3 Die natürlichen Baustoffe in Mittelasien

3.1 Baustoffuntersuchungen

Die Erforschung und Untersuchung der alten Baumaterialien begleiteten die archäologischen und architektonischen Untersuchungen von Baudenkmalen. In der Mehrzahl der wissenschaftlichen Arbeiten sind Angaben zu den Baumaterialien nach Zusammensetzung und Zusammenstellung enthalten. Indessen fanden chemische Analysen sowie eine umfassende Feststellung der Besonderheiten der Materialien erstmals durch GRAŽDANKINA im Rahmen der JuTAKE statt[222]. Sie erarbeitete eine Verfahrensmethodik für Felduntersuchungen und Analysen entnommener Proben: die Überprüfung der physikalisch-technischen Eigenschaften, die Rekonstruktion der Zusammensetzung und die Bestimmung der zur Herstellung von Baumaterial verwendeten Rohstoffe unter Berücksichtigung der lokalen Vorkommen. Vor allem gelang es ihr, Baumaterial frühmittelalterlicher und mittelalterlicher Baudenkmäler zu untersuchen. Nur in geringerem Maße befasste sie sich mit prähistorischen Baudenkmalen. Überdies ist der Großteil ihrer Forschungen Bauwerken in Margiana bzw. in Merv gewidmet.

Die Unversehrtheit des Lehmziegels hängt vom entsprechenden Schutz gegen Nässe und Feuchtigkeit ab. Infolgedessen ist der Zustand von Ziegeln aus geschützten Lagen stabiler als aus offenen bzw. ungeschützten Lagen. Das trockene heiße Klima von Margiana garantiert im Vergleich zu anderen Gebieten Mittelasiens einen wesentlich höheren Grad der Unversehrtheit von Gebäuden aus Lehmziegeln, so z. B. der alten Stadtmauern von Afrasiab/Samarkand oder Balasagun. Dies wird auch durch die gründliche Vorbereitung der Formmasse und das sehr sorgsame Trocknen des Ziegels ermöglicht und gefördert. Die Sichtprüfung einer Anzahl von Lehmziegeln an der Bruchstelle ließ eine gleichmäßige, feinkörnige, sorgfältig durchmischte Formmasse erkennen, die meistens Beimischungen organischen Ursprungs wie Häcksel enthielten[223].

Die Qualität des gebrannten Merver Ziegels ist als nicht sehr hoch zu bewerten. Sein guter Erhaltungszustand muss im wesentlichen den milden klimatischen Bedingungen zugeschrieben werden. Die Druckfestigkeit dieses Ziegels geht nicht über 100 kg/cm^2 hinaus; sie beträgt im Mittelwert 50 kg/cm^2. Dagegen konnten in einer Reihe von Gebäuden in Samarkand eine Druckfestigkeit von 150 kg/cm^2 ermittelt werden[224]. Dies bedeutet, dass die erarbeitete Herstellungstechnologie für Ziegel im allgemeinen die gleiche war, sie aber von lokalen Bedürfnissen und den natürlich-klimatischen Besonderheiten abhängig war.

Ein gebrannter antiker Ziegel besitzt dieselben Maße und faserigen Beimengungen wie ein Lehmziegel in früheren und gleichzeitigen Gebäuden[225]. Der Ziegel in Afrasiab, Alt-Nisa und Merv ist durch einen gewissen Mangel an Wasser bei der Fertigung der Formmasse und eine große Beimengung faserigen Materials gekennzeichnet, wie sie mit Ausnahme des Mausoleums von Sultan Sanğar später kaum noch anzutreffen ist[226].

Einen zweiten Höhepunkt in der Erforschung mittelasiatischer Baumaterialien stellt die Tätigkeit von GERTMAN dar, der sich insbesondere mit dem alten Chorezmien beschäftigte[227]. Vor allem das Erfassen der Formen und die Untersuchung der Ziegelzeichen an den Oberflächen erlaubten ihm, die Herstellungsorganisation zu bewerten, die Herstellungsmengen zu ermitteln sowie die Versatzmarken der Hersteller zu interpretieren. Allerdings wurden die Materialien von ihm nicht chemischen Analysen unterzogen.

Den Besonderheiten des Bauziegels bei mittelasiatischen Gewölben sind einige Arbeiten von VORONINA, PUGAČENKOVA und LAPIROV-SCOBLO gewidmet[228].

3.2 Herstellungsbedingungen für lößbasierende Baumaterialien

Zur Produktion von lößbasierenden Baumaterialien waren zumindest folgende Mittel notwendig: Lehm, Wasser, organische und mineralische Zuschlagstoffe, Brennstoffe, Gelände zum Trocknen der Produkte, Transportmittel. Man brauchte eine Leitung bzw. Verwaltung, Instrumente und Ausrüstung sowie nicht zuletzt entsprechende Arbeitskräfte.

Ungeachtet dessen, dass nahezu sämtliche Böden der besiedelten Gebiete Mittelasiens Lehmböden sind, ist deren Qualität und Zugänglichkeit bei weitem nicht überall ausreichend. Nicht an allen Bauplätzen konnten aus einem Verfügbarkeitsradius von 15 km wirklich alle zur Herstellung von lößbasierendem Material notwendigen Komponenten herangeschafft werden. Leider sind die Eigenschaften des Baumaterials von konkreten Gebäuden

---

[222] ГРАЖДАНКИНА 1955: 188-191.
[223] ГРАЖДАНКИНА 1958: 115; CHRISTENSEN 1967: 91.
[224] ГРАЖДАНКИНА 1958: 116.
[225] Siehe dazu Beschreibung der Grabung VII in Munčak-Tepe bei Ustrušana (1. - 4. Jh. n. Chr.) von ГАЙДУКЕВИЧ 1947: 105-106; ВОРОНИНА 1949a: 104, Abb. 28б.
[226] TERENOŽKIN weist auf Backsteine in der Kulturschicht Afrasiab III hin (4. - 2. Jh. v. Chr.), vermutet ihre Verwendung aber auch für die frühere Periode Afrasiab I (6. - 4. Jh. v. Chr.). - Siehe ТЕРЕНОЖКИН 1950: 157, Fn. 24; ГРАЖДАНКИНА 1958: 116: Der Ziegel des Mausoleums von Sultan Sanğar ist einer Art Übergangsstufe zum vorherrschenden Typus des gebrannten Ziegels zuzurechnen. Dieser erscheint bereits mit dem 8. und 9. Jh. n. Chr.; ПИЛИПКО 2001: 220-222.
[227] ГЕРТМАН 1991b: 277-286; 1998: 136-150.
[228] ВОРОНИНА 1953a: 3-16; ПУГАЧЕНКОВА 1966: 75-81; ЛАПИРОВ-СКОБЛО 1981: 241-249.

nur in Margiana und teilweise in Chorezmien genauer untersucht worden. Es ist daher nicht möglich, Aussagen über die Qualität des Lehms sowie das prozentuale Verhältnis der darin enthaltenen Komponenten in anderen Regionen Mittelasiens zu machen. Zweifel bestehen u. a. hinsichtlich der Großbauten (z. B. Zitadelle Toprak-Kala in Chorezmien). Es ist nicht bekannt, ob der hier verwendete Lehm nur aus einem Vorkommen oder aber aus mehreren stammt und ob etwa neben der Ausbeutung zusätzlicher Lagerstätten der zur Freilegung der Baugrube ausgegrabene Lehm wiederum zur Errichtung des Fundaments verwendet wurde, wie dies von Ethnographen berichtet wird[229]. GERTMAN vermutet, dass der Lehm für die Bauten Chorezmiens aus den Bewässerungskanälen kam[230], die sowohl in Chorezmien als auch in Margiana angelegt wurden. Dafür spricht auch die Konzentration von altertümlichen Lehmbauten entlang der Kanäle. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass zur Errichtung von Lehmmauern, z. B. zum Schutz eines Schlosses oder einer Ortschaft, eben jener Lehm verwendet wurde, der aus dem davor ausgehobenen Graben gewonnen wurde[231]. Dies könnte bedeuten, dass die Höhe dieser Mauern bzw. Wälle proportional zur ausgehobenen Grabentiefe ist.

3.3 Einheimische Terminologie

Die Meister, die eine Lehmmauer errichten, werden in Mittelasien und im Iran als *devār-kaš*, *čineh-kaš* bezeichnet[232]. Mit der Herstellung des Lehmziegels - *hištkāri*, *āğur-haneh* - waren hier spezielle Handwerksmeister befasst, *heštgar*, *heštzan*, *heštmāl*, *fahhar* genannt[233]. Im Mittelalter wurden die Handwerksmeister, welche die Ziegel formten, *hištmāl* genannt[234]. Sehr interessant und aufschlußreich ist der Umstand, dass sich in Margiana, Fergana und Chorezmien Töpfermeister ausschließlich mit der Herstellung und dem Brennen von Ziegeln bzw. Dachziegel befassten und sich auf diese Tätigkeit spezialisierten[235]. Der Handwerker, der das Brennen der Ziegel vornimmt, wird als *hištpaz*, *hištgar*, *āğur-paz* bezeichnet[236]. Die Untersuchung einer großen Anzahl von Ziegeln aus alten Gebäuden Chorezmiens ließ aufgrund der in die Ziegel geprägten Versatzmarken die Anzahl der Hersteller, deren sozialen Status und die Zugehörigkeit zu einer Genossenschaft erkennen[237].

In Mittelasien wurden aus Löß zusammen mit anderen Materialien Lehmschichten und Lehmblöcke[238], handgerechte Lehmklumpen, luftgetrocknete und künstlich gebrannte Ziegel sowie Mörtel zum Mauern und Verputzen hergestellt.

Die Lehmblöcke *zmoyštve* sind in *Videvdata* erwähnt[239]. Mit den Begriffen *pāhsa*, *pāhsa-devāl (devār)* werden in fast allen Gebieten Mittelasiens Mauern und deren Fundamente bezeichnet, die aus gestapelten Schichten gestoßenen Lehms errichtet wurden. Das Wort *pāhsa*, vermutlich eine Vorform für tadžikisch *pahš* - pressen, beschrieb zunächst nur den Prozess des Einrammens bzw. Einschlagens von Lehmklumpen in den Untergrund[240]. Am Oberlauf des Amu-Darja, im südlichen Tadžikistan, bezeichnet man eine auf eben diese Art entstandene Mauer entsprechend der Anzahl der in ihr enthaltenen Schichten, *se-devāra* (mit drei Schichten), *čār-devāra* (mit vier Schichten). Im Iran wird mit *čineh* die gesamte Lehmmauer bezeichnet. In Kašgar (Ost-Turkestan) wird "die irdene Mauer rings um die Stadt, den *kurgan* [hier der Burg], die Gartenmauer aus aufeinandergelegten Schichten (von 1,5 – 2 *aršin*[241])" als *safil'* bezeichnet[242].

Mit dem Wort *kulāla (guvala, guvalak)*[243] - Kugel, runde Form bezeichnete man in Mittelasien die feuchte, in 25-20 x 10-9 cm großen Kugeln handgeformte zusammengeballte Lehmmasse, die als spezielles Baumaterial zum Mauern von Wänden und zur Ausfüllung von hölzernen Mauerrahmen bei Fachwerkhäusern verwendet wurden. Diese Lehmklumpen verformen sich bei Ablagern oval.

Ein Lehmziegel wird von der iranischsprachigen Bevölkerung Mittelasiens *hišt* genannt[244]. Aus der *Videvdata* ist überliefert, dass ein sonnen-, also luftgetrockneter Lehmziegel im Altertum als *išty'a*, *(h)ištiš* bezeichnet wurde[245]. In den bilingualen Gebieten Mittelasiens sowie unter der turksprachigen Bevölkerung ist in der Gegenwart der Terminus *ġišt* (ghišt) als Variante von *hišt* gebräuchlich[246]. Die Choresmier bezeichneten zu

---

229 WULFF 1975: 109.
230 ГЕРТМАН 1998: 142.
231 АЛЬБАУМ 1960: 9, siehe auch Fn. 8; НИЛЬСЕН 1966: 213-214.
232 ПИСАРЧИК 1954: 226, 255-256; WULFF 1975: 108.
233 WULFF 1975: 115.
234 МУКМИНОВА 1976: 137.
235 РАЗВАДОВСКИЙ 1916, VIII: 710, 714 - zit. nach: ЕКИМОВА 1959: 347; ПИЛИПКО 2001: 222, Abb. 161, 162.
236 ГАФФАРОВ 1976, I: 291.
237 ГЕРТМАН 1991b: 285; 1998: 136; Vgl. den Textteil, Punkt 3.6.1.1 Das Formen von Lehmziegeln: Die Markierung der Lehmziegel, S. 72f.
238 Zur Herstellung der Lehmblöcke siehe den Textteil, Punkt 3.5 Lehm in Schichten: Die Formgebung von Lehmschichten, S. 65f.
239 ВИДЕВДАТА VIII, 10 - zit. nach ГАФУРОВ, ЛИТВИНСКИЙ (Hrsgg.) 1963: 141; HERZFELD 1974, II: 807.
240 Vgl. dazu die Redewendung *pāhsa karda hurdan* (tadž.) – essen, dabei den Mund prall vollstopfend.
241 Ein *aršin* entspricht 0,71 m. Das russische *aršin* ist vermutlich mit dem altiranischen *arasan* verwandt (siehe bei KENT 1953: 170), mit dem man die Elle bezeichnete. Siehe auch tadžikisch bzw. persisch *araš, arši* - Elle (Längenmaß). - Vgl. JUNKER, ALAVI 1965: 21 und ШУКУРОВ u. a. 1969, I: 80.
242 ПЕТРОВСКИЙ 1899: XX-XXI; Stammverwandt mit *safāl* - "tönernes, unpoliertes Geschirr".
243 KRIST 1941: 82; ПРИТЫКО 1951: 73; ЛЕВИНА u. a. 1953: 17-18; ПИСАРЧИК 1975: 56; GORBUNOVA 1986: 186.
244 ПИСАРЧИК 1975: 57.
245 ВИДЕВДАТА VIII, 8 - zit. nach ГАФУРОВ, ЛИТВИНСКИЙ (Hrsgg.) 1963: 139-140; HERZFELD 1974, II: 807.
246 НАЛИВКИН, НАЛИВКИНА 1884: 100; ПИСАРЧИК 1954: 223, 228.

Beginn des 20. Jahrhunderts einen Lehmziegel mit *karvič*[247]. Im Zarafšān- sowie im Fergana-Tal werden Lehmziegel *hišt-i hām* oder *hām-ġišt*, wörtl. "roher" Ziegel genannt[248]. Auch im Iran wird ein Lehmziegel als *hešt* bezeichnet[249].
Einen gebrannten Ziegel nennt die iranischsprachige Bevölkerung Mittelasiens *hišt-i puhte* – wörtl. "gebackener", im Ofen gebrannter Ziegel[250]. Die bilinguale und turksprachige Bevölkerung sagt dazu *pišiq-ġišt*[251]. Bis zum ersten Drittel des 19. Jahrhunderts war darüber hinaus zur Bezeichnung eines gebrannten Ziegels der Terminus *āgur* im Gebrauch, der sich möglicherweise vom babylonischen *agurru* bzw. arabisierten *āǧur* herleitet[252].

3.4 Lehm als Baumaterial

Seit ältesten Zeiten war und ist der Lehm das wichtigste Baumaterial Mittelasiens. Lehm - *hāk, ġirek*[253], bildet die oberste Schicht von Lößablagerungen. Er weist in Abhängigkeit von seinen Entstehungsbedingungen und seiner Herkunft verschiedene Bestandteile und Eigenheiten auf. Nicht alle Lehmsorten sind für die Herstellung von Baumaterialien geeignet. Von entscheidender Bedeutung für die Auswahl der einen oder anderen Sorte ist die jeweilige Bindefähigkeit[254].
Mineralogisch ist Lehm ein Gemisch von Löß und Sand. Vom bautechnischen Standpunkt aus wird der Lößanteil im Lehm als der wesentliche Bestandteil betrachtet, ist dieser doch das Bindematerial für die mineralischen Bestandteile des Sandes. Die mineralischen Stoffe (Schluff, Sand, Kies etc.) sind ihrer Herkunft nach Gesteine. Die Mineralstoffe im Lehm dienen als Füllstoffe. Sie haben eine körnige Struktur und verteilen die Belastung innerhalb des Materials. Das Gewicht wird durch die grobkörnigen Füllstoffe über die gesamte betroffene Fläche verteilt[255].
In Abhängigkeit vom Lößanteil werden fettige und magere Lehme unterschieden:
1) Fettiger Lehm mit hohem Lößanteil ist durch eine hohe Zähigkeit gekennzeichnet; er benötigt viel Wasser, und während des Trocknens treten große sog. Kontraktionsspalten auf.
2) Magerer Lehm hat eine geringe Zähigkeit, quillt nur schlecht auf und lässt während des Trocknens nur geringe Kontraktionsdeformationen zu.
Letzteres bedeutet, dass zur Verringerung der negativen Eigenschaften des fettigen Lehms (unerwünschtes Aufquellen, Schrumpfen) organische Zusätze (Häcksel) und mineralische Zusätze (feiner Kies, Sand) nötig sind, während zur Anreicherung von magerem Lehm zusätzlich Löß gebraucht wird.
Häufig heißt es, dass Lehm ein gut wärmeisolierendes Material sei. Allerdings ist dies zu präzisieren. Die positive Eigenschaft von Lehm als schwerem Material liegt nicht in seiner Fähigkeit, Wärme zu isolieren, sondern in der Fähigkeit, Wärme zu halten. Nur wenn dem Lehm luftporenhaltige Zuschlagstoffe beigemengt werden, nimmt dieser die zusätzliche Eigenschaft an, Wärme zu isolieren[256].
Lehm ist feuchtigkeitsempfindlich und hat die Eigenart, Wasser schnell aufzunehmen, es zu halten und bei Bedarf wieder abzugeben. Positives oder negatives Verhalten des Lehms als Baumaterial hängt in hohem Maße von seiner Feuchtigkeit ab[257].

3.4.1 Gewinnung und Aufbereitung von Lehm

Für die Herstellung von Baumaterialien und Mörteln wird Löß des Mutterbodens - *soġ-yār* - ausgewählt, der über viele Jahre unberührt, ungepflügt und weitgehend frei von Beimischungen, wie Pflanzenwurzeln, Asche, Kiesen und etc. ist.[258] Sind mehrere verschiedene Lößvorkommen in der relativen Nähe der jeweiligen Baustelle zugänglich, wird in der Regel jenes Vorkommen ausgebeutet, das der Baustelle am nächsten liegt, d. h. die Materialauswahl wird nicht zuletzt durch den Standort des zu errichtenden Gebäudes bestimmt[259].
Zur Gewinnung von Löß wird zunächst die Pflanzendecke des Bodens entfernt und eine gründliche Räumung der Oberfläche von Steinen, Pflanzenwurzeln etc. durchgeführt. Anschließend wird die oberste Bodenschicht, die ebenfalls noch[260] Steine und abgestorbene Pflanzenwurzeln enthält, bis in eine Tiefe von 30 bis 50 cm abgetragen. An über viele Jahre unberührten Orten findet sich ein fester Boden sehr dicht unter der Oberfläche, manchmal in einer Tiefe von 15 bis 20 cm, auf freien Feldern in etwa 50 cm Tiefe. An Orten, von denen häufig

---

[247] ПИСАРЧИК 1954: 231 - zit. nach Notizen von M. ANDREEV 1936, Chiva. *Karvič* steht nah zum sogdischen *karve* (*krw'*) - Vertiefung, Senke; Entnahme (HENNING 1939: 96), was wahrscheinlich ursprünglich die Formgebung von Lehmziegeln in Rahmen bezeichnete; siehe dazu Textteil, Punkt 3.6.1.1 Das Formen von Lehmziegeln: Die Formgebung von Lehmziegeln, S. 65f.
[248] ПИСАРЧИК 1975: 57; 1954: 228, 298; НАЛИВКИН, НАЛИВКИНА 1884: 100.
[249] WULFF 1975: 109.
[250] ПИСАРЧИК 1975: 67; АЙНИ 1975/1976: 435; ШУКУРОВ u. a. 1969, II: 482.
[251] НАЛИВКИН, НАЛИВКИНА 1884: 100; ПИСАРЧИК 1954: 230, 266; ЗАХИДОВ 1965a: 170.
[252] ШУКУРОВ u. a. 1969, I: 900-951; HERZFELD 1974, II: 807; АЙНИ 1975/1976: 282.
[253] ЯКУТИЛОВ, ДЖАББАРОВ 1984: 31; ДАВЫДОВ 1973: 9.
[254] БАЧИНСКИЙ 1945: 198; BAZARA 1997: 59.
[255] BAZARA 1997: 61-63.
[256] MINKE 1987: 5; DUFFIN, KNOWLES 1981: 241-249.
[257] SIEBER 1988: 14; MINKE 1987: 5; BAZARA 1997: 63.
[258] ПИСАРЧИК 1954: 225.
[259] ДАВЫДОВ 1973: 9-10.
[260] BEAMISH, DONOVAN 1989: 20.

Löß für Baustellen entnommen wurde, findet sich fester Grund erst viel tiefer. Der trockene Löß wird ausgegraben und zum Verarbeitungsort der Baumaterialien transportiert. Der Transport über größere Entfernungen war sehr kostenintensiv und wurde daher möglichst vermieden[261]. Beim Abbau von Löß kamen folgende Werkzeuge zum Einsatz: Spitzhacke – *čāk*[262], *ketmen*[263], Hacke – *kanāč, kaland*, Spaten, Schaufel – *bel, fijak*, Schubkarre, Körbe und Eimer[264]. Das Stroh wurde mit dem Strohschneider - *ǧādu*[265] klein gehäckselt.

3.4.2 Verarbeitung von Lehm

Zur Herstellung von lößbasierenden Baumaterialien ist ein von Beimengungen freier und weicher Löß notwendig. Wenn der entnommene Boden Beimengungen aufweist (z. B. Sand, groben Kies, Wurzeln usw.), wird er durch ein spezielles Sieb geschüttet. Als schädlichste Beimengungen gelten diverse Bodensalze wie Na_2SO_4 und H_2O, $MgSO_4$ und H_2O, NaCl.[266] In Gebieten mit salzhaltigem Mutterboden wird der Löß bis zu einem oder zwei Jahre vor dem eigentlichen Beginn der Baumaßnahmen abgebaut und der Verwitterung sowie künstlicher oder natürlicher Auswaschung ausgesetzt[267]. Um weichen und porenhaltigen Löß zu erhalten, wird dieser weiteren Schritten unterzogen: Weichmachen und Durchkneten[268].

3.5 Lehm in Schichten

In der vorliegenden Arbeit erfolgt die Beschreibung der Herstellungstechnologie von feucht gestoßenem Lehm und dessen Vermauern im wesentlichen anhand archäologischer Beobachtungen an Lehmschichten in Kuppelschalen und im Auflager von Gewölben in Mittelasien (Kafyr-Kala, Ak-Bešim, Emši-Mulla, Alt-Merv u. a.). Es sind zwei Hauptstufen in der Herstellung von Lehmschichten zu unterscheiden: die Vorbereitung der Lehmmasse und das Verlegen der einzelnen Schichten. Jede dieser Stufen besteht in sich aus einer Vielzahl wichtiger Schritte, die im folgenden detailliert erläutert werden sollen.

- Die Vorbereitung der Lehmmasse

Das Weichmachen

Das Weichmachen geschieht mittels Zufuhr von Wasser und darauffolgendes Stehenlassen der Masse für einen oder mehrere Tage. Durch die Sättigung des Lehms mit Wasser nimmt dieser die Geschmeidigkeit an, die für das Durchkneten des Lehmteigs nötig ist[269]. Diesen Prozess des Befeuchtens und Wässerns des Lehms nennt man in der Umgangssprache "Wasser geben" - *āb dādan*.

Zeugnisse über die Baugruben zum Befeuchten, Wässern und Ablagern des Lehms sind überwiegend ethnographischer Natur. Aber auch Archäologen stellten Vermutungen über diesen Prozess an.

Auf dem zu bebauenden Grundstück wurde der Platz mit dem besten Löß ausgewählt und eine Materialentnahmegrube angelegt. Außerdem wurde eine Methode des schichtweisen Vertiefens der Baugrube für Fundamente von ein bis zwei Metern bei gleichzeitigem Weichmachen des Lehms praktiziert. Nach den Abräumen und Reinigen des Terrains sowie dem Umgraben des Lehms mit dem *ketmen'*, die lokale Bezeichnung für diesen Vorgang lautet *agdariš*, *agdarmāq*, wird das Grundstück Schicht für Schicht mit Wasser begossen, oder aber das Wasser wird durch eine eigens hierfür gegrabene Rinne in die entstandene Grube eingeleitet. Eine solche Grube wird als *čiġāra-i lāy, lāy-ẖāne* und *gildān* bezeichnet[270].

Beim Bau von Lehmmauern in Ost-Turkestan knetete man den Lehm in schmalen Gräben die jeweils entlang der beiden Seiten der Mauer angelegt worden waren[271], so wie man dies noch heute in Mittelasien tut[272]. Es ist durchaus wahrscheinlich, dass diese Gräben einerseits zur Lößgewinnung gleichzeitig aber auch zum Wässern und Ablagern der Lehmmasse dienten[273].

RASPOPOVA stellte fest, dass die Wände von Wohnhäusern in Alt-Pendžikent in den Fällen aus Lehmschichten hochgezogen wurden, wo es möglich war, den Lehm in einer großen Grube auf der Baustelle selbst zu kneten[274]. Über die notwendigen Mengen von Wasser, die jeweils dem Löß zugefügt wurden, gibt es keine Belege. Es ist anzunehmen, dass sie von der stoffeigenen Feuchtigkeit des gewonnenen Lehms und der konkreten baulichen Bestimmung des Materials abhing. Möglich ist auch, dass die Handwerksmeister das Verhältnis Wasser-Lehm

---

[261] ПИСАРЧИК 1954: 225-226.
[262] ДАВЫДОВ 1973: 10.
[263] *Ketmen'* (*кетмень*) - in Mittelasien eine Art Hacke zum Häufeln von Saatfeldern, zum Ausheben von Bewässerungsgräben. - Siehe ОЖЕГОВ 1988: 222.
[264] КИСЛЯКОВ, ПИСАРЧИК (Hrsgg.) 1966: 232, Abb. 12, 44; BEAMISH, DONOVAN 1989: 20. Das Wort *fijak* stammt vermutlich aus dem Sogdischen; man trifft den Terminus in gleicher Bedeutung in einigen bergigen Gebieten Tadžikistans - in Badachšan - in den Formen *fì* (vandž.), *fai* (jazgulem.) "Spaten, Schaufel". - Vgl. ОРАНСКИЙ 1988: 235.
[265] КИСЛЯКОВ, ПИСАРЧИК (Hrsgg.) 1966: 163, Abb. 33.
[266] ПРИТЫКО 1951: 76-77.
[267] БАЧИНСКИЙ 1945: 198; ПИСАРЧИК 1954: 226; ЗАСЫПКИН 1961: 143.
[268] BEAMISH, DONOVAN 1989: 22.
[269] ПИСАРЧИК 1954: 226; BEAMISH, DONOVAN 1989: 22.
[270] ДАВЫДОВ 1973: 10; ГРЮНБЕРГ, СТЕБЛИН-КАМИНСКИЙ 1976: 349.
[271] STEIN 1928, II: 715.
[272] ЛИТВИНСКИЙ 1987: 188.
[273] KRIST 1941: 78-79; BEAZLEY 1977: 90.
[274] РАСПОПОВА 1990: 135; Vgl. dazu den oben erwähnten Begriff *lāy-ẖāne* - wörtl. "Lehmraum".

nach Augenschein bestimmten; im Regelfall betrug das Mengenverhältnis 3:1, d. h. auf drei Eimer trockenen Löß kam ein Eimer Wasser[275].

Das Durchkneten
Die Formmasse zur Fertigung von Lehmschichten wird so bearbeitet, dass der Lehm dickflüssig und zäh wird[276]. Nach dem Weichen und Wässern wird die Lehmmasse sorgfältig gemischt. Für Mittelasien sind zwei Arten des Durchknetens gebräuchlich. Im ersten Fall wird der Mörtel von Anfang bis Ende mit den bloßen Füßen gestampft und geschmeidig gemacht – *gil mālidan*, *tepiš*, *tepmāq* – bis sich eine knetbare Masse bildet. Diese Art und Weise ist sehr arbeitsintensiv und körperlich anstrengend, jedoch ermöglicht sie die besten Resultate, da auf diesem Wege auch kleine Steinchen sowie trockene Lehmklümpchen ausgelesen werden können[277]. Die zweite Methode, das Kneten der Lehmformmasse durch Pferde oder Ochsen - *sunb kardan* - wurde insbesondere dann praktiziert, wenn zur Errichtung großer Gebäude eine sehr große Menge Lehmmörtel benötigt wurde. Die Tiere werden in einem relativ engen Kreis über die Lehmgrube geführt. Ist der Lehm in der jeweiligen Spur wunschgemäß gestampft und durchmischt, ändert der Führer den Lauf der Tiere zu den noch unbearbeiteten Stellen. Am nächsten Tag wird der über Nacht zäh gewordene Lehm, in den die Füße schon nicht mehr wie am Vortag einsinken können, mit Schaufeln gewendet und mit den Füßen weiter geknetet[278].

Die Zusammensetzung der Lehmmasse
Die Masse für Lehmschichten besteht zunächst aus reinem oder gereinigtem Löß und Wasser. Nach Angaben von Ethnographen wird in Fergana kein Häcksel zugefügt[279]. Das Gemisch aus Lehm und Wasser wird im oberen Zarafšān sowie in Fergana unabhängig von seiner Dickflüssigkeit mit dem Allgemeinbegriff *lāy* beschrieben[280]. Das Verhältnis beider Stoffe in der letztendlich verwendeten Lehmmasse ist nicht genau bekannt. Die mir vorliegenden Angaben dazu folgen im Anschluß jeweils zu den einzelnen Objekten im Katalog (siehe Katalogteil).
Archäologische Beobachtungen und Funde bestätigen einerseits das Vorhandensein dieser Komponenten im Lößgemisch, bezeugen andererseits aber auch organische Zusätze und weitere Beimengungen. Die Mauern baktrischer Gebäude wurden beispielsweise aus einem dichten, homogenen Lehm errichtet[281]. Der Formmasse der Lehmschichten und Ziegel in den Mauern und Türmen von Alt-Nisa (1. Jh. v. Chr. bis 1. Jh. n. Chr.) wurde gehacktes Stroh beigemischt; stellenweise wies der Lehm Beimengungen von Kieselsteinen und von Material auf, das bereits zuvor einmal verwendet worden war[282]. Die Lößmischung der Lehmmauern in Kyzil-Tepa (Nord-Baktrien, 7. bis 6. Jh. v. Chr., unterer Bauhorizont) war hingegen nicht gereinigt. Die Formmasse ist klumpig, locker und enthält Einschlüsse von Scherben, Holzkohle und Tierknochen[283]. GRAŽDANKINA nimmt an, dass die Beimengung von Materialien aus zerstörten Bauten unter die Formmasse die Bauarbeiter der Notwendigkeit enthob, den Baugrund auszuwaschen bzw. auszuspülen, um ggf. vorhandene Salze zu entfernen[284]. Es war also für den Baumeister und die Arbeiter von Vorteil, bereits früher gereinigtes Material zu verwenden. Die Verwendung von getrocknetem Stroh als Zusatzstoff bei Lehmlagen wie im Alten Nisa verhinderte das Reißen des Lehms während des Trocknens, was bei den hohen Sommertemperaturen in Süd-Turkmenistan von großer Bedeutung war[285].

Die Qualität der fertigen Formmasse
Die Formmasse wird in der Regel einen Tag vor dem eigentlichen Hochziehen der Mauern vorbereitet. Die fertig gemischte Menge konnte nicht länger als einen bis zwei Tage liegen bleiben, da sie sich dann zu verhärten begann[286]. Die Qualität der vorbereiteten Masse wurde nach folgenden Methoden beurteilt:
In Taškent kontrollierte man die Qualität, indem man zwei Lehmbatzen in der Spalte unter dem Sattel eines Reittieres plazierte - *kanǧiga*. Anschließend wurde das Pferd auf einer Strecke von 200 bis 300 Schritten zum Lauf angetrieben. Sofern die Lehmpatzen dabei nicht abfielen, hielt man eine hohe Qualität des Lehms für erwiesen[287]. Im oberen Zarafšān wurde die Lehmqualität überprüft, indem man eine Probe davon am Schweif eines Pferdes befestigte, das daraufhin zwei bis drei Mal den Fluß durchqueren musste. Wenn sich der am Schweif befestigte Lehm nicht ablöste, wurde die Lehmqualität als gut angesehen[288].

---

[275] BEAMISH, DONOVAN 1989: 22.
[276] ДАВЫДОВ 1973: 12.
[277] БАЧИНСКИЙ 1945: 198; ПИСАРЧИК 1954: 226; BEAMISH, DONOVAN 1989: 24; GELIN 1996: 22-23.
[278] ПИСАРЧИК 1954: 226; ДАВЫДОВ 1973: 12.
[279] ДАВЫДОВ 1973: 11-12; ПИСАРЧИК 1954: 226.
[280] ДАВЫДОВ 1973: 9.
[281] ПУГАЧЕНКОВА 1973a: 81.
[282] ГРАЖДАНКИНА 1958: 40, 55; ПИЛИПКО 2001: 220.
[283] БЕЛЯЕВА, ХАКИМОВ 1973: 45.
[284] ГРАЖДАНКИНА 1958: 55; siehe den Textteil, Punkt 3.4.2 Verarbeitung von Lehm, S. 59ff.
[285] ГРАЖДАНКИНА 1958: 43.
[286] ПИСАРЧИК 1954: 226-227; ДАВЫДОВ 1973: 11-12.
[287] ПИСАРЧИК 1954: 226.
[288] ДАВЫДОВ 1973: 12.

- Das Verlegen der Lehmschichten

Bei einer Mauer aus Lehm wird dieser in horizontalen Schichten verlegt (**Abb. 12/1**). Eine auf diese Art und Weise gebaute Mauer wird im gesamten mittelasiatischen Raum *pāhsa-devāl (-devār)* genannt[289]. Entsprechend ihrer Funktion kann sie mit zusätzlichen Lehmschichten von jeweils geringerer Höhe oder mit Lehmziegeln dazwischen geschichtet werden. Die Festigung der Oberfläche erfolgt mit Schilf, Steinen und Holzzweigen.

Das Verlegen der Lehmschichten erfolgt **ohne** oder **mit Holzschalung**. In ersten Fall werden Lage und Flucht der zu errichtenden Mauer mit einem Schnur – *reğa, tanāb* - markiert[290]. Die handgeformten Lehmklumpen *kulāla* werden in einer Schicht - *mohreh* - eingebracht. Die Verlegung erfolgt immer Schicht auf Schicht - *qatār*[291]: wenn eine Schicht trocken ist, wird eine neue aufgelegt. Die waagerechte Lage der Schichten wird mit einer Wasserwaage - *āb-tarāzu* - überprüft, die Vertikale mit einem Lot - *šāqul*, *šāqūl*. Das Verfahren mit Schalung kann aus den Abdrücken von Brettern an Lehmmauern erschlossen werden[292] (**Abb. 12/1-3, 5**): entlang der geplanten Mauer werden Brettschalungen aufgestellt und mit Lehmklumpen aufgefüllt. Die noch feuchten Klumpen werden mit bloßen Füßen oder mit einem Holzhammer - *kuluh-küb* - gestampft. Auf diese Art und Weise werden Schichten in einer Stärke von 70 bis 80 cm errichtet. Über die Anwendung dieser Methode berichtete 1899 PETROVSKIJ[293]: "In Kašgar werden irdene Mauern durch das Feststampfen von mehr oder minder feuchter Erde errichtet. Für das Stampfen werden die Schichten durch Bretter gehalten, die mit Schilflagen umwickelt sind. Infolge ungleichmäßigen Feststampfens und Trocknens sind gewöhnlich in den Schichten vertikale Risse zu beobachten, die danach schließlich zugeschmiert werden." Die Schalung wurde offenbar bei Errichtung von mehreren alten Lehmbauten Mittelasiens verwendet, insbesondere wenn ein schneller Bau gefordert und in die Lehmmasse Kies beigemengt wurde. Auf diese Art und Weise sind Stadtmauern und Mauern um Schlösser und Heiligtümer errichtet. Die Bauweise ähnelt jener, wie sie heute in Südmarokko angewandt wird[294].

Allgemein verbreitet ist die Meinung, dass feucht gestoßener Lehm zäh und dickflüssig sein müßte. Materialanalysen weisen darauf hin, dass in der Vergangenheit auch flüssigere Lehmmassen zur Errichtung von Lehmmauern[295], bei der Ausführung von flachen Tonnengewölben[296] und von Zwickeln zwischen Gewölbeschalen verwendet wurden. Beispielsweise besteht der größere Teil der Mauer von Džanbas-Kala aus Lehmziegelschichten und Lehmlagen, die in leichtflüssigem Zustand verlegt wurden (**Taf. 35 a**). Die Wehrmauer von Mingurjuk in Čač (4. - 5. Jh. n. Chr.) ist aus gestoßenem Lehm errichtet, mit einer unregelmäßigen Unterschicht aus Ziegeln in den Abmessungen von 47-46 x 23-24 x 8-9 cm sowie einem aus Lehmstücken und Ziegeln aufgefüllten Kern. Der feucht gestoßene Lehm ist offenbar in nassem Zustand aufgetragen worden, was die kompakte Verbundenheit der Baumaterialien untereinander erklärt[297].

Zum Isolieren der Tonnen des Erdgeschosses in Baraktam 1 in Chorezmien (3. bis 4. Jh. n. Chr.) (**Taf. 72 d**) wurde fetter Lehm benutzt, der wahrscheinlich in einem weichem oder flüssigem Zustand aufgetragen wurde[298]. Die Zwickel zwischen der unteren Wölbschale und dem Fußboden des oberen Geschosses im Eckturm von Kafyr-Kala (Raum I/1, Zitadelle) wurden vollständig mit flüssigem Lehm ausgefüllt.

In Kafyr-Kala ist die innere Seite einer Lehmmauer im oberen Teil bis zum Auflager durch eine Auskehlung ausgeschnitten (Zitadelle, Räume V/37-38). Das Auflager ist augenscheinlich im noch nassem Zustand des Lehms geformt worden. Es ist anzumerken, dass auch die Tragmauer der Kuppel über dem Eckturm (Raum I/1) (**Taf. 83 a**) und die einhüftige Tonne des Laufganges in der Wehrmauer gekrümmt ausgeschnitten sind, um die Last der Gewölbe abzufangen. In Raum I/1 erfolgte die Verlegung der Lehmblöcke im Wechsel mit Ziegelschichten in der Kuppelschale mit einer Spannweite von 3,7 m ebenfalls in nassem Zustand. Das bezeugt die konkave innere Oberfläche der Blöcke, die nur durch ihre Verlegung am Ort mit anschließendem Abschneiden möglich wurde[299]. Auf gleiche Weise wurden die Bögen in den Lehmbauten 5 und 8 (Termed, Merv) sowie die Kuppel mit einer Spannweite von 5,2 m in Sulu Kūšk (Raum 2, Merv) ausgeführt[300]. HERRMANN verweist auf über eine Holzschalung gestampfte Lehmschichten, was ethnographisch jedoch nicht zu belegen ist[301]. Es ist anzunehmen, dass die Lehmschichten beim Wölben ohne Holzschalung verlegt wurden.

---

[289] ПИСАРЧИК 1954: 255.
[290] *Reğa, rīğa, rağ(a)* - "Richtschnur" bzw. "Richtlineal der Mauer" - Siehe MONCHI-ZADEH 1990: 150.
[291] KRIST 1941: 82; ПРИТЫКО 1951: 73; ВАСИЛЬЕВА, МАХОВА 1961: 110-136, Abb. 3/г; ДАВЫДОВ 1973: 18; ПИСАРЧИК 1975: 56.
[292] STEIN 1907, I: 85; DIEZ 1923: 24; ЛИТВИНСКИЙ 1987: 188 - zit. GUAN MINH 1959: 238.
[293] ПЕТРОВСКИЙ 1899: XXI.
[294] Siehe ausführliche Beschreibung der Schalung bei ADAM 1981: 67-69, Abb. 82-84; die Verwendung ähnlicher Schalungen ist von Ibn Haldūn beschrieben (DIEZ 1923: 27) und in Mittelasien nachgewiesen - siehe dazu ВАСИЛЬЕВА, МАХОВА 1961: 110-136, Abb. 3/д; HERRMANN 1999: 48-49, Abb. 38, 39.
[295] Z. B. in den Mauern des Runden Saals in Alt-Nisa (ПИЛИПКО 2001: 244), im Schloss Junusabader Ak-Tepe und in Munčak-Tepe bei Ustrušana (ВОРОНИНА 1953a: 12-13, Abb. 9).
[296] БАЧИНСКИЙ 1945: 209, Fn. 9.
[297] ЗИЛЬПЕР 1973: 29, 34, 42.
[298] НЕРАЗИК, ЛАПИРОВ-СКОБЛО 1959a: 88, 89, 91-92.
[299] ЛИТВИНСКИЙ, СОЛОВЬЕВ 1985: 19, 40, 74.
[300] БАЧИНСКИЙ 1945: 209; HERRMANN 1999: 53, 154, Abb. 105, 216.
[301] HERRMANN 1999: 53, 90, Abb. 105; siehe dazu ЛЕВИНА u. a. 1953: 40-41.

- Die Formgebung von Lehmschichten

Das Zurechtstutzen und das Glätten frisch verlegter Lehmschichten erfolgt unmittelbar während des Verlegens selbst. Im nördlichen Baktrien (Süd-Tadžikistan) ist der oben bereits erwähnte Terminus *pāhsa* unbekannt. An seiner Stelle wird hier der Begriff *peš* verwendet. Mit ihm wird das Abschneiden einer Schicht feucht gestoßenen Lehmklumpen von etwa einem bis eineinhalb Metern Länge beschrieben[302], dessen Oberflächenkanten - *šemšeh* - nach Verlegen mit einer Schaufel - *čikyč* - oder einem Kratzspaten – *tarāš-kapčka, māleh* - geglättet werden[303]. Es ist offensichtlich, dass die Semantik des Wortes *peš* eng mit dem Begriff "Block aus Lehm" verbunden ist, der beim vertikalen oder schrägen Abschneiden der Schichten entstand. Nachdem ein mäßig großer Abschnitt als "Block" - *peš* - frisch verlegt war, verlieh man ihm umgehend die notwendige Form.
Im Iran wird mit dem sehr ähnlichen Terminus *pise*‘ [vielleicht ist verwand mit *peš*, *piše*] eine ganze Stampflehmmauer bezeichnet[304]. Mit den Begriffen *pisé* bzw. *terre pisé* [*ter-i pisé*] bezeichnet man ebenfalls einen ganzen Lehmbau[305].

- Trocknen der Lehmschichten

Nach dem Trocknen einer errichteten Lehmschicht, d. h. nach etwa zwei bis drei Tagen, wird die folgende Lehmschicht verlegt. Begründet wird dieses Vorgehen mit dem Bestreben, das Auftreten durchgehender Vertikalrisse in der Maueroberfläche zu verhindern[306]. Zudem soll dem Verformen der Mauer unter der Last ihres Eigengewichtes vorgebeugt werden[307]. Während des Trocknens einer Lehmschicht werden die für die folgende Lage benötigte Lehmmasse und der anschließende Prozess des Auftrags dieser Lehmmasse vorbereitet.

- Die Gliederung von Lehmschichten in Blöcke

Die Lehmschichten wurden durch vertikale und schräge Einschnitte in Blöcke - *peš* - gegliedert. In beiden Fällen kann der Einschnitt durchgehend oder von nur geringer Tiefe sein (10 bis 12 cm). Es wird angenommen, dass die Lehmschichten in Blöcke gegliedert werden, um in diesen das Auftreten von Rissen zu vermeiden. Die Lehmschichten der Mauern der ersten Tempels von Ak-Bešim (7. bis 8. Jh. n. Chr.) (**Taf. 116 a**) z. B., auf welche Ziegelschichten folgen, sind an ihrer Ansichtsfläche durch vertikale Furchen gegliedert, die jeweils einen Abstand von etwa 55 cm zueinander haben. Die Abweichung geht nicht über 3 bis 4 cm hinaus. Daher wird angenommen, dass hier nicht einfach nach Augenmaß vorgegangen, sondern mittels vorhergehender Markierungen gearbeitet wurde. Die Furchentiefe beträgt ca. 10 cm[308]. Dabei weisen die Furchen nicht selten kaum zu übersehende Neigungen von stellenweise 15° auf. Es ist anzunehmen, dass die Lehmschichten mit einem scharfen Werkzeug eingeschnitten wurden[309].
Das horizontale sowie vertikal-schräge Teilen von Lehmschichten in den Mauern alter Gebäude erklären die meisten Forscher mit seismologischen Notwendigkeiten. Ihrer Auffassung nach beugten Reihen von Ziegelmauerwerk einer monolithischen Geschlossenheit der Lehmmauern vor, die im Falle von Erdbeben eine Gefahrenquelle darstellen würde. Beim Wechsel von Lehmschicht und Ziegelschicht wurden die Schichten aus feucht gestoßenem Lehm relativ niedrig verlegt. Sie wurden in diesem Falle nicht in Blöcke aufgeteilt. So erfolgte das Aufmauern von Lehmwänden in baktrischen Gebäuden durch horizontale Schichten ohne ein Aufteilen derselben in Blöcke. Die Höhe der einzelnen Lagen beträgt 30 bis 35 cm in Ajrtam, Objekt A-1, 60 bis 70 cm bei den Mauern des unteren Baus von Šor-Tepe; Chatyn-Rabat, Objekt ChR-1; Ajrtam, Stupa A-3.[310]
In Fergana wird das horizontale Aufteilen einer Mauer durch das Einbringen enger waagerechter Wülste aus feucht gestoßenen Lehmklumpen - *kulāla* - zwischen die Lehmschichten als *piltalik pāhsa devār* bezeichnet[311]. Ausgehend von der Semantik dieses Begriffes kann man ihn auf Mauern anwenden, bei denen zwischen feucht gestoßenen Lehmlagen Zwischenschichten aus Ziegeln aufgemauert wurden. In Ost-Turkestan wurde feucht gestoßener Lehm ebenfalls in mit Lehmziegel geschichteten Lagen verlegt. Die Mauer wurde dabei in Blöcke geteilt. Wurde der untere Teil einer Mauer aus feucht gestoßenem Lehm verlegt und deren Oberteil mit Ziegeln aufgemauert, so wurde in der Übergangszone ein Belag aus Ziegeln gefertigt, der mit wäßrigem Lehm übergossen wurde. DUDIN berichtet, dass eine solche Zwischenlage auch "unterhalb des Ziegelbodens" gelegt wurde[312].

---

[302] ПИСАРЧИК 1954: 255.
[303] ЛЕВИНА u. a. 1953: 31, 41. *Tarāš kapčka* bzw. *kafča* ist zusammengesetzt aus *tarāš, tarāšidan* (tadž.) - "kratzen" und *kaf* (vachan., tadž.) - "Handfläche, Hand", was mit einer Verkleinerungsnachsilbe "*~ča*" schließlich *kafča* – "Handflächchen" bedeutet. - Siehe ГРЮНБЕРГ, СТЕБЛИН-КАМИНСКИЙ 1976: 365.
[304] Ebenda; WULFF 1975: 108.
[305] BRAY, TRUMP 1970: 61; BESENVAL 1984, I: 20-22.
[306] ВОРОНИНА 1949b: 68; ПИСАРЧИК 1954: 255.
[307] BEAZLEY, HARVERSON 1982: 17; BROMBERGER 1989: 709.
[308] Die Furchenbreite ist nicht bekannt.
[309] ВОРОНИНА 1949a: 104; КЫЗЛАСОВ 1959: 168; ХМЕЛЬНИЦКИЙ 1959: 250f.
[310] ПУГАЧЕНКОВА 1973a: 81.
[311] ПИСАРЧИК 1954: 254; АХУНБАБАЕВ 1999: 14-15.
[312] Zit. nach ЛИТВИНСКИЙ 1987: 188.

In Alt-Pendžikent ist eine durchgehende Kerbung der Schichten so fixiert, dass barrenförmige Blöcke mit einer Höhe von ca. 0,8 m und einer Breite von ca. 1,2 m entstehen. Die Lehmblöcke erscheinen als eine Art Läuferverband[313].
In der Zitadelle Kafyr-Kala (Raum 10) wurden die Lehmschichten vertikal und schräg eingeschnitten. In letztgenannten Fall wurden die Schichten so in Blöcke geschnitten, dass jeweils ein Paar dieser Blöcke ein Rechteck bildet. Die vertikalen Ränder zweier Reihen von Blöcken folgen aufeinander in der Art eines Schachbrettmusters[314].

3.6 Ziegelmauerwerk

In diesem Abschnitt wird Mauerwerk aus luftgetrockneten und gebrannten Ziegeln behandelt. Das Quellenmaterial gibt zusätzliche Auskunft über die Form alter Ziegel, die Art und Weise ihres Einsatzes am Bau, insbesondere bei der Errichtung von Tonnengewölben und Kuppeln[315].

3.6.1 Luftgetrocknete Ziegel

Die Herstellung von Lehmziegeln erscheint auf den ersten Blick als verhältnismäßig einfacher Prozess. Tatsächlich jedoch sind spezielles Wissen und umfangreiche Erfahrungen nötig, um eine entsprechende Qualität der Ziegel zu erzielen und zu gewährleisten. Der Herstellungsprozess lässt sich in zwei Abschnitte gliedern: das Formen der Ziegel sowie deren Trockenphase. Beide Abschnitte wiederum bestehen aus einer Reihe technologisch bedingter Vorgänge.

3.6.1.1 Das Formen von Lehmziegeln

Die Zusammensetzung der Formmasse

Als Rohstoff für die Lehmziegel dient reiner Löß und lößhaltiger Lehm. Über die feine Verteilung der alluvialen Flußablagerungen in lößhaltigem Lehm in Termed und Chorezmien berichtet PRITYKO[316]. Nach dem Einweichen des Löß in einer Grube - *čigāra-i lāy, lāy-hāne, čāl* - wird der Mischung aus Lehm und Wasser - *gilčāl* - gehacktes Stroh - *sāmān, kāh*[317] - hinzugefügt. Die Formmasse für Ziegel wird je nach Herstellungsart bis zu einem bestimmten Grad von Zähigkeit geknetet. Allerdings ist diese Formmasse immer wäßriger als jene zur Herstellung von Schichten aus feucht gestoßenem Lehm[318]. Im Oberen Zarafšān wird die Masse zur Herstellung von Lehmziegeln sehr dickflüssig gefertigt. Um die gewünschte Zähigkeit zu erreichen, wird sie anschließend noch einige Stunden oder Tage gelagert. Ungeachtet dessen, dass der Terminus *hišt-i hasak*[319] ursprünglich zur Bezeichnung eines quadratischen Ziegels benutzt würde, weist die Semantik dieses Begriffes auf gehacktes Stroh in der Zusammensetzung der Ziegelformmasse hin. Das Wort *hasak* ist nämlich die Verkleinerungsform von *has* - trockenes Kraut, feines Stroh[320].
Leider sind die Mischungsverhältnisse der einzelnen Zuschlagstoffe in der Formmasse alter Ziegel bisher nicht genauer bestimmt worden: die einzelnen Untersuchungen benennen jeweils nur einen geringeren oder größeren Anteil dieses oder jenes Materials, ohne genauere quantitative Angaben zu liefern. Offensichtlich hing die inhaltliche Zusammensetzung der Ziegel vom konkreten Verwendungsbereich in Wänden oder Gewölben ab. Bei denselben Maßen und Formen der Ziegel ging man innerhalb eines Gebäudes folgendermaßen vor:
1) Für Mauerziegel wurde die Wassermenge beim Ansetzen und Einrühren der Formmasse relativ gering gehalten, d. h. die Formmasse wurde dick, und die Ziegel wurden schwerer.
2) Zur Errichtung von Gewölben wurde der Ziegelformmasse mehr Häcksel hinzugefügt, d. h. das Gewicht der Ziegel wurde verringert.
Die Formmasse für trapezförmige Gewölbeziegel in chorezmischen Gebäuden bestand aus Lehm, Sand und Häcksel. Dabei konnte der Anteil des gehackten Strohs zugunsten oder zulasten des enthaltenen Sandanteils verringert, respektive erhöht werden. Bei Sichtprüfungen von Ziegeln in Elcharas und Kaparas wurden grundlegend voneinander zu unterscheidende Varietäten der Lehmformmasse festgestellt: eine graue mit Strohzusatz sowie eine gelb-graue mit Zusätzen von Sand und Stroh[321]. Im Lehm der Ziegel des Alten Nisa (3. Jh. v. Chr. bis 3. Jh. n. Chr.) wurde die zum Ansetzen und zum Einrühren der Ziegelformmasse verwendete Wassermenge gering gehalten. Hiervon zeugt das nahezu vollständige Fehlen von Wasserporen an den Bruchflächen der untersuchten Ziegel[322]. In den Lehmziegeln der Tonne von Raum 2 der Zitadelle Kafyr-Kala war eine große Anzahl von Kalkeinlagerungen festzustellen. Es ist zu vermuten, dass zur Erhöhung der

[313] РАСПОПОВА 1990: 135; АХУНБАБАЕВ 1990: 21.
[314] ЛИТВИНСКИЙ, СОЛОВЬЕВ 1985: 59.
[315] Diese Angaben für luftgetrocknete Ziegel sind im Textteil, Punkt 3.6.1.4 Formate und Verlegen von Lehmziegeln, S. 79ff. enthalten.
[316] ПРИТЫКО 1951: 73.
[317] WULFF 1975: 109.
[318] ПИСАРЧИК 1954: 226.
[319] ПИСАРЧИК 1975: 57.
[320] АЙНИ 1975/1976, XII: 429f.
[321] ГЕРТМАН 1991b: 278.
[322] ГРАЖДАНКИНА 1958: 43.

Festigkeit der Ziegel kalkhaltiges Wasser der Formmasse beigemischt wurde[323]. In einigen besonders ungewöhnlichen Fällen erhielten die Wölbeziegel derartig viel Häcksel, dass sie buchstäblich allein aus Stroh hergestellt erscheinen und nur einen äußerst geringen Lehmanteil im Sinne eines Bindematerials enthalten (Oase Berkut-Kala, Schloss 68)[324]. VORONINA meint, dass in Gebieten mit nur magerem Ton Kies als Zusatzstoff für die Ziegelformmasse diente[325]. Neuere Untersuchen jedoch zeigen, dass Kies fettem Lehm zugefügt wurde, um die Abnahme des Volumens beim Trocknen der Lehmformmasse zu verhindern oder das Gewicht des Ziegels zu erhöhen[326].

Das Weichkneten der Lehmmasse
Nach den Wässern und Einweichen wird das Lehmgemisch wie die Masse für feucht gestoßene Lehmschichten mit den bloßen Füßen geknetet - *tepiš*, *tepmāq*. Allerdings wird die Formmasse für Ziegel ein zusätzliches zweites Mal mit Hacken bearbeitet und umgegraben. Die Formmasse sollte wesentlich weicher und lockerer sein als jene für Lehmschichtwände[327]. Die feuchte Masse wird in Körben zum eigentlichen Fertigungsplatz der Ziegel transportiert, wo sie auf Haufen - *šemšeh-gil* - in Reichweite des Handwerksmeisters gelagert wird, der die Ziegel formt[328].

- Die Formgebung von Lehmziegeln

Der Terminus "Formgebung" beinhaltet sowohl die Gestaltung einer bestimmten Ziegelform als auch die Technologie der Formgebung. Bei der Charakterisierung des Prozesses wird eine "gewöhnliche" Formgebung beschrieben, obwohl sich auch einige eher "ungewöhnliche" Varianten beobachten und beschreiben lassen. In den Instruktionen zur Felduntersuchung von Baumaterial erwähnt GRAŽDANKINA die Methode des Gießens der Lehmmasse in eine irdene Form[329]. Dafür fehlen allerdings archäologische und ethnographische Belege in Mittelasien.

"Gewöhnliche" Formgebung von Ziegeln
Der Prozess des Formens von Ziegeln wird in Samarkand *hištrezī*, *hišt rehtan,* nach Übersetzung von PISARČIK "Formgießen des Ziegels" genannt[330]. Bei der "gewöhnlichen" Formgebung eines quadratischen Ziegels wurde ein hölzerner Rahmen ohne Boden - *qālib*[331] - verwendet (**Abb. 12/4**), der zur Herstellung jeweils eines Ziegels ausgelegt war. Der Rahmen wurde auf einen zuvor mit feinem Stroh, Sand oder trocknem Löß bestreuten Platz gelegt und bis zum oberen Rand des Rahmens mit Lehm gefüllt. Überschüssiger Lehm wurde mit Stäbchen bzw. einer hölzernen Rolle abgestrichen. Auf der oberen Fläche der Ziegel des Mausoleums von Sultan Sanğar wurden noch deutliche Spuren dieses Abstreichens gefunden[332]. Der Rahmen wurde dann an den angebrachten Griffen angehoben und der fertig geformte Ziegel blieb auf dem Boden liegen. Auf diese Art und Weise wurden bis um 1920 in den meisten Gebieten Mittelasiens und werden bis zum heutigen Tage in Ostiran Ziegel geformt[333].
Für die Formgebung von rechteckigen Lehmziegeln wurden in der Vergangenheit vermutlich speziell hergestellte rechteckige Rahmen benutzt. In der Gegenwart werden jedoch rechteckige Ziegel in Rahmen mit Boden geformt, die jeweils aus mehreren Zellen bestehen[334]. Der Rahmen wird aus noch unklaren Gründen *qālib-i humdān*, d. h. Rahmen für den Brennofen genannt[335].
Eine "gewöhnliche" Formgebung für trapezförmige Ziegel wurde in Parthien, Chorezmien und Baktrien angewandt. Trapezförmige Rahmen wurden für jene Ziegel benutzt, aus denen u. a. die ringgeschichteten Tonnen in Koj-Krylgan-Kala, Toprak-Kala (**Taf. 24 d, 51 c, b**), die Radialbogen in Charoba-Košuk, die vermutliche Kuppelschale der Mönchszelle in Ajrtam (**Abb. 13/2**) sowie die Kuppel des Mittelraums in Jakke-Parsan (**Taf. 61 a**) errichtet wurden.

"Ungewöhnliche" Formgebung von Ziegeln
Diese Formgebung beruht grundsätzlich auf der oben beschriebenen Methode der Formgebung, jedoch gibt es zwei verschiedene Verfahren:

---

[323] АРХ. ИССЛ. 10; СОЛОВЬЕВ o. J.: 6; Es ist nicht ausgeschlossen, dass der verwendeter Lehm aus einer Ablagerung stammt, wo Lehm im Wechsel mit Kalkschichten vorgefunden wurde.
[324] НЕРАЗИК 1966: 22.
[325] ВОРОНИНА 1948: 147.
[326] BAZARA 1997: 62f.
[327] WULFF 1975: 109; ПИСАРЧИК 1954: 226; ДАВЫДОВ 1973: 10, 12.
[328] WULFF 1975: 109.
[329] ГРАЖДАНКИНА 1955: 189.
[330] ПИСАРЧИК 1975: 57.
[331] РУБИНЧИК 1970, II: 253; ШУКУРОВ u. a. 1969, II: 697. *Qālib* ist verwandt mit pers. *kolbad* - Gerüst, Gestell; Rahmen, Kasten (РУБИНЧИК 1970, I: 300); nach HENNING stammt das pers. *k'lbyd* von syrisch, phl. und np. *kālbud* - vgl. HENNING 1937-1939: 84.
[332] ГРАЖДАНКИНА 1958: 81.
[333] БАЧИНСКИЙ 1945: 199-200; WULFF 1975: 110.
[334] ПИСАРЧИК 1954: 229f.
[335] ПИСАРЧИК 1975: 57.

1) In der Vergangenheit wurde zum Formen eines rechteckigen Lehmziegels ein quadratischer Rahmen verwendet. Davon zeugen Halbzeichen an der Breitseite von rechteckigen Lehmziegeln in Chorezmien (**Abb. 13/1**)[336]. In die Mitte des quadratischen Rahmens wird ein Trennsteg eingefügt, welcher die geformte Masse in zwei gleich große Teile gliedert[337]. Halbziegel werden im oberen Zarafšān *nim-ẖišt*, in Fergana *yarimtāqī* genannt, was jeweils von *nym, nym'k* (sogd.), *nim* (pers., tadž.) und *yarmi* (turk.) - halb; Halb-, die Hälfte - herzuleiten ist[338]. Der letzte Terminus ist nach den Worten des Baumeisters, der die Ringschichten des *balẖī*-Trompengewölbes[339] über den Ecken des Unterbaus aufmauerte, notiert. Auf diese Art und Weise werden durch diagonales Einfügen eines Trennstegs in quadratische oder trapezförmige Rahmen auch dreieckige Ziegel hergestellt[340].
2) Nach dem Abstreifens des Überschusses an Formmasse vom Rahmen zieht man auf der Breitseite des rohen Ziegels eine Längs- oder Diagonallinie, entlang derer das Spalten des Ziegels nach dem Trocknen vorgenommen wird[341]. Es existieren zahlreiche Beispiele für derartig hergestellte Ziegel[342].

Die Methode des "Naßformens"
Zur Herstellung von Ziegeln auf mit Hilfe der "nassen" Methode war ein flüssigerer Lehm erforderlich, wodurch ein solcherart geformter Ziegel ein geringeres Gewicht aufwies[343]. Außerdem wurde der Rahmen jedes Mal (nach DAVYDOV zwei- bis dreimal) mit Wasser befeuchtet, damit die Formmasse beim Füllen des Rahmens nicht an den Rändern haften blieb[344]. Ein auf diese Art und Weise geformter Ziegel wird im Zarafšān als *ẖišt-i ābī*, in Fergana als *suvlama* (von turk. *suvlamāq* - befeuchten, mit Wasser benetzen) bezeichnet[345]. Einerseits ist man der Auffassung, dass der Überschuss an Wasser, der zum Einweichen der Formmasse und zur Formgebung selbst verwendet wird, zu einer schlechteren Ziegelqualität führt[346]. Andererseits jedoch wird angenommen, dass das Vorhandensein der hohlen Strohhalme in der Formmasse alter Ziegel die Wasserverdunstung erleichtert; das Stroh dient dabei als Skelett, das der Schwunddeformation beim Trocknen des Ziegels entgegenwirkt[347]. Die Forscher stellen eine besondere Leichtigkeit der Ziegel in vielen Wölbungen Mittelasiens fest, was offensichtlich deren Formgebung auf die eben beschriebene "nasse" Art und Weise beweist.

Die Methode des "Trockenformens"
Die Formgebung mit Sand ist die sogenannte trockene Methode der Formgebung eines Ziegels. In die Formmasse wird weniger Wasser gemengt, erforderlich ist ein schweres und dickflüssiges Gemisch[348], dem wahrscheinlich Sand zugefügt wurde; die Ziegel weisen regelmäßige Formen und Maße auf und trocknen schneller[349]. Längliche Lehmklümpchen werden in Sand eingelegt und in die Form geschlagen, die zum anschließenden Herauslösen des Lehms zuvor mit Sand oder gehacktem Stroh - *sāmān* - bestreut wurde[350]. Ein auf diese Art und Weise geformter Ziegel wird in Fergana als *qumlama* - in Sand ertränkt - bezeichnet[351]. Den Ursprung dieser Formungsmethode und die Übernahme des Formrahmens mit Boden ordnet PISARČIK der Periode der Annexion Mittelasiens durch Russland zu. Jedoch wurden mit dieser Herstellungsmethode produzierte Ziegel schon in den Mauern von Koj-Krylgan-Kala (4. bis 3. Jh. v. Chr.) verwendet[352].

- Die Markierung der Lehmziegel

Die Markierung der Ziegel ist ein Zeichen, das während des Herstellungsprozesses in den rohen Ziegel eingedrückt wurde. Es diente zweifellos zur Feststellung der hergestellten Quantität (**Abb. 13/1**)[353]. Außerdem wurden zwei weitere, wichtige Funktionen dieser Markierungen für die Errichtung von Gewölben ermittelt, die keine Registrierungsaufgabe erfüllten[354]:

---

[336] ГЕРТМАН 1991b: 284-285, Abb. 4.
[337] ДАВЫДОВ 1973: 18.
[338] ПИСАРЧИК 1954: 279f.; ЛИВЩИЦ 1962, II: 206.
[339] Das Trompengewölbe *balẖī* war dem Namen nach in Baktrien verbreitet. Das Wort ist von *bāχδri* bzw. *balχ* abgeleitet. Siehe den Textteil, Punkt 2.2 Siedlungsgeschichte, S. 31ff.
[340] Vgl. ГЕРТМАН 1991b: 279; 1998: 143.
[341] ВОРОНИНА 1952: 89f; ПИСАРЧИК 1954: 229.
[342] Z. B. die Lehmziegel in der Mauer von Toprak-Kala (ВОРОНИНА 1952: 89, Abb. 1; 1953a: 6, Abb. 4), des Tempels in Surkh Kotal (SCHLUMBERGER u.°a. 1983, I: Taf. LXI) und der Bauten auf der Zitadelle Alt-Nisa (ПИЛИПКО 2001: 220, Abb. 158).
[343] ПИСАРЧИК 1975: 57.
[344] ПИСАРЧИК 1954: 229; ДАВЫДОВ 1973: 11.
[345] ПИСАРЧИК 1975: 57; 1954: 229; АБДУРАХМАНОВ 1954: 383.
[346] BEAMISH, DONOVAN 1989: 26.
[347] ГРАЖДАНКИНА 1958: 43.
[348] ПИСАРЧИК 1954: 229f.
[349] BEAMISH, DONOVAN 1989: 27, 32.
[350] ВАСИЛЬЕВА 1954: 130; ПИСАРЧИК 1975: 57; 1954: 229f.; ДАВЫДОВ 1973: 11.
[351] ПИСАРЧИК 1954: 229f., 290.
[352] Vgl. ВОРОБЬЕВА, РАПОПОРТ 1967: 24, 26.
[353] ТОЛСТОВ 1948a: 94-95, Abb. 30; ВОРОНИНА 1952: 89-91, Abb. 1; 1953a: 7, Abb. 4; МАНДЕЛЬШТАМ, ПЕВЗНЕР 1958: 294-297, Abb. 3-4; РАПОПОРТ, ТРУДНОВСКАЯ 1958: 354; НИЛЬСЕН 1966: 210-212; ПУГАЧЕНКОВА 1966: 75-81, Abb. 24, 49; SCHLUMBERGER u. a. 1983, I: Taf. LXI; ПИЛИПКО 2001: 220.
[354] WOOLLEY, RANDALL-MACIVER 1910, III: 18; ВОРОНИНА 1952: 89, 95.

1) Das Zeichen wurde auf die Oberfläche des Wölbeziegels aufgebracht, wodurch die Lagerseite bestimmt war[355].
2) Das Zeichen verbesserte die Haftfähigkeit des Mörtels, was insbesondere für die freihändige Wölbung mit Ringschichten wichtig war.
Die Untersuchung der überwiegenden Mehrzahl von Ziegeln aus alten Gebäuden Chorezmiens ergab einen Zusammenhang zwischen dem Typ der Markierung, der Maße und der Form der jeweiligen Ziegel[356].

3.6.1.2 Trocknen und Bearbeiten der Lehmziegel

Der Trockenprozess
Wasser als Bestandteil der Formmasse wird dieser für ein besseres Durchkneten und die nachfolgende Ziegelformung hinzugefügt. Für den Bau selbst ist jedoch ein trockener Ziegel erforderlich, wofür der Großteil des Wassers durch Trocknen entzogen wird[357].
Rissbildung und Verziehen sind die Hauptprobleme, die durch das Schrumpfen des Ziegels bei schneller Wasserverdunstung hervorgerufen werden. Letzteres ist durch die sehr hohen Lufttemperaturen während der Sommer bedingt. Im Iran ist dies die Periode von Anfang Mai bis Ende Oktober, in der gewöhnlich Ziegel hergestellt werden[358]. Im Mittelasien hat man dagegen im Spätherbst und Winter mit der Herstellung des Lehmziegels begonnen. Es wurde festgestellt, dass altertümliche Ziegel nicht weniger als zwei-drei Jahren lang getrocknet wurden, um eine gute Qualität zu erreichen[359]. Eine von Ethnographen beschriebene beschleunigte Technologie zum Trocknen von Ziegeln innerhalb eines Monats entwickelte sich in Mittelasien zum Ende des 19. Jahrhunderts und ist eng mit dem Aufkommen kleinformatiger Ziegel (d. h. 30-20 x 30-20 x 9-10 cm) verbunden[360].

Trockenplatz und Trockendauer
Da Ziegel in vergleichsweise geringer Anzahl dezentralisiert gefertigt wurden, kamen die verschiedensten Orte für das Trocknen von Ziegeln in Frage: der Platz, auf dem die Ziegel geformt wurden oder eine Straße, für landwirtschaftliche Arbeit ungeeignete Flächen in der Nähe, an noch in Bau befindlichen Bewässerungskanälen oder Lagerstellen für längerfristiges Aufbewahren von Baumaterial[361].
Das Trocknen fertig geformter Ziegel erfolgte nach Angaben von Fachleuten "an der Luft"[362], nach Angaben von Ethnographen "in der Sonne"[363]. Laut PRITYKO wird das Trocknen unter einem Sonnendach vorgenommen; bei dessen Fehlen sollte mit der Ziegelformung gegen Abend begonnen werden. Es wurde festgestellt, dass mit der oben beschriebenen "nassen" Formgebungsmethode gefertigte Ziegel lange getrocknet wurden, während in Sand gepreßte Ziegel weniger Risse aufweisen[364].
Es ist davon auszugehen, dass der Trocknungsprozess der Ziegel aus mindestens als zwei Hauptphasen besteht:
1 Die erste Phase ist das Trocknen der Ziegel noch auf der Stelle, wo die Formung der Ziegel erfolgt.
2 Das Endtrocknen der in Stapeln aufgeschichteten Ziegel wird als zweite Trockenphase bezeichnet.
Jede dieser Phasen besteht ihrerseits aus einer Anzahl von zeitlichen Stadien, deren Verlauf und Besonderheiten zum Teil nur annähernd rekonstruiert werden konnten. Allerdings konnten nur die einzelnen Schritte der ersten Phase ausreichend genau beschrieben werden[365]:
a) In der warmen Jahreszeit wird der Platz vor der Ziegelformung mit Wasser bespritzt und mit Sand bestreut. Der Ziegel liegt zunächst mit der Breitseite auf dem Boden, je nach Wetterlage bis zu 3 bis 5 Stunden.
b) Nach ca. 2 Stunden wird er hochkant auf die Schmalseite gestellt - *zanğirī kardan* - und in dieser Stellung weiter getrocknet. Zum Schutz von Sonnenstrahlung wird der Ziegel mit einer Schicht aus Kräutern oder Schilfrohren abgedeckt, was zu starkem Austrocknen und folgender Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit vorbeugt.
c) Nach Ablauf von 1 bis 2 Tagen wird der Ziegel auf die andere Schmalseite gestellt (ein rechteckiger Ziegel auf seine Kurzseite), mit Kräutern bedeckt und für 2 bis 3 Tage dem Trocknen überlassen.
d) Danach werden die Kräuter abgeräumt, und der Ziegel bleibt weitere 2 Tage zum Trocknen stehen.
Alles in allem dauert diese erste Trockenphase ca. 6 bis 7 Tage. Danach werden die Ziegel zum Endtrocknen in Stapeln unter offenem Himmel gelagert. Es wurde festgestellt, dass die Höhe eines Stapels nicht weniger als zehn Ziegellagen betragen durfte[366]. Dadurch wurde wahrscheinlich dafür gesorgt, dass die Ziegelstapel angemessen vor Unwettern geschützt sowie mit einer ausreichenden Zufuhr trockener Luft versorgt waren. Wahrscheinlich wurden die Ziegel nicht auf ihrer Breitseite liegend, sondern schräg auf den Kanten

[355] Gleiche Ausführung beim modernen Wölben siehe bei FATHY 1976: 9.
[356] ГЕРТМАН 1991b: 285; 1998: 136.
[357] BEAMISH, DONOVAN 1989: 46.
[358] WULFF 1975: 110.
[359] Nach Aussagen des bucharischen Baumeisters Ustā Abdusalām Abdurachmanov. - Siehe БАЧИНСКИЙ 1945: 200.
[360] ГЕРТМАН 1998: 142, Fn. 5.
[361] ЕКИМОВА 1959: 347; ГЕРТМАН 1998: 142.
[362] БАЧИНСКИЙ 1945: 200; ПРИТЫКО 1951: 79; ГРАЖДАНКИНА 1958: 43.
[363] WULFF 1975: 110; siehe auch AZARPAY 1990, IV: 447.
[364] BEAMISH, DONOVAN 1989: 28.
[365] БАЧИНСКИЙ 1945: 199-200; WULFF 1975: 110; BEAMISH, DONOVAN 1989: 46f.
[366] ГЕРТМАН 1998: 142.

fischgrätförmig gestapelt, ähnlich wie dies bis in die Gegenwart hinein mit großformatigen Ziegeln im Jemen gehandhabt wird[367].

Bearbeitung von Ziegeln nach dem Trocknen
Gewöhnlich werden Bruchziegel, die beim Trocknen entstanden, zu besonderen Bauzwecken aufbewahrt[368]. Einem zusätzlichen Behauen wurden nach dem Trocknen nur die Ziegel mit "nasser" Formgebung unterzogen, da diese durch die Wasserverdunstung unebene Breitseiten erhielten[369]. Es können mehrere Anwendungsfälle für behauene Ziegel benannt werden:
1) aus derartigen Ziegeln wurden Sonderformen gemauert z. B. die Säulen des Quadratischen Saales von Alten Nisa[370]
2) sie ermöglichten den Fugenwechsel in den Ringschichten eines Tonnengewölbes (z. B. Korridore des Turmmassivs in Alt-Nisa; Raum 32, Zitadelle Kafyr-Kala)[371]
3) durch das Behauen eines quadratischen Ziegels wurden trapezförmige Ziegel geformt. Einen solcherart gewonnenen Ziegel nannte man *pārsu qilib quyligan*. Dabei bedeutet der letzte Teil der Wendung "schon fertiger, gemachter; behauener", abgeleitet von der vollendeten Form des Verbs *qiliš*. Unter Samarkander Baumeistern wird der Begriff *pārsu* in der Bedeutung "Schnitt oder Eckverbindung" verwendet[372]. Das zusammengesetzte Wort *pārsu* besteht aus *pāre* - Stück, Teil - sowie *su/suy* - Seite[373]. Somit benennt *hišt-i pārsu* einen Ziegel mit abgeschnittenen, oder besser, behauenen Seiten.

3.6.1.3 Qualitäten des Lehmziegels
Die der Formmasse beizufügenden Zuschlagstoffe wurden nach zwei Kriterien festgelegt: in welchem Teil eines Gebäudes sollen die Ziegel vermauert werden und welcher Belastung wird der Ziegel dabei ausgesetzt sein. Zudem war es wichtig, die Qualität des vorhandenen Löß zu kennen, zumindest ob er fett oder mager war. In der Fachliteratur wurde allerdings eine Bewertung der Ziegelqualität eher anhand von visuellen Untersuchungen vorgenommen, wobei zur Charakterisierung der Qualität eines Ziegels die Art und Weise des Anmachens der Formmasse sowie deren Zusatzstoffe beschrieben wurden. Außerdem wurde die Charakterisierung der Ziegelqualität häufig nur zusammengefaßt für ein ganzes Gebiet vorgenommen[374]. Als ein Beispiel hierfür mag die Untersuchung baktrischer Ziegel aus antiker Zeit - gut ausgekneteter, gereinigter Lehm mit Häcksel - sowie der späten Kušan-Zeit - schlecht ausgekneteter Lehm mit Sand sowie Scherben - dienen[375]. Die Gründe für ein Zusammenbringen der jeweiligen Komponenten wurden nicht benannt. Wenn Häcksel, Sand und/oder Scherben als Zuschlagstoffe besprochen werden, müssen die Eigenschaften des verwendeten Lehms und der konkrete Verwendungszweck auch als Bewertungskriterien für die Qualität der Ziegel dienen.

Festigkeit des Lehmziegels
PRITYKO führt drei Faktoren an, die wesentlichen Einfluss auf die Festigkeit und die Haltbarkeit von Lehmziegeln ausüben:
1 das Quellen und Durchkneten der Formmasse;
2 der Wassergehalt der Formmasse;
3 das Trocknen des Rohziegels.
Lang andauerndes Quellenlassen und sorgfältiges Durchkneten (mehr als zweimal) erhöhen die mechanische Festigkeit des Rohziegels. Diese resultiert außerdem aus dem Wassergehalt der Formmasse und aus dem langsamen Trocknen[376].
Zur Verbesserung der Festigkeit eines Ziegels wurde im Zarafšān-Tal der Lehmmasse Kies zugefügt[377]. Ein solcher Zusatz verleiht der Masse eine körnige Struktur und ist zur Verteilung von Lasten innerhalb des Materials zweckmäßig. Die Last verteilt sich durch größere Kieselsteine im Ziegel über die gesamte Fläche des Lehms, analog zur Lastverteilung in Beton[378].
Die Festigkeit der Ziegelformmasse wurde durch die Armierung dieser Masse mit Pflanzenfasern verbessert. Häcksel war als Beimischung erforderlich, um einem Zerbröckeln des Materials vorzubeugen und die dem Material gegebene äußere Form zu erhalten: "Der Lehm wird gerne mit Häcksel oder kleingeschnittenem Schilf vermischt. Die überall und in allen Richtungen verteilten Strohhalme halten den sich bald in tausend Haarrissen

[367] BAZARA 1997: Abb. 1, 7.
[368] BEAMISH, DONOVAN 1989: 46ff.
[369] ПИСАРЧИК 1954: 230.
[370] ГРАЖДАНКИНА 1958: 42; ПИЛИПКО 2001: 221-222, Abb. 159.
[371] ПИЛИПКО 2001: 245; ЛИТВИНСКИЙ, СОЛОВЬЕВ 1985: 68.
[372] ЗАХИДОВ 1965a: 166.
[373] ГАФФАРОВ 1976, I: 125; ШУКУРОВ u. a. 1969, II: 85.
[374] ВОРОНИНА 1952: 87, 104; 1953a: 6-10; ГРАЖДАНКИНА 1958: 39-58, 69-78ff.; НИЛЬСЕН 1966: 213-214; СОЛОВЬЕВ 1997: 73-74.
[375] Vgl. ПУГАЧЕНКОВА 1973a: 81ff.
[376] ПРИТЫКО 1951: 78f.
[377] ЯКУБОВСКИЙ o. J.: 113 - zit. nach ВОРОНИНА 1948: 146.
[378] BAZARA 1997: 62; vgl. dazu den Textteil, Punkt 3.5 Lehm in Schichten: Das Verlegen der Lehmschichten, S. 63ff.

spaltenden Lehmziegelkörper in sich wie kleine Anker zusammen. Sie verhindern sowohl sein Reißen beim Trocknen wie sein Abbröckeln an den Mauerflächen."[379]
Da die Oberteile eines Baus am häufigsten dem Regen ausgesetzt sind, versuchte man die Lehmmasse standfest herzustellen. Mit Rücksicht auf die Eigenschaft der Lehmmasse, Feuchtigkeit rasch aufzunehmen und bei Trockenheit rasch zu verdunsten, fügten die Baumeister den Ziegeln für die oberen Geschosse und die oberen Teile der Mauern (z. B. Koj-Krylgan-Kala, Džanbas-Kala) und von Gewölben (z. B. Elcharas-Kaparas) eine große Menge Häcksel bei[380]. Ausgehend von dieser Eigenschaft des Lehms werden Mauern in Orten mit hohem Grundwasserstand aus einem mit großen Mengen Pflanzenwurzeln oder Rasenheu - *čim* - vermischten Löß errichtet[381].

3.6.1.4 Formate und Verlegen von Lehmziegeln

Es wurde mehrfach versucht, Maße und Formate von Ziegeln zur Datierung von Gebäuden in Mittelasien heranzuziehen[382] oder die Übereinstimmung mit der Chronologie historischer Epochen in Chorezmien zu ermitteln[383]. Diese Vorstellung hat inzwischen an Aktualität verloren. Die Unhaltbarkeit derartiger Datierungen von kušan-baktrischen Baudenkmälern wurde von PUGAČENKOVA festgestellt[384]. Verfolgt man die Angaben zu einem größeren Zeitraum (beginnend mit dem 3. bis 4. Jh. v. Chr. bis zum 8. Jh. n. Chr.), so trifft dies auf alle Gebiete Mittelasiens zu. Das Problem liegt darin, dass es in der Herstellung von Materialien aus Lehm keine erst- oder zweitrangigen Formate und Maße gibt. Für einen Zeitraum von nahezu fünf Jahrtausenden sind Eichmaße nicht bekannt. Zudem hat sich die Herstellung von Lehmmaterialien in Altertum und Gegenwart nicht stufenweise entwickelt: das gesamte Namensverzeichnis von Baumaterialien (z. B. Lehmklumpen, Lehmschichten bzw. -blöcke, luftgetrockneter oder gebrannter Ziegel), wie es in der Vergangenheit existierte, hat bis in die Gegenwart Bestand. Statt dessen sollten zur Charakterisierung einer Bauperiode besondere Vorzüge und Modifikationen von Lehmmaterialien herangezogen werden, da z. B. die Maße von Ziegeln bei gleicher Form variieren bzw. in Gebäuden aus verschiedenen Zeiträumen identisch können oder aber sich in zeitgleich entstandenen Bauwerken voneinander unterscheiden.
In Mittelasien wurden Ziegel in gewöhnlicher Form, also rechteckige, quadratische, trapezförmige sowie in ungewöhnlicher Form, nämlich vieleckige, figurative sowie keilförmige hergestellt. Die Wölbungen wurden im wesentlichen aus Ziegeln in gewöhnlicher Form errichtet, wobei ergänzend Ziegel in ungewöhnlicher Form verwendet wurden. Allerdings gibt es eine Reihe von Fällen, in denen letztere speziell zum Wölben hergestellt wurden.

- Ziegel in gewöhnlicher Form

Ein quadratischer Ziegel wird in Fergana *ẖišt-i čarsi* oder *čārsi-ġišt* genannt, was offensichtlich von *čahārsu, čārsu* - vier Seiten, vierseitig - herrührt[385]. In Samarkand ist für einen solchen Ziegel ein anderer Begriff fixiert: *ǧāydārī ġišt* (von *ẖišt-ī ǧāydārī*)[386], abgeleitet vom Substantiv *ǧāy* - Ort, Platz; Lage. Ein Ziegel mit dieser Bezeichnung nahm anscheinend eine besondere Stellung in der Hierarchie der Ziegelsteine verschiedenen Formats ein.
Die in Samarkand verbreitete Bezeichnung *ẖišt-i sultān-i sanǧarī* - Ziegel von Sultan Sanǧar - wird einerseits auf rechteckige, feine gebrannte Ziegel, andererseits für quadratische, großformatige Ziegel (Seitenlänge von 38 bis 51 cm, Stärke von 10 bis 16 cm) angewendet[387]. Der Ursprung dieses Begriffes ist wahrscheinlich dem Zeitraum der Errichtung des Mausoleums von Sultan Sanǧar zuzuweisen, der 1157 starb. Die Bögen, welche den Kuppelansatz des Mausoleums tragen, wurden aus rechteckigen Ziegeln in den Maßen 38 x 25 x 5 cm gemauert[388]. Im Oberen Zarafšān wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts (Matča, Falgar, Fana) ein rechteckiger Ziegel als *ẖišt-i musulmānī* - wörtl. muslimischer Ziegel - bezeichnet[389]. In Samarkand und Fergana jedoch wurde mit dem gleichen Terminus ein quadratischer Ziegel bezeichnet, der damit dem neu erschienenen russischen Ziegel - *rus-ġištī, sallāt ġišt* - letzteres hergeleitet vom russischen "soldatisch" - gegenübergestellt wurde[390].
Ein spezieller Terminus für trapezförmige Ziegel, die in besonderen Rahmen hergestellt wurden, ist nicht bekannt, obwohl es für dessen weite Verbreitung bei Gewölben zahlreiche Belege in ganz Mittelasien gibt.

[379] LANGENEGGER 1911: 16.
[380] ЛАПИРОВ-СКОБЛО 1967: 275.
[381] Vgl. ПИСАРЧИК 1954: 257.
[382] АЛЬБАУМ 1966: 63; АЛЬБАУМ, АГЗАМХОДЖАЕВ 1968: 57.
[383] ТОЛСТОВ 1949b: 25-27; 1958: 146; 1962: 250, Abb. 160.
[384] ПУГАЧЕНКОВА 1973a: 81.
[385] ПИСАРЧИК 1954: 229; ГАФФАРОВ 1976, I: 481, II: 476.
[386] ЗАХИДОВ 1965a: 170.
[387] ПИСАРЧИК 1975: 58.
[388] ГРАЖДАНКИНА 1958: 81.
[389] ДАВЫДОВ 1973: 11.
[390] ПИСАРЧИК 1975: 57; 1954: 229; ЗАХИДОВ 1965a: 170.

Rechteckige Ziegel
Die ältesten rechteckigen Ziegel, mit denen in der behandelten Region ein Gewölbe errichtet wurde, sind die Lehmziegel der Tholoi von Geoksjur (4. bis 3. Jt. v. Chr.).
Das Seitenverhältnis eines rechteckigen Ziegels, wie er beim Mauern von Gewölben in Margiana, Baktrien-Tocharistan, Sogdien und Ustrušana verwendet wurde, beträgt fast immer 1:2. Im wesentlichen entspricht es in etwa der Hälfte eines quadratischen Ziegels oder einem Halbziegel[391]. Nur in Chorezmien ist ein anderes Seitenverhältnis zu beobachten, das mit 2:3 ausgedrückt wird. Für dieses Ziegelformat war selbstredend ein spezieller Rahmen zur Ziegelformung erforderlich. Für Parthien betragen die Maße rechteckiger Ziegel 44 x 27-13 x 5 cm und 56-38 x 36-16 x ? cm.[392] In Ost-Turkestan sind daneben flache und gebogene, bis zu 61 cm lange Lehmziegel, die vermutlich für die Errichtung einer Kragkuppel dienten, belegt (Gebetshaus M.15, Miran[393]). Mit ca. 46 cm langen und ca. 18 cm breiten rechteckigen Lehmziegeln waren Grabkammern in der Nähe von Biškek überwölbt[394]. Dabei war eine ihrer beiden Kurzseiten schräg behauen, so dass zwei Ziegel aneinander angelehnt werden konnten.
Das vorhandene Material belegt, dass rechteckige Ziegel für alle bekannten Ausführungstechniken von Gewölben verwendet wurden.

Quadratische Lehmziegel
Der älteste Gewölbebau in Mittelasien, bei dessen Errichtung quadratische Ziegel verwendet wurden, lässt sich anhand des vorhandenen Belegmaterials auf das 4. bis 3. Jh. v. Chr. datieren (Elcharas). Diese Periode kann jedoch nicht als Einführungszeitraum angenommen werden, in dem quadratische Ziegel neben rechteckigen Ziegeln zum Wölben verwendet wurden. Da diese Phase nur im nordwestlichen Teil Mittelasiens bzw. in Chorezmien präsent ist und im Vergleich zu den südlichen Gebieten spät datiert wird, ist zu vermuten, dass beide Ziegelformen nebeneinander entstanden.
Quadratische Ziegel wurden in allen Gebieten Mittelasiens ausschließlich zur Errichtung von Radialgewölben[395] verwendet. Gewöhnlich entsprechen innerhalb eines Bauwerkes die Maße quadratischer Wölbeziegel denen der Mauerziegel[396]. Jedoch weichen die Zusammensetzung der entsprechenden Ziegelformmasse und die Methoden der Ziegelformgebung voneinander ab.

Trapezförmige Lehmziegel
Die früheste Verwendung trapezförmiger Ziegel bei der Errichtung von Gewölben ist in Mittelasien aus dem südlichen Sogdien des 6. bis 4. Jh. v. Chr. bekannt (Zitadelle, Jorkurgan[397]). Für Chorezmien sind solche Ziegel aus dem 4. bis 3. Jh. v. Chr. überliefert (Elcharas), für Margiana (Turmmassiv, Alt-Nisa) und für Baktrien (Dalverzin-Tepe, Surch Kotal) seit etwa dem Ende des 2. und dem Beginn des 1. Jh. v. Chr. sowie für Čač beginnend mit der ersten Hälfte des 6. Jh. n. Chr.[398] Hauptschwerpunkt für diese Ziegelform ist jedoch das alte Chorezmien, wo sie ab dem 4. Jh. v. Chr. bis zum 4. Jh. n. Chr. bei Tonnengewölben ebenso zum Einsatz gelangte wie bei Kuppeln (Jakke-Parsan). Die Verwendung des trapezförmigen Ziegels in Sogdien und Baktrien ist bislang nur durch vereinzelte Bauwerke belegt, wo er bei Tonnengewölben benutzt.
In Ost-Turkestan wurden im 1. Jt. n. Chr. Wölbungen mit einer Spannweite von 5 bis zu 9 m aus trapezförmigen Lehmziegeln ausgeführt (Kloster β, Indikutšari). Die trapezförmigen Lehmziegel besaßen gerundete Kopf- und Grundseiten[399].
Die Seitenmaße des chorezmischen sowie baktrischen trapezförmigen Ziegels schwanken im allgemeinen in folgenden Grenzbereichen: Langseiten bis 40 cm, Schmalseiten 24 bis 25 sowie 27 bis 30 cm, die Stärke beträgt 6 bis 8 und 10 bis 12 Zentimeter. Der sogdische Ziegel war etwas größer: Langseiten ca. 50 cm, Kurzseiten 21 bis 25 und 30 bis 33 cm, Stärke 8 bis 10 Zentimeter (Jorkurgan, Alt-Pendžikent). Es ist anzumerken, dass die genannten Maße Durchschnittswerte sind. Allerdings ist innerhalb einunddesselben Gebäudes in allen Fällen immer eine Übereinstimmung der Maße der Langseiten der trapezförmigen Wölbeziegel mit den Maßen der Seiten der quadratischen Ziegel in Wänden sowie in Radialwölbungen festzustellen. Beispielsweise hat ein trapezförmiger Wölbeziegel bei einer Länge von 45 cm eine Grundseite von 26 bis 30 cm und eine Kopfseite von 32 bis 36 cm (Räume 8 und 1, Donjon von Babiš-Mulla 1). Seine Länge entspricht der Seite eines quadratischen Ziegels bzw. eines rechteckigen Ziegels.[400] In keinen Fall ist diese Übereinstimmung zufällig. Sie ist in den technischen Erfordernissen beim Wölben (Verband) begründet.

---

[391] Воронина 1949a: 105.
[392] Vgl. Гражданкина 1958: 55-56.
[393] Stein 1928, I: 175; Литвинский 1987: 206.
[394] Пантусов 1887/1886: 75-80.
[395] Definition der Wölbtechnik siehe im Textteil, Punkt 5.3.1 Radialgewölbe in Kufverband, S. 143ff.
[396] Пилипко 2001: 245. Letzteres ist in Ost-Turkestan ebenfalls der Fall. - Vgl. Литвинский 1987: 207.
[397] Шишкина u. a. 1985: 282-283.
[398] Пилипко 2001: 245; Schlumberger u. a. 1983, I: Taf. LXI; Буряков, Кошеленко 1985: 299.
[399] Grünwedel 1909: 75, 84, Abb. 60-61, 68; Литвинский 1987: 207.
[400] Вайнберг, Левина 1993a: 34. Dieser Zusammenhang ist auch in den Wölbungen des Turmmassivs in Alt-Nisa zu beobachten. - Vgl. Пилипко 2001: 245.

- Ziegel in ungewöhnlicher Form

Beim Wölben werden in Mittelasien auch Ziegel in ungewöhnlicher Form verwendet. Dazu gehören Bindeziegel und Ziegel nach Schablonen, außerdem zur Ergänzung keilförmige und polygonale Ziegel.
Lokale Bezeichnungen sind nach ethnographischen Angaben nur für die zweite Gruppe bekannt. Ein Halbziegel, der durch das Spalten eines quadratischen Ziegels entlang einer schrägen Linie in Form eines halben Trapez' mit einem schmalen Ende entsteht, wird in Fergana *neš bārik* - Ziegel mit einem scharfen Ende - genannt[401]. Solche Ziegel wurden vor allem für Kuppeln - *balhī* - verwendet.
Die keilförmigen Teile des Ziegels werden in Fergana als (*hišt-i*) *ġāz* bezeichnet. Letzteres ist entweder von *gāz* - Kneifzange, Beißzange, Flechterzange - oder von *qāz* - Weiß- bzw. Graugans - abgeleitet[402]. Ein ähnlicher Terminus - *ġāzpāy*, wörtl. Gänsefüßchen - wird von den Samarkander Holzschnitzern benutzt[403]. Sie verwenden ihn zur Benennung der dreieckigen Form in der geometrischen Konstruktion von Stalaktiten.

Schablonenziegel
Mit Schablonenziegeln, deren Längsseite bogenförmig ausgeschnitten ist, wurden die Brennkammern der Töpferöfen in der Siedlung Aučin-Tepe (2. Jt. v. Chr., Margiana) überwölbt[404]. Mit paarweise zusammengefügten Ziegeln mit halbkreisförmigem Ausschnitt wurden in Ajrtam (1. - 3. Jh. n. Chr., Baktrien) die in die unterirdische Zelle führende Treppe sowie Wandnischen überwölbt (**Taf. 55**)[405].
Bei der Untersuchung der Räume 2 und 3 des westlichen Gebäudes Elcharas (4. bis 3. Jh. v. Chr., Chorezmien) wurden abgerundete Ziegel gefunden: ihre Grundfläche beträgt 12 bis 14 cm, die Länge 45 bis 50 cm. Sie weisen eine abgerundete Seite sowie eine Stärke von 12 bis 14 cm auf[406]. Luftgetrocknete Lehmziegel wurden bei Errichtung von abgestuften Wölbungen über Korridoren oder Treppen in Klein Kyz-Kala verwendet (6. - 7. Jh. n. Chr., Margiana)[407].

Bindeziegel (bzw. spezielle Formziegel)
Ein feuchter oder nicht ganz getrockneter Ziegel wurde nur zu besonderen Zwecken eingesetzt: beim Verkleiden abgerundeter Grubenränder, bei der Reparatur der Türöffnungen des Gehöftes Dingildže (Mitte des 1. Jt. v. Chr., Chorezmien) und wahrscheinlich in weiteren ähnlichen Fällen, in denen abgerundete Ziegelausmauerungen benötigt wurden[408].
Zur Verstärkung des Verbandes während des Mauerns der sich gegenseitig überschneidenden Wände des Tempels von Tacht-i Sangin (3. Jh. v. Chr., Nord-Baktrien) wurde ein Ziegel so in die Ecke eingebettet, dass er zunächst über diese Ecke hinausragte. Dieser überhängende Teil des Ziegels wurde anschließend abgeschlagen[409]. Es ist sehr wahrscheinlich, dass der solcherart verwendete Ziegel noch sehr feucht war. Beim Mauern der Nischenwände des Raumes 50 im sog. Palast von Dašly-3 in Baktrien (2500-2200 v. Chr.) und des Westgebäudes von Elcharas in Chorezmien (4. bis 3. Jh. v. Chr.) wurden L-förmige Lehmziegel verwendet, möglicherweise für den Verband in den Ecken[410].

Keilziegel bzw. dreieckige Lehmziegel
Keilziegel bzw. dreieckige Lehmziegel finden in folgenden Bereichen Verwendung[411]:
1 Keilziegel kamen im Gewölbescheitel bei steilem Wölbprofil zum Einsatz (Toprak-Kala, Zitadelle Kafyr-Kala (Raum 2), Alt-Pendžikent (**Taf. 151 a**)). Darüber hinaus werden Keilziegel auch im Auflager des Radialgewölbes eingesetzt (vgl. Raum 3, Zitadelle Kafyr-Kala).
2 Beim Vermauern von Zwischenräumen, die sich bei den letzten geneigten Ringschichten an der Stirnwand bilden (Objekt VI in Alt-Pendžikent, Raum 2 in Kafyr-Kala).
Nach archäologischen Beobachtungen werden speziell zurechtgehauene Ziegel wie folgt verwendet[412]:
1 bei der Verlegung über den Ecken von Trompen (buddhistisches Gebetshaus, Kafyr-Kala). Auf einen rechteckigen Ziegel, der nach außen mit Kurzseite erscheint, wird ein dreieckiger Ziegel mit abgeschnittenen Seiten verlegt (Grundseite 25 cm, Kopfseite 5 cm, Höhe 9 cm).

---

[401] Писарчик 1954: 279ff., 295; Шукуров u. a. 1969, I: 204, 850; Айни 1975/1976, XII: 261.
[402] Гаффаров 1976, II: 681; Шукуров u. a. 1969, I-II: 274, 695.
[403] Захидов 1965a: 170.
[404] Сарианиди 1958: 315-316, Abb. 1. Mit ähnlichen, halbmondförmigen Schablonenziegeln waren Kanalisationsanlagen der Südburg in Babylon (7. - 6. Jh. v. Chr.) überwölbt. - Vgl. Hemker 1993: Abb. 254, 255.
[405] Vgl. Kat. Nr. 23 Ajrtam, S. 155ff.
[406] Левина 1991: 86; Гертман 1991b: 277, Abb. 1.
[407] Гражданкина 1958: 109.
[408] Воробьева 1973: 92.
[409] Литвинский, Пичикян 2000a, I: 136-137.
[410] Сарианиди 1977: 43, Abb. 16; Левина 1991: 89.
[411] Воронина 1953a: Abb. 17, 18; Ставиский 1964: 127, Abb. 5; Литвинский, Соловьев 1985: 61, 67.
[412] Литвинский, Соловьев 1985: 65.

2 die gewöhnlichen Ziegel in den Bogenschichten der Trompe wechseln mit Ziegeln in Sonderform. Bei der Errichtung der ersten, zweiten und dritten Bogenschicht oberhalb des Stapels (Raum 1, Kafyr-Kala) sind kleinformatige Ziegel (Frontseite 18 cm) im Verband verwendet worden.

3.6.2 Gebrannte Ziegel

Die Verwendung gebrannter Ziegel war bei vorislamischen mittelasiatischen Bauten begrenzt. Nur in vereinzelten Fällen wurden Gewölbe aus Backsteinen errichtet (Alt-Nisa, Ajrtam). Es ist offensichtlich, dass die Bevorzugung von Lehmziegeln gegenüber den gebrannten Ziegeln weniger von wirtschaftlichen Erwägungen als vielmehr von den natürlichen klimatischen Bedingungen Mittelasiens abhingen. So ist es z. B. in Gebäuden aus Lehmziegeln kühler und frischer als in Gebäuden, die aus gebrannten Ziegeln errichtet wurden[413]. Es ist gleichfalls augenfällig, dass die geographische Lage von Ziegelbrennöfen in Mittelasien sich in etwa anhand der Lageplätze von Lehmgruben bestimmen lässt. Ziegelbrennöfen befinden sich vorwiegend außerhalb von Stadtmauern bzw. Siedlungen[414], wobei es Hinweise und Zeugnisse dafür gibt, dass die jeweiligen Handwerksmeister den benötigten Lehm auf einem eigenen Landstück gewannen[415]. Rings um den buddhistischen Tempelkomplex von Ajrtam (1. Jh. n. Chr.) wurden beispielsweise Brennöfen sowohl für Ziegel als auch für Töpferwaren gefunden[416]. VJATKIN nahm an, dass sich die Ziegelbrennöfen in Afrasiab außerhalb der eigentlichen Stadtgrenzen befanden[417]. Eine Reihe von detailliert untersuchten Töpferöfen in Margiana (Togolok, Gjaur-Kala, Džinn-Tepe) und Chorezmien (Kjuzeli-Gyr, Kalaly-Gyr, Uj-Kala, Mizdahkan) weisen auch auf alte Stellen zur Lehmgewinnung hin[418].
Die Art und Weise der Herstellung und Formgebung der Ziegel vor dem Brennen entspricht jener von Lehmziegeln. Die gesamte Arbeit der Handwerksmeister fand im Freien am Brennofen statt[419]. Einige zu beobachtende Unterschiede während des Herstellungsprozesses hängen unmittelbar vom Verwendungszweck der gebrannten Ziegel ab[420], der in vorislamischer Zeit streng reglementiert war. Backsteine hatten zwei Funktionen: den Schutz vor Feuchtigkeit sowie die Verstärkung der Konstruktion.

- Die Vorbereitung des Lehms

Zur Herstellung eines Backsteins war Lehm einer besonderen Qualität erforderlich. Die chemische Analyse gebrannte Ziegel aus dem Alten Nisa und Ajrtam ergab, dass sie aus lößartigem und mergelhaltigem Lehm hergestellt worden waren[421], der nach dem Abbau gespült, gewaschen und von Beimengungen gereinigt wurde[422].

Zusammensetzung und Behandlung der Ziegelformmasse

Laut der von GRAŽDANKINA durchgeführten chemischen Analyse von Ziegelformmassen aus dem Alten Nisa (1. Jh. v. Chr. und 1. Jh. n. Chr.) sowie des "parthischen" Ziegels aus der Ärk-Kala von Merv (1. und 2. Jh. n. Chr.) bestanden diese aus lößartigem Lehm, Wasser und einem bedeutenden Anteil grob- oder feingehackten Strohs. An faserigen organischen Stoffen wurden dem Lehmteig Weizenkorn- und Reisspelzen, sowie Flaum von Schilfrispen zugefügt. GRAŽDANKINA erklärt dies mit dem großen Format des Backsteins (Seitenlänge von 48 bis 58 cm, Stärke von 5,5 bis 7-8 cm). Chorezmische Backsteine dieser Größe aber wiesen diese Zusatzstoffe nicht auf. Organische Zuschlagstoffe erlaubten es, bei der Formgebung mit einer geringeren Menge Wasser für das Anrühren und Ansetzen des Lehms auszukommen[423].
In Ajrtam (1. - 3. Jh. n. Chr.) besteht die Formmasse für gebrannte Ziegel aus mergelhaltigem Lehm, Sand und Wasser (Al_2O_3 + Fe_2O_3 + SiO_2 - 21,19%; SiO_2 - 55,01%). Der zugefügte Sand macht etwa ein Zweitel des Lößlehms aus. Er bewirkt die cremefarbene Tönung des Ziegels nach dem Brennen; anderenfalls würde der Ziegel nach dem Brennen einen rötlichen Farbton aufweisen[424].
Der Lehm und die dazugehörigen Zusatzstoffe werden in eine Grube zum Weichen - *<u>h</u>āk-šūrī* - geschüttet, anschließend wird Wasser hinzugegeben und die Mischung etwa 24 Stunden stehen gelassen - *gil-šustan*. Die Formmasse der Ziegel von Ärk-Kala wurde mit einem geringen Wasseranteil durchgeknetet, worauf die krümelig-klumpige Struktur der Bruchflächen und die geringe Menge der ansonsten für Ziegel typischen Wasserporen hindeuten[425].

---

[413] MACKAY 1996: 266.
[414] ВОРОБЬЕВА 1961: 147; WULFF 1975: 115.
[415] ПРИТЫКО 1951: 75; ЕКИМОВА 1959: 348.
[416] ВЯЗЬМИТИНА 1945a: 31; 1945b: 39; ТУРГУНОВ 1991a: 145.
[417] ВЯТКИН 1927: 32.
[418] Vgl. ПУГАЧЕНКОВА 1958b: 223; ЛУНИНА 1958: 349-365; ВОРОБЬЕВА 1961: 147-172.
[419] ЕКИМОВА 1959: 347.
[420] WULFF 1975: 115.
[421] ГРАЖДАНКИНА 1958: 42; ПИЛИПКО 2001: 222; ВЯЗЬМИТИНА 1945b: 38.
[422] WULFF 1975: 115.
[423] ГРАЖДАНКИНА 1958: 42, 49, 55, 74; 1960: 38-59.
[424] ВЯЗЬМИТИНА 1945b: 38, Fn. 8. Im zeitgenössischen Iran jedoch macht der zugefügte Sand etwa ein Fünftel des Lößlehms aus. - WULFF 1975: 115.
[425] ГРАЖДАНКИНА 1958: 73.

Nach dem Weichen der Formmasse wird diese mit einer Schaufel umgegraben und mit einer Hacke aufgelockert. Durch das Hinzufügen einer großen Menge Wasser wird die Masse allmählich flüssig. Die Formmasse wird dann mit einem Korb geschöpft und durch eine Rinne in eine Nachbarmulde gegossen, wobei sie zunächst durch ein Sieb fließt und von kleinen Klumpen befreit wird.
Nachdem die Formmasse aus der Grube ausgehoben und gesiebt wurde, wird sie gelagert und nachbehandelt. Überschüssiges Wasser wird am Folgetag abgeschöpft. Nach vier weiteren Tagen ist die Formmasse ausreichend trocken und bereit zum Formen[426].

- Die Formgebung vor dem Brennen

Anhand der Dichte der Formmasse von Ziegeln aus Ärk-Kala lässt sich vermuten, dass diese trocken geformt wurden. Dabei wurden kleingehacktes Stroh und/oder Sand als ein Hilfsmittel verwendet, das ein leichteres Herauslösen der Formmasse aus dem Formrahmen ermöglichte.
Die Lehmmasse wird zum Formen auf einen freien Platz transportiert. Die Untersuchung großformatiger Ziegel aus Ärk-Kala zeigte, dass sie in einer Rahmenform ohne Boden hergestellt wurden[427]. Die Verwendung eines solchen Rahmens ist auch aus der Gegenwart bekannt (**Abb. 12/4**)[428]. Iranische Handwerksmeister bestreuen die Rahmen mit Sand[429]. Wie die alten Meister vorgingen, ist leider nicht bekannt. Die Formmasse wird in die Rahmen gefüllt, manuell dicht gestampft und geglättet. So wird das Entstehen von Hohlräumen in den Ziegeln vermieden[430]. Vermutlich behinderten jedoch große Beimengungen von Häcksel zur Formmasse und die Dichte des Lehmteiges ein ausreichend festes Füllen der Rahmenform[431]. Überschüssiger Lehm wird mit einem hölzernen Stöckchen abgeschnitten. Anschließend wird der Rahmen angehoben und der fertig geformte Ziegel auf dem Boden liegen gelassen[432].

Das Markieren der Ziegel
Auf trapezförmigen gebrannten Ziegeln der buddhistischen Zellen in Ajrtam wurden Versatzzeichen in Pfeilform entdeckt[433], die entweder auf die Kopfseite oder die Grundseite der Ziegel gerichtet sind (**Abb. 13/2**). Wahrscheinlich wurde das Wölbprofil vor der Herstellung der Ziegel auf dem Boden konstruiert und die Fugenöffnung zwischen den Ziegeln bestimmt. Die pfeilartigen Versatzzeichen dienten dem richtigen Positionieren des Ziegels bei Errichtung der einzelnen Ringe: unabhängig von der Kopf- oder Grundseite des Ziegels wiesen die Versatzzeichen in Richtung der Wölbrücken, im genannten Fall vermutlich zum Kuppelrücken. Sehr interessant ist der Umstand, dass die Maße der trapezförmigen Ziegel von Ajrtam vor dem Trocknen und Brennen mit den Maßen trapezförmiger Lehmziegel chorezmischer Gewölbe übereinstimmten. Dies deutet auf ein mögliches einheitliches Verfahren in Baktrien und Chorezmien in der Frühzeit hin.

Das Trocknen der Ziegel
Das Gemisch aus Lehm und Strohhäcksel als Ausgangsmaterial für den Backstein verhindert das Auftreten von Kontraktionsrissen und das Zerreißen des Ziegels beim Brennen. Beim Einweichen und Ansetzen der Formmasse und beim Füllen der Rahmenform dringt Wasser in die Strohhäcksel ein, das während des Trocknens allmählich verdunstet. GRAŽDANKINA nimmt an, dass das Hinzufügen faseriger Komponenten in die Ziegelformmasse parthischer sowie der Ziegel von Alt-Nisa folgende Ziele hatte[434]:
1) das Erleichtern des Trocknens durch Verringerung des Wasseranteils beim Einrühren und Ansetzen und zur Verbesserung der Wasserverdunstung;
2) zur Verminderung von Schwunddeformationen bzw. Schrumpfungen während des Trocknens und des Brennens des Ziegels;
3) zum Aufrechterhalten einer hohen Temperatur innerhalb des Ziegels während des Brennens;
4) zur Sicherstellung eines gleichmäßigeren Brennprozesses im gesamten Ziegelquerschnitt.
Der Trocknungsprozess von Ziegeln vor dem Brennen ist durch Ethnographen detailliert aufgezeichnet worden[435]. Der rohe Ziegel - *hām-pūhteh* - wird etwa 24 Stunden an der Luft getrocknet - *hušk šuðan*, anschließend wird er hochkant gestellt - *baland kardan* - und verbleibt in dieser Position nochmals 3 Tage. Bevor der getrocknete Ziegel in den Brennofen eingebracht wird, glättet der Handwerker die rauhe Oberfläche des Ziegels mit den Händen - *vākū kardan*[436] - oder beschabt ihn mit einem Messer[437].

---

[426] WULFF 1975: 115.
[427] ГРАЖДАНКИНА 1958: 73.
[428] ЕКИМОВА 1959: 347.
[429] WULFF 1975: 115.
[430] ЕКИМОВА 1959: 347.
[431] ГРАЖДАНКИНА 1958: 82.
[432] WULFF 1975: 116.
[433] ТУРГУНОВ 1972: 59; ПУГАЧЕНКОВА 1979: 28.
[434] ГРАЖДАНКИНА 1958: 41ff., 75.
[435] ЕКИМОВА 1959: 347.
[436] WULFF 1975: 116.
[437] ПИСАРЧИК 1954: 230.

- Das Brennen und die Charakteristik des Brennofens

Ziegel wurden in speziellen, besonders großen Öfen - *humdān* - gebrannt, die jeweils für die einmalige Herstellung von zwanzig-, dreißig- oder vierzigtausend Ziegeln ausgelegt waren. Solche Öfen wurden dementsprechend *humdān-i bisthazārī, sihazārī, čilhazārī* genannt. In Chorezmien nennt man einen Ofen für das Brennen von Ziegeln *humbuz*[438], was wahrscheinlich von *humpaz* - Brennofen für tönerne Gefäße, *hum* - oder *hāmpaz* - Brennen rohen, unbearbeiteten Materials - abgeleitet ist.

Eine Analyse des vorhandenen ethnographischen Materials verdeutlicht, dass für Mittelasien ein halboffener Typ als die traditionelle Form eines Ziegelbrennofens anzusprechen ist[439]. Für den Iran sind offene und halboffene Typen von Ziegelbrennöfen festgestellt. Die mittelasiatischen und iranischen Brennöfen ähneln einander insbesondere in struktureller Hinsicht: sie sind zweietagig und bestehen jeweils aus einer Feuer- und einer Brennkammer; Unterschiede bestehen nur im Aufbau der oberen Brennkammer:

1) Die Brennkammer halboffener Öfen verfügt nicht über eine Überdeckung, sondern hat nur Außenwände. Nach dem Bestücken des Ofens wird die oberste Lage der Ziegel als fast geschlossene Schicht verlegt und von außen mit Lehm verkittet.

2) Die zur Hälfte unterirdisch gelegene Feuerkammer besitzt einen Rost, der als Boden für den Ziegelstapel dient. Die Ziegel werden hochkant und strahlenförmig, vom Zentrum ausgehend, mit einem geringen Abstand Schicht auf Schicht gestapelt[440].

Der Aufbau eines Ziegelbrennofen war verhältnismäßig teuer, weshalb er im Bedarfsfall immer wieder repariert wurde. Ein Ziegelbrennofen war über Jahrzehnte in Betrieb und wurde gewöhnlich vererbt.

Brennstoffe

Beim Brennen von Ziegeln dienen Wurmkraut bzw. Wermut (*Artemisia L.*), Dornkraut - *yantāq* - sowie Schilf und Baumwollhalme als Brennstoff. Sie sind leicht entzündlich und erzeugen eine heiße Flamme. Insbesondere die zuletzt erwähnten Baumwollhalme werden bevorzugt verwendet, und mit ihnen gebrannte Ziegel werden als die besten angesehen. In Chorezmien werden Brennöfen mit Schilf (*Phragmites communis*) und Kameldorn (*Alhagi camelorum*) - *yantāq*, *ğaušān* - befeuert[441]. Bis in die 1940er Jahre wurden Brennöfen im Iran mit Wüstensträuchern bzw. Buschwerk befeuert: *čār*[442], *tarhā*, *tarhān* - *Artemisia herba alba* - und Wurmkraut - *dermāne* - *Artemisia santonica*, *Artemisia maritima*. Es heißt, dass diese Pflanzenarten besonders lange brennen und intensive Flammen erzeugen[443]. Der Brennstoff wird in Form großer Bündel vor dem Brennen der Ziegel bereitgestellt. Für das Befeuern eines Ofens benötigt man etwa zwanzig Garben Schilf- und sechs Wagen - *arba* - Dornensträucher[444].

Der Prozess des Brennens und die Brenntemperatur

Der Brennstoff wird mit Heugabeln *pangšāh* in kleinen Partien in der Feuerkammer verteilt. Das Feuer wird zuerst mit Dornensträuchern entzündet, danach wird der Ofen mit Schilf und Dornengestrüpp geheizt. Die Brenntemperatur für Ziegelöfen ist nicht bekannt. Für das Brennen von Tongeschirr wurde die Temperatur im Ofen auf 800 bis 900 °C gebracht[445]. Dazu wurde der Ofen vom Vorabend an vorgeheizt, dieser Prozess dauerte jeweils die ganze Nacht bis zum Morgen, alles in allem jeweils zehn Stunden. War der Ofen ausreichend gut angeheizt, wurde die Feueröffnung mit Lehm verkleinert. Auf diese Weise konnte Brennstoff eingespart werden. Das Feuer in Ziegelbrennöfen wird etwa 2 bis 3 Tage unterhalten.[446] War der Brennstoff verbrannt, wurden die Rauchabzugsöffnungen und der Feuerungsraum verschlossen und das Oberteil geöffnet. Der Ofen kühlt etwa eineinhalb bis 2 Tage ab. Die Entleerung des Ofens erfolgt danach.

Da Ziegel überwiegend in der Nähe von Siedlungen hergestellt und gebrannt wurden, war deren Verwendung nicht mit hohen Transportkosten verbunden[447].

- Anwendung von Backsteinen

Die frühen Handwerksmeister Mittelasiens brannten Ziegel sowohl in gewöhnlichen als auch in ungewöhnlichen Formen. Das untersuchte archäologische Material zeugt davon, dass aus der Gruppe der sog. gewöhnlichen Ziegel allein trapezförmige Backsteine beim Bau von Gewölben verwendet wurden. Rechteckige und quadratische Backsteine wurden beim Wölben nicht verwendet. Ungewöhnliche Ziegel sind in zwei Formen vertreten: als Keil- und Schablonenziegel. Beide Arten sind bei der Errichtung von Tonnen und Bögen des kušanischen Ajrtam (1. bis 3. Jh. n. Chr.) und in den parthischen Bauten von Alt Nisa (1. Jh. v. Chr. - 2. Jh. n.

---

[438] Писарчик 1975: 59; 1954: 231, Fn. 1; Екимова 1959: 347.
[439] Писарчик 1954: 231-234, Abb. 2-4; Екимова 1959: 348, 357-359, Abb. 5-7.
[440] Wulff 1975: 116-117, Abb. 174, 175 - als Mangel dieses Ofens gilt das ungleichmäßige Brennen der in den Ofen eingebrachten Ziegel.
[441] Вяткин 1927: 32; Писарчик 1954: 233; 1975: 60; Екимова 1959: 358.
[442] Das Wort *čār* bezeichnet außerdem im Persischen einen "Ofen zum Brennen von Ziegeln und Tonwaren". - Siehe Junker, Alavi 1965: 224.
[443] Wulff 1975: 116-117.
[444] Екимова 1959: 359.
[445] Vgl. Вяткин 1927: 58.
[446] Писарчик 1954: 233; 1975: 60.
[447] Притыко 1951: 75.

Chr.) eingesetzt worden[448]. Es wird angenommen, dass die gebrannten Formziegel der Säulen des Quadratischen Saales von Alt-Nisa in kurvenförmigen, bodenlosen Rahmen gefertigt wurden, da auf den untersuchten Exemplaren keinerlei Spuren eines Zurechthauens oder einer Bearbeitung mit einer Säge zu beobachten sind[449].
Gebrannte Ziegel wurden in Mittelasien zum konstruktiven Festigen der Mauer- und Säulenfüße benutzt[450]. Das herangezogene Material macht einige Beispiele der Verwendung von gebrannten Ziegeln in eben dieser Art und Weise deutlich. In einigen Räumen des Palastes Toprak-Kala (3. bis 4. Jh. n. Chr., Chorezmien) wurden quadratische und rechteckige Backsteine, letztere mit den Maßen 60 x 43 x 4 cm, jeweils zu sechst mit Gipsmörtel zu "Blöcken" verbunden und den Quer- und Längsmauern sowie Wänden mit Türöffnungen zugrunde gelegt[451]. Unter der Mauer aus Lehmziegeln der buddhistischen *sanghārāma* Gjaur-Kala (4. bis 6. Jh. n. Chr., Margiana) lagen Backsteinschichten[452]. In der parthischen Zeit wurden rechteckige und quadratische Backsteine zum Mauern der ausladenden Fußplatte von Säulen und Pfeilern verwendet (vgl. Alt-Nisa, Parthien)[453].
Gebrannte Ziegel in gewöhnlicher Form wurden oft zur Verkleidung von Mauern, für Fußböden und für Treppenstufen eingesetzt. Backsteine verschiedener Form und Größe wurden in Wänden und Böden der Grabkammer 5 des *naos* in Dalverzin-Tepe (2. bis 1. Jh. v. Chr.; Baktrien) verwendet[454]. Die Grabkammer der Nekropole von Neu-Nisa (1. Jh. v. Chr. - 3. Jh. n. Chr., Parthien) wurde mit gebrannten Fliesen ausgelegt[455]. Mit rechteckigen Backsteinen ist das Brunnenhausbecken von Dilberdžin (1. Jh. v. Chr., Baktrien) verkleidet. Der Boden seines rechteckigen Bassins ist mit leicht gebrannten Ziegeln unterschiedlicher Größe ausgelegt[456]. Auch die Fußböden im Palast Toprak-Kala (3. bis 4. Jh. n. Chr., Chorezmien) bestanden aus Backsteinen[457]. In Kafyr-Kala (4. bis 5. Jh. n. Chr., Tocharistan) wurden gebrannte Ziegel für Böden verwendet und Lehmbänke damit verkleidet[458]. Mit gebrannten Ziegeln in den Abmessungen 60 x 22–23 x 11–12 cm wurde die frühmittelalterliche Straße gepflastert, die zum nordöstlichen Chinesischen Tor in Afrasiab führte[459].

3.7 Kunststeine aus Alabaster

Im *Videvdata* VI, 51 sowie VIII, 10 wird auch Alabaster - *vūčiča* - in der mittelpersischen Übersetzung: *gač*, *gačyān* (Alabaster, alabasterartig), erwähnt[460]. Alabaster ist ein sehr kristalliner, feinkörniger und durchscheinender Gipsstein[461]. Unter der Bezeichnung Gips wird ein Material (Rohstoff und Produkt) subsumiert, dessen Hauptbestandteil schwefelsaures Kalzium ist. Schwefelsaures Kalzium ist in chemischer Hinsicht in seiner Modifikation mit zwei Mol Kristallwasser am stabilsten. Daher wird Gips in der Natur in eben dieser Modifikation angetroffen: Calciumsulfat mit einem halben Mol Kristallwasser[462].
Beim Bau des Palastes von Kalalygyr I aus der sogenannten archaischen Periode (5. bis 4. Jh. v. Chr.) wurden zur Verstärkung der oberen Mauerteile 5 cm dicke Kunststeine aus Alabaster antiken Standards verwendet, auf denen Karniese sowie Holzdecken abgestützt waren. Dort wurden auch Formsteine aus Alabaster und eine Alabasterform für den Abguß eines Greifenkopfes entdeckt - offensichtlich Teil eines klar konturierten Säulenkopfes, analog den Kapitellen des Palastes von Persepolis[463]. Die Fassaden und einige Innenräume des Palastes von Toprak-Kala sind mit Alabastersteinen, dekorativen Elementen und Skulpturen gestaltet worden[464]. Die aus Schilffaschinen bestehende Raumdecke des Palastes von Kalalygyr I war mit Lehmputz bedeckt. Über der Verschüttung des eingestürzten Daches wurden zahlreiche Alabastersteine entdeckt; es ist möglich, dass aus ihnen eine Abdeckung zum Schutz vor Ausspülung gemauert worden war[465].
Die Aufzählung dieser Beispiele zeugt vom Vorhandensein einer Technologie zur Herstellung von Gipswaren und insbesondere von Kunststeinen aus Alabaster in Mittelasien, die ab dem 5. - 4. Jh. v. Chr. bekannt war. Ungeachtet dessen, dass die Zusammensetzung der alten Gipsmasse keiner speziellen Analyse unterzogen wurde, kann angenommen werden, dass die damaligen Herstellungstechnologien von Gipswaren, wie z. B.

---

[448] Вязьмитина 1945b: 37-38; Пугаченкова 1949: 208; 1973a: 84, 128; Тургунов 1972: 56ff.
[449] Гражданкина 1958: 42; Пилипко 2001: 220-222.
[450] Laut Diez fanden auch in Hurāsān Backsteine für die Festigung von Pisèwölbungen bzw. von Gewölben aus Lehmschichten Verwendung. - Diez 1923: 24.
[451] Воронина 1952: 91; Лапиров-Скобло 1984: 24, 38. Vgl. ähnliche Formung der Blöcke aus Lehmziegeln in den Mauern der Räume 13, 37 im sog. Palast des bronzezeitlichen Dašly 3 bei Сарианиди 1977: 41.
[452] Пугаченкова, Усманова 1994: 151; Zur Anwendung des indischen Wortes *sanghārāma* siehe im Kat. 30 Gjaur-Kala, S. 199, Fn. 158.
[453] Пугаченкова 1949: 208; Пилипко 2001: 222.
[454] Ртвеладзе 1978: 104.
[455] Пугаченкова 1949: 232; 1958a: 68.
[456] Вязьмитина 1949: 155.
[457] Лапиров-Скобло 1984: 24, 38.
[458] Литвинский, Соловьев 1985: 53.
[459] Ташходжаев 1976: 538.
[460] Zit. nach Гафуров, Литвинский (Hrsgg.) 1963: 141, Abb. 15, 505.
[461] Ein durchscheinender Kalksinter heißt Kalkalabaster oder Onyx-Marmor. Er entsteht in Kalkgebirgshöhlen und ist härter als Gipsalabaster, seine Farbe ist milchweiß bis honiggelb. - Vgl. Wasmuths Lex. 1929, I: 83.
[462] Хакимов 1951: 129ff.
[463] Толстов 1958: 157-159, Abb. 61; Рапопорт, Лапиров-Скобло 1963: 148, Abb. 5.
[464] Ягодин u. a. 1985: 325f.
[465] Рапопорт, Лапиров-Скобло 1963: 144.

dekorativer Gewölbe, Stalaktiten[466], Lehrbögen[467] usw. in Mittelasien und in Iran ähnlich waren.

3.8 Stein und Kiesel

Über die Verwendung von Steinplatten beim Hausbau sind im Awestā keine Angaben enthalten. Stein - *zarštva*, im Mittelpersischen *sang*, *sangyān* (Stein, steinern) - findet im *Videvdata* (VIII, 8, 10) zweimal als Baumaterial Erwähnung, als über gebrochenen (zerkleinerten, zermahlener) Stein oder sogar Sand gesprochen wird, der als Zuschlagstoff für Lehm verwendet wird[468].

In Gebirgs- und Vorgebirgsregionen Mittelasiens wurden häufig der Mauerfuß bzw. komplette Mauern von Wohn- und Wirtschaftsgebäuden aus gebrochenen Steinen gemauert. Solches Steinmaterial fand auch als Grundlage für hölzerne Deckenstützen Verwendung (vgl. z. B. Kangurtut und Teguzak, Bronzezeit)[469]. Schichtlagerungen von Kies wurden unter den Mauern der nordwestlichen Teile des Westbaus Elcharas in Chorezmien und der südlichen Zimmerflucht des Schlosses Čilchudžra in Ustrušana gefunden[470]. In den Fundamenten der Lehmmauern von Wohnhäusern in Alt-Pendžikent wurde entweder durchgehend oder nur an den Außenmauern Geröll verbaut[471].

Bearbeiteter Stein als Hauptbaumaterial wurde in der Festung Igdy[472] und in "memorialen Grabbauten" des westlichen Ust-Yurt benutzt (Bajty 1, 2 und 3; Teren und Karamunke). Für die Errichtung des Grabbau Bajte 3 in Ust-Yurt (2. H. des 1. Jh. n. Chr.) wurden flache Kalkplatten verwendet, die ohne Mörtel angebracht wurden[473]. Muschelkalkblöcke wurden beim Mauern der Sockel von Signaltürmen im westlichen Chorezmien verbaut[474].

Stein wurde als Innenausbau- bzw. Ausstattungsmaterial verwendet. So wurden u. a. die architektonischen Details in Alt-Nisa in Parthien[475], die Säulenfüße und Kapitelle, die Wandpfeiler (Pilaster), Karniese und Verkleidungsblöcke in Baktrien aus Naturstein sowie Kalkmergel angefertigt[476]. Roten Sandstein verwendete man für die Säulenfüße der Dachkonstruktionen über großen Räumen und Sälen des Palastes Kalaly-Gyr I.[477] Steinerne Säulenbasen wurden zudem in Gjaur-Kala und Toprak-Kala (Chorezmien) gefunden[478].

Ungeachtet zahlreicher Vorkommen fand Naturstein bei der Errichtung von Gewölben in Mittelasien kaum Verwendung. Vermutlich verhinderten die Schwierigkeiten bei der Erschließung, beim Abbau und beim Transport[479], vielleicht auch die häufigen Erdbeben seine Nutzung. Kleine Steine und Geröll aus schwarzem Amphibolit, der in Sultan Uizdag (Chorezmien) gewonnen wurde, finden sich aber in den Verkeilungen von Ringschichten bei einzelnen Gewölben[480]. Das einzige Beispiel, wo Tonnengewölbe und Kuppeln vollständig aus behauenem Stein gemauert wurden, ist die mittelalterliche Karavan-seray Taš-Rabat in Ost-Fergana (10. bis 11. Jh. n. Chr.)[481].

3.9 Lehm, Gips und Kalk als Grundstoffe für Mörtel

In Abhängigkeit von den Umweltbedingungen lassen sich die im alten Mittelasien verwendeten Mörtelarten in zwei Gruppen einteilen: **1**) Luftbeständige Bindemörtel; **2**) Wasserfeste Bindemörtel.

Die Grundkomponenten des Mörtels der ersten Gruppe sind Lehm (Löß) und Gips - *ganč*. Diese Mörtel dienen hauptsächlich zum Mauern der oberirdischen Teile eines Gebäudes und zum Verputzen. Zur zweiten Gruppe gehören die wasserbeständigeren Kalkmörtel und -gemische, die beim Bau unterirdischer Gebäude bzw. Bauteile verwendet wurden.

Hauptindikatoren für die Eignung eines Mörtels waren seine physisch-mechanische Zusammensetzung und - in Abhängigkeit davon - die Plastizität des Lehms sowie der Anteil von löslichen Salzen in ihm[482]. Aus einer zusammenfassenden Tabelle von GRAŽDANKINA wird ersichtlich, wie verschieden die Auswahl der in den einzelnen Perioden des Bestehens der Stadt Merv verwendeten Mörtel war[483]. Bestimmte Abfolgen und

---

[466] НОТКИН 1961; 1999: 119-125; РЕМПЕЛЬ 1982: 199-218.
[467] HUFF 1990: 155ff.; siehe den Textteil, Punkt 5.2.2 Nichttragende Lehrbögen und Hilfslehren, S. 137ff.
[468] Zit. nach ГАФУРОВ, ЛИТВИНСКИЙ 1963: 141, Abb. 15, 505.
[469] ВИНОГРАДОВА 1993: 244; ПЬЯНКОВА 1987: 117-125.
[470] ЛЕВИНА 1991: 84; ПУЛАТОВ 1975: 112.
[471] РАСПОПОВА 1990: 135.
[472] Steinblöcke im Mauerwerk von Igdy-Kala weisen Abmessungen ähnlich dem Format von parthischen Ziegeln – 40 x 40 x 15-12 cm - auf. - Vgl. ТОЛСТОВ 1959: 30.
[473] OLKHOVSKIY 1999: 72. Der Ausgräber vermutet, dass der Tempel Bajty 3 mit einem Durchmesser von ca. 10 m von einer steinernen Kuppel bzw. Kragkuppel überdeckt war (Persönliche Mitteilung von Dr. V. OLCHOVSKIJ, Berlin, 27.11.1999).
[474] BRENTJES 1993: 227ff., siehe angegebene Literatur.
[475] ПУГАЧЕНКОВА 1958a: 91.
[476] МАССОН 1985: 262; ЛИТВИНСКИЙ, ПИЧИКЯН 2000a, I: 141ff.
[477] ТОЛСТОВ 1962: 112.
[478] РАПОПОРТ, ТРУДНОВСКАЯ 1958: 359f.; ЯГОДИН u. a. 1985: 326.
[479] ГРАЖДАНКИНА 1951a: 34.
[480] ТОЛСТОВ 1958: 22; НЕРАЗИК 1976: 63; ЛАПИРОВ-СКОБЛО 1984: 25; ЛЕВИНА 1991: 88.
[481] Mehrere Wissenschaftler halten Taš-Rabat für ein "nestorianisches Kloster". - PANTUSOV 1902: 15ff.; STRZYGOWSKI 1918, II: 647-653, Abb. 641-646; ПЕРЕГУДОВА 1989: 21ff. Bei HERZFELD und PUGAČENKOVA findet sich eine veraltete Datierung des Taš-Rabat auf das 14. - 15. Jh. n. Chr. - Vgl. HERZFELD 1921: 160, Fn. 3; ПУГАЧЕНКОВА 1952b: 213-218; 1983: XXXIV; 1984b: 12.
[482] ПРИТЫКО 1951: 75f.
[483] ГРАЖДАНКИНА 1958: 109-120.

Gesetzmäßigkeiten beim Wechsel der einzelnen Mörteltypen in den jeweiligen Perioden konnten nicht ermittelt werden.

3.9.1 Reiner Lehmmörtel

Lößartiger Lehm ohne Zuschlagstoffe war der charakteristische Mörtel der ältesten Monumentalbauten Mittelasiens. Er wurde in Verbindung mit Lehmziegeln bei der Errichtung von Gewölben verwendet[484]. So sind z. B. die Lehmziegel der Überwölbungen von Klein Kyz-Kala aus einem Gemisch von Löß und Wasser zusammengesetzt. Bei mittelalterlichen Baudenkmälern wurde Lößmörtel in Mauern und Fundamenten aus Backstein verwendet, deren äußere Fugen mit *ganč-ḫak* zugemauert waren. Die Verwendung von Lößmörtel bei Lehmziegelmauern ist bis in die Gegenwart üblich[485].
Nach Aussagen bucharischer Baumeister wurde die Errichtung von Wänden und Gewölben von einem sogenannten Ziegelmeister ausgeführt, dem *gilkār*, wörtl. dem Mann, der mit Lehmmörtel arbeitet[486]. In Samarkand und dem oberen Zarafšān wurden mit demselben Begriff die Stukkateurmeister bzw. Putzmaurer bezeichnet. Das Wölben wurde hier von einem *ġištkār* (*ḫištkār*), dem Meister des Vermauerns von Ziegeln vollbracht[487].

3.9.2 Lößmörtel mit Beimischungen

Beimischung von Stroh

Lößmörtel mit Beimischungen von Stroh wurden einige Zeit vor der eigentlichen Verwendung zubereitet, um ein ausreichendes Ablagern zu gewährleisten. Nach Aussagen von Meistern aus Fergana wurde im 19. Jahrhundert Lößmörtel, der weniger als 6 bis 7 Tage als Lehm-Stroh-Gemisch abgelagert war, nur selten verwendet. Taškenter Baumeister fragten noch vor 35 bis 40 Jahren zuerst, wie viele Tage der für die Arbeit vorbereitete Mörtel schon bereitstand. War der Mörtel weniger als 10 bis 15 Tage gelagert worden, weigerten sie sich, mit der Arbeit zu beginnen. In manchen Fällen wurde der Mörtel sogar noch länger gelagert. Laut Erzählungen von Bewohnern des Taškenter Viertels Tursun-Ata wurde der Lößmörtel mit Strohhäcksel für den Bau der Wohnviertelsmoschee im Jahre 1857 einen ganzen Monat lang gelagert. Dabei wurde der Mörtel täglich gerührt und ihm das notwendige Wasser zugeführt, so dass der Häcksel nahezu vollständig durchmischt wurde. Ein gut abgelagerter und entsprechend behandelter Mörtel ist wesentlich fester und reißt beim Trocknen seltener als weniger lang gelagerter Mörtel[488].
Lehmmörtel ist als Verbindungsmaterial allgemein in Gebrauch, aber er wird gern mit gehacktem Stroh oder Schilf vermischt, um die mechanische Festigkeit zu verbessern[489]. Lehmmörtel ist beliebter als anderer Mörtel, weil er nicht abbindet und sich jederzeit neu verarbeiten lässt.

Beimischung von Sand

Das Zusetzen von Sand zu Lehm- und Lößmörtel[490] steht offensichtlich mit der Fettigkeit des verwendeten Löß in engem Zusammenhang. Eine gewisse, mitunter nur geringe Menge Sand macht den Mörtel magerer: "Die Bauleute rechnen mit den Eigenschaften des sehr fetten Lehmbodens ihres Landes, dass er beim Trocknen reißt. Sie magern ihn daher mit Sand."[491] Die genauen Mengenverhältnisse beim Mischen von Löß und Sand für den Mörtel von Gewölben sind bislang nicht festgestellt worden. Wurden die Gewölbe in Parthien und Margiana mit reinem Lehmmörtel errichtet, so wurde diesem in Chorezmien zusätzlich Sand beigemengt. Die Zusammensetzung des Mörtels für Gewölbe aus trapezförmigen Ziegeln war in chorezmischen Bauwerken vielfältiger. Hier wurden neben Lehmmörtel, Lehm-Sand- sowie Lehm-Stroh-Mörtel verwendet. In Baktrien und Sogdien wurden Gewölbe aus trapezförmigen Ziegeln nur mit reinem Lehmmörtel gemauert.

Beimischung von Schilfrispen

Schilfrispen wurden dem Lehmmörtel bei Innenausbauarbeiten hinzugesetzt. Der Mörtel mit der Schilfrohrbeimengung - *tuzġoq* - wird so weich und zugleich zähflüssig, dass aus ihm hergestellte Stuckarbeiten sehr eben, glatt und gleichmäßig geraten. Zudem erlauben seine Eigenschaften das Auftragen von Ornamenten[492].

3.9.3 Gipsmörtel und Kombination mit Lößmörtel

Abbau und Brennen von Gips

Der Abbau von Rohgips ging in der Regel manuell mit Hilfe einer Hacke - *ketmen'* - und eines Brecheisens

---

[484] Бачинский 1945: 209; Гражданкина 1958: 57.
[485] Засыпкин 1955: 113; Гражданкина 1958: 109, 116, 120.
[486] Рempель 1982: 199.
[487] Захидов 1965a: 14; Давыдов 1973: 29.
[488] Писарчик 1954: 235.
[489] Langenegger 1911: 11.
[490] Гражданкина 1951a: 27.
[491] Langenegger 1911: 11.
[492] Писарчик 1954: 235.

vonstatten. Der Transport des Rohstoffes sowie der benötigten Brennstoffe erfolgte im wesentlichen mit Fuhrwerken[493]. Das Produkt Gips wurde durch Durchglühen von Gipsstein in Brennöfen hergestellt, der anschließend mit Hilfe von Brecheisen zu Pulver gestoßen wurde. Die Handwerksmeister brannten den Rohgips in Samarkand 5 bis 6 Stunden, in Buchara 6 bis 7 Stunden. Der Brennvorgang erfolgte bei Temperaturen von 120 bis 150 °C, wobei der Brennstoff langsam durchbrannte. Beim Ausräumen wurde das Brennprodukt je nach Größe der einzelnen Stücke sortiert. Die großen Stücke wurden von Ruß befreit und in Reibeschalen gemahlen, wodurch man sog. *gulganč* herstellte. Kleinere Stücke wurden ungereinigt mit Hilfe von Metallstöcken zerkleinert. Der hierbei hergestellte *ganč* wurde sorgfältig gesiebt, wodurch ein sog. *tezganč* entstand. Der im Sieb verbliebene *ganč*-Grus - *čārkup* (abgeleitet von *čahār-kūb*) - wurde abermals gesiebt[494]. Es wird vermutet, dass Gips für wasserbeständige Mörtel bei höheren Temperaturen gebrannt wurde, als dies für die Herstellung seiner Halbmodifikation nötig war[495].
Die mechanische Strapazierfähigkeit und die Qualität von Gipsmörtel hingen von der Art und Weise des Gipsbrennens, der Feinheit des Mahlens, der Reinheit und dem konkreten Mengenverhältnis der einzelnen Komponenten ab. Da insbesondere die thermischen Bedingungen des Brennens sich auf die physikalisch-chemischen Eigenschaften des *ganč* auswirkten, bevorzugten die Handwerksmeister Brennverfahren mit vergleichsweise niedrigen Temperaturen mit Holz als Brennstoff[496].

Physikalisch-mechanische Eigenschaften von Gipsmörtel
Gipsmörtel besteht aus dem Pulver gebrannten Gipssteins und Wasser. Reiner Gips - *gulganč* - wurde für Verputz- und Stückarbeiten innerhalb von Räumen verwendet. *Čārkup* und *tezganč* wurden bei der Errichtung von Kuppeln und Tonnen eingesetzt, wobei *tezganč* aber auch als Grauputz verwendet wurde[497]. Nicht zerstoßener *ganč*-Grus wurde vor allem gemeinsam mit Lehm beim Mauern von Wänden eingesetzt.
Gipsmörtel verfügt über wärmedämmende Eigenschaften. In trockenem und heißem Klima lässt er Wärme nur langsam durch, im Winter hält er Kälte ab. Daher wurde er häufig zum Verputzen von Wänden, Mauern, Nischen und Fußböden eingesetzt. Zudem verbessert er die akustischen Qualitäten der Räume[498].
Gipsmörtel besitzt hohe Plastizität und günstige Widerstandseigenschaften gegenüber Druck (Kompression) und Reißen. Ein sehr feines Mahlen des Ausgangsmaterials erhöht die Strapazierfähigkeit von Gips gegenüber Kompressionseinflüssen[499].
Gipsmörtel als verbindendes und leichtes Baumaterial erlaubte es, Kuppeln und Tonnengewölbe mit sehr dünnen Schalen sowie Gewölbe aus Fertigteilen zu bauen. Sein geringes Gewicht und gleichzeitige Strapazierfähigkeit könnten der Grund für seine Verwendung bei der Ausführung der Scheitelzonen von Lehmkuppeln und -tonnen sein. Nach Meinung einiger Forscher erhöhten dicke Fugen aus Gipsmörtel die Widerstandskraft alter Gebäude gegen Erdbeben, indem sie den Erschütterungen durch ausgleichende Lagerschichten entgegen wirkten[500]. Gipsmörtel wurde für das Mauern von Backsteinen in tragenden Wänden des Palastes Toprak-Kala verwendet. Beim Härten dehnt sich *ganč* - Gipsmörtel aus[501].

- Zusammensetzung und Besonderheiten von Gipsmörtel

Eine Gips-Wasser-Mischung härtet sehr schnell und erlangt einen sehr hohen Festigkeitsgrad, der bis zu 100 bis 170 kg/cm^2 erreichen kann. Eine solche Härtungsschnelligkeit ist bei der Ausführung von Bauarbeiten nicht wünschenswert, weshalb dem Gipsmörtel gesiebter Löß[502] (15 bis 20%) oder pflanzlicher Kleister hinzugefügt werden, die seine Plastizität fördern und die Dauer seines Abbindens verlängern. Außerdem verringert das Zufügen von Löß die mechanische Strapazierfähigkeit des Mörtels[503]; während der Zusatz von 0,5% bis 1% pflanzlichem Kleister - *šereš*[504] - seine Haltbarkeit und Strapazierfähigkeit sowie die Wasserfestigkeit erhöht.
Als wesentlicher Mangel von Gipsmörtel gilt seine Wasserdurchlässigkeit. Zur Erhöhung seiner Wasserfestigkeit werden dem Gipsmörtel Asche pflanzlichen Ursprunges, zerstoßene Holzkohle und Ziegelpulver[505] sowie

[493] Über Lagerstätten und deren Ausbeutung siehe detailliert: Писарчик 1975: 61; Хакимов 1951: 132ff.
[494] Писарчик 1975: 62; Рempель 1982: 200.
[495] Гражданкина 1951a: 30.
[496] Хакимов 1951: 132ff., 142; Писарчик 1975: 62; Рempель 1982: 201.
[497] *Tezganč* ist ein Mörtel, der zu 50% aus *ganč* und zu 50% aus feinem, gesiebtem Mutterboden (gesiebter Erde) besteht. - Засыпкин 1928b: 311-312; 1955: 132.
[498] Рempель 1982: 200ff.
[499] Засыпкин 1928b: 311-312.
[500] Рempель 1982: 200; Засыпкин 1928b: 311f.; Гражданкина 1951a: 28; Хакимов 1951: 126.
[501] Воронина 1952: 91; Лапиров-Скобло 1984: 24, 38; Рempель 1982: 200.
[502] Засыпкин 1928b: 312; 1955: 113; Рempель 1982: 201; Писарчик 1975: 62f. Denkbar ist zudem, dass Erde auch aus Sparsamkeitsgründen hinzugesetzt wurde, das hierbei entstandene Material nannte man deshalb auch *ganč-hak* (Gipserdmörtel). - Гражданкина 1951a: 28.
[503] Хакимов 1951: 126, 142, Taf. 4.
[504] *Šereš* wurde aus den Wurzeln einer Gebirgspflanze - *Ammolirion ermurus* - hergestellt. Die Wurzeln werden jeweils im Herbst ausgegraben, getrocknet und zu Pulver gemahlen. - Гражданкина 1951a: 29.
[505] Zu umfangreiches Hinzufügen von Ziegelbruch macht den Mörtel wasserdurchlässig, während bei Hinzufügen eher geringer Mengen zum Mörtel dieser dem eindringenden Wasser besser widersteht. Die Abmessungen von Krümelstücken nicht vollständig gebrannter roter Ziegel in Mörtelmassen schwanken von nur Staubkorngröße bis zu drei bis fünf Millimetern. Die Zuschlagmenge hing von der Art des zu errichtenden Gebäudes und den konstruktiven Aufgaben der jeweiligen Teile ab. - Гражданкина 1951a: 29. Im Gipsmörtel des

Kalk[506] und andere Stoffe hinzugefügt.

Gips und seine in Mittelasien verwendeten Varietäten
In Mittelasien wurde vor allem *ganč* oder *gač* verwendet, d. h. eine künstliche Mischung von Gips mit Lößlehm[507]. Das Mischungsverhältnis von Gips und Lehm kann dabei mit etwa 80 – 60% : 40 – 20% wiedergegeben werden. Ist der Anteil von Löß größer als der Gipsanteil (z. B. Gips: Löß – 40% : 60%), so wurde dieses Material *arzyk* genannt[508]. Mit *ganč*-Mörtel sind die Fundamente des buddhistischen Heiligtums von Gjaur-Kala (4. bis 6. Jh. n. Chr.) gebaut. Mit diesem Mörtel werden Pflaster aus luftgetrockneten Lehmziegeln hergestellt, Lehmbänke sowie Nischen in Tempeln und Heiligtümern verkleidet[509].

Gipsmörtel beim Wölben
Die Verwendung von Gipsmörtel in Gewölben aus Lehmziegeln des vorislamischen Mittelasiens konnte bislang nicht nachgewiesen werden. Unter Berücksichtigung der reichen Erfahrungen aus der Verwendung von Gips in späteren Zeiten und des Umstandes, dass viele Gewölbe von größeren Spannweiten nicht erhalten blieben, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit eine umfangreiche Verwendung von Gips und Gipsmörtel in reiner oder gemischter Form auch vor dem 8. Jh. n. Chr. angenommen werden. Einzig bekanntes Beispiel der Verwendung von Gipsmörtel beim Wölben aus gebrannten Ziegeln sind die Gewölbe der buddhistischen Mönchszellen in Ajrtam (1. bis 3. Jh. n. Chr., Nord-Baktrien)[510]. Im Mittelalter wurde Gipsmörtel beim Mauern und beim Wölben mit Fertigteilen verwendet. Dabei wurde die Wölbung aus Gipsbögen zusammengesetzt, die hohlen Räume dazwischen aber mit Ziegeln ausgefüllt. Gipsputz tritt auf bei unmittelbar der Feuchtigkeit ausgesetzten Kuppeloberflächen.

Die Kombination von Löß- und Gipsmörteln
Die Kuppel des Mausoleums Muhammad Ibn Zeid wurde vom Ansatz bis zum Widerlager (bzw. bis zur kritischen Zone) mit Lehmmörtel ausgeführt, der zum Auffüllen von Hohl- und Leerräumen in Fugen ausreichend dünnflüssig aufgebracht werden musste. Auf dem Niveau der Widerlager wurden zwei Ringe mit einem gemischten Mörtel aus Lehm und Alabaster in einem Mischungsverhältnis 5:4 ausgeführt. Die nächsten 22 Ringe wurden in einem Verhältnis von 5 Teilen Alabaster und 4 Teilen Gips erstellt, die letzten 23 Ringe mit einem Mörtel, der zu gleichen Teilen aus Lehm und Alabaster bestand. Dabei ist festzuhalten, dass "der Ziegel am Vorabend angefeuchtet (eingeweicht, gewässert) wurde"[511]. Wahrscheinlich verband sich ein angefeuchteter Lehmziegel während des Mauerns besser mit gemischtem Mörtel.

3.9.4 Kalkmörtel und seine begrenzte Anwendbarkeit

Nach ethnographischen Angaben wurde Kalkmörtel in Mittelasien ausschließlich zur Herstellung wasserundurchlässigen Mörtels - *kyr* (kommt auch als *qyr*) - verwendet[512]. Seine im Vergleich zu Lehm- und Gipsmörtel seltene Anwendung im Bauwesen Mittelasiens erklärt man damit, dass für das Brennen von Kalk höhere Temperaturen als für Gips erforderlich sind[513].
Den *kyr* genannten Mörtel benutzte man insbesondere in Gebieten mit stark salzhaltigen Böden und hohem Grundwasserstand in unterirdischen Gebäuden bzw. Konstruktionen wie Fundamenten, Grüften, Wasserbecken und Bädern[514]. Becken und Wände des Wasserreservoirs in Dilberdžin[515] (1. Jh. n. Chr.) und die Mauern der halb unterirdischen buddhistischen Mönchszellen in Ajrtam[516] (1. bis 3. Jh. n. Chr.) waren mit in Kalkmörtel gemauerten Ziegeln verkleidet. Die Pflasterung der Grabkammern in Dalverzin-Tepe (2. bis 1. Jh. v. Chr.) ist ebenfalls in Kalkmörtel ausgeführt worden[517]. Bei der Errichtung von Gewölben aus Lehmziegeln wurde Kalkmörtel kaum verwendet.
Als Haupteigenschaften von Kalkmörtel gilt seine Wasserbeständigkeit. Der relativ gute Erhaltungszustand des mit diesem Mörtel erstellten Mauerwerks wird seiner feuchten Umgebung zugeschrieben (Brunnen, Tröge). Dagegen trocknet Kalkmörtel in der glühend heißen Sommerluft Mittelasiens zu schnell aus, als dass er die zur

---

Mauerwerks der Säulen des Quadratischen Saales von Alt-Nisa wurde z. B. ein Anteil von 13% Ziegelbruchbeimengung (bei 87%igem Anteil von Gips) festgestellt. - ГРАЖДАНКИНА 1958: 44.
[506] ГРАЖДАНКИНА 1951a: 28; ХАКИМОВ 1951: 126, 140.
[507] Ebenda; ХАКИМОВ 1951: 132f.; ПИСАРЧИК 1975: 60.
[508] ХАКИМОВ 1951: 142f., Taf. 4.
[509] ПУГАЧЕНКОВА, УСМАНОВА 1994: 151.
[510] ТУРГУНОВ 1972: 56ff.; ПУГАЧЕНКОВА 1973a: 84, 128.
[511] ПИЛЯВСКИЙ 1950: 114. Dasselbe vermutet ADAM für die dekorativ gestapelten Lehmziegel im oberen Mauerteil. - ADAM 1981: 69.
[512] In Mittelasien wurde ein Gemisch aus Kalk mit Pflanzenasche, manchmal mit Zusätzen von Gips, Weintraubenmelasse und Eiweiß als *kyr* bezeichnet. Seine Herstellungstechnologie ist ausführlich beschrieben in: ПИСАРЧИК 1938; 1975: 35; ГРАЖДАНКИНА 1951a: 30f. Der Begriff *kyr* ist vermutlich mit *kir* (vandž.), *ker* (jazgulem.) – "Stein, steinfest" verwandt. - Vgl. ОРАНСКИЙ 1988: 235; ШУКУРОВ u. a. 1969, I: 690-691.
[513] ШТЕРНШТЕЙН 1951: 161.
[514] ГРАЖДАНКИНА 1951a: 30f.; 1951b: 270.
[515] КРУГЛИКОВА, ПУГАЧЕНКОВА 1977: 48.
[516] ТУРГУНОВ 1972: 56ff.; ПУГАЧЕНКОВА 1973a: 84, 128.
[517] РТВЕЛАДЗЕ 1978: 104.

Beständigkeit an der Luft nötige chemische Verbindung eingehen könnte. Daher zerbröckelt er leicht und ist also nur in der kühleren Jahreszeit verwendbar[518].
Bei Ausgrabungen in der Siedlung Afrasiab wurde ein Mörteltrog aus dem 2. - 1. Jh. v. Chr. mit Klumpen hart gewordenen Kalkmörtels gefunden. Der Mörtel war wasserbeständig und wies eine Bruchfestigkeit von 105 kg/cm^2 auf. In seiner chemischen Zusammensetzung ist der Mörtel mit einem Magnesitkalk (Talkspatkalk) identisch, der aus dem Vorkommen Čupān-Ata, 5 bis 6 km entfernt von Samarkand, gefördert wurde[519].

3.10 Holz

Die Besetzung Mittelasiens durch sesshafte Völker führte in den letzten 5000 Jahren zum nahezu vollständigen Verschwinden von Wäldern in den Gebirgs- und Vorgebirgsregionen. Archäologische Ausgrabungen zeigen allerdings, dass Holz in Bauwesen und Bautechnik dieser Region eine große Rolle spielte. Als Baumaterial wurden verwendet: Wacholder[520], Nußbaum- und Maulbeerbaumholz, weiterhin Platane, Salix, die schnell wachsende Pappel (Populus) sowie Weidenholz[521]. Seit ältesten Zeiten wurde Holz vor allem für flache Überdeckungen von Räumen, für Tragsäulen, Türrahmen und -bretterbeläge[522] sowie für Festigung von Mauern aus Lehmziegeln und Lehmziegelschichten (Alt-Nisa, Mingurjuk, Kala-i Kach-Kacha 1)[523] verwendet. Daneben wurden im Zuge eingehender Untersuchungen weitere Anwendungsbereiche von Holz in den Vorgebirgs- und Gebirgsregionen Mittelasiens festgestellt: bei mehrstufigen Laternendecken sowohl in quadratischem[524] als auch sechseckigem[525] Grundriss, bei Strebendächern[526] sowie - zu guter Letzt - bei Kuppeln[527].

---

[518] ГРАЖДАНКИНА 1951a: 30f.; LANGENEGGER 1911: 11.
[519] ГРАЖДАНКИНА 1951a: 28.
[520] Über Wacholder, Verbreitung der Nußbaum u. a. Hölzer bzw. Baumarten in Mittelasien siehe Berichte von РОДИН u. a. 1958: 329-331, 333-335. Im Mauerwerk der Bauten in Alt- und Neu-Nisa wurden Balken aus Wacholderholz in einer Stärke von 8-12 cm als Verband bzw. Verstrebung eingebaut. - ГРАЖДАНКИНА 1958: 50; ПИЛИПКО 2001: 239.
[521] ПИСАРЧИК 1975: 359f.; BRENTJES 1992: 333, siehe angegebene Literatur.
[522] ТОЛСТОВ 1948a: 141, Abb. 82; ВОРОНИНА 1958: 212; 1964: 76f.; НЕРАЗИК 1963: Abb. 5; КРАШЕННИКОВА, ПУГАЧЕНКОВА 1964: 121; GABUTTI RONCALLI 1996: 173, Abb. 4; ПИЛИПКО 1998 (Manuskript): 271; GROPP 1974: 65-70, Abb. 22-27; ЛИТВИНСКИЙ 1987: 209-211, Abb. 5, 8, 9; СОЛОВЬЕВ 1999: 174, Abb. 3.
[523] ПИЛИПКО 2001: 244; УСМАНОВА 1966; ЗИЛЬПЕР 1973: 24; УСМАНОВА u. a. 1985: 233, 236.
[524] ВОРОНИНА 1964: 60f., 78ff. Eine Erläuterung zum Wort "Laternendecke bzw. *ruzan*" siehe Kat. Nr. 42 Klein Kyz-Kala, Punkt 3.2.3 Ausführung der Tonnen, Bögen und Trompen, S. 316f., Fn. 250. Dazu siehe STRYGOWSKI 1918, II: 619-625, Abb. 625-628; РОНЧЕВСКИЙ 1921: 130-131, Abb. 6; LE COQ 1926: 79-80 mit Abb., Taf. 46; FISCHER 1973b: 52-58; FISCHER, FRIEDERIKE-FISCHER 1976: 20.
[525] НЕГМАТОВ u. a. 1973: 42ff.; CHMELNIZKIJ 1989: 100ff. CHMELNIZKIJ vermutet im Grundriss sechseckige hölzerne Kuppeln über einer Reihe von frühmittelalterlichen Bauten Mittelasiens. - ХМЕЛЬНИЦКИЙ 1997: 125-140.
[526] ГУРЕВИЧ 1978: 210; АБДУЛЛАЕВ, ГУРЕВИЧ 1979: 54ff., Abb. 15; БЕРДИМУРАДОВ, САМИБАЕВ 1997: 98ff., Abb. 3-6.
[527] МАРШАК 1983a: 1-15; 1983b: 53-63; MARŠAK 1990: 310ff. Abb. 17; 2000, II: 153-167; БУРЯКОВ, ФИЛАНОВИЧ 1999: 85, Taf. 38/1-2, 4, 9.