

der Alpen nicht zu verdrängen vermocht. Nur die Ziegeldachung und die Ziegelfabrikation haben das steile Dach vereinfacht, aber nicht verbessert! Unfer Bieber-schwanzdach mit Schindelunterlage ist eine rohe Leistung gegenüber dem antiken Platten- und Hohlziegeldach und lange nicht so dicht schließend, als dieses.

Dickere mit Hohlziegeln verkleidete Wände mußten Schutz gewähren gegen Kälte und Nässe; Hypocausten unter den Fußböden verbreiteten im Winter eine angenehme Temperatur im Inneren der bevorzugten Wohnräume. (Vergl. Kaiserpalast in Trier, Niederlassungen bei Melskirch, Pforzheim und Sinsheim etc.)

Überall sehen wir das Volk seiner Mission getreu auftreten und handeln, in der Politik wie in der Kunst und Technik — Alles groß erfassend und praktisch, solid durchführend!

B. Die Constructionen.

3. Kapitel.

B a u f t o f f e.

„Welche Arten von Baumaterial anzuwenden sind, liegt nicht in der Hand des Baumeisters, weil nicht allerorts alle Arten von Baumaterialien entstehen.“

Vitruv, Lib. VI, 8.

81.
Wahl
der
Baustoffe.

In den frühesten Zeiten hat man sicherlich bei allen Niederlassungen hauptsächlich und zuerst diejenigen Materialien zu Bauzwecken verwendet, welche in nächster Nähe zu haben waren, wohl auch solche Plätze zu Ansiedelungen ausgewählt, an denen neben fruchtbarem Boden auch brauchbare Baustoffe leicht zu gewinnen waren. Handelsverkehr und Kriege mit in der Cultur vorgeschrittenen Völkern machten mit den Einrichtungen und den Landeserzeugnissen derselben bekannt. Waren sie besser, als die einheimischen, so lag deren Annahme und Einfuhr nahe. Zunehmender Reichthum und Luxus mußten dann die in Bezug auf Güte und Kostbarkeit am meisten geschätzten zur Verwendung kommen lassen. Es ist dabei aber selbstredend, daß die ersten Materialien auch noch in später Zeit und auch wenn sie schlechter waren, als die aus der Ferne geholten, zum Bauen beibehalten wurden, und daß die schlechteren neben den besseren herliefen, wie dies heute noch der Fall ist. Das Bauen hängt vom Gelde ab, und nicht jeder, der baut, ist in der Lage, es auf das allerbeste machen lassen zu können. Versuche von Altersbestimmungen von Gebäuden auf Grund der früheren oder späteren Verwendung eines Baumaterials an einem Orte können nach dem Gefagten kaum zuverlässige Resultate liefern.

Auch im eroberten Lande machte man sich zunächst das einheimische Material dienstbar, ehe man zum Import schritt.

82.
Natürliche
Steine.

Bei den natürlichen Steinen unterscheidet *Vitruv* weiche, solche von mittlerer Härte und harte. Die meisten wurden in Tagbrüchen gewonnen, viele auch unter der Erde. (Vergl. *Plinius*, Naturgesch., Lib. XXXVI.)

Alle weicheren Arten brachen in großen Blöcken, waren leicht zu bearbeiten, hielten am geschützten Orte jede Belastung aus, während sie im Freien verwitterten und auch vom Seewasser angegriffen wurden. Sie sollten nach *Vitruv* (Lib. II, 6)

zwei Jahre vor ihrer Verwendung zum Bauen, und zwar im Sommer gebrochen und dann am geschützten Orte gelagert werden. Die innerhalb dieser Zeit schadhaft gewordenen konnten noch beim Grundbau verwertet werden; die unbefchädigten dienten zum Bauen über der Erde. Diese Vorschrift galt sowohl für Quader, als auch für gewöhnliche Bruchsteine.

Zu den weichen Steinen wurden die rothbraunen Tuffe an der *Via Flaminia* oder aus der Gegend von Cervaretta, ferner die fidenater und gabienser Steine gerechnet, auch der albaner Stein von grau-grünlicher Farbe (Peperin). In Campanien wird der rothe und schwarze Tuff erwähnt, in Umbrien, in Picenum und im Venetischen ein weißer Tuff, »der mit der gezahnten Säge wie Holz geschnitten werden konnte« (*Vitruv*, Lib. II, 7).

Von *Plinius* (Lib. XXXVI, 44) wird ein weißer Stein in der belgischen Provinz angeführt, der sich noch leichter wie Holz schneiden liefs und statt der Flach- und Hohlziegel auch als Deckmaterial bei den sog. »Pfauenschwanzdächern« diente. Wohl die heute noch in gleicher Weise zur Bearbeitung und Verwendung kommenden Grobkalke des nordfranzösischen Beckens.

Den gabienser Stein, »welcher auch der rothe heifst«, bezeichnet *Strabo* (Lib. V, 3, 10) als den nutzbarsten für Rom, weshalb auch die meisten Bauwerke der Stadt daraus aufgeführt wurden.

In Pompeji ist ein schwärzlich-grauer, oft in das Grünliche spielender, feinkörniger Tuff als Quader oder zu *Parements* oder als Würfelstein beim *Opus reticulatum* verwendet und zu gleichen Zwecken ein weicher, gelblicher mit vielen eingeprengten Bimssteinen, der, bruchfeucht weich, an der Luft erhärtet, aber leicht verwittert.

Von mittlerer Härte ist der tiburtiner Stein (Travertin), ein weißer in das Gelblich-graue spielender Kalkstein, der heute noch bei den römischen Bauten verwendet wird und dessen Brüche aus alter und neuer Zeit, unfern von einander, an der *Via Tiburtina* liegen (Baumaterial des Colosseums). Die Haltbarkeit seit bald 2000 Jahren an den verschiedensten Bauten spricht am besten für die Qualität dieses Materiales. *Vitruv* führt von ihm an, daß es jede Belastung aushalte, dem Wetter trotzte, aber nicht feuerfest sei — so wenig, wie ein anderer Kalkstein.

Die Steine von Anteminae und vom Monte Soracte sind gleichfalls hier einzureihen, so wie die Sarno-Kalksteine, welche z. B. in Pompeji bei den unteren Theilen der Stadtmauer angewendet sind. Den anicinischen Steinen, der Farbe nach den albanischen gleich, im Gebiete von Tarquinii, deren beste Brüche am Vulfiner See und in der Praefectur von Statonia sich befanden, werden die besten Eigenschaften beigelegt; »weder Zeit noch Feuer könnten ihnen etwas anhaben.« Alle Bauten Roms wünscht *Vitruv* aus diesen gemacht. Die Bauten von Ferentum sind daraus hergestellt.

Ganz Ligurien, hauptsächlich aber Pisa und Luna und von diesen beiden das letztere, waren durch Kalksteinbrüche berühmt. Sie lieferten sowohl weißes, als bläulich geflecktes Material in großen Stücken und so ergiebig, »daß die meisten ausgezeichneten Bauwerke in Rom und in anderen Städten davon errichtet waren.« »Der Stein war bequem zu transportiren, da die Brüche nahe über dem Meere lagen, aus dem Meere aber der Tiber Zufuhr aufnimmt« (*Strabo*, Lib. V, 2, 15).

Neben diesem einfarbigen, krystallinischen Kalksteine im Lande, der wohl zunächst wegen seiner Festigkeit und nicht wegen seiner Pracht herangezogen wurde,

kamen auch die einfarbigen, griechischen Sorten, als: pentelische, hymettische und parische in Gebrauch; später wurden alle farbigen und bunten Marmorarten verwendet, und es trieb mit diesen die Kaiserzeit den erstaunlichsten Luxus⁶⁸⁾.

Plinius, der zuweilen gern den Römer alten Schlages zu spielen beliebt, tadelt die Verwendung solch kostbarer Materialien in etwas gar zu philisterhafter Weise: »Dafs die Sterblichen dies zu keinem anderen Gebrauche oder zu keinem anderen Vergnügen thun oder vielmehr leiden, als um zwischen gefleckten Steinen zu liegen, und doch hebt das Dunkel der Nacht für die Hälfte des Lebens diese Freude auf« (*Plinius*, Lib. XXXI, 1). Er tadelt weiter, dafs man schwieg, als *Scaurus* in feinem Haufe Marmorfäulen aufstellte, »als solch gewaltige Massen, an den Thongipfeln der Göttertempel vorüber, in das Haus eines Einzelnen geschleift wurden« (Lib. XXXVI, 2).

Von schwarzen Marmorarten wurde der lucullische und lydische sehr geschätzt, von gelben der numidische und kappadokische, so wie der Onyx oder gelb geflammte Alabafter (Kalk-Alabafter), von grünen der thessalische und lakonische, von den bunten der karystische (Cipollin), jafische und thebanische.

Säulen, Balken und Mauerquader konnten in großen Dimensionen aus diesem Materiale gewonnen werden. Die Kunst des Schleifens und Polirens verlieh den bunten Marmorarten erst den Reiz, der sie in der Folge so gesucht machte. Die Haltbarkeit des Materiales hing von der sorgfältigen Bearbeitung der Oberfläche ab. Das Schneiden des Gesteines mit Säge und Sand war bekannt; das Schneiden in dünne Platten ist nach *Plinius* (Lib. XXXVI, 6) in Carien (351 v. Chr.) erfunden worden; der äthiopische Sand wird von ihm als der beste zum Sägen empfohlen.

In Rom wurde die Bekleidung von Mauerwerk mit dünnen Marmorplatten wohl aus ökonomischen Gründen stark geübt, zuerst am Haufe des *Mamurra*, eines Beamten *Ful. Caesar's*. Schwellen aus numidischem Marmor, im Blocke verwendet, liefs *Lepidus* (78 v. Chr.) in feinem Haufe legen.

Die Schönheit der Oberflächen der Steine im Freien ist auch im milderen südlichen Klima von nicht zu langer Dauer, die Politur im Freien von verhältnismässig kurzem Bestand, da die farbigen und bunten Marmorarten bald erblinden, die aus wenig homogenem Gefüge rasch an der Oberfläche verwittern und auch wenig tragfähig sind. Die hellen, homogenen, weifs-gelblichen, weifs-grauen oder vollständig weissen Arten verdienen vor allen den Vorzug bei der Verwendung im Freien; die farbigen und bunten wandern besser in das Innere der Bauten.

Grüne und rothe Porphyre, so wie Serpentinsteine wurden neben dem bunten Marmor mit gleicher Liebe verwendet.

Die Sandsteine Toscanas, deren Gebrauch bei den etruskischen Bauten (vergl. Art. 6, S. 4) angeführt wurde und deren sich auch die Römer bedienten (vergl. Theater und Cyklopen-Mauer bei Faefulae) werden bei den alten Schriftstellern kaum erwähnt.

Als harte Bausteine sind Basalt, Lava und Granit noch anzuführen. Thürgewände, Stürze, Säulen, Kapitelle, Cippen, Pflaster- und Mühlsteine wurden aus ersteren hergestellt, aus letzterem die herrlichen, monolithen Säulenstämme gewonnen, welche durch die Art der Bearbeitung und ihre gewaltigen Abmessungen uns in Erstaunen setzen. (Vergl. Säulen der Vorhalle des Pantheon und die sog. *Pompejus*-Säule bei Alexandrien, letztere 20,5 m hoch bei 2,71 m unterem Durchmesser.)

⁶⁸⁾ Vergl. die Aufzählung solcher in: GOTTGETREU, R. Die antiken Marmorarten. Zeitfchr. f. Bauw. 1883, S. 103—132.

Als leichtes Material, das nur bei ganz unregelmäßigem Bruchsteinmauerwerk und bei Gufsgewölben verwendet wurde, sind Cruma, eine grobe, poröse, leichte Lava-Schlacke von dunkel rothbrauner Farbe, und Bimsstein zu nennen.

Ein Stein, der feiner transparenten Eigenschaften wegen geschätzt wurde, war der Spiegelstein (*Lapis specularis*), Selenit, Marienglas. In dünne Scheiben gespalten, wurde er wohl zum Verschließen von Oeffnungen gebraucht, bei welchen die Luft abgeperrt und dem Tageslicht Zugang verschafft werden sollte. Sein Verhalten gegen Hitze und Frost war bekannt.

Ein weißer, mit gelben durchsichtigen Adern verfehener Stein — Phengites (Leuchtftein) — dabei hart wie Marmor, wurde in Neronischer Zeit in Kappadokien gebrochen. Der Tempel der Fortuna, welche die Saatgöttin heist, wurde davon erbaut, und deshalb war »das Tempelinnere bei verschlossenen Thüren am Tage tageshell« (*Plinius*, Lib. XXXVI, 46).

Trotz der reichen Fülle von vorzüglichem natürlichem Baumaterial im Lande mußte doch die gesammte, beherrschte Welt ihre einschlägigen Erzeugnisse der gebietenden Roma zur Verfügung stellen, und sie ward nicht müde, auch wenn sich die Schwierigkeiten der Beschaffung noch so hoch aufthürmten, ausgiebig Gebrauch davon zu machen. Griechenland, Spanien, Aegypten und Kleinasien mußten ihre Brüche für den Bedarf der Weltstadt öffnen.

Neben den natürlichen Steinen geht auch in der römischen Architektur der Gebrauch von künstlichen Steinen zu Bauzwecken her. Die semitischen Völker, Babylonier, Phöniker, Aegypter und Griechen waren mit diesem einfachsten und ältesten Zweige der Thonwaaren-Industrie früh vertraut; bei den Römern war er von Alters her in Uebung. Aber nicht als gebrannte Waare, sondern als Luftziegel, d. h. als an der Sonne getrocknete Lehmsteine, wurden sie in ältester Zeit verwendet.

83.
Luftziegel.

Vitruv (Lib. II, 3) und *Plinius* (Lib. XXXV, 46) verlangen vom Rohmaterial, daß es kies- und sandfrei sei; es sollen die Steine aus kreibigem und weißlichem Boden oder aus Röthelerde (fest lagerndem, lehmhaltigem Boden) gestrichen werden. Als die geeignetste Zeit für die Fabrikation wurden Frühling und Herbst erachtet. Vor der Verwendung mußten sie gewöhnlich 2 Jahre lagern; in Utica verlangte ein Gesetz sogar 5 Jahre Lagerzeit.

Auf dem Lande mag das Bauen mit diesen Steinen ziemlich lange vorgehalten haben, eben so die Verwendung derselben beim Innenbau in Städten. Nach *Vitruv* wurden sie in Augusteischer Zeit in Rom, der Stadt, nicht mehr gebraucht; in Pompeji sind sie nicht nachweisbar. Die Nachrichten, daß Städtemauern im regenreichen Klima damit aufgeführt waren, erscheinen doch wohl nur dann glaubhaft, wenn wir eine deckende Schicht über dem aus Luftsteinen hergestellten Mauerwerk annehmen, z. B. Asphaltirung oder Blendung desselben mit natürlichen oder künstlichen Hartsteinen.

Die so oft angezogenen alten »Luftziegelmauern« von Arretium erweisen sich in Wirklichkeit als mächtige Bruchsteinmauern (vergl. Art. 19, S. 8 u. 9).

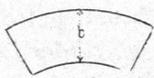
Der Luftziegel hieß *Later* (πλίνθος) und wurde hergestellt, indem der sorgfältig von fremden Bestandtheilen gereinigten und angefeuchteten Erde Strohhackel beigemischt wurde, welche Mischung in der Hand oder in besonderen Formen zu Ziegeln gestrichen wurde, die dann unter Umwenden an der Sonne getrocknet wurden.

Der gebrannte Ziegel (Backstein) wurde mit *Laterculus* oder *Later coctus*, *coctilis*, *testaceus* ⁶⁹⁾ bezeichnet. Er war ein wichtiger Factor in der römischen Bautechnik

84.
Backsteine.

69) Vergl. NISSEN, H. Pompejanische Studien zur Städtekunde des Alterthums. Leipzig 1877. S. 24.
Handbuch der Architektur. II. 2.

Römische Ziegelarten und deren Maße
nach schriftstellerischen Angaben und Befunden in Wirklichkeit.

Ziegelarten.	Fund- oder Auffstellungsort.	Länge	Breite	Dicke
		in Centimetern.		
<p>Mauerziegel</p> <p>Nach <i>Plinius</i> (Lib. XXXV, 46) und <i>Vitruv</i> (Lib. II, 3) war der »lydische« Ziegel der gewöhnlichste; er hatte 1½ röm. Fufs*) Länge und 1 Fufs Breite, also etwa 44 × 29 cm.</p> <p>Der »tetradorische« Ziegel war 16 röm. Zoll*), der »pentadorische« 20 Zoll lang und breit (Δώρον, die flache Hand = 4 Finger breit oder = 4 Zoll).</p> <p><i>Palladius</i> empfiehlt den »bipedalen« Ziegel, der 2 röm. Fufs lang, 1 Fufs breit und 4 Zoll dick war.</p> <p>Von Fufsboden-Ziegeln werden die quadratischen <i>Tesseræ</i> und die oblongen <i>Spicae</i> (<i>Spicata testacea</i>) genannt.</p>	Rom.	22	14	3
	»	23	14	3
	»	24	14	3—4
	»	25	14	3—4
	»	29	14—16	3—4
	»	34	34	3—4
	»	59	59	3—4
	»	60	60	3—4
	Tivoli.	42	42	3
	Ferenti.	59	15	3
	»	59	59	3
	»	27	15	3
	Trier.	54	54	6
	»	55	55	6
	»	56	56	6
	»	60	60	6 u. 5,5
	»	53	28	
	»	54	29	4—4,5
	»	34	35	
	»	55	55	5—7
Augft.	36	36	4	
Mannheim.	36	36	4	
»	39	31	3,5	
Neuenheim.	22	22	5	
Badenweiler.	38—39	32	4	
Mainz.	28	28	3	
Hüfingen.	28	28	3	
Mefskirch.	46	46	5	
»	30	30	5	
»	46	20	5	
Baden.	48	48	6	
»	27	27	6	
Hypocausten-Ziegel	Mefskirch.	20	20	5
»	»	23	23	5
<i>Spicae</i>	Rom.	10	6	2
»	Mainz.	13	8	3
»	Hüfingen.	17	12	4
Rundziegel 	Mannheim.	21	} Durchmesser	5
»	»	25		5
»	»	20		9
Dreieck-Ziegel 	Rom.	21	11	3
»	Trier.	27	24	4
»	Taormina.	45	20	10
Bogensteine 	Mainz.	35 ob.	20	8
»	»	26 unt.		
Formziegel zu Säulen, Gefimfen etc.	Rom, Pompeji etc.	in den verschiedensten Dimensionen.		

*) 1 römischer Fufs (P₂₅) = 16 Zoll (D_{igit}) = 296,4026 Millim.

und beherrschte im II., III. und IV. Jahrhundert u. Z. in constructiver Beziehung die Baukunst Roms.

In Pompeji tritt er zuerst an einigen Thürmen der Stadtmauer, dann an den Bauwerken der Sullanischen Colonie und in größerer Ausdehnung an den Neubauten des Jahres 63 n. Chr. auf. In Griechenland dürfte die erste Anwendung gebrannter Mauerziegel in die Diadochen-Zeit oder noch später zu verweisen sein.

Die Richtigkeit der Angabe des *Pausanias* über das Philippeion in Olympia, wonach dasselbe »als erster bestimmt datirbarer Backsteinbau auf europäischem Boden« zu betrachten sei, wird neuerdings in Zweifel gezogen ⁷⁰⁾.

Als Mauerstein wurde er in quadratischer, rechteckiger und dreieckiger Form in den verschiedensten Größen und Dicken verwendet. Von 20 bis 60 cm differiren die Seitenlängen; von 2 bis 10 cm wechseln die Abmessungen in der Dicke. Besondere Formsteine zu Hypocauten oder Cisternen wurden 8 und 9 cm dick gemacht.

Die neben stehende tabellarische Zusammenstellung von römischen, beliebig herausgegriffenen Ziegelmaßen giebt einen Ueberblick über die Größen von an verschiedenen Orten gebrauchten Mauerziegeln. Sie erlöst uns auch vom Glauben an ein einheitliches Ziegelmaß in der damaligen Zeit.

Die Ausführungen in Italien zeigen, daß die von *Palladius* empfohlenen bipedalen Ziegel mehr in Uebung waren, als die von *Vitruv* angegebenen. Die Verwendung von dreieckigen Ziegeln, bei denen die Hypotenusen-Seite in die Anichtsfläche gerückt wurde, weist darauf hin, wie ökonomisch man mit dem Materiale zu Werke ging.

Die Lagerflächen der Mauersteine, namentlich größeren Calibers, wurden mit Einritzungen der verschiedensten Art versehen, um ein besseres Haften des Mörtels herbeizuführen.

Bei den Fußbodenziegeln treffen wir neben der rechteckigen und quadratischen Form auch die polygonale. Die Berührungsflächen sind dann vielfach »unter dem Winkel geschafft«, um einen guten Fugenschluß zu ermöglichen, und die unteren Flächen sind eben so wie die Lagerflächen der Mauersteine aus dem eben angeführten Grunde mit Ritzen oder Vertiefungen versehen. Besonders klein in den Abmessungen wurden die *Spicae* gemacht.

Rundziegel (in Form unferer Lohkäse) wurden entweder nur bei Hypocauten-Pfeilerchen oder bei Constructionen von Backsteinfäulen als innerstes Kernstück verwendet.

Bei Thermen und Wohnräumen kommen quadratische Platten von 46 und 54 cm Seitenlänge und rechteckige Platten (51 × 20 cm) vor mit 4 vortretenden Zacken an den Ecken — die sog. Warzenziegel, die *Tegulae mammatae* des *Vitruv* (Lib. VII, 4). Die Zacken oder Warzen springen etwa 7 cm vor und wurden nur theilweise in die Wand eingelassen, um einen allerdings nur wenige Centimeter messenden Hohlraum zu ermöglichen, durch den erwärmte Luft durchziehen konnte, oder der dazu bestimmt war, durch die Mauer gedrungene Feuchtigkeit vom Wandputz der Innenräume abzuhalten. Bei den Stabianer Thermen wurden sie auf den Kalkbewurf der Wand eingesetzt und mit Metallstiften fest gemacht. Auch bei den Bauten in Trier (Bruchstück im Museum daselbst) sind solche nachweisbar (Fig. 91 ⁷¹⁾).

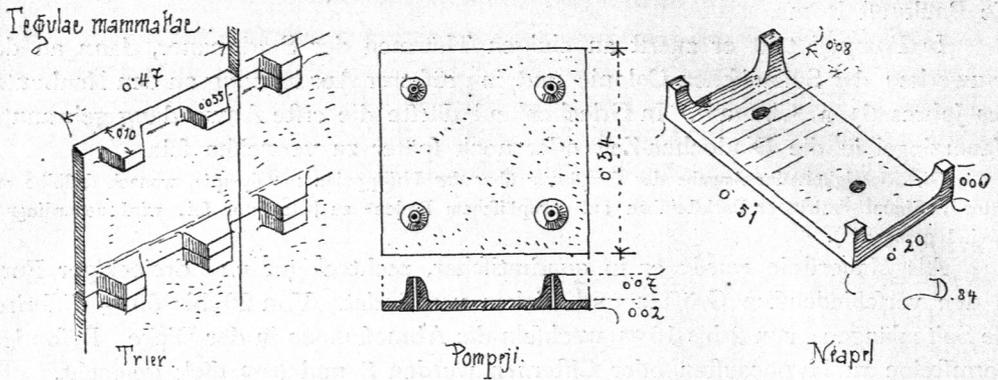
85.
Fußboden-
ziegel.

86.
Rundziegel
und
Warzenziegel.

⁷⁰⁾ Vergl. BLÜMNER, H. Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künfte bei den Griechen und Römern. II. Band. Leipzig 1884. S. 11 und Fußnote 4.

⁷¹⁾ Die Illustrationen zur »Baukunst der Römer« sind zum allergrößten Theile nach Originalzeichnungen und nach Originalaufnahmen des Verfassers angefertigt worden.

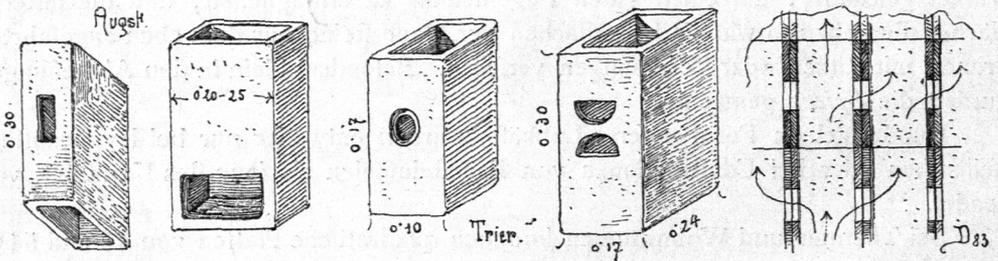
Fig. 91⁷¹⁾.



87.
Hohlsteine.

In den verschiedensten Größen und von rechteckigem Querschnitt wurden statt der Warzenziegel auch hohle Mauerziegel (*Tubuli, Fictiles*), meist bei den Luftheizungen in Bädern und Wohnräumen, verwendet. Sie hatten gewöhnlich Wandstärken von 2 bis 2,5 cm, waren oben und unten offen und an den Schmalseiten mit Schlitzfenstern von verschiedener Form versehen (Fig. 92). In »Augst« (auch im Baseler Museum) finden sich solche, die nur oben offen sind und auf einer Breitseite ein größeres Mundstück haben, in denen sich Rauch- und Rufs Spuren fanden und die wohl als Rauchrohre gedient haben mögen. Sie wurden mittels Mörtel und Eisenkrampen an der Wand befestigt. Aus Thon gebrannte Wasserleitungsrohre, rechteckig, kreisrund und halbkreisförmig im Querschnitt mit oft sehr sorgfältig gearbeiteten Anschlussvorrichtungen wurden in unterschiedlichen Größen allenthalben verwendet.

Fig. 92.



88.
Schwammsteine.

Irdene Töpfe wurden zum Isolieren von Wänden (vergl. Bauten unterhalb des Palatin in Rom) und auch im Mauer- und Gewölbebau verwendet.

Ziegelsteine, aus bimssteinartiger Erde, die getrocknet im Wasser nicht unterfanken, werden bei *Vitruv* (Lib. II, 8) und bei *Plinius* (Lib. XXXV, 49) erwähnt. Sie sollen zu Pitana in Asien und im jenseitigen Hispanien angefertigt worden sein (vergl. auch *Strabo*, Lib. XIII, 67).

89.
Thon-Mosaik.

In kleinsten Dimensionen wurden auch verschiedenfarbige Thonstifte hergestellt und damit ein feineres Mosaik gemacht, das *Opus vermiculatum*. Natürliche, verschiedenfarbige Mauerziegel ergaben sich durch die von Natur aus verschiedene chemische Zusammensetzung der Thonerden beim Brennen von selbst. Hellgelbe und dunkelrothe Steine waren im Gebrauch, oft neben einander am gleichen Baue

in schönster Weise abwechselnd. (Vergl. *Sedia del Diavolo* und *Deus Rediculus* bei Rom.)

Die Herstellung von glasierten oder buntfarbigen Ziegeln, wie sie der Orient kannte und die »einen Hauptglanz der asiatischen Kunst bildeten«, muß den Griechen und Römern wohl bekannt gewesen sein (farbige Ziegelreste in Olympia, Syrakus, Metapont, Selinus etc.). Der bemalte traditionelle Stucküberzug bei Ziegelwänden und auch bei Thonverzierungen, mit dem man sich zufrieden gab, oder die später üblich gewordene, viel prächtigere Marmorverkleidung haben sie wohl auf deren Anwendung im Großen verzichten lassen.

Auch die Ziegelreste, krumm gebrannte oder zerbrochene Waare, wurden noch nutzbar gemacht, indem sie, zu kleinen Stücken zerschlagen, dem Kalkmörtel beigemischt, einen vortrefflichen Beton abgaben oder, beim Estrich verwendet, das *Opus Signinum* (fog. von der Stadt Signia) herstellen halfen.

Älter als die gebrannten Mauersteine sind die gebrannten Thonziegel, schlechtweg *κέραμοι*, *κεραμίδες*, *Tegulae* genannt.

Für das hohe Alter derselben spricht die Erwähnung der Sage bei *Plinius* (Lib. VII, 195), daß *Kinyras* auf Kypros das Ziegeldach erfunden habe. Zur Blüthezeit Athens war es schon allgemein verbreitet. Die Etrusker sind mit demselben bekannt gewesen; auch in Pompeji reicht der Gebrauch ziemlich weit hinauf, da sich Ziegel mit oskischen Stempeln finden. Ischia versorgte die Städte des Golfes mit Ziegeln ⁷²).

Die Dachziegel hatten rechteckige oder trapezförmige Gestalt und bestanden, wie in Griechenland, aus flach gewölbten und ebenen Plattenziegeln mit aufgebogenen Rändern an den Langseiten, den eigentlichen *Tegulae*, und aus conischen oder fattel-förmigen Hohlziegeln (*καλοπτῆρες*, *Imbrices*), welche die mit den aufwärts stehenden Rändern an einander stoßenden *Tegulae* überdeckten. Die Planziegel waren auf der unteren Fläche glatt und hatten keine Nafen; ihre Abmessungen waren so verschieden, wie die der Backsteine. Nicht gleichmäßig dick gefstrichen, verjüngten sie sich nach oben in der Stärke um 1 bis 1,5 cm. Die durchschnittliche Dicke ist am unteren Rande 3 cm, der Rand, der nicht vollständig bis zur Oberkante reicht, 3 bis 4 cm hoch. Neben den Randleisten laufen noch auf der oberen Fläche kleine Rinnen her. Die trapezförmigen Dachziegel haben an der Schmalseite zurückgesetzte kurze Falze, während die rechteckigen schräg unterfchnittene haben. Ziegelreste in den Museen von Trier und Karlsruhe (letztere von Badenweiler stammend) zeigen, etwa 5,5 cm vom oberen Rande, Nagellöcher und waren somit wohl Traufziegel. Die Hohlziegel erhielten an der Dachtraufe meist einen besonderen bildnerischen Schmuck, indem sie eine aufwärts gerichtete, palmettenartig verzierte Stirnfläche, Thiergestalten und Blatt-Ornamente aufweisen.

Außer diesen wurden noch besondere Firft-, Grath-, Kehlen- und Traufziegel geformt. Die Firftziegel waren wieder Hohlziegel, aber von cylindrischer Form mit seitlichen Anfätzen oder Oeffnungen zum Einschieben der Hohlziegel und mit Verbindungsanfätzen in der Längenrichtung zum Aneinanderschieben der einzelnen Stücke. In ähnlicher Weise waren die Grathziegel gebildet. Die plattenartigen Kehlenziegel (*Tegulae colliciares, deliciares* — zur Wafferrinne gehörig) hatten eine unregelmäßige, sechseckige Form mit 4 langen und 2 kurzen Seiten; zwei der langen Seiten hatten die gleichen aufgebogenen Ränder wie die *Tegulae*. Statt

90.
Farbige Ziegel.

91.
Opus
Signinum.

92.
Dachziegel.

⁷²) Vergl. NISSEN a. a. O., S. 23.

der Hohlziegel mit Antefixen als Abchluß der Dachfläche nach dem Traufende wurden auch durchgehende Wasserkasten, d. h. Traufziegel mit Sammelrinnen und Wasserspeiern hergestellt. Sie bestanden aus einer geraden Fläche, welche sich unter die *Tegulae* zum Theile schob und aus einem stark aufgebogenen, ornamentirten Rande (Sima), an welchem in bestimmten Entfernungen die Wasserausgüsse saßen. Bei einigem Winde hatte man alsdann denselben Effect in der Wasserabführung, als wie beim Dache ohne Wasserkasten und Wasserspeier. Eine Sammelrinne ohne Verbindung mit einem Abfallrohr hat geringen praktischen Werth. Die in Griechenland in der älteren Zeit vorkommenden flach gewölbten Ziegel (*Tegulae*) mit ähnlichen, überdeckenden Hohlziegeln mögen nur selten zur Verwendung gekommen sein, da auf den Trümmerstätten oder in Museen gewöhnlich nur die geschilderten zwei Arten zu finden sind.

Um das Abziehen des Rauches oder das Eindringen von Luft und Licht in den Raum unter der Dachfläche zu ermöglichen, wurden mit den gewöhnlichen Plattenziegeln auch solche mit Oeffnungen von verschiedener Form und Größe eingedeckt. Von diesen mögen wohl einzelne mit Marien- oder Tafelglas zugedeckt gewesen sein, wie Vorrichtungen an in Pompeji gefundenen Ziegeln vermuthen lassen. Neben diesen waren aber auch mit Hüten und dachlukenförmigen Aufsätzen versehene im Gebrauch, welche ohne Weiteres dem Eindringen des Regens wehrten und von denen unverfälschte Exemplare in Pompeji und Bruchstücke aus Bauten der Zehntlande in den Museen zu Mainz und Karlsruhe sich befinden.

93. Stempel. Die Stempelung der römischen Ziegelwaaren war ziemlich allgemein oder doch ein viel verbreiteter Gebrauch. Die Namen der Fabrikanten, Fabrikmarken und Legions-Zeichen (Nummern und Beinamen derselben) finden sich eingepreßt, bald vertieft, bald erhaben geschnitten. Originalstempel von Holz, Thon, Gyps, weichem Stein und Metall sind erhalten.

94. Formsteine. Die Steine, welche zur Herstellung von Säulen gebrannt wurden, bilden wahrscheinlich die Mittelstufe zwischen den Dachziegeln und Backsteinen. Der Gebrauch derselben läßt sich in Pompeji bis in die Mitte des II. Jahrhunderts v. Chr. zurückführen (Basilika), während dort die Mauerziegel erst in der Kaiserzeit verwendet wurden.

Schließlich sind noch die besonderen Formsteine und die Bau-Ornamente, als: Thon-Reliefs, Gefimse, Friesplatten etc. anzuführen. Von letzteren finden wir die einzelnen Stücke numerirt und mit Löchern zum Annageln versehen.

95. Gefchirre. Daß man auch in der Herstellung großer gebrannten Thonstücke die nöthige Fertigkeit besaß, beweisen die Thonsärge, Badewannen (vergl. Capitol. Museum in Rom), Amphoren und Weintonnen. *Vitellius* ließ eine Schüssel machen, für die ein besonderer Ofen auf dem Felde erbaut werden mußte und die etwa 150000 Mark kostete. Sie war »so groß wie Sümpfe« und führte den Namen »Schild der Minerva« (*Plinius*, Lib. XXXV, 46).

Die Städte Rhegium und Cumae waren ihrer Schüsseln wegen berühmt; die samischen und arretinischen Gefäße waren beliebte Tafelgeschirre.

96. Mörtel. Die Verwendung künstlicher Steine zum Bauen setzt ein Bindemittel voraus, das die kleinen Stücke zu einem schwer trennbaren Ganzen zusammenfügt. Bei den Mauern aus natürlichen Steinen konnte die nöthige Standfähigkeit durch die rationelle Verbandsschichtung und durch das Gewicht der Materialien gewonnen werden; die Verbindung der einzelnen Stücke unter einander blieb dabei eine rein mechanische. Beim Backsteingemäuer dagegen müssen Bindemittel und Baumaterial eine chemische

Verbindung mit einander eingehen und diese, gestützt auf eine eben so rationelle Verbandfichtung, muß hier den nöthigen Halt gewähren. Bei Bruchsteingemäuer, bei Mauern aus unregelmäßigen, verhältnißmäßig nicht sehr großen Sand- oder Kalksteinen dient der Mörtel mehr zur Auebnung und Ausfüllung der Zwischenräume, welche die unbehauenen oder nur sehr wenig bearbeiteten Steine bei der Auffchichtung frei lassen; auch hat er eine gleichmäßige Druckvertheilung auf das ganze Lager zu bewirken.

Beim Quaderbau, wenn die Steine sorgfältig bearbeitet sind, so daß sie sich in den Flächen innig berühren, hat die Anwendung von Mörtel wenig Werth. Wenn wir heutzutage beim Quaderversetzen feinen Mörtel oder reinen Kalk aufziehen, so dient dies mehr zur Ausgleichung von Unebenheiten und der dadurch ermöglichten gleichmäßigeren Druckvertheilung, weil wir die Lagerflächen der Steine nicht mehr so sorgfältig zu bearbeiten gewohnt sind, wie dies die Alten thaten. Wir müssen deshalb mit offenen Fugen versetzen, während die Quaderfugen bei den Alten oft kaum sichtbar sind. Mangel an Zeit und Geld läßt uns von der antiken Praxis absehen. Die Art der Ausführung hängt eben vor wie nach, wieder und immer wieder, neben der Geschicklichkeit der Arbeiter, von den Geldmitteln ab.

Wie heute noch die Aegypter die Umfassungsmauern ihrer kleinen Häuser mit Nilchlamm als Bindemittel aufbauen, so mögen früher die Luftziegelmauern mit Lehm als Bindemittel hergestellt worden sein. Die Verwendung von Asphalt als solchem, welche uns von *Herodot* berichtet wird, hat sich wohl auf Asien beschränkt.

97.
Lehm-
und Asphalt-
mörtel.

Lehmmörtel mag auch noch bei Feuerungsanlagen zu Backsteinmauern verwendet worden sein, wie dies heute noch der Fall ist; auch mag er von leichtfertigen Unternehmern oder bei stark fühlbarem Geldmangel oder bei Zwischenmauern kleiner Bauten noch in später Zeit eingeschmuggelt worden sein. Klagen über Kalkunterschleife und daraus folgende Häufereinstürze sind ja im Alterthume keine Seltenheit. (Vergl. *Plinius*, Lib. XXXVI, 55.) Das Vorkommen von Lehm in den Lager- und Stofsfugen, namentlich bei verschüttet gelegenen oder unterirdischem Mauerwerk, kann übrigens auch in vielen Fällen auf ein Einschwemmen des lehmigen Bodens, welches von dem das Erdreich und das Gemäuer durchziehenden Tagwasser im Laufe der Zeit bewirkt worden ist (wie z. B. bei der *Melone* in Camucia) zurückgeführt werden.

Die wichtigste Rolle für die Entwicklung der Technik in der späteren Baukunst spielt der Kalkmörtel; der Gewölbekonstruktion großen Stils wäre ohne diesen nicht möglich gewesen. Er ist den Griechen erst verhältnißmäßig spät bekannt geworden; 300—200 v. Chr. mag er auf europäischem Boden eingeführt worden sein.

98.
Kalkmörtel.

Am meisten in Aufschwung kam er, als man »die schätzbaren Eigenschaften erkannte, welche Kalk in Verbindung mit Puzzolane gewinnt«. Die ersten Versuche damit wurden am Golf von Neapel gemacht. *Strabo* (Lib. V, 4) führt Puteoli als große Handelsstadt an, »da sie wegen Brauchbarkeit ihres Sandes zu künstlichen Hafengebäuden die Anlage großer Dämme in das Meer gestattete und die offenen Ufer zu Buchten machte, in denen die größten Lastschiffe anlegen können.« — »Puzzolanerde mit cumanischem Mörtel gemischt, in das Wasser getaucht, giebt einen einzigen, den Wogen unbezwingbaren Stein« (*Plinius*, Lib. XXXV, 6).

Kalk und Sand waren die unscheinbaren Materialien, denen die Baukunst so viel verdankt.

Kalk sollte von weissen Bruchsteinen oder Geröllen gebrannt, der aus harten Steinen gewonnene zu Mauermörtel, der aus löcherigen zu Putzmörtel verwendet

99.
Kalk.

werden. Kalk, aus bunten Steinen gewonnen, verwirft *Cato*. Der gelöschte Kalk wurde um so besser erachtet, je älter er war; nach alter Vorschrift sollte er 3 Jahre eingefumpft sein.

100.
Sand.

Den frisch gegrabenen Sand erklärt *Vitruv* (Lib. II, 4) für den besten; er soll daher nicht lange an der Sonne liegen. Nur zum Putzen sollte trockener verwendet werden. Der beste soll, in der Hand gerieben, knirschen und, auf ein weißes Tuch geschüttet und wieder herausgeworfen, dieses nicht beschmutzen. Von Grubensand führt er schwarzen, grauen, rothen und röthlich-braunen (Karbunkel) und in Etrurien rothbraunen an, ferner Flußsand oder aus dem Kies geschiedenen. Den Meerstrand verwirft er, da er schwer trocknet und salzige Feuchtigkeit abfondert.

Für guten Mörtel sollten auf 3 Theile Grubensand 1 Theil Kalk kommen, bei Verwendung von Fluß- oder Meerstrand $\frac{1}{3}$ gesiebtes Ziegelmehl zugesetzt werden. *Plinius* (Lib. XXXVI, 52) will bei Grubensand $\frac{1}{4}$ Kalk, bei Fluß- und Meerstrand $\frac{1}{3}$ Kalk, für Mörtel zum Cisternenbau dagegen 5 Theile reinen, rauhen Sand und 2 Theile stark bindenden Kalk. Zerbrochene und zerstoßene Thonscherben, dem Kalk beigemischt, machen den Mörtel fester und dauerhafter (*Plinius*, Lib. XXXV, 6).

101.
Marmormörtel
und Gyps.

Marmormörtel und Gyps wurden nur zu decorativen Zwecken verwendet. Der letztere wurde als Gypserde (Cypern) gegraben oder aus Steinen (Syrien) gebrannt. Der beste wurde aus dem Spiegelstein gewonnen. Wenn angefeuchtet, so wird sein rascher Verbrauch anempfohlen. Der erstere mußte vor seiner Verwendung so lange bearbeitet werden, bis er nicht mehr an der Kelle hängen blieb. (*Plinius*, Lib. XXXVI, 55, 59.)

102.
Holz.

»Mit dem Baume erbauen wir Wohnungen, aus dem Baume werden auch Götterbilder gemacht« (*Plinius*, Lib. XII, 2). Holz als Baumaterial ist so alt und so wichtig, wie Stein. Mangel oder Vorhandensein oder Vorwiegen des einen oder des anderen Materials gab in den verschiedenen Ländern den Ausschlag für die ersten Anfänge und die eigenthümliche Entwicklung der Baukunst. Im Haurân, im vollständig baumlosen Lande, zwang das einzige Material, der Stein, zum Steinbau, und wir können diesen von der Höhlenwohnung, die sicher bis in das graueste Alterthum hinaufreicht⁷³⁾, bis zum vollendeten öffentlichen und Tempelbau verfolgen. Der Holzbau konnte sich nur in schwach bevölkerten, holzreichen Gegenden auf die Dauer halten; die Vergänglichkeit des Materiales und der Massenverbrauch in dicht bevölkerten Landstrecken ließen wohl bald zur gemischten Bauweise, zum combinirten Holz- und Steinbau, übergehen.

Die Vorbedingungen zu diesem waren in Italien vorhanden, und wir begegnen demselben auch in der römischen Baukunst. Sind auch keine Werke dieser gemischten Bauweise vollständig erhalten geblieben, an denen wir die verschiedenen, zur Verwendung gekommenen Holzarten nachweisen können, so geben uns doch die verkohlten Reste in Pompeji und die Aufzeichnungen alter Schriftsteller Aufschluß über diese und ihre Anwendung. Nufsbaum-, Eichen-, Kastanien-, Buchen- und Fichtenholz sind in jener Stadt nachweisbar. Die Tannen und Fichten Latiums preist noch *Theophrast* (Pflanzengesch. V, 8); über den Holzreichtum Tyrrheniens, welches die geradesten und längsten Balken zum Häuserbau liefere, und speciell Pisas, berichtet *Strabo* (Lib. V, 2, 5); Lärchenbestände ringsum die Ufer des Padus und an den Küsten des adriatischen Meeres führt *Vitruv* an. Dieser (Lib. II, 9) und *Plinius*

⁷³⁾ BÄDEKER, K. Palästina und Syrien. Von A. SOCIN. Leipzig 1875. S. 125 u. 418.

(Lib. XVI) geben nachstehende Holzarten und deren Verwendung zu technischen Zwecken, welche bis heute dieselbe geblieben ist, an: Weifstanne, Lärche, Buche, Wintereiche, Zirneiche, Hainbuche, Esche, Erle, Ulme, Wallnufs, Pappel, Linde, Weide, Kiefer, Cypresse, Ceder etc.

Tannen und Lärchen werden wegen ihrer bedeutenden Biegungsfestigkeit zu Balken empfohlen, die Eichen wegen ihrer Druckfestigkeit zu Ständern. Das Lärchenholz gilt bei *Vitruv* geradezu als unverwüftlich. »Wenn dieses Holz leicht nach Rom zu schaffen wäre, so hätte man bei Bauwerken den gröfsten Nutzen davon.«

Ueber die Haltbarkeit der Hölzer sagt *Plinius* ganz allgemein, dafs diejenigen Holzarten, welche einen vorzüglichen Geruch haben, auch von Dauer seien. Am besten hielten Eibenbaum, Cypresse und Ceder, und als Beweis diene das Dach des Dianen-Tempels zu Ephesus, das aus Cedernbalken bestehe; weiters die aus Cypressenholz hergestellten Thürflügel dafelbst, welche, obgleich 400 Jahre alt, noch wie neu ausfähen. Vier Jahre hätten diese in den Leimzwingen gestanden! Ferner das Holzwerk aus numidischen Cedern am Apollo-Tempel in Utica, das schon 1178 Jahre ausdauere. Die Balken von Wachholder des Dianen-Tempels in Sagunt, welche schon 200 Jahre vor der Zerstörung Trojas eingelegt seien, dauerten zur Zeit noch!

103.
Dauer.

Von Fäulnis und Alter würden nicht angegriffen Cypresse, Ceder, Buchs, Taxus, Wachholder und Olive und sehr spät erst Lärche, Wintereiche, Korkeiche, Kastanie und Wallnufs; keine Riffe erhielten Ceder, Cypresse, Olive und Buchs, was wohl nur dann zutreffen würde, wenn diese Hölzer technisch ganz raffiniert, ihrer Eigenart entsprechend, verwendet worden wären.

Ueber die Gröfse und das Alter der Bäume erfahren wir (*Plinius*, Lib. XVI), dafs z. B. auf einem Hügel in der Nähe Roms eine Steineiche von etwa 10^m Umfang stand und dafs ebenfalls eine Steineiche auf dem vaticanischen Berge gezeigt wurde, deren Alter das der Stadt übertreffe; sie trug eine Inschrift mit ehernen etruskischen Lettern.

104.
Gröfse und
Alter.

Tiber stellte einen Lärchenstamm von 36^m Höhe aus, der gleichmäfsig 60^{cm} dick war; ein Balken, der beim Baue des *Diribitorium* übrig blieb, hatte 45^{cm} Dicke und 30^m Länge. Bei dem Schiffe, das *Caligula* zur Ueberführung eines Obeliskens bauen liefs, befand sich eine Weifstanne, deren Stamm 4 Männer kaum umspannen konnten und der mit etwa 13000 Mark bezahlt wurde. Cedern von ähnlicher Gröfse werden auf Cypern erwähnt.

Die von den Engländern neuerdings befolgte Praxis, im Saft gefälltes oder grünes Holz zum Schiffbau zu verwenden, wurde von den Römern schon geübt. *Duilius* ging 60 Tage nach der Baumfällung mit seiner Flotte unter Segel, *Scipio* im zweiten punischen Kriege 40 Tage nach der Fällzeit.

105.
Verwendung
und
Fällzeit.

Als die rechte Zeit zum Fällen des Bauholzes zu Hochbauzwecken bezeichnen *Vitruv* und *Plinius* die Tage vom Herbst bis zum Frühjahr (»vom längsten Tage bis zum Erscheinen des Westwindes«). Wo es möglich, befolgen wir heute noch dieselbe Regel; ihr Einhalten hängt von localen Verhältnissen ab. Der rasche Umsatz des Holzes zu Geld hat auch hier noch ein Wort mitzusprechen.

Auch auf den Stand des Mondes wollen die Beiden Rücksicht genommen haben, indem sie die Zeit zwischen dem 20. und 30. Tage des Monates für die geeignetste erachten. Am besten eigne sich für Rundholz zum Fällen die Zeit, in welcher die Bäume knospen, weil später die Rinde unablösbar würde.

Als Art der Fällung wird gerathen, den Baum bis zum Kern einzufschneiden, damit der Saft heraustrocknen kann, und dann erst soll er vollends gefällt werden.

Cato, »in allen Erfahrungsfachen der bedeutendste Mann«, rath: »Rühre kein Bauholz an, als bei neuem Licht und wenn der Mond halb ist; alsdann darfst du es aber weder ausgraben, noch am Boden abhauen; am besten schafft man es an den nächsten sieben Tagen, in denen der Mond voll ist, heraus. Jedenfalls hüte dich, daß du Holz beschlägft oder fälltst oder anrührst, wenn es nicht trocken oder wenn es gefroren oder bethaut ist⁷⁴⁾.

106. Metalle.
Von den Metallen waren es vorzüglich Eisen, Blei, Zinn, gediegenes und künstliches Erz, die zu technischen Zwecken, allerdings nicht in dem weiten Umfange, in welchem die moderne Technik sie verwendet, verarbeitet wurden. Die Edelmetalle, Gold und Silber, wurden zu Schmuckfachen und Kunstwerken verarbeitet, dünn geschlagen auch zu Ueberzügen von Bronzen und Bildwerken aus den verschiedensten Materialien oder auch als Beimengung zur Herstellung künstlicher Metalle verwendet.

107. Eisen.
Das Eisen, »das beste und das schlimmste Werkzeug im Leben«, wurde ausgiebig schon seit alter Zeit in den Gruben von Ilva (Elba, siehe Art. 10, S. 5), also im Lande selbst gewonnen. Auch Kappadokien lieferte gutes Rohmaterial. Als das vorzüglichste bezeichnet *Plinius* (Lib. XXXIV, 39) das serische und ihm zunächst das parthische Eisen, beides Streckerze. Als Eisensfabrikate waren berühmt die Erzeugnisse von Bilbilis und Turiaffo in Hispanien und von Comum in Italien. In der Baukunst sehen wir hauptsächlich nur Stangen, Klammern, Dollen oder Dübel, Stifte, Haken, Nägel, Schlösser und Werkzeuge aller Art aus diesem Material gemacht. Gegen Rost fuchte man dasselbe durch Bleivergüsse oder Ueberzüge von Bleiweiß, Gyps und flüssigem Pech zu schützen.

108. Blei und Zinn.
Beim Blei unterschied man schwarzes und weißes; letzteres war das kostbarere. Aus dem ersteren wurden Rohre und Belegplättchen (Tafelblei?) gemacht. Bleierne Wasserleitungsrohre mit römischen Stempeln, in allen Querschnitts-Dimensionen, finden sich allenthalben, und heute sind davon in Italien noch welche im Gebrauch — das beste Zeugniß für deren Güte. Zinn wurde zur Herstellung von Spiegeln gebraucht, deren beliebteste zu Brundisium gefertigt wurden; auch die ehernen Geschirre wurden damit belegt, um ihnen den unangenehmen Geschmack zu benehmen und um die Bildung von Grünspan zu verhüten.

109. Erz und Kupfer.
Gediegen Erz, oder nach jetziger Ausdrucksweise, gediegen Kupfer (*Cuprum nativum*) wurde nach *Plinius* (Lib. XXXIV, 1 u. 2) gegraben und durch Feuer geläutert. Im eigenen Lande fand es sich einft in Campanien, dann im Gebiete der Bergomaten, dem äußersten Theile Italiens. Das Sallustianische Erz im Alpenstriche der Centronen und das Livianische in Gallien gingen schnell zu Ende. Das höchste Ansehen genofs später das marianische (Sierra Morena?) oder cordubensische.

Das erste Erz soll auf Kypros entdeckt und aus Chalcites (Erzstein, Kupferkies) gewonnen worden sein. Seine hauptsächlichste Verwendung war zu Geld. Was sonst noch als Erz bezeichnet wurde, war ein Erzeugniß der Kunst. *Plinius* klagt über den Verfall der Kunst, Erze zu gießen; »man übe sie nicht mehr wie früher des Ruhmes, sondern, wie Alles, des Gewinnes wegen.«

Die Verwendung dieses künstlichen Erzes, der Bronze unserer Zeit, zu Götterbildern (das erste in Rom eine Ceres 485 v. Chr.), Statuen, Schwellen und Thür-

⁷⁴⁾ Eine ziemlich umfassende Aufzählung der wichtigsten Nutzhölzer der Alten und deren Verwendung findet sich bei BLÜMNER a. a. O., S. 245—311; die beste antike Quelle hierüber ist *Theophrast*; H. pl.

flügeln der Tempel und zu Geräthschaften aller Art, als: Tischfüßen, Bettgestellen, Prunktischen, Dreifüßen, Leuchtern, Lampen, Candelabern, Kannen, Eimern etc. war eine ungeheuer verbreitete. Als Verbindungsmaterial fand es nur selten Anwendung in der Baukunst, da das Eisen hierfür, nach griechischer Tradition, das bevorzugte Material war.

Seine Verwendung zu Säulen-Kapitellen ist durch *Plinius* (Lib. XXXIV, 7) beglaubigt, der solche in der von *Cn. Octavius* erbauten Doppelsäulenhalle bei der flaminischen Rennbahn und im Pantheon des *M. Agrippa* angiebt; auch die Kapitelle des Tempels in Palmyra dürften aus diesem Materiale gewesen sein⁷⁵⁾.

Am frühesten berühmt war das delische Erz; durch seine Mischung das aegitische; als Kranzerz zu Blättern verdünnt und als dehnbare (Staberz) das cyprische; zu Geräthen und Gefäßen das campanische. Sogar dem Silber und Golde wurde das korinthische Erz vorgezogen.

Man unterschied bei dieser »Edelbronze« drei Arten: eine weiße, in der bei der Mischung Silber vorherrschte; eine gelbe, bei welcher Gold vorherrschte, und eine dritte, bei welcher der Zusatz von Gold und Silber gleichwerthig war. Nach dem Zufall gemischtes hatte die Farbe der Leber, stand geringer im Werthe und wurde Lebererz genannt. Bronze-Statuen bestrichen die Alten mit Erdharz; später wurden sie mit Gold überzogen.

Als Constructions-Material treffen wir Erz beim Dachstuhl der Vorhalle des Pantheon, als Bekleidungsmaterial im Inneren der Pantheonskuppel. Stücke von letzterem sind heute noch an der Wandung der Lichtöffnung im Scheitel des Gewölbes erhalten. Als Deckmaterial führt es *Plinius* (Lib. XXX, 7) beim Vestatempel in Rom an, dessen Dach mit syrakusanischem Erze bedeckt war. Die Ziegel des Tempels der Roma und Venus waren aus Bronze und vergoldet.

Das opake Glas (Email) zu Aufträgen oder Ueberzügen von Thonzeug, Terracotten, Backsteinen und Metall (*Email cloisonné* und *champlevé*) wurde in Aegypten in ältester Zeit schon verwendet und kann dort in einzelnen Zweigen, durch die Königs-Cartouchen beglaubigt, bis auf *Mencheres* (IV. Dynastie, 3122 bis 2956 v. Chr.) zurückgeführt werden. Die Art der Glasfabrikation ist uns, in den Reliefs von Beni-Hassan-el-Gadim bildlich dargestellt, erhalten geblieben. Sie stammen aus der Zeit der XVIII. Dynastie (1597—1447 v. Chr.). Das Gießen und Blasen ist hiernach bekannt gewesen. Der Name *Thutmes III.* prangt auf einem kleinen, irisirenden Becher. Gemalte Gläser können in Theben bis 1900 v. Chr. zurückdatirt werden.

110.
Glas.

Auch die Affyrer waren schon früh mit der Glasfabrikation vertraut. In den Ruinen von Niniveh (Funde von *Layard* und *Botta*) fanden sich runde Glasvasen mit Inschriften des Königs *Sargon*, der 17 Jahrhunderte v. Chr. regierte. Die Gläser von Sidon waren berühmt; die Blüthe der Stadt fällt aber zwischen 1600—1100 v. Chr.

In Asien blieb man bei der Fabrikation kleiner Gläser nicht stehen; man goß Stücke so groß, um einen Leichnam hineinlegen zu können. (*Xerxes Darii filius effosso vetusti Belus monumento vitreum alveum reperit in quo jacebat oleo cadaver.*) Fein und geschmackvoll sind die Glaswaaren der Etrusker; sie erinnern an die der ägyptischen Kunst.

Da an der Küste von Cumae ein Sand vorkommt, der sich zur Glasfabrikation eignet, so dürfen wir wohl annehmen, daß Glasarbeiter schon früh in Campanien

⁷⁵⁾ Vergl. SOCRIN a. a. O., S. 547.

und zu Cumae sich niedergelassen hatten. Die Fortschritte in der Glasfabrikation auf römischem Boden werden bekundet durch die Legende, daß unter *Tiber* unzerbrechliches Glas gemacht worden sei. Thatfache ist das leichte Glas unter *Nero*, der *Nimbus vitreus* des *Martial*, von dem einzelne Stücke mit 600 Mark bezahlt wurden. Seine ungeheuer mannigfache Verwendung zu Gefchirren, zum Aufbewahren von Flüssigkeiten, Früchten, Gemüsen, Essenzen, Arzneien, zum Verschließen von Waaren statt Papier oder Leinwand, zu Sand- und Wasseruhren, Lampen, Afchenurnen, Toilette-Gegenständen, Perlen, Arm- und Halsbändern, zu optischen Instrumenten (Vergrößerungsgläsern), die Verbindung von Bronze und Glas (vergl. *Plinius*, Lib. XLV und LXIII) in alter Zeit sind bekannt und berühren die Bautechnik zu wenig. Dagegen ist die Herstellung von Tafelglas und dessen Verwendung einschneidend für die Gestaltung der Architektur geworden. Verfolgen wir die Entwicklung der Fabrikation dieses Zweiges und Verwendung bis heute, so hat kein Material, mit Ausnahme des Eisens, eine solche Revolution auf dem Gebiete der Baukunst hervorgebracht, wie das Glas.

111.
Tafelglas.

Es steht wohl außer Zweifel, daß man den Spiegelstein (Marienglas) als lichtdurchlassenden Verschluss schon früh verwandte; aber auch das Tafelglas wurde, und zwar in nicht gerade kleinen Abmessungen, in der Kaiserzeit ziemlich ausgiebig verwendet. In Pompeji selbst, noch an Ort und Stelle, und im Museum zu Neapel befinden sich kleinere Stücke, in der Sammlung des Louvre ein Stück von 25×19 cm bei 4 bis 5 mm Dicke. Im Jahre 1831 wurden in Pompeji Scheiben von $30 \times 36\frac{1}{4}$ cm gefunden, und 1862 erregten in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Paris gegoffene Scheiben aus Herculaneum von 70×40 cm die Aufmerksamkeit der Gelehrten ⁷⁶).

Die Analyse ergab nahezu die gleiche Zusammensetzung, wie bei unseren modernen Gläsern ⁷⁷):

Kiesel	69 antik,	68 modern,
Soda	17 »	17 »
Kalk	7 »	9 »
Aluminium . .	3 »	4 »
Eisenoxyd . .	1 »	— »

112.
Glasfenster.

Philo, der eine Gefandtschaft Alexandriner Juden zu *Caligula* führte, berichtet, daß jener einen großen Saal mit Glasfenstern zu schließen befahl, welche *Philo* sehr wohl von denen aus Spiegelstein unterscheidet (. . . »*jussit circumquaque fenestras claudi vitro candido, simili specularibus lapidibus quibus lux admittitur, ventus et sol excluditur.*« *Liber de legatione ad Gajum*).

Plinius läßt die Galerie in seinem Laurentinum, *Fuvenal* eine Sänfte mit Glas geschlossen sein. *Lactantius* (*de opificio Dei*), gegen Ende des III. Jahrhunderts lebend, spricht von ». . . *fenestras vitro aut speculari lapide obductas*«.

Zeugnisse für Glasfenster aus der Mitte des IV. Jahrhunderts bringen der heil. *Augustin* und der heil. *Hieronymus* bei. »*Fenestras erant factae in modum retis, ut non speculari lapide, nec vitro, sed lignis vermiculatis clauderentur*« (*de verb. Dom. Serm. V, 2*), schreibt der erstere, der letztere: »*fenestras quae vitro in tenues laminas fuso obductae erant.*« Die Fenster waren mit dünn gegoffenem Glase geschlossen! Diese Citate beweisen doch, wie weit schon der Gebrauch von Glasfenstern ein allgemeiner war.

⁷⁶) Vergl. DEVILLE, A. *Histoire de l'art de la verrerie dans l'antiquité*. Paris 1871. S. 96—97.

⁷⁷) Vergl. auch Allg. Bauz. 1863, S. 246: Fensterglas in Pompeji nach *Mazois* u. *Bontemps*.

Zur Zeit *Sulla's* schmückte man die Skena-Mauern der Theater mit Glasplatten oder Glas-Mosaiken; man belegte mit solchen bald darauf die Fußböden und verwendete sie später auch bei Decken und Gewölben. *Seneca* sagt: »Man galt für arm in feiner Zeit, wenn man feine Decken nicht mit Glas verfuhr«, und *Plinius* (Lib. XXXVI, 64) führt aus, daß *Agrippa* die Gewölbe feiner Bäder hätte aus Glas anfertigen lassen, wenn diese Erfindung schon gemacht gewesen wäre. Es kann sich doch wohl hier nur um mit Glas gedeckte Oeffnungen² in den Gewölben selbst handeln oder wohl richtiger um Glas-Mosaiken auf den Gewölbeflächen.

Das Bedürfnis nach mehr »Licht und Luft«, gegenüber den alten Einrichtungen, trat mit wachsendem Luxus immer mehr hervor, wie es auch heute wieder mit jenem Hand in Hand geht und in feiner Uebertreibung bald zur Lächerlichkeit wird.

Der Gebrauch der Glaspiegel kann auch ziemlich zurückdatirt werden, wenn wir uns eines Ausspruches des *Aristoteles* erinnern, der da sagt: »Das Glas und der Krytall haben ein Blatt von Metall nothwendig, um das Bild zurückzuwerfen, das man ihnen gegenüber stellt.«

113.
Glaspiegel.

Seneca (*Quest. nat.*, Lib. I, 13) sagt über das Vorkommen und die Anwendung der Glaspiegel in Rom: »Man bediente sich solcher mit Gold, Silber und Edelsteinen geschmückt in der Naturgröße des Menschen. Sie waren entweder in der Mauer befestigt und ständige Zimmer-Decoration, oder sie waren durch Gegengewichte beweglich eingerichtet.« Dabei soll selbstredend nicht gefagt sein, daß diese Spiegel aus einem einzigen Stücke Glas angefertigt waren; sie mögen der Höhe nach aus 2 Stücken bestanden haben. Gläser von 70 cm Größe sind ja gefunden worden.

Die Farben-Scala des Alterthumes war nicht so reich, als die unferer Zeit, obgleich sie jede nothwendige Species enthielt, um in polychromer Beziehung Alles das leisten zu können, was auch das moderne Auge verlangt. *Vitruv* (Lib. VII, 7) unterscheidet natürliche und künstliche Farben. Zu ersteren rechnet er: Berggelb (Ocker), Röthel, parätonisches Weiß, grüne Kreide, Operment (Goldgelb), Sandarach (Röthlichgelb), Zinnober, Berggrün, Armenischblau und Indigo; die meisten dieser Farben wurden in Italien nicht gefunden. Zu den künstlichen Farben rechnet er: Schwarz, gebrannten Ocker, Bleiweiß, Kupfergrün, Stahlblau und Purpur. Die letztgenannte, aus Seeschalthieren gewonnene Farbe habe nicht überall denselben Ton. In den nördlichen Gegenden sei er schwärzlich, bläulich, in den östlichen und westlichen des Vorkommens der Seemuschel violett, in den südlichen intensiv roth.

114.
Farben.

Vom Zinnober führt er an, daß er auch gefälscht wurde; für Purpur und Indigo gab es aus Pflanzen und Blumen (Krappwurzel, Hyacinthenblüthe) gezogene Surrogate.

Wir sehen aus dem Vorstehenden, daß die römische Baukunst nahezu über eben so viele Materialien zum Ausdruck ihrer Ideen gebot, als die moderne, wenn sie auch einzelne weniger ausgiebig verwerthete, wie letztere.