

Die antiken Steinbrüche von Palmyra. Ein Vorbericht

ANDREAS SCHMIDT-COLINET, MÜNCHEN/WIEN

Zur Erinnerung an Khaled al-As‘ad und Michael Meinecke

Vor zwanzig Jahren erschien in den MDOG ein zusammenfassender und zugleich grundlegender Beitrag von Michael Meinecke zum frühislamischen Raqqa¹. In den Jahren zuvor hatten wir oft Gelegenheit, über mögliche Verbindungen zwischen Raqqa und Palmyra im frühen 9. Jahrhundert zu sprechen, insbesondere über mögliche Zusammenhänge zwischen der kaiserzeitlichen Bauornamentik in Palmyra und den Stuckdekorationen der frühislamischen Paläste in Raqqa². Dabei war Meinecke immer auch besonders an handwerklichen Fragen, wie der unterschiedlichen Bearbeitung von Stuck und Stein, sowie an der Herkunft des Steinmaterials von Palmyra interessiert³. Die um diese Zeit stattfindende Erforschung der Steinbrüche von Palmyra wäre damals nicht möglich gewesen ohne die Unterstützung des damaligen Antikendirektors von Palmyra, Khaled al-As‘ad, der 2015 von den Schergen des sog. Islamischen Staates auf so brutale Weise ermordet wurde⁴. Dieser Beitrag sei den beiden Freunden und Kollegen in dankbarer Erinnerung gewidmet.

Ausgangspunkt, Fragestellung und Rahmenbedingungen

Neben Frühzeit und Endphase des antiken Palmyra ist auch die städtebauliche Entwicklung der kaiserzeitlichen Stadt nach wie vor weitgehend ungeklärt⁵.

¹ Meinecke 1996.

² Meinecke – Schmidt-Colinet 1993. Weitere Überlegungen dazu aus dem Nachlass von Michael Meinecke, vorgesehen für Band 5 der Raqqa-Publikation des DAI, wurden vor fünfzehn Jahren vom Verf. für den Druck vorbereitet.

³ Nachrufe: Haase 1995; Leisten 1995.

⁴ Nachrufe: Schmidt-Colinet 2015a; Schmidt-Colinet 2016a; Schmidt-Colinet 2016b.

⁵ Zusammenfassend Schlumberger 1935a; Frézouls 1976; Will 1983; Hammad 2010, 30–65. 96–119; Andrade 2013, 204–209; auch Schmidt-Colinet u. a. 2013, Bd. 2, 270f. 274–276 Anm. 52–58; Kaizer 2015, 882f. 886f.; Kaizer 2016, 928f.; Gawlikowski 2016.

Erst seit kurzem liegt ein erster genauer, GPS-vermessener Gesamtplan von Palmyra vor, in dem zugleich auch Luftbilder und die Ergebnisse geophysikalischer Prospektionen ausgewertet sind⁶. Die ca. 50 durch Bauinschriften fest datierten Grabbauten außerhalb der antiken Stadt⁷ lassen sich nur sehr bedingt für die Chronologie innerhalb des Stadtgebietes heranziehen⁸. Für die genaue Entstehungszeit, chronologische Abfolge und Nutzung einzelner Bauteile, Bauten oder ganzer Wohnquartiere in der Stadt stehen außer wenigen schriftlichen Quellen nur vereinzelt Bau- oder Weiheinschriften zur Verfügung, und dies vor allem für einige Heiligtümer, wie den Beltempel⁹, den Nabutempel¹⁰, den Allatempel¹¹ und den Baalshamintempel¹², sowie für wenige andere öffentliche Bauten, wie die Agora¹³, das Diokletianslager¹⁴ und die Diokletiansthermen¹⁵. Ehreninschriften an Säulen oder anderen Bauteilen geben naturgemäß nur einen *terminus ante quem* für die Errichtung des jeweiligen Bauteils¹⁶. Gegenüber der Gesamtausdehnung der Stadt, wirken diese Daten wie die sprichwörtlichen „Nadeln im Heuhaufen“.

Für die zeitliche Einordnung von Bauten stehen der Archäologie weitere vergleichende Methoden zur Verfügung, wie die heute bei jeder stratigra-

⁶ Schnädelbach 2010. In dem Plan sind alle Baustrukturen des antiken Palmyra durchnummeriert und außerdem alle bisher publizierten Pläne palymrenischer Bauten katalogartig mit entsprechender Literatur zusammen gestellt. Zu neuen Vermessungsmethoden in den Steinbrüchen von Aphrodisias vgl. Russell 2016, 275f.

⁷ Watzinger 1932; Watzinger – Wulzinger 1932; Gawlikowski 1970a; zusammenfassend Starcky – Gawlikowski 1985, 124–132; Schmidt-Colinet 1987; Schmidt-Colinet 2005, 38–51.

⁸ Zur historischen Topographie der Nekropolen Gawlikowski 1970a, 147–176; auch die Inschriften bei As’ad – Yon 2001, 99–114.

⁹ Seyrig u. a. 1968/1975, bes. 149; Gawlikowski 1969, 339–342; Starcky – Gawlikowski 1985, 116–120;

¹⁰ Bounni u. a. 1992/2004, 5f.; Gawlikowski 1969, 345; Starcky – Gawlikowski 1985, 121; auch die Inschriften bei As’ad – Yon 2001, 85–98.

¹¹ Gawlikowski 1969, 344f.; Gawlikowski 1977; Gawlikowski 1983; Starcky – Gawlikowski 1985, 121–123; Gawlikowski 2004, 84f. 89 Abb. 3–4; Gawlikowski 2016.

¹² Collart – Vicari 1969, 11f.; Dunand 1971, 55f. Nr. 44 Taf. 12; Gawlikowski 1969, 342–344; Starcky – Gawlikowski 1985, 120f.; zur Inschrift des Male Agrippa auch As’ad – Yon 2001, 46f.; Schmidt-Colinet 2015b, 51f.

¹³ Delplace – Dentzer-Feydy 2005; auch die Inschriften bei As’ad – Yon 2001, 57–63. Zur ursprünglichen Lokalisierung des sog. Zolltarifs an der Südseite der Straße unmittelbar südlich der Agora jetzt Gawlikowski 2012; Gawlikowski 2013; Gawlikowski 2014.

¹⁴ Gawlikowski 1984, 10; auch die Inschriften bei As’ad – Yon 2001, 80–83.

¹⁵ Zu den Diokletiansthermen vgl. Fellmann 1987, 132f.; auch die Inschrift bei As’ad – Yon 2001, 51f.

¹⁶ Zur Datierung und Funktion der Großen Säulenstraße vgl. Barański 1995; Saliou 1996; Żuchowska 2000; Tabaczek 2004, 209f. 218 Abb. 1; Żuchowska 2005; Tabaczek 2008, 181–185; Żuchowska 2010; Bührig 2016; auch Butcher 2003, 245f.; zu den Inschriften As’ad – Yon 2001, 64–74. Zu den Bauphasen der Anlage unmittelbar nördlich der Straße vgl. Żuchowska 2007.

phischen Grabung angewandte Methode der kontextuellen Auswertung von Funden (z. B. der Keramik), oder die Stilanalyse einzelner Architekturteile oder ihrer Bauornamentik¹⁷. Für die Datierung einfacher, wenig oder gar nicht dekorierten Architekturen stellt sich aber die Frage nach möglichen Methoden, die – unabhängig von Inschriften oder stilistischen Zuweisungen – „neutrale“ Kriterien für eine relative und möglicherweise auch absolute Datierung von Bauten liefern könnten.

Für diese Fragestellung liegt es nahe, vom verwendeten Steinmaterial selbst auszugehen.

Das aufgehende Sichtmauerwerk der antiken Bauten sowie die Skulpturen von Palmyra bestehen – fast ausschließlich¹⁸ – aus hellem, fast weißem, stark geädertem und porösem hartem Kalkstein, der bei Luftenwirkung weiter aushärtet. Im Gegensatz dazu wurde für Fundamente und andere, unter der Erde liegende Bauabschnitte ein weicher, kreideartiger Kalkstein verwendet, der bei Luftenwirkung pulvrig wird bzw. zerfällt, bei Feuchtigkeitseinwirkung (also im Boden) dagegen weiter aushärtet¹⁹.

Unfertig ausgearbeitete Bauteile oder solche, an denen noch das ‚Bruchfleisch‘ ansteht, sowie nicht fertig ausgearbeitete Skulpturen geben erste Hinweise auf eine relative Chronologie. So weisen Säulenbasen im westlichen Abschnitt der großen Säulenstraße unmittelbar westlich des Tetrapylon verschiedene Stadien der Bearbeitung auf (Abb. 1–3): von Rohformen (Abb. 1) über Basen mit Aufschnürungs- oder Ritzlinien für die Ausarbeitung der Profile (Abb. 2) bis hin zu fast fertig ausgearbeiteten Basen, deren Rückseiten aber noch die Rohform aufweisen (Abb. 3). Schaft und Kapitell einer Peristylsäule in Haus Nr. 45 im nördlichen Stadtviertel (Abb. 4) sind an ihrer Ansichtseite fertig ausgearbeitet und geglättet, an ihrer ursprünglich in das Mauerwerk einbindenden Rückseite aber roh belassen (Abb. 4)²⁰. Nicht fertig ausgearbeitete Formen finden sich auch in der palmyrenischen Plastik, z. B. an Bankettreliefs aus dem Hypogäum des ‚Aqraban‘ (Abb. 5)²¹, oder an den Fragmenten eines Sarkophag- und eines zugehörigen Bankettreliefs (Abb. 6)²² aus Grab Nr. 36. Letztere Beispiele zeigen, dass auch nicht fertig ausgearbeitete Skulpturen in Grabbauten versetzt waren und sozusagen prospektiv „auf Vorrat“ gearbeitet worden sind.

Diese in Architektur und Plastik überlieferten Rohformen lenken den Blick

¹⁷ Zur stilistischen Analyse palmyrenischer Architektur und Bauornamentik Schlumberger 1935b; Filarska 1967; Dentzer-Feydy 1969, 465–468; auch Schmidt-Colinet 1992a, 65–88.

¹⁸ Nur selten wurde in Palmyra kostbarer Marmor als Baumaterial importiert, z. B. für die Diokletiansthermen: Wielgosz 2013; allgemein auch Russell 2013, 153f. Zum Import von Marmorplastik, z. B. attischen Sarkophagen, aber auch der Athenastatue aus dem Allatempel vgl. Wielgosz 2000; Wielgosz 2005; Wielgosz 2010.

¹⁹ Dazu Schmidt-Colinet et al. 1992, 3 mit Anm. 18.

²⁰ Zu Haus Nr. 45 Gabriel 1926, 26f. Abb. 5 Taf. 14,1; danach Balty 1969, 408f. Abb. 114c.

²¹ al-Hariri 2013, 150f. 156 Abb. 10–11.

²² Schmidt-Colinet 1990, 92 Abb. 16–17; Schmidt-Colinet u. a. 1992, 147 Nr. S 6; 149f. Nr. B 8 Taf. 32c–d; 40e–f; 41d.



Abb. 1–3: Palmyra, Säulenstraße, Basen westlich des Tetraylon



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4: Palmyra, Haus Nr. 45, Peristylsäule



Abb. 5: Palmyra, Museum, Bankettrelief aus dem Grab des 'Aqraban

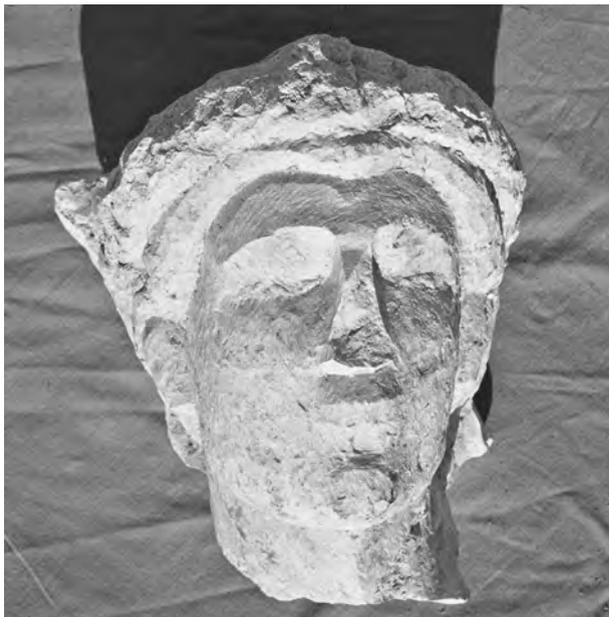


Abb. 6: Palmyra, Museum, Kopf eines Bankettreliefs aus Grab Nr. 36

nicht nur auf die unterschiedlichen Stadien der Bearbeitung des Materials, sondern auch auf das Material selbst und damit auf dessen Herkunft, also auf die Steinbrüche.

Um diese Steinbrüche für harten Kalkstein genau zu lokalisieren, zu vermessen, zu dokumentieren und zu untersuchen, fanden von 1991 bis 1993 im Rahmen eines Kooperationsabkommens zwischen der Generaldirektion der Altertümer und Museen Syriens (DGAM) und dem Deutschen Archäologischen Institut (DAI) drei jeweils zweiwöchige Arbeitskampagnen statt. Sie standen unter der gemeinsamen Leitung des damaligen Antikendirektors von Palmyra, Khaled al-As‘ad, und dem Verfasser. Vermessung, kartographische Aufnahme und die Untersuchung einzelner Bruchabschnitte, der Drachenhäuser und Wohnhöhlen wurden von Frans Depuydt, Peter Deneef und Marc Waelkens durchgeführt bzw. unterstützt²³. Die dabei angewandten ‚altmodischen‘ analogen Vermessungsmethoden entsprachen damaligem Standard. Heute übliche digitale Methoden (z. B. GPS-Vermessung) kamen noch nicht zum Einsatz²⁴.

Terminologie

Steinbrüche im syrischen Raum und damit zusammenhängende technische Fragen sind bisher nur wenig untersucht²⁵. Umfangreich ist dagegen die Literatur zu Steinbrüchen im Römischen Reich allgemein, zu Bruchtechniken und der Bearbeitung des Steinmaterials bis hin zum fertig ausgearbeiteten Block oder Artefakt. Da die diesbezügliche Forschung weitgehend englischsprachig publiziert ist²⁶, werden im Folgenden den aufgelisteten deutschsprachigen

²³ Auch an dieser Stelle sei allen Mitarbeitern für ihr Engagement, dem DAI, der DGAM, der Katholischen Universität Leuven und dem Belgischen Nationalfonds für wissenschaftliche Forschung (N.F.E.O.) für administrative und finanzielle Unterstützung gedankt. Kurze Vorberichte erschienen in Schmidt-Colinet 1990; Schmidt-Colinet 1995; al-As‘ad – Schmidt-Colinet 1996; Schmidt-Colinet 2005a, 86–90; Schmidt-Colinet 2005b; Schmidt-Colinet u. a. 2013, 300. 302. 313f. Abb. 7–11; Schmidt-Colinet u. a. 2016, 341–344.

²⁴ Zu neuen Vermessungsmethoden in den Steinbrüchen von Aphrodisias Russell 2016, 275f.

²⁵ Vgl. Cumont 1917 (Enesh); Bessac 1993 (Dura Europos); Schulz – Winnefeld 1921; Adam 1977; Ruprechtsberger 1999; Abdul Massih 2008; Abdul Massih 2014 (Baalbek).

²⁶ Zu kaiserzeitlichen Steinbrüchen und Produktionsmethoden zusammenfassend mit Lit. Dworakowska 1983; Asgari 1988; Waelkens u. a. 1988a; Waelkens u. a. 1988b; Asgari 1990; Waelkens 1990b; Waelkens u. a. 1990; Waelkens u. a. 1992; Asgari 1992; Röder 1993, 21–53; (Chemtou); Pensabene 1994, 291–294. 338–352; Russell 2013; Russel 2016 (Aphrodisias); allgemein auch Wright 2005, 33–44 Abb. 67–91. Zur französischen Terminologie vgl. Abdul Massih – Bessac 2009. Vgl. die Zusammenstellungen kaiserzeitlicher Steinbrüche bei Waelkens u. a. 1986, 119 Abb. 1 (Marmorbrüche in Kleinasien); Pensabene 1973, 358–362 (Marmorbrüche im Römischen Reich, ohne Syrien); Russell 2013, 61–77 (Steinbrüche im Römischen

Fachausdrücken die geläufigsten englischen Termini (in Klammern) beige-fügt. Grundsätzlich gilt, dass für Abbau und Bearbeitung von Kalkstein im wesentlich die gleichen Arbeitsmethoden und Werkzeuge verwendet wurden, wie bei Abbau und Bearbeitung von Marmor²⁷.

Bosse, Bossenform	s. Rohling
Bruchfleisch	An einem Rohling oder Halbfabrikat noch erhaltenes bzw. anstehendes Felsmaterial (vgl. Abb. 4. 24)
Capellaccio	Oberste, stark verwitterte, nicht brauchbare Steinschicht, die abgetragen wird, bevor die eigentliche Steingewinnung beginnen kann (vgl. Abb. 21)
Drachenhau ²⁸	(<i>dragon house</i>) Bauten (Unterkünfte, Hütten) aus Bruchsteinmauerwerk und verworfenen Blöcken oder Bauteilen (vgl. Abb. 14–19)
Endform	s. Fertigprodukt
Fertigprodukt ²⁹	(<i>finished form</i>) Fertig ausgearbeiteter Block (vgl. Abb. 4. 30–32)
Girlandenschläge	(<i>garland strokes, festoon-shaped marks</i>) s. Römischer Hammer
Griechische (leichte) Hacke, Steinbruchhacke ³⁰	(<i>light ,greek' quarry pick</i>) Seit dem 6. Jh. v. Chr. gebräuchliches, nicht sehr tief in den Fels eindringendes Werkzeug zur Anlage von Schrotgräben und/oder Keilnuten; hinterlässt gerade, regelmäßige, flache, parallele, im Marmor horizontale, in weicherem Gestein (Kalkstein) diagonale Werkspuren und sehr saubere, fast vertikale Bruchwände; wenig Materialverlust. Die Anwendung wird auch als Technik I (T I) bezeichnet (vgl. Abb. 29 oben)
Grundform	s. Rohling
Hacke	s. Griechische Hacke
Halbfabrikat ³¹	(<i>half product, quarry state export form</i>)

Reich). In einer fundierten, leicht verständlichen und durch Zeichnungen ergänzten Publikation hat Korres 1992 den Weg eines Parthenon-Kapitells vom Steinbruch bis zum Versatz am Tempel dargestellt.

²⁷ Vgl. z.B. Waelkens u. a. 1988a, 15f.

²⁸ Vgl. auch Reber 2001, 349f.

²⁹ Vgl. Asgari 1992, 78 Abb. 8 Nr. 4; danach Pensabene 1994, 292 Abb. 320; Russell 2013, 241–247 Abb. 6.16.

³⁰ Zu Technik I: Waelkens u. a. 1988a, 15f. 25 Abb. 2–3; Waelkens u. a. 1988b, 95–99; 96 100 Abb. 4; 100 Abb. 9; Waelkens 1990b, 59f. Abb. 15; Waelkens u. a. 1990, 48–61 Abb. 10–11. 15; auch unten Anm. 49. Zu einer eisernen Hackenspitze des ‚griechischen‘ Typs aus Petra vgl. Bessac – Nehmé 2001 (1. Jh.v./n. Chr).

³¹ Vgl. Asgari 1977; Asgari 1988; danach Pensabene 1994, 293 Abb. 321; Asgari 1990; Waelkens 1988; Asgari 1992, bes. 78f. Abb. 8–20; danach Pensabene 1994, 292 Abb. 320; Russell 2013, 241–247 Abb. 6.16; vgl. auch Korres 1992, 24f.

	Auf den Rohling folgendes Stadium eines bereits in Details erkennbaren Blocks vor dessen Fertigstellung (vgl. Abb. 1–3. 5–6)
Halbfertigprodukt	s. Halbfabrikat
Hammer	s. Römischer Hammer
Hebspaltung	<i>(horizontal splitting)</i> Horizontale Abspaltung eines Blocks aus dem Felsen, vorbereitet durch einen horizontalen Schrotgraben und/oder Keilnute unterhalb des Blockes (vgl. Abb. 23)
Horizontalspaltung	s. Hebspaltung
Keil ³²	<i>(wedge)</i> Keile aus Holz oder Metall zur Abspaltung eines Blocks aus dem Fels (vgl. Abb. 23).
Keilnut	<i>(wedge groove, socket)</i> In regelmäßigen horizontalen oder vertikalen Abständen angebrachte keilförmige Vertiefung im Fels, um einen Block mit Hilfe von Keilen aus dem Fels zu sprengen; weniger breit und tief als Schrotgräben; s. auch Keil
Nest	s. Keilnut
Nuttrille	s. Keilnut
Römischer (schwerer) Hammer	³³ <i>(heavy, roman ' quarry pick/hammer)</i> Etwa seit flavischer Zeit (zweite Hälfte des 1. Jahrhunderts n. Chr.) gebräuchliches, tiefer in den Fels eindringendes Werkzeug zur Anlage von Schrotgräben und/oder Keilnuten, hinterlässt unregelmäßige, tiefe, nicht exakt parallele Werkspuren, sog. Girlandenschläge und weniger saubere, nicht exakt vertikale Bruchwände; größerer Materialverlust als bei Anwendung der Griechischen Hacke; ermöglicht Extraktion größerer Blöcke in kürzerer Zeit. Die Anwendung wird auch als Technik II (T II) bezeichnet (vgl. Abb. 29 unten)
Rohform	s. Rohling
Rohling ³⁴	<i>(preliminary dressed/roughly dressed form, roughed-out form)</i> Im Steinbruch grob ausgearbeiteter, nur in seinen Umrissen (Rohform) erkennbarer Block. Vorstufe zum Halbfabrikat (vgl. Abb. 4. 23–26. 28)

³² Vgl. Waelkens 1990b, 60–65; Waelkens u. a. 1990, 61–65; auch Korres 1992, 9–21; Adam 1994, 30 Abb. 38–41; Wright 2005, Abb. 67–68.

³³ Zu Technik II: Waelkens u. a. 1988a, 16f. 25 Abb. 4; Waelkens u. a. 1988b, 97f. Abb. 7; Waelkens 1990b, 59. 61 Abb. 13; Waelkens u. a. 1990, 59–61 Abb. 13–14; Russell 2013, 81 Abb. 3.16 (Relief aus Pula); auch unten Anm. 49.

³⁴ Vgl. Asgari 1992, 78 Abb. 8 Nr. 2; danach Pensabene 1994, 292 Abb. 320; Russell 2013, 241–247 Abb. 6.16; auch Korres 1992, 20f. 24f.

Schlaghammer	s. Römischer Hammer
Schrotgraben	(<i>quarry trench, quarry groove</i>) Mit Hilfe der Hacke oder des Hammers in den Fels geschlagene Rinne, meist an der Rückseite und an beiden Seiten eines Blocks, um diesen an drei Seiten freizulegen und dann aus dem Fels zu brechen; tiefer und breiter als Keilnute (vgl. 22–23)
Schrothammer	s. Römischer Hammer
Schrotpickel	s. Griechische Hacke
Schutt(haufen)	(<i>dump</i>) Künstlich entstandener (aufgehäufter) Hügel aus abgeschlagenem Steinsplitt und/oder verworfenem Steinmaterial.
Steinbruchhacke	s. Griechische Hacke
Steinbruchhammer	s. Römischer Hammer
Stoßspaltung	(<i>vertical splitting</i>) Vertikale Abspaltung eines Blocks aus dem Felsen, vorbereitet durch vertikale Schrotgräben und/oder Keilnute seitlich des Blockes
Technik I (T I)	s. Griechische Hacke
Technik II (T II)	s. Römischer Hammer
Vertikalspaltung	s. Stoßspaltung
Zweispitz	s. Römischer Hammer

Lage, Ausdehnung, allgemeiner Befund

Die Brüche für harten Kalkstein liegen in Sichtweite ca. 12–15 km nordöstlich des antiken Palmyra. Sie erstrecken sich über mehrere Quadratkilometer in einem annähernd dreieckigen Gebiet von ca. 5,2 km × 3,5 km und 3,7 km. Entlang der Pisten zwischen den Brüchen und Palmyra liegen mehrere roh ausgearbeitete Werkstücke (Abb. 7), die den Verlauf der Trassen rekonstruieren lassen, über die das Material nach Palmyra transportiert wurde³⁵.

Es handelt sich um drei größere geschlossene Brüche, in deren weiterer Umgebung sich zahlreiche kleinere Bruchgebiete befinden. Bruch 1 ist SO–NW orientiert, und misst in seiner größten Länge ca. 590 m, in der größten Breite ca. 200 m (Abb. 8). Bruch 2 liegt ca. 4,5 km nördlich von Bruch 1, ist SW–NO orientiert und misst ca. 300 × 150 m (Abb. 9). Bruch 3, ca. 3,5 km nördlich von Bruch 2 gelegen, ist ebenfalls SW–NO orientiert und misst ca. 250 × 150 m (Abb. 10). Die antiken Befunde sind in einigen Bruchabschnitten in Bruch 1 durch neuzeitliche Nutzung (u. a. durch Steinabbau mittels Dynamit-Sprengungen) stark in Mitleidenschaft gezogen.

In unmittelbarer Nachbarschaft zu den Brüchen liegen natürliche Höhlen, die meist künstlich erweiterte und teilweise zusätzlich mit Bruchsteinen befestigt sind (Abb. 11), und die Hinweise auf die Lebensumstände der Arbeiter

³⁵ Vgl. allgemein Korres 1992, 26–35.

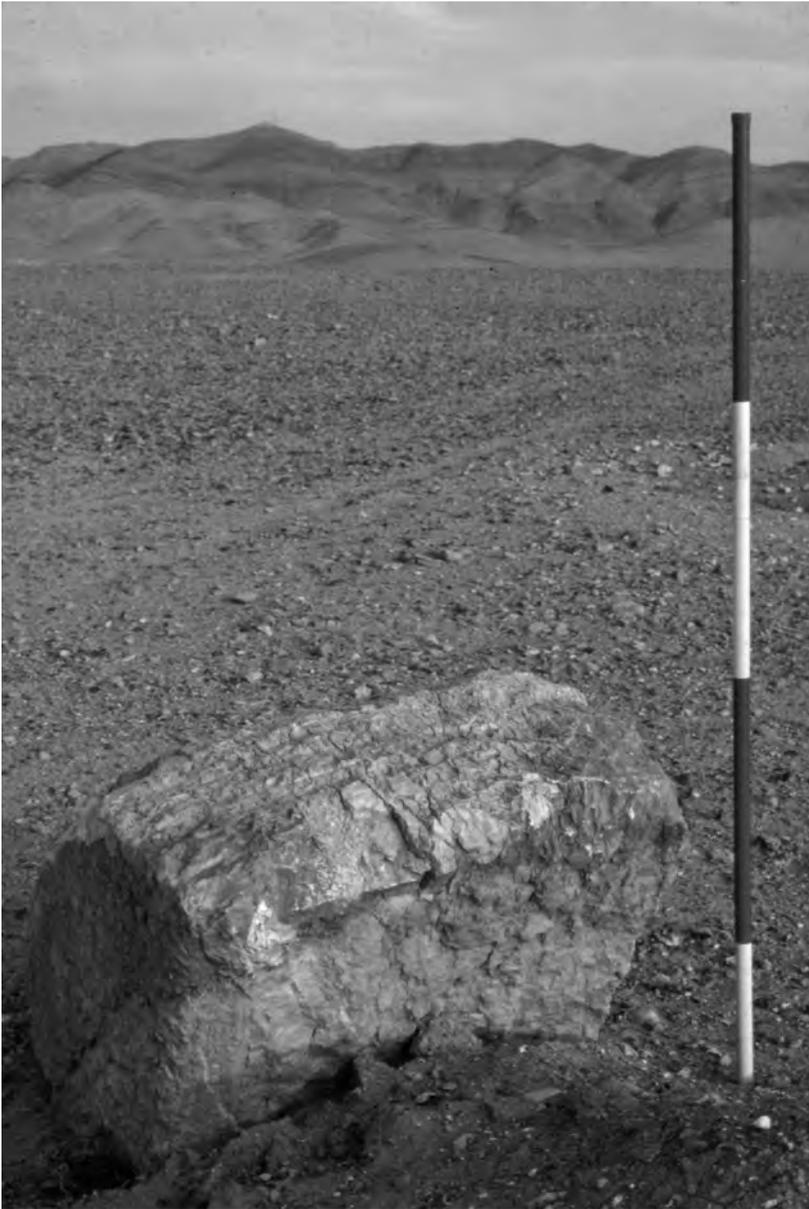


Abb. 7: Piste zwischen Palmyra und Steinbruch 1, liegen gebliebener Block

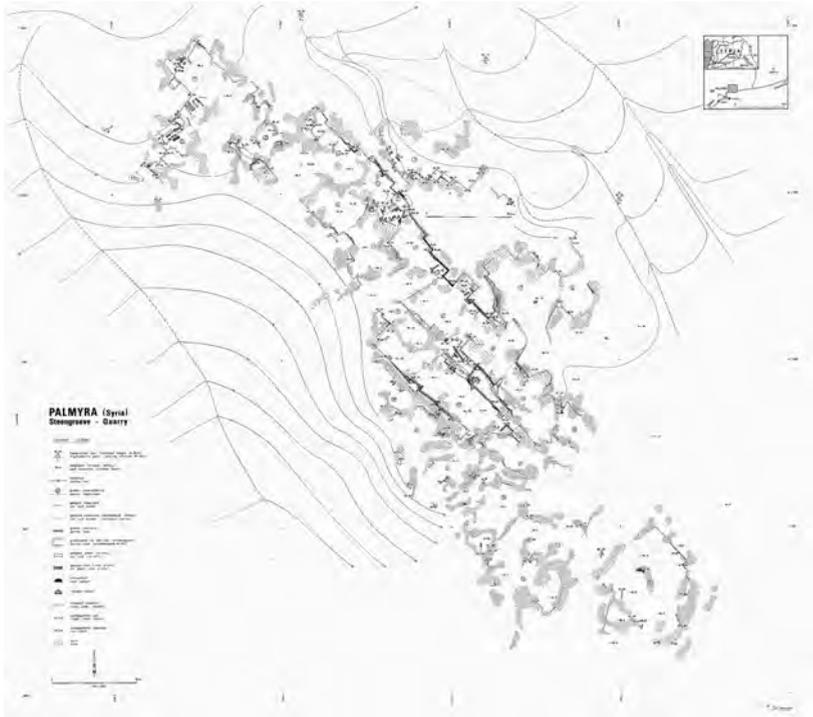


Abb. 8: Palmyra, Steinbruch 1, Plan (F. Depuydt)

liefern³⁶. Diesen Unterkünften sind häufig von Bruchsteinmauern eingefasste Plätze vorgelagert („Vorgärten“). Ein verzweigtes Kanalsystem stellte die Wasserversorgung sicher: Auf der Kuppe des Hochplateaus oberhalb von Bruch 3 sind Sammelbecken aus den felsigen Grund herausgemeißelt, von denen aus das Regenwasser über Gräben und künstlich erweiterte Felsspalten (Abb. 12) ins Tal bis zu einer Zisternenmündung geleitet wurde (Abb. 13)³⁷. Dieses Wassersystem wird noch heute von den Beduinen genutzt und weiter gepflegt. Außerdem führen schmale, in den Fels geschlagene Rinnen das Wasser aus diesen Sammelbecken teilweise direkt bis in die Wohnhöhlen.

In allen drei Brüchen sind „Drachenhäuser“ erhalten, die mit ihren Eingängen auf die Zu- bzw. Ausgänge der Brüche ausgerichtet sind. Sie sind aus verworfenen Werkstücken errichtet und mit Kragkuppeln und/oder horizontal gelegten Säulenschäften überdacht (Abb. 14–19)³⁸. Sie bestehen in der Regel aus einem größeren Haupt- und einem kleineren Nebenraum. Die

³⁶ Vgl. Abdul Massih 2008, 91f. (Baalbek).

³⁷ Vgl. Abdul Massih 2008, 90f. Abb. 17 (Baalbek).

³⁸ Zu den Ausgängen bzw. Zufahrtswegen vgl. Russell 2016, 263–265 (Aphrodisias).

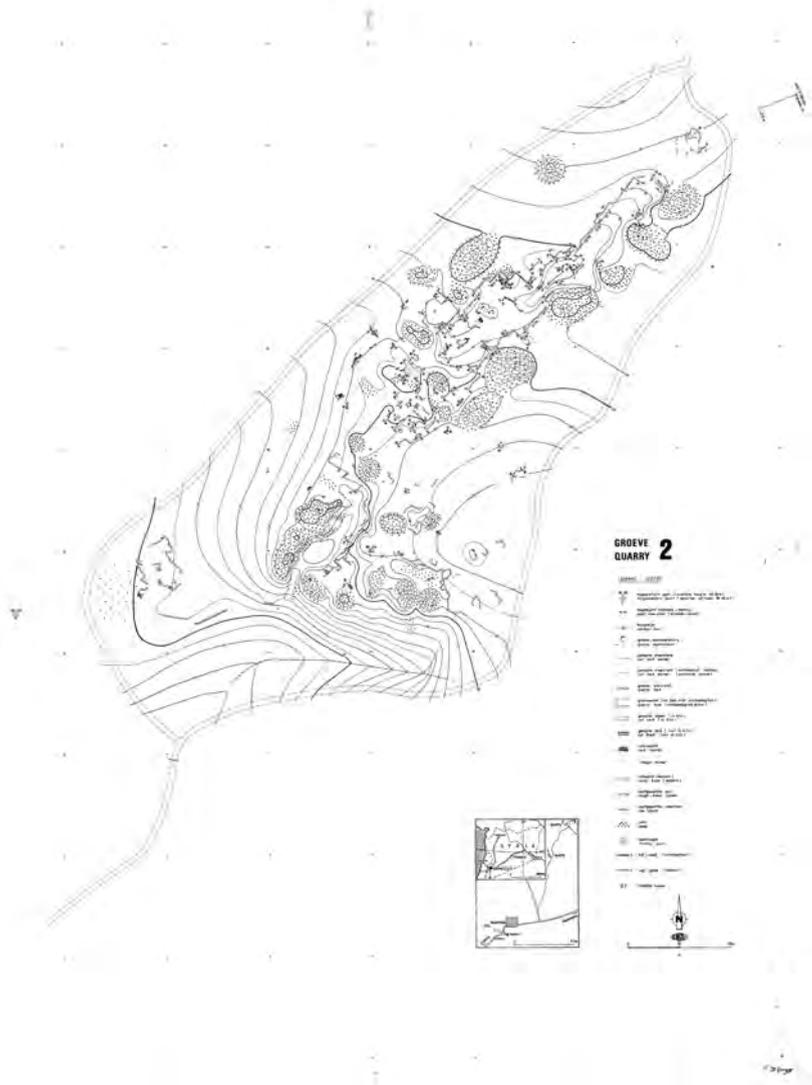


Abb. 9: Palmyra, Steinbruch 2 , Plan (F. Depuydt)

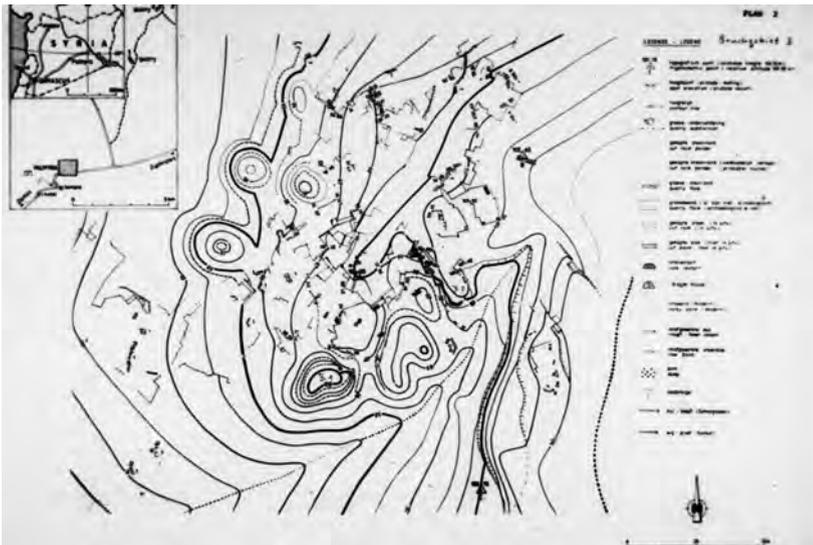


Abb. 10: Palmyra, Steinbruch 3, Planskizze (F. Depuydt)



Abb. 11: Palmyra, Wohnhöhle bei Steinbruch 3



Abb. 12: Palmyra, oberhalb Steinbruch 3, Wasserkanal



Abb. 13: Palmyra, bei Steinbruch 3, Zisternenmündung



Abb. 14: Palmyra, Steinbruch 2, Zufahrtsweg mit Drachenhaus 2.2



Abb. 15: Palmyra, Steinbruch 3, Drachenhaus 3.2



Abb. 16: Palmyra, Steinbruch 3, Eingang von Drachenhaus 3.1

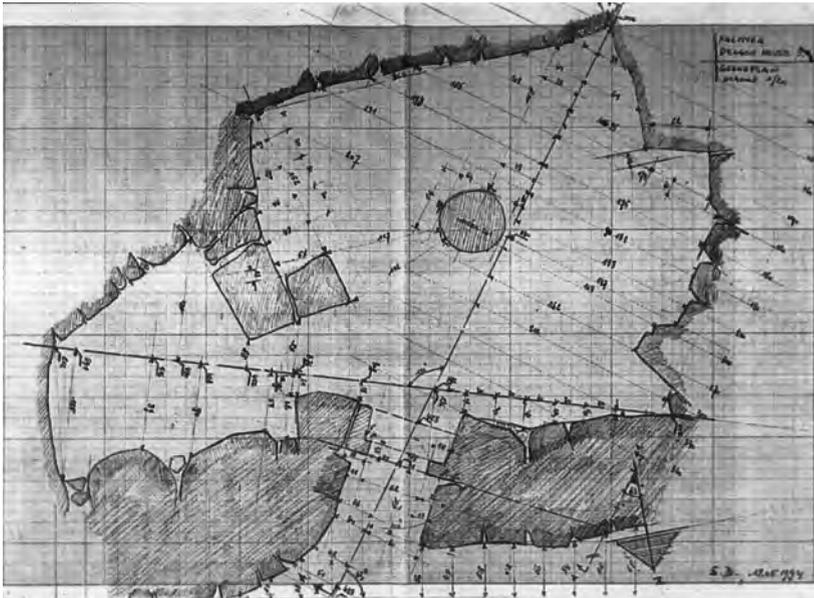


Abb. 17: Palmyra, Steinbruch 3, Drachenhaus 3.1, Plan (P. Deneef)

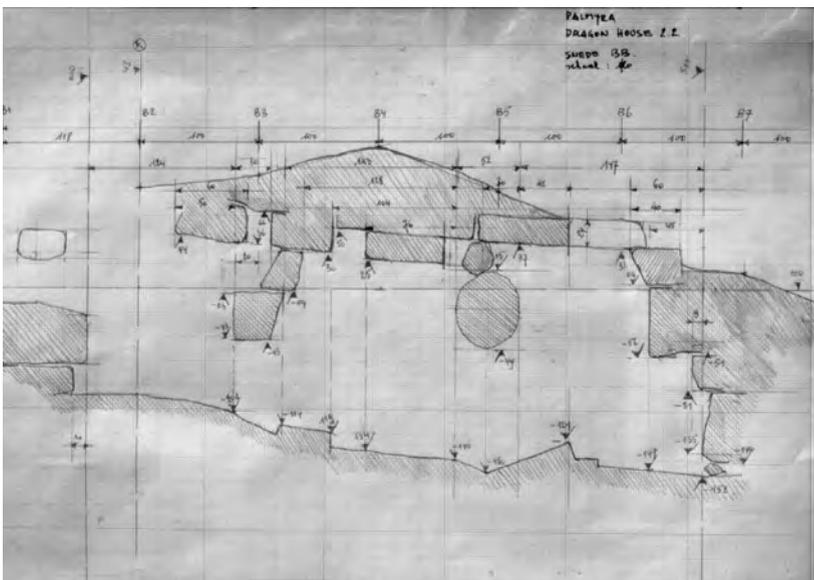


Abb. 18: Palmyra, Steinbruch 2, Drachenhaus 2.2, Schnitt (P. Deneef)



Abb. 19: Palmyra, Steinbruch 2, Decke in Drachenhäus 2.2

ursprünglich verschließbaren Türen (Abb. 16) lassen darauf schließen, dass sie als Unterkünfte für Wächter und/oder als Werkzeug- und Materiallager dienten. Palmyrenische Graffiti im Nebenraum eines der Drachenhäuser nennen Namen, möglicherweise von Steinbrucharbeitern³⁹.

Bruchttechnik und Arbeitsvorgang

In allen drei Brüchen sind die Bruchwände mehr oder weniger rechtwinklig zueinander angelegt (Abb. 20), was eine rationelle und optimale Ausbeutung des Steinmaterials ermöglichte⁴⁰. Im Übrigen sind alle für die Gewinnung des Steinmaterials notwendigen Arbeitsvorgänge im Einzelnen zu erkennen bzw. zu rekonstruieren⁴¹.

Zunächst mussten die nicht brauchbaren oberen, stark verwitterten Gesteinsschichten (‘Capellaccio’) entfernt werden (Abb. 21). Nach einer groben Glättung der Felsoberfläche wurde dann der Umriss des zu erzielenden Werkstückes aufgeritzt und ein Schrotgraben angelegt (Abb. 22). Anschließend

³⁹ Zu Inschriften in Steinbrüchen vgl. Kraus 1993 (Chemtou, datiert zw. 64 und 202 n. Chr.); Gatier 1995 (Hallabat); Russell 2016, 265 mit dem Hinweis auf den Mons Claudianus, wo *Lithophoroi* genannt sind.

⁴⁰ Vgl. Korres 1992, 9–21; auch Pensaben 1998, 373 Abb.13.

⁴¹ Zum Folgenden vgl. die detaillierte Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte bei Peschlow-Bindokat 1981, 187 (zu den Steinbrüchen von Milet).



Abb. 20: Palmyra, Steinbruch 2, Gesamtansicht von NO



Abb. 21: Palmyra, Steinbruch 1, Bruchwand mit Capellaccio (oben), Abarbeitungsspuren von T I (Mitte) und TII (unten)



Abb. 22: Palmyra, Steinbruch 3, Aufritzung (vorne) und Anlage eines Schrotgrabens



Abb. 23: Palmyra, Steinbruch 1, freigelegter Block mit unterer horizontaler Keilnut, Zustand unmittelbar vor dem Herausbrechen



Abb. 24: Palmyra, Steinbruch 1, Säule mit Bruchfleisch

wurde der Stein auf die erforderliche Höhe freigeschrotet, indem man den Schrotgraben von oben nach unten in den Fels trieb. Die Spuren dieses Arbeitsschrittes sind an den Werkstücken und an den Felswänden in Form von Streifen unterschiedlicher Führung und Breite zu sehen (s. unten). Nachdem der Stein auf allen Seiten freigelegt war (Abb. 23), wurde sein Unterlager vom Fels abgesprengt, indem man an der vorderen Unterkante des Blockes metallene oder hölzerne Keile entweder in Keilnute (sog. Nester) direkt in den Fels trieb, oder eine Nutrille anlegte, in die dann die Keile getrieben wurden. Nach Abspaltung des Blocks war der eigentliche Bruchvorgang abgeschlossen.

Bei einer ersten Bearbeitung des Materials wurde zunächst das noch erhaltene Bruchfleisch abgearbeitet. Mehrere Säulen weisen auf ihrer ganzen Länge noch das Bruchfleisch auf (Abb. 4. 24), was belegt, dass sie in horizontaler Lage aus dem Fels gebrochen wurden (s. unten)⁴². Nach Entfernung des Bruchfleisches wurden die Werkstücke grob behauen und erhielten ihre Rohform. Zahlreiche dieser Bossenformen sind in den Brüchen erhalten geblieben, u. a. Säulen, Architrave, Altäre (Abb. 25) und Sarkophage. In diesem Zustand wurden die Blöcke für den Abtransport in der Nähe der Zu- bzw. Abfahrtswege bereitgestellt (Abb. 26).

Während der für die Steingewinnung notwendigen Arbeiten musste der massenweise anfallende Steinsplitt laufend entfernt werden, um ein Weiterarbeiten zu ermöglichen. Die Schuttmassen musste also ständig aus dem Bruchgebiet hinaus befördert (wohl getragen) und außerhalb der Bruchwände deponiert werden, was zu großen Schutthaufen in unmittelbarer Nachbarschaft der Bruchwände führte⁴³.

Der Transport der Rohlinge selbst erfolgte mit Hilfe von Karren, deren Ladehöhe sich aus der Höhe der zahlreich in den Brüchen erhaltenen, aus Bruchstein aufgeschichteten Laderampen (Abb. 27) auf ca. 1,20 m rekonstruieren lässt. Ein solcher Steintransport mit einem von Ochsen gezogenen zweirädrigen Karren ist auf den Nebenseiten eines Grabreliefs in der Westnekropole von Palmyra dargestellt (Abb. 28)⁴⁴. Auch große und schwere Bauteile mussten auf diese Weise zur Baustelle bis in die Stadt transportiert werden, was den innerstädtischen Verkehr teilweise beeinträchtigte⁴⁵.

⁴² Vgl. Röder 1993, 48 Abb. 20 Taf. 47c (Chemtou).

⁴³ Vgl. ebenda 42–44 (Chermtou).

⁴⁴ Das Relief befindet sich im Versturz von Turmgrab Nr. 17b; Schmidt-Colinet 1995, 118f. Abb. 121; danach Wielgosz 1997, 74f. Taf. 8. Bei Gawlikowski 1970b, 85f. 94 Abb. 17 ist die Darstellung noch als „taureau et bouclier“, bei Watzinger – Wulzinger 1932, 49 Nr. 17b als „Darstellung eines Löwen“ interpretiert. Zum Steintransport auf von Eseln, Pferden oder Ochsen gezogenen Karren vgl. Russel 2013, 98f. Abb. 4.1 (Mosaik im Mus. Bardo); auch Adam 1994, 29 Abb. 37; Russell 2016, 265; allgemein auch Korres 1992, 32–35. Zu kaiserzeitlichen Darstellungen zweirädriger, von Ochsen gezogener Lastkarren vgl. Daremberg – Saglio I 2 (1887/1969) 926f. s. v. *carpentum* und 928f. Abb. 1199 s. v. *carrus*, *carrum*. Zur Darstellung auf der Trajanssäule vgl. auch Gauer 1977, 117 zu LXI Taf. 16a; Settis u. a. 1988, 350 Taf. 92.

⁴⁵ Zur damit möglicherweise verbundenen Beeinträchtigung des innerstädtischen



Abb. 25: Palmyra, Steinbruch 1, Bossenform eines Altars



Abb. 26: Palmyra, Steinbruch 2, zum Abtransport vorbereitete Säulen, hinten rechts eine Säule im Zufahrtsweg



Abb. 27: Palmyra, Steinbruch 3, Laderampe



Abb. 28: Palmyra, Westnecropole, Grabrelief mit Darstellung eines Steintransportes auf einem zweirädrigen Ochsenkarren

Die endgültige Glättung der Bauteile und die Ausarbeitung der Bauornamentik erfolgten erst auf der Baustelle bzw. am fertigen Bau (vgl. Abb. 1–4)⁴⁶. Dabei konnten die Blöcke mit Hebevorrichtungen gehoben werden, wie zentriert angebrachte Hebelöcher (,Wolfslöcher‘) auf dem Oberlager der Bauteile belegen⁴⁷. Flachere Werkstücke, wie Bodenplatten und Geisonblöcke konnten an Seilen mittels (Metall- oder Holz-) Pflöcken gezogen werden, die in runden Transportlöchern im vorderen Drittel auf dem Unter- oder Oberlager der Werkstücke eingesetzt waren⁴⁸.

Verkehrs vgl. Tabaszek 2008, 188f., wobei nicht geklärt ist, ob bzw. seit wann die große Säulenstraße gepflastert war; vgl. Żuchowska 2000, 187–190. Zu der Notiz bei Plinius paneg. 51, 1, dass unter Trajan „die Gebäude nicht mehr [wie früher] durch den Transport riesiger Steinblöcke erschüttert werden“, siehe Eck 2008, 65. Anm. 36.

⁴⁶ Vgl. z. B. Russell 2013, 247–250; auch Korres 1992, 48–53.

⁴⁷ z. B. bei Schmidt-Colinet u. a. 1992, Beil. 2 Nr. 67–68; 4–7 Nr. 100. 109. 110. 126. 133; 11 Nr. 167. 169; 24 Nr. 204; 27 Nr. 217; 30 Nr. 224; 41 Nr. 381; 42 Nr. 383. 384; 49 Nr. 461; vgl. allgemein auch Adam 1994, 49 Abb. 102–104; Martini 2003, 126 s. v. Hebeloch; Schmidt-Colinet – Plattner 2004, 94f. Abb. 145.

⁴⁸ z. B. bei Schmidt-Colinet u. a. 1992, Beil. 8 Nr. 148; 20 Nr. 189; 33 Nr. 236; 47 Nr. 434; 68 Nr. 553. 562; 70 Nr. 577.

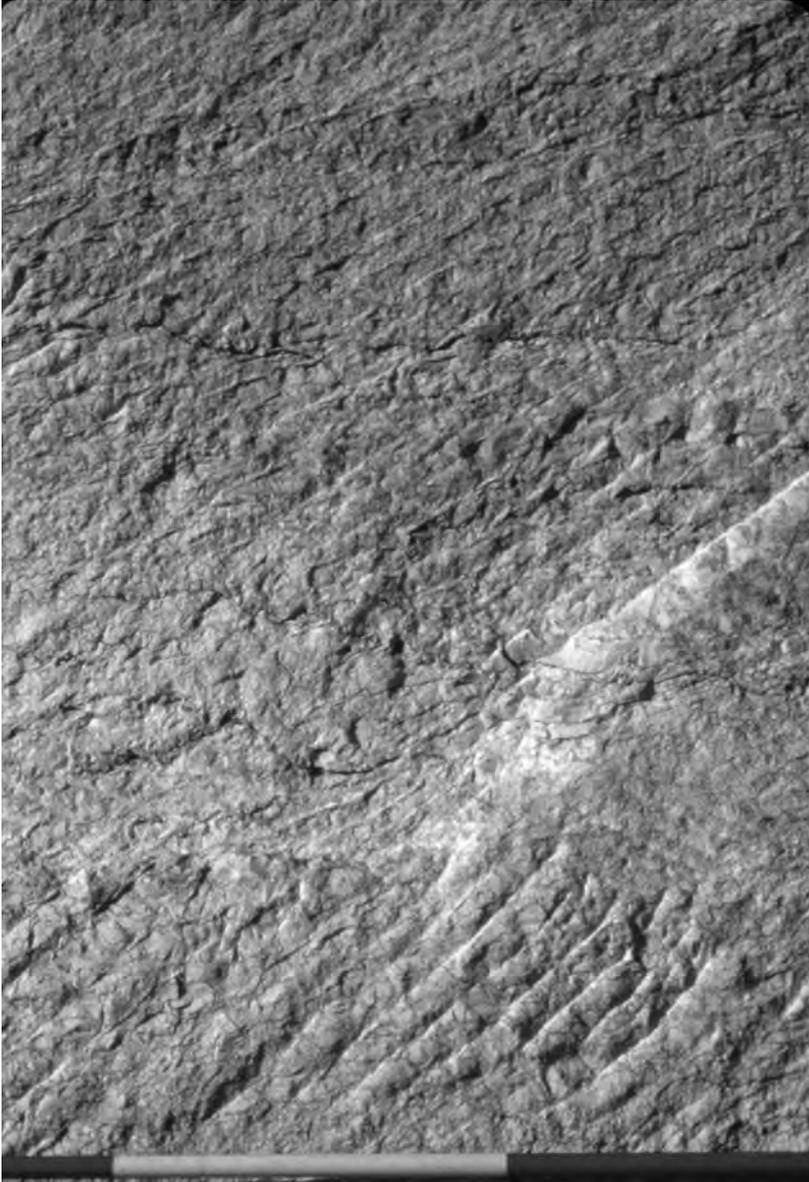


Abb. 29: Palmyra, Steinbruch 1, Abarbeitungsspuren an der Bruchwand, oben T I, unten T II

Bearbeitungsspuren und Chronologie

Einzelne Bruchabschnitte lassen sich offenbar mit bestimmten Bauprojekten in Palmyra in Verbindung bringen, was Hinweise auf eine Chronologie der Nutzung der Steinbrüche liefert. So wurden in Steinbruch I in einem ganzen Bruchabschnitt ausschließlich Blöcke mit einer standardisierten Höhe von ca. 60 cm gebrochen, was der Höhe der Mauerlagen in den Umfassungsmauern der Agora von Palmyra entspricht.

Besonders aufschlussreich sind die von den Werkzeugen hinterlassenen Bearbeitungsspuren an den Bruchwänden. Es lassen sich zwei unterschiedliche Abarbeitungsspuren erkennen: einerseits flache Rillen, die in gleich bleibenden Abständen parallel, wie mit dem Lineal gezogen sind, wobei schmale aus dem Fels vorstehende scharfe Grate zurückbleiben (Abb. 29 oben, s. oben zu Anm. 30); andererseits tiefere bogenförmige Kerben, die sog. Girlandenschläge, die in unterschiedlicher Führung und Breite und in unterschiedlichen Abständen in den Fels gehauen sind (Abb. 29 unten, s. oben zu Anm. 33). Die unterschiedlichen Werkspuren bezeugen die Verwendung unterschiedlicher Werkzeuge für die Herstellung der Schrotgräben: Bei der ersten Technik (T I) kommt die leichtere ‚griechische‘ Spitzhacke zum Einsatz, bei der zweiten (T II) der schwerere ‚römische‘ Schlaghammer. Mit der zweiten Technik konnten größere Blöcke mit geringerem Aufwand und in kürzerer Zeit gebrochen werden (Stichwort Massenproduktion). Der Übergang von der einen zur anderen Technik kann andernorts im Römischen Reich mit einem Wechsel bzw. einer Reorganisation des Verwaltungs- und Organisationssystems in den Steinbrüchen in Verbindung gebracht werden, der zwischen der zweiten Hälfte des 1. und der ersten Hälfte des 2. Jahrhunderts stattfand⁴⁹.

Für Palmyra lassen sich die beiden unterschiedlichen Bearbeitungsspuren zunächst aufgrund der Stratigraphie an den Bruchwänden relativ chronologisch differenzieren: Da im Steinbruch von oben nach unten gearbeitet wird, muss – umgekehrt zur Stratigraphie einer Grabung – höher Gelegenes älter, tiefer Gelegenes jünger sein. Da sich Technik I nur in höheren Wandabschnitten nachweisen lässt als Technik II, ergibt sich eine relative chronologische Abfolge beider Techniken. Eine Bestätigung findet diese relative chronologische Abfolge durch den Vergleich mit Werkspuren an datierten Bauten Palmyras (s. oben Anm. 8–15), insbesondere den über 50 inschriftlich datierten Grabbauten (s. oben Anm. 6–7). Während die Werkspuren der Technik I sich an Bauten des 1. Jahrhunderts n. Chr. nachweisen lassen, weisen die Bauten des 2. und 3. Jahrhunderts in der Regel die Werkspuren der Technik II auf.

Insgesamt ergibt sich, dass offenbar auch in Palmyra – wie andernorts im römischen Reich – die erste Technik in der mittleren Kaiserzeit, also gegen Ende des 1. oder in der ersten Hälfte des 2. Jahrhunderts n. Chr. durch die zweite abgelöst wurde.

Besonders augenfällig lässt sich der Wechsel der Bruch- und damit auch der Bautechnik an den Säulen verfolgen: Die Säulen des 1. und frühen 2.

⁴⁹ Vgl. dazu Fant 1989, 30; Waelkens u. a. 1988a, 15–17 Abb. 2-4; Waelkens u. a. 1988b, 109 Anm. 142; Waelkens 1990b, 59–61 (in Kleinasien); auch Kraus 1993, 62 (in Chemtou: hadrianisch); auch Russell 2013, 81; auch oben Anm. 30 und 33.



Abb. 30: Palmyra, Belheiligtum, Säule und Kapitell der Ostporticus, vertikal gebrochene Säulentrommeln, zweite Hälfte 1. Jh. n. Chr.

Jahrhunderts sind in der Regel aus einzelnen niedrigen Trommeln mit horizontaler Steinschichtung errichtet. Sie wurden also mit der Technik I in senkrechter Position aus dem Fels gebrochen⁵⁰. Dies gilt etwa für die Säulen der östlichen Umfassungsmauer des Belheiligtums, die nicht nur aufgrund von Inschriften, sondern auch stilistisch anhand der Kapitelle in die zweite Hälfte des 1. Jahrhunderts n. Chr. datiert werden können (Abb. 30). Auch die Säulen der älteren, westlichen Abschnitten der großen Säulenstraße (s. oben Anm. 15) bestehen aus sechs bis acht niedrigen Trommeln⁵¹. Ab der ersten Hälfte des 2. Jahrhunderts n. Chr. wurden die Säulen dagegen aus wenigen, langen Schäften errichtet, die – in senkrechte Position gebracht – vertikale Steinschichtung aufweisen. Diese Säulen wurden also mit der Technik II in horizontaler Lage aus dem Fels gebrochen, wie die Säulen, die noch im Steinbruch verblieben sind, an denen z. T. noch auf ganzer Länge der Schäfte das Bruchfleisch erhalten ist (s. oben Abb. 4. 24). Dies gilt etwa für die Säulen im Südhof des Baalshaminheiligtums (Abb. 31), die in der zweiten Hälfte des 2. Jahrhunderts n. Chr. errichtet wurde. Auch die Säulen der östlichen Abschnitte der Säulenstraße, unmittelbar vor dem Bogentor, das seinerseits in severische Zeit datiert ist, bestehe nur aus zwei bis drei langen Schäften⁵².

⁵⁰ Wie schon die Trommel in den *Cave di Cusa* von Selinunt: vgl. Peschlow-Bindokat 1990, bes. 15–29 Abb. 2–11 Taf. 4–23; vgl. auch die Säulen in den Steinbrüchen von Milet: Peschlow-Bindokat 1981, 190 Abb.49–53.

⁵¹ Vgl. Barański 1995, 40f. Abb. 2.

⁵² Vgl. Barański 1995, 41f. Abb. 3.



Abb. 31: Palmyra, Baalshaminheiligtum, Säule und Kapitell im Südhof, horizontal gebrochene Säulenschäfte, zweite Hälfte 2. Jh. n. Chr.



Abb. 32: Palmyra, Baalshaminempel, Säulen der Vorhalle, sowohl vertikal gebrochene Trommeln als auch horizontal gebrochene Schäfte (130/131 n. Chr.)

Der Wechsel von der einen zur anderen Technik dürfte sich in Palmyra in der ersten Hälfte des 2. Jahrhunderts vollzogen haben⁵³. Besonders aussagekräftig ist in diesem Zusammenhang der 130/131 n. Chr. errichtete Baalshaminempel (s. oben Anm. 11): An seiner Vorhalle sind Säulen beider Techniken gleichzeitig nebeneinander verwendet worden (Abb. 32). Dabei treten hier verhältnismäßig hohe Trommeln (mit horizontaler Maserung) neben verhältnismäßig niedrigen bzw. kurzen Schäften (mit vertikaler Maserung) zeitgleich nebeneinander auf, was deutlich macht, dass man offensichtlich mit beiden Techniken experimentiert hat.

Das bedeutet: Der seit hadrianischer Zeit im zweiten Viertel des 2. Jahrhunderts in Palmyra verstärkt erkennbare ‚Bauboom‘ und der damit zusammenhängende, sprunghaft ansteigende Bedarf an Baumaterial finden ihren Ausdruck in einer neuen Bruchtechnik in den Steinbrüchen. Umgekehrt hatten die neuen Bruchtechniken Rückwirkungen auf Bautechnik und Baumentalität in der Stadt.

⁵³ Vgl. anders Barański 1991, 62, der den Wechsel zur Bauweise des „*opus palmyrenum*“ in die zweite Hälfte des 2. Jhs. datiert. Den Wechsel in der Bautechnik von niedrigen Trommeln zu langen Schäften (auf der Säulenstraße) datiert Barański 1995 dagegen in die Mittedes 3. Jhs.

Ausblick

Die hier in groben Zügen vorgestellten Beobachtungen liefern nicht nur neue Erkenntnisse zur Technikgeschichte, zu Operationsabläufen im Steinbruch, zu Produktion und Transport von Baumaterial, sondern sie lassen es möglich erscheinen, künftig einzelne Bauten und Bauabschnitte Palmyras chronologisch zu differenzieren. Daraus ergeben sich neue Anhaltspunkte für die zeitliche Abfolge der städtebaulichen Entwicklung der antiken Stadt.

Wenn Theodor Wiegand 1917 schrieb, „nun ist der Plan Palmyras zum ersten Mal gemacht“⁵⁴, bleibt eines der Ziele der Forschungen, diesen Plan zunehmend auch datieren und in seiner historischen Entwicklung begreifen zu können. Auch wird zu prüfen sein, wieweit die gemachten Beobachtungen auch für andere Städte nicht nur im syrischen Raum Geltung haben.

BIBLIOGRAPHIE

Abkürzungen und Zitierweise sind den Richtlinien des Deutschen Archäologischen Instituts (DAI, Zentrale Berlin) angeglichen: <<http://www.dainst.org/publikationen/publizieren-beim-dai/richtlinien>> und <http://www.dainst.org/documents/10180/70593/02_Liste-Abk%C3%BCrzungen_quer.pdf/2c74093b-c8b6-4c6a-8af1-17a155109505>.

Darüber hinaus gelten folgende Siglen:

BAH Bibliothèque Archéologique et Historique
StPalm Studia Palmyreńskie

Abdul Massih, J.

2008 L'exploitation de la pierre à Baalbek. Étude préliminaire de la carrière des grands Monolithes, in: M. van Ess (Hrsg.), Baalbek/Heliopolis. Results of Archaeological and Architectural Research 2002–2005. German-Libanese Colloquium Berlin 2006, Baal Hors-Série 4 (Beyrouth) 77–96.

2014 Von den Steinbrüchen zu den Tempeln, in: M. van Ess – K. Reidt (Hrsg.), Baalbek – Heliopolis. 10 000 Jahre Stadtgeschichte (Darmstadt) 52–57.

Abdul Massih, J. – Bessac, J.-Cl.

2009 Glossaire technique trilingue de la pierre. L'exploitation en carrière, Guides Archéologiques de l'Institut Français du Proche-Orient 7 (Beirut).

Adam, J. P.

1977 À propos du trilithon de Baalbek. Le transport et la mise en œuvre des mégalithes, Syria 54, 31–63.

1994 Roman Building. Materials and Techniques. La construction romaine (engl.) (London)

al-As'ad, Kh. – Schmidt-Colinet, A.

1996 Tadmor – Palmyra. Syro-German Mission, in: Syrian-European Archaeology Exhibition: Working together. Damascus National Museum May 30th–July 11th 1996, Ausstellungskatalog (Damaskus) 141–148.

⁵⁴ Wiegand 1970, 244.

- al-As'ad, Kh. – Stepniowski, F. M.
 1989 The Umayyad Suk in Palmyra, DaM 4, 205–223 Taf. 53–58.
- Andrade, N. J.
 2013 Syrian Identity in the Greco-Roman World (Cambridge).
- As'ad, Kh. – Yon, J.-B.
 2001 Inscriptions de Palmyre. Promenades épigraphiques dans la ville antique de Palmyre, Guides Archéologiques de l'Institut Français du Proche-Orient 3 (Beyrouth).
- Asgari, N.
 1977 Die Halbfabrikate kleinasiatischer Girlandensarkophage und ihre Herkunft, AA, 329–380.
 1988 The Stages of Workmanship of the Corinthian Capital in Proconnesus and its Export, in: Herz – Waelkens 1988, 115–125.
 1990 Objets de marbre finis, semi-finis et inachevés du Proconnese, in: Waelkens 1990a, 106–126.
 1992 Observations on two Types of Quarry-Items from Proconnesus: Column-Shafts and Column-Bases, in: Waelkens u. a. 1992, 73–80.
- Balty, J. Ch.
 1969 La maison urbaine en Syrie, in: Dentzer – Orthmann 1969, 407–422.
- Barański, M.
 1991 „Opus Palmyrenum“, DaM 5, 59–63 Taf. 27–28.
 1995 The Great Colonnade of Palmyra Reconsidered, Aram 7, 37–46.
- Bessac, C.
 1993 in: O. Rouault – M. G. Masetti-Rouault (Hrsg.), L'Eufrate e il tempo, Ausstellungskatalog (Rimini) 227–229.
- Bessac, J.-C. – Nehmé, L.
 2001 Un pic de creusement du grès d'époque nabatéenne à Pétra, Syria 78, 83–88.
- Bührig, C.
 2016 The Stage of Palmyra: Colonnaded Streets, Spaces for Communication and Activities in the Eastern Roman Empire, in: J. Ch. Meyer – E. H. Seland – N. Anfinset (Hrsg.), Palmyrena: City, Hinterland and Caravan Trade between Orient and Occident. Proceedings of the Conference held in Athens, December 1-3, 2012 (Oxford) 59–76.
- Bounni, A. – Seigne, J. – Saliby, N.
 1992/2004 Le sanctuaire de Nabu à Palmyre, BAH 31 (Bayrouth).
- Butcher, K.
 2003 Roman Syria and the Near East (London).
- Collart, P. – Vicari, J.
 1969 Le sanctuaire de Baalshamin à Palmyre 1–2. Topographie et architecture, Bibliotheca Helvetica Romana 10,1–2 (Rom).
- Cumont, F.
 1917 Les carrières romaines d'Énesh, Aulis et Ourima, in: F. Cumont, Études Syriennes (Paris) 151–171 (= Bulletin de l'Académie de Belgique 1907, 557–577).
- Delplace, Chr. – Dentzer-Feydy, J.
 2005 L'agora de Palmyre, BAH 175 (Bordeaux – Beyrouth).
- Dentzer, J.-M. – Orthmann, W. (Hrsg.)
 1969 Archéologie et histoire de la Syrie 2, Schriften zur Vorderasiatischen Archäologie 1 (Saarbrücken).

- Dentzer-Feydy, J.
 1989 Le décor architectural en Syrie aux époques hellénistique et romaine, in: Dentzer – Orthmann 1969, 457–476.
- Dunand, Chr.
 1971 Le sanctuaire de Baalshamin à Palmyre 3. Les inscriptions, *Biblioteca Helvetica Romana* 10, 3 (Rom).
- Dworakowska, A.
 1983 Quarries in Roman Provinces (Warschau).
- Eck, W.
 2008 Verkehr und Verkehrswege in einer antiken Großstadt. Das Beispiel Rom, in: D. Mertens (Hrsg.), *Stadtverkehr in der antiken Welt. Internationales Kolloquium zur 175-Jahr-Feier des Deutschen Archäologischen Instituts Rom*, 21. bis 23. April 2004, *Palilia* 18 (Wiesbaden) 59–69.
- Fellmann, R.
 1987 Der Palast der Königin Zenobia, in: Ruprechtsberger 1987, 131–136.
- Filarska, B.
 1967 Études sur le décor architectural à Palmyre. Études Palmyréniennes 2 (Warschau) (polnisch mit franz. Resume).
- Frézouls, E.
 1976 Questions d’urbanisme Palmyrénien, in: E. Frézouls (Hrsg.), *Palmyre. Bilan et perspectives. Colloque de Strasbourg (18–20 Octobre 1973)*, *Travaux du Centre de Recherches sur le Proche-Orient et la Grèce antique* 3 (Strasbourg) 191–207.
- Gabriel, A.
 1926 Recherches archéologiques à Palmyre, *Syria* 7, 71–92.
- Gatier, P.-L.
 1995 Inscriptions grecques des carrières de Hallabat, in: *Studies in the History and Archaeology of Jordan* 5 (Amman) 399–402.
- Gauer, W.
 1977 Untersuchungen zur Traianssäule, *MAR* 16 (Berlin).
- Gawlikowski, M.
 1969 Les temples dans la Syrie à l’époque hellénistique et romaine, in: Dentzer – Orthmann 1969, 323–346.
 1970a Monuments funéraires de Palmyre, *Travaux du Centre d’Archéologie Méditerranéenne de l’Académie Polonaise des Sciences* 9 (Warschau).
 1970b *Palmyrena, Berytus* 19, 65–94 Abb. 14–17.
 1977 Le temple d’Allat à Palmyre, *RA*, 253–274.
 1983 Reflexions sur la chronologie du sanctuaire d’Allat à Palmyre, *DaM* 1, 59–67 Taf. 13–14.
 1984 Les *principia* de Dioclétien. «Temple des Enseignes», *Palmyre* 8 (Warschau).
 2004 L’architecture sacrée en Syrie romaine, in: A. Schmidt-Colinet (Hrsg.), *Lokale Identitäten in Randgebieten des Römischen Reiches. Akten des Internationalen Symposiums in Wiener Neustadt*, 24.–26. April 2003, *Wiener Forschungen zur Archäologie* 7 (Wien) 83–90.
 2012 Le Tarif de Palmyre et le temple de Rab’ asirê, *CRAI*, 765–780.
 2013 In the Footsteps of Prince Abamelek, in: Gawlikowski – Majcherek 2013, 87–96.
 2014 Palmyra: Reexcavating the Site of the Tariff. Fieldwork in 2010 and 2011, *PolAMed* 23/1. Reports 2011, 415–430.
 2016 The Urban Development of Palmyra, *Aram* 28, 485–496.

- Gawlikowski M. – Majcherek, G. (Hrsg.)
 2013 Fifty Years of Polish Excavations in Palmyra 1959–2009. International Conference Warsaw, 6–8 December 2010, = StPalm 12.
- Haase, C.-P.
 1995 Michael Meinecke, 6. 11. 1941–10. 1. 1995, *Der Islam* 72, 1–6.
- Hammad, M.
 2010 Palmyre. Transformations urbaines. Développement d’une ville antique de la marge aride syrienne (Paris).
- al-Hariri, Kh.
 2013 The Tomb of ‘Aqraban, in: Gawlikowski – Majcherek 2013, 149–157.
- Herz, N. – Waelkens, M. (Hrsg.)
 1988 Classical Marble: Geochemistry, Technology, Trade, NATO ASI Series E: Applied Sciences 153 (Dordrecht).
- Jakubiak, K.
 2013 *Via Sacra* or Sacral Space in Palmyra, *ZOrA* 6, 144–155.
- Kaizer, T.
 2015 On the Origins of Palmyra and its Trade, *JRA* 28, 881–888.
 2016 The Future of Palmyrene Studies, *JRA* 29, 924–931.
- Korres, M.
 1992 Vom Penteli zum Parthenon. Werdegang eines Kapitells zwischen Steinbruch und Tempel, Ausstellungskatalog München (München).
- Kraus, Th.
 1993 Steinbruch- und Blockinschriften, in: F. Rakob (Hrsg.), *Simitthus 1. Die Steinbrüche und die antike Stadt (Mainz)* 55–64.
- Leisten, Th.
 1995 Michael Meinecke, 6 November 1941–10 January 1995, *Artibus Asiae* 55, 382.
- Martini, W.
 2003 Sachwörterbuch der Klassischen Archäologie (Stuttgart).
- Meinecke, M.
 1996 ar-Raqa am Euphrat: Imperiale und religiöse Strukturen der islamischen Stadt, *MDOG* 128, 157–172.
- Meinecke, M. – Schmidt-Colinet, A.
 1993 Palmyra und die frühislamische Architekturdekoration von Raqa, in: E. M. Ruprechtsberger (Hrsg.), *Syrien. Von den Aposteln zu den Kalifen*, *Linzer Archäologische Forschungen* 21, Ausstellungskatalog Linz (Linz) 352–359.
- Pensabene, P.
 1994 Le vie del marmo. I blocchi di cava di Roma e di Ostia: Il fenomeno del Marmo nella Roma Antica, *Itinerari Ostiensi* 7 (Rom).
 1998 Marmi antichi 2. Cave e tecnica di lavorazione, provenienze e distribuzione, *Studi Miscellanei* 31 (Rom).
- Peschlow-Bindokat, A.
 1981 Die Steinbrüche von Milet und Herakleia am Latmos, *JdI* 96, 157–214.
 1990 Die Steinbrüche von Selinunt. Die Cave di Cusa und die Cave di Barone (Mainz).
- Reber, K.
 2001 „σκέπην τινά ποιμένων ή βουκόλων“ – Zur Verbreitung und Funktion der euböischen Drachenhäuser, in: S. Buzzi u. a. (Hrsg.) *Zona Archeologica. Festschrift für Hans Peter Isler zum 60. Geburtstag (Bonn)* 333–351 Taf. 51–52.

- Röder, G. und J.
 1993 Die Steinbrüche des numidischen Marmors von Chemtou, in: F. Rakob (Hrsg.), *Simitthus 1. Die Steinbrüche und die antike Stadt* (Mainz) 17–53 Taf. 35–60.
- Ruprechtsberger, E. M. (Hrsg.)
 1987 Palmyra. Geschichte Kunst und Kultur der syrischen Oasenstadt, *Linzer Archäologische Forschungen 16*, Ausstellungskatalog Frankfurt/Linz (Linz).
- Ruprechtsberger, E. M.
 1999 Vom Steinbruch zum Jupitertempel von Heliopolis/Baalbek (Libanon), *Linzer Archäologische Forschungen 30* (Linz).
- Russell, B.
 2013 *The Economics of the Roman Stone Trade*, Oxford Studies on the Roman Economy (Oxford) <<https://global.oup.com/academic/product/the-economics-of-the-roman-stone-trade-9780199656394?cc=at&lang=en&#>>.
 2016 Mapping the marble Quarries, in: R. R. R. Smith – J. Lenaghan – A. Sokolicek – K. Welch (Hrsg.), *Aphrodisias Papers 5: Excavation and Research at Aphrodisias 2006–2012*, *JRA Suppl 103* (Porthmouth) 255–267.
- Saliou, C.
 1996 Du portique à la rue à portiques. Les rues à colonnades de Palmyre dans le cadre de l'urbanisme romain impérial: originalité et conformisme, in: *Palmyra and the Silk Road*, International Colloquium Palmyra and the Silk Road, Palmyra, 7-11 April 1992, *AAS 42*, 319–330.
- Schlumberger, D.
 1935a Études sur Palmyre 1: Le développement urbain de Palmyre, *Berytus 2*, 149–162 Taf. 54.
 1935b Études sur Palmyre 2: Notes sur le décor architectural des colonnades des rues et du camp de Dioclétien, *Berytus 2*, 162–167 Taf. 55–56.
- Schmidt-Colinet, A.
 1987 Palmyrenische Grabarchitektur, in: Ruprechtsberger 1987, 214–224.
 1990 Considérations sur les carrières de Palmyre en Syrie, in: Waelkens 1990a, 88–92.
 1995a (Hrsg.), *Palmyra. Kulturbegegnung im Grenzbereich* (Mainz).
 1995b *The Quarries of Palmyra*, *Aram 7*, 53–58 Abb. 1–7.
 2005a *Palmyra. Kulturbegegnung im Grenzbereich* ³(Mainz).
 2005b Die Steinbrüche von Palmyra, in: F. Meynersen (Hrsg.), *Orte und Zeiten. 25 Jahre archäologische Forschungen in Syrien 1980–2005* (Damaskus) 92f.
 2015a Erinnerungen an Khaled al-As'ad. Zum Ende einer Epoche in Palmyra, *MDOG 147*, 5–8.
 2015b Wozu das Öl? Fragen zum Empfang Hadrians in Palmyra, in: H. Meyer (Hrsg.), *Drahdweiberl. Ansichten aus der Literatur und Neueren Kunst- und Kulturwissenschaft. Freundesgabe für Michaela Fuchs zum 4. August 2015*, = *Gephyra 9*, 51–58.
 2016a Khaled al-As'ad 1934–2015, *AJA 120/2*, <www.ajaonline.org/online-necrology/2597>.
 2016b Khaled al-As'ad, 1934–18 August 2015, *Antiquity 90/351*, <<http://antiquity.ac.uk/tributes/al-asad.html>>.
- Schmidt-Colinet, A. – al-As'ad, W. (Hrsg.)
 2013 *Palmyras Reichtum durch weltweiten Handel. Archäologische Untersuchungen im Bereich der hellenistischen Stadt*, 2 Bde. (Wien). Bd. 1: <https://e-book.fwf.ac.at/detail_object/o:382>; Bd. 2: <https://e-book.fwf.ac.at/detail_object/o:384>.

- Schmidt-Colinet, A. – Plattner, G. A.
 2004 Antike Architektur und Bauornamentik. Grundformen und Grundbegriffe (Wien).
- Schmidt-Colinet, A. – al-As'ad, Kh. – Müting-Zimmer, C.
 1992 Das Tempelgrab Nr. 36 in Palmyra. Studien zur Palmyrenischen Grabarchitektur und ihrer Ausstattung, DaF 4 (Mainz).
- Schmidt-Colinet, A. – al-As'ad, Kh. – al-As'ad, W.
 2013 Thirty Yars of Syro-German/Austrian Archaeological Research at Palmyra, in: Gawlikowski – Majcherek 2013, 299–318.
 2016 30 Years of Syro-German/Austrian Archaeological Research (Homs), in: Y. Kanjou – A. Tsuneki (Hrsg.), A History of Syria in One Hundred Sites (Oxford) 339–348. <<http://archaeopress.com/ArchaeopressShop/Public/displayProductDetail.asp?id={D89330D1-EF08-4264-A7F5-D2C5DE4F57BF}>>.
- Schnädelbach, K.
 2010 Topographia Palmyrena 1. Topography, Documents d'archéologie syrienne 18 (Damaskus).
- Schulz, B. – Winnefeld, H.
 1921 Die Steinbrüche, in: Baalbek 1, 34–36 Taf. 7–9.
- Settis, S. – La Regina, A. – Agosti, G. – Farinella, V.
 1988 La Colonna Traiana (Turin).
- Seyrig, H. – Amy, R. – Will, E.
 1968/1975 Le temple de Bél à Palmyre, BAH 83 (Paris).
- Starcky, J. – Gawlikowski, M.
 1985 Palmyre (Paris).
- Tabaczek, M.
 2004 Die Säulenstraßen des Vorderen Orients. Die Entstehung eines Monumenttypus im Spannungsfeld zweier Kulturen, in: A. Schmidt-Colinet (Hrsg.), Lokale Identitäten in Randgebieten des Römischen Reiches. Akten des intern. Symposiums in Wiener Neustadt 2003, Wiener Forschungen zur Archäologie 7 (Wien) 209–221.
 2008 Verkehrswege in vorderorientalischen Städten an den Beispielen von Gerasa und Palmyra, in: D. Mertens (Hrsg.), Stadtverkehr in der antiken Welt. Internationales Kolloquium zur 175-Jahr-Feier des Deutschen Archäologischen Instituts Rom, 21. bis 23. April 2004, Palilia 18 (Wiesbaden) 181–192.
- Waelkens, M.
 1988 Production Patterns of Sarcophagi in Phrygia, in: Herz – Waelkens 1988, 139–143.
 1990a (Hrsg.), Pierre éternelle du Nil au Rhin, Ausstellungskatalog Bruxelles (Bruxelles).
 1990b Technique de carrière, préfaçonnage et ateliers dans la civilisation classique (mondes grec et romain), in: Waelkens 1990a, 53–72.
- Waelkens, M. – De Paepe, P. – Moens, L.
 1988a Quarries and the Marble Trade in Antiquity, in: Herz – Waelkens 1988, 11–28.
 1988b Patterns of Extraction and Production in the White Marble Quarries of the Mediterranean: History, Present Problems, and Prospects, in: J. C. Fant (Hrsg.), Ancient Marble Quarrying and Trade. Papers from the Colloquium held at the Annual Meeting of the Archaeological Institute of America, San Antonio, Texas, December, 1986 BARIntSer 453 (Oxford) 81–116. 153–158.
 1990 The Quarrying Techniques of the Greek World, in: Marble. Art Historical and Scientific Perspectives on Ancient Sculpture. Papers Delivered at a Symposium

- Organized by the Department of Antiquities and Antiquities Conservation and Held at the J. Paul Getty Museum April 28–30, 1988 (Malibu) 47–72.
- Waelkens, M. – Herz, N. – Moens, L.
1992 (Hrsg.), *Ancient Stones: Quarrying, Trade and Provenance. Interdisciplinary Studies on Stones and Stone Technology in Europe and Near East from Pre-historic to Early Christian Periods*, ActaALovMono 4 (Leuven).
- Watzinger, C.
1932 Zur Geschichte des Grabturms, in: Th. Wiegand (Hrsg.), *Palmyra, Ergebnisse der Expeditionen von 1902 und 1917* (Berlin) 77–84.
- Watzinger, C. – Wulzinger, K.
1932 Die Nekropolen, in: Th. Wiegand (Hrsg.), *Palmyra, Ergebnisse der Expeditionen von 1902 und 1917* (Berlin) 45–76 Taf. 25–44.
- Wiegand, G.
1970 (Hrsg.), *Halbmond im letzten Viertel. Briefe und Reiseberichte aus der alten Türkei von Theodor und Marie Wiegand 1893 bis 1918* (München).
- Wielgosz, D.
1997 *Funeraria Palmyrena*, StPalm 10, 69–77 Taf. 1–11.
2000 *Le sculpture in marmo Proconnesio a Palmira*, RdA 24, 96–105.
2005 La présence de marbres précieux à Palmyre, in: P. Bieliński – M. Stępniewski (Hrsg.) *Aux pays d’Allat. Mélanges offerts à Michał Gawlikowski* (Warschau) 303–324.
2010 La sculpture en marbre à Palmyre, StPalm 11, 75–106.
2013 *Coepimus et lapide pingere. Marble Decoration from the so-called Baths of Diocletian in Palmyra*, in: Gawlikowski – Majcherek 2013, 319–332.
- Will, E.
1983 Le développement urbain de Palmyre. Témoignages épigraphiques anciens et nouveau, Syria 60, 69–81.
1996 À propos de quelques inscriptions palmyréniennes: Le cas de Septimus Vorôd, Syria 73, 109–115.
- Wright, G. R. H.
2005 *Ancient Building Technology 2: Materials. Part 1: Text, Part 2: Illustrations, Technique and Change in History 7,2* (Leiden).
- Żuchowska, M.
2000 Quelques remarques sur la grande colonnade à Palmyre, in: J.-C. David – M. al-Dbiyat (Hrsg.), *La ville en Syrie et ses territoires: Héritages et mutations*, BEtOr 52, 187–193.
2007 *Palmyra. Excavations 2002–2005. Insula E by the Great Colonnade*, PolAMed 17. Reports 2005, 439–450.
2010 *The Western Gate of Palmyra*, StPalm 11, 107–114.

Abbildungsnachweis: Wenn nicht anders angegeben, liegen den Abbildungen Aufnahmen des Verf. zugrunde.