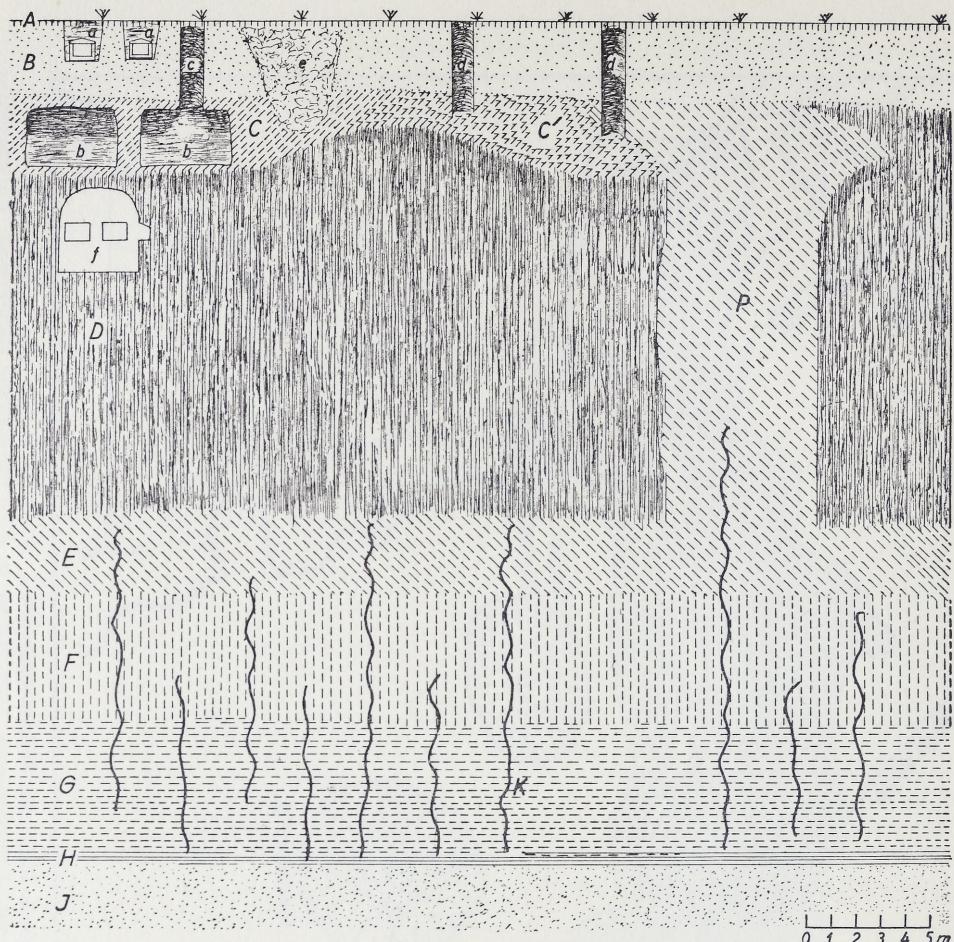


Abb. 2. Idealprofil durch die Grube Meurin.

A Humus; B Bims; C Römertuff; C' Römertuff mit zu groben Einsprenglingen; D Tauch (Tuffasche); E—G Unterer Tuffstein (E gelber, F grauer, G blauer Tuffstein); H Greisen; J Bims; P Tuffsteinpilz; K Flechten (Klüfte im unteren Tuffstein); a römische Sarkophaggräber; b römische Steinbruchstollen; c Förderschacht; d Probeschächte; e Einschnitt einer Rampe als Ausgangspunkt von Stollenvortrieben; f römische Grabkammer für Urnenbeisetzung.

von 2,50—3,00 m Mächtigkeit und die untersten von rund 14 m Mächtigkeit. Man bezeichnet den oberen Tuffstein der Pellenz heute recht allgemein als 'Römertuff', weil er hauptsächlich durch die Römer ausgebeutet wurde. Er ist weitgehend frei von Klüften und nach jeder Richtung hin spaltbar. Der untere Tuffstein gliedert sich in eine gelbe, graue und blaue Farzone mit zunehmender Verfestigung. Dieser Tuffstein ist von zahlreichen rechtwinklig sich schneidenden, etwa nach den Himmelsrichtungen orientierten Kluftsystemen durchzogen und besitzt auch bevorzugte Spaltrichtungen. Den Abschluß des Tuffprofils im Liegenden bildet der sog. 'Greisen' von rund 0,50 m Mächtigkeit, ein unbrauchbarer, mehr plattig ausgebildeter Stein. Darunter folgt der sog. Meerbodenbims, der unter gespanntem Wasser steht. Die unter-

sten Partien des Tuffstromes wurden und werden in den Gruben kaum angeschnitten, da dort ständig mit schlimmen Wassereinbrüchen zu rechnen ist, denen die Klüfte (Flechten genannt) im unteren Tuffstein den Weg weisen. Zwischen unterem und oberem Tuffstein liegt der sog. Tauch oder wilde Traß, auch Tuffasche genannt, ein mehliges Material, das keine nennenswerten Traßeigenschaften besitzt. Der obere Tuffstein bildet nun keineswegs eine zusammenhängende Steindecke von gleicher Beschaffenheit. Gelegentlich ist der Stein sehr stark mit dunklen vulkanischen Einsprenglingen durchsetzt, die ihn zu Bau- und Werkstein ungeeignet machen. Gelegentlich ist er gar nicht völlig verfestigt, sondern besitzt ausgesprochene Taucheigenschaften. Meist finden sich an diesen Stellen jedoch sog. Pilze, 10—15 m im Durchmesser haltende, säulenförmige Durchwachsungen von gutem Gestein, die vom unteren Tuffstein bis zum bedeckenden Bims durch das Profil sich hindurchziehen.

Schon diese Profilbeschreibung zeigt an, wo sich der römische Abbau in der Hauptsache vollzogen haben wird, nämlich im oberen Tuffstein. Die geringe Mächtigkeit hätte eine Entfernung der Bimsdecke nicht rentabel gemacht. So beutete man diesen Stein im Untertagebau aus, wozu freilich die günstige Beschaffenheit des Steines erst die Möglichkeit bot. Nur in den Pilzen drang man bis auf den unteren Tuffstein hinab. Solche Abbaustellen sind in früherer Zeit öfter angeschnitten worden. Wir können ihre Anlage freilich vorläufig nur nach Aussagen der Arbeiter rekonstruieren. Der Pilzstengel wurde bis auf eine schmale Wand abgebaut. In dieser Wand schlug man eine schmale, gewundene Treppe aus, über die die Arbeiter in die Grube abstiegen. So drang man bis zum unteren Tuffstein vor und baute auch diesen gelegentlich noch auf kurze Strecken im Untertagebau aus. Große Bedeutung hatte dieser Untertagebau im unteren Tuffstein aber nicht, da das zerklüftete Material einem solchen nicht entgegenkam und die Gefahr der Wassereinbrüche groß war.

Dieses Profil gilt jedoch nur für die Gegend von Kruft und Kretz. Der Römerc�틱 tuff keilt zwischen Kretz und Plaidt, wenigstens im Gebiet nördlich der Straße und südlich der Bahn, aus und fehlt dort bis zum Bahnhof Plaidt völlig. Da in diesem Gebiet der alte große Grubenbetrieb der Firma Herfeldt liegt, deren früherer Betriebsleiter Hambloch (vgl. Anm. 9) sich in zahlreichen Publikationen über den Trass und die Schichtung des Tuffstroms verbreitet hatte, so ist gerade dieses Tuffprofil, das also den Römerc�틸fuff nicht kennt, bekannt geworden. Südlich der Aktienstraße scheint der Römerc�틸fuff sich noch bis gegen Plaidt hinzuziehen und auch im heutigen Ortsbereich an vielen Stellen nicht gefehlt, jedoch keine zusammenhängende Decke mehr gebildet zu haben. Mangels geeigneter Aufschlüsse ist man hier weitgehend auf allerdings sich oft widersprechende Aussagen angewiesen.

Da, wo der Römerc�틸fuff fehlt, folgt unter dem Bims direkt der Tauch von 5—20 m Mächtigkeit, d. h. daß die Grenze zwischen dem Tauch und unteren Tuffstein stark wellenförmig verläuft. Die höchstegelegenen Partien des unteren Tuffsteins, der bei Kruft und Kretz nie so hoch liegt, sind im Gebiet von Plaidt in der Antike in der gleichen Weise angegangen worden wie der Römerc�틸fuff.

Erst das Mittelalter hat dann bei Plaidt die obere Lage des unteren Tuffsteins in gewaltigem Ausmaß ausgebaut, während dies bei Kretz und Kruft nicht mehr geschah.

In alter Zeit stand der Tuff nur an den Rändern des Krufter Baches an. Nach dem Tuffausbruch, der das alte weite Bachbett zugefüllt hatte, mußte sich der Krufter Bach auf mehrere Kilometer Länge durch den Tuff ein neues Bett graben. Dabei hat der Bach zuerst in einem breiten Band den oberen Bims hinweggenommen und so den 'Römertuff' freigelegt, schließlich in einem schmaleren Bett den 'Römertuff' und den Tauch durchstoßen und das Bett bis auf die Oberköpfe des unteren Tuffsteins eingetieft.

Hier an den Rändern des Stromes stand der 'Römertuff' an vielen Stellen seiner Bimsbedeckung entkleidet an und war, wenn auch nur in bescheidenem Umfang, im Tagebau zu gewinnen. Das gleiche gilt sogar für den unteren Tuffstein, wenn auch in noch bescheidenerem Ausmaß, so daß wir an den Bachrändern mit antikem Tagebau in zwei verschiedenen Höhen rechnen müssen. Sobald der von der Bimsbedeckung freigelegte 'Römertuff' im Tagebau ausgebeutet war, ging man zum Untertagebau über. Auch im unteren Tuffstein ging man von den Tagebauten an den Bachrändern zum Untertagebau über, aber, wie bei den gleichen Bemühungen von den Pilzstengeln aus, konnte dieser nur einen bescheidenen Umfang annehmen, da er ständig von Wassereinbrüchen bedroht war. Auf *Taf. 28* sind diese Verhältnisse in einem Blockdiagramm dargestellt. Hierbei wird für den Rand des Stromes auf Aussagen von Arbeitern und Unternehmern und ein neuerdings vom Landesdienst für Vor- und Frühgeschichte ausgeführtes Querschnittsnivellement des Krufter Baches zurückgegriffen. Einzelheiten dieses Blockdiagramms sind, das sei nachdrücklich betont, stark theoretischer Natur und stellen eher ein Forschungsprogramm als Forschungsergebnisse dar. So kennen wir die Anlage der Tagebaue im Römertuff bildlich nur aus einem Foto, den Pilzabbau sowie allen älteren Abbau im unteren Tuffstein nur aus mündlichen Berichten. Einige Einzelheiten werden später noch nachzutragen sein.

Zur Zeit der Hochblüte der Traßindustrie im 19. Jh. und zu Beginn des 20. Jhs. sind im Zuge des Abbaues die alten Stollensysteme oft angeschnitten worden und heute noch sind sie im Bereich der genannten Gruben besonders bei der Tubag gut zu sehen. Entlang der Aktienstraße bemerkt man an mehreren Stellen auffällige große Dellen in der sonst tischflachen Ebene. Hier sind unterirdische Stollenzüge eingebrochen. Der überlagernde Bims und die Bepflügung der Äcker sorgten dafür, daß diese Einbrüche sich nur in Gestalt sanftgeböschter Wannen bemerkbar machen. Die größten sind sogar auf dem Meßtischblatt verzeichnet. Das ganze Gelände zwischen Plaidt und Kruft, zwischen der Aktienstraße und der Bahn, ist auf weite Stellen hin von solchen Stollensystemen durchzogen. Beim Bau der Eisenbahn von Andernach nach Mayen machte die Untergrundsicherung wegen der Stollen besondere Sorgen und zusätzliche Sicherung notwendig, indem die Stollenfirste eingeschlagen und die Stollen selbst sackungsfrei eingefüllt werden mußten.

Solche Stollenzüge befinden sich auch an manchen Stellen unter Kruft, wo sie, wie in der Hochstraße dort, teilweise als Keller dienen, ebenso südlich der

Aktienstraße im Bereich der jetzigen Umgehungsstraße Plaids-Ochtendung und von hier aus bis nach Plaids hinein, wo ebenso wie in Kruft sogar einzelne Straßen für den Lastkraftwagenverkehr gesperrt sind wegen Einbruchgefahr. Inwieweit westlich Kruft sich noch Stollensysteme in Richtung Fraukirch hinziehen, ist kaum auszumachen. Den übertriebenen Schilderungen der Einheimischen, die von Stollenzügen bis nach Fraukirch reden, ist kein Wert beizumessen. Stollen werden sich noch 100—200 m weit vom westlichen Ortsrande von Kruft hinziehen, weiter auf keinen Fall. Neuere Beobachtungen haben ergeben, daß all diese Stollensysteme kein zusammenhängendes Ganzen bilden, sondern eben einzelne Steinbrüche darstellen, die durch größere Streifen nicht ausgebeuteten Geländes voneinander getrennt sind. Über die frühen Tagebaue entlang des Krufter Baches, vornehmlich im Gebiet von Kruft selber, vgl. S. 234.

Die beigefügte Karte (*Abb. 1*) versucht eine Vorstellung von der Ausdehnung der unterirdischen Ausbeute vergangener Zeiten zu geben. Sie dürfte 1 bis 1½ Quadratkilometer an Ausdehnung erreichen. Daß ein Teil dieser Brüche römischen Ursprungs ist, wissen wir mit aller wünschenswerten Sicherheit (s. S. 228). Der Verfasser hat Brüche in Plaids<sup>34)</sup> und Kruft<sup>35)</sup> und im Zwischengebiet, vornehmlich bei Kretz, studiert (vgl. unten). Dabei hebt sich die in dieser Arbeit besprochene Art unterirdischer Brüche sowohl durch römische Einschlüsse, die sie enthielten, wie durch die Einheitlichkeit des Ausbeutesystems deutlich als eine zeitliche Gruppe heraus. Sie ist technisch hauptsächlich durch die gewagte Ausbeute in eng nebeneinanderliegenden und sich gegenseitig durchdringenden Stollen und die zahlreichen Förderschächte gekennzeichnet.

In manchen dieser Brüche sind spätmittelalterliche und neuzeitliche Scherben, allerdings nie in gesichertem Zusammenhang, gefunden worden. Die Brüche waren, wenigstens zum Teil, den Eingeweihten immer zugänglich oder verhältnismäßig bequem immer wieder zugänglich zu machen, was man in Kriegszeiten selbstverständlich getan haben wird und z. T. während des letzten Krieges noch tat. Nachweislich ist im Mittelalter eine recht beträchtliche Menge unseres Steines zu Bauzwecken verwandt worden. Die mittelalterlichen Abbaustellen entzogen sich lange Zeit beharrlich allen Nachforschungen. Erst als diese Arbeit bereits im Satz vorlag, wurde das erste große mittelalterliche Abbausystem durch den Abrutsch einer vor vielen Jahren angeschütteten Böschung in der alten Trassgrube Herfeldt freigelegt und vermessen. Dieser Abbau unterscheidet sich wesentlich von jedem antiken. Die Fundstelle liegt bereits in einem Gebiet, in dem der Römertuff fehlt, reicht aber mit ihren Ausläufern in Gebiete hinein, in denen der Römertuff als Abdeckung des Tuffprofils — nach Aussagen von Arbeitern — ehemals vorhanden und ausgebeutet war. Die mittelalterlichen Stollen haben die — praktisch grundwasserfreie — obere Lage des unteren Tuffsteins angefahren. Dabei wurden die

<sup>34)</sup> Franz-Josefstraße (*Abb. 1*, Nr. 1). Der Verfasser ist seinem Freunde J. Klein, Miesenheim, der diese Brüche unter schwerer körperlicher Arbeit wieder erschloß, zu besonderem Dank verpflichtet.

<sup>35)</sup> Unter mehreren Anwesen in der 'Hohen Straße' (*Abb. 1*, Nr. 8).

Stollen selbst durch den Tauch vorgetrieben und man ging von diesen aus durch Tieferlegen den Stein an. Diese Verfahrensweise bedingte es, daß man die Stollen, die ungefähr rechtwinklig zueinander verlaufen, nur in großen Abständen (ca. 10—20 m) vortreiben konnte, da die Tauchdecken sonst dem Gebirgsdruck nicht standgehalten hätten.

Die großen und weitverzweigten mittelalterlichen Abbausysteme bei Plaideit unterscheiden sich von den römischen ferner dadurch, daß sie keine Schächte aufweisen. Der gebrochene Stein wurde also oft mehrere hundert Meter in den Stollen verfrachtet bis zu den Mundlöchern am Rande des Stromes. Einzelheiten werden in meiner angekündigten (vgl. Anm. 1) späteren Arbeit besprochen.

Es hat nun den Anschein, als sei praktisch die Hauptmasse des Römerstoffs sowie manche hochgelegenen Stellen im gelben Stein des unteren Tuffsteins bereits in der Antike ausgebeutet worden, so daß dem Mittelalter nurmehr der Ausbau der günstigen Partien im unteren Tuff bei Plaideit blieb.

Einwandfrei römische Brüche wurden im Brohltal wie in der Pellenz in zum Teil schon lang vergangenen Jahrzehnten anläßlich der Steinausbeute zur Traßgewinnung oft angeschnitten. Der Nachweis römischen Alters war durch römische Einschlüsse mannigfacher Art erbracht.

Den ersten Rang unter diesen, die auch das Hauptinteresse beanspruchten, nehmen die Inschriften ein, darunter Weihungen römischer Truppenteile an Hercules Saxonius (gelegentlich in Verbindung damit an andere Götter), Steinbruchinschriften mit Nummer und Name des Truppenteiles und ebensolche Steinbruchmarken auf gewonnenen Rohblöcken.

Auf Inschriften der Brohltaler Altäre werden folgende Truppen genannt: die Legionen: I Minervia (?), VI Victrix, X Gemina, XV Primigenia, XVI Gallica, XXI Rapax, XXII Primigenia; die Kohorten: II Asturum, I u. II Civium Romanorum, II Varcianorum; nicht näher genannte Alae, die Classis Germanica und die Singulares pedites (die Garde des Statthalters)<sup>36)</sup>. Danach läßt sich die Zeit der militärischen Ausbeute der Steinbrüche des Brohltales recht genau bestimmen. Sie umfaßt nur wenige Jahrzehnte von der claudisch-nero-nischen Zeit bis in die Zeit Trajans. Die Hauptausbeute fällt in die Zeit der flavischen Kaiser. In vorclaudischer Zeit scheinen die Steinbrüche noch nicht eröffnet gewesen zu sein.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden wir in der Pellenz, wenn auch die inschriftlichen Zeugnisse hier viel geringer sind. 18 Weihealtären von im Steinbruchbetrieb beschäftigten römischen Truppeneinheiten im Brohltal stehen hier 3 gegenüber, die von der VI. (Victrix) und XXX. (Ulpia) Legion (zweimal) bzw. Vexillationen dieser Legionen geweiht sind. Steinbruchinschriften als Anwe-

<sup>36)</sup> Hier erfolgt lediglich eine summarische Aufzählung ohne die Ehrentitel der Legionen, was um so eher unterbleiben kann, als die betreffenden Inschriften auf ihren zeitlichen Ansatz hin durchgearbeitet sind. Aufzählung der Denkmäler bei: H. Lehner, Die antiken Stein- denkmäler des Provinzialmuseums in Bonn (1918) Nr. 113—130. Dort auch die Verweisung auf das CIL und die ältere Literatur. Ferner: J. Hagen, Die Römerstraßen der Rheinprovinz<sup>2</sup> (1931) 304; ders., in: Germania 6, 1922, 78 ff. Auswertung der Inschriften bei E. Stein, Die kaiserlichen Beamten und Truppenkörper im römischen Deutschland unter dem Prinzipat (1932) *passim*.

senheitszeichen besitzen wir von der XXII. (Primigenia) und XXX. (Ulpia) Legion, sowie von den Kohorten XXV Asturum, XXVI Voluntariorum Civium Romanorum und vielleicht von der VII. (Raetorum).

Auf Steinbruchmarken (Zeichen auf gelösten Blöcken) tauchen auf die Legionen: I Minervia, VI Victrix, X Gemina(?), XVI Gallica(?), XXX Ulpia<sup>37</sup>). Dazu kommen Inschriften auf zwei Spaltkeilen (Abb. 5), die wohl ganz den heute noch auf Steinbruchgeräten üblichen Firmen- oder persönlichen Eigentumsmarken entsprechen, von denen die eine nicht entzifferbar war, die andere nach der Auflösung von R. Egger<sup>38</sup>) L(apidicidae) Le(gionis) M(inerviae) bedeutet, d. h. daß auch hier die erste Legion gearbeitet hätte. Auch hier beginnt der Abbau mindestens in frühflavischer Zeit und reicht bis Hadrian, da die Legio XXX Ulpia erst um 120 in Xanten erscheint. Spätere Belege für eine militärische Ausbeute der Steinlager fehlen wie im Brohltal, aber hier wie dort geht der Abbau bis in die römische Spätzeit hinein in unverminderter Stärke fort. Das Fehlen späterer militärischer Inschriften, was kaum auf Zufall beruht, wird man m. E. nur so erklären können, daß zur Zeit Trajans bzw. Hadrians die Ausbeute nurmehr von Privaten (auf Pachtland?) vorgenommen wurde.

Bei dieser Fülle inschriftlicher und sonstiger Zeugnisse aus römischen Steinbrüchen des Brohltals und der Pellenz nimmt es wunder, daß man sich nicht früher eingehend um die Anlage der Brüche und der Arbeitsweise in ihnen gekümmert hat. Gelegentliche Hinweise im Heimatschrifttum bzw. in der technischen Literatur begegnen zwar mehrfach<sup>39</sup>), ohne daß diese im allgemeinen etwas ausgeben.

Den wertvollsten bisher unveröffentlichten Bericht über die unterirdischen Brüche enthalten die von Peter Hörter angelegten Fund- und Beobachtungsbücher des Eifelmuseums Mayen. Es handelt sich dabei um durch Zeichnungen (Abb. 3—4) verdeutlichte Beobachtungen des Baurates de Witt anlässlich des Bahnbaues 1878/79<sup>40</sup>). Die Stelle liegt im Gelände der Firma Meurin (Abb. 1, Nr. 6; Fundstelle mit W bezeichnet), etwas westlich der Durchfahrt durch das Fabrikgelände unter der Eisenbahn. Der Bericht de Witts lautet:

„in der Gemeinde Kretz einen vollständig erhaltenen Arbeits- bzw. Aufenthaltsraum vorgefunden. Derselbe hat einen Durchmesser von etwa 8 m.

Die Decke war aus dem Tuffstein und der Tuffasche gewölbeartig sauber ausgearbeitet. Ringsum befanden sich an den Wänden aus dem Naturstein ausgehauene Sitzbänke, vor welchen lose rauh behauene Tuffsteinquadern

<sup>37</sup>) H. Lehner, in: Bonn. Jahrb. 123, 1916, 272 ff.; ders., in: Germania 5, 1921, 130 ff. — J. Hagen, Römerstraßen der Rheinprovinz<sup>2</sup> (1931) 288 f. Dort auch über weitere römische Funde in Tuffsteinbrüchen nördlich der Aktienstraße, d. h. in den Gruben Meurin (Plan Abb. 1, Nr. 6), Tubag (Nr. 5) und Herfeldt (Nr. 4).

<sup>38</sup>) Nach gütiger schriftlicher Mitteilung von Prof. R. Egger.

<sup>39</sup>) Vgl. etwa A. Hamblot, Der Traß, seine Entstehung, Gewinnung und Bedeutung im Dienste der Technik, in: Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1909, 633 ff., besonders die Abbildungen 1—5.

<sup>40</sup>) Es handelt sich um die gleiche Stelle über die H. Schaafhausen, in: Verhandlungen des Naturhist. Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens 1869, 118 kurz berichtet, trotz des Unterschiedes in den Jahreszahlenangaben.

lagen. Über den Bänken fanden sich an den Wänden bzw. an der Decke eingeschlagene Eisen als Träger für die Lampen. Über denselben war nämlich die Decke stark beruht. In der Nähe des Raumes wurde eine noch gut erhaltene, steil angelegte Treppe freigelegt. Dieselbe führt aus einem Stollen zu Tage. Von dem Arbeitsraum führte nach Osten ein Stollen, aus welchem

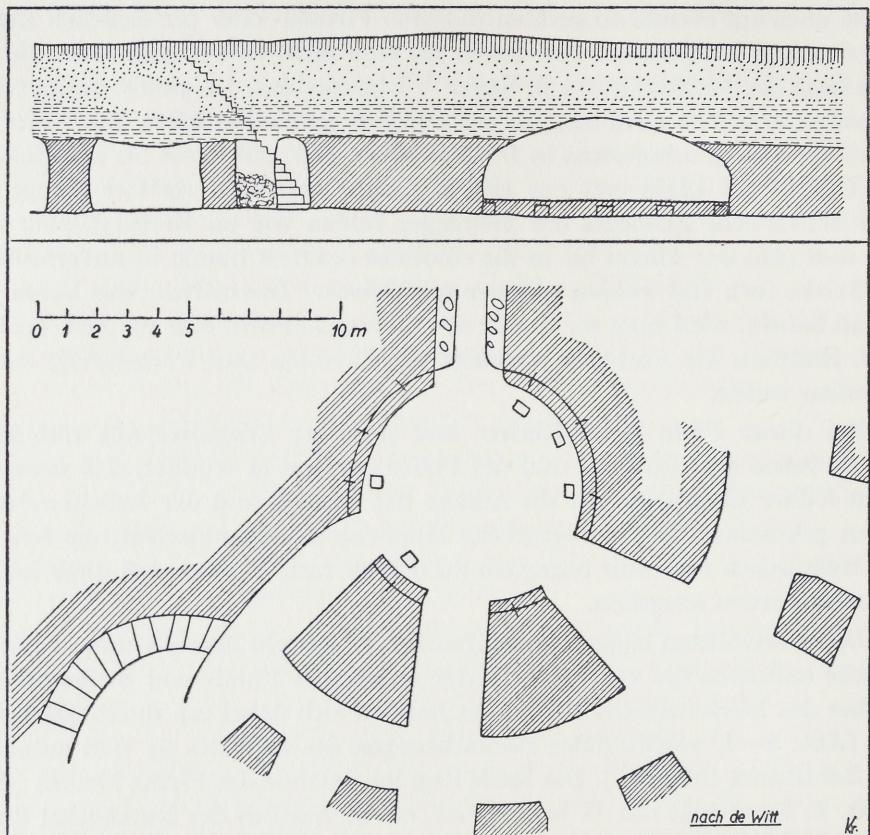


Abb. 3. Untertagebau. Plan und Schnitt (nach de Witt).

noch zwei andere abzweigten. Nach dieser Seite nahm die Mächtigkeit der Tuffschicht rasch ab. Nordost betrug dieselbe etwa 0,24—0,30 m.

Diese Stollen waren mit der über der schwachen Tuffsteinschicht gelösten harten Tuffasche, bis auf einen schmalen Durchgang, in regelmäßig behauenen Stücken wieder zugesetzt, das Herausfordern des nicht witterbeständigen und zu weichen Materials war dadurch vermieden.

Ich glaube mit der Annahme nicht fehl zu gehn, daß es sich hier um Aufschlußarbeiten zur Feststellung der Ausdehnung der noch abbauwürdigen Tuffschicht handelte. Besonders bemerkenswert ist der Fund von drei Särgen vor Ort, in der vollen Tuffsteinwand, nahe des Arbeitsraumes, deren Fertigstellung noch nicht erfolgt war. Die Aushöhlung war nahezu vollendet, ebenso die Schrämmarke zur Trennung derselben voneinander. In der Nähe der Arbeitsstelle fanden sich zwei augenscheinlich für die Arbeit benutzte eiserne

Werkzeuge, deren hölzerne Stiele vermodert waren. Eine Keilhaue (Spitzhacke) auf Oese als Schmiedzeichen(?), ein Dreizack und ein Stemmeisen.'

Die von de Witt beobachteten Stollensysteme liegen am Nordrande des Tuffstromes. Die bereits freigeschroteten und teilweise ausgehöhlten, aber noch nicht abgelösten Tuffsärge datieren wenigstens diesen Trakt der Stollen-

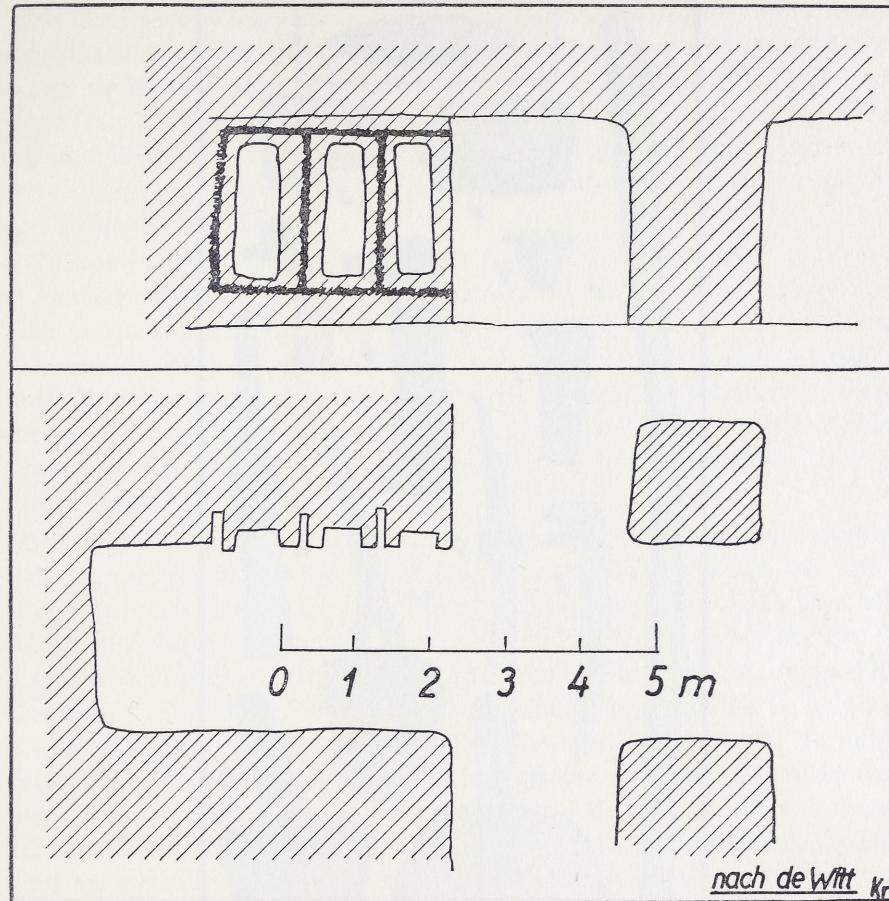


Abb. 4. Antiker Untertagebau. Gewinnung von Sarkophagen (nach de Witt).

systeme in die spätrömische bzw. fränkische Zeit. Wenn auch entsprechende Befunde bei den neueren Untersuchungen nicht aufgetreten sind, so besteht m. E. kein Grund an der Richtigkeit bzw. Exaktheit der de Witt'schen Beobachtungen zu zweifeln. Das Abkeilen von Steinquadern, deren längste Seite aufrecht steht, ist in diesen unterirdischen Brüchen gang und gäbe gewesen (s. S. 242 ff.). Das teilweise Aushöhlen der Blöcke vor der Abkeilung bedeutete zwar eine bedenkliche Schwächung der Steine; da jedoch die Absprengfläche ganz vom Winkel der eingesetzten Keile abhing (s. S. 268 ff.), so wäre eine solche Arbeitsweise durchaus möglich und durchführbar gewesen. Allerdings handelte es sich dabei um eine Seitenabkeilung, die erst nach dem Stollenvortrieb möglich war (s. S. 247). Im Stollenvortrieb, am Abbaustoß selbst,

wäre die Gewinnung von Sarkophagen auf diese Weise kaum möglich gewesen.

Die Grundrißzeichnung des Werkraumes und der anschließenden Stollen ist in der uns vorliegenden Zeichnung (*Abb. 3*) zweifellos zu schematisch, um die Wirklichkeit exakt wiederzugeben. Der Werkraum ist jedoch sicherlich in

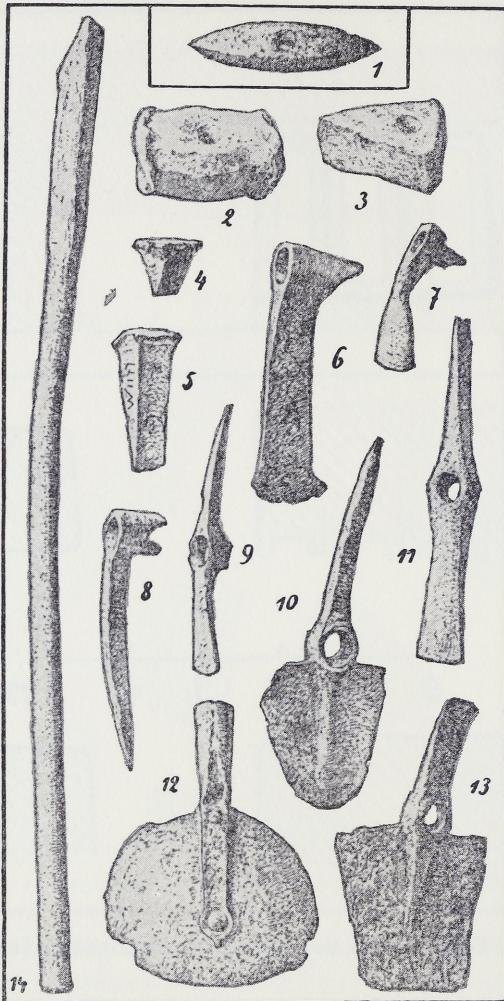


Abb. 5. Römische Steinbruchgeräte.  
1 Felsberg im Odenwald. 2—14 Tuffsteinbrüche der Pellenz (nach Behn).

dieser Form vorhanden gewesen, wenn auch kein Gegenstück dazu bisher aufgefunden werden konnte. Doch scheinen nach Beschreibungen von Arbeitern solche Räume in früheren Jahrzehnten auch sonst gelegentlich aufgetreten zu sein. Treppenzugänge zu den unterirdischen Brüchen sind öfter gefunden worden, auch bei den neueren Untersuchungen wieder aufgetreten. De Witt war sicherlich auf Grund seiner Ausbildung sowie auf Grund persönlicher Erinnerungen seiner Bekannten ein sehr exakter und nüchterner Beobachter. Freilich lag ihm keine in allen Einzelheiten exakte maßgerechte Zeich-

nung im Sinn. Er gab lediglich einen Eindruck wieder, der aber, was den Werkraum und die Treppe angeht, wirklichkeitsgetreu sein dürfte; weniger zuverlässig scheint mir die Darstellung der anschließenden Stollenzüge.

Der Werkraum selbst kann nur für das Richten kleinerer Werkstücke gedient haben, nicht etwa für Sarkophage. Die Werkbänke sprechen eindeutig dagegen.

Die in diesem Werkraum bearbeiteten Steine wurden dann wohl über die Treppe nach oben getragen, konnten also nicht schwerer sein, als daß 1 oder 2 Mann sie bequem über die steile und unbequeme, dazu noch gekrümmte Treppe tragen konnten. Hier kamen eigentlich nur Tuffziegel für Bauverkleidung und kleinere Werkstücke in Frage. Wie Schaafhausen berichtet, ist in diesen Stollen ein römischer Altar gefunden worden, so daß damit das Alter dieses Bruches feststeht.

Während der Traßausbeute in der 2. Hälfte des vorigen und in den ersten drei Jahrzehnten dieses Jahrhunderts wurde der unterirdische Abbau immer wieder angeschnitten und Abbildungen der anlässlich des Abbaues freigeräumten Kammern oder — da die Decken meist eingestürzt waren — der von Schutt freigeräumten Stützpfeiler der alten unterirdischen Gruben wurden recht häufig im Propagandaschrifttum der Traßfirmen bzw. auch in der technischen Literatur abgebildet. Auch senkrecht stehende Keilrillen sind gelegentlich beobachtet und abgebildet worden<sup>41)</sup>.

Bei Aufzählung der inschriftlichen Zeugnisse aus dem Pellenztuffstein wurde bereits auf die Grube Idylle hingewiesen. Hier sowie in der auf der anderen Seite des Krufter Baches liegenden Grube der ehemaligen Traßwerke Koblenz sind die reichhaltigsten und in vieler Hinsicht interessantesten Spuren römischer Tätigkeit aufgedeckt worden. Es ist die Stelle, die unser Blockdiagramm (*Taf. 28*) in der Hauptsache darzustellen versucht. Als H. Lehner<sup>42)</sup>, der einzige Facharchäologe, der sich in älterer Zeit jemals um die antiken Steinbrüche kümmerte, zwecks Sicherstellung der dort gefundenen inschriftlichen Zeugnisse und antiken Werkzeuge, diese Grube aufsuchte, konnte er anscheinend nur die antike Tätigkeit im 'Römer-tuff' besichtigen. Er macht darauf aufmerksam, daß hier bis gegen 100 n. Chr. die römische Zeit zuerst im Tagebau gearbeitet und dann zum Untertagebau übergegangen sei. Lehner macht nicht darauf aufmerksam, daß sich die gleiche Situation im unteren Tuff wiederholte. Wahrscheinlich war sie zur Zeit seines Besuches nicht entsprechend aufgeschlossen. Auf einer Abbildung bei F. Behn<sup>43)</sup>, der auch die von Lehner nie veröffentlichten Werkzeuge bekannt gemacht hat<sup>44)</sup>, wird die lange in dieser Grube aufgedeckte Treppe sichtbar, die ehemals in einem Schrägstollen verlief und durch den modernen Abbau freigelegt wurde. Auf dem gleichen Bild sieht man die Stollen im 'Römer-tuff' wie im unteren Tuffstein, wenn beides auch nur verschwommen.

<sup>41)</sup> So bei A. Hambloch (Anm. 39) vgl. S. 21, Anm. 3 und Abb. 5.

<sup>42)</sup> Germania 5, 1921, 130 ff.

<sup>43)</sup> F. Behn, Die Steinindustrie des Altertums (1926). In dem immer noch sehr nützlichen Büchlein fällt die Verwechslung von Basalt und Tuff auf.

<sup>44)</sup> a. a. O. Abb. 21.

Wesentlich ist, daß die in der Grube Idylle (Abb. 1, Nr. 7) angetroffenen Verhältnisse, d. h. römischer Tagebau, da, wo der Krufter Bach die Bimsbedeckung weggenommen hatte, und anschließend da, wo die Bimsbedeckung noch intakt ist, Übergang zum Untertagebau, als typisch gelten können. Genau dieselbe Situation treffen wir der Grube Idylle gegenüber auf der rechten Seite des Krufter Baches in der alten Grube der Traßwerke Koblenz (Abb. 1, Nr. 9), wovon eine mehrfach wiedergegebene<sup>45)</sup>, bemerkenswerte alte Fotografie uns das Aussehen dieser Tagebaue bewahrt hat. Die Grube selbst ist, wie auch die Grube Idylle, ersoffen. Auch hier folgte, nach Aussage von alten Grubenarbeitern, der unterirdische Abbau mit dem Einsetzen der Bimsbedeckung. Da die Grubenränder verstürzt sind, ist heute an Ort und Stelle nichts mehr zu sehen. Etwa einen Kilometer weiter westwärts am Südostrand von Kruft liegen die alten Traßgruben von D. Zerwas/Söhne und anderen (Abb. 1, Nr. 10), die zu einem großen Grubenkomplex zusammengeschmolzen waren. Wieder füllt ein großer See das ehemalige Grubengelände. An der Ostwand dieser Gruben ist an einer Stelle noch im Ausschnitt ein alter Tagebau zu sehen. Es schließen sich wieder unterirdische Brüche an, ebenso findet man diese am Südrand der Grube. Es kann wohl kein Zweifel bestehen, daß entlang des Krufter Baches, sicherlich bis gegen Plaidt hin, die römische Zeit zuerst an den Stellen, an denen der Bach den Bims weggenommen hatte, mit dem Tagebau auf Tuffstein begann und dann erst zum Untertagebau überging. Hier werden in Zukunft sicherlich noch manche ergänzende Beobachtungen zu machen sein.

In all diesen Fällen handelt es sich um Tagebaue im 'Römertuff'. In der Nähe des Pommerhofes westlich von Plaidt muß aber nach Aussagen von Arbeitern vor rund 40 Jahren eine ähnliche Situation aufgetreten sein wie bei der Grube Idylle.

#### IV.

Die neueren Beschäftigungen mit dem römischen Tuffabbau im Gebiet des Pellenztuffsteins<sup>46)</sup>) stehen nun nicht nur im Zusammenhang mit allgemeinen Studien zur Geschichte der mittlerheinischen Industrien der Steine und Erden, sondern verdanken auch einem ganz akuten Anlaß ihren Beginn, der durch die Wiedereröffnung des alten Traßbruches durch die Firma Meurin in Kretz (s. oben) gegeben war. Dabei wurde zuerst — neben dem Mutterboden als Abraum — der Bims mit dem Bagger gewonnen. Die römischen Stollen unter dem Bims brachen bei der Ausbeute teilweise zusammen oder wurden da, wo sie dem Gewicht des Baggers zuerst noch standhielten, so erschüttert, daß ein Einstieg nur mit Lebensgefahr verbunden war. Später wurden die letzten Pfeiler gesprengt und das Terrain mit dem Bulldozer abge-

<sup>45)</sup> J. Jacobs, Die Verwertung der vulkanischen Bodenschätze in der Laacher Gegend (1914) Abb. 21; J. Frechen a. a. O. Abb. 28.

<sup>46)</sup> Im Abschnitt IV werden die Ergebnisse der neueren Untersuchungen zusammengefaßt, soweit sie für den nur am archäologischen Befund als Ganzem interessierten Leser von Bedeutung sind. Der Abschnitt V bringt die Erörterung technischer Details.

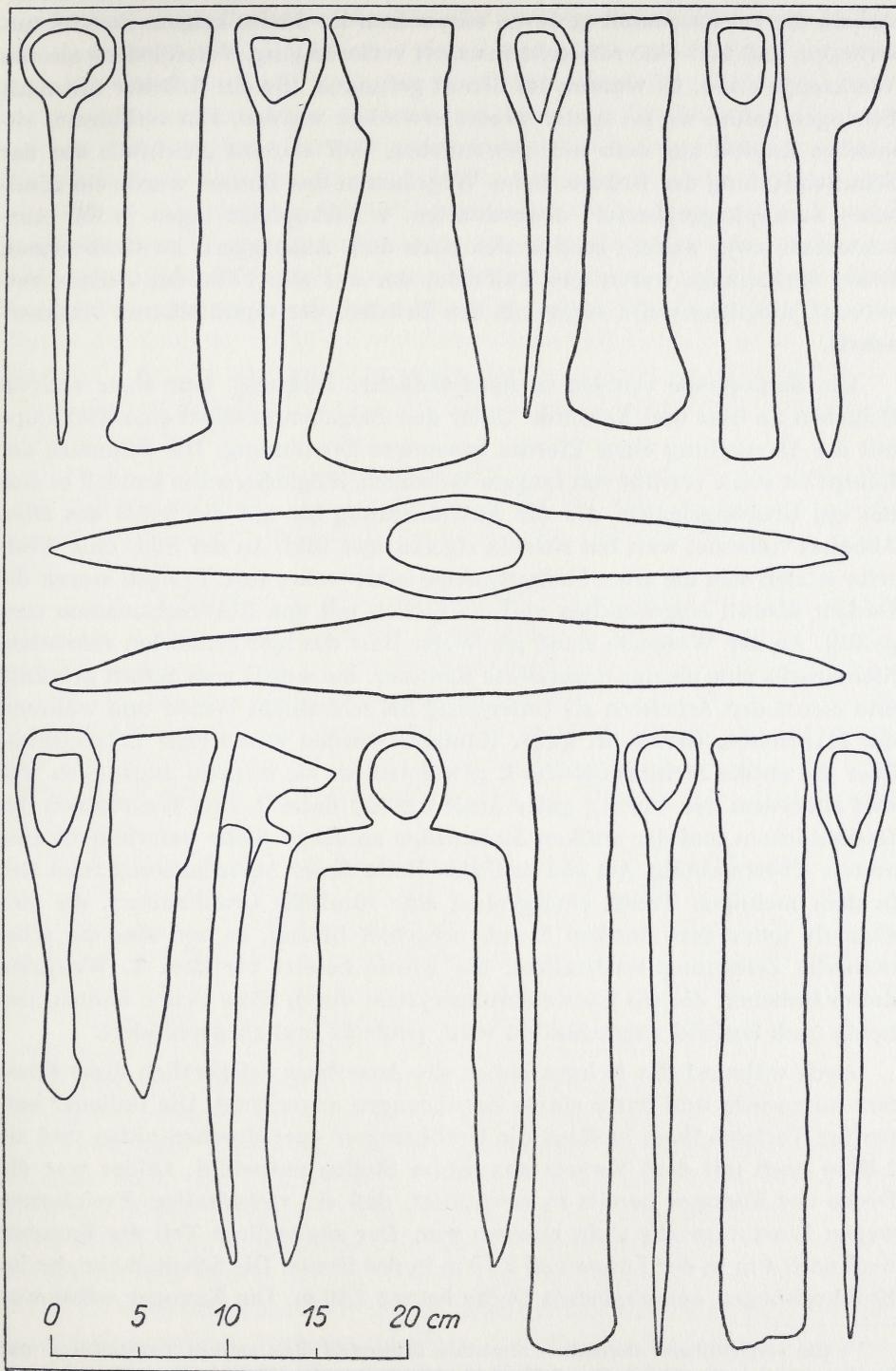


Abb. 6. Römische Steinbruch- und Steinmetzgeräte aus Tuffsteinbrüchen der Pellenz.

räumt. Nach Aussage von Arbeitern fanden sich dabei auf einem Pfeiler Buchstaben, die rot ausgemalt gewesen sein sollen. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß hier eine römische Inschrift verloren ging. Verschiedene eiserne Werkzeuge (Abb. 6) wurden im Schutt gefunden, die ein Arbeiter mit nach Ettringen nahm, wo sie später wieder erworben wurden. Ein verhauenes römisches Kapitäl aus dem hier gewonnenen Tuff stammt gleichfalls aus der Schutteinfüllung der Brüche. Beim Wegräumen des Bimses wurde ein römisches Sarkophaggräberfeld angeschnitten. 2 Sarkophage lagen in der Ausbeutezone, zwei weitere zeigten sich nach dem Ausbaggern im Grubenrand. Beide Sarkophage waren aus Tuffstein, der auf alle Fälle der Pellenz entstammt, möglicherweise sogar aus den Brüchen der unmittelbaren Nachbarschaft.

Die Sarkophage standen in nord-südlicher Richtung. Nur einer enthielt Beigaben an Glas und Keramik. Unter den Beigaben verdient eine Bildlampe mit der Darstellung eines Pferdes besondere Erwähnung. Die Schnauze der Lampe ist stark verrußt von langem Gebrauch. Möglicherweise handelt es sich um ein Grubengeleucht. Als die Ausschachtung bis auf die Sohle des alten Abbaues vollendet war, bot sich ein eigenartiges Bild. An der Süd- und Westseite setzten sich die alten Stollensysteme noch weiter fort. Freilich waren die Decken überall eingebrochen und die Stollen mit den Einbruchsmassen ausgefüllt. An der Westseite stand als letzter Rest des hier zerstörten römischen Steinbruchs eine einzige unzerstörte Kammer. Sie wurde vom Schutt gereinigt und diente den Arbeitern als Unterstand bei schlechtem Wetter und während der Mahlzeiten. Gerade in dieser Kammer wurden wesentliche Erkenntnisse über die antike Steinbruchtechnik gewonnen, da sie bequem zugänglich war und außerdem den Vorzug guter Ausleuchtung hatte<sup>47)</sup>). Das Wegräumen der Deckschichten und der antiken Stollenzüge an dieser Stelle lieferte noch eine andere Überraschung. Am süd-östlichen Ende dieser Ausschachtung fand sich in dem mehligen Tauch eingegraben eine römische Grabkammer, die sich ehemals unter dem antiken Steinbruchgebiet hinzog, so wie dies die schematische Zeichnung verdeutlicht. Sie wurde bereits vor dem 1. Weltkrieg durch Italiener, die ein Entwässerungssystem durch diese Grube bauten, das heute noch laufend angeschnitten wird, entdeckt und ausgeplündert.

Auch während des Krieges haben die Anwohner gelegentlich diese Kammer aufgesucht und darin einige Zerstörungen angerichtet. Die Italiener hatten bei Vortrieb ihres Stollens die Grabkammer quer durchschnitten und sie 1,20 m hoch mit dem Versatz aus ihrem Stollen aufgefüllt. Leider war die Decke der Kammer bereits so erschüttert, daß ein vollständiges Freiräumen wegen Einsturzgefahr nicht möglich war. Der zugängliche Teil der Kammer maß noch 4 m in der Länge und 2,10 m in der Breite. Die Scheitelhöhe der im Halbkreisbogen ausgehauenen Decke betrug 2,60 m. Die Kammer selbst war

<sup>47)</sup> Ein vergleichbarer Befund — römisches Gräberfeld über antiken Tuffstollen — trat bereits einmal in Kretz auf. Das Gräberfeld enthielt Brand- und Sarkophaggräber (vgl. W. Haberey, Bonn. Jahrb. 146, 1941, 343 ff. und Pläne Abb. 73 und 74. Die Stelle liegt westlich der Grube Herfeld bei Buchstaben H des Planes (Abb. 1, Nr. 4). Zwischen den Gräbern mündete der Treppenaufgang der antiken Stollensysteme.

W-O orientiert und besaß an der westlichen Schmalseite zwei und an der nördlichen Längsseite (soweit beobachtbar) 4 Nischen zur Aufnahme der Urnen samt Beigefäß. Der Nordteil der Kammer war verschüttet. Die Decke war dem Druck des über ihr lagernden Steinbruchschuttes nicht gewachsen und stürzte zusammen. Eine Untersuchung von der Grabkammer selbst aus war hier wegen weiterer Versturzgefahr nicht möglich. Inzwischen ist der bisher zugängliche Teil der Kammer durch Ausbaggerung des Tauches verschwunden. Der verstürzte Restteil hängt in der steilen Steinbruchwand und kann erst nach Wegbaggerung des Abraumes später untersucht werden. So muß das zeitliche Verhältnis zwischen der Grabkammer und dem sich über ihr hinziehenden unterirdischen Tuffsteinbruch vorläufig unklar bleiben. Wurde die Kammer vor der Steinbruchausbeute angelegt, so nahm sie auf diesen (als geplant oder möglich) schon Bezug, im anderen Falle würde der Abbau noch in eine Zeit fallen, in der die Sitte der Leichenverbrennung noch im Schwange war.

War an dieser interessanten Stelle, die so viele römische Zeugnisse auf kurzem Raum vereinigt, eine Untersuchung der Stollenzüge nicht mehr möglich, so um so besser im östlich anschließenden Gelände der Firma Tubag (Abb. 1, Nr. 5).

Die alte Traßgrube dieser Firma liegt seit langem still. Ihre Hänge sind verschüttet und auf dem Boden der Grube steht ein See. Unter der Bimsüberdeckung heben sich noch an verschiedenen Stellen der Grube Stollenzüge im Bereich der oberen Tuffsteinzone deutlich ab. Weite Teile des heute an die alte Grube sich anschließenden Bimsfabrikationsgeländes, bis hin zur Eisenbahn Andernach-Mayen sind von diesen Stollensystemen durchzogen. Doch scheint keine direkte Verbindung mit denen im Gelände der Firma Meurin zu bestehen.

Das Eindringen und die Arbeit in diesen unterirdischen Steinbrüchen ist mit allerlei Schwierigkeiten verbunden. Nur an wenigen Stellen kann man aufrecht stehen. Der Schutt füllt die Stollen und Kammern gelegentlich bis zur Hälfte und mehr ihrer Gesamthöhe aus, so daß man sich nur kriechend vorwärts bewegen kann. An vielen Stellen ist eine Passage ohne Wegräumen des Schuttens unmöglich. Nur selten hat man in alter Zeit den Schutt raumsparend mauerartig, den Stollenwänden entlang aufgesetzt (vgl. Abb. 10). Zahlreiche Deckeneinstürze und im Verband damit nachgerutschte Bims- und Erdmassen beschränken den Umfang der zugänglichen Stollen erheblich. Weitere Hindernisse bilden die aus den ehemaligen Förderschächten nachgerutschten Bims- und Erdmassen, die gelegentlich wie hohe Kegel in den Stollen stehen. Sie zu beseitigen, ist mit erheblichen Gefahren verbunden, da dadurch vorher nicht zu bestimmende weitere Erdmassen von der Oberfläche her in Bewegung gesetzt werden können. Die Beseitigung eines solchen Schuttkegels hätte während unserer Untersuchungen beinahe zu einem schweren Unglücksfall geführt. Statt der erhofften Erschließung weiterer Stollensysteme führte der ausgelöste Erdrutsch zur völligen Verschüttung der betreffenden Stelle. So blieb das Untersuchungsfeld auf eine Fläche von ca. 60×60 m beschränkt.

Trotz dieser geringen Ausdehnung machte die Orientierung in den Stollen zuerst erhebliche Schwierigkeiten. Eine Verständigung durch Rufen erwies sich als unmöglich, da dieses oft in den Nachbarstollen nicht mehr gehört wurde. Es wurden deswegen Schnüre ausgelegt, an denen entlang bei den ersten Excursionen der Rückweg angetreten wurde. Später, als Stollen für Stollen und Kammer um Kammer eingehend studiert wurde, stellte sich eine solche Vertrautheit mit diesen unterirdischen Steinbrüchen ein, daß dergleichen Vorsichtsmaßnahmen überflüssig, ja gelegentlich die Stollen bei dem mehrfachen Aussetzen des Lichtes in völliger Dunkelheit durchquert wurden. Feldnamen für einzelne Stollen und Kammern (wie: blinde Kammer, krummer Gang, Hauptquartier, Nationalpark u. a.) erleichterten die Orientierung wesentlich.

Zum Studium der Einzelheiten erwiesen sich die zuerst verwandten starken Taschen- wie Grubenlampen als völlig unzureichend. Dank des großen Interesses, das Herr Dir. Dr. Koch von der Tubag an den Untersuchungen nahm, wurden 2 Elektriker der Firma als Begleiter beigegeben, die nach allen gewünschten Richtungen elektrische Kabelleitungen auslegten, so daß die Arbeitsplätze in helles Licht getaucht wurden, das alle Einzelheiten erkennbar werden ließ und vor allem auch den Anschluß einer großen Lichtwanne für fotografische Zwecke erlaubte, nachdem sich die Benutzung des Elektronenblitzes wegen der nicht zu berechnenden Schattenwirkung als unmöglich herausgestellt hatte.

Auf die photographische Dokumentation wurde besonderer Wert gelegt. Fast sämtliche Stollensysteme und jeder für die Erkenntnis der Steinbruchanlage und Steingewinnungsmethode wichtige Befund wurde in Schwarzweiß- wie in Farbfotos festgehalten, ein großer Teil der Befunde außerdem in farbigen Stereoaufnahmen.

Die Vermessungsarbeiten gestalteten sich bei den geschilderten Verhältnissen außerordentlich schwierig. Es wurde das bei Ausgrabungen übliche System, von einer Hauptmeßlinie aus rechte Winkel abzustecken und von den so hergestellten senkrecht aufeinanderstehenden Linien die Einmessung der Befunde, in diesem Falle der Wände, Pfeiler usw. vorzunehmen und unmittelbar auf Millimeterpapier aufzuzeichnen, beibehalten. Bei der Betrachtung des Planes muß allerdings im Auge behalten werden, daß die Maße der Wände und Pfeiler wegen der Schutteinfüllung oft in ganz verschiedener Höhe genommen werden mußten. Ganz abgesehen von der Tatsache, daß die Decken selbst oft wellenförmig verlaufen, d. h. ansteigen und wieder abfallen, würde eine Einmessung der Wände am Firstansatz zwar ein ruhigeres Bild des Gesamtverlaufs ergeben, die wesentlichen Details jedoch verschleiert haben.

Bevor wir in die Einzelbeschreibung eintreten, sei ein Wort über die hier gebrauchte Terminologie gesagt. Wir sind leider nicht in der Lage, die antiken Bezeichnungen benutzen zu können, da diese uns nicht überliefert sind. Für deutsche Bezeichnungen gilt es zu beachten, daß sich die Fachausdrücke im Steinbruchwesen und im Bergbau zwar in dauerndem Austausch, aber

doch getrennt, entwickelt haben. Im Steinbruchwesen spricht man daher im allgemeinen von unterirdischen Steinbrüchen, nicht von Untertagebauern, von Decken und nicht von Firsten usw.; aber die Bezeichnungen schwanken nicht zuletzt unter dem Einfluß bergmännisch geschulter Aufsichtspersonen auch bei den Arbeitern, und so verwenden wir hier auch bergmännische und steinbruchtechnische Ausdrücke, soweit sie sich inhaltlich decken, nebeneinander, legen uns aber, der allgemeinen Verständlichkeit halber, in der Verwendung steinbruchtechnischer oder bergmännischer Fachausdrücke eine gewisse Beschränkung auf. Eine Ausbeute unter Tage ist in unseren Eifeler Tuffsteinbrüchen seit Jahrhunderten nicht mehr üblich, nachdem die alte (wahrscheinlich römische Zeit) im Weiberner Tuff (Alte Ley und anscheinend auch Hohe Ley) beste Tuffsteinbänke im Untertagebau ausgebeutet hatte. Lediglich im Distrikt 'In der Erl', im Bereich des Beller Backofenstein, hat man den im Talhang anstehenden Tuffstein in früherer Zeit (wann ?) mit mehreren Stollen durchzogen, um auf diese Weise am schnellsten an den guten, von mächtigen unbrauchbaren Deckschichten überlagerten Tuffstein zu kommen. Hier hat in jüngerer Zeit ein Mann noch einmal einen Tuffsteinstollen ('Min' genannt) zur Gewinnung von Backofenstein in den Berg vorgetrieben und dabei auch ältere Stollen angeschnitten. Von einer lebendigen Tradition kann jedoch nur bedingt die Rede sein. Und das gilt auch für die Terminologie. Zudem muß beobachtet werden, daß sich innerhalb des deutschen Sprachraums — und darauf hat O. Herrmann in seinem immer noch bedeutungsvollen Buche<sup>48)</sup> nachdrücklich hingewiesen — mancherlei Schwankungen in der Aussprache<sup>49)</sup> und — möchten wir hinzufügen — auch im Inhalt festzustellen sind. Während man im allgemeinen in Mitteldeutschland sämtliche sich senkrecht in das Gebirge hineinziehende Klüfte als Lose (Laden) bezeichnet, gebraucht man in Süddeutschland dafür die Bezeichnung Abgänge. In den Oberkirchener Sandsteinbrüchen bezeichnet man die großen mit Lehm und Gesteinsproben erfüllten Lose als Laden, die kleineren als Längs- oder Querabgänge und Risse im Gestein als Stiche. In unseren Tuffgebieten der Vorder-eifel bezeichnet man teilweise die Querabgänge als Abgänge, die Längsabgänge als Stiche im Gegensatz zur allgemeinen steinbruchtechnischen Terminologie.

Der Pellenzer Tuffstein stellt für die Steingewinnung ein besonders günstiges Material dar. Er bildet ein massiges, ungeschichtetes Material, das nach allen Seiten hin spaltbar ist. Breite Klüfte, lange Quer- und Längsabgänge fehlen im Fraukirchtuff zwar nicht ganz, treten jedoch so selten auf, daß sie nicht die Anlage des Steinbruchs bzw. die Art der Steingewinnung bestimmten, wie dies normalerweise in Steinbruchbetrieben der Fall ist. Das Fehlen einer Schichtung bzw. Bankung macht im Verband damit die Gewinnung von Blöcken möglich, deren größte Ausdehnung senkrecht steht, was für unseren Fall von besonderer Wichtigkeit werden sollte. Wie bereits gesagt, wurde

<sup>48)</sup> O. Herrmann a. a. O. 181.

<sup>49)</sup> Im rheinischen Raum sind auch bezeichnende Veränderungen im Artikel festzustellen, so der Schrot und die Zweispitz für das Schrot und der Zweispitz in Mitteldeutschland. Wir folgen hier durchweg den rheinischen Gebräuchen.

von Lehner in der Grube Idylle römischer Tagebau, an den sich die Stollen des römischen Untertagebaus anschlossen, beobachtet. Die Methode römischer Tuffsteingewinnung im Tagebau ist uns, wie oben ausgeführt, nur durch eine Fotografie überliefert (*Taf. 22, 1*). Sie zeigt die gleiche Arbeitsweise, die heute noch in den Tuffbrüchen von Weibern, Rieden, Ettringen und überall da angewandt wird, wo eine zu hohe oder fehlende Bankung des Gesteins und keine enggestellten Lose und Längsabgänge eine einfache Abkeilung an der Hinterfläche des Steines möglich machen. In diesem Fall werden die Steine an allen Seiten mit der Zweispitz durch Ziehen von Schrotgräben bis auf die gewünschte Blocktiefe vom benachbarten Gestein freigeschrotet und dann von der Front her abgekeilt. In derselben Weise verfuhr die römische Zeit beim Tuffabbau im Tagebau. Freilich ist es heute üblich, nur einen bis zwei Steine auf diese Weise freizuschroten, und sie dann durch Abkeilung vom Felsen zu lösen. Unser Bild zeigt eine ganze Reihe rechtwinklig sich schneidender Schrotgräben, ohne daß die Steine anschließend gleich abgekeilt worden wären. Während heute durchweg das Freischroten und Abkeilen der Steine von den gleichen Arbeitern in einem Arbeitsgang ausgeführt wird, schrotete man damals ersichtlich eine größere Anzahl von Steinen vor, weil das Schrotten und Abkeilen auf verschiedene Arbeitsgruppen verteilt oder der Werkplatz überfüllt war; so daß man erst einmal in größerem Ausmaß vorschrotete, bevor man mit der Ablösung begann, die ein sofortiges Verbringen der gelösten Steine zum Werkplatz bedingte. Warum die bereits vorgescharteten Steine dann nicht mehr abgekeilt wurden, bleibt ein Rätsel. Wichtig bei dieser Art der Steingewinnung ist, daß die größte Ausdehnung der Blöcke immer waagerecht liegt. Wichtig ist aber auch, daß jede Schrotnut (auch schlechthin Schrot oder Schram, Schramm, ferner Schrotgraben, Schrotrinne und in den Eifeler Tuffbrüchen auch Kamm genannt) gleichzeitig der Freilegung der anschließenden Blöcke dient, was eine bedeutende Arbeitsersparnis bedeutet. Lediglich die Schrote an den Seitenwänden des Bruches oder Arbeitsplatzes dienen jeweils nur der Freilegung eines einzelnen Steines.

Die Anlage eines solchen Schrotgrabens soll später noch besprochen werden (s. S. 250 ff.). Die Arbeitsleistung ist im wesentlichen von der Härte des Gesteins abhängig. Im Tuffstein schafft ein Arbeiter in angestrengter achtstündiger Arbeitszeit rund  $1,2 \text{ m}^2$ , höchstens  $1,5 \text{ m}^2$ . Bei dieser Sachlage ist es verständlich, daß man in den Steinbrüchen möglichst an Schrotarbeit zu sparen versucht. Das gilt auch für die unterirdischen Brüche der Antike, so sehr ihre Anlage diesem Prinzip zu widersprechen scheint. Im allgemeinen versucht man in einem Steinbruch, der Werksteine liefert, eher möglichst große Steinblöcke zu gewinnen, um damit allen Anforderungen an verlangter Größe gerecht zu werden, als daß man sich mit der Gewinnung von Blöcken eines bestimmten Auftrages einläßt. Es ist ja ein leichtes, die gewonnenen Blöcke durchzuteilen und mit dem nötigen Bruch- oder Arbeitszoll für den gewünschten Zweck bereitzustellen. Je größer die Blöcke, desto geringer die Schrotarbeit. Freilich ist die Größe der zu gewinnenden Blöcke nicht nur durch die Klüftungen im Gestein, sondern auch durch die technischen Hilfsmittel, die Zahl der Arbeitskräfte und die Transportmöglichkeiten (und sei es auch nur

vom Bruch zum Werkplatz) erheblich eingeschränkt. Größere Blöcke als die voraussichtlich verlangten größten Steine (einschließlich Bruchzoll) wird man deshalb nur in Ausnahmefällen gewinnen. Ein kompliziertes Zusammenspiel aller möglichen Faktoren läßt sich hier beobachten, mit von Fall zu Fall wechselndem günstigstem Ergebnis.

Als römische Militäreinheiten dazu übergingen, den Tuffstein im Untertagebau zu gewinnen, verfügten sie über ein in diesen Fragen genügend geschultes Personal, um die wirtschaftlichste Methode der Steingewinnung unter den obwaltenden Bedingungen von vorhinein erproben und durchführen zu können, eine Methode, die dann auch späterhin, als die Brüche von Privaten weiter betrieben wurden, ja wohl noch in fränkischer und späterer Zeit beibehalten wurde. Die abbauwürdige Gesteinshöhe schwankte zwischen 2 und 3 m, d. h. daß eine lichte Stollenhöhe von 2—2,50 m im Höchstfall zu erreichen war, da ja kräftige Decken von festem Gestein stehen bleiben mußten und auch ein genügend fester Boden, d. h. man durfte nicht in den Tauch geraten. Einzelne der großen Tuffstein-Bauquader (sekundärer Verwendung) im Oktogon der Kölner Rathausgrabung zeigen u. a. folgende Ausmaße: Länge: 1,12 m; 1,20 m; 1,40 m; 1,60 m und in der Höhe bzw. Tiefe<sup>50)</sup> 0,60 m; 0,60 m; 0,70 m. Da es sich um allseitig behauene Steine handelt, so ist für die Bruchgrößen noch der Bruch- oder Werkzoll hinzuzurechnen. Wir kommen damit auf Gesteinsgrößen, wie sie anscheinend in gleicher Größe in den Tagebauten gewonnen wurden. Eine entsprechende Analyse des Bildes von den Traßwerken Koblenz (*Taf. 22, 1*) führt jedenfalls zu dieser Annahme, wenn wir die (wahrscheinliche) Voraussetzung einer Schrottiefe von rund 0,60 m machen. Solche anscheinend doch vielfach verlangten Blöcke in der gleichen Weise im Untertagebau zu gewinnen, hätte keine Schwierigkeiten bereitet, wenn die Abbauhöhe nicht durch die geschilderten geologischen Verhältnisse in den angegebenen Maßen begrenzt gewesen wäre. Auch war die Breite der Stollen aus statischen Gründen auf ein für unterirdischen Steinbau recht bescheidenes Maß begrenzt. Drei Blöcke von 0,60—0,70 m Höhe machten bereits die Höhe des Stollens aus. Selbst wenn man das obere Drittel dieser Gesteinshöhe durch Herausschlagen kleinerer Gesteinsbrocken geopfert und in dieser Höhe eine Arbeitsbühne geschaffen hätte, so würde doch die dann gewonnene Höhe von 0,60—0,70 m bei weitem nicht ausgereicht haben, um den Restblock an der Rückseite freizuschroten. Während im Tagebau die Steine an vier Seiten freigeschrotet werden, um sie dann in der Horizontalen abzukeilen, mußte man hier ganz andere Wege beschreiten. Die durch Abkeilung zu gewinnende Ablösungsfläche konnte nicht an die Basis, sondern nur an die Rückseite der zu lösenden Blöcke gelegt werden. War eine solche Abkeilung als möglich gefunden und erprobt, dann spielte bei dem massig ausgebildeten, nicht bankig aufgegliederten Tuff die Höhe der zu gewinnenden Blöcke keine Rolle mehr, d. h. man konnte Blöcke in voller Höhe des Stollens lösen und sie nachher zerteilen. Zu einer solchen Arbeitsweise ist man denn auch tatsächlich gelangt und damit zu einem außerordentlich interessanten Abbauverfahren.

<sup>50)</sup> Da die Quadern eingemauert sind, konnte ihre Tiefe nicht gemessen werden.

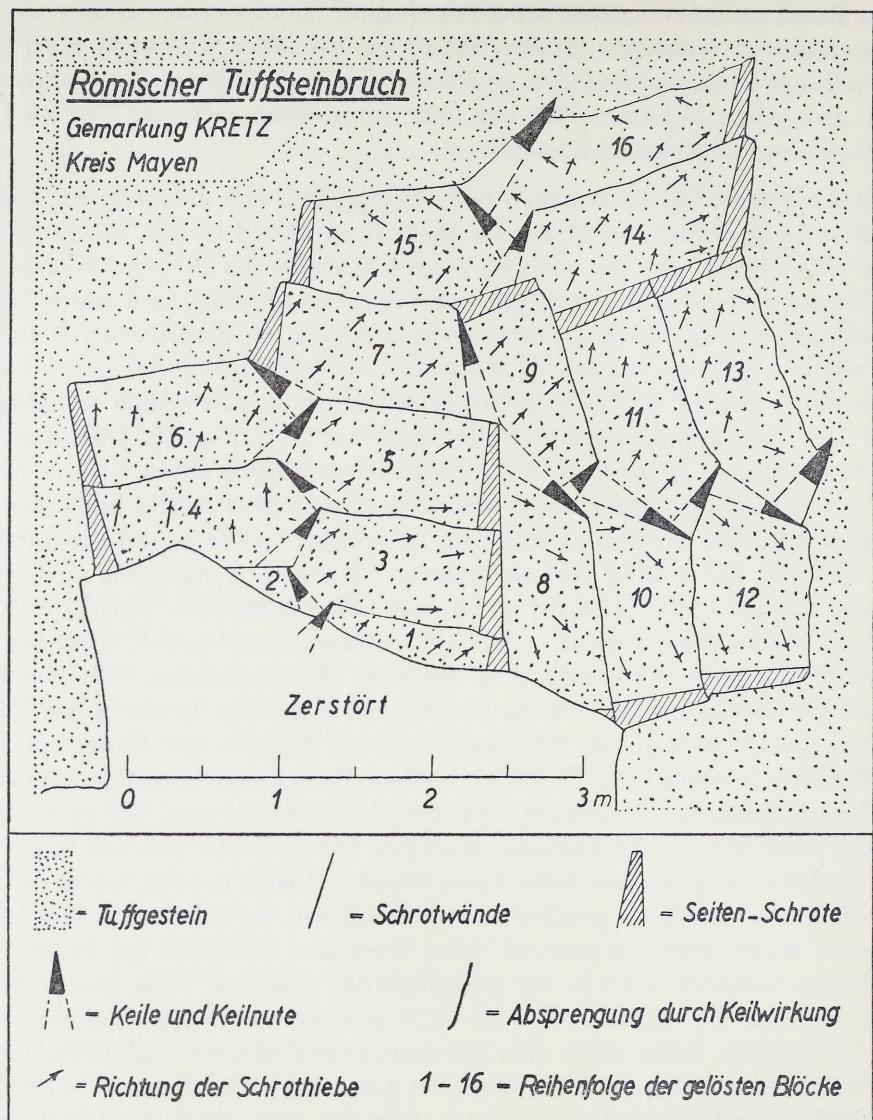


Abb. 7. Ausbeutesystem eines römischen Tuffsteinstollens in Grube Meurin, Querschnitt.

Der Vortrieb geschah auf folgende Weise. In etwas mehr als der Hälfte des Stollenquerschnittes (Abbaustoß) wurde das Gestein an Decke, Seitenwand (Seitenstoß) und Boden (mehrfach belegte Reihenfolge!) auf 0,60 bis 0,80 m (gelegentlich sogar 0,90 m) Tiefe freigeschrotet. Der Decken- und Bodenschrot lief in etwa 45° aus der Tiefe her zur Mitte hin aus. Im spitzen Winkel wurde nun etwas seitwärts der Mitte eine große Keilnut geschlagen, die aber nicht bis zum Decken- und Bodenschrot durchlief, sondern von diesen durch stehengelassene Stege getrennt war. In diese Keilnut wurden nun nochmals 7—9 Keillöcher in gleichem Abstand eingetieft, deren Spitzen in gleicher Höhe wie die Schrotgräben lagen. Es wurden nun kräftige Eisenkeile eingesetzt und diese mit dem schweren Keilhammer der Reihe nach durch je einen Schlag

angezogen und dieser Vorgang solange wiederholt, bis der Stein sich in breiter Fläche, die in der Ebene der Schrotgräben und der Keillöcher lag, vom Muttergestein löste. Nun wurde dasselbe Verfahren auf der anderen Seite des Abbaustoßes angewandt. So löste man im Wechsel von rechts und links große stehende Quader in Stollenhöhe und immer rund der halben Breite des Stollenquerschnitts. Besser als jede Beschreibung verdeutlichen die Ausbeutepläne aus zwei Tuffstollen in der Grube Meurin (*Abb. 7*) und Grube Tubag (*Abb. 8*) den geschilderten Vorgang, der sich in sämtlichen Tuffstollen wiederholt. Die Breite und Höhe des Stollens hing ganz von der Beschaffenheit des Steines und den geologischen Verhältnissen der durchstoßenen Gesteinspartien ab. Abgänge und Stiche im Gestein können dieses Schema zwar etwas verwischen, vor allem die Breite der zu gewinnenden Blöcke und damit die Stollenbreite variieren. In den meisten Stollen ist dieses System, dank der geschilderten massigen und klüftungsfreien Beschaffenheit des Tuffsteins, in wunderbarer Klarheit ausgebildet. In allen Stollen, die wir untersuchen konnten, in Kruft, Kretz und Plaiddt, taucht immer wieder dieses Abbausystem als Grundlage des Vortriebs auf. Nur in einem einzigen Fall, in einer Grube unter Plaiddt (*Taf. 22, 2*), konnten wir beobachten, wie der zu gewinnende Block noch nicht abgelöst war. Der Deckenschrot und ein Teil des Seitenschrotes waren bereits ausgehauen. In all den anderen Stollen konnte die angewandte Arbeitsweise nur auf Grund der Schrotflächen an Decken, Seiten und Sohlen, der Keillöcher usw. studiert und erschlossen werden. Mehrfach wurde beobachtet, daß das Gestein nicht in der Ebene der Schrotgräben und der Keilschneiden absprang, sondern bereits 10—20 cm vor dieser Fläche abgesprungen war, und somit ein Teil des zu lösenden Steins am Felsen verblieb.

Die Darstellung der Ausbeute einer Steinbruchkammer innerhalb der Stollensysteme im Gelände der Tubag (*Abb. 8*) zeigt nun ein weiteres häufig angewandtes Verfahren der Steingewinnung, die Seitenabkeilung, wie ich sie nennen möchte. Dabei hat man aus den Wänden der bereits im geschilderten Vortrieb ausgeräumten Stollen nochmals Platten oder auch größere Quader gelöst. Die Methode unterscheidet sich nicht wesentlich von der soeben geschilderten. Der Stein wird auf drei Seiten abgeschrotet und auf der vierten durch eine im spitzen Winkel in das Gestein getriebene senkrechte Keilnut soweit vom Felsen gelöst, daß er nur mehr mit seiner Rückseite mit dem Muttergestein zusammenhängt. Die Loslösung mittels Keilspaltung geschieht in derselben Weise wie beim Stollenvortrieb. Das Schema *Abb. 9* zeigt die Möglichkeiten auf, die bei diesen Seitenabkeilungen tunlich sind und verwirklicht wurden. Im allgemeinen hat man diese Seitenabkeilungen nicht in voller Stollenhöhe ausgeführt, sondern man blieb etwas unterhalb der Decke, um damit der Decke etwas mehr Halt zugeben.

In der Art und Weise solcher Seitenabkeilungen wollte man ersichtlich auch bei der Stelle, die de Witt beobachtet hat, die Sarkophage abkeilen. Auch dies hätte nur durch schräges Eintreiben der Keile geschehen können, da ein gerades Abkeilen, d. h. in der Richtung der Sarkophagböden, zu einer Rißbildung unbedingt längs durch die Sarkophage geführt hätte. Für ein schräges Eintreiben der Keile bestand aber an der rechten Seite des äußersten

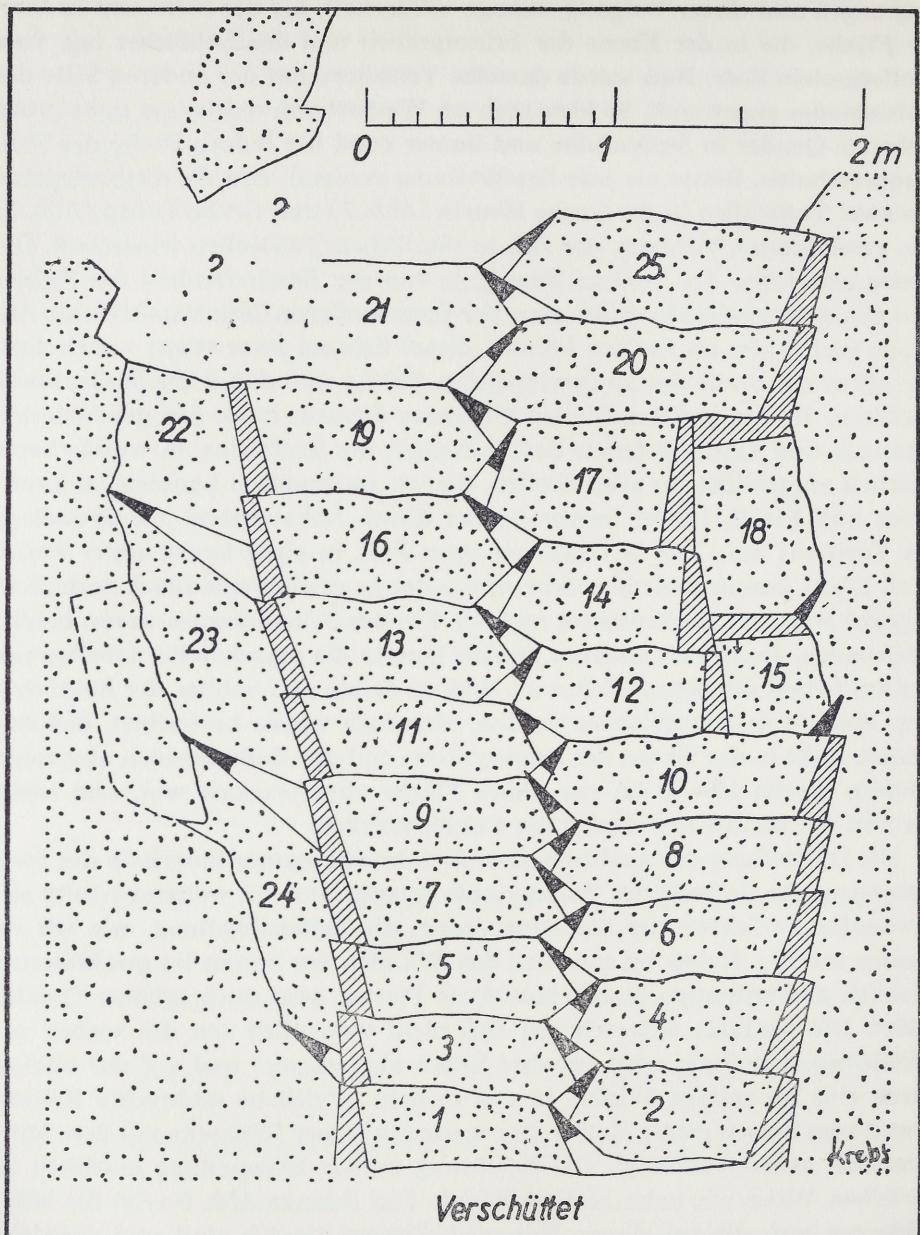


Abb. 8. Ausbeutesystem eines römischen Tuffsteinstollens in Grube Tubag, Querschnitt.  
(Erklärung der Signaturen bei Abb. 7)

Sarkophages bei einer schrägen Keilnut kein Widerlager für die Keile mehr, so daß diese einfach ausgesprungen wären. Man hätte die Sarkophage höchstens von links, in Anwendung der in Abb. 9 zweite Reihe dargestellten Weise, lösen können. Wir wollen uns jedoch nicht weiter mit dieser Stelle befassen, da möglicherweise in solchen Einzelheiten hier auch Beobachtungsfehler seitens de Witt vorliegen können.

Gelegentlich hat man Blöcke gelöst durch Eintreiben von 2 Keilreihen, wobei an Decke und Sohle Schrote, seitlich aber je eine Keilnut (mit Keiltaschen) gelegt wurden. Diese Methode kommt dann auch am Ende von Ausbeutekammern vor, wo man noch einen Gesteinsblock auf diese Weise lösen konnte, bevor man in eine bereits ausgebeutete Kammer durchstieß.

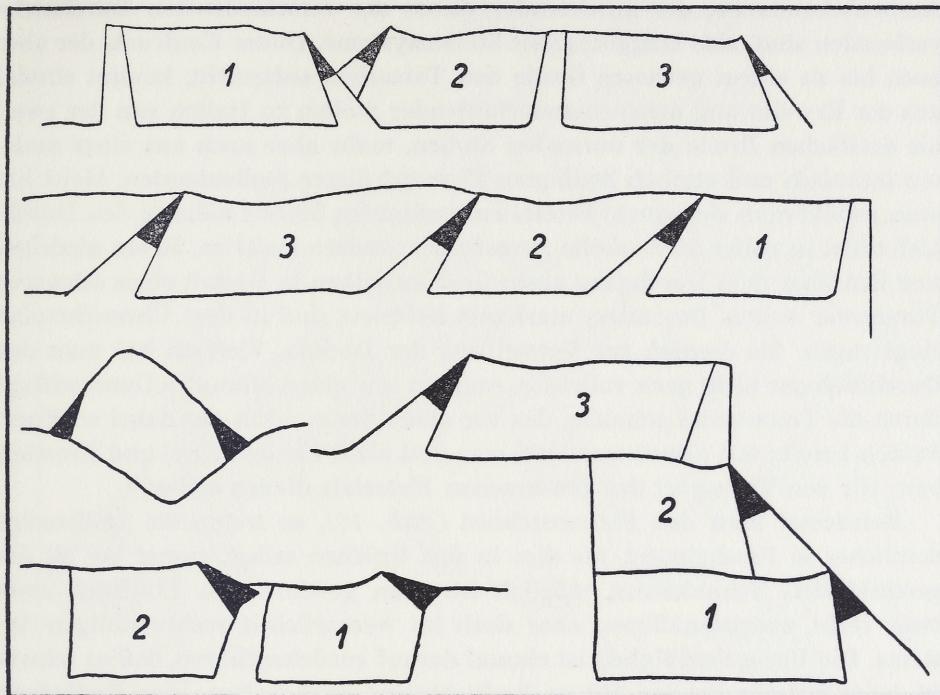


Abb. 9. System der Seitenabkeilungen. Querschnitte.

Vielfach schwächte man auch die zur Stütze der Decken stehengebliebenen Gesteinspfeiler durch prismatische Absprengungen, deren Basis immer an der Sohle des Bruches lag, d. h. man legte einen Schrot an den Boden und löste den Splitter durch Eintreiben von Keilen (die meist nur in einer kleinen Keilnut oder nur in Keillöchern saßen) von rechts und links gleichzeitig ab. Schließlich hat man noch in recht seltenen Fällen, besonders wenn die Firsten getreppt waren (s. S. 248), Blöcke aus diesen herausgelöst. Wieder wurde der Stein auf drei Seiten durch Schrote vom Muttergestein gelöst und durch Schrägeintreiben von Keilen an der Basis der Vorderseite abgekeilt (d. h. in diesem Falle an der Oberkante).

Auf der Zeichnung des Lebensbildes eines römischen Tuffsteinbruches sind die hier geschilderten Ablöseverfahren teils als Tätigkeit, teils in ihren Spuren an den Felsen dargestellt (*Taf. 24*). Bevor wir uns mit weiteren technischen Details zu den Arbeitsgängen des Schrotens und Abkeilens der Blöcke befassen, seien hier einige allgemeine Bemerkungen über die Steinbruchanlage als ganzes angeschlossen, die später noch mancherlei Ergänzung finden sollen.

Normalerweise scheint die Stollenbreite rund 3,60 m (= 12 R.F.) betragen

zu haben. Sie konnte durch störende Querabgänge im Gestein schmäler werden, wie im Falle der Abbildung 8. Hier, aber auch wenn einzelne Stollen sich zu weit voneinander entfernen, schritt man zur oben beschriebenen Seitenabteilung. Die genannte Breite mag auf erfahrungsgemäße Erkenntnisse über die unbedenkliche Standfestigkeit der Decken beim Stollenbau im Tuff zurückgehen. Die Stollen machen beim Durchqueren den Eindruck einzelner Ausbeutekammern, die miteinander durch die verschiedensten Durchhiebe verbunden sind, also langgezogener Stollensysteme. Dieser Eindruck, der aber auch bis zu einem gewissen Grade den Tatsachen entspricht, kommt einmal aus der Erweiterung nebeneinanderlaufender Stollen zu Hallen von der zweibis dreifachen Breite der normalen Stollen, mehr aber noch aus einer anderen technisch und statisch bedingten Eigenart dieser Stollenbauten. Meist hat man, sobald man sich einem bereits ausgeräumten Stollen näherte, den Durchhieb nicht in voller Stollenhöhe ausgeführt, sondern meist ca. 50 cm niedriger und ließ über dem Durchgang einen Gesteinsbalken in Gestalt eines schweren Türsturzes stehen. Besonders markante Beispiele sind in dem Übersichtsplan eingetragen. Sie dienten zur Versteifung der Decken. Vielfach hat man den Durchhieb gar nicht ganz vollendet, sondern nur einen schmalen Durchschlupf durch die Trennwand gehauen, das vor allem dann, wenn der dabei eröffnete Stollen bereits mit Schutt zugesetzt war und nicht für den Aus- und Einstieg, bzw. für den Transport des gewonnenen Materials dienen sollte.

Betrachtet man den Planausschnitt (Abb. 10), so treten die Stollenzüge deutlicher in Erscheinung, als dies in den Brüchen selbst, zumal bei all der geschilderten Behinderung, möglich ist. Man gewinnt den Eindruck eines zwar recht unregelmäßigen, aber doch im wesentlichen rechtwinkligen Systems. Die Unregelmäßigkeit ist einmal darauf zurückzuführen, daß es schwer ist, beim fortschreitenden Abbau die Richtung beizubehalten. Eine Festlegung der Stollenzüge konnte ja nur über Tage erfolgen, deren Projizierung in den Steinbruch für die alte Zeit schwierig war. Wahrscheinlich hat man sich mit dem noch um die Jahrhundertwende bei den Arbeitern in den mittelrheinischen Tongruben üblichen 'Grubenkompaß' beholfen. Dabei ließ man zwei Schnüre durch die Förderschächte hinab und band diese an einen Holzstab an, so daß er waagerecht im Schacht hing. Nun visierte man über Tag mit den Schnüren die gewünschte Richtung an und brachte auf diese Weise auch den Stab unten im Schacht in die Richtung, die ein Stollen nehmen sollte, ein Verfahren, das seinen Zweck verständlicherweise nur innerhalb bedenklicher Fehlergrenzen erfüllte. Nun könnte man sagen, daß der Beginn des Abbaus mit parallel geführten und rechtwinklig dazu vorgetriebenen Stollen im weiteren Vortrieb zwangsläufig immer dasselbe Schema ergeben müsse. Das hätte aber ein ständiges Fortschreiten des Abbaues von einer gewissen Linie aus zur Folge. Ein solches System würde dann keine entsprechende Planung und Festlegung über Tag erfordern. Daß die Stollensysteme jedoch durch viel kompliziertere Vorgänge zustande gekommen sind, beweisen folgende Beobachtungen.

Aus den Schrothieben, der Stellung der Schrote und anderen Gegebenheiten kann man an jeder Stelle dieser unterirdischen Steinbrüche genau bestim-

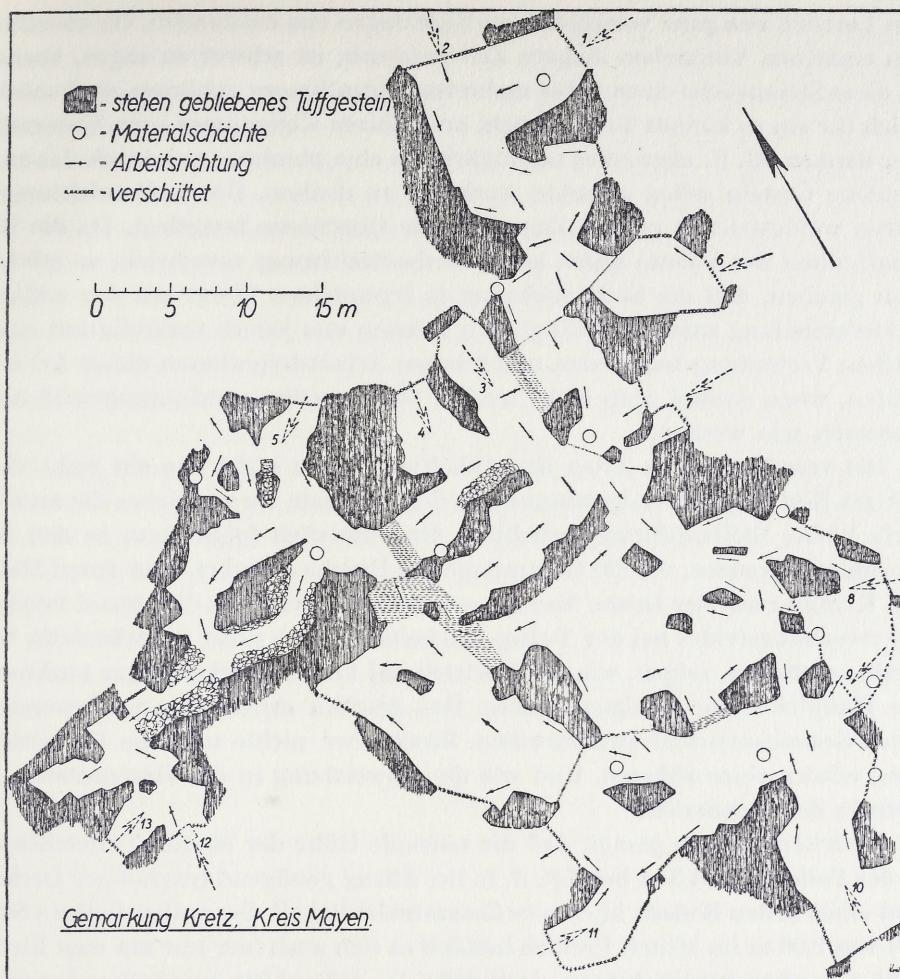


Abb. 10. Planausschnitt aus den römischen Untertagebauern im Bereich der Grube Tubag bei Kretz, Krs. Mayen.

Senkrechte Schraffur: kompaktes Gestein. Waagerechte Schraffur: Deckenverstrebung (vgl. S. 246). Kreise: ehemalige Förderschächte. Einfache Pfeile: Arbeitsrichtung. Pfeile mit Nummern: Eindringen einzelner Arbeitsgruppen.

men, in welcher Richtung der Abbau vor sich ging. Im Übersichtsplan sind die Arbeitsrichtungen eingezeichnet. Sie zeigen deutlich, wie die Stollen in diesem engen Bereich nicht durch planmäßiges Fortschreiten von einer Linie oder einem Punkt aus entstanden sind, sondern durch das Zusammentreffen ganz verschiedener Stollenzüge. Von 13 verschiedenen Stellen sind Arbeitsgruppen in den Bereich unseres Planausschnittes eingedrungen und waren an der Ausbeute der Stollen beteiligt, teilweise sicher nur in den Randkammern (Nr. 1, 6, 8, 12, 13), teilweise aber auch an der Ausräumung der Mittelzone des Planausschnittes.

Nun lässt sich natürlich nicht sagen, ob es sich um 13 verschiedene Arbeitsgruppen oder beispielsweise deren 3 oder 4 handelt, die die Stollen unseres Planausschnittes hergestellt haben. Immerhin sind die Stollensysteme durch

den Vortrieb von ganz verschiedenen Richtungen aus entstanden. Ob zwischen den einzelnen Vortrieben längere Zeit verstrich, ist schwer zu sagen, ebenso ob diese Steinbrüche einem oder mehreren Eigentümern gehörten, doch möchte ich für ein so kleines Terrain nicht an mehrere Eigentümer bzw. Unternehmer denken. M. E. aber ist es unmöglich, an eine planlose, nur durch das vorhandene Gestein selbst gelenkte Ausbeute zu denken. Die Stollenrichtungen waren wenigstens in großen Zügen an der Oberfläche festgelegt. Da die Beschaffenheit des Steines selbst keine Ausbeuterichtung vorschrieb, so möchte man glauben, daß die Stollenrichtung in irgendeiner Weise mit der antiken Feldereinteilung zusammenhängt. Wir müssen uns jedoch vorläufig mit einer solchen Vermutung bescheiden und können Arbeitshypothesen dieser Art erst prüfen, wenn einmal noch mehr solcher Stollensysteme ordnungsgemäß aufgemessen sein werden.

Die verschiedensten Arten der Abkeilung geben nicht nur ein recht vielseitiges Bild der Materialgewinnung in den Brüchen, sie verwirren die an sich recht kleine Stollenführung erheblich. Grundsätzlich folgte man in den bescheidenen Grenzen, die die Gesamtlage der Brüche erlaubte, dem guten Stein. Die Kammer aus der Grube Meurin sowie der Vortrieb am Westrand unseres Untersuchungsfeldes bei der Tubag, die beide in noch nicht ausgebeutetes Gelände vorstießen, zeigen, wie der Vortrieb auf kurze Strecken sogar senkrecht zur Hauptrichtung erfolgen konnte. Das geschah ersichtlich, um besonders gutes Gesteinsmaterial auszubrechen. Rasch aber suchte man die Hauptrichtung wieder einzuschlagen. Und wie die Abweichung in der Horizontalen, so auch in der Vertikalen.

Einleitend wurde gesagt, daß die normale Höhe der oberen Tuffsteinzone in der Pellenz rund 3 m beträgt, d. h. bei Abzug genügend tragfähiger Decken und eines festen Bodens blieb eine Gesamtstärke des ausbaufähigen Steines von 2,00 m im Mittel. Freilich handelt es sich auch hier um eine Richtzahl, wie oben bereits betont, doch geht die Abbauhöhe nur selten darunter oder darüber. Wesentlich ist, daß der brauchbare Stein keineswegs eben wie eine Tischplatte daliegt, sondern gelegentlich leicht wellig verläuft, was bedingt, daß ihm der Abbau folgt, so daß die Firsten und Sohlen des Abbaus meist nicht in einer Ebene liegen. Es kommt hinzu, daß der Stein auch nicht in allen Partien gleich ausgebildet ist. So können die oberen Partien oft recht große Bimskörper enthalten. Allerdings handelt es sich dabei mehr um große, in den Stein eingelagerte Linsen und Wannen von oft nur mehreren Metern Durchmesser. Der Abbau umging diese Gesteinspartien nach der Tiefe zu, indem man, sobald man an solche Stellen kam, die Deckenschrote immer tiefer ansetzte, so daß die Decken nach dem Abbau wie getreppt aussahen. Stieg der gute Stein wieder an, so folgte man ihm, indem die Schrote schräg nach oben in die Decke geschlagen wurden.

Zur Wetterführung, als Zu- und Ausgänge für die in den Brüchen beschäftigten Menschen, vor allem aber zum Aufzug der Rohblöcke, dienten zahlreiche Schächte. Sie sind im Plan (*Abb. 10*) eingezeichnet. Ob alle in dem Planausschnitt tatsächlich vorhandenen Schächte erfaßt wurden, ist bei den zahlreichen Deckeneinstürzen nicht sicher zu sagen. Ebenso muß es zweifelhaft blei-

ben, ob diese Schächte auch zum Ausgangspunkt für neue Stollensysteme werden konnten. Bei dem üblichen Durchmesser von 0,90 bis 1 m scheint dies unwahrscheinlich. Vielmehr möchten wir glauben, daß ein neuer Schacht angelegt wurde, wenn die Entfernung zum letzten zu groß wurde, um die gewonnenen Steine noch zeitsparend dahin zu verfrachten. Diese Annahme würde zur Voraussetzung haben, daß an manchen Stellen größere schluchtartige Eingänge in die unterirdischen Brüche bestanden haben, deren Spuren neuerdings gefunden wurden, von denen aus der unterirdische Abbau seinen Anfang nahm. Freilich konnte man von den zahlreichen Schächten aus immer wieder noch nicht ausgeräumte Gesteinspartien in Angriff nehmen. Außerhalb des Planausschnittes wurden schon vor längerer Zeit zwei dieser Schächte angeschnitten. Dabei zeigte es sich, daß sie in ihrer ganzen Höhe einen gleichmäßigen Querschnitt behielten, was nur möglich war, wenn die Schächte im Bereich der Bimsdecke und des Humus versteift waren, wahrscheinlich ähnlich den früheren Reifenschächten im Tonbergbau durch Ringe von dünnen Buchenstämmchen. Blieben diese Stollen jedoch längere Zeit offen nach Auflassen der Brüche liegen, so verfaulten diese Reifen und der lockere Bims stürzte, vor allem durch Abplatzen des jährlich sich bildenden Frostmantels, nach. Es bildeten sich die bei der allgemeinen Beschreibung der Brüche bereits geschilderten vulkankegelartigen Bims- und Erdhaufen unter den Schächten in den Stollen. Die Schächte selbst erweiterten sich dann nach oben trichterartig.

Diese Schächte sind von über Tag niedergebracht worden. Sie sind öfter so angelegt, daß sie am Rande der Stollen, gelegentlich sogar in nischenförmigen Ausbuchtungen der Stollenwände sich befinden. Das könnte darin begründet sein, daß man beim Niederbringen die Stollen nicht so genau traf, wie man wünschte. Ich möchte jedoch glauben, daß diese Lage gewählt wurde, um den Druck der dabeistehenden Steinaufzugsmaschinen abzufangen. Wie diese aussahen, können wir nur vermuten. Die in dem Lebensbild versuchsweise dargestellten Göpelwerke sind in ihrer Konstruktion dem Relief eines Göpels vom Bau des Tunnels am Fuciner See<sup>51)</sup> und sicherlich auf antiken Vorbildern beruhenden Göpeln in den Kreidebergwerken der spanischen Provinz Murcia<sup>52)</sup> und entsprechenden älteren deutschen Bergwerksgöpeln<sup>53)</sup> nachgebildet. Die übliche Seiltrommel wurde weggelassen, da diese ein zu ungünstiges Hebelverhältnis beim Heben schwerer Lasten ergibt. Die Befestigung der Steine während des Aufziehens kann, wie auf dem Bilde angenommen, durch Umschnüren mit Hanftauen vorgenommen worden sein. Die großen Tuffsteinquader am Oktogon des Baues des 4. Jhs. in der Kölner Rathausgrabung zeigen teilweise Klauenlöcher, ein Beweis dafür, daß schwere Tuffsteinblöcke, wenigstens beim Versetzen am Bau, mit Hilfe der Klaue aufgezogen wurden. Ein ähnliches für den Bergwerksbetrieb selbst anzunehmen,

<sup>51)</sup> A. Geoffroy, Rev. Arch. N. S. 19, 1878, 3 f. Taf. 13.

<sup>52)</sup> W. Bierhenke, Volkstum und Kultur der Romanen 15, 1938, 319 ff. Taf. 1, 2.

<sup>53)</sup> G. Agricola, Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, Ausgabe des deutschen Museums von 1556 (1928) 134 f. u. Abbildung. — J. G. Goldbergen, Speculum Metallurgiae Politissimum (1700) gegenüber S. 51.

läge also im Bereich der Möglichkeit, obwohl man sich in den modernen Tuffsteinbrüchen vor dem Gebrauch der Klaue scheut, da die geringe Festigkeit des Steines ein leichtes Ausreißen befürchten läßt.

Bei einem Schachtdurchmesser von 0,90—1 m konnten immerhin Quader von  $45 \times 70$  cm (oder  $60 \times 60$  cm) Querschnitt bei beliebiger Länge aufgezogen werden. Das sind nun keineswegs Sarkophaggrößen. Kleinere Aschenkisten wären aus solchen Blöcken herstellbar gewesen. Die hier gewonnenen Steine werden daher hauptsächlich Bauquader und Bausteine größeren Ausmaßes gebildet haben. Unter dem Abfall in den Stollen liegen große Steinbrocken, die zu Verblendsteinen z. B. gut geeignet gewesen wären. Anscheinend hatten die hier beobachteten Brüche nur Aufträge auf größere Werksteine. In einer Kammer am Westende der Untersuchungsfläche zeigte die Decke einen rechteckigen Einschnitt von  $0,90 \times 1$  m, der sicherlich zum Aufzug von Quader mit etwas größeren Ausmaßen, als oben genannt, diente. Daß sich hier ein Schacht anschloß, bewies der große Schuttkegel unter der Öffnung. Als dieser untersucht werden sollte, ereignete sich der bereits oben erwähnte Erdrutsch, der weitere Untersuchungen unmöglich machte. Es hatte den Anschein, als habe man hier einen ehemaligen Rundschacht umgestaltet. Vielleicht verbarg sich aber auch ein Treppenzugang (s. S. 251). Sehr viel kleiner Gesteinschutt in den Gruben weist darauf hin, daß die gewonnenen großen Quader in den Brüchen selbst weiter zerteilt und roh abgeflacht wurden. Zuerst trennte man von den Blöcken die durch die Abkeilmethode ihnen anhaftende satteldachartige Schrägen (Abb. 7, 8) ab. Dann wurden sie durch Keilspaltung weiter zerteilt und auf die verlangten Größen gebracht und roh geflacht. Dies konnte sowohl mit den Schrotwerkzeugen (s. S. 257) wie mit den für diesen Zweck hauptsächlich gebrauchten Zimmermannssäxten, die in den Brüchen mehrfach gefunden wurden, geschehen.

Die römische Zeit bearbeitete den Tuffstein wie Holz mit Zimmermannsbeil und Dechsel. Die Schlagspuren an vielen Sarkophagen und Aschenkisten zeigen das mit aller wünschenswerten Deutlichkeit<sup>54)</sup>. Erst das Mittelalter behandelte den Tuffstein mit den üblichen Steinmetzgeräten. Die Steinmetzwerkstätten befanden sich über Tage im Bereich der Steinbrüche. Anders bliebe es unverständlich, daß halbfertige oder verworfene Werksstücke wieder in die Einfüllung der Brüche geraten wären. Der in den Brüchen anfallende Schutt wurde hinter den nächsten Aufzugschacht verfrachtet, gelegentlich (Abb. 10) auch raumsparend entlang der Stollenwände aufgesetzt. Die schweren Rohblöcke hat man wohl, wie gelegentlich heute noch in den Steinbruchbetrieben (z. B. hin und wieder in den Beller Backofenbrüchen), über zwei Baumstämme, die durch angenagelte Quersprossen leiter- oder schienenartig miteinander verbunden waren, bis zum Aufzugsschacht geschleift bzw. geschoben.

Wurde ein Schacht durch Ausbeutung des betreffenden Stollens aufgelassen, so füllte man ihn — gelegentlich wenigstens — mit dem Schutt der über Tage liegenden Werkplätze zu. Auf diese Weise gelangten auch verhauene,

<sup>54)</sup> Der Verfasser gedenkt in anderem Zusammenhang darauf zurückzukommen, so daß hier nur die Tatsache als solche vermerkt sei.

bereits weitgehend fertiggestellte Werkstücke, Altäre, Inschriften usw. in den Schutt der Steinbrüche — damals wie heute. Aus den Stollen bei der Firma Meurin wurde in neuester Zeit ein römisches Kapitäl geborgen. Interessant ist, daß sich in dem Abraum einer römischen Grube bei dem Gut Idylle Reste mehrerer römischer Pfeilergräber aus Kalkstein fanden. Ich kann mich der Vermutung, daß diese aufrecht in einem benachbarten Friedhof gestanden hätten, nicht anschließen. Vielmehr glaube ich, daß diese in den Steinhauerwerkstätten der Tuffsteinbrüche angefertigt, später vermutlich aber nicht abgerufen wurden.

So verarbeiten unsere heutigen Tuffsteinwerkstätten ebenfalls allerhand fremdes Material, sogar, wie zur Römerzeit, noch Lothringer Kalk. Es kommt auch immer wieder vor, daß bestellte und ausgeführte Arbeiten nicht abgeholt werden. So liegen in den Brüchen von Weibern und Ettringen an 7000 cbm bearbeiteter Steine für die Verkleidung des Berliner sog. Siegesbahnhofs, die nach und nach in den Abraum wandern.

Daß die Schächte auch zum Aus- und Einstieg der Arbeitskräfte dienten, ist eine zwar nicht beweisbare, aber naheliegende Annahme. Die auch sonst (z. B. in den Basaltlavabrüchen zu Mayen) noch in neuerer Zeit üblichen Baumstämme mit durchgesteckten Sprossen könnten sehr gut auch in diesen Schächten als Leitern gestanden haben, wie unser Lebensbild das zu veranschaulichen sucht. Vielleicht aber hat man sich auch mit einem Fuß in eine Schlinge des Gopelseiles gestellt und so die Einfahrt vollzogen.

Von besonderem Interesse ist die Entdeckung eines Treppenzuganges zu den Brüchen (*Abb. 11*), wie einen ähnlichen bereits de Witt gesehen hatte, nur daß dieser Zugang nicht gekrümmmt ist, wie der von de Witt gesehene. Er war nur in seinem oberen Teil durch nachgerutschte Erdmassen verschüttet und wurde bei der Ausgrabung von unter Tage her in Art eines Überbaues wieder freigelegt und diente dann anläßlich der Untersuchung zum bequemen Aus- und Einstieg. Er besteht aus sehr schmalen, einfach in den Bims verlegten Tuffsteintreppen, die keine große Standfestigkeit besitzen und gewährleisten, so daß diese Treppe unmöglich zum Herausschaffen von Gesteinsmaterial gedient haben kann. Lediglich zwei Stufen sind in den gewachsenen Felsen eingehauen. Diese Treppe kann auch nicht als Ausgangspunkt eines neuen Stollensystems angesehen werden, denn der Stollen, in den die Treppe mündet, war vor deren Anlage bereits ausgebeutet. Die Schrotspuren an der Decke wurden vom Deckendurchstich bei Herstellung der Treppe eindeutig durchbrochen. Ich möchte glauben, daß die Treppe nicht als normaler Aus- und Einstieg für die Arbeiter angelegt wurde, die sich sicherlich meistens den schnellsten Weg zu ihren Arbeitsplätzen über die Schächte suchten, sondern für das Aufsichtspersonal, vielleicht für hochgestellte Besucher oder Kunden, die die Brüche besichtigen wollten.

Ein paar Worte seien der Frage der Beleuchtung der Brüche gewidmet. Die Exaktheit, mit der die hier beschriebenen und im folgenden Abschnitt z. T. noch eingehender zu behandelnden Arbeitsgänge ausgeführt wurden, zeigt, daß für eine hinlängliche Beleuchtung gesorgt war. De Witt fand in der von ihm beschriebenen Werkhalle über jedem Arbeitsplatz eiserne Haken zur

Befestigung der Lampen. Es kann hier nur an Öllampen aus Ton oder Metall gedacht werden. Die Leuchtkraft solcher Lampen ist zwar außerordentlich gering. Man muß jedoch daran denken, daß ein längeres Verweilen in den Brüchen die Dunkeladaptation der Augen ganz wesentlich steigert. Immerhin muß die Dunkelheit in diesen Brüchen recht groß gewesen sein und eine quälende Arbeitsbehinderung dargestellt haben. Spuren von Lampenbefestigungen an Firsten und Seitenstößen wurden bei unseren Untersuchungen nicht beobachtet. Lediglich in Plaidt fanden wir mehrere in die Seitenstöße

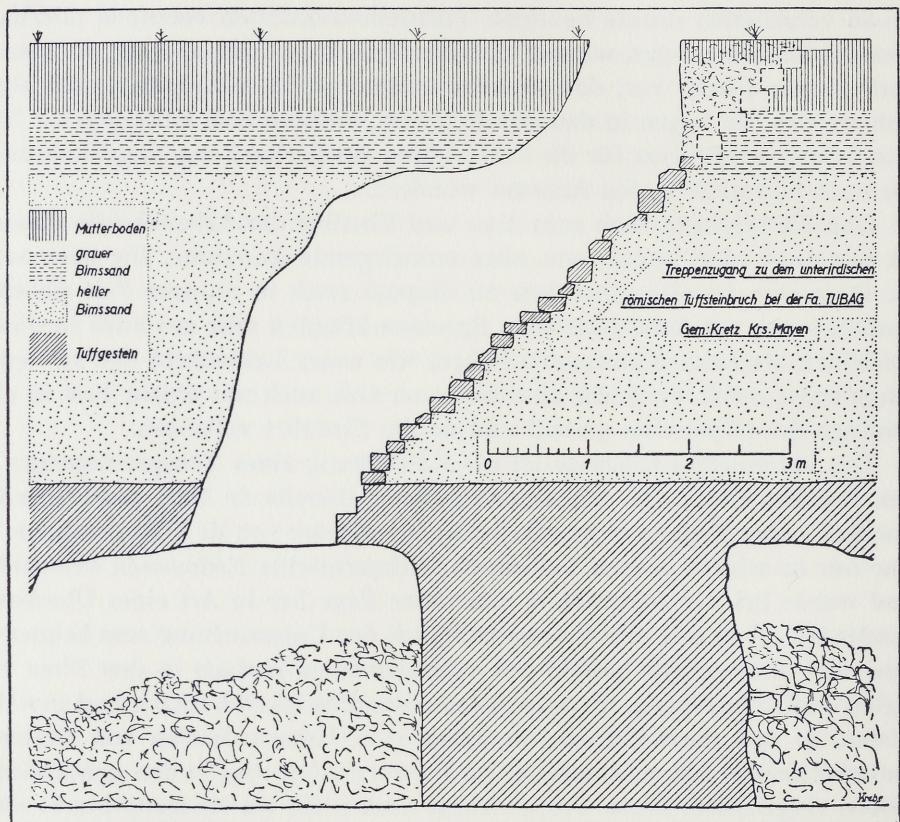


Abb. 11. Treppenzugang zu römischen Untertagegebauen in Grube TUBAG.

eingehauene Lampen- und Werkzeugnischen, jedoch nur an einer Stelle Anzeichen von Fuß am First und selbst hierbei entstand der Verdacht auf eine moderne Spielerei. Die Benutzung von Fackeln, die ja bekanntlich eine starke Fußentwicklung zeigen, hätte ihre Spuren hinterlassen müssen, ganz abgesehen davon, daß man Fackelreste hätte finden müssen, da angekohlte organische Reste dem Verfaulen ja weniger ausgesetzt sind.

Im Schaubild ist auf die Darstellung der Beleuchtung mit Absicht verzichtet worden, was zweifellos die Eindringlichkeit dieses Rekonstruktionsversuches stark herabmindert. Doch sollten gerade hier der Phantasie Zügel angelegt werden, um die Problematik, die jedem solchen Versuch innewohnt, nicht noch mehr zu erhöhen.

Mit Grundwasser war in diesen Brüchen nicht zu rechnen, so daß das Problem der Wasserhaltung nicht auftrat. Gelegentlich finden sich jedoch Spuren starker Wassereinbrüche von über Tage, die wohl von wolkenbruchartigen Regen herrühren. In dem ebenen Gelände suchten sich dann die Wässer ihren Abfluß durch die Schächte und führten teilweise zu Überschwemmungen in den Stollen. Der verschwemmte feine Gesteinsstaub liegt in mehreren Stollen eben ausgebreitet über dem Schutt. Daß solche Wassereinbrüche schon während der Ausbeute erfolgten, läßt sich einwandfrei nachweisen, denn man hat diese Stollen durch Ausheben schmaler Gräben in diese Verschwemmungsschichten hinein anschließend wieder passierbar zu machen versucht. Doch das waren vereinzelte Behinderungen, die keine generelle Vorsorge nötig machten. Das eingebrochene Wasser versickerte in kurzer Zeit im Gestein oder wurde von dem trocknen losen Gesteinsstaub schnell gebunden.

Oben wurde bereits angedeutet, daß die vielen Schächte auch der Wetterführung dienten. Noch heute, nachdem alle Schächte verstürzt sind, dringt genügend frische Luft in die Stollen, so daß selbst weit von den durch den Abbau (bzw. auch die Ausgrabung und Untersuchung) geschaffenen Eingängen ein tagelanges Verweilen ohne Gefahr möglich ist. Selbst das Rauchen braucht während der Arbeit in den Stollen nicht eingestellt zu werden. Als die Schächte noch offen standen, müssen sie eine recht gute Wetterführung gewährleistet haben, die auch dem bei schwerer körperlicher Arbeit stark erhöhten Sauerstoffbedarf genügte. Heute führt allerdings körperliche Arbeit in den Stollen, und das Passieren derselben muß bereits hierher gerechnet werden, zu starker Transpiration. Das muß bei der schweren Arbeit während der Steinausbeute trotz besserer Belüftung in verstärktem Maße der Fall gewesen sein. Es nimmt daher nicht wunder, daß auf dem bereits erwähnten Relief eines römischen Steinbrechers dieser bis auf einen Lendenschurz nackt erscheint. Dieses Nacktarbeiten im Bruch muß für die Bewegungsfreiheit und als Schutz gegen allzu starke Transpiration sehr praktisch gewesen sein, wurde aber, wenn es tatsächlich so allgemein im Schwang gewesen sein sollte, wie es das Relief nahelegt, mit schweren Nachteilen erkauft. Die Gefahr von Verletzungen durch unbeabsichtigtes Anstoßen an den Stein war außerordentlich groß und wir dürfen mit zahlreichen Betriebsunfällen, wohl meist leichterer Natur, gerade dieser Art rechnen. Schuhwerk müssen die Arbeiter getragen haben, anders ist ein flottes Begehen der Brüche und ein fester Stand während der Arbeit kaum möglich gewesen, zumal bei dem oft sehr scharfkantigen kleinen Gesteinsabfall. Ebenso sind Mützen aus Fell, Wolle oder Leder gegen Kopfverletzungen vorauszusetzen. Neben der Dunkelheit bildete der feine Gesteinsstaub schwerste Behinderung der Arbeit. Heute noch sind nach kurzem Aufenthalt in den Gängen Kleider, Haut und Geräte schon mit einer dicken Staubschicht überzogen. Das war in alter Zeit kaum anders, wenn auch die Bergfeuchte den Staub wohl zuerst noch kurze Zeit band, so muß doch die Luftzufuhr rasch die Austrocknung herbeigeführt haben, so daß wir uns die lebendigen Brüche mit Staubschwaden durchzogen denken müssen. Er muß sich so stark auf die nackten Körperteile gelegt haben, daß die Porenatmung der Haut erheblich beeinträchtigt war. Auch die sowieso stark überanstrengten

Augen verkrusteten und entzündeten sich. Der Verfasser spricht hier aus eigener Erfahrung.

Über weitere Gefahrenpunkte in diesen unterirdischen Brüchen wird im folgenden Abschnitt noch zu reden sein. Alles in allem war die Arbeit in diesen Brüchen übermenschlich anstrengend und außerordentlich gefährlich und wir verstehen die zahlreichen Gelübde römischer Truppen auf die Errichtung von Altären an den Hercules Saxonius vor diesem Hintergrund besonders gut. Das läßt aber auch die Frage nach der Art der Arbeitskräfte in der Zeit der privaten Ausbeute besonders interessant erscheinen.

Im folgenden Abschnitt wird der, wie mir scheint zwingende, Nachweis geführt werden, daß ein über Generationen gezüchteter Arbeiterstamm in den Brüchen tätig war (s. S. 259 f.). Es scheint aber durchaus nicht ungereimt, anzunehmen, daß bereits zur Zeit der militärischen Ausbeute auch Hilfskräfte aus der Zivilbevölkerung herangezogen wurden. Innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeitspanne konnte ein gut geschulter Arbeiterstamm sich bilden, dessen Kinder dann auch wieder in den Brüchen arbeiteten. Die steingewohnte Bevölkerung, die auf dem Mayener und Kottenheimer Grubenfeld seit vielen Jahrhunderten die Basaltlava zur Reib- und Mühlsteinherstellung brach, und die, wie die Befunde zeigen, schnell römische Steinbruchmethoden übernahm, könnte hier den Grundstock gebildet haben. Jedenfalls wird in den Arbeitsverfahren ein ansässiger und ausgewählter Arbeiterstamm greifbar. Ausgeschlossen scheint in Privatbetrieben die Verwendung von Sträflingen. Dagegen könnte ein Teil des Arbeiterstamms durchaus aus Sklaven bestanden haben.

In der alten Grube Herfeldt soll einmal ein Skelett mit Eisenfesseln um die Beinknochen gefunden worden sein. Man weiß, was man von solchen, nicht durch Fachleute kontrollierten Beobachtungen im allgemeinen zu halten hat. Immerhin könnte in einem unterirdischen Tuffstollen ein solches Skelett auch auf der Oberfläche des Schuttes oder in einem der für die Passage freigehaltenen Gänge in vollständigem und ohne Ausgrabung erkennbarem Zusammenhang gelegen haben, so daß auch für Laien die Beurteilung der Situation ohne weiteres möglich gewesen wäre, so wie in den Stollen Skelette von Füchsen in völligem Zusammenhang liegen. Man könnte daran denken, daß einem Sklaven in seiner Arbeitsecke durch einen der gar nicht seltenen Deckenstürze der Rückzug zum nächsten Stollen abgeschnitten wurde und er wegen der Größe des Versturzes nicht mehr rechtzeitig gerettet werden konnte. Freilich kommen wir über Annahmen gerade in diesen wichtigen Fragen nicht hinaus. In diesem Zusammenhang interessiert das Ausmaß der Arbeitsleistung in diesen unterirdischen Brüchen generell. Damit bekommen wir wieder festen Boden unter die Füße, denn zur Beurteilung dieser Frage stellen die Brüche selbst stichhaltiges Material. Allerdings ist dessen Auswertung so sehr mit der Erörterung technischer Einzelheiten verquickt, daß die Beantwortung auf das Ende des folgenden Abschnittes verschoben sei.

## V.

Im vorigen Abschnitt wurden die Methoden des Vortriebs und die Steinbruchanlage als Ganzes besprochen. Hier sollen nun technische Einzelheiten des Steinbruchbetriebes, vornehmlich das Schrotten und Abkeilen näher besprochen werden. Das Schrotten geschieht heute noch in allen Steinbruchbetrieben, in denen die Beschaffenheit der Gesteinsablagerung dies nötig macht und sofern es nicht durch Maschinenarbeit ersetzt ist, mit der sog. Zweispitz, auch Schrot- oder Kämmspitze genannt. Diese Pick ist ein uraltes Bergarbeitergerät. Solche Geräte liegen aus westdeutschem Bereich vom Kriemhildenstuhl<sup>55)</sup>, vom Felsberg im Odenwald<sup>56)</sup> und von den Mayener Basaltlava-brüchen<sup>57)</sup> vor, dort sogar schon aus vorgeschichtlicher Zeit. Freilich unterscheiden sich diese antiken Geräte durch ihre kurze plumpe Gestalt recht sehr von den schlanken modernen. So nimmt es nahezu wunder, daß die Römer dieses Gerät im Tuffabbau nicht in seiner klassischen Form, eben als Zweispitz, kannten. Als Fund aus unterirdischen Brüchen bei Kretz (?) bewahrt das Eifelmuseum Mayen eine Zweispitz, die ganz den modernen gleicht (Abb. 6), deren Alter aber keineswegs feststeht.

Die überall in den Tuffbrüchen wunderbar erhaltenen Spuren der beim Abbau benutzten Werkzeuge zeigen nur an wenigen Stellen, daß ein spitzes Gerät gebraucht wurde, dagegen durchweg beilartige Geräte verschiedener Konstruktion.

Zum Verständnis des Folgenden ist es vielleicht von einiger Wichtigkeit, die heutige Arbeitsweise in den Tuffbrüchen der Eifel (Weibern, Ettringen, Bell) näher zu beleuchten (*Taf. 21, 2*). Die Außenkante eines Schrotgrabens wird mit Hilfe einer Latte von entsprechender Breite vorgeritzt und diese Linien evtl. noch mit der Spitz bzw. mit der Fläche vorgerissen.

Normalerweise wird im Tagebau bis 0,60 m tief geschrotet, jedoch ist eine Tiefe bis zu 0,90, ja 1 m ohne weiteres möglich. Die Tiefe des Schrotgrabens steht zu dessen oberer Breite in einem festen Verhältnis; d. h. bis 0,60 m Tiefe 11 cm und bei je weiteren 10 cm Tiefenzunahme 1 cm breiter. Bei einer Schrotgrabentiefe von 1 m müßte der Schrotgraben in 15 cm Breite angelegt werden. Entsprechend der Schrotgrabentiefe wurden auch entsprechend lang gestielte Schrotspitzen verwandt. In Weibern und Ettringen kennt man welche von 0,80 m, 1,00 m und 1,20 m Stiellänge. Die aus einem Eichensprößling hergestellten Stiele müssen gut federn.

Das System der Schrothiebe und der dabei gelösten Gesteinssplitter ist in der Zeichnung *Abbildung 12* schematisch dargestellt. Die einzelnen Hiebe werden abwechselnd an den Seitenbegrenzungen und in der Mittellinie ausgeführt und zwar in ständig wechselnder Reihenfolge, damit möglichst keine größeren Grate an den Wänden des Schrotgrabens stehen bleiben. Immerhin bilden sich zwischen den im Kreisbogen geführten Hieben schmale Stege, die den Hieb der nächsten Schicht auffangen, so daß an der Wand des Schrotgrabens geschachtelte Bogenlinien mit den Spuren der einzelnen Hiebe entstehen.

<sup>55)</sup> F. Sprater, Limburg und Kriemhildenstuhl (1948) Abb. 40.

<sup>56)</sup> Abgebildet bei Behn a. a. O. Abb. 21, 1.

<sup>57)</sup> F. Hörter, F. X. Michels, J. Röder, a. a. O. 1950/51, 19 Abb. 15, und Neufunde.

Im Tuff kommen auf 1 cdm im Schrotgraben gelöstes Gestein rund 75—100 Schrothiebe, bei Sandstein, harten Kalken, Granit, Syenit usw. das Doppelte bis Dreifache. Im allgemeinen wird ein Schrotgraben in einzelnen 'Stößen' von je etwa 15 cm Tiefe hergestellt, d. h. ein Stoß wird auf die gewünschte

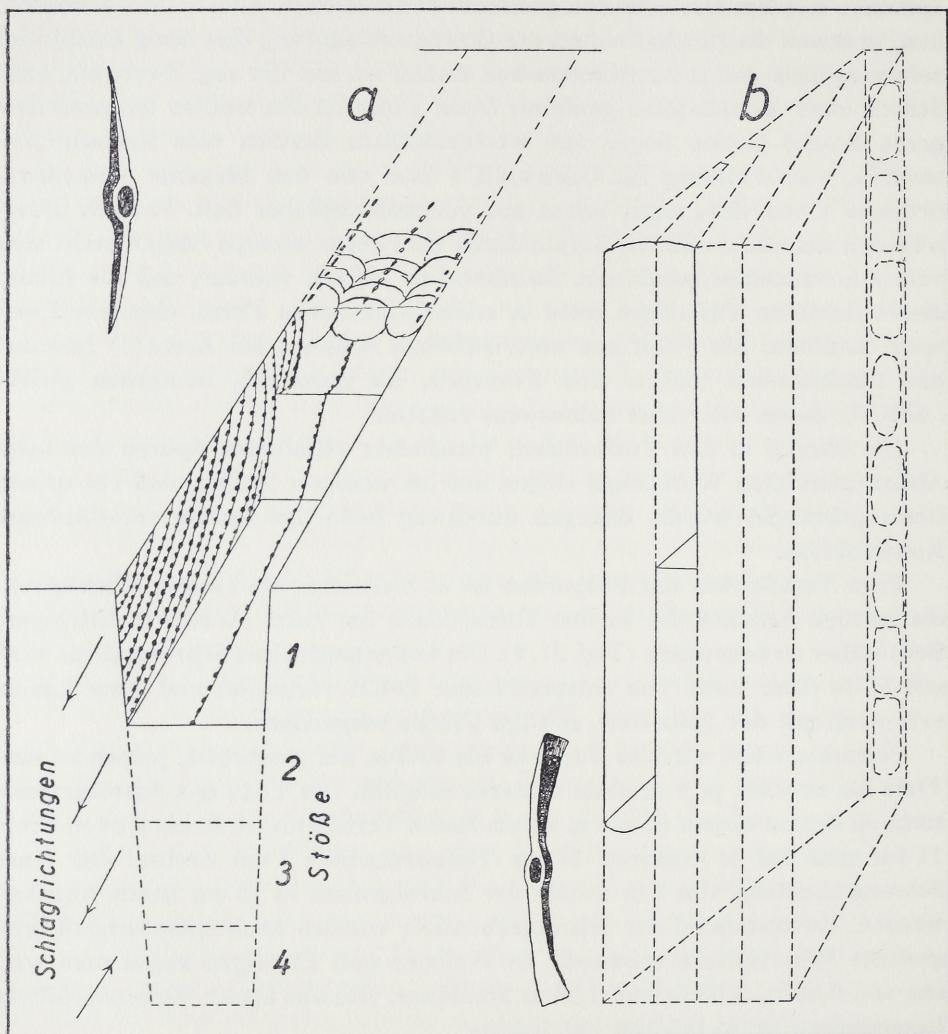


Abb. 12. a Ausschlagen eines Schröt (Kammes) mit Zweispitz;  
b Ausschlagen einer Keilnut in römischen Untertagebauern.

Länge durchgezogen und dann wieder von vorne mit einem neuen Stoß begonnen. Die ersten drei Stöße werden meist in einer Richtung geführt, dann dreht sich der Arbeiter um und schroten die folgenden Stöße in entgegengesetzter Richtung aus. Es entsteht dann an den Bruchwänden wie an den losgelösten Steinen ein sehr typisches Tannenreismuster. Dieses Wechseln der Schrottrichtung hat einen sehr einfachen handwerklichen Grund. Die Schrote haben die Neigung 'zuzugehen', d. h. je tiefer der Schrot getrieben wird, desto mehr nähern sich die Wände des Schrotgrabens einander, nicht zuletzt da-

durch, daß die sich an den Wänden bildenden kreisbogigen Grate die Hiebe so stark leiten, daß nur durch ein gegensinniges Arbeiten einem weiteren Zugehen des Schrotes begegnet werden kann.

Nur an einigen wenigen Stellen in einem Stollen am Westrand der Untersuchungfläche zeigten sich in den Deckenschroten die Spuren der Zweispitz in schweren tiefen Schlägen, die die vierkantige Spitze des Gerätes wunderbar deutlich abbildeten. Wieder waren die Schläge auf drei Linien verteilt, so wie dies heute noch der Fall ist. Die Schrotgräben waren in der Tiefe noch rund 10 cm breit, alles in allem eine vollkommene Entsprechung zur heutigen Arbeitsweise. Ein Teil der Deckenschrote zeigte kreuzweise dazu sehr dünnstrichige Schläge, die kaum von der Zweispitz, sondern von der Flachseite einer Hacke herrühren. Desgleichen wiesen einige Seitenschrote die gleiche Erscheinung auf. Man hat hier ersichtlich das mit der Spitz gelockerte Gestein mit der Hacke ausgeräumt. Dazu konnten Geräte, wie die Nr. 8 und 9 des in der Grube Idylle gefundenen Werkzeuginventars (*Abb. 5*), benutzt worden sein. Es ist dies eine Arbeitsweise, die heute ganz unbekannt ist, aber auch in diesen Brüchen einzig dasteht. Normalerweise ist in diesen unterirdischen Brüchen auf andere Weise geschrotet worden. Es wurde bereits erwähnt, daß die römische Zeit den Tuff in der weiteren Verarbeitung eher wie Holz, denn wie Stein behandelt. So erinnert auch die in diesen Brüchen praktizierte Art des Schrotens sehr an das Fällen eines Baumes mit dem Beil. Das Hauptgerät muß, nach den Spuren zu urteilen, eine Beihacke gewesen sein, wie sie in der Grube Idylle denn auch gleich zweimal aufgetreten ist (*Abb. 5 Nr. 11*). Die Schrote, die mit diesem Gerät hergestellt sind, besitzen keine parallelen oder annähernd parallelen Seitenwände wie die, die mit der Spitze hergestellt sind. Vielmehr gehen die Wände der Schrote nach hinten stark zusammen und sind auf dem Grunde nur durch einen 2—3 cm breiten Gesteinssteg voneinander getrennt, während die Öffnung des Schrotes bei einer Tiefe von 60 cm rund 20 cm beträgt.

Die Breite des Schrotes wurde, wie das an verschiedenen Stellen schön zu sehen ist, mit der Beilschneide der Beihacke vorgezeichnet. Ein solch breiter Schrot wurde nun, wie ein angefangener Schrot in Plaids (*Taf. 22, 2*) besonders eindrucksvoll und zahllose andere Stellen unmißverständlich zeigen, nicht auf einmal in seiner vollen Breite begonnen, sondern in drei bis vier Einzelschrote zerlegt, wie dies die *Abbildung 12* zeigt. Wieder wird man an das Ausschlagen einer großen Kerbe beim Fällen eines Baumes erinnert. Auch dort fängt man mit einer kleineren Kerbe an. Soll diese vertieft werden, beginnt man wieder an der Außenkante und schlägt dann die ganze Kerbe tiefer aus usw. Man hat nun freilich beim Ausschroteten im Tuffstein nicht die ganze Länge des Schrotes in dieser Weise hintereinander ausgeschrotet, sondern man vollendete bei senkrecht stehenden Schroten zuerst das obere Drittel und nahm dann die beiden restlichen Drittel nacheinander in Angriff.

Die obersten und untersten Partien der Seitenschrote, wo diese in die Decken- bzw. Bodenschrote übergingen, wurden vielfach nicht mit der Beil-, sondern mit der Hackenschneide losgeschrotet, wie die Spuren eindeutig zeigen. Ein recht charakteristischer Unterschied besteht durchgehend zwischen den

Deckenschroten (die Bodenschrote konnten wegen der Schuttbedeckung kaum beachtet werden) und den Seitenschroten und Keilnuten. Erstere zeigen jeden einzelnen Hieb höchst deutlich in das Gestein eingetieft, bei den Seitenschroten und Keilnuten werden sie viel flacher und verwaschener und wirken gegenüber den Deckenschroten wie nachträglich überglättet. Daß eine solche nachträgliche Glättung jedoch nicht in Frage kam, zeigte die genaue Untersuchung der Schrotflächen. Die Erklärung hat große Schwierigkeiten bereitet, war aber aus der Arbeitsweise selbst ohne weiteres zu gewinnen.

Grundsätzlich hat man — wohl aus Gründen eines gewissen Arbeitsethos heraus — die Schrotflächen sehr glatt und sauber bearbeitet. Bei jedem Schroten entlang einer Wand besteht die Schwierigkeit darin, daß die Hände, die das Schrotgerät führen, beim Hieb nicht an die Wand kommen, was üble Verletzungen zur Folge haben kann. Man hat deshalb die ganzen Schrotwände durch Abtreppungen gebrochen, die äußere Begrenzung jeden neuen Schrotes einige Zentimeter von der Seitenwand weggelegt und den Schrot etwas schräg in das Gestein hineingetrieben. Auf diese Weise bekam man die Hände frei zum Arbeiten. Die einzelnen Schrotflächen stehen — wenigstens im Idealfall — entlang einer Wand parallel zueinander, sind aber immer durch kurze, in den Raum ragende Zwischenstege getrennt, was für diesen unterirdischen Abbau außerordentlich typisch ist (vgl. *Taf. 24*). Auf diese Weise konnte man eine sehr saubere Arbeit mit dem Schrotbeil leisten. Ganz anders verhielt es sich mit den Deckenschroten, besonders mit deren äußerer (oberer) Fläche, die wir ja allein ausgiebig beobachten können, da die untere Fläche genau wie die Innenseite der Seitenschrote, am abgelösten Stein lag.

Allein die Höhe des anzubringenden Schrottes unter der Decke, wobei das Beil über dem Kopf hätte geschwungen werden müssen, machte ein gleich sauberes Arbeiten unmöglich. Hier war es einfach oft unumgänglich, die Hiebe mit dem Schrotbeil etwas schräg von unten her (in einem Winkel von 10 bis 15 Grad zur Decke) zu führen, wobei die Hiebe auch schräg ins Gestein drangen und sich dort viel besser markierten als in den Seitenschroten. Einfach mit der Körpergröße der in den Brüchen Arbeitenden hängt eine andere sehr charakteristische Erscheinung in den Brüchen zusammen, die den Steinbruchbetrieb sehr erschwert und sogar spezielle Sicherheitsvorrichtungen notwendig gemacht haben muß. Ein Arbeiter, der mit dem Schrotbeil vor einer 2,00 bis 2,50 m hohen Tuffwand stand, konnte mit dem Beil ja nur Schläge in Kreisbogenform ausführen, mit dem ungefähren Drehpunkt in den Schultergelenken. Die beigelegte Strichzeichnung (*Abb. 13*) soll das verdeutlichen. Es stellt sich dabei heraus, daß ein großer Teil der oberen hinteren Ecke des Schrottes auf diese Weise nicht ausgehauen werden kann. Diese Ecke wird jedoch sehr viel kleiner, wenn man der Schrotfläche nicht die Form eines Rechteckes, sondern eines nach oben übergeneigten Parallelogramms gibt. Wird nun diese oben übergeneigte Schrotfläche noch leicht gebogen, entsprechend der Richtung der Schrothiebe, so ist die ganze Fläche zu bestreichen. Tatsächlich hat man dann auch zwangsläufig so gearbeitet. Die *Abbildung 14* zeigt die Schrägstellung der seitlichen Schrotflächen sehr schön. Der Abbaustoß wurde im fortschreitenden Abbau immer geneigter. Gelegentlich suchte man

dann, wenn's gar zu schlimm wurde, wieder nach einem Ausgleich. Die Schroten erscheinen für einige Abkeilungen wieder aufgerichtet, aber dann setzte die Schrägen sich schnell wieder durch. Dieser Schrägen folgte natürlich auch die Keilnut und selbstverständlich auch die Ablösungsfläche. Damit aber trat eine schwere Gefahr auf.

Die Steine schlügen in dem Augenblick, als der Stein beim Abkeilen sich von der Rückwand löste, in den Stollen hinein um, zumal sie ja durch die schräge Innenkante des Bodenschrotes keine richtige Standfläche hatten.

Der durch die Abkeilung zu lösende Stein mußte deshalb vor dem Anziehen der Keile abgestützt werden, so wie dies auf unserem Schaubild andeutungsweise (in Einzelheiten sicher nicht richtig) zu veranschaulichen versucht wurde. Vielleicht baute man auch eine schwere Gesteinspackung vor dem Stein auf, gegen die man ihn sacken ließ. Er wurde dann umgelegt und durch Keilspaltung in die gewünschte Größe geteilt.

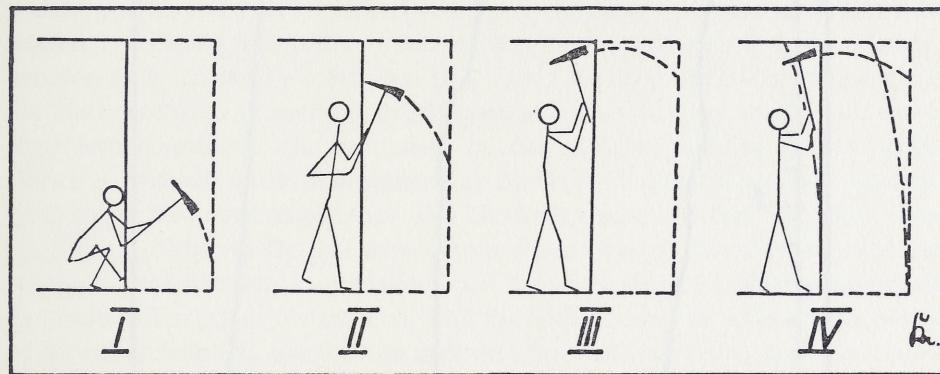


Abb. 13. Körperhaltung beim Ausschroten eines Seitenschrotes und Erklärung der gebogenen überhangenden Schrotflächen in den römischen Untertagebau.

Auf Abbildung 7 sind die hauptsächlichsten Richtungen der Schrotthebe in den Deckenschroten eingezeichnet. Dazu ist zu bemerken, daß es fast für jedes beidhändige Arbeiten (Schippen, Hämmern, Arbeiten mit der Axt usw.), d. h. auch für das Schrotten, einen Vorzug der linken bzw. der rechten Hand gibt. Ein Linkser schlägt nach rechts, ein Rechtser nach links. Im ersten Falle befindet sich die linke Hand vorne am Stiel, im letzteren die rechte. Dieses links- bzw. rechtshändige Arbeiten hat nichts mit angeborener Links- bzw. Rechtshändigkeit zu tun, geht aber oft damit zusammen. Meist hat ein Arbeiter eine bestimmte Art des Arbeitens und kann nur mit Mühe, und dann nur für kurze Zeit, auf die andere Art überwechseln. Den links Arbeitenden fällt dies im allgemeinen leichter als den Rechtssern. Im Steinbruch braucht man wie beim Schrotten, so auch beim Überschlagen (Abkeilen) der Steine Rechtser und Linkser mindestens in gleicher Anzahl. Beim Schrotten entlang einer Wand zur Linken braucht man Rechtser, entlang einer Wand zur Rechten braucht man Linkser. Vom Vorteil sind Linkser, die auf rechts umwechseln können. Und so wird man in den Steinbruchgebieten, die nach alter Weise arbeiten und über einen Arbeiterstamm verfügen, dessen Vorfahren schon im Stein-

bruch tätig waren, ein Überwiegen der Linkser feststellen können. In den Weiberner Brüchen verhält sich der Anteil der Linkser zu den Rechtsern wie 3 : 2, ja gelegentlich wie 2 : 1.

Es ist nun von großem Interesse, daß wir in unsren unterirdischen Brüchen das gleiche Verhältnis antreffen, wie es das Studium der Decken-

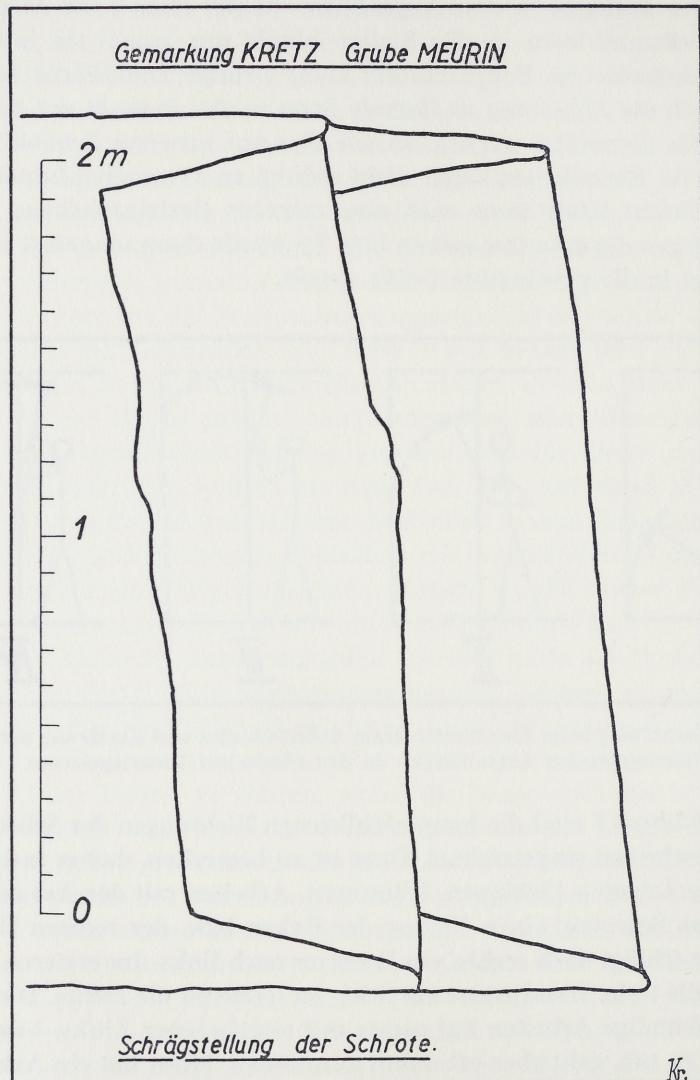


Abb. 14. Schrägstellung der Schrote.

schrote eindeutig zeigt. In Abbildung 7 sind nur der Deckenschrot von Stein 11 ganz und der von Stein 13, 15 und 16 z. T. von einem Rechtser geschlagen, wenn nicht dort tätige Linkser auch diese Schrote durch Umwechseln mit der Hand geschlagen haben. Die Verhältnisse sind nicht überall so extrem wie gerade an dieser Stelle, aber es zeigt sich doch, daß auch in diesen Brüchen die Linkser ein leichtes Übergewicht besaßen. Das deutet auf einen sehr eingespielten Arbeiterstamm, vermutlich auf eine sogar vom Vater auf den

Sohn vererbte Tätigkeit im Steinbruch hin. Im Gegensatz zu anderen Steinbruchgebieten konnten hier allerdings die Seitenschrote beider Seiten wegen ihrer oben geschilderten geschickten, durch das Arbeitsgerät aber erzwungenen Anlage von Rechtstern wie Linkstern geschlagen werden, was bei den Deckenschroten nicht der Fall war.

In einigen Stollen mit schwierigen Gesteinsverhältnissen trat noch eine interessante Erscheinung auf, deren Erklärung zuerst viel Kopfzerbrechen verursachte. Es handelt sich dabei um Kerben, die in die Seitenschrote, gelegentlich auch in die kurzen Stege zwischen den Schrotflächen gehauen sind. Beobachtet wurden sie hauptsächlich in ziemlicher Höhe der Seitenschrote, gelegentlich aber auch tiefer. Das Studium einer Stelle, die hier in Foto (*Taf. 26, 2*) und in Umzeichnung, mit Einbeziehung der an das Foto anschließenden Umgebung, wiedergegeben wird (*Abb. 15*), brachte die Aufklärung, die sich auch an anderen Stellen bewährte. Auf der Ablösungsfläche A, zu der der Deckenschrot D 1 mit seiner Seitenabzeichnung gehört (der hier gelöste Block war breiter als die folgenden), befinden sich die Marken a, b und c. Marke a bezeichnet eindeutig den unteren Ansatz des Deckenschrotes D 2, die Marke b den von D 3, die Marke c den von D 4. Das Foto zeigt ganz klar, warum man die Deckenschrote immer niedriger ansetzte: Das Gestein zeigte hier starke Bimssteineinschlüsse, die man nicht in den gelösten Blöcken haben wollte. Man hat deshalb auch D 3 bedeutend niedriger angesetzt als D 2 und den First sogar deswegen abgetreppt. Die Marke b zeichnet dieses Vorgehen schon ab. Nur an solch und ähnlich schwierigen Stellen finden sich diese Marken. Anscheinend hat hier ein Vorarbeiter oder Aufseher diese Marken gehauen, um das weitere Vorgehen festzulegen. Daß die Steinbrecher es selbst getan hätten, ist unwahrscheinlich. Sie wollten gedeckt sein, wenn sie das Gestein nun plötzlich in geringer Höhe angingen. Daß die Marken a und b an derselben Wand untereinander liegen, zeigt an, daß dieser Mann nicht immer zur Stelle war. Er gab seine Anweisungen gleich für die nächsten beiden Blöcke, d. h. für einen Zeitraum von ungefähr 8—10 Tagen (s. S. 271). Erst vor der Ablösung des übernächsten Blockes hat er wieder seine Marken angebracht. Weiterhin war das nicht mehr nötig, da die Kammer nach zwei weiteren Ablösungen ausgebeutet war und auch der Streifen groben Bimses sich nicht weiter senkte.

Schwieriger ist die Erklärung der Marken d und e. Auf dem Foto sieht man deutlich, wie über diesen Marken ein dunkles Band sich durch das Gestein zieht und darunter eine dunklere Zone beginnt, die auf *Taf. 26, 2* besonders deutlich zu sehen ist. Ich möchte glauben, daß mit diesen Marken die spätere Durchkeilung des gelösten Blockes angedeutet werden sollte, um Blöcke von annähernd gleicher Farbe zu gewinnen.

Auf dem schmalen Steg zwischen den Seitenschroten S 3 und S 4 — zu diesen Stegen vgl. das S. 258 Gesagte — befindet sich die senkrecht angebrachte Marke f. Sie muß sich auf eine Verrichtung in der Senkrechten beziehen<sup>58)</sup>. Ich glaube, daß sie einfach das Einspringen des Schrotes S 4 bedeuten soll.

<sup>58)</sup> Noch bevor das Schema der Steingewinnung in diesen Brüchen erkannt war, glaubte der Verfasser an dieser wie an ähnlichen Stellen zur Ablösung vorbereitete Sarkophagdeckel

Ein sehr instruktives weiteres Bild bietet *Tafel 24, 1-2*. Dieser Stollen wird wegen seiner auch sonst recht interessanten und besonders klaren Verhältnisse in seiner Abbauweise noch einmal zeichnerisch (*Abb. 15*) wiedergegeben. Hier

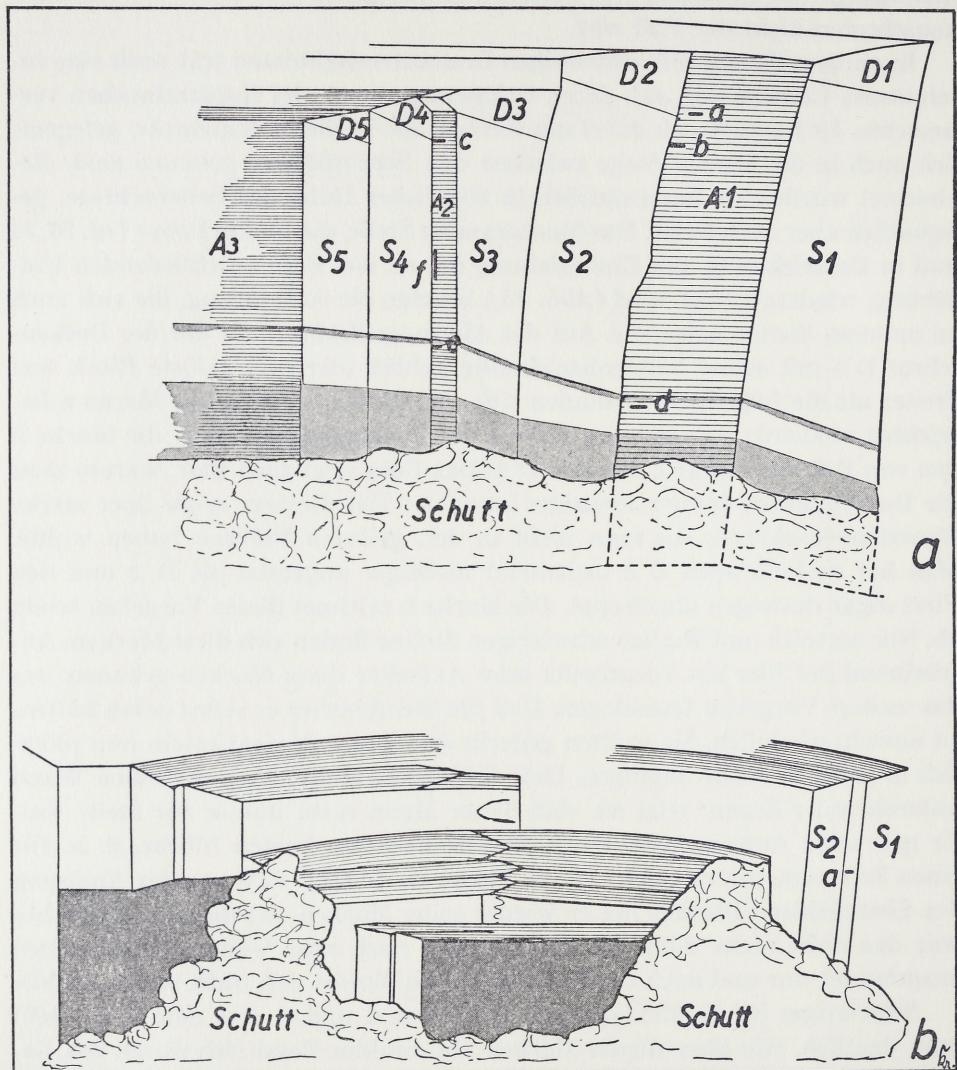


Abb. 15. a—b Vorarbeitermarken für die Schrotarbeit in den römischen Untertagebauen. A Rückseitige Abtrennflächen; S Seitenschrote; D Deckenschrote; a—f Vorarbeitermarken.

behielt man wohl aus statischen Gründen die bis dahin in diesen Stollen beim Vortrieb eingehaltene Deckenhöhe nicht mehr bei, sondern setzte ihn für drei Steinablösungen zur Linken und vier zur Rechten niedriger und auch weniger breit fort. Auf dem Zwischensteg zwischen Seitenschrot S 1 und S 2 findet sich wieder die Höhenmarke, die die nach Ablösung des zu S 2 gehörigen

zu erkennen. Diese, nicht haltbare, Vermutung wurde leider in einem Bericht in Germania 31, 1953, 116 auch schriftlich ausgesprochen und von Steinhäusen (Trierer Zeitschrift 23, 1954/55, 197 Anm. 82) zitiert. Sie sei hiermit ausdrücklich zurückgenommen.

gen Steines einzuhaltende Höhe anzeigen. Wieder ist also die Einzeichnung mindestens 4 Tage vorher angebracht worden.

Überall da, wo Änderungen in der Farbe oder in den Einschlüssen auftreten, begegnen auch solche Marken. Sie weisen auf das Eingreifen bergmännisch geschulten Aufsichtspersonals hin, das nicht dauernd in den Brüchen bei einer Arbeitsgruppe anwesend war, also eine ganze Reihe solcher Gruppen beaufsichtigte. Man überließ nicht den Steinbrechern die Entscheidung in schwierigen Fragen, sondern gab ihnen Vorschriften durch unverkennbar und kontrollierbar angebrachte Marken.

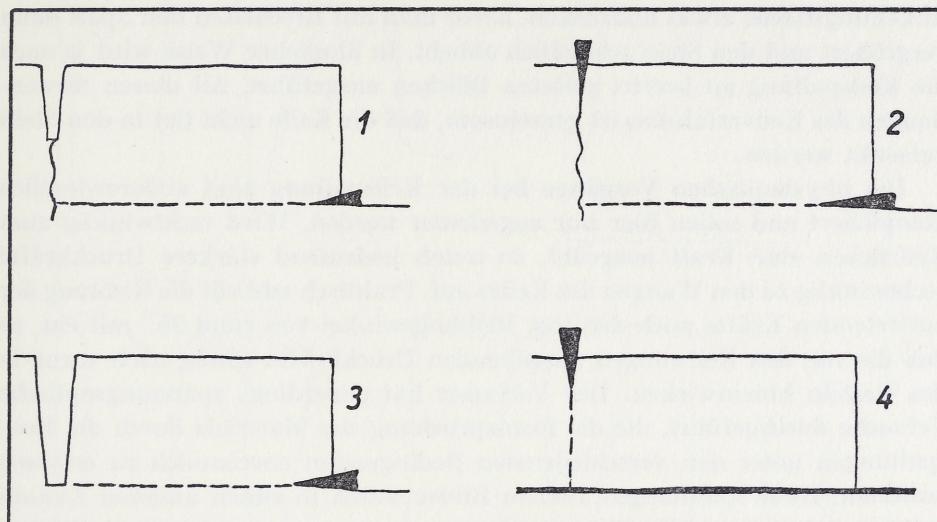


Abb. 16. 1—4 Abkeilverfahren in kompakten (1—3) und lagerhaften (4) Gesteinen. 1 mit Aufschlagen eines Abganges, 2 mit Eintreiben von Keilen in einem Abgang, 3 mit Schlägen eines Schrottes an der Rückseite des abzukeilenden Steines, 4 der lagerhafte Stein wird durch Einschlagen von Keilen an seiner Rückseite vom festen Gestein abgespalten.

Einige Betrachtungen seien noch den Abkeilverfahren gewidmet. Des besseren Verständnisses halber müssen wir etwas weiter ausgreifen.

In Abbildung 16 ist eine Reihe von Abkeilverfahren, wie sie in Tagebauten üblich sind, im Querschnitt dargestellt. Nr. 3 stellt den klassischen, wenn auch keineswegs allgemein üblichen Fall dar, daß ein Stein auf drei Seiten freigeschrotet und dann mit Hilfe einer Reihe von Keilen von der Vorderseite her abgekeilt wird. Nr. 1 bildet eine häufig angewandte Abart dieses Verfahrens. Der Stein ist an seinen Seitenflächen abgeschrotet worden, besitzt an seiner Rückseite aber einen Abgang oder auch nur einen Stich. Dieser wird nun etwa zu einem Drittel bis zur Hälfte durch einen Schrot aufgeschlagen, damit der Stein sich bei der Abkeilung gut abheben kann, oder man setzt — nach Vorschlagen von Keillöchern — Keile in diesen Abgang, um den Stein, sobald er durch das Anziehen der Keile an der Basis sich vom Muttergestein ablöst, durch Anziehen auch dieser Keile, von der Rückwand abzudrücken. Liegt die Basis des Steines an zwei Seiten frei, so setzt man gelegentlich auch Keile an zwei Seiten der Basis ein, um so glatter und eleganter wird die Abkeilung

vonstatten gehen. Ebenso kann man auch Keile, wenn die Seitenflächen eines abzukeilenden Steines von einem Längs- und einem Querabgang (Stichen) begrenzt werden, in diese einsetzen. Bei stark bankiger Ausbildung von Gesteinen und geeigneter Ausbildung der Abgänge wird überhaupt nicht in üblicher Form geschrotet. Man räumt vielmehr die Querabgänge, die eine größere Gesteinsplatte begrenzen, aus, sucht den nächsten Längsabgang, treibt hier die Keile senkrecht ein und drückt den Stein auf diese Weise ab, wobei eine senkrechte Spaltfläche entsteht. Es ist aber keineswegs nötig, einen solchen Abgang aufzusuchen. Auch in völlig gesundem Gestein kann man mit Hilfe einer dicht gesetzten Keilreihe eine senkrecht zur Bankung stehende Abkeilungsfläche etwas abdrücken, bevor man mit Brecheisen den Spalt dann vergrößert und den Stein schließlich abhebt. In ähnlicher Weise wird ja auch die Keilspaltung an bereits gelösten Blöcken ausgeführt. All diesen Anwendungen des Keilverfahrens ist gemeinsam, daß die Keile nicht tief in den Stein versenkt werden.

Die physikalischen Vorgänge bei der Keilspaltung sind außerordentlich kompliziert und sollen hier nur angedeutet werden. Wird rechtwinklig zum Keilrücken eine Kraft ausgeübt, so treten bedeutend stärkere Druckkräfte rechtwinklig zu den Wangen des Keiles auf. Praktisch schließt die Richtung der auftretenden Kräfte noch den sog. Reibungswinkel von rund  $25^\circ$  mit ein, so daß die von den Keilwangen ausgehenden Druckkräfte schräg nach vorne in das Gestein hineinwirken. Der Verfasser hat neuerdings spannungsoptische Versuche durchgeführt, die die Beanspruchung des Materials durch die Keilspaltungen unter den verschiedensten Bedingungen anschaulich zu erfassen gestatten. Diese spannungsoptischen Bilder sollen in einem anderen Zusammenhang einmal veröffentlicht werden.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß der Keil sich nicht mit seiner Schneide in das Gestein einschneidet wie ein Messer, sondern daß er vielmehr mit seinen Wangen den Stein auseinanderdrückt. Es ist deswegen bei allen Hart- und den meisten Weichgesteinen strenge Regel, daß die Keile nicht mit den Schneiden den Grund der Keillöcher berühren dürfen, sondern nur mit den Wangen auf den Seitenflächen der Keillöcher hängen oder liegen<sup>59)</sup>). Würde der Keil mit der Schneide aufruhen, könnte man ihn — speziell bei Hartgesteinen — niemals in das Gestein eintreiben; er würde bei jedem Schlag zurück-springen. Aus diesem Grunde besitzen die Spaltkeile vielfach auch keine scharfe, sondern eine bis 0,5 cm breit abgestumpfte Schneide. Solche Keile wurden im römischen Teil der Mayener Basaltlavabrüche bereits gefunden und sind ebenso noch heute in der Odenwälder Granitindustrie üblich. Dem steht nun freilich gegenüber, daß bei manchen Weichgesteinen, gewissen Marmoren, aber auch bei unseren Vordereifeler Tuffen die Keilspitze recht wohl die Funktion eines Messers übernommen hat. Die Keile haben eine spitze Schneide und ruhen völlig satt in den Keillöchern. Beim Anziehen drücken sie sowohl den Stein auseinander, wie auch die Schneide messerartig in das Gestein eindringt.

<sup>59)</sup> Dazu die instruktiven Zeichnungen 103 u. 104 bei O. Mucha, Arbeitskunde für Steinmetzen und Steinbildhauer (1949) 59.

Die Römer setzten ihre Keile jedoch noch so, daß diese lediglich den Stein abdrückten. Bei der in den Untertagegebauten im Tuffstein durchgängig üblichen, geschilderten Schrägabkeilung wäre dies auch nicht anders möglich gewesen, denn man konnte ja nicht in endlose Tiefe in den Stein hineinschneiden wollen.

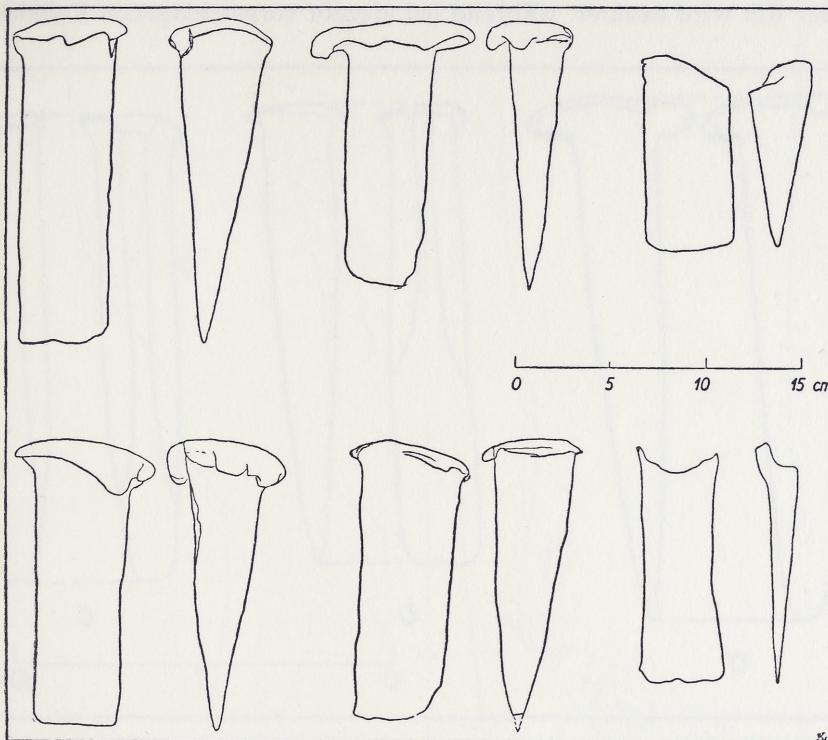


Abb. 17. Römische Keile aus der Grube Idylle, Kruft (Krs. Mayen).

Bisher wurde über die Keilform selbst noch nicht gesprochen. Ganz allgemein, und das gilt für alle Gesteinsarten, sind die römischen Keile sehr viel breiter als die modernen. Die Gegenüberstellung römischer Spaltkeile aus der Grube Idylle (Abb. 17) und moderner Spaltkeile aus den Weiberner Brüchen und der Odenwälder Granitindustrie (Abb. 18) zeigt die Verhältnisse besser als jede lange Beschreibung. Im allgemeinen besitzt man für das Abkeilen großer Blöcke vom gewachsenen Felsen größere Keile, als man sie zur Spaltung bereits gelöster Blöcke benutzt. Sie sind aber vom gleichen Typ.

Die Keile werden heute normaler Weise in einzeln vorgesetzte Keillöcher eingesetzt. Die Methode ist verhältnismäßig jung. Vom frühen Mittelalter bis auf unsere Zeit bevorzugte man Keilrillen (Nute) zur Aufnahme der Keile. In den Tuffsteinbrüchen werden diese gelegentlich noch heute bei der Keilspaltung bereits gelöster Blöcke geschlagen und bis vor nicht allzu langer Zeit in den Basaltlavabrüchen, und zwar sowohl bei der Abspaltung vom lebenden Fels wie bei den Spaltungen auf dem Werkplatz. Die römische Zeit kannte anscheinend nur einzeln vorgesetzte Keillöcher. Schlug man

in dieser Zeit Keilnuten vor (wie in unseren Tuffsteinbrüchen oder beim Felsberggranit im Odenwald), dann nicht um die Keile in diese Nut selbst einzusetzen, sondern nur deshalb, um die Keilreihe tiefer im Gestein zur Wirkung zu bringen. Die Keile selbst ruhen in einzelnen Keillöchern oder Keiltaschen.

Das Verankern der Keile in einer spitzwinklig ausgeschlagenen Nut hat große Vorteile gegenüber einzelnen Keillöchern. Die Keile sitzen gleichmäßig. Der Riß wird exakter, während bei einzeln vorgeschlagenen Keillöchern,

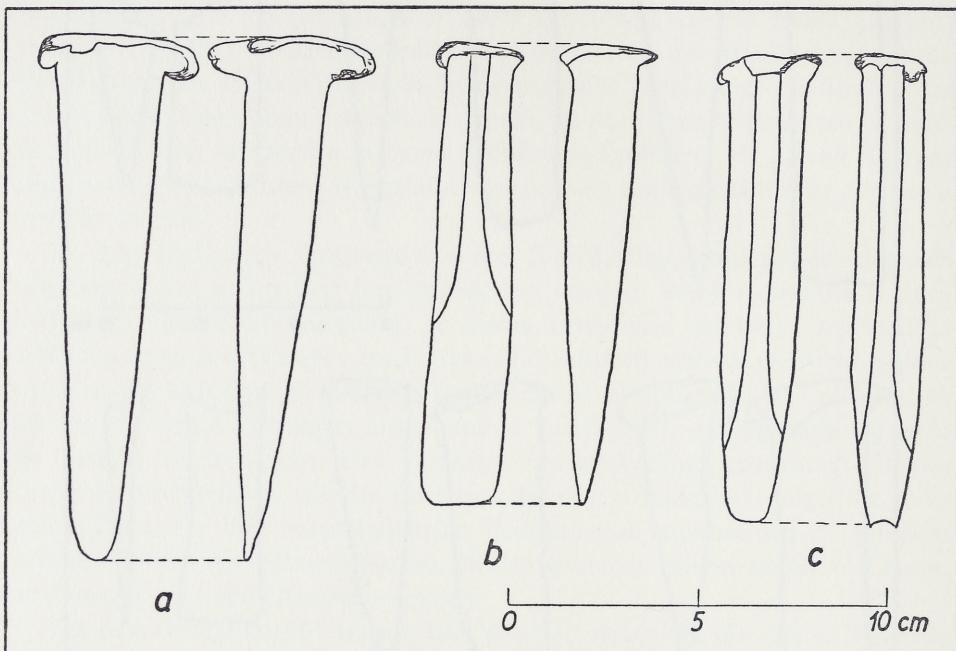


Abb. 18. a—b Spaltkeile aus modernen Tuffsteinbrüchen (Weibern); c moderner Spaltkeil aus den Granitbrüchen des Felsberges im Odenwald.

wenn nicht äußerst exakt gearbeitet wird, die Keile wie eine schlecht regulierte Zahnreihe stehen und demgemäß bei der Spaltung die Ablösungsfläche recht unregelmäßig werden kann.

Diese Abschweifung war notwendig, um die Spaltweise in den unterirdischen Tuffsteinbrüchen ganz zu verstehen. Wir hatten oben die verschiedenen Methoden der Flachabkeilung betrachtet. Die Abkeilung senkrecht stehender Blöcke wies demgegenüber recht bedeutsame Unterschiede auf.

Nach der Fertigstellung der Schrote und der Keilnut hing der Stein, auf vier Seiten gelöst, nur noch mit seiner Rückfläche mit dem Muttergestein zusammen. Große Scherkräfte traten auf, die an sich darauf hinwirkten, den Stein in breiter Fläche in der Tiefe der Schrote abzulösen. Die Abkeilung hatte hier die Aufgabe, diese Kräfte wirksam zu unterstützen, d. h. hauptsächlich an der spannungsreichsten Stelle den Riß einzuleiten. Daß die in den unterirdischen Brüchen praktizierte Methode unter einer möglichen Reihe anderer sicherlich die weitaus beste und rationellste war, kann ohne weiteres angenommen werden.

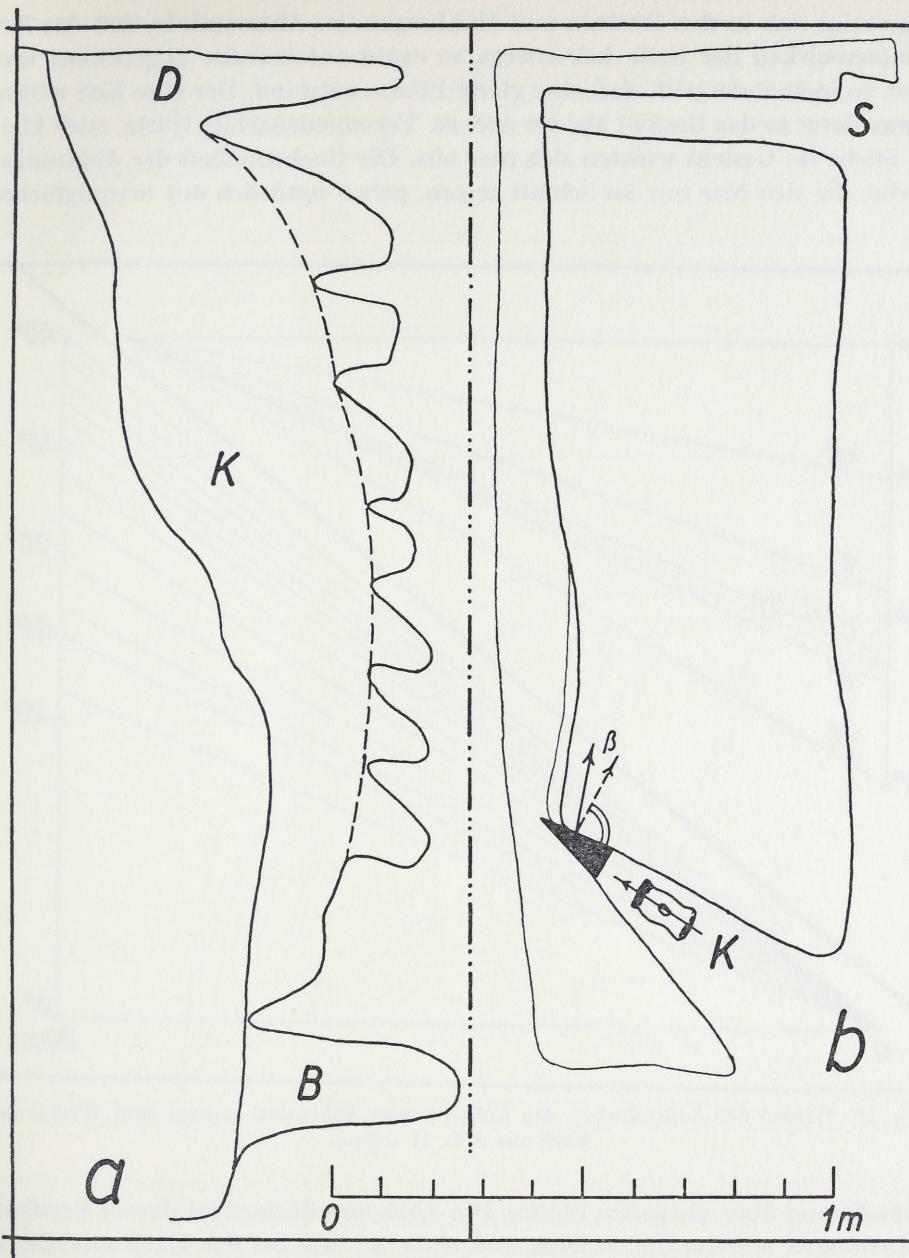


Abb. 19. a Längsschnitt durch eine römische Keilnut (K Keilnut, B Bodenschrot, D Deckenschrot);

b Querschnitt durch einen abzukeilenden Stein (S Seitenschrot, K Keilnut) mit Einzeichnung der Richtung der auftretenden Spaltkräfte.

Abbildung 19 gilt der Darstellung einer Keilnut in der Seitenansicht und der Keilnut und der Ablösungsfläche im Schnitt. Linie a gibt die Ablösungsfläche des zuletzt gelösten Steines auf der linken Seite im Längsschnitt wieder. Der Schnitt zeigt, daß die Ablösung keineswegs in einer glatten Fläche vor sich ging. Zunächst ist diese Fläche wie üblich wieder oben übergeneigt. Dann

aber zeigt sich in den Buckeln und Höhlungen der Abtrennlinie, daß das Zusammenwirken der Keile keineswegs so exakt aufeinander abgestimmt war bzw. so ineinandergriff, daß eine glatte Fläche entstand. Der eine Keil wirkte etwas tiefer in das Gestein als der andere. Verschiedenartige Härte, auch kleine Stiche im Gestein wirkten sich hier aus. Die Unebenheiten der Ablösungsfläche, die sich hier nur im Schnitt zeigen, gehen natürlich mit mannigfacher

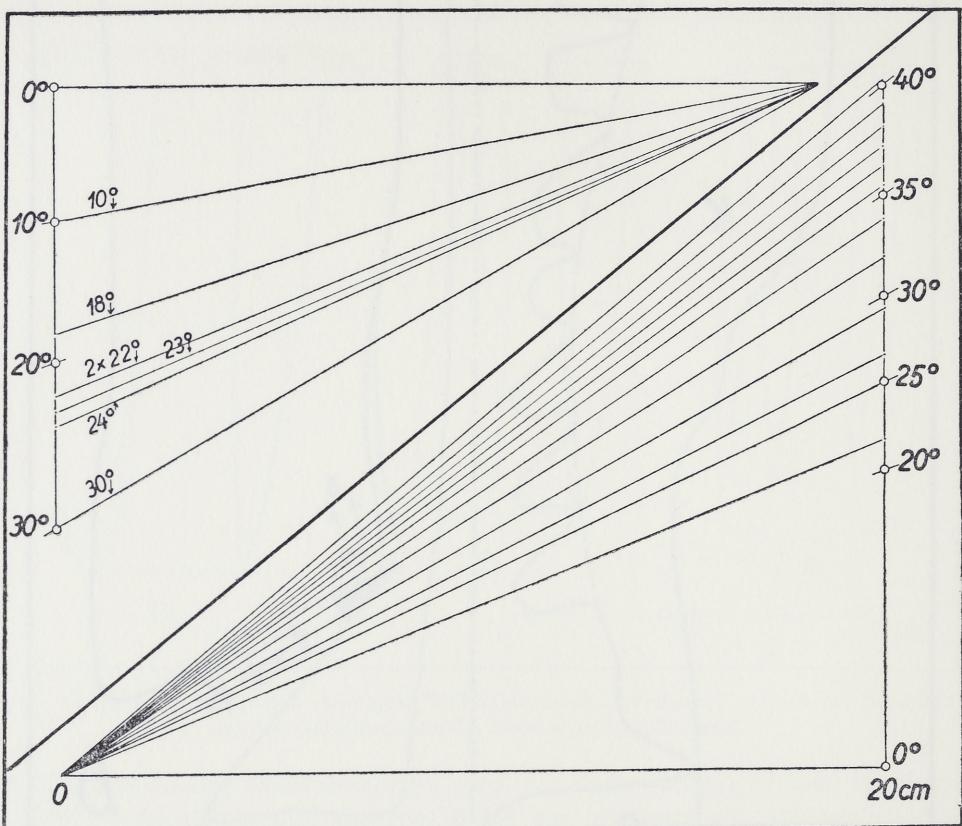


Abb. 20. Winkel der Außenflächen der Keilnute zum Abbaustoss (unten) und Winkel der Keile aus Abb. 17 (oben).

Abänderung über die ganze Fläche. Die Ablösungsflächen bei diesen Vertikalabkeilungen wurden nie so flach und eben, wie sie bei der Horizontalabkeilung werden können, aber freilich auch nicht immer werden.

Die Keilnute wurde so angelegt, daß ihre Außenfläche unter einem Winkel von rund  $45^\circ$ , ihre Innenfläche mit einem solchen von ungefähr  $70^\circ$  in das Gestein hineinging. Die Keiltaschen waren so ausgehauen, daß die Mittellinie der Keile unter einem Winkel von rund  $55^\circ$  schräg in das Gestein hinein stand. Immerhin gibt es hier große Schwankungen. Man richtete sich mit der Schrägen von Keilnute und Keiltasche ersichtlich nach dem Winkel der zur Verfügung stehenden Keile, die, wie die erhaltenen Stücke zeigen, ganz erheblich variiert, womit ja auch die Richtung der von den Keilwangen ausgehenden Druck-

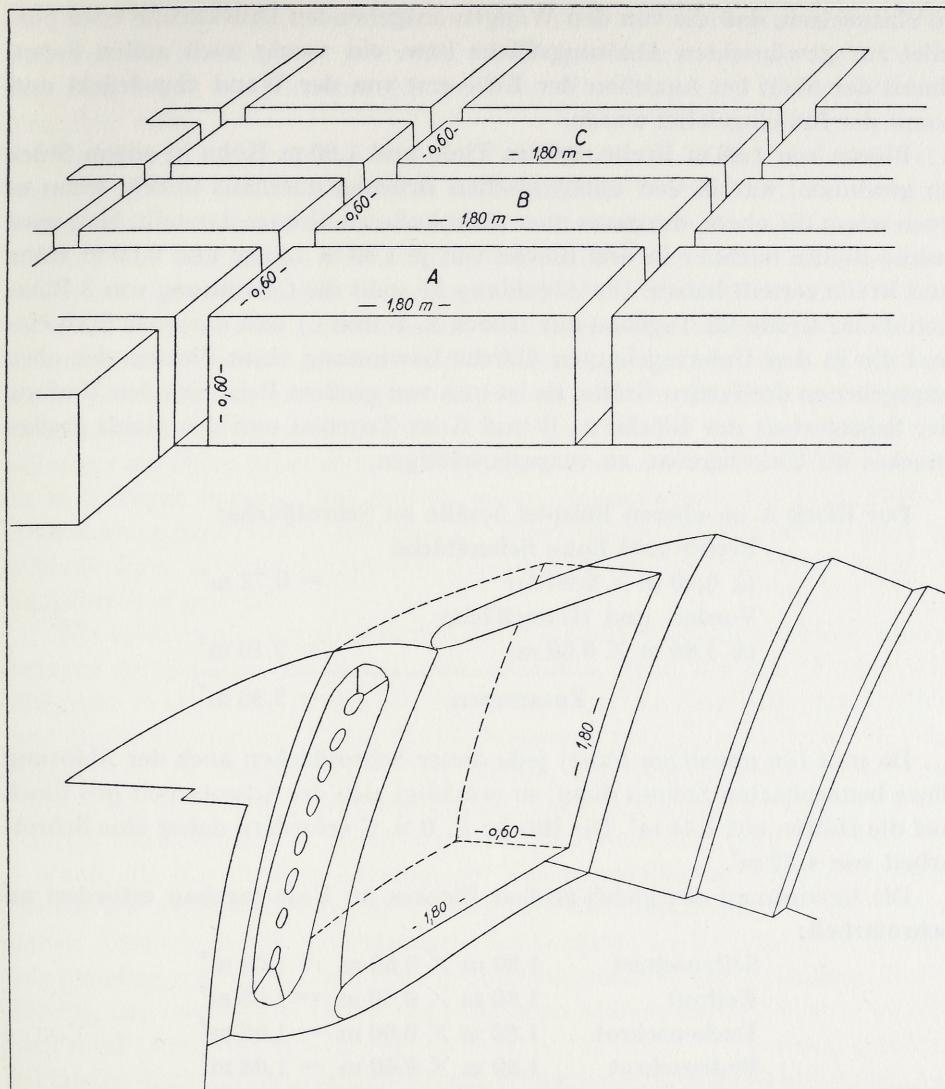


Abb. 21. Abbausystem im Tagebau (oben) und in den römischen Untertagebauen (unten).

kräfte stark schwankte. Auf Abbildung 20 sind die Winkel der Außenflächen einer Reihe von Keilnuten und Keiltaschen und der erhaltenen Keile eingetragen. Bei entsprechender Kombination von Keilnut und Winkel kommen dann immer etwa gleiche Verhältnisse heraus, d. h. daß die Mittellinien der Keile zu dem Abbaustöß in einem Winkel zwischen  $45^{\circ}$ — $60^{\circ}$  stehen. Durch das Anziehen der Keile setzte der Riß wieder bei den Schneiden der Keile ein, konnte dann aber nicht senkrecht in das Gestein hineinlaufen, sondern lief, von der Keilspitze ausgehend, in leicht konkavem Bogen um die von dem Keil ausgehende Preßzone herum und würde an sich versucht haben, auf kürzestem Wege aus dem Gestein auszutreten, d. h. die eine Wand der Keilnut auszubrechen. Tatsächlich leiteten jedoch die Scherkräfte des an der Wand hängenden Steines den Riß an die Rückwand des Steines. Es galt, die Keile

so einzusetzen, daß die von den Wangen ausgehenden Druckkräfte etwa parallel zur gewünschten Ablösungsfläche bzw. ein wenig nach außen liefen, damit der Stein bei Anziehen der Keile erst von der Wand abgedrückt und somit der Riß eingeleitet wurde.

Blöcke von 1,80 m Breite, 0,60 m Tiefe und 1,80 m Höhe in einem Stück zu gewinnen, war in den unterirdischen Brüchen durchaus üblich, wenn es auch schon die obere, durchaus aber nicht äußerste Grenze darstellt. Man wird solche Blöcke nachher in drei Blöcke von je 1,80 m Länge und 0,60 m Höhe und Breite zerteilt haben. Die Abbildung 21 stellt die Gewinnung von 3 Blöcken dieser Größe im Tagebau dar (Block A, B und C) und darunter noch einmal die in den Untertagebauten übliche Gewinnung eines Blockes der oben angegebenen dreifachen Größe. Es ist nun von großem Reiz, sich den Umfang der Schrotarbeit der Blöcke A, B und C im Tagebau und des gleich großen Blockes im Untertagebau zu vergegenwärtigen.

Der Block A im oberen Beispiel besäße an Schrotfläche:

Rechte und linke Seitenfläche (à 0,60 m × 0,60 m)	= 0,72 m <sup>2</sup>
Vorder- und Hinterfläche (à 1,80 m × 0,60 m)	= 2,16 m <sup>2</sup>
Zusammen	= 2,88 m <sup>2</sup>

Da nun (im günstigen Falle) jede dieser Schrotflächen auch der Ablösung eines benachbarten Steines dient, so ermäßigt sich die Schrotarbeit pro Block auf die Hälfte, auf 1,44 m<sup>2</sup>. Die Blöcke A, B u. C erfordern daher eine Schrotarbeit von 4,32 m<sup>2</sup>.

Die Gewinnung des gleich-großen Blockes im Untertagebau erfordert an Schrotarbeit:

Seitenschrot	1,80 m × 0,60 m = 1,08 m <sup>2</sup>
Keilnut	1,80 m × 0,60 m = 1,08 m <sup>2</sup>
Deckenschrot	1,80 m × 0,60 m = 1,08 m <sup>2</sup>
Bodenschrot	1,80 m × 0,60 m = 1,08 m <sup>2</sup>
Gesamte Schrotfläche	= 4,32 m <sup>2</sup>

Obgleich hier nicht eine Schrotfläche auch der Ablösung eines anderen Steines dient, kommt die gleiche Schrotfläche wie im obigen Beispiel heraus. Tatsächlich wird man im Tagebau von der Gewinnung von Blöcken ähnlicher Höhe und Breite, aber geringerer Länge, für viele Zwecke ausgegangen sein, wie das oben analysierte Bild (s. S. 241) eines römischen Tagebaues deutlich zeigt, so daß die Schrotarbeit im Tagebau eher größer war als hier angenommen.

Jedenfalls besteht eine Beziehung zwischen der Schrotarbeit in den Tagebauen und im Untertagebau. Es wird deutlich die Überlegung sichtbar, die Schrotarbeit im Untertagebau auf gleicher Höhe mit dem der Tagebaue zu halten. Erst dadurch konnte sich der Untertagebau, der ja durch Arbeitsbehinderungen mannigfacher Art, schließlich auch durch die Anlage der Schäch-

te, die schwierige Schuttstapelung und dgl. belastet war, rentieren. Das Wegschaffen des Bimses wäre jedenfalls teurer gekommen. Gerade diese Durchrechnung zeigt, wie wirtschaftlich man den Übergang zum Untertagebau zu gestalten wußte.

Nun bleibt die Frage nach der Arbeitsleistung in diesen Brüchen überhaupt<sup>60)</sup>). Eine große überschlägige Rechnung ergibt rund 1 km<sup>2</sup> an unterirdischen antiken Steinbrüchen im Gebiet des Pellenztuffsteines. Für jeden gelösten Block waren rund 4 m<sup>2</sup> Schrotfläche zu bewältigen. Bei den geschilderten Arbeitsbehinderungen werden wir rund 1 m<sup>2</sup> Schrotfläche als Leistung eines Steinbrechers im achtstündigen Arbeitstag rechnen dürfen, d. h. daß die Schrotarbeit bis zum Abkeilen rund 4 Tage in Anspruch nahm. Bis die gelösten Steine zerteilt und weggeschafft waren und der Vortrieb erneut beginnen konnte, vergingen also bestimmt 5 Tage. Nehmen wir an, daß vor Ort ständig zwei Mann arbeiteten, so käme das auf einen Stollenvortrieb von 0,60 m in 5 Tagen heraus. Nun umfaßt unser Planausschnitt bei rund 2000 m<sup>2</sup> Ausdehnung rund 320 m Stollenlänge. Diese wären von 2 Steinbrechern bei achtstündiger Arbeitszeit und 300 Arbeitstagen im Jahr, in rund 9 Jahren auszubrechen gewesen.

Wir müssen nun annehmen, daß auf 2 Steinbrecher, die auch das Niederbringen der Schächte besorgten, noch weitere 6 Mann für das Zerteilen und die grobe Bearbeitung der Steine, deren Transport zu den Schächten, Aufbau und die Bedienung des Göpels, für die Stapelung und evtl. das Verladen<sup>61)</sup> der Blöcke, für die Instandhaltung der Geräte, die Rückverfrachtung und den Aufbau des anfallenden Schutttes, kamen. Vor Einführung der modernen Maschinen rechnete man in vielen Steinbruchbetrieben mit Arbeitsgruppen von 8 Mann, die für all diese Arbeiten auf einem Arbeitsplatz benötigt wurden. Stellen wir Arbeitsausfälle durch Krankheit, Betriebsunfälle und die zusätzlichen Arbeiten durch Niederbringen der Schächte in Rechnung, so können wir die oben errechnete Zahl um ein Jahr auf rund 10 Jahre erhöhen. In 360 Jahren, der ungefähren Dauer des römischen Abbaus in der Pellenz, würden also rund 14 solcher Arbeitsgruppen — d. h. 112 Mann — ca. einen Quadratkilometer dieser unterirdischen Brüche ausgebeutet haben. Damit haben wir wenigstens einen ungefähren Anhaltspunkt für die Zahl der in den Brüchen Beschäftigten bekommen. Technisches und kaufmännisches Personal kam hinzu und wird die Zahl auf rund 150 Mann erhöht haben. Darunter sind nicht die Steinmetzen in den Werkhütten und auch nicht die im Transportwesen Beschäftigten einbegriffen.

<sup>60)</sup> Die folgende Durchrechnung soll lediglich eine Vorstellung von der Größenanordnung der geleisteten Arbeit und dem Einsatz der Arbeitskräfte geben. Fehler von 50 bis 100% variieren das Ergebnis nicht wesentlich.

<sup>61)</sup> Es scheint mir ausgeschlossen, daß sämtliche Steine gleich anschließend auf den Werkplätzen weiterverarbeitet wurden. Ein großer Teil wird als Rohblöcke zu den Baustellen geliefert worden sein. In diesem Fall hat das Steinbruchpersonal auch für das Aufladen der Steine zu sorgen.