

bodenbelag, Straßenbaumaterial usw. — Hierbei kommt Asphalt hauptsächlich in zwei Formen zur Anwendung, als **S t a m p f a s p h a l t** und als **G u ß a s p h a l t**.

Für beide letztere Verwendungsarten dient der Asphaltstein oder Rohasphalt als Rohmaterial. Das Gestein wird gemahlen, wodurch man das sogenannte **Asphaltpulver** erhält, das direkt für Stampfasphaltarbeiten verwendet wird. (Siehe Asphaltestrich.)

Für Gußasphaltarbeiten muß das Pulver mit einem Zusatzmittel, dem sogenannten **Goudron**, zusammenschmolzen werden, woraus man **Asphaltmastix** erhält. Dieses gibt in geschmolzenem Zustande mit entsprechendem Kieszusatz sowie Zusatz von etwas Bergteer den **Gußasphalt**.

Goudron, das durch Zusammenschmelzen von reinem Naturasphalt mit einem erweichenden Zusatz (z. B. Bergteer, Paraffinöl usw.) entsteht, sowie Asphaltmastix und Asphaltpulver sind Handelsware; die beiden ersteren meist in Form von Broten.

Für viele Zwecke wird heutzutage auch **Kunstasphalt**, und zwar oft mit Vorteil verwendet, da er billiger und in erkaltetem Zustande weniger spröde, d. h. weicher ist. Da eine strenge Grenze zwischen Natur- und Kunstasphalt als endgiltiges Verwendungsprodukt schwer anzugeben ist, so empfiehlt es sich, bei Asphaltarbeiten die Zusammensetzung und eventuell Provenienz der Bestandteile vorzuschreiben.

Als **Naturasphalt** ist ein solcher Asphalt anzusehen, der neben unorganischen Stoffen ausschließlich nur **Naturbitumen** enthält.

Jederlei Zusätze zum Naturbitumen, insbesondere die bei der Mastixfabrikation zur Verwendung gelangenden, erweichenden Zusätze (wie bei Kunstasphalt angegeben) gelten als Verfälschung des Naturasphaltes.

Ist bei harten Asphalten der Gebrauch eines Erweichungsmittels nötig, so ist als solches natürlicher Bergteer (Malthe) zu bedingen. Andere Erweichungsmittel dürfen nur dann gebraucht werden, wenn ein Muster derselben vorgelegt und angegeben wird, wie viel davon zugesetzt werden soll.

Als **Kunstasphalt** gelten alle Asphalte, deren Bitumen ganz oder teilweise aus anderen bituminösen Stoffen besteht als im Mineralasphalt vorhanden sind. Insbesondere gelten Asphalte, deren Bitumen aus Produkten der Steinkohlen-, Braunkohlen- und Holzkohlen-Teerdestillation, Stearinpech, Erdwachs oder Erdwachspech, Produkten der Roherdöldestillation, Petrolpech jeder Art besteht, als Kunstasphalte.

II. Die künstlichen Baustoffe.

A. Steinartige Baustoffe.

Zu dieser Gruppe zählen die mannigfaltigen gebrannten Ziegel- und Tonwaren, verschiedene ungebrannte künstliche Steine, verschiedene Kalk- und Mörtelgattungen sowie vielfache, aus den genannten Produkten erzeugte andere Baustoffe.

1. Gebrannte künstliche Steine (Ziegel und Tonwaren).

Die verschiedenartigen Ziegel- und Tonwaren werden aus Lehm oder Ton erzeugt, indem man diese Stoffe mit Wasser befeuchtet, zu einem knetbaren Teig verarbeitet, von diesen dann die zu erzeugenden Körper formt, welche nach gehörigem Austrocknen schließlich so lange einem entsprechenden Hitzegrad ausgesetzt (gebrannt) werden, bis alle Teile zusammenbacken und der geformte Körper hart, hellklingend und wetterbeständig wird.

Beim Brennen entweicht zuerst das mechanisch gebundene (zugesetzte) und in der Glut das im Lehm gute vorhandene, chemisch gebundene Wasser, das Gefüge des Tonkörpers ändert seine Beschaffenheit, es wird dichter und schwindet, der Tonkörper ist dann gar gebrannt. Steigert man die Hitze, so schmilzt das Tongut, es sintert und bildet dann einen sehr harten, wasserdichten und wetterbeständigen Tonkörper, den sogenannten Klinker. Bei fortgesetzter Steigerung der Hitze schmilzt der Körper zu einer glasigen Masse, verliert aber dabei seine Form.

a) Im Handel vorkommende Produkte.

1. Die Mauerziegel werden in allen Ziegeleien Österreich-Ungarns mit $29 \times 14 \times 6.5$ cm Größe erzeugt, welche Dimensionen mit Rücksicht auf den Mauerverband derart bemessen sind, daß die doppelte Ziegelhöhe mehr 1 cm Mörtelband die Ziegelbreite und die doppelte Ziegelbreite mehr 1 cm Mörtelband die Ziegellänge gibt. In Deutschland ist der normale Mauerziegel $25 \times 12 \times 6.5$ cm groß. Nach der Art der Herstellung unterscheidet man:

Gewöhnliche Mauerziegel, die aus gewöhnlichem Lehm ohne besondere Vorbereitung erzeugt und zur groben Mauerung gebraucht werden.

Geschlemmte Ziegel, welche aus geschlemmtem, zu Brei angerührtem und dann gesiebtem Lehm erzeugt werden. Durch das Schlemmen werden die Verunreinigungen des Lehms entfernt; durch entsprechende Zusätze, die dem Tonbrei innig zugemischt werden, kann man verschieden gefärbte Ziegel erzeugen.

Geschlemmte Ziegel haben ein gleichartiges, feinkörniges Gefüge und schöneres Aussehen als die gewöhnlichen Ziegel, weshalb sie zu Rohbauten, d. h. zu unverputzt bleibenden Mauern verwendet werden.

Klinkerziegel sind bei hoher Temperatur gebrannt, bei welcher der Ziegel fast zu schmelzen beginnt. Gute Klinkerziegel sollen nicht bloß außen, sondern auch im Innern verklinkert, d. h. verglast sein und bei längerem Liegen im Wasser höchstens 4% an Gewicht zunehmen, d. h. möglichst wasserundurchlässig sein.

Schamotteziegel. Diese werden aus schwer schmelzbarem, möglichst reinem Ton geformt, welchem zur Verhinderung des Schwindens und Reißens Schamottemehl, d. i. gebrannter und dann zerriebener, feuerfester (nicht kalkhaltiger) Ton beigemischt wird.

Die geformten Ziegel werden dann bis zur Weißglühhitze gebrannt. Sie dienen zur Herstellung von Feuerungsanlagen und werden in einem Mörtel verlegt, der aus einer Mischung von Schamottemehl und frischem, feuerfestem Ton besteht (Schamottemörtel).

2. Pflasterziegel (Fig. 8, T. II) sind rechteckige, quadratische oder polygonale 2.5—5 cm dicke Platten.

3. Gesimsziegel (Fig. 6, T. II), der Form nach ähnlich den Mauerziegeln, nur größer als diese, macht man gewöhnlich 45—80 cm lang, 15—30 cm breit und 9—15 cm dick.

4. Gewölbsziegel (Fig. 3, T. II) sind keilförmige Steine, welche man zur Herstellung von Gewölben kleiner Spannweiten (Kanälen usw.) verwendet.

Für Gewölbe größerer Spannweite benützt man häufig auch normal geformte Ziegel von solchen Dimensionen, die die Ausführung von $\frac{3}{4}$ Ziegel dicken Gewölben gestatten, Fig. 3 a; man nennt solche Ziegel dann auch Gewölbeziegel.

In neuester Zeit erzeugt man verschieden geformte Ziegel für flache Gewölbe, von denen im Kapitel „Deckenkonstruktionen“ die Rede sein wird.

5. Brunnen- oder Kesselziegel (Fig. 4, T. II) dienen zum Mauern zylindrischer Körper (Brunnenschächte), haben daher die Form eines Ringausschnittes und müssen — da sie zumeist im Feuchten verwendet werden — sehr gut gebrannt sein.

6. Säulen- und Schlotziegel (Fig. 5, T. II) werden ihrem Zwecke entsprechend in verschiedenen Formen eigens zu bestellen sein.

7. Hohle Ziegel (Fig. 1, T. II) werden zumeist in der Größe der normalen Mauerziegel, oft aber auch mit kleineren Dimensionen maschinell erzeugt und besitzen der Länge oder Breite nach quadratische oder kreisrunde, durchlaufende Hohlkanäle. Diese Ziegel sind bedeutend leichter und schlechtere Schall- und Wärmeleiter als die vollen; eignen sich daher für hängendes und schwebendes Mauerwerk (Erker, Gewölbe usw.) und für dünne Scheidewauern.

8. Poröse Ziegel dienen ebenfalls wie die Hohlziegel zur Herstellung von leichten Mauern. Zu ihrer Erzeugung wird der Lehm mit leicht brennbaren Stoffen, wie Lohe, Sägespänen, Korkabfällen u. dgl. vermennt, welche im Ziegelofen verbrennen. Die Ziegel werden dadurch porös und leicht. Die im Ziegel zurückbleibende Asche ist aber oft von nachteiliger Wirkung, so daß man die Hohlziegel vorziehen wird.

Eine besondere Gattung sind die „porösen Mauerziegel“ von Libuschin bei Kladno in Böhmen. Diese werden aus Steinkohlenschiefer und Ton in der Weise erzeugt, daß die entsprechend zerkleinerten, gesiebten und befeuchteten Materialien zu Ziegeln gepreßt und dann gebrannt werden, wobei die schon in den Ziegeln enthaltene Kohle allein den nötigen Brennstoff abgibt.

Diese sehr porösen und leichten Ziegel werden auch als Zweilochhohlziegel erzeugt, welche sich besonders zur Herstellung von leichten Mauern, Isolierungen u. dgl. eignen.

9. Profilziegel (Fig. 7, T. II) werden aus dem besten Lehmmaterial, mit verschiedenartigen Profilierungen, zuweilen auch verschiedenfärbig erzeugt und dienen zur Herstellung der Gesimgliederungen bei Rohbaufassaden. Sie können an den sichtbaren Mauerflächen auch glasiert werden.

Vom österreichischen Ingenieur- und Architektenverein sind einige Normalprofile konstruiert worden, nach welchen in größeren Ziegeleien solche Ziegel erzeugt werden.

10. Verblendsteine (Fig. 2 a, T. II) finden ebenfalls Verwendung bei Ziegelrohbaufassaden und werden aus dem besten Lehmmaterial in regelmäßigen Formen erzeugt. Damit man kleinere Mörtelbänder erzielt, macht man sie um 2 mm größer als die normalen Mauerziegel. Zur leichteren Herstellung des Verbandes mit dem Mauerwerke werden diese Verblendsteine meistens nur als Viertel- oder Halbsteine erzeugt. Auch Hohlsteine dieser Art werden hergestellt.

Als Verblendsteine dienen oft auch 2 cm dicke, der Ziegelbreite und Höhe entsprechende Platten mit gerippten Rückenflächen, welche an die fertigen Mauerhäupter mit gutem Zementmörtel aufgeklebt werden.

Diese Verblendsteine können auch glasiert und mit ganz kleinen, gegen die Wandfläche sich erweiternden Fugen erzeugt werden (Fig. 2 b, T. II).

11. Dachziegel (Fig. 21, T. II), a) glatte, rechteckige, b) Biberschwänze, c) First- und Gratziegel, d) Wellenziegel (Dachpfannen), e) Falzziegel werden in verschiedenen Größen und Formen aus geschlemmtem Ton erzeugt und scharf gebrannt. Die flachen Dachziegel haben in Wien eine Größe von 45 cm Länge, 18 cm Breite und 1,5 cm Dicke. Näheres hierüber bei Dachdeckerarbeiten.

12. Pflasterplatten aus Ton (Fliesen Fig. 11, T. II), auch Mettlacherplatten (nach dem Dorfe Mettlach in der deutschen Rheinprovinz) genannt, werden aus sehr gutem Ton erzeugt, wobei die unter hydraulischem Drucke gepreßten Formstücke im Ziegelofen bis zur Versinterung gebrannt werden.

Sie sind zumeist quadratisch, manchmal auch polygonal, besitzen große Härte und Dichte und sind sehr dauerhaft und wetterbeständig.

13. Die Klinkerplatten (Fig. 9, T. II) werden aus talgerdehaltigem, mit reinem Quarzsande versetztem Ton erzeugt und bis zur Sintergrenze scharf gebrannt. Sie geben das dauerhafteste Pflaster für Stallungen, Trottoirs, Haus-

fluren usw. Eine besonders dauerhafte Gattung sind die sogenannten Kunstbasaltsteine der Firma Schlimp in Schattau (Böhmen).

14. Sonstige Tonwaren als: Poterien (Fig. 16, 17, T. II) sind nichtglasierte Röhren von rechteckigem oder quadratischem, manchmal auch rundem Querschnitt mit rauhen, oft gerippten Außenwänden. Sie dienen zur Verkleidung verschiedener Kanäle und Schlotte im Mauerwerke. Mit Poterien verkleidete Rauch- und Ventilationschlote fördern infolge ihrer glatten Flächen den Zug und gestatten eine leichtere Reinigung.

Steinzeugrohre (Fig. 18, T. II), *a*) mit festen und *b*) mit beweglichen Muffen werden innen und außen glasiert; sie sind nicht nur wasserdicht und wetterbeständig, sondern auch gegen Säuren unempfindlich, eignen sich daher für allerlei Abort- und Kanalrohrleitungen u. dgl. Die verschiedenen Fassonstücke, als Bogen-, Zweig-, Übergangsstücke, Siphons (Geruchsperrn), Putzöffnungsstücke, Abortganznen usw. sind auf Tafel 68 dargestellt und im Kapitel über Kanalisierung näher erläutert.

Auch die Kaminaufsätze (Fig. 20, T. II) macht man häufig aus Steinzeug.

Drainageröhre (Fig. 22, T. II) sind gebrannte, unglasierte, poröse, manchmal durchlochete Tonröhren, eventuell mit verschiebbaren Muffen. Sie dienen zu Entwässerungen von zu wasserreichem oder versumpftem Boden (II. Band, Bodenentwässerung).

Die Kacheln (Fig. 24, T. II) sind aus Steingut oder feuerfestem Ton erzeugt und an der Außenseite glasiert. Sie dienen zur Verkleidung von Öfen, Sparherden, Wänden u. dgl. Es gibt glatte *a*), gepreßte *b*) und verschiedenfärbig glasierte Kacheln mit verschiedenen Dimensionen.

15. Außerdem werden aus glasiertem Steingut noch viele andere Steinzeugwaren in den Handel gebracht, z. B.:

Mauer- und Kamindeckplatten (Fig. 13, T. II), Rinnsteine (Fig. 12, T. II), Rand- und Saumsteine für Pflasterungen und Einfriedungen (Fig. 14, 15, T. II), Kanalsohlensteine, Futtermuscheln (Fig. 19, T. II), Ausguß- und Wasserleitungsmuscheln usw.

b) Die Ziegelerzeugung (Tafel III).

Zur Ziegelerzeugung dient der Lehm, ein mit Sand und Eisenoxyd vermengter Ton, der meist mit anderen Stoffen, wie kohlensaurem oder schwefelsaurem Kalk, Schwefelkies, Magnesia, Alkalien und organischen Bestandteilen vermengt ist, welche letztere vor der Verarbeitung des Lehms tunlichst entfernt werden sollen.

Selten ist der Lehm, wie er in der Natur vorkommt, zur Ziegelerzeugung geeignet. Ein Lehm mit geringerem Sandgehalt (fetter Lehm) schwindet und reißt beim Brennen, überdies werden die daraus geformten Ziegel sehr dicht und die Oberflächen glatt, so daß daran der Mörtel nicht gut haftet.

Zu hoher Sandgehalt im Lehm (magerer Lehm) beeinträchtigt die Formarbeit desselben und macht den Ziegel spröde.

Es muß daher dem fetten Lehm zuerst Sand, dem mageren Lehm ein sehr fetter Lehm beigemischt werden, um diese Materialien zur Ziegelerzeugung geeignet zu machen. Einem sehr plastischen Ton muß 20—25% Sand zugesetzt werden.

Nachfolgende Verunreinigungen des Lehmgutes äußern sich bei der fertigen Ziegelware besonders unangenehm, und zwar:

Steintrümmer bedingen eine ungleiche Volumenänderung beim Brennen, wodurch die Ziegel rissig werden; besonders schlecht sind Mergel- und Kalkstücke, welche zu Ätzkalk brennen, in der Mauerfeuchte ablösen und hierbei den Ziegel sprengen.

Kohlensaurer Kalk in geringen Mengen und fein verteilt ist dem Ziegel unschädlich, bei größerer Menge jedoch werden die daraus erzeugten Ziegel in der Feuchtigkeit abblättern. Das Vorhandensein von kohlen-saurem Kalk läßt sich durch Begießen mit Schwefel-, Salpeter- oder Salzsäure konstatieren, es tritt dann ein deutliches Aufbrausen ein. Kalkgehalt fördert die Schmelzbarkeit des Tones.

Kali- und Natronverbindungen scheiden beim Trocknen des Ziegels an dessen Oberfläche Salze aus, die in den Mauern Flecken erzeugen und auch Mauerfraß hervorrufen können.

Organische Substanzen verkohlen beim Brennen und verursachen so Höhlungen im Ziegel, welche die Festigkeit desselben verringern. Überdies können die Ziegel durch die Gasentwicklung beim Verbrennen der organischen Beimengungen im Ziegelofen platzen.

Schwefelkies bewirkt nachteilige Auswitterungen, die den Stein an der Oberfläche zerstören.

Gips ist nachteilig, wenn die Tonmasse zu schwach gebrannt wird.

Kohlengehalt verursacht beim Brennen ein starkes Schwinden der Ziegel.

α) Das Fällen und Verarbeiten des Lehm.

Der Lehm zur Ziegelerzeugung wird von den Grubenwänden, am besten im Herbst, mit der Lettenhaue abgelöst (gefällt), von Steinen und allen sichtbaren Verunreinigungen befreit, in Haufen geschüttet und während des Winters öfter begossen und womöglich auch umgeschaufelt. Durch die Einwirkung des Frostes — das Auswintern — werden die einzelnen Steinkörnchen gesprengt und so der Lehm aufgeschlossen, wodurch bei dem öfteren Umschaukeln eine gleichmäßige Mengung und Verkleinerung des Lehmgutes erzielt wird.

Der aufgeschlossene Lehm wird in kleineren Haufen mit Wasser begossen und barfuß durchgetreten, wobei die noch fühlbaren Steinchen entfernt werden sollen.

Ist der Lehm zu fett oder zu mager, so bringt man denselben in seichte, mit Bretter bekleidete Gruben, „Sümpfe“, begießt ihn hinreichend mit Wasser, läßt ihn etwa 24 Stunden sumpfen. Hierauf arbeitet man ihn auf einem an den „Sumpf“ anstoßenden Bretterboden (Brücke) unter Beimengung des nötigen Sandes oder der erforderlichen fetten, vorher ebenfalls eingesumpften Lehmgattungen gehörig durch. Bei größerem Betriebe geschieht dies mit Maschinen.

Schlechter, grobsandiger, oder allzu fetter Lehm muß geschlemmt werden. Das Schlemmen besteht darin, daß man den Lehm in geeigneten, flachen Behältern (Kufen) mit Wasser verrührt. Die grobkörnigen, nicht aufweichbaren Bestandteile fallen zu Boden; die dünnflüssige Masse wird in die seichten Schlemmgruben geleitet, wo das Wasser zum Teil in den Boden versickert, zum Teil verdunstet, so daß schließlich ein zur weiteren Verarbeitung brauchbares Produkt zurückbleibt.

Das Verrühren wird häufig mit Maschinen bewirkt, welche die Mengung viel rascher besorgen. Vor dem Einlassen der aufgerührten Lehm-masse in die Schlemmgruben fängt man weitere gröbere Beimengungen durch Siebe ab.

Das so gereinigte Lehmgut wird sodann in Gruben bis zur Verwendung desselben aufbewahrt und durch Zudecken mit Stroh-matten oder Brettern vor dem Austrocknen geschützt.

β) Das Formen der Ziegel.

Das Erzeugen der Ziegel kann entweder mit Handbetrieb (Handschlag) durch das Ziegelstreichen oder mit Maschinenbetrieb erfolgen.

Das Ziegelstreichen geschieht am Streichtische in der Weise, daß das fertige Lehmgut in eine hölzerne Form, den Model (Fig. 1, T. III) eingebracht,

mit den Händen und durch mäßiges Aufschlagen mit dem Model auf den Streichtisch gehörig eingepreßt und der überflüssige Lehm mit einem hölzernen, linealartigen Streicher abgestrichen wird.

Die geformten Ziegel werden sodann auf das Abtragebrett geschlagen, mit einem zweiten Abtragebrettchen bedeckt, auf die Ziegeltenne (einen ebenen freien Platz) übertragen und dort zuerst flach aufgelegt. Nach einem halben Tag werden sie hochkantig gestellt und nach 1—2 Tagen in gedeckte Trockenschoppen geführt, wo sie auch hochkantig mit Zwischenräumen aufgestellt werden und bis zum vollkommenen Austrocknen verbleiben. Ein Arbeiter kann in 10 Stunden 3000 Ziegel streichen. Die Dimensionen des Models sollen mit Rücksicht auf die Schwindung der Lehm Masse im Feuer um $\frac{1}{18}$ — $\frac{1}{12}$ größer sein, als die normalen Dimensionen der zu erzeugenden Ziegel.

Das Erzeugen von Maschinziegeln wird zumeist so betrieben, daß der gefällte und wenig feuchte Lehm in einen zylindrischen Blechkasten (Fig. 2, T. III) gebracht wird, in welchen er durch schneckenförmige Tonschneider verarbeitet und durch zwei sich gegeneinander drehende Walzen nach unten zu, gegen die wagrecht auslaufende Verengung des Kastenendes gepreßt wird. Diese Verengung (Mundstück) hat einen der Länge und Breite der Ziegel entsprechenden Querschnitt. Aus dem offenen Mundstück dringt somit ein ununterbrochener Tonstrang heraus, welcher auf einem Band ohne Ende aufgefangen und durch den Draht eines Schneiderrahmens auf Ziegeldicke zerschnitten wird. Die fertigen Ziegel, welche durchaus festerer Konsistenz sind als die Handschlagziegel, werden direkt in den Trockenschoppen hochkantig aufgeschlichtet.

Auf diese Art können verschiedenartig dimensionierte Ziegel erzeugt werden. Man braucht nur das entsprechende Mundstück einzusetzen und die regulierbare Schneidevorrichtung auf die gewünschte Ziegeldicke einzustellen.

Die Erzeugung der Dachziegel kann auf ähnliche Weise wie das Streichen der gewöhnlichen Ziegel erfolgen oder auch mit Maschinen bewirkt werden. Zu solchen Ziegeln darf aber nur sehr guter, zumeist geschlemmter Lehm genommen werden. Die zum Aufhängen dienende Nase wird entweder in einer entsprechend geformten Vertiefung des Modelbodens (Fig. 3, T. III) ausgepreßt oder nachträglich angefügt.

Die First- und Gratziegel werden nach dem, wie bei gewöhnlichen Dachziegeln bewirkten Streichen über eine der Form entsprechende Walze (Fig. 4 b, T. III) gelegt, an welche sie sich vollkommen anschmiegen und bis zum gänzlichen Austrocknen belassen werden. Diese Ziegel erfordern einen besonders gut gereinigten und äußerst zähen Lehm.

Das Erzeugen der Dachfalzziegel kann nur mit maschinellen Einrichtungen erfolgen, indem zuerst ähnlich wie bei gewöhnlichen Maschinziegeln aus einem Tonstrang flache, der Ziegelgröße entsprechende Stücke abgeschnitten, diese dann zwischen zwei korrespondierende, in Eisenhüllen eingebettete Gipsformen gelegt und dann in einer Presse einem hohen Druck ausgesetzt werden, wodurch die überflüssige Lehm Masse aus den sich schließenden Formteilen herausgepreßt wird. Die geformten Ziegel werden sodann in Trockenschoppen bis zum gänzlichen Austrocknen aufgeschlichtet.

γ) Das Ziegelbrennen.

Nachdem die gewöhnlichen Ziegel durch ungefähr 4 Wochen im Trockenschoppen — gehörig aufgeschlichtet — gelagert haben, werden sie zum Brennen genügend ausgetrocknet sein; man nennt sie dann auch Luftziegel.

Das Brennen der Ziegel kann entweder in Feldöfen oder in gemauerten Ziegelöfen mit unterbrochener oder in gemauerten Ringöfen mit ununterbrochener Feuerung erfolgen.

1. Öfen mit unterbrochenem Betriebe.

Brennen in Feldöfen (Meilern):

Die Erbauung eines Feldofens (Fig. 5, T. III) erfolgt auf einem möglichst ebenen, freien Platze aus den zu brennenden Luftziegeln in der Weise, daß dieselben schichtenweise in 3 cm breiten Zwischenräumen hochkantig derart aufgestellt werden, daß sie abwechselnd einmal parallel zur Längsachse des Ofens und in der darüber befindlichen Schichte unter 45° gegen die Ofenachse gelagert sind. Das Brennmaterial wird in den senkrecht zur Ofenachse gestellten 0·60 m breiten, und je nachdem Holz- oder Steinkohle gebrannt wird, 1·00—1·30, bzw. 0·50—0·60 m hohen Schürgassen eingelegt.

Der Feldziegelofen hat einen rechteckigen Grundriß und besteht im unteren Teile aus 12 hochkantig übereinander, wie vor erklärt, aufgeschichteten Ziegelschichten, welche die Schürgassen enthalten. Zwischen den Schürgassen sind 1·3 m breite Sätze in der Höhe von 6 Ziegelschichten aufgebaut, während an den beiden Stirnseiten diese Sätze nur 3 Ziegellängen, zirka 95 cm breit gemacht werden.

Die Decken der Schürgassen werden mit drei zahnartig überkragenden Ziegellagen (Schloß) gebildet und darüber noch drei volle Ziegelschichten aufgelegt. Die nun folgenden acht Schichten werden auf dieselbe Weise, jedoch an den Enden 15 cm zurücktretend und die obersten vier Schichten abermals 15 cm zurücktretend aufgeschichtet. Diese Ausmaße sind zwar nicht bindend, aber erfahrungsgemäß für die Stabilität und den Brand des Ofens am günstigsten.

Die Breite des Ofens, bzw. die Länge der Schürgassen richtet sich nach dem zur Verwendung gelangenden Brennmaterial. Bei Holzfeuerung werden dieselben 4—5 m und bei Steinkohlen- oder Torffeuerung 2·5—3·5 m lang gemacht, wenn die Feuerung von einer Seite erfolgt. Geschieht die Feuerung, wie in der dargestellten Figur von beiden Seiten, so können die Schürgassen doppelt so lang sein.

Die Länge des Ofens soll nicht über acht Schürgassen betragen, weil sonst der Ofen zu groß würde, ein gleichmäßiger Brand schwer zu erhalten wäre und durch das langsame Abkühlen desselben viel Zeit verloren ginge.

Nach Vollendung der Ofenschichtung wird derselbe ringsum mit einem 15—30 cm dicken Hemd aus gebrannten, in Lehmörtel gemauerten Ziegeln versehen und als Decke eine liegende Ziegelschichte mit ausgesparten Luftöffnungen und darüber eine 8—10 cm hohe Erdschüttung aufgetragen.

Zum Schutze gegen zu rasche Abkühlung werden an den beiden Stirnseiten auf zirka 0·50 m Abstand von der Stirnwand Windschirme aus Pfostenwänden aufgestellt; die Räume zwischen Windschirmen und Stirnwand sind mit Erde ausgefüllt.

Bei Steinkohlen- oder Torffeuerung werden die Schürgassen nur zirka 60 cm hoch gemacht, an der Sohle der einzelnen Schürgassen wird mit hochkantig, in geeigneten Zwischenräumen aufgestellten Ziegeln eine Art Rost gebildet. Besser ist eine Rostanordnung mit Aschenfall, bei welcher man die Luft durch regulierbare Klappen einströmen läßt.

Die Heizung des Feldofens kann entweder mit Holz, mit Steinkohle oder Torf oder mit Holz und Steinkohle zugleich vorgenommen werden.

Bei Holzfeuerung werden die Schürgassen auf einer Seite mit Holz vollgeschichtet und die Mündungen 15 cm dick vermauert. Auf der entgegengesetzten Seite wird ein mäßiges Feuer (Schmauchfeuer) durch 3 Tage unterhalten, um die Ziegel vollkommen auszutrocknen.

Die Ziegel werden dann aufhören zu schwitzen, der Rauch wird allmählich lichter und das am entgegengesetzten Schürgassenende eingebrachte Holz (Boccat-holz) wird sich entzünden.

Nun wird der sogenannte „Wechsel“ in der Feuerung vorgenommen. Die früher offene Schürgassenmündung wird bis auf 0·90 m Höhe vermauert und die

restliche Öffnung mit Holz vollgestopft. Die gegenüberliegenden bisher vermauerten Mündungen werden geöffnet und dort ein verstärktes Feuer ununterbrochen unterhalten. Sobald das auf der gegenüberliegenden Seite in die halbvermauerte Öffnung gestopfte Holz zu brennen beginnt, wird dasselbe in die Schürzgassen gestoßen und durch neues ersetzt, nach öfterer Wiederholung aber die Öffnung ganz zugemauert.

Das Feuer wird einige Tage unterhalten, und zwar so lange, bis an Stelle des nur mehr spärlich abziehenden, lichten Rauches, schließlich an der Decke helle, bläulichgelbe oder weißlichgrüne Flämmchen durchbrechen und die Ziegel weißglühend sind.

Der Brand ist dann beendet und der Ofen muß langsam abkühlen, wozu alle Schürflöcher vermauert und die Rauchabzugsöffnungen an der Decke mit Erde beschüttet werden. Im weiteren Verlaufe werden die Windschirme abgetragen, die Decke wird allmählich gelüftet, so daß in zirka 14 Tagen der Brand ausgekühlt und der Ofen ganz abgetragen, beziehungsweise der ganze Ziegelsatz ausgeschoben werden kann.

Die Heizung mit Steinkohle oder Torf erfolgt auf ähnliche Weise wie mit Holz auf einem aus Ziegeln aufgeschichteten Rost.

Um den Wärmeverlust herabzumindern, empfiehlt es sich, statt des schwachen Ziegelhemdes rings um den Ofen eine 90 cm starke Mauer auf Ofenhöhe auszuführen, welche nach dem Brande stehen bleibt.

Bei der Heizung mit Steinkohle und Holz wird zunächst in den Schürzgassen ein mäßiges, sodann ein kräftiges Feuer mit Holz, eventuell unter Beimengung von etwas Steinkohle unterhalten und dabei ein ähnlicher Vorgang beobachtet, wie bei der Holzfeuerung, so daß auch ohne Rost gefeuert werden kann. Nachdem die Ziegel entsprechend erhitzt sind, wird durch Öffnungen an der Decke Kohlengrus eingestreut, welcher den Brand so sehr fördert, daß derselbe in zirka acht Tagen beendet sein kann, während bei ausschließlicher Holzfeuerung eine Branddauer von 10—17 Tagen notwendig ist.

Gemauerte Ziegelöfen. Die Anlage solcher Öfen erfolgt nach ähnlichem Prinzip wie die der Feldöfen, meistens aber nur mit Heizung auf einer Seite, so daß es zweckmäßig ist, den Ofen an einer Berglehne einzubauen, wodurch die Wärme des Ofens besser erhalten bleibt und auch die Umfassungsmauern schwächer gehalten werden können.

Das Prinzip des Ofens (Fig. 6, T. III) besteht darin, daß zur Umschließung der Ziegelschichtung eine 1·5—2·10 m starke Umfassungsmauer ausgeführt wird. Diese Umfassung ist gewöhnlich aus zwei 0·15—0·30 m voneinander entfernten Mauern hergestellt; der Zwischenraum wird mit schlechten Wärmeleitern, Asche, Sand u. dgl. ausgefüllt, damit der äußere Mauerteil von der Hitze nicht leidet. Die innere 0·90 m dicke Mauer wird aus gebrannten Ziegeln in Lehmörtel, die äußere 0·60 m dicke Mauer aus gebrannten Ziegeln in Weißkalkmörtel hergestellt.

An der Vorderseite der Mauern sind die nötigen Heizöffnungen *H* (Fig. 6, T. III) ausgespart, ferner sind an der inneren Mauer mit Schubern *S* verschließbare Luftzüge *L* angebracht, die oberhalb der Schürzgassen beginnen und bis über Dach geführt werden. Die von der Decke aus beweglichen Schubler *S* ermöglichen es, das Feuer in bestimmte Richtungen zu leiten.

Über dieser Umfassungsmauer ruht auf zirka mannshohen Pfeilern *P* die Dachkonstruktion, welche mit Rücksicht auf Feuergefahr von der Ofendecke isoliert ist.

Vor den Heizöffnungen können Flugdächer oder gemauerte Heizstuben angelegt werden.

Das Einsetzen der Ziegel erfolgt anfangs durch die Heizöffnungen *H*, dann durch in halber Höhe in der Umfassungsmauer ausgesparte Einsatztüren *T*, welche nach dem Einsetzen wieder vermauert werden, schließlich wird der Einsatz von

oben aus vollendet und die Decke samt den notwendigen Öffnungen aus zwei liegenden Ziegelscharen und mit einer Erdüberschüttung gebildet.

Die Heizung erfolgt ähnlich wie bei den Feldöfen, die Regulierung des Brandes geschieht durch die Schubler der Luftzüge und durch die Deckenöffnungen.

2. Ziegelöfen mit ununterbrochenem Betriebe. Der Hoffmann'sche Ringofen, welcher früher mit ringförmigem, heute aber nur mit oblongem Grundriß (Fig. 7a, T. III) gebaut wird, arbeitet ununterbrochen und besitzt wesentliche Vorteile gegenüber den älteren Öfen mit unterbrochenem Betriebe, und zwar 60—70% Brennmaterialersparnis, gesteigerte Leistungsfähigkeit und Lieferung gleichmäßig gut ausgebrannter Steine.

Der in Fig. 7, T. III, skizzierte Hoffmann'sche Ringofen hat 14 Brennkammern. In jede dieser Kammern, welche nur durch offene Gurten voneinander getrennt sind, mündet von außen eine Einsatztür t und diagonal gegenüber ein durch das Ventil v von der Decke D verschließbarer Rauchabzugskanal r , welcher in den Rauchsammler R mündet, aus welchem die Rauchgase nach dem Schlot Sch geleitet werden. In der Decke D sind auf zirka 1 m Entfernung Kohleneinwurfschächte angebracht, welche bis in die Brennkammern führen und oben mit gußeisernen Glocken g geschlossen werden können.

Die durch Gurten getrennten Kammern können mittels Eisenschieber S voneinander vollständig getrennt werden.

Beim Betrieb des Ringofens muß man folgende Perioden unterscheiden: 1. das Einsetzen, 2. das Vorwärmen, 3. das Brennen, 4. das Abkühlen und 5. das Austragen der Ziegel.

Um den Vorgang an der Fig. 7, T. III, zu erklären, sei angenommen, die Inbetriebsetzung erfolge von der Kammer 1 aus.

Das Einsetzen der Ziegel. Das Einsetzen der Ziegel in Kammer 1, die gegen Kammer 14 durch den Schieber S abgeschlossen wird, erfolgt von der Heiztür t_1 aus. Die Ziegel werden hochkantig und kreuzweise mit entsprechenden Zwischenräumen derart geschichtet, daß unter den Kohleneinwurfschächten der Decke D gegen unten zu sich verengende Kanäle entstehen, in welche der Brennstoff herabfällt.

Beim Schlichten muß darauf geachtet werden, daß bei den die Kammern trennenden Gurten der zum Einschieben des eisernen Schiebers S nötige Manipulationsraum frei bleibt.

Ist Kammer 1 gefüllt, so wird nun auch zwischen die Kammern 1 und 2 ein Schieber S_1 eingeschoben und hierauf mit dem Einsetzen in Kammer 2 begonnen.

Das Vorwärmen der Ziegel. Während das Einschieben der Ziegel in Kammer 2 fortgesetzt wird, beginnt das Vorwärmen der Ziegel in Kammer 1. Hierzu wird t_1 bis auf eine kleine Öffnung vermauert und in dieser ein kleines sogenanntes Schmauchfeuer angefacht, das die Ziegel austrocknen und zum eigentlichen Brand vorbereiten soll. Zur Erhaltung dieses Feuers muß der Rauchkanal r_1 geöffnet sein.

Mittlerweile ist Kammer 2 gefüllt; t_2 wird wieder bis auf eine kleine Öffnung vermauert, der Schieber S_1 zwischen Kammer 2 und 3 versetzt, Kanal r_2 geöffnet und das Schmauchfeuer in der Türöffnung bei t_2 angefacht.

In dieser Weise wird mit der Füllung und dem Vorwärmen fortgesetzt bis inklusive Kammer 13. Kammer 14 braucht man als Manipulationsraum für die Einleitung des Brandes.

Das Brennen der Ziegel. Mittlerweile werden in den ersten Kammern 1, 2, 3 die Ziegel durch die Schmauchfeuer entsprechend vorgewärmt sein und es kann nun der eigentliche Brand beginnen. Der zuerst eingeschobene Eisenschieber S zwischen den Kammern 1 und 14 wird herausgeschoben und an seiner Stelle ein Holzstoß aufgeschichtet und angezündet.

Sämtliche Türen t_1-t_{13} werden vollständig vermauert und alle Rauchkanäle bis auf r_{13} , eventuell noch auf r_{12} geschlossen, so daß die Verbrennungsgase des Holzfeuers sämtliche Kammern von 1—13 (eventuell 12) durchziehen müssen, um zum Rauchsammler R und von da in den Schornstein zu gelangen.

Auf diese Weise werden die eingeschichteten Ziegel vorgewärmt. Durch die Einwirkung der Flammen des Holzstoßes — eventuell verstärkt durch das Feuer von der, durch die Einwurfschächte in die Kammer 1 geworfenen Kohle werden daselbst die Ziegel gar gebrannt. Zum Garbrennen der Ziegel in den folgenden Kammern 2, 3 usw. muß von oben Kohlengrus zugeschüttet werden.

Das Abkühlen der Ziegel. Sind die Ziegel in Kammer 1 gar gebrannt, so läßt man das Holzfeuer erlöschen. Die frische Luft, welche von der Kammer 14 einströmt, wird die Ziegel allmählich abkühlen. Dasselbe vollzieht sich nach erreichtem Garbrennen bei Einstellung des Kohleleinwurfes in den Kammern 2, 3 usw.

Ist man auf diese Weise bis Kammer 8 angelangt, so wird die Abkühlung in Kammer 1 so weit fortgeschritten sein, daß dieser Raum betretbar sein wird.

Es sei hier besonders hervorgehoben, daß die in die Kammer 1 eintretende frische Luft bei ihrem Durchgange durch die heißen Ziegel immer mehr und mehr erwärmt und als Heißluft zum Brennmaterial der gerade im Garbrande (Kammer 8) befindlichen Ziegel kommt. Dies, sowie der bereits erwähnte Umstand, daß die Verbrennungsgase nicht direkt von der letzten im Garbrande stehenden Kammer (z. B. 8) in den Rauchschlot abgelassen, sondern auch zum Brennen, bezw. Vorwärmen der Ziegel in den noch folgenden Kammern (9—13) ausgenützt werden, bedingen die große Ersparnis an Brennmaterial.

Austragen der Ziegel und Nachfüllung des Ofens. Nach dem Abkühlen der Ziegel in Kammer 1 wird die Tür t_1 ausgebrochen und die fertigen Ziegel werden hinausgeführt.

Gleichzeitig wird mit dem Einsetzen der Ziegel in Kammer 14 begonnen und nach Vollendung dieser Arbeit der Eisenschieber S_1 zwischen Kammer 14 und 1 versetzt, der Rauchkanal r_{14} geöffnet, hingegen r_{13} (eventuell bloß r_{12}) geschlossen.

Nach Vollendung eines solchen Kreislaufes ist der kontinuierliche Betrieb im Gange. Es ist klar, daß, wenn Kammer 2 (3, 4) entleert wird, in der unmittelbar vorhergehenden Kammer 1 (2, 3) Ziegel eingesetzt werden, während in der diametral gegenüberliegenden Kammer 8 (9, 10) mit dem Einwerfen von Brennmaterial zum Garbrennen begonnen wird.

Innerhalb 24 Stunden kann eine Kammer entleert, die vorhergehende gefüllt und der Schieber S_1 eine Gurte weitergerückt werden.

Leistung des Ofens. Die Brennkammern werden gewöhnlich 3 m lang, 2 m breit und 2 m hoch gemacht und fassen dann zirka 3000 Stück normale Mauerziegel. In einem Jahr mit 200 Brenntagen vermag man daher rund 600.000 Ziegel fertig zu stellen.

c) Kennzeichenguter, gebrannter Ziegel.

Gute Mauerziegel sollen aus gleichmäßigem, gut durchgearbeitetem Lehmmaterial bestehen, keine Kalkstein- oder Mergelknollen oder sonstige schädliche Bestandteile enthalten.

Die fertigen Ziegel sollen der Form und Größe nach gleichmäßig und gut ausgebrannt, jedoch nicht verschlackt sein und eine raue Oberfläche haben; sie müssen hellklingend, frei von Rissen und möglichst scharfkantig sein. Die Bruchfläche soll gleichmäßig, feinkörnig und wenig porös sein; ferner soll der Ziegel sich nach allen Richtungen gut teilen lassen.

Längere Zeit im Wasser gelegene Ziegel sollen keine zu große Gewichtszunahme aufweisen, auf keinen Fall erweichen oder zerbröckeln.

Im Freien überwintert, sollen die Ziegel ganz unverändert bleiben; besonders Dachziegel sollen immer solchen Verwitterungsproben unterzogen werden.

Für Feuerungsanlagen bestimmte Ziegel dürfen nicht bersten, wenn man sie glüht und hierauf mit Wasser begießt.

Die Farbe der Ziegel ist für die Güte derselben im allgemeinen nicht bestimmend. Reiner Ton gibt blasse Steine, Eisenoxyd färbt die Ziegel gelb, rötlich, rot oder braun, je nach seiner Menge und dem Hitzegrad beim Brennen; bei niedriger Brandtemperatur kann man auch bei größerem Eisengehalt gelbe, selbst ganz blasse Ziegel erzielen. Je mehr die Ziegelsteine beim Brennen sintern, um so dunkler wird ihre Farbe.

Beim ungleichmäßigen Brande, der namentlich in Feldöfen vorkommt, werden die zunächst den Schürigassen geschichteten Ziegel schärfer gebrannt sein als jene, welche nahe den Außenwänden liegen. Erstere sind daher auch oft verschlackt, verdreht oder teilweise abgeschmolzen, während letztere nicht ganz durchgebrannt und mürbe sind. Derart zu wenig gebrannte Ziegel haben geringe Festigkeit und Wetterbeständigkeit und lassen sich zumeist durch ihren dumpfen, hohlen Klang erkennen.

Dachziegel sollen mindestens die Eigenschaft sehr guter Mauerziegel besitzen. Sie müssen möglichst dünn, in Form und Größe ganz gleichmäßig und sehr wetterbeständig sein, weshalb Dachziegel eine etwas verglaste Oberfläche haben sollen.

2. Ungebrannte, künstliche Steine.

a) Kalksandziegel.

Diese werden aus einer steifen Mörtelmasse von 1 Teil Weißkalk, besser hydraulischem Kalk und 5—6 Teilen reschem Quarzsand hergestellt, indem man mittels Ziegelpressen unter hohem Druck Ziegel formt, die man dann in luftigen Schoppen 3—6 Wochen trocknen läßt.

Durch Eintauchen der Ziegel in eine Wasserglaslösung kann eine schnellere Erhärtung erzielt werden.

Diese Ziegel sind leicht herzustellen, besitzen aber größere Sprödigkeit und geringere Widerstandsfähigkeit als gebrannte Ziegel, sind nicht feuerbeständig und lassen sich nur schwer behauen. Sie erfordern eine gute Isolierung gegen Bodenfeuchtigkeit, benötigen jedoch keinen Verputz. Man erzeugt sie meist nur in Gegenden, wo Lehm mangelt, dagegen Sand und Kalk billig ist.

In neuester Zeit werden Kalksandsteine mit einem sehr geringen Kalkzusatz (0.10 bis 0.05 des Sandes) erzeugt, indem man nicht wie beim Mörtel sämtliche Zwischenräume der Sandkörner mit Kalkbrei ausfüllt, sondern die Sandkörner bloß an deren Berührungspunkten mit Kalkbrei verbindet. Die geringe Kalkmenge muß daher ganz gleichmäßig auf die große Sandmasse verteilt werden, was mit besonderen Mischmaschinen in verlässlicher Weise bewirkt wird. Der steife Mörtelbrei wird dann auf Pressen zu Ziegeln geformt, welche behutsam auf Rollwägen geladen und in den Härtekessel gefahren werden, wo sie durch 10—12 Stunden einem Dampfdruck von 9 Atm. ausgesetzt und dann als fertige Ziegel wieder herausgefahren werden.

Im Härtekessel vollzieht sich ein chemischer Prozeß, indem die Kieselsäure an der Oberfläche der Sandkörner sich mit dem daran haftenden Kalk bei Wasserdampf und großer Hitze in wasserhaltigen kieselsauren Kalk verwandelt. Es tritt also an den Berührungsstellen der Sandkörner gleichsam ein Verwachsen der Körner ein, wodurch ein dem Sandsteine ähnliches Gefüge entsteht, der noch vorhandene Überschuß an Kalk, welcher an dem chemischen Vorgange nicht teilgenommen hat, wird durch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft eine weitere Erhärtung, ähnlich wie beim Kalkmörtel erfahren, wodurch das Produkt an Härte immer zunimmt.

b) Schlackenziegel.

Diese werden wie die Kalksandziegel hergestellt, nur wird statt Sand gestoßene, granulirte Hochofenschlacke verwendet. Sie sind ebenso fest und zumeist auch billiger als gebrannte Ziegel, außerdem sehr porös und wetterbeständig.

Das mit solchen Ziegeln hergestellte Mauerwerk trocknet rasch aus und gibt warme trockene Wohnräume. Die Ziegel werden mit einem gleichartigen Mörtel vermauert.

c) Künstliche Sand- und Kalksteine.

Diese haben verschiedene Zusammensetzung, bestehen aber der Hauptsache nach aus reschem Quarzsand, Hochofenschlacke, Abfällen von Kalksteinen, Marmor, Kalk- oder Dolomitsand, welche Materialien mit gelöschtem Weißkalk, Ätzkalk oder Wasserglas vermengt, bezw. verarbeitet werden.

Sie eignen sich zur Herstellung von Kunststeinfassaden, zu Kapitälern, Balustern, Ornamenten, Figuren usw., dann zu Ausbesserungen natürlicher Steine.

Solche und ähnliche Kunststeine werden von Matscheko & Schrödl, dann von Zelenka in Wien hergestellt. Dieses Material ist wetter- und frostbeständig, hat ein dem Naturstein ganz ähnliches Aussehen, eignet sich zu Ausbesserungen von Werkstücken und Steinstufen, ferner zu allerlei Steinmetz- und Bildhauererzeugnissen und für Kunststeinverputz.

d) Zement- und Betonsteine.

Zementsteine werden aus Roman- oder Portlandzement und Sand hergestellt, indem man diese Materialien zu einer Mörtelmasse vermengt, in Formen gießt und an feuchten Orten langsam erhärten läßt. Größere Stücke werden als Betonsteine hergestellt. Dieser Beton wird schichtenweise in die Formen eingebracht und gestampft. Durch Anwendung entsprechender Formen können auf diese Art alle möglichen Gattungen von Bausteinen und ähnliche Erzeugnisse, wie: verschiedene Quadern und Schablonsteine, Stiegenstufen, Gesimse, Pflasterplatten, Ziegel, Dachziegel, Kanalrohre u. dgl. gewonnen werden.

In neuester Zeit werden Gesimsplatten, Stiegenstufen, größere Kanalrohre u. dgl. auch aus Eisenbetonkonstruktion hergestellt. Näheres hierüber, sowie über „Kunststeine“ ist im zweiten Band (Steinmetzarbeiten) enthalten.

Eine besondere Gattung Betonsteine sind die Marmor- oder Mosaikplatten, welche auf folgende Art erzeugt werden: In einen Mörtel aus 1 Teil Portlandzement und 2 Teilen Marmormehl werden verschiedenfarbige Marmorsteinchen (Abfälle) gemengt; diese Masse wird in entsprechende Formen gepreßt, nach dem Erhärten aus der Form genommen und auf einer Seite geschliffen, eventuell auch poliert. Werden die buntfarbigen Steinchen nach einer Musterzeichnung in die Mörtelmasse eingedrückt, so erhält man verschieden gemusterte Platten.

e) Kunsttuffsteine,

auch Bimssand- oder Schwemmsteine genannt, bestehen aus vulkanischer Asche (Bimssand) und Kalk oder Gips; sie werden in Formen gepreßt und dann getrocknet. Solche Steine sind sehr porös und leicht, eignen sich daher zur Herstellung leichter Wände und Gewölbe, für Fachwerksausmauerungen, für Eiskellerbauten als Fußbodenunterlage, dann zur Wärme-Isolierung als Verkleidung von Decken, Wänden, Dampfleitungsrohren, Dampfkesseln usw. Für Außenwände und schwer tragende Wände sind Kunsttuffsteine nicht geeignet.

Die Isoliersteine und Isolierplatten von Grote in Wien bestehen aus Bimssand, Kiesel und Zement, sind daher sehr porös und leicht, dabei auch feuerbeständig und schalldämpfend.

f) Gipsdielen und Spreutafeln.

Diese bestehen aus einer Gipsmasse, welcher leichte, elastische und festbindende Stoffe (Kuhhaare, Federn, Spreu u. dgl.) beigemischt sind und welche mit schwachem Leimwasser angemacht wird.

Die Gipsdielen werden von Fritz Mögler in Wien in Längen von 2·00 m und 2·50 m, in Breiten von 0·20 und 0·25 m, dann in Dicken von 2, 3, 5, 7 und 8 cm hergestellt, sie erhalten in der Längenrichtung eine Einlage von Schilfrohr, Bambus oder dünnen Holzstäbchen.

Zum Schutze gegen Feuchtigkeit können die Gipsdielen bei ihrer Fabrikation auf einer Seite mit Asphaltpappe belegt werden.

Die dickeren Gipsdielen (10—12 cm) erhalten gewöhnlich in der Längenrichtung Hohlkanäle; man nennt sie dann auch Schilfrohrhohltafeln. Solche Tafeln werden in Längen von 1·25 und 2·00 m und Breiten von 30 cm vorrätig gehalten.

Die Spreutafeln werden ohne Rohreinlage und nur als Hohltafeln 10 cm dick, 30 cm breit und 1 m lang erzeugt.

Die aus Gipsdielen, Spreutafeln und Schilfrohrhohltafeln hergestellten Wände sind sofort nach ihrer Fertigstellung trocken, daher können die damit hergestellten Unterkunftsbauten sofort bezogen werden. Gipsdielenwände können auch in gewissem Grade als schalldämpfend und als schlechte Wärmeleiter angesehen werden.

Zur Verbindung der Gipsdielen verwendet man Leimgips und zum Festnageln derselben verzinkte Eisennägeln (siehe Gipsdielenwände im Kapitel Maurerarbeiten).

g) Gipsschlackensteine.

Diese werden aus einem Gemenge von Gips und Kohlschlacke erzeugt und dienen zur Bildung von dünnen Scheidewänden.

Je nach der Verbindungsart dieser Platten an den Stoß- und Lagerfugen hat man verschiedene Systeme zu unterscheiden, von denen einige im II. Band, Maurerarbeiten (dünne Wände), näher erläutert sind.

h) Korkstein.

Dieser besteht aus einem Konglomerat von zerkleinertem, reinem Kork mit mineralischem Bindemittel, unter sehr hohem Drucke zu Steinen oder Platten gepreßt. Er ist von hellgrauer Farbe und geringem (0·25 bis 0·30) spezifischen Gewicht, hat einen schwachen Phenolgeruch, welcher jedoch außen verschwindet, sobald der Korkstein mit einem Mörtelverputz versehen wird, während dieser Geruch ein Einnisten von Ungeziefer im Innern der Korksteine verhindert.

Der Korkstein ist von zähem, elastischem Gefüge und äußerst widerstandsfähig gegen mechanische Einwirkung. Wird eine Messerklinge in den Korkstein eingestoßen und wieder herausgezogen, so schließt sich der dadurch erzeugte Schnitt wie bei einem Korkstück. Korkstein läßt sich sägen und nageln wie Holz oder Kork, verbindet sich gut mit jedem Mörtel und ist unempfindlich gegen Feuchtigkeit und Temperaturwechsel. Vom Wasser wird der Korkstein bei Berührung mit Wasser nur einige Millimeter, unter Wasser infolge seiner porösen Beschaffenheit aber ganz durchdrungen, jedoch in seinem Zusammenhang nicht gestört, so daß er an der Luft ohne jede Veränderung wieder trocknet. Ein Naßwerden während des Transportes schadet daher dem Korksteine nicht, vor der Verwendung muß er jedoch vollständig ausgetrocknet werden.

Wird der Korkstein in solche Räume eingebaut, wo er beständig der Feuchtigkeit ausgesetzt ist (Eiskeller u. dgl.), so kann derselbe durch Einsetzen in geschmolzenes Pech oder durch Auflegen von Dachpappe oder Holzzement gegen Aufnahme der Feuchtigkeit geschützt werden.

Vom Feuer kann der Korkstein nur von außen angekohlt, aber nicht ganz verzehrt werden, wenn die Feuerquelle nach einiger Zeit entfernt wird.

Die Aktiengesellschaft für patentierte Korksteinfabrikation in Mödling bei Wien erzeugt Korksteine in Ziegel- und Plattenform von verschiedener Größe, entweder als Emulgitkorkstein oder als Patent-Reformkorkstein, letztere als besonders wärme-, wasser- und frostbeständig anerkannt.

Der Korkstein eignet sich wegen seiner außerordentlichen Leichtigkeit und Isolierfähigkeit gegen Wärme und Kälte ganz besonders für leichte, dünne, einfache und doppelte Wände, stabile und transportable Baracken, Wand- und Deckenverkleidungen gegen Wärme und Kälte (z. B. Eiskeller u. dgl.), Trockenlegung feuchter Mauern, Gewölbe, Decken und Fußböden, feuersichere Verkleidung von Holz- und Eisenträgern, für Gesimsverkleidung, Dampfkessel, Heißluftkanäle und ähnliche Isolierungen usw. Näheres im II. Band bei Maurerarbeiten „Dünne Wände“.

Für Isolierung von Rohrleitungen bei Dampf-, Warm- und Kaltwasserleitungen werden dem Durchmesser der Rohre entsprechende, halbzyylinderförmige Patent-Korksteinschalen erzeugt.

Für feuersichere Isolierung von Dampfrohren und Zylindern, Hochdruckkessel usw. erzeugt die genannte Firma entsprechend geformte Verkleidungskörper aus feuerfestem Patent-Thermalit-Material.

i) Xylolit (Steinholz), Asbest u. dgl.

Diese sind innige Mischungen von Sägespänen, bezw. Asbestfasern mit verschiedenen mineralischen Stoffen wie Magnesit, Chlormagnesium usw. Dieses Gemenge wird entweder unter hohem Druck zu Platten (für Fußbodenbelag) gepreßt oder, wenn es sich um fugenlose Fußboden handelt, als zusammenhängender Estrich (Flötz) auf eine Betonunterlage u. dgl. aufgetragen.

Die Platten sowie die Estriche sind zähe und fest, sollen auch wetter- und feuerbeständig, wasserdicht und auch fußwarm sein.

Ähnliche Kompositionen sind Legnolit, Parketolit usw. siehe auch „Estriche“ im II. Band.

3. Kalk- und Mörtelmaterialien.

a) Der Weißkalk (Luftkalk).

Weißkalk entsteht durch Brennen von kohlen-saurem Kalk (Kalkstein); dieser verliert hierbei zuerst sein Wasser und in der Weißgluthitze die Kohlensäure, wodurch Kalziumoxyd, sogenannter gebrannter Kalk (Ätzkalk, Weißkalk) entsteht, der bei Berührung mit Wasser unter Aufbrausen und Wärmeentwicklung ablöscht, d. h. zu Pulver zerfällt.

Den besten Weißkalk liefern reine Kalksteine; es eignen sich zum Brennen aber auch solche, die nicht mehr als 10% fremde Beimengungen (Sand und Ton) enthalten. Bei größerem Ton- und Sandgehalt sintern beim Brennen diese Beimengungen mit dem Kalk an der Oberfläche zu kieselsaurer Kalktonerde zusammen, welche das weitere Entweichen der Kohlensäure verhindert; ein solcher Kalk ist im Wasser nicht mehr abzulöschen, er ist **t o t g e b r a n n t**.

α) Das Kalkbrennen.

Das Kalkbrennen geschieht teils in Meilern, teils in Feld- oder gemauerten Kalköfen. Letztere sind entweder für unterbrochenen oder ununterbrochenen Betrieb eingerichtet.

Das Brennen in Meilern (Fig. 8, T. III) ist die primitivste Art und erfolgt in der Weise, daß man aus den größten Kalksteinen zuerst einen gewölbe-

artigen Feuerraum herstellt, dann abwechselnd Lagen von losen Kalksteinen und Kohle zu einem Haufen aufschüttet, welcher dann schließlich mit Reisig und einer entsprechenden Erd- oder Lehmschichte (Mantel) überdeckt wird, in welcher oben Luftöffnungen ausgespart sind.

Die Heizung wird mit stark flammendem Brennstoff — Reisig oder weichem Holze — vorgenommen und so lange fortgesetzt, bis alle Kohlenlagen sich entzündet haben. Der Feuerraum dient dann nur mehr zur Luftzuleitung; zu demselben Zwecke werden nach Bedarf auch in den Mantel entsprechende Löcher gestochen, bezw. wenn nötig, wieder geschlossen. Ist die Kohle verbrannt, so läßt man den Meiler abkühlen und trägt ihn dann ab.

Ist die Möglichkeit geboten, den Meiler in einen Bergabhang einzuschneiden, so wird hiedurch ein Teil der Zuschüttung erspart und die gewachsenen Erdwände werden überdies die Wärme besser halten, wodurch das Brennmaterial besser ausgenützt wird.

Das Brennen in Feldöfen erfolgt analog wie beim Ziegelbrennen durch Aufschichten einer rechteckigen Grundfigur in entsprechender Höhe, mit quer durchlaufenden, mit großen Steinen gewölbten Schürgassen. Die Wände können mit Lehmmauern oder mit Flechtwerk und einer Erdschüttung verkleidet werden.

Wird der Feldofen samt den Schürgassen in Erde versenkt, so entsteht ein Grubenofen (Fig. 9, T. III). Die Heizung erfolgt beim Gruben- und beim Feldofen in ähnlicher Weise, wie dies im nachfolgenden bei den gemauerten Kalköfen beschrieben ist.

Die gemauerten Kalköfen können ebenso eingerichtet sein wie die Ziegelöfen, wobei dann beim Kalkbrennen ein ähnlicher Vorgang wie beim Ziegelbrennen einzuhalten ist. Es kann somit in derlei Öfen nicht nur Kalk, sondern es können in demselben auch gleichzeitig Ziegel gebrannt werden.

Gemauerte Kalköfen mit unterbrochenem Betriebe werden gewöhnlich in der Form eines oben offenen, nach unten sich erweiternden Schachtes angelegt, dessen unterstes Ende eiförmig abschließt. Sie werden in Bergabhänge so eingebaut, daß die Heizöffnung am Fuße des Hanges direkt zugänglich ist, während zur oberen Schachtmündung eine bequeme Kommunikation führt. Vorteilhaft ist die Anlage von zwei oder mehreren, nebeneinander liegenden Kalköfen, wie in Fig. 10, T. III, dargestellt.

Die Füllung des Ofens erfolgt derart, daß zuerst mit den großen Steinen der Feuerraum *F* überwölbt, sodann die übrigen Steine von oben eingeworfen werden. Den Abschluß bewirkt eine Lehmschichte, in der entsprechende Luftöffnungen frei bleiben.

Die Heizung kann bei diesen Öfen mit Holz oder Kohle bewirkt werden. Bei Anwendung von Kohle ist unter dem Feuerraum ein Rost mit Aschenfall anzulegen. Zuerst wird ein mäßiges Feuer unterhalten, damit sich nicht zu rasch Wasserdämpfe entwickeln, wodurch die Steine, namentlich im untern gewölbten Teile, zerspringen und die Schichtung einstürzen würde. Dann wird die Feuerung gesteigert, bis der Rauch verschwindet und am oberen Schachtteile helle Flammen emporsteigen. Der Brand ist dann beendet und der Kalk wird durch die Heizöffnungen herausgeschafft.

Die Ofengröße ist mit zirka 6 m³ Fassungsraum bemessen. Der Brand kann in 24 Stunden beendet sein. Zum Füllen des Ofens, Brennen und Ausschleiben braucht man zirka 3 Tage. Ein Brenner und ein Gehilfe können 2—3 Öfen gleichzeitig bedienen.

Kalköfen mit ununterbrochenem Betriebe. Beim periodischen Betriebe der Kalköfen muß der entleerte Ofen erst abkühlen, bevor wieder eine neue Füllung eingebracht werden kann, wodurch viel Zeit und Wärme ver-

loren geht. Ökonomischer sind daher Öfen, welche einen kontinuierlichen Betrieb gestatten.

Hiebei kann wieder die Holzfeuerung oder die Steinkohlenfeuerung platzgreifen. Letztere ermöglicht einen rascheren und billigeren Betrieb, verursacht aber zumeist eine Verunreinigung des gebrannten Kalkes durch die Berührung mit der meist selbst verunreinigten Steinkohle, während die Holzfeuerung einen reinen Ätzkalk liefert.

Der Kalkofen mit ununterbrochenem Betriebe für Holzfeuerung (Fig. 12, T. III) ist ein Schachtofen. Am unteren Ende des Schachtes sind drei Ausschußöffnungen *a* zum Ausschieben des gebrannten Kalkes und in entsprechender Höhe drei Heizöffnungen *h* mit Aschenfall angebracht.

Die Inbetriebsetzung des Ofens geschieht wieder durch Aufschlichten eines kuppelartigen Gewölbes aus Kalksteinen über den Ausschußöffnungen und Einwerfen der Kalksteine durch die obere Schachtmündung. Das Brennen wird eingeleitet durch ein Feuer, welches am Ofenboden, also in der Höhe der Ausschußöffnungen *a* angefacht und so lange unterhalten wird, bis die unterste Partie gar gebrannt ist, worauf das mürbe gebrannte Gewölbe einstürzt und die oberen Steine nachsinken. Es wird nun das Feuer in die Heizöffnungen *h* verlegt, dort ununterbrochen erhalten, die gebrannten Steine durch die Ausschußöffnungen mit eisernen Krücken herausgezogen und in gleichem Maße des Sinkens der Steine die Nachfüllung durch die obere Schachtmündung bewirkt.

Vor den Ausschuß- und Heizöffnungen befinden sich die Kammern *K*, welche teils zur wettergeschützten Manipulation, teils zur Deponierung des fertigen Kalkes oder des Brennstoffes dienen.

Gewöhnlich wird dieser Zubau bis zum oberen Ende des Ofens aufgeführt, wodurch sich weitere Kammern *W* und *D* ergeben, die als Wohnräume für die Arbeiter und als Requisitendepots verwendet werden können und zur Warmhaltung der Ofenwände beitragen.

Bei diesem Ofen kommt das Brennmaterial mit den Kalksteinen nicht in direkte Berührung, da das Feuer nur in den Heizräumen brennt und bloß die Flammen den Schachtofen durchziehen.

Der Kalkofen mit ununterbrochenem Betriebe für Steinkohlenfeuerung kann nach Fig. 11, T. III, an einer Berglehne erbaut werden. Der Ofenschacht hat im unteren Teile eiserne Roststäbe *r*, die man einzeln herausnehmen und wieder einschieben kann. Von der Einwurföffnung *E* wird abwechselnd eine Lage Kalkstein und eine Lage Kohle eingeworfen, bis der Schacht gefüllt ist.

Im Feuerraum *F* wird zur Inbetriebsetzung ein Holzfeuer so lange unterhalten, bis die unterste Lage der Kalksteine gar gebrannt ist und die unteren Kohlenlagen sich entzündet haben.

Die Roststäbe werden dann einzeln herausgezogen, und wenn der gebrannte Kalk in den Heizraum hinabgefallen ist, wieder eingesetzt. Der gebrannte Kalk wird dann mit Krücken aus der Ausschußöffnung *A* gezogen. Im weiteren Verlaufe der Ofenbedienung werden durch die brennenden Kohlenlagen die darüber befindlichen Kalksteinschichten gar gebrannt, fallen nach Entfernen der Roststäbe herab und werden durch die Ausschußöffnung *A* herausgezogen.

Nach Maßgabe der Menge des herausgeschafften, gebrannten Kalkes bzw. des Nachsinkens bei der Einsatzöffnung *E* wird wieder abwechselnd Kalkstein und Kohle eingeworfen und so der Ofen in ununterbrochenem Betriebe erhalten.

β) Eigenschaften des gebrannten Kalkes.

Die Kalksteine verlieren durch das Brennen bis 50% ihres Gewichtes und 10–20% ihres Volumens. Der gebrannte Kalk zerbröckelt leicht, läßt sich aber noch ganz gut transportieren.

Gut gebrannter Kalk hat eine schmutzigweiße Farbe, rauhe Oberflächen, ist sehr leicht, saugt begierig Wasser auf und zerfällt in feuchter Luft. Man muß ihn daher an trockenen Orten aufbewahren, besser aber möglichst bald ablöschen.

Bei zu geringer Hitze verlieren die Kalksteine nur einen Teil der Kohlensäure. So entstandener Kalk ist dann nur halbgebrannt und läßt sich nicht ablöschen.

γ) Löschen des gebrannten Kalkes.

Beim Übergießen des Ätzkalkes mit einer genügenden Wassermenge zerfällt derselbe unter starker Wärmeentwicklung und bedeutender Volumenvermehrung zu einem weißen Pulver (Kalziumhydrat, Kalkmehl). Diesen Vorgang nennt man das Löschen des Kalkes. Bei weiterem Wasserzusatz zum Kalkpulver und beständigem Umrühren erhält man aus dem gelöschten Kalk Kalkbrei und Kalkmilch.

Die durch die Wärmeentwicklung beim Löschen erzeugten Wasserdämpfe lockern den Kalk und bewirken eine Volumenvermehrung. Man nennt dies das Gedeihen des Kalkes. Dieses hängt größtenteils von der Reinheit des Kalkes, aber auch von der richtigen Wassermenge beim Löschen ab.

Reiner Kalk vermehrt sein Volumen bei richtigem Löschen um das Doppelte bis Dreifache; man nennt ihn fetten Kalk; unreiner, d. h. ton- und sandhaltiger Kalk wird weniger Wasser aufnehmen und sein Volumen beim Löschen nur wenig vermehren, man nennt ihn mageren Kalk.

Zum Löschen von 100 Gewichtsteilen reinen Kalkes sind 32 Gewichtsteile (zirka $\frac{1}{3}$) Wasser erforderlich. Bei geringerer Wassermenge wird die beim Löschen auftretende Temperaturerhöhung zu wenig abgedämpft, es tritt ein teilweises Zusammenbacken der Kalkteilchen ein, der Kalk kann so nicht gedeihen, er wird bröcklig, man nennt ihn dann verbrannt.

Wird zu viel Wasser beim Löschen angewendet, so kann sich die zum Aufschließen des Kalkes — zum Gedeihen — nötige Temperatur überhaupt nicht entwickeln, der Kalk ist dann ersäuft.

Der verbrannte und der ersäufte Kalk fühlt sich sandig an, beide sind zur Mörtelbereitung unbrauchbar.

Vorgang beim Löschen.

Wenig verunreinigter Kalk wird in Kalkreinen mit dem nötigen Wasser übergossen, mit Kalkkrücken zu einer dicken Kalkmilch verrührt und diese dann durch Drahtsiebe in Kalkgruben abgelassen, wo sie längere Zeit eingesumpft bleibt.

Nach dem Verdunsten des Wassers verwandelt sich die Kalkmilch in eine speckige, rissige Masse; die Kalkgrube wird dann mit einer 50 cm hohen Sandschicht bedeckt, damit der eingesumpfte Kalk keine Kohlensäure aus der Luft aufnimmt.

Magerer Kalk wird häufig zum Löschen in Haufen geschichtet, mit einer Sandschicht bedeckt und hierauf spärlich mit Wasser begossen. Die Sandschicht verhindert das Durchdringen der beim Löschen erzeugten warmen Dämpfe, welche das Auflockern und das Gedeihen des Kalkes bewirken. Der auf diese Weise gelöschte Kalk kann ebenfalls zu Kalkbrei verrührt und eingesumpft werden.

Kalkgruben sollen wasserundurchlässig, nicht über 2 m tief und ihre Größe nicht über 60 m³ angelegt werden. Die Wände werden bei sandigem oder schottrigem Boden mit dicht abschließendem Mauerwerk bekleidet und die Sohle mit Ziegel gepflastert und gut abgedichtet. Im Lehmboden genügt eine Verkleidung der Wände mit Brettern.

δ) Eigenschaften des gebrannten Kalkes.

Gebrannter Kalk, der sich gut löschen läßt, liefert gewöhnlich einen guten Grubenkalk. Rückstände beim Löschen (Krebse), welche beim Ablassen der Kalkmilch aus der Kalkreine vor der mit Drahtgeflecht verschlossenen Öffnung liegen

bleiben und dann entfernt werden müssen, sollen vom Gewichte der Gesamtlieferung in Abzug gebracht werden.

Der eingesumpfte Kalk (Grubenkalk) ist weiß und fühlt sich fett und speckig an, wenn er aus reinem Kalkstein gebrannt wurde; magerer, d. h. solcher mit einem Tongehalt bis zu 10% fühlt sich dagegen rau und sandig an und ist mehr grau.

Das Einsumpfen des Kalkes bezweckt das vollkommene Aufschließen der Kalkteile zu Kalziumhydrat; je länger der Kalk eingesumpft bleibt, desto vollkommener erfolgt die Auflösung der ungelöschten Kalkteilchen und desto besser wird der Kalk.

Zum gewöhnlichen Mauern soll der Kalk mindestens 8 Tage, für Verputzarbeiten 3 Wochen sumpfen; er kann aber auch jahrelang eingesumpft bleiben, wenn er gut mit Sand bedeckt ist und das Regenwasser von der Grube abgeleitet wird.

Der Kalk soll aus der Grube nur schichtenweise ausgestochen und wieder mit Sand bedeckt werden.

Der reine Kalkbrei erhärtet an der Luft unter Abgabe von Wasser und Aufnahme von Kohlensäure, also durch allmähliche Umwandlung des Kalkhydrates in Kalziumkarbonat, hierbei schwindet der Kalk sehr stark und erhält viele Risse. Um nun der Bildung der letzteren vorzubeugen und um an Kalk zu sparen, wird der Kalkbrei bei der Verwendung im Baufache meist mit Sand gemengt und dieses Gemenge Mörtel genannt.

b) Der Weißkalk- oder Luftmörtel.

Der Weißkalk- oder Luftmörtel ist ein Gemenge von Grubenkalk mit Sand und dem nötigen Wasser, welche Materialien zu einem wenig steifen Brei innig vermischt werden.

Er hat die Eigenschaft, an der Luft langsam zu einer steinartigen Masse zu erhärten, indem, wie vorerwähnt, der Kalk Kohlensäure aus der Luft aufnimmt, dabei das Hydratwasser verliert und sich allmählich wieder zu dem im Wasser schwer löslichen kohlensauren Kalk umwandelt, wodurch die Sandkörner fest miteinander verkittet werden.

Dem Sande wird in der Regel so viel Kalkbrei beigemischt, daß damit alle Hohlräume zwischen den Sandkörnern ausgefüllt werden.

Die Größe der Hohlräume zwischen den Sandkörnern kann dadurch ermittelt werden, daß man in ein mit Sand gefülltes Gefäß so viel Wasser gießt, bis es die Sandoberfläche erreicht hat. Das Volumen des eingegossenen Wassers gibt dann die zur Mörtelbereitung erforderliche Menge von Kalkbrei an. Grober Sand erfordert im allgemeinen mehr Kalk als feiner, fetter Kalk wieder mehr Sand als magerer.

Sand und Wasser müssen rein, insbesondere frei von erdigen und organischen Bestandteilen und Salzen sein. Lösliche Salze sind Ursache der lästigen, feuchten Ausscheidungen am Mauerwerk. Meerwasser darf demnach nicht zur Mörtelbereitung genommen werden.

Die Feinheit des Sandes, d. h. die Korngröße soll sich nach der Gattung des Mauerwerkes richten, von der wieder die Fugenstärke abhängt. Für Quadermauerwerk und Pflasterungen mit engen Fugen soll ganz feiner Sand verwendet werden, für Ziegelmauerwerk mittelfeiner und für Bruchsteinmauerwerk grober Sand; letzterem soll man aber auch etwas feinen Sand beimengen, da wegen der großen Zwischenräume sonst zu viel Kalk erforderlich wäre.

Der beste Sand ist scharfkantiger Quarzsand, nach diesem Dolomit- und Kalksand; schlechter sind die blättrigen Sande aus Hornblende- und Glimmergesteinen. Vulkanischer Sand (Bimssteinsand) und zerkleinerte Hochofenschlacke geben auch einen guten Sand.

α) Die Mörtelerzeugung.

Die Mörtelerzeugung erfolgt gewöhnlich in Kalk- oder Mörtelreinen, indem man zuerst den Grubenkalk — oft auch frisch gelöschten Kalk — mit einer entsprechenden Wassermenge zu Kalkmilch verrührt und unter beständigem Rühren das nötige Sandquantum zugibt.

Bei sehr großem Bedarf an Mörtel kann derselbe auch mit Mörtelmaschinen erzeugt werden, welche verschiedenartige Konstruktionen besitzen. Eine häufig verwendete Konstruktion besteht aus geneigt aufgestellten Hohlzylindern, in deren Innern sich drehbare Mengvorrichtungen befinden. Am oberen Ende des geneigten Zylinders werden die Mörtelmaterialien eingeschüttet; unter ständigem Wasserzulauf passieren sie die Mengvorrichtung im Zylinder und gelangen als fertiger Mörtel am unteren Ende zum Ausflusse.

Die Zusammensetzung des Mörtels richtet sich nach der Beschaffenheit der Mauersteine; poröse Steine und Ziegel erfordern dünnen, dichte Steine aber dickeren Mörtel.

Guter Mörtel soll nicht zu viel, aber auch nicht zu wenig Kalkbeimengung haben, er darf also nicht zu fett, aber auch nicht zu mager sein. Von einer schräg gestellten Mauerkelle soll der Mörtel nur langsam abfließen, die Kelle aber nicht weiß färben.

Für aufgehendes Mauerwerk sind folgende Mischungsverhältnisse gebräuchlich, und zwar:

| | | | | | | | | |
|---|------|-------|---|-------|-------|-----------------|------|---------|
| 1 | Teil | Kalk, | 2 | Teile | Sand, | 1 | Teil | Wasser, |
| 1 | „ | „ | 3 | „ | „ | 1 $\frac{1}{4}$ | „ | „ |
| 1 | „ | „ | 4 | „ | „ | 1 $\frac{1}{2}$ | „ | „ |

β) Der Erhärtungsprozeß.

Der Erhärtungsprozeß des verarbeiteten Mörtels geht um so schneller vor sich, je mehr dieser der Luft ausgesetzt ist, weil dadurch die Aufnahme der Kohlensäure aus der Luft und die Abgabe des Wassers beschleunigt wird.

Das Erhärten geht in zwei Stadien vor sich. Zuerst erstarrt der Mörtelbrei zu einer festen, aber noch zerreiblichen Masse, welchen Vorgang man das „Anziehen“ nennt; sodann erfolgt das eigentliche Erhärten.

Das Anziehen ist nur ein Trocknen des Mörtels infolge Wasserverluste durch Verdunstung, Absaugen und Druck. Hiebei rücken die gequollenen Kalkkörner näher aneinander und schließen an den Sand und die Steine innig an.

Das eigentliche Erhärten ist ein chemischer Prozeß, bei dem das Kalkhydrat unter Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft in Kalziumkarbonat (kohlen-sauren Kalk) verwandelt wird. Letzteres umzieht die Oberflächen der Sandkörner und der Mauersteine mit einem dünnen Häutchen und bindet diese nach Maßgabe des Luftzutrittes immer fester zusammen.

Der Erhärtungsprozeß und das gleichzeitige Austrocknen des Mauerwerkes erfolgt naturgemäß von außen nach innen. Dicke Mauern brauchen daher längere Zeit zur Erhärtung des Mörtels als dünne.

Bei zu großer Wärmeentwicklung (Sonnenhitze oder Ausheizen) bildet sich zwar auch kohlensaurer Kalk, aber nicht als dünnes, die Sandkörner umgebendes Häutchen, sondern bloß als eingemengtes Pulver ohne wesentlichen Zusammenhang. Dasselbe tritt in erhöhtem Maße auch bei Frost ein. Der Mörtel soll daher schon einen gewissen Grad des Erhärtungsprozesses durchgemacht haben, bevor er größerer Wärme oder Kälte ausgesetzt wird.

Auch das rasche Entziehen des Wassers durch die Anwendung sehr trockener Ziegel beeinträchtigt den Erhärtungsprozeß, weshalb die Ziegel vor dem Gebrauche in Wasser getaucht werden sollen.

In starker Hitze wird der im Luftmörtel vorhandene Kalk mürbe und zerfällt, während er sich im Wasser vollständig auflöst.

Der Luftmörtel kann daher zu Feuerungsanlagen und bei Mauerwerk unter Wasser nicht verwendet werden.

c) Hydraulische Bindemittel.

Hydraulische Bindemittel sind jene, welche zumeist in kürzerer Zeit als der Luftmörtel und unter Wasser erhärten (abbinden).

Man unterscheidet:

α) Hydraulische Zuschläge.

Das sind natürliche oder künstliche Stoffe, welche, dem Luftkalk beigemischt, demselben hydraulische Eigenschaften verleihen. In der Natur vorkommende derlei Produkte vulkanischen Ursprunges sind:

Traß, der aus Traßstein (vulkanischer Tuff) erzeugt und in Deutschland (an den Abhängen des Eifelgebirges) gefunden und verwendet wird.

Santorinerde (von den griechischen Inseln) wird am Mittelmeer als Zuschlag zum Weißkalk verwendet und liefert so einen vorzüglichen hydraulischen Mörtel, der aber seine Härte nur dann behält, wenn er beständig unter Wasser bleibt.

Puzzolanerde (bei Neapel gefunden) ist ein Tuffgestein von körniger, etwas poröser Struktur. Sie bildet mit Weißkalk gemengt einen sehr guten hydraulischen Mörtel.

Künstliche Zuschläge sind Hochofenschlacke, gebrannter Ton, Ziegelmehl, Asche von Braun- und Steinkohle usw. Von diesen wird nur die Hochofenschlacke in größerer Menge zur Erzeugung des sogenannten Schlackenzementes verwendet. Näheres hierüber siehe unter „Schlackenzemente“.

β) Hydraulische Kalke.

Dies sind Kalke mit Kieselsäuregehalt. Sie werden erzeugt durch Brennen von Kalkmergeln oder Kieselkalcken unterhalb der Sintergrenze (so daß sie noch freien Kalk enthalten) und nachfolgendes Begießen mit wenig Wasser, wodurch die Stücke gelöscht werden und zu Pulver zerfallen. Hydraulischer Kalk wird entweder in Stücken oder in Pulver geliefert.

Die besten hydraulischen Kalke liefern Mergel mit 20—25% Tongehalt. Das Brennen erfolgt mit Steinkohle oder Koks in Schachtöfen mit ununterbrochenem Betriebe.

Hydraulischer Kalk bindet immer langsam ab und wird mit der Zeit luft- und wasserbeständig. Er kann zu langsam fortschreitenden Luft- oder Wasserbauten, die keine hohe Anfangsfestigkeit erfordern, verwendet werden.

γ) Romanzement (früher auch Zementkalk genannt)

Romanzemente sind Produkte, die durch Brennen von tonreichen Kalkmergeln unterhalb der Sintergrenze gewonnen werden und bei Benetzung mit Wasser sich nicht löschen, daher mechanisch pulverisiert werden müssen.

In gepulvertem Zustande sind sie erdig, körnig, gelblich- bis rötlichbraun; angemacht erwärmen sie sich je nach der Erzeugungsart und der Dauer der Ablagerung verschieden. Sie haben unter allen hydraulischen Bindemitteln die kürzeste Abbindezeit; die Erhärtung beginnt meist schon nach wenigen Minuten.

Romanzemente eignen sich besonders zu Bauten unter Wasser und dort, wo es sich um rasches Dichten, Trockenlegen und rasche Formgebung und erst in zweiter Linie um Festigkeit handelt.

5) Portlandzemente.

Diese sind Erzeugnisse, welche aus natürlichen Kalkmergeln oder künstlichen Mischungen ton- und kalkhaltiger Stoffe durch Brennen bis zur Sinterung und darauf folgende Zerkleinerung bis zur Mehlfeinheit gewonnen werden. (Die Bezeichnung Portlandzement rührt von einem in England viel verwendeten Stein, Portlandstein genannt her, welcher dem erhärteten Zement ähnelt.)

Man unterscheidet also natürliche und künstliche Portlandzemente. Die natürlichen werden durch Brennen von Kalkmergeln erhalten, die ohne Nachteil bis zur Sinterung gebrannt werden können.

Die künstlichen werden durch Brennen einer Mischung von Ton und Kalk erhalten. Der gebrannte und dann abgelöschte Kalk eignet sich zu dieser Mischung besser; da dessen Verwendung jedoch zu teuer zu stehen kommt, so wird meist dichter Kalkstein oder festerer Mergel ungebrannt, jedoch gemahlen zur Mischung verwendet.

Die Erzeugung von künstlichem Portlandzement beruht im allgemeinen darauf, daß Ton und Kalk in fein gepulvertem Zustand innig vermischt, aus dieser Mischung Ziegel geformt und diese bis zur Glut, d. h. bis zur Sinterung gebrannt werden. Die gebrannten Ziegel (Klinker) werden sodann wieder zerkleinert und fein gemahlen und ergeben so den fertigen Zement.

Der Portlandzement ist ein sich scharf anführendes, graues Pulver mit grünlichem Schimmer, das viel dichter und daher auch viel schwerer ist als das des Romanzementes. Auf das gleiche Volumen geht somit mehr Zementmasse, weswegen er einen viel dichteren, festeren und widerstandsfähigeren Mörtel gibt als Romanzement.

Portlandzement hat von allen Zementen die größte Bindekraft. Er bindet im allgemeinen langsam ab, doch kann er durch geeignete Zusätze auch rasch bindend gemacht werden. Bei längerem Lagern an einem trockenen Ort verändert er sich, er wird feiner, bindet langsamer ab und wird volumbeständiger, daher im allgemeinen besser.

Portlandzement ist zu allen Bauten an der Luft oder unter Wasser zu verwenden, besonders zu solchen, die eine rasche Erhärtung, Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Abnutzung erfordern.

Bei Wasserbauten soll der Portlandzement abgebunden haben, bevor er der Einwirkung des Wassers ausgesetzt wird; bei Luftbauten ist er in der ersten Zeit der Erhärtung gleichmäßig feucht zu erhalten, weil er langsam abbindet und hiezu Wasser benötigt.

Unter Abbinden der Zemente versteht man das nach einiger Zeit eintretende Erstarren des mit Wasser zu knetbarem Brei angemachten Zementes. Dieser hat abgebunden, wenn seine Oberfläche einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht.

Nach dem Abbinden beginnt die Erhärtung, die oft erst nach Jahren mit der größten Festigkeit endigt. Das Abbinden, sowie das Erhärten sind eine Folge chemischer Prozesse, die sich unter der Einwirkung der Luft und des Wassers auf die Bestandteile des Zementes vollziehen.

Gegen die Einwirkung des Frostes ist der Portlandzement am widerstandsfähigsten von allen hydraulischen Bindemitteln, nur muß er mit wenig Wasser verarbeitet werden. Hat er einmal abgebunden, so ist selbst starker Frost für ihn ohne jeden Nachteil.

Selbst bei strenger Kälte kann mit Portlandzement im Freien gearbeitet werden, wenn nur wenig und vorgewärmtes Wasser, eventuell auch vorgewärmter Sand verwendet wird, wodurch man die Abbindezeit herabmindert und das Frieren des Wassers während der nötigen Abbindezeit hintanhält.

Größere Sonnenhitze wird der Erhärtung des Portlandzementes nicht nachteilig sein, wenn die hierfür notwendige Feuchtigkeit vorhanden ist.

Gegen Frost kann man die Zementarbeiten durch Zudecken mit Stroh und Brettern oder durch eine hinreichende Sand- oder Erdschicht schützen. Gegen das zu rasche Austrocknen in der Sonne empfiehlt sich bei Zementarbeiten ebenfalls der Auftrag einer Stroh-, Erd- oder Sandschicht, die — mit Wasser begossen — die nötige Feuchtigkeit erhält.

Auch Hitzegrade von 200—300° C beeinflussen die Festigkeit des erhärteten Portlandzementes nicht nachteilig. Bei Rotgluthitze wird er jedoch mürbe.

e) Prüfung der Zemente.

Mit Rücksicht auf die weit verbreitete und verschiedenartige Anwendung der Portland- und Romanzemente im Bauwesen, sowie die Wichtigkeit dieser Baumaterialien ist es notwendig, bei jedem größeren Baue eine eingehende Prüfung des zur Verwendung bestimmten Zementes vorzunehmen und — zur Ermittlung der Gleichmäßigkeit der Ware — auch während der Lieferung die Prüfungen zu wiederholen.

Um in dieser Beziehung einen einheitlichen Vorgang zu ermöglichen, hat der Österr. Ingenieur- und Architekten-Verein eigene Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portlandzement und Romanzement herausgegeben.

Im folgenden werden diese Bestimmungen auszugsweise, mit einigen Erläuterungen angeführt:

Verpackung und Gewicht. Portland- und Romanzement ist nach dem Gewichte und der Preisstellung für 100 *kg* Brutto zu handeln.

Normalgewicht der Fässer bei Portlandzement 200 *kg* Brutto, bei Romanzement 250 *kg* Brutto.

Die Lieferung ist auch in Säcken zulässig, mit dem Normalgewicht von 60 *kg* Brutto.

Schwankungen im Einzelbruttogewicht können bis zu 2% nicht beanstandet werden.

Das Gewicht der Packung darf bei Fässern nicht mehr als 5%, bei Säcken höchstens 1.5% des Bruttogewichtes betragen.

Die Fässer und Säcke sollen die Firma der Fabrik, das Wort „Portland-(Roman-)Zement“ und die Bezeichnung des Bruttogewichtes tragen. Säcke müssen plombiert sein.

Abbindeverhältnisse. Die Portland- und Romanzemente sind rasch, mittel oder langsam bindend.

Raschbinder sind solche Portland-(Roman-)Zemente, deren Erhärtungsbeginn an der Luft ohne Sandzusatz, vom Momente der Wasserzugabe an gerechnet, innerhalb 10 (7) Minuten eintritt, Langsambinder solche, deren Erhärtungsbeginn über 30 (15) Minuten hinausfällt. Zwischen den rasch und langsam bindenden Zementen werden die mittel bindenden eingereiht.

Die Ermittlung des Erhärtungsbeginnes ist vor Verwendung eines Zementes, besonders bei Raschbindern notwendig, weil bis zur Zeit des Eintrittes der Erhärtung der Zement verarbeitet sein muß, wenn er an Bindekraft nicht verlieren soll.

Die Abbindezeit läßt sich auf einfache Weise dadurch bestimmen, daß man Zement mit dem entsprechenden Quantum reinen Wassers bei Langsam- und Mittelbindern 3 Minuten, bei Raschbindern 1 Minute lang zu Brei anrührt, denselben auf eine gereinigte Glasplatte in solcher Konsistenz gießt, daß er sich von selbst zu einem dünnen 1—1.5 *cm* hohen, an den Rändern dünn auslaufenden Kuchen formt. Sobald die Oberfläche des Kuchens einem leichten Druck mit dem Fingernagel widersteht, hat der Zement abgebunden.

Diese Probe soll bei einer Temperatur von 15—18° C bewirkt und der abbindende Kuchen vor Zugluft und Sonne geschützt werden.

Genauere Proben können mit dem Konsistenzmesser, einem in einer Führung befindlichen Messingstab von 1 cm^2 Querschnitt und 300 g Gewicht, und der Normalnadel (Stahlnadel) mit 1 mm^2 Querschnitt und 300 g Gewicht gemacht werden. Man rührt 400 g Zement 3, bezw. 1 Minute mit Wasser zu einem steifen Brei und füllt diesen in die zum Apparat gehörige Hartgummidose von 8 cm Durchmesser und 4 cm Höhe, die auf eine Glasplatte, welche gleichzeitig den Boden der Dose bildet, aufgesetzt wird. Nun wird der Konsistenzmesser auf den Brei aufgesetzt; dringt er infolge seines Eigengewichtes von 300 g in den Brei ein und bleibt er mit dem unteren Ende 6 mm über dem Boden stecken, so hat der Brei die für die Prüfung vorgeschriebene Normalkonsistenz. Ist dies nicht der Fall, so muß der Wasserzusatz so lange geändert werden, bis der Brei die Normalkonsistenz besitzt.

Mit solchem Brei kann nun die Abbindezeit ermittelt werden, indem die Dose mit Brei gefüllt und eben abgestrichen und sodann die Normalnadel wiederholt behutsam aufgesetzt wird.

Kann die Nadel bei dem wiederholten Aufsetzen nicht mehr bis zum Boden durchdringen, so hat die Erhärtung begonnen; erfolgt sodann auch an der Oberfläche des Breies (Kuchen) kein merkbares Eindringen mehr, so hat der Zement abgebunden. Die Zeit vom Momente der Wasserzugabe bis zu diesem Zeitpunkte heißt Abbindezeit.

Bei der Abbindeprobe soll die Temperatur der Luft, sowie die des verwendeten Wassers $15\text{--}18^\circ\text{ C}$ besitzen.

Da der Portlandzement die Eigenschaft besitzt, beim Abbinden eine beträchtliche Wärme zu entwickeln, so kann zur Ermittlung der Abbindezeit auch die Messung der Wärmeänderung angewendet werden. Hierzu wird in den angemachten und gegen die Einwirkung der Außentemperatur gut zu schützenden Zementbrei ein Thermometer eingeführt und dessen Temperaturanzeigen in kurzen Intervallen notiert. Durch Auftragen der Zeitintervalle als Abszissen und der Wärmegrade als Ordinaten erhält man Abbinde- und Wärmekurven. Die Abbindezeit des Zementes reicht dann bis zum Gipfelpunkt der Wärmekurve.

Volumenbeständigkeit. Portland- und Romanzement soll sowohl an der Luft als auch unter Wasser volumenbeständig sein, d. h. er muß mit Wasser ohne Sandzusatz angemacht, an der Luft sowie im Wasser die beim Abbinden angenommene Form dauernd beibehalten.

Schlechte Zemente, z. B. solche, die mehr als 3% wasserfreien, schwefelsauren Kalk oder ungebrannten Gips enthalten, erleiden nach dem Abbinden eine Volumenvergrößerung, die man *Treiben* oder *Quellen* nennt, wodurch unter allmählicher Lockerung des Zusammenhanges eine Zerklüftung der Zementmasse herbeigeführt wird, die oft mit deren gänzlichem Zerfall endigt.

Ein solcher Zement gefährdet die Solidität der damit hergestellten Bauten in hohem Maße, weswegen die Volumenbeständigkeit jedes Zementes verlangt werden muß.

Die Prüfung der Volumenbeständigkeit des Zementes soll sowohl an der Luft (Darrprobe) als auch unter Wasser (Kuchenprobe) vorgenommen werden, da es auch Zemente gibt, die nur in einem dieser Elemente volumenbeständig sind.

Darrprobe (Luftprobe). Zementbrei in Normalkonsistenz wird auf Glasplatten in Kuchen von etwa 10 cm Durchmesser und 1 cm Dicke ausgebreitet. Die Kuchen werden nach 24stündiger Lagerung in feucht gehaltenen Kästen auf Metallplatten in einem Trockenschrank einer Wärme ausgesetzt, die allmählich auf 120° C gesteigert und auf dieser Höhe 2—3 Stunden gehalten wird.

Kuchenprobe (Wasserprobe). Kuchen von etwa 10 cm Durchmesser und 1 cm Dicke in der Mitte, nach dem Rande aber dünn auslaufend, werden nach 24stündiger Lagerung in feuchter Luft, 27 Tage im Wasser aufbewahrt.

Bei beiden Proben dürfen die Kuchen keine Verkrümmungen oder gegen die Ränder hin sich erweiternde Kantenrisse (radialer Richtung) erleiden.

Bei Romanzement werden an Stelle der Darrprobe die Kuchen weitere 27 Tage an der Außenluft, vor Einwirkung der Sonnenstrahlen und vor Wind geschützt, aufbewahrt.

Eine verlässliche Erprobung der Zemente auf ihre Volumenbeständigkeit kann nur im heißen Wasser (100° C) bewirkt werden.

Feinheit der Mahlung. Beide Zementgattungen sollen so fein als möglich gemahlen sein, weil die Festigkeit, Adhäsion und Wasserundurchlässigkeit eines Zementmörtels mit der Feinheit der Mahlung des Zementes wächst.

Beim Portlandzement darf der Sieberückstand auf einem Sieb von 0.05 mm Drahtstärke mit 4900 Maschen pro 1 cm² nicht mehr als 35%, auf einem gleichen Sieb mit 900 Maschen per 1 cm² nicht mehr als 10% betragen.

Beim Romanzement darf der Sieberückstand auf einem Sieb von 0.07 mm Drahtstärke mit 2500 Maschen per 1 cm² nicht mehr als 36%, auf einem Sieb von 0.1 mm Drahtstärke mit 900 Maschen per 1 cm² nicht mehr als 18% betragen.

Zu jeder Siebprobe sind 100 g Zement zu verwenden.

Bindekraft (Festigkeitsverhältnisse). Da der Zement in der Praxis meist nur in der Mischung mit Sand verwendet wird, so ist es notwendig, seine Bindekraft auch in einer solchen Mischung zu prüfen. Als normale Mischung gilt das Gemenge von 1 Gewichtsteil Zement mit 3 Teilen Normsand (reiner Quarzsand, der ein Sieb von 64 Maschen per 1 cm² passiert, auf einem Sieb mit 114 Maschen per 1 cm² aber liegen bleibt).

Aus dieser Mischung werden bei Wasserzusatz Probekörper von der in Fig. 13, T. III, dargestellten Form und 5 cm² Zerreißquerschnitt hergestellt, die für die Prüfung der Zugfestigkeit dienen und Würfel von 50 cm² Seitenfläche (7.07 cm Seitenlänge), die für die Prüfung der Druckfestigkeit dienen. Sämtliche Probekörper sind 1 Tag an der Luft (in einem feuchten Raum) und bis zur Probevornahme unter Wasser aufzubewahren.

Als maßgebende Probe gilt die Druckprobe nach 28 tägiger Erhärtungsdauer; zur Kontrolle für die Gleichmäßigkeit des gelieferten Zementes dient die Zugprobe nach 7- und 28 tägiger Erhärtungsdauer.

Langsam und mittelbindende Portland-(Roman-)Zemente sollen nach 28 tägiger Erhärtungsdauer eine Minimalzugfestigkeit von 15 (10) kg per cm² und eine Minimaldruckfestigkeit von 150 (80) kg per 1 cm² besitzen; nach 7 tägiger Erhärtung eine Minimalzugfestigkeit von 10 (5) kg per cm².

Raschbindende Portland-(Roman-)Zemente sollen nach 28 tägiger Erhärtung eine Minimalzugfestigkeit von 12 (8) kg und eine Minimaldruckfestigkeit von 120 (60) kg per cm² besitzen; nach 7 tägiger Erhärtung eine Minimalzugfestigkeit von 8 (4) kg per cm².

Das Mittel aus den vier besten Resultaten von sechs geprüften Körpern hat als die mittlere Festigkeit in der betreffenden Altersklasse zu gelten.

Aufbewahrung der Zemente. Diese darf nur in trockenen, womöglich vor Luftzug geschützten Räumen erfolgen. Die Fässer oder Säcke dürfen der Erdfeuchtigkeit wegen niemals auf die bloße Erde gelegt werden. Da die Zemente durch längeres Lagern ihre Qualität verbessern und langsamer abbinden, so sollen sie womöglich erst 4—8 Wochen nach ihrer Erzeugung zur Verwendung gelangen.

Durch länger andauernde Lagerung wird die Abbindezeit wieder kürzer und kann bis auf die Anfangsabbindezeit, eventuell auch darunter fallen.

Da feuchte Luft oft ein geringes Treiben der Zemente in den Fässern verursacht, wodurch häufig die mittleren Faßreifen gesprengt werden, so soll man Fässer nicht höher als in zwei Reihen übereinander schichten.

Die für die Übernahme von Portlandzementen eventuell aufgestellten Bedingungen bezüglich der spezifischen Gewichte dieser Zemente sind belanglos und können entfallen, weil gute und schlechte Zementqualitäten ein und dasselbe spezifische Gewicht haben können.

7) Schlackenzemente.

Läßt man flüssige, glühende Hochofenschlacke in kaltes Wasser fließen, so bildet sich ein mehr oder weniger grober Schlackensand, den man granulierte Schlacke nennt.

Gewisse basische Hochofenschlacken besitzen im granulierten Zustande wertvolle hydraulische Eigenschaften, weswegen man auf die Idee kam, solche Schlacken an Stelle der Tonerde zur Zementfabrikation zu verwenden. Heute ist der Schlackenzement bereits ein sehr beachtenswerter Konkurrent der Portland- und Romanzemente und wird schon von vielen Fabriken erzeugt.

Je nach der Erzeugungsart unterscheidet man den „ungebrannten Schlackenzement“, auch kurzweg „Schlackenzement“ genannt und den „gebrannten Schlackenzement“, auch „Portlandschlackenzement“ oder „Eisenportlandzement“ genannt.

Schlackenzement. Dieser wird in Österreich in Königinhof in Böhmen und Witkowitz in Mähren in größeren Mengen erzeugt.

Die Herstellungsweise besteht darin, daß trockene granuliert Schlacke bis zur Mehlfeinheit gemahlen und sodann im entsprechenden Verhältnis mit pulverisiertem, gelöschtem Kalk innig gemischt wird.

Es darf nur basische Hochofenschlacke verwendet werden, die überdies nur bei heißem Gange des Hochofens brauchbar gewonnen werden kann. Der zu verwendende Kalk muß vollständig gelöscht und gepulvert sein. Teile von unvollständig gelöschtem Kalk würden ein Treiben und Rissigwerden des Schlackenzementes nach seiner Verwendung verursachen.

Der Schlackenzement bedarf nach erfolgter Mischung seiner Bestandteile keine weitere Lagerung mehr wie andere Zemente, um seine hydraulischen Eigenschaften zu erhöhen; er soll im Gegenteil in frischem Zustande verwendet werden.

Ein Kubikmeter lose geschütteter Schlackenzement wiegt 800—900 kg; er ist also viel leichter als Portlandzement, der, lose geschüttet, 1200—1500 kg pro Kubikmeter wiegt. Um einen Vergleich beider Zemente zu ermöglichen, soll daher die zu einem Beton oder Mörtel verwendete Zementmenge nur nach dem Gewicht zugemischt werden.

Schlackenzement bindet nur langsam ab; in der Kälte verzögert er in viel höherem Grade seine Abbindung als Portlandzement. In bezug auf Festigkeit, Erhärtung, Volumen- und Wetterbeständigkeit, besonders auf Wasserdichtigkeit kann er dem Portlandzement nahegestellt werden.

Schlackenzement wird zu Luft- und Wasserbauten verwendet. Bei Luftbauten muß derselbe gerade so wie der Portlandzement in den ersten 14 Tagen nach erfolgter Herstellung vor raschem Austrocknen geschützt werden (Begießen mit Wasser, Zudecken usw.), weil er in trockener Luft leichter seine Feuchtigkeit abgibt und damit an Bindekraft verliert. Für Wasserbauten, sowie solche in feuchter Erde ist Schlackenzement wegen großer Wasserdichtigkeit der damit hergestellten Mauerkörper besonders geeignet, wenn diese langsam ausgeführt werden und anfangs keine hohe Festigkeit notwendig ist. Man muß also dem Schlackenzement genügend Zeit zum Erhärten lassen.

Eisenportlandzement (gebrannter Schlackenzement). Dieser wird in fast allen Schlackenzementfabriken Deutschlands erzeugt. Die Erzeugung erfolgt auf gleiche Weise wie die des Portlandzementes, nur wird als Rohstoff an Stelle von Ton granuliert, basische Hochofenschlacke verwendet. Dem fertigen Produkt wird in neuerer Zeit überdies bis zu 30% granuliert, geglühte und gemahlene Hochofenschlacke zugesetzt.

Der Eisenportlandzement hat in Deutschland und Belgien weit verbreitete Anwendung gefunden. Die Einschränkung bei Schlackenzement, der nur in feuchter Luft, bzw. bei Feuchthaltung in der ersten Erhärtungsperiode absolut sicher zu

verwenden ist, hat für Eisenportlandzement keine Giltigkeit und kann derselbe, wie ein aus natürlichen Rohstoffen erzeugter Portlandzement überall mit Sicherheit zur Verwendung gelangen.

Er weist durchwegs die gleichen, oft sogar bessere Eigenschaften als der Portlandzement auf.

Bei Arbeiten im Wasser zeigt er dieselben vorzüglichen Eigenschaften wie ein Schlacken-zement. Im ganzen betrachtet muß er als ein ausgezeichnetes, dem aus natürlichen Rohstoffen erzeugten Portlandzement vollkommen gleichwertiges, hydraulisches Bindemittel bezeichnet werden. Es ist daher zu bedauern, daß seine Fabrikation und Verwendung in Österreich noch keinen Eingang gefunden hat.

Die Prüfung der Schlacken- und Eisenportlandzemente kann in ähnlicher Weise wie die der Portlandzemente vorgenommen werden.

d) Hydraulische Mörtel (Wassermörtel).

Diese sind Gemenge von hydraulischen Bindemitteln mit Sand und Wasser. Sie erhärten im Wasser zu einer steinharten Masse und bleiben sowohl in der Feuchte als auch im Wasser hart. Sie werden daher in allen Fällen verwendet, in denen das Mauerwerk der Feuchte oder Nässe ausgesetzt ist.

Als Luftmörtel werden sie dort verwendet, wo es sich um besondere Festigkeit, d. h. Tragfähigkeit, um Dauerhaftigkeit und schnellere Ausführung handelt.

Je nach dem Bindemittel unterscheidet man hydraulische Kalkmörtel und Zementmörtel.

Der hydraulische Kalkmörtel wird ähnlich wie der Luftkalkmörtel erzeugt, aber anfänglich mit so wenig Wasser gemengt, daß er die Konsistenz feuchter Gartenerde besitzt. Erst an der Verbrauchsstelle wird das noch nötige Wasser zugesetzt und der Mörtel nochmals durchgearbeitet. Die Verwendung dieses Mörtels muß vor der Abbindezeit, also vor Ablauf eines halben Tages erfolgen.

Der Zementmörtel findet die größte Verwendung im Betonbau.

Er darf nur in kleineren Partien, nahe der Verbrauchsstelle erzeugt werden und ist gleich, mindestens aber vor dem Abbinden zu verarbeiten. Bereits abgebundener, steifer Mörtel darf nicht wieder mit Wasser angerührt und unter keiner Bedingung mehr verwendet werden.

Reiner Zement ohne Sandzusatz wird nur selten und nur unter Wasser zur Ausfüllung von Sprüngen und Rissen, Verstopfung von Quellen, dann zur Befestigung von Eisen in Stein an Stelle von Blei oder Schwefel verwendet. An der Luft ist er nicht zu verwenden, weil er rissig wird.

Durch Sandzusatz wird bei schnellabbindenden Portlandzementen deren Abbindezeit nur ganz wenig, bei langsam abbindenden Zementen jedoch schon beträchtlich verlängert.

Langsam bindende Zemente sind im allgemeinen den rasch bindenden vorzuziehen; nur bei Wasserandrang, bei Frostwetter, bei Verputzarbeiten u. dgl., wo ein rasches Abbinden gefordert wird, müssen raschbindende Zemente angewendet werden.

Der Sand für den Zementmörtel soll resch und rein sein, ist daher eventuell vor der Verwendung zu waschen. Er soll auch entsprechend fein sein, weil er sich dann mit dem Zement inniger vermengt.

Das zu verwendende Wasser soll reines, salzfreies Süßwasser sein, rein von Ton, Fett, Schlamm usw. Die Menge des Wassers richtet sich nach der Art der Verwendung des Mörtels, nach der Porosität der Bausteine, nach der Temperatur sowie nach der Abbindezeit des Zementes. Raschbindende Zemente erfordern mehr Wasserzusatz als langsam bindende.

Das Mischungsverhältnis von Zement und Sand hängt von der Güte des Zementes und des Sandes ab, sowie von der geforderten Festigkeit. Je feiner ein Zement gemahlen ist, je langsamer er abbindet und je größere Festigkeit er für sich erlangt, desto mehr Sandzusatz verträgt er.

Für Bauten, die wasserdicht sein sollen, wählt man ein Verhältnis von Zement zu Sand wie 1:1 $\frac{1}{2}$ bis 1:2, für Zementpflaster (Estrich) und Zementverputz 1:2 und 1:3, für aufgehendes Mauerwerk 1:3 bis 1:4, für Fundamente 1:5 und 1:6 usw.

Zur Zubereitung des Zementmörtels werden Sand und Zement mit Schaufeln oder besser mit Gefäßen vorgemessen, mit Schaufeln trocken und innig vermischt, bis die ganze Mischung die gleiche Farbe hat, sodann mit dem nötigen Wasser begossen und mit Schaufeln oder Mörtelkrücken ordentlich durchgearbeitet, bis alle Sandkörner gleichmäßig in Zementbrei eingehüllt sind. Bei größeren Bauten werden hierzu Mörtelmaschinen verwendet.

Bei der Verwendung des Zementmörtels muß beachtet werden, daß demselben nicht das zur Erhärtung notwendige Wasser entzogen werde; es sind daher z. B. die durch Zementmörtel zu verbindenden Steine, besonders wenn sie sehr porös und trocken sind, vor der Verwendung ordentlich mit Wasser zu tränken, zu verputzende Mauerflächen vorher wiederholt zu nassen u. dgl.

e) Gemischte Mörtel.

Reine Zementmörtel im Mischungsverhältnis von 1 Teil Zement zu 2—4 Teilen Sand erreichen bei rascher Erhärtung eine hohe Festigkeit, sind aber etwas teurer als Luftmörtel, so daß sie meist nur dort verwendet werden, wo man Wasserdichtigkeit, Schutz gegen Nässe und Feuchtigkeit anstrebt, oder wo eine erhöhte Inanspruchnahme des Mauerwerkes ihre Anwendung erfordert.

Zementmörtel mit 5 oder mehr Teilen Sand auf 1 Teil Zement erreichen zwar auch noch genügend hohe Festigkeiten, der Mörtel ist aber zu mager, haftet weniger am Stein, gestattet keine sichere und leichte Verarbeitung und ist auch nicht genügend wasserdicht. Gibt man aber einem solchen Mörtel einen Zusatz von Weißkalk (Fettkalk) oder gut gelöschtem, hydraulischem Kalk, so werden die erwähnten Mängel beseitigt.

Der Zusatz von Kalk gestattet somit die volle Ausnützung eines guten Zementes, besonders des Portlandzementes, wodurch auch hinsichtlich des Preises eine ausgiebige Verwendung desselben möglich wird.

In Deutschland nennt man solche gemischte Mörtel ohne Rücksicht auf die Menge des Kalkes und Zementes „Zementkalkmörtel“ oder „Kalkzementmörtel“, bei uns meist „verlängerte oder gestreckte Zementmörtel“; letztere Bezeichnung ist jedoch im Falle als der Kalkgehalt überwiegt, nicht entsprechend.

Eine richtigere Benennung, die das Verhältnis zwischen Zement- und Kalkmenge, sowie die Eigenschaften des Mörtels besser zum Ausdruck bringt, ist folgende:

Verlängerter Zementmörtel ist ein Zementmörtel mit Kalkzusatz, wobei der Zementgehalt überwiegt. Der Kalkzusatz benimmt dem Mörtel die oft unerwünschte Eigenschaft der allzuraschen Erhärtung, bei der oft Schwindrisse und Abblätterungen eintreten, er verlängert also die Erhärtungsdauer des Zementmörtels, daher sein Name; er vermehrt aber auch die Bindekraft, zumeist auch die Festigkeit.

Nach Versuchen soll bei Mörtel aus 1 Raumteil Zement und 2 Teilen Sand durch Zusatz von $\frac{1}{4}$ Teil gelöschtem Kalk die Zugfestigkeit um rund 10%, die Druckfestigkeit um rund 20% und die Bindekraft am Stein um rund 25% vermehrt werden.

Ein Mörtel aus 1 Teil Zement, 7 Teilen Sand mit $\frac{1}{2}$ Teil Kalk zeigt dieselbe Festigkeit als einer aus 1 Teil Zement und 5 Teilen Sand ohne Kalkzusatz.

Verstärkter oder schnellbindender Kalkmörtel ist ein Kalkmörtel mit Zementzusatz, wobei der Kalkgehalt überwiegt. Der Zementzusatz verbessert in vieler Beziehung die Eigenschaften eines Weißkalk- oder hydraulischen Kalkmörtels, ohne die Kosten viel zu erhöhen. Manche nennen diesen Mörtel auch verlängerten Zementmörtel, wohl deshalb, weil er sich in seinen Eigenschaften jenen des Zementmörtels nähert, aber länger als letzterer zur Erhärtung braucht. Weißkalkmörtel erlangt z. B. durch einen geringen Zusatz von Zement die Eigenschaft, in verhältnismäßig kurzer Zeit abzubinden, bedeutend fester zu werden und der Einwirkung der Feuchtigkeit besser zu widerstehen.

Derartige Mörtel kann auch ohne merkliche Verminderung der Bindekraft innerhalb 6—9 Stunden mehrmals abgerührt und dann erst verwendet werden. Dem fetten Weißkalk wird naturgemäß mehr Zement beigemischt werden müssen als dem mageren Kalk, weil dieser durch seine tonigen Beimengungen schon in gewissem Grade hydraulische Eigenschaften besitzt.

Erfahrungsgemäß erlangt der Weißkalkmörtel bei einem Zementzusatz von $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{5}$ des Kalkvolumens eine 3—4mal größere Festigkeit.

Die Bereitung gemischten Mörtels erfolgt so wie die des Luftkalkmörtels, nur wird dem Sande früher das nötige Zementquantum beigemischt und trocken durchgearbeitet. Bei Verwendung von Kalkpulver, anstatt Kalkbrei, werden die entsprechenden Mengen Sand, Zement und Kalkpulver in trockenem Zustande vermengt, sodann mit der erforderlichen Wassermenge zu Mörtel verrührt.

Diese Mörtel werden in manchen Fällen den Zementmörtel vollkommen ersetzen, daher wird ihre Anwendung für feuchte und stärker beanspruchte Mauerteile in vielen Fällen sehr ökonomisch und auch zweckentsprechend sein.

f) Frostsichere Mörtel.

Jeder Mörtel ist so lange vor der Einwirkung des Frostes zu schützen, bis er so weit erhärtet, daß der größte Teil des im Mörtel enthaltenen Wassers durch chemische Bindung verbraucht ist. Dies ist meist nach 14 Tagen schon der Fall.

Wird dem zur Mörtelbereitung verwendeten Wasser ein gewisses Quantum Kochsalz oder kristallisierte Soda beigemischt, so wird der daraus erzeugte Mörtel frostsicher, d. h. er kann selbst bei strenger Kälte verarbeitet werden, ohne daß das in demselben enthaltene Wasser zu Eis erstarrt, was den Erhärtungsprozeß verhindern würde. Ratsam ist für diesen Zweck die Verwendung von Soda, weil diese den Erhärtungsprozeß beschleunigt, während Kochsalzzusätze denselben verzögern und außerdem im Mauerwerke schädliche Salzbildungen erzeugen können.

Das beizumengende Sodaquantum ist abhängig von der Beschaffenheit der Mörtelsubstanzen und von der Temperatur.

Versuchsweise wurde festgestellt, daß bei einer Temperatur von 0° bis -6°C $\frac{1}{6}$, von -6° bis -12°C $\frac{1}{5}$ und unter -12°C $\frac{1}{4}$ kg kristallisierte Soda für 1 Liter Wasser vollkommen genügt.

Zur Bereitung des frostsicheren Mörtels kann nur Roman- oder Portlandzementmörtel, mindestens aber verlängerter Zementmörtel verwendet werden, Weißkalkmörtel bleibt gänzlich ausgeschlossen.

Bei der Bereitung des frostsicheren Mörtels wird zuerst 1 Teil Soda in 2 Teilen siedendem Wasser gelöst, diese Lösung der entsprechenden Menge kalten Wassers beigemischt und dieses Wasser bei einer Temperatur von höchstens $+25$ bis 30°C dem trocken gemengten Sand und Zementquantum beigeschüttet, das Ganze zu Mörtel verrührt und sofort verarbeitet. Auch Tripolith gibt einen frostsicheren Mörtel (siehe diesen).

g) Beton (Grobmörtel, Konkret).

Beton ist ein Gemenge von hydraulischen Bindemitteln, Sand und Schotter mit dem nötigen Wasserzusatz. Er hat die Eigenschaft, schnell zu erhärten und eine dichte, gleichförmige, fast unzerstrennliche, steinartige, wie aus einem Stück bestehende Masse zu bilden. Beton wird daher als Ersatz für natürliche Steine zu den verschiedenartigsten Mauerwerks- und Pflasterarbeiten usw. verwendet.

Je nach der Art des hydraulischen Bindemittels bezeichnet man den Beton näher als Traßbeton, Puzzolanbeton, Kalkbeton, Zementbeton usw. Die weitau größte Verwendung findet der Zementbeton, der gewöhnlich nur Beton genannt wird.

Über Erzeugung und Verarbeitung des Betons siehe Kapitel Maurerarbeiten.

h) Gips.

Gips ist wasserhältiger, schwefelsaurer Kalk. Abarten sind Gipsspat (Frauen- glas, Selenit), Fasergips (Atlasgips) und Alabaster.

Durch Brennen verliert der natürliche Gipsstein entweder teilweise oder ganz das chemisch gebundene Wasser und zerfällt zu einem weißen Pulver, das man gebrannten Gips oder kurzweg Gips nennt.

Wird der Gipsstein bis auf etwa 120—130° C erhitzt, so verliert er nur einen Teil seines Wassers und man erhält den sogenannten Stuck- oder Bildhauer- gips, auch Schnellgips genannt. Macht man diesen mit Wasser zu einem milchartigen Brei, so fängt letzterer in 5—10 Minuten an zu erstarren (abzubinden) und erhärtet in längstens 30 Minuten. Hierbei entwickelt er eine mäßige Wärme und vergrößert sein Volumen um zirka 1%. Dieser Gips treibt also etwas während der Erhärtung, nach derselben jedoch nicht mehr.

Wird der Gipsstein bei höherer Temperatur (150—160° C) gebrannt, so entsteht ein rascher abbindender Gips (1—2 Minuten), der beim Erstarren eine viel größere Erwärmung aufweist; man sagt der Gips ist hitzig. Derselbe treibt noch einige Zeit nach dem Erhärten. Ähnlich verhält sich auch ein bei niedrigerer Temperatur, d. h. nicht völlig gar gebrannter Gips.

Wird der Gipsstein etwas über 200° C erhitzt, so verliert der Gips ganz seinen Wassergehalt und die Eigenschaft, mit Wasser angemacht, zu erhärten; er ist totgebrannt.

Steigert man jedoch die Hitze beim Brennen weiter bis zur Rotglut, so entsteht sogenannter Estrichgips oder Mauergips, der wieder sehr wertvolle Eigenschaften besitzt. Er ist dichter und schwerer und nimmt Wasser sehr langsam wieder auf. Macht man aus ihm einen steifen Gipsbrei an, so bindet dieser sehr langsam ab (nach Stunden) und erhärtet erst nach vielen Tagen vollständig ohne zu treiben. Schließlich erlangt er eine sehr große Festigkeit, wird sehr dicht und gegen Feuchtigkeit und Witterungseinflüsse sehr widerstandsfähig.

Für Bauzwecke ist somit nur der Stuckgips und der Estrichgips geeignet. Andere, d. h. bei anderen Temperaturen gebrannte Gipse sind unbrauchbar.

Das Brennen der Gipsrohsteine findet in Öfen oder Meilern so wie das Kalkbrennen statt. Der gebrannte Gips wird auf Mühlen oder Pochwerken zerkleinert, dann zwischen Walzen oder Steinen oder in Kugelmühlen gemahlen und dann gesiebt. Kleinere Mengen können auch zuerst gepulvert und dann auf Blechen oder in Trommeln gebrannt werden.

Die praktische Verwendung des Gipses erfolgt in der Form von Gipsmörtel, worunter man den mit Wasser angemachten Gipsbrei versteht, der nach seiner Verarbeitung, wie früher erwähnt, wieder erhärtet.

Mörtel aus Stuckgips wird vielfach verwendet, vor allem zu verschiedenen Stuck- und Bildhauerarbeiten; zu Ausbesserungen von Löchern und Vertiefungen in Wänden und Fassaden, die rasch trocknen sollen; zum Versetzen

von Eisen und sonstigen Gegenständen in Mauerwerk; für Herstellung von Rabitzwänden und Gipsdielen, auch als Frostmörtel usw. In allen Verwendungen ist Stuckgips vor den Einflüssen des Wetters sowie vor Feuchtigkeit zu schützen; große Festigkeit kann von ihm auch nicht verlangt werden.

Durch Verwendung von Leimlösung anstatt Wasser wird der Gipsmörtel langsamer abbindend, dichter und fester. Auch durch Zusatz von Alkohol zum Anmachwasser kann die Abbindezeit auf Stunden verlängert werden.

Wird dem Gipspulver 2—8% fein gepulverte Eibischwurzel beigemischt, so wird die Erhärtung des Gipsmörtels auch sehr verzögert und es entsteht nach dem Trocknen eine sehr zähe Masse, die sich feilen, drehen und bohren läßt.

Auch durch Zusatz von Kalk, Sand, Ziegelmehl, Schlacken u. dgl. kann ein Gips langsamer bindend gemacht werden, er treibt dann auch weniger, wird aber magerer und von geringerer Festigkeit. Mit Kalk und Sand gemengt, wird er auch zu Stukkaturarbeiten verwendet.

Wenn man gebrannten Gips mit einer Lösung von 1 Teil Alaun auf 12 Teile Wasser trinkt, erhärten läßt, dann wieder bis zur Rotglut brennt, hierauf pulvert, und dieses Pulver mit einer gleichen Alaunlösung anrührt, so erhält man einen sehr hart werdenden Gipsmörtel, der sich färben, polieren und waschen läßt. Man nennt ihn Alaungips oder auch Keeneszement; er ist wetterbeständig und wird zur Anfertigung von Stuckmarmor verwendet.

Mörtel aus Estrichgips wird in allen jenen Fällen verwendet, in denen es auf große Festigkeit ankommt. Er gibt ein Mauerwerk von außerordentlicher Festigkeit, das niemals treibt. Mit Vorteil verwendet man ihn zu Fußböden (Gipsestrich). Er ist auch ein vorzüglicher Stoff für die Herstellung von Kunststeinen oder von Gußmauerwerk.

Wände aus diesem Mörtel sind von großer Trockenheit, wenn sie gegen aufsteigende Feuchtigkeit gut isoliert werden.

Gegenüber dem Zement hat Gips den Vorteil, daß er sich sehr leicht mit allen Arten von Erdfarben färben läßt; die natürliche Farbe ist blendend weiß.

2) Tripolith (Dreifachstein).

Der Tripolith ist ein aus tonhändigem gebranntem Gipsstein erzeugtes Pulver, dem etwas Schlackenmehl beigemischt ist; er hat eine bläulichgraue Farbe. Tripolith besitzt die Eigenschaft, mit wenig Wasser vermengt, unter geringer Wärmeentwicklung und geringer Volumenvermehrung rasch abzubinden.

Er soll sich zur Mörtelerzeugung für Verputzarbeiten, sowohl im Trockenen als im Feuchten, oder der Witterung ausgesetzten Teilen gut bewährt haben. Besonders für Stukkaturarbeiten, zum Verputz auf Holz und Eisen usw., zum Ziehen von Gesimsen soll sich Tripolithmörtel sehr gut eignen, weil er auf jedem Material gut haftet und auch keine Schwindrisse bekommt.

Zur Mörtelbereitung für gewöhnliche Verputzarbeiten wird eine Mischung von 1 Teil Tripolith und 3 Teilen reinem Sand, für Verputzflächen an der Wetterseite eine Mischung von 1 Teil Tripolith und 2 Teilen Sand gewählt. Bei ganz geringem Zusatz von Kalkmilch wird der Mörtel etwas langsamer bindend, ohne daß er an Bindekraft merklich einbüßt. Für gewöhnliche Mauerung eignet sich die Mischung mit 2 Teilen Tripolith, 1 Teil Kalk und 7 Teilen Sand.

Werden die Verputzflächen mit Eisen abgerieben und gebügelt, so erhalten sie einen schönen Glanz und eine größere Härte.

Tripolith gibt auch infolge seines raschen Abbindens und der geringen Wärmeentwicklung einen frostsicheren Mörtel.

Tripolith erzeugen die Ersten österr. Tripolithwerke in Guntramsdorf zu gleichen Preisen wie Romanzement.

k) Der Lehmörtel.

Dieser wird aus einem mittelfetten Lehm erzeugt, welcher mit Wasser aufgeweicht und zu einem gleichmäßigen, nicht zu dicken Brei durchgearbeitet wird. Zu fetter Lehm bekommt nach dem Erhärten Sprünge und trocknet auch langsam, während zu magerer Lehm zu wenig Bindekraft besitzt.

Um die Bindekraft zu erhöhen, werden dem Lehmbrei kleinfaserige Stoffe als: Spreu, Flachsabfälle, Kuhhaare u. dgl. beigemischt. Zur Erzielung größerer Härte wird manchmal auch Rindsblut oder Tiergalle beigemischt.

Der Lehmörtel dient meistens für Feuerungsanlagen (Sparherde, Tonöfen usw.), aber auch für Luftziegelmauerwerk und manchmal als Verputz von Mauern untergeordneter Gebäude, welche aber vor Nässe vollkommen geschützt sein müssen.

Sehr dicker Lehmörtel mit Stroh- oder Heuabfällen gemischt, Strohlehm genannt, kann auch zur Bildung von Wänden und Decken dienen, indem man aus schlanken Ruten (Haselnuß oder Weiden) ein Flechtwerk macht und dieses auf einer oder auf beiden Seiten mit Strohlehm bewirft und die Flächen glatt verputzt. Statt dem Flechtwerk können auch die Ruten oder kleinere Latten auf ein Holzgerippe (Deckenbalken) aufgenagelt oder in Nuten desselben eingeschoben werden. Die Ruten oder Latten werden dann meistens einzeln mit Strohlehm umwickelt und schließlich an den sichtbaren Flächen glatt verputzt. Diese Art der Ausführung nennt man bei Decken **Windelböden**, und zwar ganze **Windelböden**, wenn sie die ganze Fläche, inklusive Deckenträme in einer ebenen Fläche bekleiden, **halbe Windelböden**, wenn sie zwischen die Balken eingeschoben werden, diese aber unbedeckt bleiben.

B. Metalle.

1. Eisen.

Das Eisen kommt entweder in gediegenem Zustande als Meteoreisen oder in verschiedenen Eisenerzen vor, die jedoch nicht alle zur Eisengewinnung brauchbar sind.

Aus den brauchbaren Erzen wird durch den Hochofenprozeß **Roheisen** gewonnen, das das Ausgangsmaterial für die Herstellung aller anderen Eisensorten ist. Es besteht der Hauptsache nach aus Eisen und Kohlenstoff, überdies aus teils schädlichen, teils unschädlichen Nebenstoffen, wie z. B. Phosphor, der das Eisen kaltbrüchig macht, Schwefel, der es rotbrüchig (warmbrüchig) macht, Silizium und Mangan, die bis zu gewissem Prozentsatz unschädlich, unter Umständen selbst von Vorteil sind, Nickel, das dem Eisen große Härte verleiht, Kupfer, das indifferent wirkt usw.

Der Kohlenstoffgehalt ist von größtem Einfluß auf die Eigenschaften des Eisens. Mit dem Kohlenstoffgehalt nimmt die Härte, Sprödigkeit und Schmelzbarkeit zu, die Dehnbarkeit ab. Der Kohlenstoff ist entweder mechanisch beigemischt (in Form von Graphit) oder chemisch mit dem Eisen verbunden (amorpher Kohlenstoff).

Nach dem Kohlenstoffgehalt unterscheidet man:

Roheisen mit 2·3 bis 5% Kohlenstoff; schmilzt bei 1000 bis 1300° C.

Stahl mit 0·5 bis 2·3% Kohlenstoff; schmilzt bei 1300 bis 1800° C.

Schmiedeeisen mit 0·05 bis 0·5% Kohlenstoff; schmilzt bei 1800 bis 2250° C.

Beim **Roheisen** unterscheidet man wieder je nach dem Gehalt an Silizium und Mangan:

Silizium-Roheisen, auch **graues Roheisen**, Graueisen oder Schwarzeisen genannt, bei dem der Kohlenstoff zum größten Teile als Graphit beigemischt ist, so daß letzterer im Bruche mit freiem Auge wahrnehmbar ist.