

DIE ERFINDUNG DES VERBLENDSTEINS

BAUTECHNIK DES BACKSTEIN-ROHBAUS IM ZEITALTER DER INDUSTRIALISIERUNG

Wilko Potgeter

MICHAEL IMHOF VERLAG

Inhalt

Zum Geleit 6

Vorwort 8

Einleitung 12

Eine kurze Geschichte des (Sicht-)Backsteins 20

Backstein in der römischen Antike 22

Backstein im Mittelalter 30

Backstein in der Neuzeit 38

TEIL I

DIE ERFINDUNG DES VERBLENDSTEINS 50

Prolog

Italien als Vorbild für den
deutschen Backstein-Rohbau 54

München 61

Leo von Klenze und der Bau der Pinakothek 62

Friedrich von Gärtner 68

Protagonisten neben von Klenze und von Gärtner 78

Berlin 86

Schinkel als Ausgangspunkt 88

Schinkel-Schüler unter Friedrich Wilhelm IV. 104

Die Übergangszeit 126

Die Gründerzeit im Kaiserreich 148

Zürich 174

Der Zürcher Backsteinboom 179

Produkte und Produzenten 187

Epilog 196

Die Hannoversche Architekturschule und
das Streben nach Wahrheit 199

Expressionistische Klinkerarchitektur und das
Streben nach dem Lebendigen und Natürlichen 204
Der Untergang der Verblendziegelindustrie 216

TEIL II
HERSTELLUNG 222

Abbau 228
Aufbereitung 232
Formgebung 238
 Handstrich 239
 Ölsteine 241
 Nachpressen 243
 Schneidesteine 244
 Strangpressen 245
 Formsteine 258
 Terrakotten 260
Trocknung 262
Farbe, Engobe und Glasur 268
Brand 272
 Ablauf eines Brandes 272
 Meiler & Feldöfen 273
 Deutscher & Holländischer Ofen 274
 Kasseler Ofen 275
 Ofen mit überschlagender Flamme 276
 Ringofen 277
 Brennstoffe und Brennstoffverbrauch 282
 Brand der Verblendsteine 283
 Gas- und Muffelöfen 284
 Einsetzen und Stapelungsspuren 286
Qualitätskontrolle 288
Distribution 290
 Distribution über das Wasser 290
 Distribution per Eisenbahn 293
Aufbau einer Ziegelei 296
 Handstrichziegeleien für Verblendsteine 296
 Handstrichziegeleien für Hintermauersteine 297
 Maschinenziegeleien für Hintermauersteine 298
 Maschinenziegeleien für Verblendsteine 301
 Tonwarenfabriken für die Terrakottaherstellung 304

TEIL III
AUSFÜHRUNG 306

Die Außenwand als konstruktives System 310
Steintypen, Qualitäten und Kosten 318
Format 322
Präzision 328
Abstimmung der Bau- auf die Ziegelmaße 336
Bauablauf 350
Verbände 356
Ecken 364
Öffnungen 372
Formsteine 378
Zierbänder und Zierverbände 388
Fugen 394
Wetterbeständigkeit 402

Resümee

Materialgerechtigkeit im Backstein-Rohbau 406

Appendix

Bibliografie 414
Abbildungsverzeichnis 438
Dank 444
Über die Reihe 447

Backstein in der römischen Antike

Der Backsteinbau in Mitteleuropa, auf den sich dieser historische Überblick beschränken wird, hat seinen wichtigsten Ursprung in der Bautechnik der Römer, die das Bauen mit künstlichen gebrannten Steinen dort erstmals etablierten.¹⁸ Vor der römischen Einflussnahme wurde nördlich der Alpen, also in den Gebieten, auf die sich diese Arbeit konzentrieren wird, wohl nur mit Holz, Lehm oder Naturstein gebaut.¹⁹ Um einen Kontext für die späteren Entwicklungen der Backsteintechnik zu geben, muss daher zuerst ein Blick auf den technischen Umgang der Römer mit dem Material geworfen werden.²⁰

Das vermehrte Aufkommen gebrannter Backsteine im Römischen Reich wird gewöhnlich in die Zeit von Augustus datiert.²¹ Noch in der Architekturlehre des

Marcus Vitruvius Pollio, die in dieser Zeit entstanden ist,²² findet sich im Rahmen der Beschreibung der Baumaterialien nur ein Kapitel ›de lateribus‹.²³ Mit *later* ist der ungebrannte, an der Sonne getrocknete Lehmstein gemeint, im Gegensatz zum gebrannten *testa*, den Vitruv zwar ebenfalls, jedoch nur untergeordnet erwähnte.²⁴ Während die ungebrannten Ziegel aus der Zeit der Republik im europäischen Klima meist nicht überdauert haben, zeugen die Reste der kaiserzeitlich römischen Architektur von der unglaublichen Verbreitung des gebrannten Ziegelsteins ab dem 1. Jahrhundert nach Christus (Abb. 4).²⁵ Grundlage war eine von Jean-Pierre Adam als »Massenproduktion« und sogar »industriell« bezeichnete Herstellung der Backsteine.²⁶ Der Ziegel

¹⁸ Die von den Römern ausgehende Verbreitung der Backsteintechnik beschränkte sich nicht nur auf Kontinentaleuropa, sondern reichte bis nach Großbritannien, siehe dazu Lynch 1994a, S. 2.

¹⁹ Als Nachweis hierfür gilt ein häufig angegebener (beispielsweise bei Perlich 2007, S. 25) Absatz aus Tacitus' *Germania* (hier in der Übersetzung von Josef Lindauer): »Auch Bruchsteine und Ziegel sind bei ihnen nicht in Gebrauch; zu allem verwenden sie unbekauenes Bauholz mit seinem unschönen, reizlosen Aussehen. Manche Wandstellen bestreichen sie freilich recht sorgfältig mit so sauberem, glänzendem Lehmverputz, daß es wie Bemalung und farbige Verzierung wirkt.« Tacitus/Lindauer 1977, S. 31.

²⁰ Grundlegende Arbeit zur Backsteintechnik der Römer leistete die Archäologin Esther Boize van Deman, die sich schon bei ihrer Untersuchung des Hauses der Vestalinnen detailliert mit den aus unterschiedlichen Zeiten stammenden Ziegelkonstruktionen auseinandergesetzt hatte (van Deman 1909) und die 1912 einen ausführlichen Artikel zu diesem Thema publizieren konnte (van Deman 1912). Auch auf die Publikationen der 1920er-Jahre sei hingewiesen, wie die Ausführungen zur römischen Bautechnik von Giovanni Teresio Rivoira (Rivoira 1925) oder das Kapitel zur Antike im von der American Face Brick Association 1925 herausgegebenen Werk *Brickwork in Italy* (Rocatelli 1925). Eine gute Darstellung der römischen Bautechnik mit Backstein aus der neueren Zeit stellt der Abschnitt ›Brick, opus testaceum‹ in Jean-Pierre Adams *Roman Building Materials and Techniques* dar (Adam 1994, S. 145). Auch die vor Kurzem erschienene Arbeit *opus testaceum* von Gerold Eßer sei erwähnt (Eßer 2008). Zur Herstellungstechnik römischer Ziegel hat Louise Albrecht einen wichtigen Beitrag geleistet (Albrecht 2017).

²¹ Eine Datierung, die sich schon bei van Deman 1912, S. 236 findet und bis heute Gültigkeit hat, vgl. Adam 1994, S. 146.

²² Zur Datierung des Vitruv siehe beispielsweise das Vorwort der deutschen Übersetzung von Franz Reber (Vitruvius/Reber 1865).

²³ Vitruv II, 3.

²⁴ Vitruv II, 8, 19.

²⁵ Eine Auflistung beeindruckender Bauten bietet Adam 1994, S. 145.

²⁶ »mass-production« beziehungsweise »industrial manufacture of bricks«. Adam 1994, S. 146.



wurde auf römischen Baustellen, wie eine andere Autorin bemerkt, als »Massenprodukt«²⁷ eingesetzt.

Natürlich lief die Herstellung der Steine nicht im heutigen Sinne industriell ab, sofern darunter ein Verfahren mit maschineller Hilfe verstanden wird, sondern war ein manueller Prozess. Die Ziegel, sowohl rechteckige als auch nachträglich in Dreiecke zerbrochene, wurden in rechteckigen Formen von Hand gestrichen.²⁸ Auf manchen Backsteinen lässt sich das charakteristische Muster des Abstreichens, wie es von mittelalterlichen Ziegeln bekannt ist, noch heute erkennen, während die sehr grobe gegenüberliegende Seite davon zeugt, dass der Vorgang nicht – wie in späteren Epochen üblich – auf einem Formtisch stattgefunden hat (Abb. 6). Nach der Formgebung und Trocknung wurden die Ziegel auf den schmalen Seitenflächen stehend²⁹ im Ofen gestapelt und gebrannt. Für den Brand kamen allseitig von Wänden umschlossene Öfen zum Einsatz, wie sie in kleine-

rer Ausführung auch für die Herstellung von anderen Keramikwaren benutzt wurden.³⁰ Unterhalb der mit den getrockneten Grünlingen bestückten Ofenkammer befand sich eine separate Feuerkammer. Diese wurde durch seitliche Schürkanäle bedient und war gegenüber der Ofenkammer durch einen durchlässigen Boden abgetrennt,³¹ sodass die Hitze aufsteigen konnte.

Die heute vielfach sichtbaren Backsteinoberflächen der Außenwände römischer Bauten vermitteln allerdings ein verzerrtes Bild der zeitgenössischen Fassaden gestaltung. In der Regel wurden die Backsteinflächen mit Putz überzogen oder mit Marmorplatten verkleidet (Abb. 5),³² es finden sich jedoch auch Belege für unverputzt eingesetzten Sichtbackstein.³³ Dass die Römer in der Lage waren, unvorstellbar feine Ziegelbauten auszuführen, zeigen beispielsweise die Porta Palatina in Turin (Abb. 7), die aus dem 1. Jahrhundert nach Christus stammt und ein Ziegelmauerwerk mit unglaublich

4 Ruinen römischer Backsteinbauten in Ostia Antica. Blick vom Cardo degli Aurighi auf das Casegiato degli Aurighi (»Haus der Wagenlenker«, Reg. III, Insula X).

27 Albrecht 2017, S. 194.

28 Zumindest ist dies eine weitverbreitete These, vgl. Adam 1994, S. 61; Campbell/Pryce 2003b, S. 46; Perlich 2007, S. 46–47; Eßer 2008, S. 68; Albrecht 2017, S. 198. Der Frage der Herstellung der dreieckigen Ziegel im *opus testaceum* wird detailliert nachgegangen bei Albrecht 2017.

29 Siehe dazu Albrecht 2017, S. 200.

30 Diese These, inklusive einer Ofenrekonstruktion, findet sich bei Adam 1994, S. 61–62, eine andere Rekonstruktion eines Ziegelofens zeigt Campbell/Pryce 2003b, S. 49.

31 Adam schlägt vor, dass hier ein durchbrochenes Gewölbe aus Backstein zum Einsatz kam (Adam 1994, S. 63), während Campbell ein mit Platten abgedecktes System ähnlich dem römischen Bodenheizungen darstellt (Campbell/Pryce 2003b, S. 49).

32 Adam schreibt dazu: »The impression of visitors to Rome referred to above is, admittedly, only an impression of the skeletal remains, since just as with the buildings made of rubble masonry, the brick monuments were in many cases covered with a rendering of mortar or a layer of marble. It is perhaps paradoxical that this architecture, well-planned, costeffective, time-saving and deceptive to the eye, maintains an extraordinarily varied compositon often made of an core of *opus caementicium*, facings of brick (or small stone), and a veneer of marble or three layers of plaster finished with a relief or a painted decoration.« Adam 1994, S. 146.

33 Bauforscherisch nachgewiesen beispielsweise anhand eines Gebäudes in Ostia bei Bauers 2002, S. 71.



5 oben links *Opus reticulatum* (links) und *opus testaceum* (rechts) als Träger einer Marmorverkleidung. Ostia, Domus di Amore e Psiche, Raum C (Reg. I, Insula XIV, 5).

6 oben rechts Halbiertes *bessalis* aus Ostia. Abgestrichene Oberseite (links unten) und rauhe Unterseite (rechts oben).

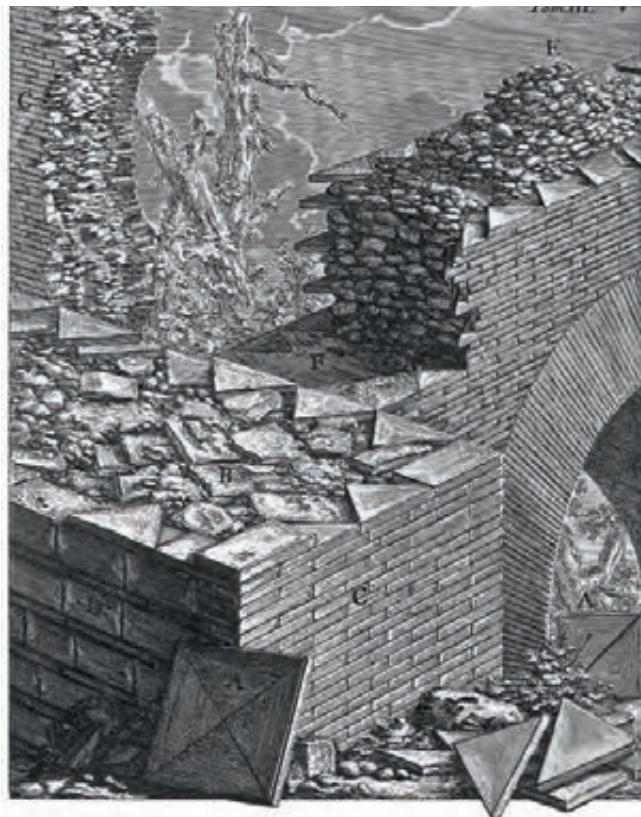
7 mitte links Frühe, aber sehr elaborierte römische Backsteinarchitektur: Turin, Porta Palatina, 1. Jh. n. Chr.

8 mitte rechts Detail des Mauerwerks mit auffallend schmalen Fugen an der Porta Palatina.

9 unten links Polychromer Sichtbackstein am Tempio del dio Redicolo an der Via Appia, 2. Jh. n. Chr.

10 unten rechts Detail der polychromen Sichtbacksteinarchitektur am Tempio del dio Redicolo.





schmalen, kaum sichtbaren Fugen besitzt (Abb. 8),³⁴ oder der sogenannte Tempio del dio Reticolo an der ehemaligen Via Appia (Abb. 9), der sich noch heute in einem feinen polychromen Gewand aus präzisen Backsteinen präsentiert (Abb. 10).³⁵

Die herausragende Qualität mancher römischer Backsteinbauten wurde schon in der frühen Neuzeit von diversen Autoren anerkannt, von denen einige weiter hinten im Zusammenhang mit den neuzeitlichen italienischen Backsteinen angeführt werden. Unter den vielen berühmten Namen sei an dieser Stelle auf Vincenzo Scamozzi (1548–1616) verwiesen, der in der kurz vor seinem Tod erschienenen *idea del architettura universale* berichtete, die Baumeister der römischen Antike hätten für ihre »sehr feinen Bauwerke« ein besonderes Mauerwerk angewandt, für das die Ziegel »an allen Seitenflä-

chen geglättet, ebenso wie an der Stirnseite, und dann ordentlich in einem sehr dünnen Mörtelbett verlegt« wurden. »Von dieser Art Mauerwerk sieht man noch einige kleine Tempel und antike Gräber in den Gärten von Santa Croce in Gerusalemme, und viele andere im Umland von Rom wie auch in Pozzolo und Umgebung, die sich über so viele Jahrhunderte bis in unsere Zeit gegen alle Unbill der Zeiten erhalten haben; dies wegen der Güte des Materials wie auch wegen der großen Sorgfalt, die für den Verband und die Anordnung von ihnen aufgewendet wurde: In dieser Art kann man nichts Sorgfältigeres und Schöneres sehen.«³⁶

Aus konstruktiver Sicht steht die Backsteinwand in einer längeren Tradition römischer Mauerwerkstechnik, die auf der Entdeckung des *opus caementicium*, einem Gemisch aus hydraulischem Mörtel und unregelmäßi-

³⁴ Die Porta Palatina wurde wiederholt umgebaut. Die heutige Erscheinung geht im Wesentlichen auf eine Restaurierung und Rekonstruktion des frühen 20. Jahrhunderts zurück (siehe Rivoira 1925, S. 48–54 mit Bildern von der Restaurierung). An dem Tor finden sich daher diverse, bei genauem Hinsehen deutlich voneinander unterscheidbare Verkleidungsziegel, die teilweise durch Inschriften ins 20. Jahrhundert datiert sind. Dennoch scheint der Eindruck von der Präzision der schmalen Fugen zu stimmen. Als Beleg können die im Palazzo Madama enthaltenen Reste des östlichen Tores, der Porta Decumana, angeführt werden. In dem Treppenaufgang des Turmes lässt sich das Mauerwerk handnah begutachten und mit den deutlich unsaubereren mittelalterlichen Ergänzungen vergleichen.

³⁵ Die Bauten an der Via Appia wurden schon von Alberti an einer viel zitierten Stelle gelobt (Alberti 1485, S. 31 links beziehungsweise in der deutschen Übersetzung Alberti/Theuer 1912, S. 100), auf die im Rahmen der Ziegel der italienischen Renaissance noch eingegangen werden wird. Zu den polychromen Bauten der Via Appia siehe auch in der neueren Literatur Adam 1994, S. 149.

³⁶ Scamozzi 1615, S. 300. Die Stelle im Original lautet: »GLI ANTICHI nelle opere loro molto delicate osservarono vna maniera di muratura N. di latercoletti cotti assai minori de' loro ordinarij, e lunghi vn palmo, e larghi per la metà, come vsamo anco noi à selicar le Piazze, e le strade nella Città; mà essi i faceuano più sottili, i quali erano spianati, e puliti da tutte le faccie, e da' capi, e poi messi per ordine nelle malte sottilissime, e ben retratte di corso in corso, & essi latercoli erano tutti di color rossiccio, ouero interzati con alcuni corsi tendenti al bianco. Di questa sorte di mura si veggono alcuni tempietti, e sepolture antiche ne gli horti di santa Croce in Hierusalemme, e molte altre intorno à Roma, come anco à Pozzolo, e là d'intorno, le quali si sono conseruate tante centinaia d'anni, sino a' tempi nostri, contra l'ingiurie de' tempi; così per la bontà delle materie, come per la molta diligenza, che fù vsata nella colligazione, e concatenatione di esse: onde in quel genere non si può veder cosa più diligente, e bella.« Für die unentbehrliche Hilfe bei der Übersetzung aus dem historischen Italienisch in modernes Deutsch sei Clemens Voigts gedankt.

¹¹ links *Opus testaceum*, wie von Piranesi 1756 in *Le antichità romane* dargestellt.

¹² rechts Wand aus *opus testaceum* in Ostia: Kern aus *opus caementicium* mit Backsteinschalen.

Backstein im Mittelalter



23 »Der Ziegler« aus dem 1568 erschienenen Ständebuch von Amman und Sachs. Im Hintergrund ein Ofen.

Mit dem Untergang des Römischen Reiches ging nördlich der Alpen auch der zwischenzeitliche Untergang der Backsteintechnik einher. Auch wenn es Hinweise darauf gibt, dass das Wissen um die Technik des Ziegelbrennens nie vollständig verschwand, finden sich, außer im Rahmen von Spoliien, bis zur Mitte des 12. Jahrhunderts kaum Belege für die Verwendung von Backstein als Wandmaterial.⁵⁸ Umso erstaunlicher ist, dass in der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts gleichzeitig an den Nord- und Ostseeküsten um Deutschland und Dänemark, an der Havel, in Bayern sowie im Piemont und der Lombardei eine Vielzahl nicht nur aus Backstein konstruierter, sondern sogar ziegelsichtiger Bauten entstand.⁵⁹ Nicht uninteres-

sant ist, dass viele dieser Gebiete außerhalb des ehemaligen römischen Einflussgebietes liegen.

In den Fokus der Forschung gerieten die mittelalterlichen Backsteinbauten in der Mitte des 19. Jahrhunderts und schnell entspann sich eine Debatte über die Herkunft des mittelalterlichen deutschen Mauerziegels, die von erbitterten Kontrahenten geführt wurde und bis ins frühe 21. Jahrhundert andauerte.⁶⁰ Die Hauptthesen gingen entweder von einer Herkunft aus den Niederlanden beziehungsweise Dänemark, einer Abstammung von den oberitalienischen Backsteinbauten oder einer polyzentrischen Entwicklung aus, wobei die Argumentation jeweils wesentlich von einer genauen Datierung

58 Ausführlich dargestellt im Kapitel »Die dunkle Phase« bei Perlich 2007, S. 26–29.

59 Seit Mitte des 19. Jahrhunderts standen die Backsteinbauten des Mittelalters im Fokus der deutschsprachigen Backsteinforschung (siehe die folgende Fußnote). Das Forschungsinteresse scheint bis heute nicht nachgelassen zu haben, da auch das 21. Jahrhundert mit unterschiedlichen Sammelbänden zum mittelalterlichen Backsteinbau begonnen wurde (Badstübner/Schumann 2003; Cramer/Perlich 2005). Aus Sicht der Konstruktionsgeschichte ist das wichtigste neuere Werk zweifellos Barbara Perlichs 2007 erschienenes Buch *Mittelalterlicher Backsteinbau in Europa* (Perlich 2007, siehe dort zur Frühgeschichte und Ausbreitung des Backsteins S. 29–37). Dass auch mit dieser umfangreichen Darstellung die konstruktionsgeschichtliche Forschung am mittelalterlichen Backsteinbau nicht abgerissen ist, zeigen Veröffentlichungen der neuesten Zeit wie Ratilainen 2014 oder Eckstein 2019.

60 Eine detaillierte Übersicht der Debatte findet sich bei Perlich 2007, S. 9–20, hier sollen nur die wichtigsten Werke des 19. und frühen 20. Jahrhunderts aufgeführt werden, da sie dem Betrachtungszeitraum des Themas dieser Arbeit entstammen. Frühe Publikationen mit hoher Reichweite waren August von Essenweins Werk *Norddeutschlands Backsteinbau im Mittelalter* (von Essenwein 1855) sowie Friedrich Adlers umfangreiche Darstellung der *Mittelalterliche[n] Backstein-Bauwerke des preußischen Staates* (Adler 1862). Adler ging von einem holländischen Ursprung der Technik aus (siehe besonders Adler 1906 [1884]), demgegenüber hatte von Quast schon 1850 auf die Verwandtschaft und Gleichzeitigkeit der Kirche zu Jerichow mit italienischen Beispielen des 12. Jahrhunderts verwiesen (von Quast 1850, S. 235). Das Interesse an den italienischen Backsteinbauten nahm zum Ende des Jahrhunderts zu (beispielsweise Lübke 1860 oder Mothes 1884). Der wichtigste Vertreter der Italien-Theorie wurde Otto Stiehl, der ab 1892 (Stiehl 1892) diverse Artikel zu dem Thema veröffentlichte (*Der Einfluss Oberitaliens auf die Entstehung des norddeutschen Backsteinbaus im 12. Jahrhundert*, Stiehl 1894). Stiehls Hauptwerk mit dem Titel *Der Backsteinbau romanischer Zeit besonders in Oberitalien und Norddeutschland. Eine technisch-kritische Untersuchung* erschien 1898 und schloss mit der Annahme, es wäre »für die Erklärung aller dieser Erscheinungen nur die Annahme direkter Uebertragung der Backsteinkunst aus Italien nach Deutschland möglich« (Stiehl 1898, S. 81). Der These schloss sich Conrad Wilhelm Hase an (Hase 1893), der schon früher zu den mittelalterlichen Bauten in Niedersachsen publiziert hatte, unter anderem zur auf die Mitte des 12. Jahrhunderts datierten Backsteinkirche in Mandelsloh (Hase 1861, S. 171–176). 1921 veröffentlichte Maximilian Hasak eine Übersicht der aktuellen Debatte, datierte die märkischen Bauten jedoch deutlich früher als Stiehl und kam so zu der Ansicht, dass der deutsche und der italienische Backsteinbau etwa gleich alt sein müssten (Hasak 1921 und Hasak 1922).



der Bauten abhing, die nur begrenzt geleistet werden konnte. Erst vor einigen Jahren griff Barbara Perlich die Frage wieder auf und konnte zugunsten der polyzentrischen These zeigen, dass Bauten, die primär aus Backstein errichtet wurden, um die Mitte des 12. Jahrhunderts in unterschiedlichen, weit entfernten Regionen nahezu zeitgleich aufkamen. Dabei ging die Entwicklung von einigen wenigen Kernbauten aus, um deren Einflussbereich sich die Technik rasant verbreitete.⁶¹

Die Herstellung mittelalterlicher Backsteine erfolgte manuell im Handstrichverfahren. Abgesehen von vereinzelten Abbildungen, wie der Darstellung in einer holländischen Bibelausgabe aus der Mitte des 15. Jahrhunderts (Abb. 26)⁶² oder dem Holzdruck aus dem 1568 erschienenen Ständebuch von Jost Amman und Hans Sachs (Abb. 23),⁶³ sind wenig detaillierte Angaben zum Produktionsprozess überliefert. Anhand der Quellen, besonders aber der Spuren an den vermauerten Ziegeln, ist darauf zu schließen, dass der Ablauf mehrheitlich dem noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts verbreiteten Verfahren entsprach.⁶⁴

Der Ton wurde – soweit das nachzuvollziehen ist – nach dem Abbau durch Wintern, Sumpfen und Treten zu einer plastischen Masse aufbereitet, die anschließend in hölzerne Formen gestrichen wurde. In seiner Untersuchung der Ziegelbauten des Mittelalters kam Stiehl 1898 zu dem Schluss, dass in Italien ein Formgebungsverfahren angewandt worden sein müsse, bei dem der Ton »zu einem flachen Kuchen ausgeschlagen und sodann mit dem Messer in rechtwinklige Theile ungefähr gleicher Grösse zerlegt wurde«.⁶⁵ Diese Annahme wurde bis ins 20. Jahrhundert weitergetragen,⁶⁶ widerspricht jedoch den Befunden an den mittelalterlichen Bauten. Das Streichen in Holzformen hinterlässt typische Spuren, wie Quetschfalten, Sandkörner oder Wässerungslinien vom Trennmittel, Aufsetzwülste sowie eine abgestrichene Lagerfläche (Abb. 25).⁶⁷ Diese Merkmale lassen sich auch heute noch leicht erkennen, jedes für sich deutet dabei mit Sicherheit auf das Streichen der Ziegel in Formen, sodass Barbara Perlich zu dem Schluss kam, »dass an allen untersuchten Bauten die Rohlinge in Formen geschlagen wurden«⁶⁸ und die

61 Siehe dazu besonders das ›Resümee zum unvermittelten Auftreten des Backsteinbauens im 12. Jahrhundert‹. Perlich 2007, S. 36–37.

62 British Library, Add. 38122, f.78v.

63 Amman/Sachs 1568, ›Der Ziegler‹.

64 Für eine detaillierte Darstellung der Herstellung unter Angabe auch einiger mittelalterlicher schriftlicher Quellen siehe das Kapitel ›Backsteinherstellung‹ bei Perlich 2007, S. 46–82. Dort muss jedoch für viele Abläufe auf die Literatur um 1800 verwiesen werden, sodass sich auch ein Blick auf die Kapitel zur Backsteinherstellung im 19. Jahrhundert weiter hinten in der vorliegenden Arbeit lohnt. Viele der mittelalterlichen Techniken, von der Aufbereitung bis zum Brand, haben sich ohne größere Änderungen bis zum Einsetzen der Industrialisierung um die Mitte des 19. Jahrhunderts als Standardverfahren halten können.

65 Stiehl 1898, S. 38.

66 Beispielsweise bei Neumann 1959, S. 24.

67 Für Details zu den Spuren der Formgebung siehe den Abschnitt ›Handstrich‹ im Kapitel ›Formgebung‹ in Teil II.

68 Perlich 2007, S. 51.

24 Die Basilika des Hl. Antonius von Padua, ein im 13. Jahrhundert begonnener Sichtbacksteinbau.



A



B



C

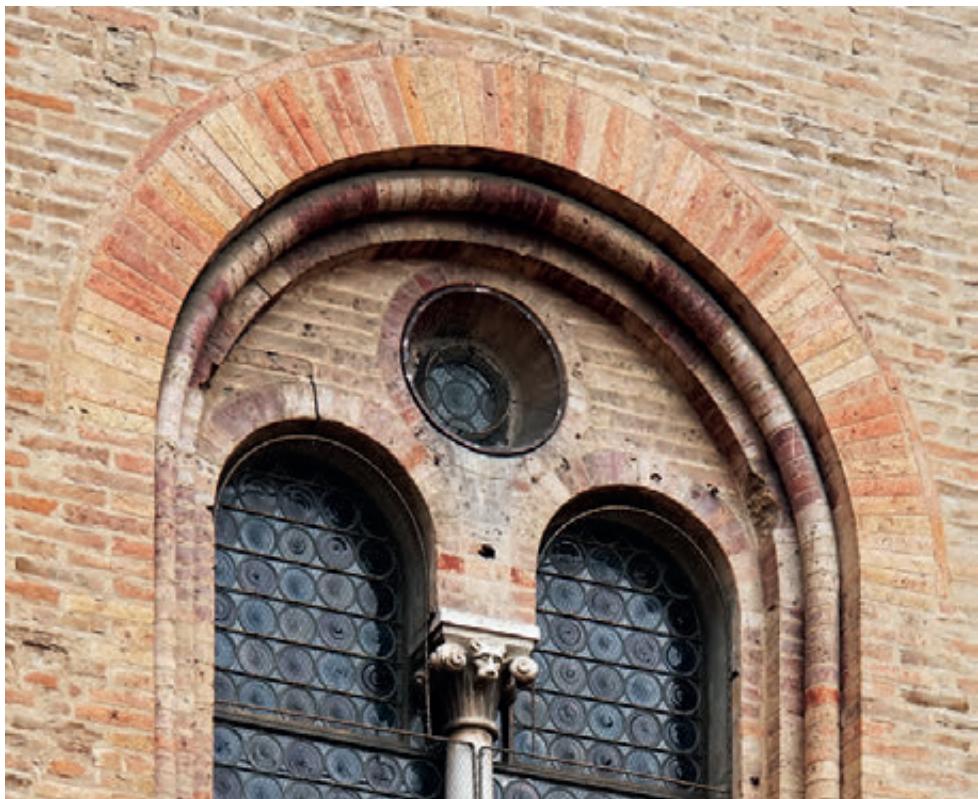


D

- 25 oben Typische Spuren manueller Ziegelherstellung:
 A Spuren des Abziehens (hier mit einem Streichholz) auf der Lagerseite eines Ziegels. Kirche Finsterwolde, 13. Jh.
 B Abdruck von der Pfote eines Tieres, das auf den noch nicht getrockneten Ziegel getreten ist. Kirche Huntlosen, 13. Jh.
 C Ausgeprägte Quetschfalten vom Einbringen des Tons in die Form auf der Läuferseite eines Ziegels. Außerdem leichte Abdrücke der Stapelung beim Brand. St. Martin in Bunde, 13. Jh.
 D Abdruck der Stapelung im Ofen. Auf den roten Stellen lagen die Steine der nächsten Schicht, die grünen Bereiche waren direkt der Ofenatmosphäre ausgesetzt. Kirche Holwieder, 13.–14. Jh.

- 26 rechts Darstellung der Backsteinproduktion in einer flämischen Bibel des 15. Jahrhunderts. Im Hintergrund werden die Ziegel auf dem Streichtisch geformt, dann im Freien getrocknet und in einem zweistöckigen Ofen, der vermutlich die Trennung zwischen Feuer- und Brennkammer symbolisieren soll, gebrannt.





These des zugeschnitten Tonladens daher verworfen werden müsse.

Die gestrichenen Formlinge wurden, wie der oben genannten Bibeldarstellung zu entnehmen ist, im Freien getrocknet und konnten sowohl in Feldbrandmeilern als auch stationären Öfen, entweder mit oder ohne Trennung von Feuerungs- und Brennraum, gebrannt werden. Immer wieder kam es vor, dass während der Trockenphase Tiere über die noch plastischen Steine liefen, deren Pfotenabdrücke sich an vielen Bauten über mehr als ein halbes Jahrtausend erhalten haben. Auch auf den Ablauf des Brandes kann man häufig noch Rückschlüsse ziehen, da sich in vielen Fällen die Stapelungstechnik der Steine durch unterschiedliche Färbungen auf den Läufern verewigt hat.⁶⁹

Besonders an frühen mittelalterlichen Backsteinen findet sich regelmäßig eine Oberflächenbehandlung, die

als Riefelung oder Schraffur beschrieben werden kann (Abb. 27).⁷⁰ Schon Stiehl hatte eine Flächenbearbeitung bemerkt, »welche aussieht, als ob mit der scharfen Schneide eines senkrecht zur Fläche geführten Maurerhammers oder Schnitzmessers hackend Schlag neben Schlag gesetzt sei«.⁷¹ Er mutmaßte, diese steinmetzmäßige Bearbeitung müsse vor dem Brand am ange trockneten Rohling ausgeführt worden sein, was noch heute Stand der Forschung ist.⁷² Nach Stiehl findet sich die Schraffur im 12. Jahrhundert oft vollflächig auf allen sichtbaren Flächen, während sie sich in späterer Zeit meist auf Ecksituationen beschränkte, bis sie vollständig ausstarb.⁷³ Versuche, die Schraffur der Steine als technischen Vorteil des Herstellungsprozesses auszulegen, scheinen widersinnig, wahrscheinlicher ist die ebenfalls schon von Stiehl vertretene These, dass die werksteinmäßige Bearbeitung zur Nobilitierung des Materials

69 Für Details zu den Stapelungsspuren siehe den Abschnitt ›Einsetzen und Stapelungsspuren‹ im Kapitel ›Brand in Teil II‹.

70 Das Phänomen schraffierter mittelalterlicher Backsteine hat Forscher seit dem 19. Jahrhundert fasziniert. Eine vollständige Auflistung aller sich dem Thema widmenden Arbeiten würde einer Auflistung praktisch aller über den mittelalterlichen Backsteinbau verfassten Arbeiten gleichkommen und erscheint unmöglich. Besonders in den 2000er-Jahren ist noch einmal viel zu dem Thema publiziert worden, siehe Autenrieth 2003, S. 53; Müller 2003, S. 76–83; Holst 2005a, S. 354–255; Holst 2005b, S. 10–11; Gabbielli 2005; Perlich 2007, S. 77–79. Die Terminologie ist bei allen Autoren etwas uneinheitlich. Stiehl bezeichnet das Phänomen 1898 als ›Scharrierung‹ (Stiehl 1898, S. 39), was auch von manchen Autoren des 20. Jahrhunderts übernommen wurde (vgl. Haupt 1929, S. 47). Stiehl wies allerdings selbst schon darauf hin, dass dieser Terminus eigentlich eine unglückliche Wahl war, da die genaue Ausführung mit der Scharrierung von Werksteinen nicht kongruent ist. Nach Ansicht des Verfassers erscheint besonders der Ausdruck ›Schraffur‹ passend, wie ihn Jens Christian Holst mit Verweis auf Autenrieth eingeführt hat (Holst 2005a, S. 354, Anm. 27), etabliert sind aber auch ›Riffelung‹ (Haupt 1929, S. 47) beziehungsweise ›Riefelung‹ (Perlich 2007, S. 77).

71 Das Zitat steht im Zusammenhang mit oberitalienischen Ziegelbauten (Stiehl 1898, S. 39), gleiche Beobachtungen konnte er jedoch auch an deutschen Bauten machen (Stiehl 1898, S. 79).

72 Stiehl verwies auf die über den Riefen durchgehende Brandhaut (Stiehl 1898, S. 39), was auch in neuerer Zeit noch das Hauptargument für die Annahme einer Bearbeitung vor dem Brand ist (Perlich 2007, S. 77).

73 Siehe Stiehl 1898, besonders S. 39 sowie 79. Diese Entwicklung wurde auch in neuester Zeit bestätigt, so durch Hellmut Müller, der sie besonders als romantisches Phänomen sieht (Müller 2003, S. 77–78) oder durch Jan Raue, der in der Mark Brandenburg einen Rückgang der Riefelung ab der Mitte des 13. Jahrhunderts feststellen konnte (Raue 2008, S. 33–34).

27 links oben Schraffur, diagonal und im Fischgrätmuster, auf zwei Ziegeln der Basilika in Padua, 13.–14. Jh.

28 links unten Keilsteine eines Bogens, die eine Schraffur aufweisen und poliert wurden. Basilika in Padua, 13.–14. Jh.

29 rechts Unterschiedlich elaborierte Herstellung der Sichtziegel an einem Fenster der Basilika in Padua, 13.–14. Jh. Die Ziegel der eigentlichen Wand haben keine Riefelung, die Fenstereinfassung ist aus schraffierten Ziegeln und runden Formsteinen hergestellt und die Keilsteine des Bogens wurden schraffiert und poliert.



43 Hauptfassade des Palazzo Farnese, erstellt um die Mitte des 16. Jhs. von Antonio da Sangallo dem Jüngeren und Michelangelo.



44 Detail des polychromen Backsteinmauerwerks im Obergeschoss des Palazzo Farnese.

45 Ansicht der ziegelsichtigen Hauptfassade des Oratorio dei Filippini, erbaut von Francesco Borromini um die Mitte des 17. Jhs.





64 Die Alte Pinakothek in München, 1826–1836, Leo von Klenze, mit der Plombe des Wiederaufbaus der 1950er-Jahre von Hans Döllgast.





119 oben Ruine der Kirche St. Michael, August Soller und Friedrich August Stüler, 1850–1861, am Engelbecken des Luisenstädtischen Kanals.

120 mitte Oberflächenspuren an einem Hermsdorfer Läufer der Kirche St. Michael.
Feine Schlieren, beidseitiger Zuschnitt der Kanten auch parallel zur Lagerfläche, an der unteren Kante offenbar etwas zu stark beschnitten.

121 unten links Evangelisch-Lutherische Kirche in der Annenstraße, Hermann Blankenstein, 1855–1857.

122 unten rechts Fassadenausschnitt der Evangelisch-Lutherischen Kirche unter Streiflicht: Feine Schlieren und einseitiger Kantenbeschnitt parallel zur Sichtfläche.

123 ▶ St. Michael: Ansicht des Verblendmauerwerks aus Hermsdorfer Vollverblendern mit rötlich gefärbten Fugen.







¹⁹⁷ oben Das Städtische Arbeitshaus in Rummelsburg, 1877–1879. Der Großteil der Gebäude ist mit relativ einfachen, vertikal gepressten Ziegeln verkleidet, nur beim Verwaltungshaus leistete man sich die feineren Langlochverblendern. Der als Arbeitslager für das benachbarte Friedrichs-Waisenhaus konzipierte Gebäudekomplex wurde sowohl in der Zeit des Nationalsozialismus als auch in der DDR als Gefängnis genutzt.

¹⁹⁸ ▶ Das Krankenhaus am Urban, 1887–1890. Der gewaltige Komplex, bei dem eine relativ einheitliche Formensprache angewandt wurde, entstand unter Leitung von Blankenstein unter Mitarbeit von Frobenius. Das Verblendmaterial für die Fassaden lieferte die Ziegelei Kretschmann aus dem sächsischen Borsdorf.

im Binderverband ausgeführt. Besonders bei der Ausbildung der Portale führte der Architekt die gesamte Bandbreite des Formstein- und Terrakottenrepertoires der Zeit vor. So bestehen die Pilasterkapitelle aus Akanthusblattterrakotten, die aus komplexen Formen zusammengesetzt wurden, um die Lage der Stoßfugen zu verschleiern. Der große Rundbogen über dem Eingang ist aus Profilsteinen mit gebündelten Rundstäben ausgeführt, die in jeder zehnten Schicht durch einen dekorierten Stein gegliedert werden. An der Außenseite des Bogens finden sich mit einem Eierstab dekorierte Profilsteine. Alle größeren Flächen im oberen Bereich des Portals sind mit flächigen Terrakotten ausgefüllt, die in den Bogenwickeln die Jahreszahlen ‚1886‘ und ‚1887‘ einfassen. Terrakotten mit den Baujahren sind ein Motiv, das sich an vielen Bauten Blankensteins findet. Auch das Gebälk sowie der Giebel sind aus Terrakotten ausgebildet. Die scheinbare Komplexität und Vielfalt der Fassade der Markthalle VI dürfte mehrheitlich aus Katalogware gebildet worden sein. So finden sich in der schon oben angesprochenen Mustersammlung aus Greppin Beispiele für nahezu alle der am Bau

verwendeten dekorierten Profilsteine, Konsolen und sonstigen Ornamente.⁶³⁵

Über die gesamte Zeit seiner 24 Dienstjahre als Stadtbaurat hinweg blieb Blankenstein der Verblendung mit längsgelochten, häufig gelben Backsteinen treu. Zwischen 1887 und 1890 errichtete er unter Mitarbeit von Frobenius, der schon bei der 1. Realschule für die Ausführung zuständig war, mit dem Krankenhaus am Urban einen Komplex von gewaltigen Ausmaßen.⁶³⁶ Schon vorher waren unter Blankensteins Leitung einige große Überbauungen errichtet worden, so beispielsweise der Städtische Central-Vieh- und Schlachthof an der Eldeanaer Straße (1878–1881)⁶³⁷ oder das Städtische Arbeitshaus in Rummelsburg (1877–1879, Abb. 197).⁶³⁸ Für beide Komplexe galt jedoch, dass für die Masse der Bauten eine recht einfache Ausführung aus vertikal gepressten Ziegeln gewählt wurde und nur die jeweiligen Verwaltungsbauten mit feinen Langlochverblendern verkleidet wurden.⁶³⁹

Erst beim Krankenhaus am Urban konnte Blankenstein auf dem gesamten Areal in einheitlichem Stil aus dem Formenrepertoire der standardisierten Langloch-

⁶³⁵ Greppiner Werke 1883. Rein von der Farbe her beurteilt, ist gut möglich, dass die Verblendsteine der Markthalle VI aus Greppin geliefert wurden, das ist jedoch nicht durch Quellen oder Befunde belegt.

⁶³⁶ N. N. 1890a; BusB II 1896, S. 443–448; Klinkott 1988, S. 392–399.

⁶³⁷ BusB II 1896, S. 563–577.

⁶³⁸ BusB II 1896, S. 464–465.

⁶³⁹ Bezüglich der Besserungsanstalt in Rummelsburg hieß es beispielsweise: »Die Ausführung der Gebäude ist durchaus einfach, nur beim Verwaltungshaus sind feinere Verblendsteine verwendet«. BusB II 1896, S. 465.



Abbau

»Allgemein bekannt ist die Erdart, die man gemeinen Thon nennt«,⁸⁷⁰ begann Johann Nepomuk Schönauer seine 1815 erschienene *Praktische Darstellung der Ziegelhüttenkunde*. Schon auf der nächsten Seite bemerkte er jedoch, es gebe »eigentlich keine solche reine Thonerde in der Natur«.⁸⁷¹ Tone sind das Produkt langwieriger Verwitterungsprozesse feldspathaltiger Gesteine und entstanden ab dem Kambrium, also der Zeit vor über 500 Millionen Jahren.⁸⁷² Die meisten verziegelbaren Tone entstammen den Zeitaltern zwischen Karbon und Tertiär, sind also etwa 2,5 bis 350 Millionen Jahre alt.⁸⁷³ Den Grundbaustein der Tonsubstanz bilden Tonminerale wie Kaolinit, Halloysit, Illit oder Montmorillonit, die jedoch häufig im Laufe von Transportprozessen durch Flüsse, Gletscher oder Winde mit anderen Stoffen wie Kalk oder Sand vermischt wurden. Tone mit nur geringer Sandbeimengung nannte man ›fett‹, während eine hohe Menge an Sand den Ton ›mager‹ machte.⁸⁷⁴ Sehr reine, also fette Tone zeigten »große Neigung zum Werfen und Reißen«,⁸⁷⁵ weshalb für die Backsteinherstellung nur entsprechend gemagerte Erden verwendet werden konnten.⁸⁷⁶ Es sei noch erwähnt, dass das häufig annähernd synonym verwendete Wort ›Lehm‹ schon historisch magere Tone mit einem relativ hohen Anteil an Sand beschrieb.⁸⁷⁷

Ziegelwerke entstanden gerade zu Beginn des 19. Jahrhunderts üblicherweise in unmittelbarer Nähe von Tonvorkommen, da sich im anderen Fall die »Herstellung der Ziegelsteine dadurch bedeutend vertheuert«.⁸⁷⁸ Im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts war es jedoch besonders in Ziegeleien, die feinere Produkte herstellten, üblich, mindestens einen Teil der Tone auch aus weiterer Entfernung zu beziehen.⁸⁷⁹ Gerade die Tone der Braunkohlegegenden in Schlesien waren berühmt für ihre Qualität und wurden im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts »fast von allen Thonwaaren-Fabrikan-

870 Schönauer 1815, S. 1.

871 Schönauer 1815, S. 2.

872 Vgl. auch das Kapitel ›Ton – der Stoff aus dem die Ziegel sind‹ in Bender 2004, S. 83–106, in dem auch ausführlich auf die Geschichte der chemischen Untersuchung von Tonen eingegangen wird, die hier nicht dargestellt wird.

873 Eine gute Übersicht bietet Bender 2004, S. 85.

874 Neumann 1876–1878, Band 27, S. 409.

875 Neumann 1876–1878, Band 27, S. 409.

876 Gebhardt 1843, S. 13.

877 Bock 1894, S. 12.

878 Hirsch 1881, S. 564.

879 Einige Beispiele von Ziegeleien, die im späteren 19. Jahrhundert ihre Tone aus teils erheblichen Entfernungen bezogen, finden sich bei Dümmler, so die Ziegelei Nauck in Alt-Töplitz im Bezirk Potsdam, bei der Ton in Kähnen angeliefert wurde (Dümmler 1900, S. 460) oder die Laubaner Tonwerke von Augustin, die ihre Rohmaterialien aus mehreren über 10 km entfernten Tonvorkommen bezogen (Dümmler 1900, S. 481).



264 Manueller Tonabbau für eine kleine Feldziegelei in einer Darstellung aus dem 18. Jahrhundert.

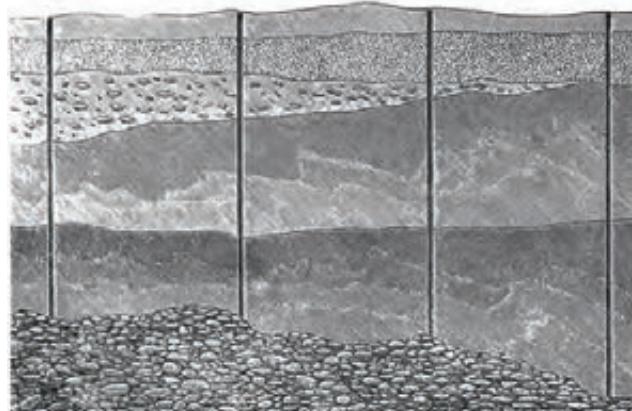
ten in größerer oder geringerer Menge wenigstens als Zusätze bezogen«.⁸⁸⁰

Der Ton ließ sich in vielen Fällen leicht aufspüren: »Es ist gewöhnlich nicht sehr schwierig den ordinären für Ziegelein geeigneten Thon aufzufinden; die Thonlager gehen öfters zu Tage aus und zeigen sich von selbst an«.⁸⁸¹ Waren die Tonschichten unter Abraum verdeckt, konnte die Flora Hinweise auf die Bodenbeschaffenheit liefern, da staunasse Bereiche über Tonschichten oft von Zeigerpflanzen wie dem Huflattich (Abb. 265) besiedelt wurden.⁸⁸² Um die Ergiebigkeit der Tonlager abschätzen zu können, mussten entweder Schürfgräben⁸⁸³ angelegt oder Bohrkartierungen (Abb. 266) durchgeführt werden.⁸⁸⁴ Eine zusätzliche Hilfe stellten die geologischen Landesaufnahmen dar, wie sie beispielsweise durch die 1873 gegründete Preußische Geologische Landesanstalt vorgenommen wurden.⁸⁸⁵

Für den Betrieb einer Ziegelei war allerdings nicht nur ein gutes Tonvorkommen notwendig, auch musste in der Umgebung Sand zum Magern vorhanden sein⁸⁸⁶ sowie die ausreichende Versorgung mit Wasser sicher-



265 Der Huflattich, eine Zeigerpflanze für staunasse Bereiche.



266 Kartierter Bohrversuch.

⁸⁸⁰ Teirich 1873a, S. 14.

⁸⁸¹ Heusinger von Waldegg 1861, S. 129.

⁸⁸² Schönauer 1815, S. 14.

⁸⁸³ Schönauer 1815, S. 15.

⁸⁸⁴ Schönauer 1815, S. 15; Heusinger von Waldegg 1861, S. 129; Bock 1894, S. 16.

⁸⁸⁵ Bender 2004, S. 111.

⁸⁸⁶ Was natürlich von der Tonsorte abhing. Bei fetten Tonen war der leichte Zugang zu Sand jedoch absolut notwendig. Im

gestellt werden.⁸⁸⁷ Selbst eine kleine Ziegelei mit einer Jahresproduktion von 2-3 Millionen Ziegeln benötigte etwa 20 000 l Wasser pro Tag.⁸⁸⁸

Der Abbau der Tonvorkommen geschah hauptsächlich in Handarbeit im Tagebau.⁸⁸⁹ Das Graben des Tons passierte üblicherweise im Herbst,⁸⁹⁰ einer Zeit, in der »die Betriebs-Arbeiten auf der Ziegelei sich etwas vermindern«,⁸⁹¹ sodass Teile der festen Belegschaft zum Tonabbau eingespannt wurden. Ein zusätzlicher Vorteil war, dass das gegrabene Material im Anschluss direkt gewinnt werden konnte.⁸⁹²

In der kaum sickerfähigen Tongrube sammelte sich häufig Wasser,⁸⁹³ das mittels Pumpen wieder entfernt werden musste.⁸⁹⁴ Das Spektrum reichte von einfachen Handpumpen⁸⁹⁵ bis zu dampfbetriebenen Centrifugal-Pumpen und Pulsometern.⁸⁹⁶ Auch Windradpumpen, von denen die bekannteste die Halladay'sche Windturbine (Abb. 267) war, waren aufgrund der geringen Betriebskosten weitverbreitet.⁸⁹⁷

Um die Jahrhundertwende wurden in großen Ziegeleien mit entsprechenden Fördermengen auch mechanische Abbauhilfen eingesetzt,⁸⁹⁸ die zuerst in Amerika Verbreitung gefunden hatten.⁸⁹⁹ In Abgrenzung zu den ›Exkavatoren‹ genannten Baggern für die Tongewinnung unter Wasser⁹⁰⁰ wurden die im Tagebau eingesetzten Maschinen als ›Trockenbagger‹ bezeichnet.⁹⁰¹ Dabei handelte es sich meist um auf Schienen fahrende Eimerbagger (Abb. 268), die mit Dampfkraft betrieben wurden und deren Entwicklung auf die beim Eisenbahn- und

Kanalbau anfallenden großen Erdarbeiten zurückging.⁹⁰² alternativ konnten Löffelbagger eingesetzt werden.⁹⁰³

Der Transport des Tons von der Grube zur Ziegelei geschah entweder mit einrädrigen Handkarren oder – besonders im späteren 19. Jahrhundert – mit schmalspurigen Kipploren,⁹⁰⁴ die von Pferden oder elektrischen Lokomotiven gezogen wurden.⁹⁰⁵ Denkbar war auch die Einrichtung von Drahtseilbahnen, falls unebenes Gelände die Einrichtung einer Lorenbahn verhinderte (Abb. 269).⁹⁰⁶

Idealfall lag das Tonvorkommen direkt an Sandadern, wie dies beispielsweise in Freienwalde der Fall war. N. N. 1896a, S. 348.

887 Bock 1894, S. 20.

888 Bock 1894, S. 21.

889 »In den Erdstichen und Gruben wimmelt es von Arbeitern, die von oben betrachtet, das Ansehen geschäftiger Zwerge haben«, hieß es in einem poetisch angehauchten Bericht zur Ziegelindustrie. Hirsch 1881, S. 562.

890 Schönauer 1815, S. 17.

891 Menzel 1846b, S. 54.

892 Daher wurde das Graben des Erdreiches schon in frühesten Anleitungen zur Ziegelproduktion auf den Herbst datiert. Sandart 1679, S. 5.

893 Heusinger von Waldegg 1861, S. 130. Besonders gefährdet waren Tongruben im Torfmoor, die unterhalb des Wasserspiegels lagen und bei unkontrollierbarem Wassereinbruch über die Seitenwände aufgegeben werden mussten. Hirsch 1881, S. 564. Vgl. auch Loeff 1873, S. 308.

894 Neumann 1863a, S. 15.

895 Bock 1894, S. 26.

896 Hirsch 1881, S. 562; Kerl/Cramer/Hecht 1907, S. 44. Solche Pumpen wurden oft auch von Herstellern für Ziegeleimaschinen angeboten, vgl. beispielsweise Nienburger o. J., S. 73.

897 Bock 1894, S. 27; Kerl/Cramer/Hecht 1907, S. 45.

898 Bock 1901, S. 39.

899 So wunderte sich ein amerikanischer Beobachter 1896, »that steam shovels do not find application in German brick plants«. N. N. 1896a, S. 441.

900 Benfey 1907, S. 422.

901 Kerl/Cramer/Hecht 1907, S. 42–43.

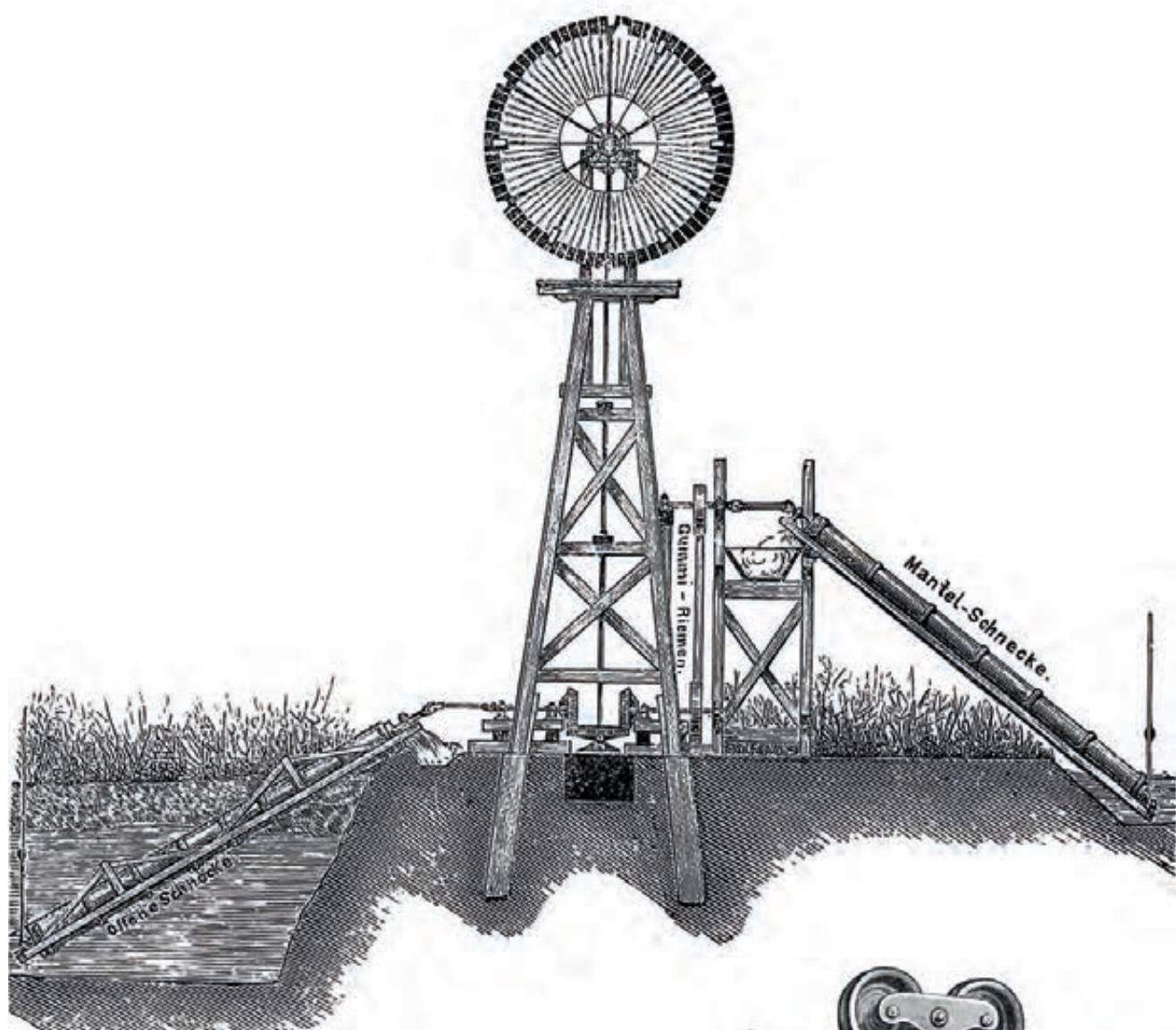
902 Bock 1901, S. 39.

903 Benfey 1907, S. 422.

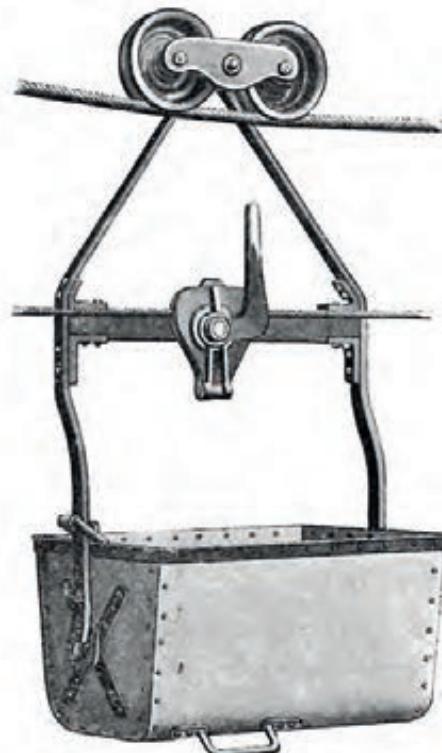
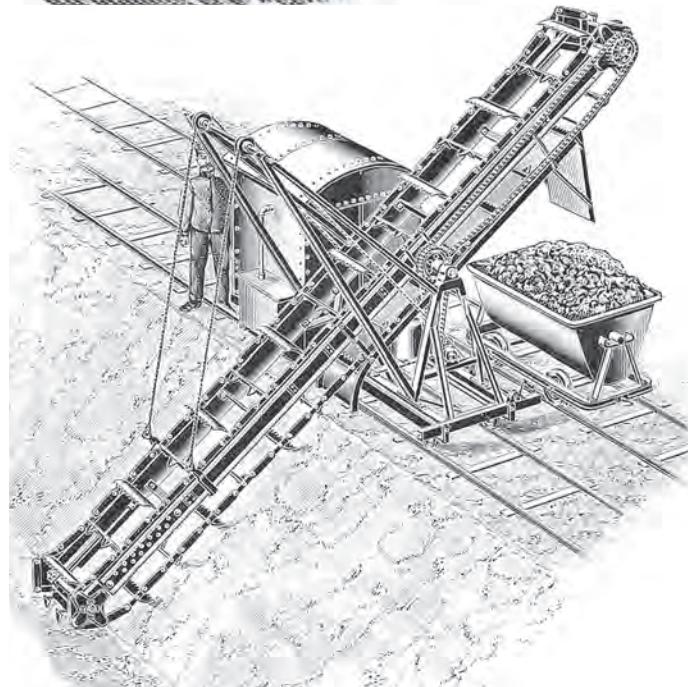
904 Heusinger von Waldegg/Schmelzer 1901, S. 33.

905 Heusinger von Waldegg/Schmelzer 1901, S. 38–39.

906 Hirsch 1881, S. 562; Heusinger von Waldegg/Schmelzer 1901, S. 44–45. Besonders ausführlich wird von Bock über die Konstruktion von Drahtseilbahnen berichtet. Bock 1901, S. 211–222.



267 Halladay'sche Windradpumpe in der Ausführung von Friedrich Filler, Hamburg.



268 links Konstanzer Klein-Tonbagger von Rieter & Koller in einem Prospekt von 1910. Dargestellt auch eine typische Kipplohere auf Schienen.

269 rechts Hängewagen einer Drahtseilbahn.

Aufbereitung

Kaum ein in der Natur vorkommender Ton konnte unmittelbar nach dem Abbau zur Herstellung von Backsteinen verwendet werden. Um aus dem abgestochenen Rohmaterial eine formbare Masse zu machen, die sich ohne Fehler brennen ließ, musste der Ton aufbereitet werden, ein Vorgang, den man auch als ›Tonaufschluss‹ bezeichnete.⁹⁰⁷ Der erste Schritt der Aufbereitung erfolgte meist noch vor dem Transport von der Tongrube zur Ziegelei durch das Wintern, bei dem der aufgelockerte Ton über mindestens einen Winter der Witterung ausgesetzt wurde.⁹⁰⁸ Im abgebauten Zustand bildeten die Tonminerale zum Teil sehr harte Agglomerate, die für die weitere Verarbeitung durch die Sprengkraft des eingelagerten Wassers, das sich beim Gefrieren ausdehnte, aufgebrochen wurden. Es galt die Regel, dass »je länger man diese Erde liegen lässt, je besser wird selbige zur Ziegelarbeit«.⁹⁰⁹

Ton besteht aus mehrheitlich blättchenförmigen Mineralen mit Teilchengrößen von weniger als 10 µm. Tonminerale sind Schichtsilikate, bestehen also aus Schichten von Silikatanionen, zwischen deren negativ geladenen Oberflächen positiv geladene Kationen gelagert sind.⁹¹⁰ Im trockenen Zustand ist Ton aufgrund der hohen Bindekkräfte nicht plastisch, erst wenn die Minerale von ausreichend Wasser umschlossen sind, wird die Masse formbar. Man vermischt den gegrabenen Ton daher in entsprechenden Becken mit Wasser, ein Vorgang, der Sumpfen genannt wurde.⁹¹¹ Das unter Töpfern verbreitete Mauken, also das Faulen des nassen Tons über eine Zeit von etwa zwei Monaten, wurde auf Ziegeleien nur selten angewandt.⁹¹² Nach der Durchfeuchtung konnte der Ton noch getreten werden,⁹¹³ ein Prozess, den man als ›Rüsten‹ bezeichnete.⁹¹⁴ Dieser Schritt wurde ausgeführt, um noch vorhandene Steine und andere Fremdkörper beim Durcharbeiten mit nackten Füßen aufzuspüren und auszusortieren.⁹¹⁵

⁹⁰⁷ Benfey 1907, S. 422; Bender 2004, S. 124–125.

⁹⁰⁸ Vgl. als frühe Quelle Duhamel du Monceau/Galon/Fourcroy de Ramecourt 1765, S. 184. Aber auch zum Zeitpunkt der Einführung von Maschinen zur Formgebung in die Ziegeleien galten »Maschinesteine von ausgewinterter Masse [als] ungleich besser, werthvoller und dauerhafter, als die von nicht ausgewintertem Tohn«. Türschmidt 1868, S. 31.

⁹⁰⁹ Voch 1780, S. 36.

⁹¹⁰ Bender 2004, S. 88.

⁹¹¹ Voch 1780, S. 36; Neumann 1876–1878, Band 27, S. 412.

⁹¹² Kerl/Cramer/Hecht 1907, S. 277–278. Auch wenn die besondere Güte gemaukten Tons betont wurde (Neumann 1876–1878, Band 27, S. 412), scheint das Verfahren bei der Produktion von Ziegelsteinen mehrheitlich keinen ausreichenden Vorteil gebracht zu haben.

⁹¹³ Hartmann 1850, S. 190.

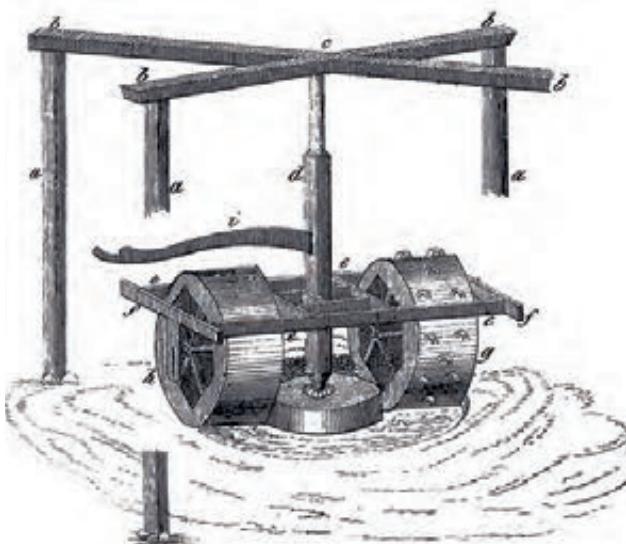
⁹¹⁴ Schaller 1828, S. 21.

⁹¹⁵ Voch 1780, S. 36. Das Verfahren Wintern – Sumpfen – Treten wurde auch beschrieben bei Menzel 1846b, S. 54.

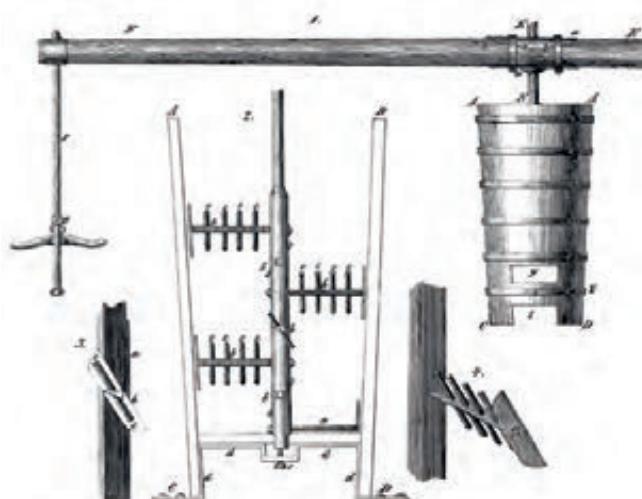
Die Aufarbeitung des Tones war der erste Zweig der Ziegelindustrie, für den Versuche zur Mechanisierung des Prozesses unternommen wurden.⁹¹⁶ 1828 beschrieb Peter Schaller in dem als neueste Ergänzung zur Reihe *Neuer Schauplatz der Künste und Handwerke* erschienenen *Wohlunterrichteten Ziegler* eine durch einen nicht namentlich genannten schwedischen Kapitän entwickelte Maschine, die das Treten des Tons mechanisieren sollte (Abb. 270). Um eine mittlere Achse rotierten zwei große Räder, von denen eines mit Klauen besetzt war, die nicht per Zufall an Ochsenfüße erinnerten. Die Maschine imitierte das Treten des Tons durch Tiere, das häufig unbefriedigende Resultate brachte, »da die Ochsen theils den Thon verunreinigen, theils auch immer in dieselben Fußstapfen treten«.⁹¹⁷

Die erste Maschine, die sich im Ziegeleiwesen auf breiter Front praktisch etablieren konnte, war der Tonschneider (Abb. 271).⁹¹⁸ Diese Vorrichtung ging auf eine ›Kleimühle‹ genannte Erfindung des Holländers J.J. Speckstruyff aus Gouda zurück, die aus einem konischen Bottich mit einer darin rotierenden Achse, an der waagerechte Messer angebracht waren, bestand.⁹¹⁹ Der Tonschneider machte eine steile Karriere. In vielen auf Handstrich ausgelegten Ziegeleien verwendete man »zur Mischung des Lehms und zum Durcharbeiten desselben [...] fast durchweg die sogenannten Thonschneider«.⁹²⁰ Idealerweise stand der Tonschneider direkt in der Mitte der Sümpfe, da er nur bei ausreichend nassem Material gute Ergebnisse hervorbrachte.⁹²¹ Die ersten Tonschneider wurden durch Pferde oder Wasserkraft⁹²² angetrieben, später setzte sich aufgrund der hohen notwendigen Betriebskraft der Antrieb mit Dampfmaschinen durch.⁹²³

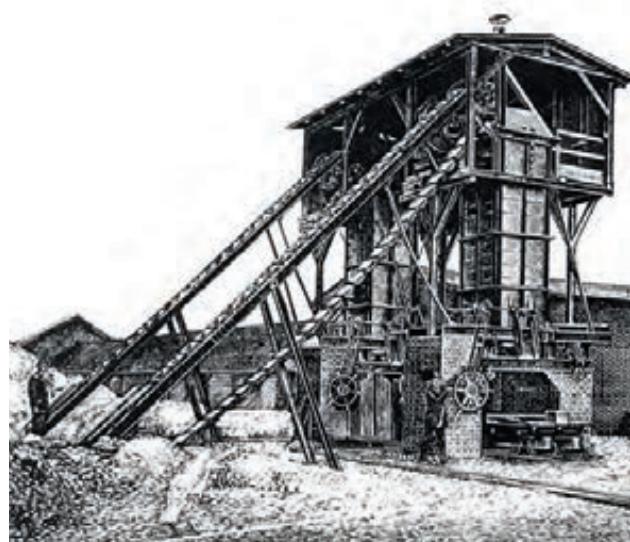
Auf den meisten Ziegeleien standen mehrere kleinere Tonschneider in der Nähe der Streichtische, bis Julius Lüdicke in den 1880er-Jahren den ›Centralthon-schneider‹ entwickelte (Abb. 272).⁹²⁴ Der vergrößerte Tonschneider, in dem täglich der Ton für 60 000 Ziegel



270 Eine 1828 beschriebene Aufbereitungsmaschine, die das Treten des Tons durch Tiere imitieren sollte.



271 Die erste in der Praxis weitverbreitete Maschine auf Ziegeleien: ein hölzerner Tonschneider für Pferdeantrieb.



272 Ab den 1880er-Jahren verbreitet: ein erhöht angeordneter Zentralton-schneider, unter den auf Schienen die Streichtische gefahren wurden.

916 Bender 2004, S. 126–127.

917 Schaller 1828, S. 28.

918 Vgl. Teirich 1873b, S. 2, wo der Tonschneider als älteste Vorbereitungsmaschine für plastischen Ton im feuchten Zustand beschrieben wird. Außerdem schrieb Menzel: »Durch Einführung solcher Thonschneidemaschinen hat die Ziegelfabrikation den ersten Aufschwung zur Verbesserung und Vereinfachung erhalten.« Menzel 1846b, S. 56. Wortgleich abgeschrieben bei Hartmann 1850, S. 193.

919 Beschrieben bei Schaller 1828, S. 32.

920 Menzel 1846b, S. 55. Vgl. auch Gottgetreu 1869, S. 119.

921 Röhne 1877, S. 98.

922 Wie beispielsweise in Joachimsthal. Menzel 1846b, S. 55.

923 Neumann 1876–1878, Band 27, S. 412; Hirsch 1881, S. 562; BusB I 1896, S. 586–587.

924 Dümmler 1900, S. 168–170.

Verbände

Die ersten Backstein-Rohbauten, einmal abgesehen vom Sonderweg der Münchener Keilsteinverblender, setzten als Verblendmaterial vollformatige Ziegel ein. Die Größe dieser Verblendsteine entsprach also einem ganzen Grundmodul, wie dies auch für die Ziegel der Hintermauerung galt. Damit ließen sich die Verblendsteine theoretisch in jeden auch für konstruktive Mauern sinnvollen Verband mit der Hintermauerung einsetzen. Der um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert wichtigste konstruktive Mauer verband war der Block- (Abb. 452) beziehungsweise Kreuzverband (Abb. 453).¹⁶⁶⁸ In früheren Epochen wechselten sich Läufer und Binder noch häufig innerhalb derselben Lage ab,¹⁶⁶⁹ während sich Block- und Kreuzverbände dadurch auszeichnen, dass innerhalb einer Schicht jeweils nur Binder oder nur Läufer vorkommen, wobei Binder- und Läuferschichten alternieren. Der Kreuzverband unterscheidet sich vom Blockverband nur geringfügig durch die jeweils um einen halben Stein versetzte Anordnung der Läuferlagen, sodass die Stoßfugen der Läufer nur in jeder zweiten Läuferschicht übereinanderstehen.¹⁶⁷⁰ Sowohl mit Block- als auch Kreuzverbänden lassen sich unter Beachtung der Regel, dass in zwei aufeinanderfolgenden Schichten keine Fugen übereinanderfallen dürfen, Mauern in der Stärke beliebiger Vielfacher eines halben Steines erstellen, ohne dass, abgesehen von den Ecken, Sonderformate wie Dreiquartier- oder Quartiersteine benötigt wurden. Besonders der Kreuzverband galt daher vielen Autoren als die »vorzüglichste Art des Verbandes«,¹⁶⁷¹ wie David Gilly bemerkte.

Schon im 18. Jahrhundert lässt sich der Kreuzverband nicht nur bei verputzten, sondern auch bei einigen ziegelsichtigen Bauten nachweisen, ein Beispiel ist das Holländische Viertel in Potsdam.¹⁶⁷² Als mit Schinkel der repräsentative Sichtbacksteinbau wieder in das Sichtfeld der Architekten geriet, setzte man auch dafür auf den Kreuzverband. »Zur Ausführung eines schönen Rohbaues bedient man sich des Kreuzverbandes«,¹⁶⁷³ schrieben Fleischinger und Becker 1862. Dass die Autoren mit ihrer Vorliebe für den Kreuzverband, den sie

¹⁶⁶⁸ Siehe dazu beispielsweise Gilly 1797, S. 231. Für eine Darstellung der im 18. Jahrhundert üblichen Verbände siehe Bode 2002, S. 105–116.

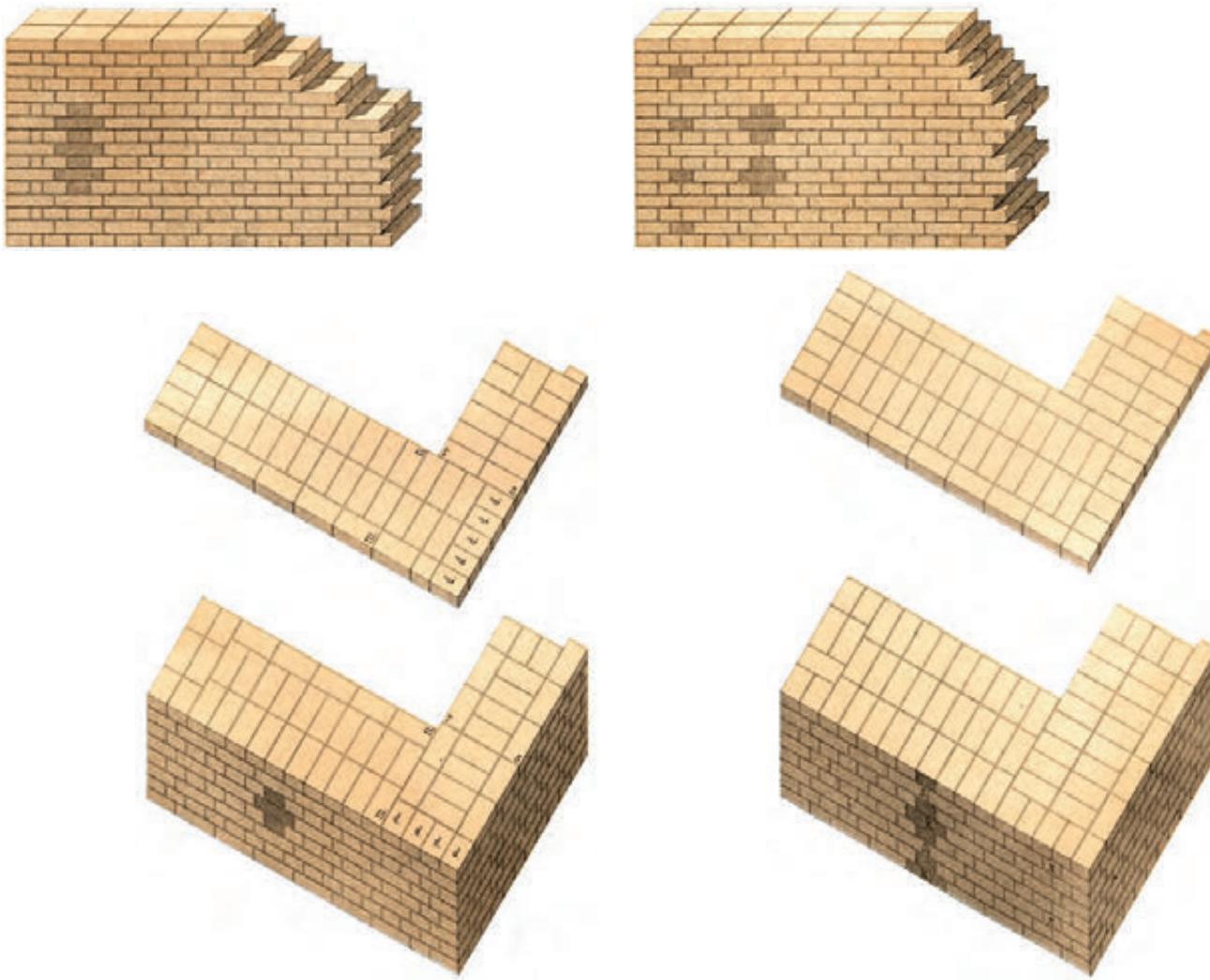
¹⁶⁶⁹ Eine Übersicht verbreiterter Verbände von der Romanik bis in die Moderne findet sich bei Kruse 1983, S. 50–51.

¹⁶⁷⁰ Die beiden Verbände voneinander zu trennen, ist mehr eine optische, denn eine konstruktive Entscheidung. Wanderley ging davon aus, »daß der Kreuzverband nur eine Vervollkommenung des Blockverbandes ist«, Wanderley 1878, S. 33.

¹⁶⁷¹ Gilly 1797, S. 235. Zum Vorzug des Kreuzverbandes vor dem Blockverband siehe auch Wolfram 1818, S. 144.

¹⁶⁷² Vgl. Bode 2002, S. 113.

¹⁶⁷³ Fleischinger/Becker 1862, »Der Rohbau«, S. 11.



452 links Ausführung eines Blockverbandes bei Mauern in der Breite von einem Stein (oben) oder 2,5 Steinen (unten).

453 rechts Ausführung eines Kreuzverbandes bei Mauern in der Breite von einem Stein (oben) oder drei Steinen (unten).

konsequenterweise auch in den meisten Zeichnungen zur Mauertechnik darstellten,¹⁶⁷⁴ nicht allein waren, lässt sich anhand nahezu aller Berliner Rohbauten aus den ersten drei Vierteln des 19. Jahrhunderts belegen. Von Schinkel über Stüler, Soller und Adler bis hin zu vielen Bauten Blankensteins dominierte der Kreuzverband den Backstein-Rohbau. Selbst nach der Etablierung der Langlochverbinder und dem Aufkommen reiner Binderverbände blieb der Kreuzverband bei Vollformatverbündern eine beliebte Wahl.¹⁶⁷⁵

Auch außerhalb Berlins wurden Block- beziehungsweise Kreuzverbände für Verblendungen aus vollformatigen Steinen verwendet, selbst wenn diese industriell mittels Strangpresse hergestellt wurden. Als Beispiel können die ehemaligen Chemischen Laboratorien in Zürich angeführt werden, die, wie viele Bauten in der Stadt an der Limmat, mit vertikal gepressten Hochlochziegeln verblendet wurden. Der überwiegende Teil des sichtbaren Mauerwerks aus beigefarbenen Ziegeln

präsentiert sich im Blockverband aus abwechselnden Schichten von Bindern und Läufern.

Bei der Verwendung vollformatiger Ziegel boten sich Block- und Kreuzverband besonders an, da jegliche Alternativen mit konstruktiven Nachteilen verbunden waren. Ein Beispiel sind die Binderverbände, auch Kopfverbände genannt, bei denen sich in der Ansichtsfläche ausschließlich die kurzen Seiten der Ziegel zeigen (Abb. 456). Für konstruktive, durchgemauerte Wände eignet sich ein rein bindersichtiger Verband bei gleichen Steingrößen nur für exakt 1-Stein starkes Mauerwerk, da in jedem anderen Fall entweder die Regeln zur Fugenüberdeckung grob verletzt werden müssen oder eine Vielzahl von Steinen in Halb- oder Quartierformaten benötigt werden.

Obwohl sie bei der Ausbildung mehrschaliger Mauerwerke im 18. Jahrhundert nicht ungewöhnlich waren, besonders wenn die Schalen bei einer solchen Ausführung nicht verbunden wurden,¹⁶⁷⁶ tauchen reine Binderverbände in der Literatur des 19. Jahrhunderts,

¹⁶⁷⁴ Fleischinger/Becker 1862, Bl. 37.

¹⁶⁷⁵ Noch 1884 empfahl ihn von Eckhart bei einer »Verblendung aus $\frac{1}{4}$ -Steinen«. von Eckhart 1884b, S. 12.

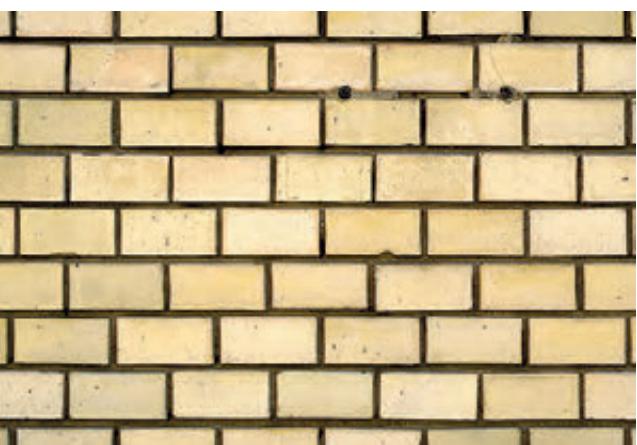
¹⁶⁷⁶ Bode 2002, S. 105.



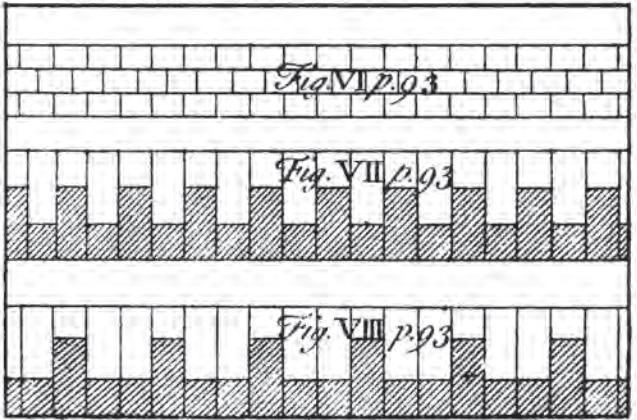
454 Kreuzverband bei den Veltener Vollformatverblendern an der Kirche St.-Jacobi in Berlin, Stüler, 1844–1845.



455 Blockverband aus vertikal gepressten Maschinensteinen an den ehemaligen Chemischen Laboratorien in Zürich, Bluntschli & Lasius, 1884–1886.



456 Binderverband aus vertikal gepressten Maschinensteinen an einem Gebäude in der Weberstrasse in Zürich, 1908.



457 Vorschlag zur Ausführung eines Binderverbandes bei Sichtmauerwerk aus einem Mitte des 18. Jahrhunderts erschienenen Handbuch zur Kostenberechnung. Der abgebildete, stark verzahnte Verband erfordert allerdings sowohl in der Hintermauerung als auch in der Verblendschicht diverse halbe Steine.

außer im Zusammenhang mit Langlochverblendern und für 1-Stein starke Wände, nicht auf.¹⁶⁷⁷ Eine sehr seltene Ausnahme stellt ein allerdings schon im 18. Jahrhundert in London veröffentlichtes Handbuch zur Kostenkalkulation dar, das reine Binderverbände zeigte und diese sogar als die schönsten und stärksten Verbände für Sichtmauerwerk anpries (Abb. 457).¹⁶⁷⁸ Der abgebildete Vorschlag zur Ausführung eines Sichtmauerwerks im Binderverband ließ sich jedoch nur mit einer großen Menge halbierter Ziegel umsetzen, was zwangsläufig die Kosten in die Höhe trieb, egal ob die Backsteine auf der Baustelle geteilt oder als halbierte Formate von der Ziegelei bestellt wurden.

Da es keine konstruktiv einwandfreie Lösung für die Ausführung eines Binderverbandes bei Wandstärken von mehr als einem Stein gab, wurden sie für Mauern aus vollformatigen Ziegeln auch im Zusammenhang mit Verblendmauerwerk durch die Literatur des 19. Jahrhunderts nie empfohlen. Dennoch finden sich sowohl in Berlin als auch besonders in Zürich einige Bauwerke, bei denen die eigentlich erst mit dem Aufkommen der Langlochverblender populär werdenden Binderverbände auch bei Fassaden aus eigentlich vollformatigen Verblendsteintypen eingesetzt wurden.

Ein sehr frühes Bauwerk ist die schon weiter oben im Zusammenhang mit der Einführung stehender Luftsichten in die Außenwandkonstruktion besprochene Stresow-Kaserne in Spandau, die Fleischinger 1862 fertigstellte (Abb. 458). Der Wandaufbau mit der durchgehenden, $\frac{1}{4}$ -Stein breiten Luftsicht hinter der $\frac{1}{2}$ -Stein breiten Fassadenschicht ist nur begrenzt repräsentativ, da sich die Konstruktion einer derartigen Wand von den durchgehend gemauerten Wänden im Kreuzverband signifikant unterschied. Interessant ist das Beispiel dennoch, da die $\frac{1}{2}$ -Stein breite äußere Verblendschicht im reinen Binderverband ausgeführt wurde. Für die Ausbildung im Binderverband war eine große Anzahl halber Steine notwendig, was die nicht abschließend zu klärende Frage aufwirft, warum zwei benachbarte $\frac{1}{2}$ -Stein-Binder nicht einfach durch einen Läufer ersetzt wurden, sodass sich die Fassade beispielsweise im Läuferverband gezeigt hätte. Eine mögliche Antwort ist eventuell in den die Verblendschale mit der Hintermauerung verbindenden vollformatigen Bindern zu finden. Eine sonst unverzahnte Fassadenschicht im reinen

¹⁶⁷⁷ Ein seltenes Beispiel für die Darstellung eines Binderverbandes, allerdings einer 1-Stein starken Wand, ist Chabat 1881, Pl. I, Fig. II.

¹⁶⁷⁸ »If the Front Courses be laid all Headers, with whole and half Bricks. [...] [this is] the most beautiful, and, I think, the strongest [bond]«. Langley 1750, S. 93.