



**Putz, Stuck, Rabitz**

**Winkler, Adolf**

**Stuttgart, 1955**

Mörtelstoffe

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-95575](#)

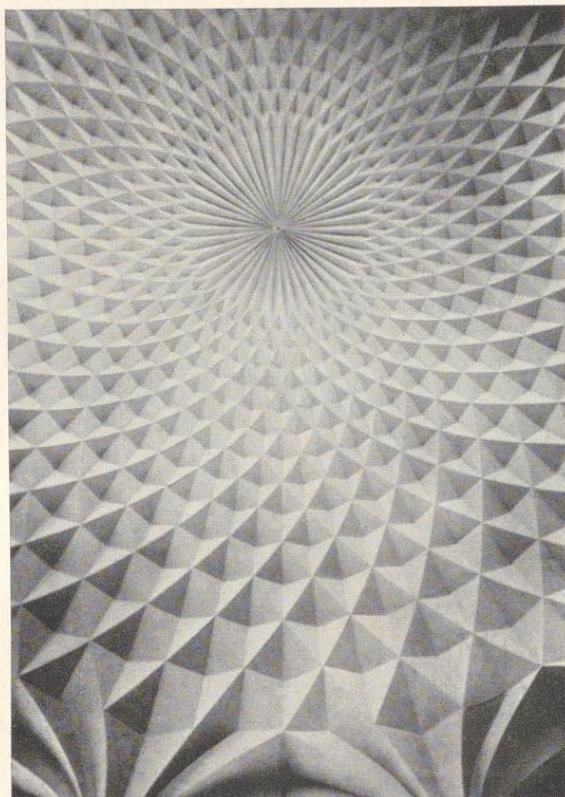


Bild 1. Kuppelgewölbe der evangelischen Kirche auf dem ehemaligen Tempelhofer Feld in Berlin. Durchmesser 30 m

Ausführung in Rabitz-Stuck durch Zeyer und Drechsler Nachf. Weinmann, Bildhauer- und Stuckgeschäft, Berlin

## I. TEIL • PUTZARBEITEN

### Die Baustoffe, ihre Eigenschaften, Anwendung und Verarbeitung

Die wichtigsten Baustoffe für das umfangreiche Arbeitsgebiet der Putz-, Stuck- und Rabitzarbeiten stellen die **Mörtelstoffe** dar, denn diese sind es, die den Grundstoff bilden und den Arbeiten Form und Gestalt geben. Es genügt nicht, diese Stoffe nur dem Namen nach zu kennen. Die Kenntnis ihrer Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten und die damit zusammenhängenden Regeln der Verarbeitung müssen dem Meister, Gesellen und Lehrling durchaus geläufig werden. Nicht umsonst ist schon so oft von namhaften Fachleuten im Schrifttum die Forderung nach „besserer Kenntnis der Baustoffe“ erhoben worden. Die vielen Putzschäden, die im Laufe der Jahre schon aufgetreten sind, lassen diesen Ruf immer wieder von neuem laut werden.

Dem Putzer- und Stuckgewerbe sind heute Mörtelbindestoffe mit hervorragenden Eigenschaften in die Hand gegeben, und es liegt nur am Ausführenden, diese Vorteile zu nutzen und in seinen Arbeiten zum sichtbaren Ausdruck zu bringen. Die richtige Wahl des Bindemittels, die Kornzusammensetzung des Zuschlagstoffs, die Menge des Wasserzusatzes, die Herstellung, Verarbeitung und Nachbehandlung sowie der Abbindevorgang des Mörtels sind für die Güte von Putz-, Stuck- und Rabitzarbeiten von ausschlaggebender Bedeutung. Deshalb muß auch

diesen Fragen schon von Anfang an die größte Aufmerksamkeit geschenkt werden. Die nachfolgenden Ausführungen sollen mit dazu beitragen, die notwendigen Kenntnisse zu vermitteln. Versuche und Erfahrungen der Praxis müssen damit aber Hand in Hand gehen.

#### Mörtelstoffe

Zu den Mörtelstoffen zählen die verschiedenen Arten von Bindemitteln: Kalk, Gips, Zement, und die Zuschlagstoffe: Wasser und Sand.

Aus Bindemittel und Zuschlagstoff wird der Mörtel als flüssiger oder plastischer Brei bereitet, der sich dann durch physikalische und chemische Vorgänge versteift und abbindet und zur steinartigen Masse erhärtet. Der Hauptanteil an diesen Vorgängen kommt dabei dem Bindemittel zu. Aber auch das Wasser ist an der Erhärtung maßgeblich beteiligt, während der Sand nur die Aufgabe eines Füll- und Magerungsstoffes hat.

#### Bindemittel

Bei diesen ist zunächst zu unterscheiden zwischen Bindemitteln, die nur an der Luft erhärten und Bindemitteln, die sowohl an der Luft als auch unter Wasser erhärten. Die daraus herge-

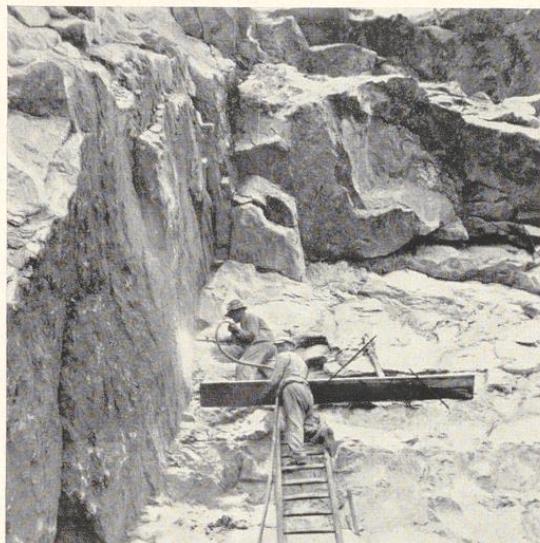


Bild 2. Kalksteingewinnung

stellten Mörtel werden deshalb auch als Luftmörtel bzw. Wassermörtel bezeichnet.

Zu den ersten sind zu rechnen

von den Gipsarten: Putzgips, Stuckgips und Marmorgips, von den Kalkarten: Weißkalk und Dolomit- oder Graukalk.

Zu der zweiten Gruppe gehören

von den Gipsarten als bedingt wasserbindend der Estrichgips, von den Kalkarten Wasserkalk, hydraulischer und hochhydraulischer Kalk und Romankalk

sowie die Zementarten Portlandzement, Eisenportlandzement, Hochofenzement, Tonerdezement.

Für die Güte und Beschaffenheit der Bindemittel Kalk und Zement gelten heute allgemein die vom Deutschen Normenausschuß ausgearbeiteten DIN-Normen, und zwar für

Baukalk DIN 1060\* vom Mai 1941. Hier liegt bereits ein neuer Entwurf vom Juni 1952 vor, der sich von der bisherigen Norm durch klarere Begriffserklärung für die einzelnen Kalkarten, Handelsformen und Kalksorten unterscheidet. Außerdem sind für die Güteanforderungen wesentliche Änderungen vorgesehen.

Portland-, Eisenportland- und Hochofenzement DIN 1164\*, vom Juli 1942.

Baugips DIN 1168\* vom Juni 1941, die sich aber nur auf die Begriffsbestimmung erstreckt. Hierfür liegt bereits ein neuer Entwurf vom Januar 1951 vor, der auch die Prüfverfahren und die Prüfgeräte für Stuck- und Putzgips umfaßt. Außerdem sind 2 Normentwürfe ausgearbeitet über die chemische Analyse und über die Kennzeichnung, Härte und Anforderungen an Stuck- und Putzgips, die zunächst als Blatt 2 und 3 zu DIN 1168 bezeichnet wurden, später aber in die DIN-Norm 1168 einbezogen werden sollen.

\* Sämtliche Normblätter sind vom Beuth-Vertrieb, GmbH., Berlin W 15, Uhlandstr. 175, oder Köln, Friesenplatz 16, zu beziehen.

Maßgebend ist jeweils die neueste Ausgabe. Es wird deshalb empfohlen, neuerschienene Normblätter sofort zu beschaffen.

Ergänzend zu diesen Normen haben die Fachverbände der Kalk-, Gips- und Zementindustrie noch besondere Merkblätter herausgegeben, die ganz besondere Beachtung verdienen und von diesen bezogen werden können.

### Baukalk

### Bild 2-9

Der Kalk stellt wohl das älteste und einfachste Mörtelbindemittel dar. Er hat den großen Vorzug, daß sein Urgestein fast überall anzutreffen und er selbst leicht herzustellen ist. Die natürlichen Baukalke werden aus kohlensaurem Kalk (Kalkstein,  $\text{CaCO}_3$ ) durch Brennen hergestellt, wobei die chemisch an den Kalk ( $\text{CaO}$ ) gebundene Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) ausgetrieben wird. Das Brennen der Steine erfolgt unterhalb der Sintergrenze und nach Kalkart in Ring-, Schacht- oder Drehöfen.

Das Kalkvorkommen in Deutschland erstreckt sich in der Hauptsache auf 2 geologisch wichtige Formationen, die Muschelkalkformation und die Juraformation. Die letztere zieht sich in ganzen Gebirgszügen von großer Mächtigkeit durch das Land. So haben wir im Süden von Deutschland einen großen Gebirgszug, den „Schwäbischen Jura“ (Schwäbische Alb), der sich vom Rhein bis zum Ries erstreckt, und in Mitteldeutschland einen fast ebenso großen Gebirgszug, den „Fränkischen Jura“, der sich anschließend an den Schwäbischen Jura nach Norden zieht.

Die Muschelkalkformation verläuft in Süddeutschland zwischen der Rheinebene und der Schwäbischen Alb und zieht sich von hier aus ebenfalls nach Norden bis zur Weser und Saale weiter. Den besten Kalk, den Weißkalk (Fettkalk), erhalten wir aus der Juraformation, während der Dolomit- oder Graukalk (Magerkalk) der Muschelkalkformation entstammt. Die chemische Zusammensetzung der Kalksteine ist dem Vorkommen entsprechend verschieden, daraus ergeben sich auch die Unterschiede in den verschiedenen Kalkarten.

Die Kalke werden nach ihren natürlichen Eigenschaften benannt, so z. B. Weißkalk, Graukalk, Wasserkalk. Daher kommt es, daß so viele Kalksorten im Handel sind. Nach DIN 1060 sind diese in 2 Hauptarten zusammengefaßt, und zwar in Luftkalke, die nur an der Luft erhärten [zu ihnen gehören der Weißkalk und der Dolomit- (Grau-) Kalk], und in wasserbindende Kalke, auch hydraulische Kalke genannt, bei denen zu den Grundstoffen der Luftkalke noch sogenannte Wasserbindner hinzutreten und ihnen damit die Eigenschaft verleihen, sowohl unter Luftabschluß als auch unter Wasser zu erhärten. Zu diesen sind zu rechnen: Wasserkalk, hydraulischer Kalk (früher Zementkalk genannt), hochhydraulischer Kalk und Romankalk.

Von dem Gehalt an Wasserbindern hängt die Löslichkeit und Ergiebigkeit des gebrannten Kalkes wesentlich ab. Die letztere ist um so größer, je geringer der Anteil an Wasserbindern ist.

### Luftkalke

Weißkalk (Fettkalk) wird aus fast reinem Kalkstein mit nur geringem Gehalt (bis 10%) an Magnesia, Kieselsäure, Tonerde und Eisenoxyd gewonnen. Je geringer dieser Gehalt, um so besser, fetter, ausgiebiger wird der Kalk. Durch Brennen unterhalb der Sintergrenze wird aus dem Kalkstein (kohlensaurer Kalk, Kalziumkarbonat) die chemisch gebundene Kohlensäure ausgetrieben. Es bleibt dann der Branntkalk, der im wesentlichen aus Kalziumoxyd besteht, zurück.

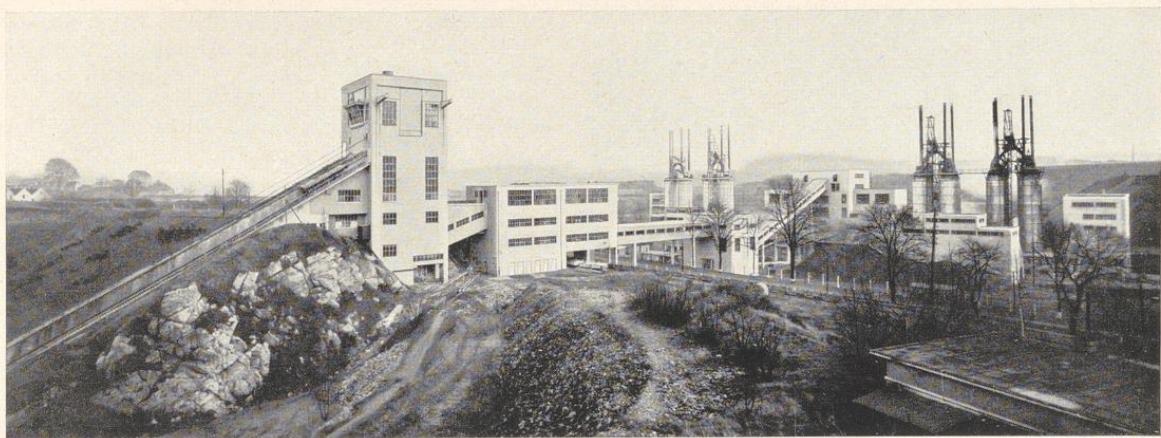


Bild 3. Gesamtansicht der Aufbereitung und Schachtofenanlage der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke Dornap

Weißkalk löscht kräftig und schnell und ist deshalb ergiebiger als Dolomitkalk. Er wird ungelöscht sowohl in Stücken als Stückkalk wie auch gemahlen als gemahlener Branntkalk geliefert. Im abgelöschten Zustand kommt er als Löschkalk (trocken gelöschter windgesichteter Kalk) und als naß gelöschter Kalkbrei oder Kalkteig in den Handel. Nach dem Löschen ist der Weißkalk meist von weißer oder schwach getönter Farbe.

Beim Löschen zu Staubkalk wird dem Branntkalk (Stückkalk) nur so viel Wasser zugesetzt, daß er zu Staub zerfällt. Dies geschieht durch Überbrausen oder durch kurzes Eintauchen der in Körbe gelegten Kalkstücke in Wasser. Das Löschen des Branntkalks zu Kalkbrei oder Kalkteig erfolgt in der Löschpfanne unter Zusatz eines Überschusses an Wasser. Stückiger und gemahlener Branntkalk vergrößern ihr ursprüngliches Raumvolumen beim Löschen sehr erheblich. Wird dem Kalkteig noch weiter Wasser zugesetzt, so erhält man eine Kalkmilch, wie sie zum Kalkanstrich (Weißen) verwendet wird.

Dolomitkalk (Graukalk) wird durch Brennen von möglichst reinem, magnesiahaltigem (dolomitischem) Kalkstein unterhalb der Sintergrenze erhalten. Er löscht träge als der Weißkalk und ist deshalb auch weniger ergiebig, wird aus diesem Grunde auch Magerkalk genannt. Seine Farbe ist selten weiß, meist grauweiß oder dunkel. Das Löschen zu Kalkbrei oder Kalk-

teig empfiehlt sich beim Dolomitkalk nicht. Er kommt wie der Weißkalk ungelöscht als stückiger und gemahlener Branntkalk, in gelöshtem Zustand dagegen nur als Löschkalk (trocken gelöschter Kalk) in den Handel.

#### Wasserbindende Kalke

Die wasserbindenden Kalke werden durch Brennen von Mergel- und Kieselkalksteinen unterhalb der Sintergrenze gewonnen. Der Gehalt an wasserbindenden Bestandteilen beträgt, auf den gebrannten Kalk bezogen, mindestens 10 bzw. 15%. Sie erhärten sowohl an der Luft wie auch unter Wasser.

Wasserkalk enthält mindestens 10% an wasserbindenden Bestandteilen, er löscht träge, zerfällt aber bei vorsichtigem Wasserdurchzug vollständig zu Pulver. Er ist im allgemeinen nur schwach wasserbindend, es darf deshalb beim Löschen nicht zu viel Wasser zugesetzt werden. Bei zu großem Wasserdurchzug würde schon während des Löschens der Abbindevorgang eingeleitet. Wasserkalk soll aus diesem Grunde auch nicht als Kalkbrei gelagert werden. Wasserkalk kommt ungelöscht als stückiger und gemahlener Branntkalk, gelöscht nur als Löschkalk (trocken gelöschter Kalk) in den Handel.

Hydraulischer Kalk, früher Zementkalk genannt. Der Gehalt an wasserbindenden Bestandteilen beträgt beim hydrauli-

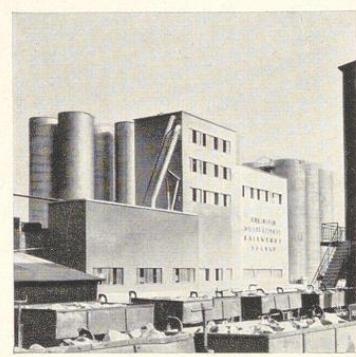
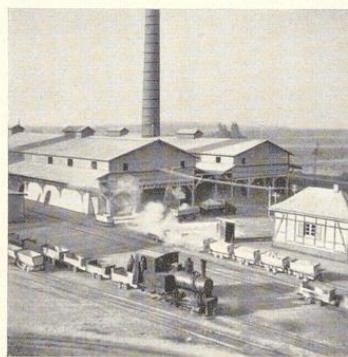


Bild 4–6. Ringofenanlage, Mahlanlage, Silos und Löschanlage der Rheinisch-Westfälischen Kalkwerke Dornap



Bild 7 und 8. Waren- und Gütezeichen des Verbands Deutscher Kalkwerke

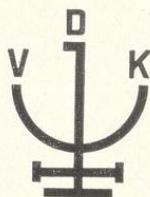


Bild 8a. Gütezeichen nach dem neuen Entwurf



Bild 9. Beispiel für die Beschriftung eines Kalksackes



Bild 9a. Beschriftung nach dem neuen Entwurf

schen Kalk mindestens 15%, er bindet deshalb unter Wasser stärker als Wasserkalk und erreicht eine höhere Festigkeit ( $40 \text{ kg/cm}^2$ ). Der hydraulische Kalk wird in zwei Erzeugnissen, als natürlicher und als künstlicher hydraulischer Kalk, hergestellt.

Der natürliche hydraulische Kalk wird aus tonhaltigem Kalkstein erbrannt, während der künstliche hydraulische Kalk durch Zumahlen von Wasserbindern zu Luftkalk oder hydraulischem Kalk gewonnen wird. Diese wasserbindende Eigenschaft kann auf der Baustelle auch durch Mischen von Luftkalk mit Zement erzielt werden.

Hochhydraulischer Kalk unterscheidet sich von hydraulischem Kalk lediglich durch seine höhere Mindestfestigkeit von  $80 \text{ kg/cm}^2$  nach 28 Tagen. Er wird teilweise auch durch Zumahlen von Wasserbindern zu Luftkalk oder hydraulischem Kalk hergestellt. Zum hochhydraulischen Kalk ist auch der Romankalk mit gleicher Mindestfestigkeit zu rechnen. Er wird aus silikatreichem Kalkstein erbrannt und zerfällt bei Zusatz von Wasser nicht mehr. Aus diesem Grunde wird er, wie der Zement, im gebrannten Zustand und nur gemahlen geliefert.

#### Handelsformen

Die Baukalke (Putzkalke) kommen in verschiedenen Formen in den Handel, und zwar als

**Stückkalk**, das ist gebrannter Kalk in Stücken, also noch ungelöscht. In dieser Form wird der Weißkalk heute vornehmlich geliefert.

**Gemahlerer Branntkalk**, das ist gebrannter Kalk, der als solcher pulverförmig gemahlen, aber noch nicht gelöscht ist. **Kalkbrei** oder **Kalkteig**, das ist bereits abgelöschter und eingesumpfter, vornehmlich aus Stückkalk hergestellter Weißkalk (auch Fettkalk oder Speckkalk genannt). Kalkbrei

kann aber auch aus gemahlenem Branntkalk durch Ablöschen in der Löschnpfanne hergestellt werden.

**Löschkalk** (Kalkhydrat), das ist ein bereits im Kalkwerk zu feinstem Pulver trocken gelöschter, windgesichteter Kalk. Nach DIN 1060 darf pulverförmig gelöschter Kalk zur Vermeidung von Klumpenbildung bis zu 10% ungelöste Bestandteile ( $\text{CaO}$  und  $\text{MgO}$  = Kalzium- und Magnesiumoxyd) enthalten.

Der Löschkalk zeichnet sich durch besondere Feinheit, sehr niedriges Raumgewicht und großes Volumen aus. Er stellt für den Verbraucher die am bequemsten zu handhabende Kalkform dar, weil er aus dem Sack heraus sofort mit Sand vermischt und verarbeitet werden kann.

#### Hydraulische Kalkbindemittel

Hierunter fallen

Hydraulischer Kalk 40 (HK 40) und hochhydraulischer Kalk 80 (HK 80), die in gemahlenem Zustand, und zwar gelöscht und ungelöscht, in den Handel kommen. Die beigegebenen Zahlen 40 und 80 geben die Mindestdruckfestigkeit an, welche diese Kalke nach DIN 1060 besitzen müssen.

Im neuen Norm-Entwurf vom Juni 1952 sind die Bezeichnungen und Festigkeitswerte für den hydraulischen Kalk von HK 40 in HK 25 und für den hochhydraulischen Kalk von HK 80 in HK 50 geändert worden.

#### Kennzeichnung

#### Bild 7-9

Die Bezeichnung Sackkalk ist unzulässig, weil sie keinen Aufschluß über die Form und Art des gelieferten Kaltes gibt.

Bei pulverförmigem und pulverförmig gelöschem Kalk müssen Angebot, Lieferungspapiere und die Verpackung die Kennzeichnung der Kalkart (Weißkalk, Dolomitkalk, Wasserkalk, hydraulischer oder hochhydraulischer Kalk, Romankalk) und die Bezeichnung gelöscht oder ungelöscht aufweisen.

Hydraulischer und hochhydraulischer Kalk dürfen zusätzlich als natürlich oder künstlich gekennzeichnet werden. Ferner sind auf der Verpackung das Herstellerwerk, das Gewicht und die Verarbeitungsvorschrift anzugeben. Bei dauernder Überwachung der Festigkeit durch das Laboratorium des Vereins Deutscher Kalkwerke oder ein staatliches Materialprüfungsamt tritt die Verpackung das Warenzeichen, Bild 7, und bei Mitgliedern des Vereins Deutscher Kalkwerke, die ihre Erzeugnisse dauernd auf Einhaltung aller genormten Eigenschaften überwachen lassen, außerdem das Gütezeichen des Vereins, Bild 8.

Außerdem sind die hydraulischen Kalkbindemittel auf der Verpackung (Papiersäcke) wie folgt zu kennzeichnen:

Wasserkalk mit 1 waagerechten schwarzen Streifen

Hydraulischer Kalk 40 (HK 40) mit 2 waagerechten schwarzen Streifen (neue Bezeichnung HK 25 s. o.)

Hochhydraulischer Kalk 80 (HK 80) mit 3 waagerechten schwarzen Streifen (neue Bezeichnung HK 50 s. o.).

Ein Beispiel für die bisherige und die neu vorgeschene Beschriftung eines Sackes zeigt Bild 9 und 9a.

#### Gütevorschriften nach DIN 1060

**Chemische Zusammensetzung.** Diese ist maßgebend für die Bestimmung der Kalkart und mitbestimmend für die Beurteilung der Güte des Kaltes. Für die wirksamen Bestandteile (Erdalkalien, lösliche saure Bestandteile und Nebenbestandteile) sind in den Vorschriften besondere Grenzwerte festgelegt.

**Kornfeinheit.** Alle pulverförmigen Brannt- und Löschkalke, die in Säcken geliefert werden, müssen nach DIN 1060 (bei Verwendung zu Putzmörtel) folgende Kornfeinheit aufweisen:

Restloser Durchgang durch das Prüfsieb 0,6 DIN 1171, auf dem Prüfsieb 0,2 DIN 1171 höchstens 2% Rückstand und auf dem Prüfsieb 0,09 DIN 1171 höchstens 10% Rückstand.

**Ergiebigkeit.** Die Ergiebigkeit ist nur bei Kalken zu ermitteln, die ungelöscht (in Stücken oder Pulverform) geliefert werden und für die eine bestimmte Ergiebigkeit seitens des Lieferwerkes gewährleistet wird.

Als durchschnittliche Ergiebigkeit ist beim Ablöschen von je 5 kg gebranntem Kalk zu fordern:

bei Weißkalk 111 Kalkteig

bei Dolomitkalk 111 Kalkpulver eingelaufen und

bei Wasserkalk 71 Kalkpulver eingelaufen.

**Raumbeständigkeit.** Jeder sachkundig und vollständig gelöschte Kalk ist beim Erhärten an der Luft raumbeständig. Die unter Wasser erhärtenden Kalke bleiben unter Wasser beständig.

**Festigkeit.** Die Festigkeit der Kalke, die auch unter Wasser erhärten, soll nach 28tägiger Lagerung in feuchter Luft mindestens betragen:

bei Wasserkalk auf Druck 15 kg/cm<sup>2</sup> auf Zug 3 kg/cm<sup>2</sup>

bei hydr. Kalk 40 auf Druck 40 kg/cm<sup>2</sup> auf Zug 5 kg/cm<sup>2</sup>

bei hochhydr. Kalk 80 auf Druck 80 kg/cm<sup>2</sup> auf Zug 9 kg/cm<sup>2</sup>

Diese Festigkeiten geben auch einen Anhaltspunkt über die morteltechnischen Eigenschaften der betreffenden Kalke, insbesondere über die Haftfähigkeit. Ein Kalk mit hoher Zug- und Druckfestigkeit haftet also wesentlich besser als ein Kalk mit niedriger Zug- und Druckfestigkeit.

#### Verarbeitungsvorschriften

Wegen Verschiedenartigkeit der Kalke, die sich aus ihrer Zusammensetzung oder Vorbehandlung im Werk ergibt, müssen auch verschiedene Verarbeitungsvorschriften festgelegt werden.

Für die pulverförmigen Kalke ist in den Verarbeitungsvorschriften der Lieferwerke bzw. auf der Verpackung (Sack) teilweise eine besondere Einumpfungsdauer oder eine Mörtelliegezeit angegeben, die genau einzuhalten ist. Die Verarbeitung des Kalkes zu Mörtel darf also entweder sofort aus dem Sack oder erst nach einer 12-, 24- oder 48stündigen Einumpfungsdauer erfolgen.

Der Kalk wird dabei mit Wasser angerührt und nach der Einumpfungsdauer mit dem Sand zu Mörtel verarbeitet

oder er wird mit dem Sand trocken gemischt, nach erfolgter Wasserzugabe gut durchgearbeitet und bleibt dann die vorgeschriebene Zeit liegen.

#### Lagerung

Gebrannter Kalk (Stückkalk) ist unmittelbar nach der Anlieferung abzulöschen. Ist dies nicht durchführbar, dann muß er trocken gelagert und entsprechend abgedeckt werden, damit er keine Luftfeuchtigkeit aufnehmen und vorzeitig ablöschen kann.

Beim gemahlenen Branntkalk ist eine mindestens ebenso große Vorsicht am Platze, weil er unter Umständen durch den Papiersack hindurch Feuchtigkeit aufnehmen kann. Dabei tritt dann eine Volumenvergrößerung ein und der Sack zerrißt.

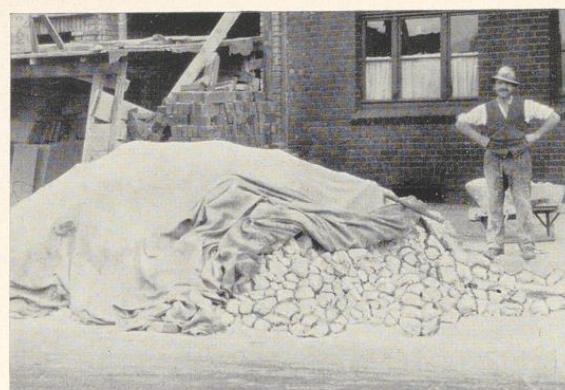


Bild 10. Arbeitsweise im Rheinland, der Stückkalk wird auf die Baustelle gefahren und dort gelöscht

Durch Verwendung bituminierten Säcke kann hier vorgebeugt und eine längere Lagerung ermöglicht werden.

Löschkalk verträgt wohl eine längere Lagerung, er muß aber trotzdem vor Feuchtigkeitsaufnahme geschützt werden, damit sich im Sack keine Knollen bilden, denn auch dies beeinträchtigt die Bindekraft des Kalkes.

#### Löschen des Kalkes

#### Bild 10, 11 und 14

Das Löschen des gebrannten Kalkes (Stückkalk und gemahlener Branntkalk) erfolgt unter Zugabe von Wasser. Dabei nimmt der Branntkalk unter Wärmeentwicklung Wasser auf, d. h. es wird durch einen chemischen Vorgang an den Kalk gebunden. Bei diesem Vorgang zerfällt der Stückkalk zu Pulver, und es bildet sich der sogenannte Löschkalk. Der Kalk vergrößert sein Volumen während dieser Umwandlung ganz erheblich.

Man hat zwei Löscherfahren zu unterscheiden, das Trockenlöschen und das Naßlöschen. Beim Trockenlöschen wird nur so viel Wasser zugesetzt, daß der Stückkalk zerfällt und ein pulverförmiger Löschkalk entsteht. Das Naßlöscherfahren dagegen wird mit einem Überschuß an Wasser durchgeführt, so daß sich ein Kalkteig oder Kalkbrei bildet.

**Trockenlöschen.** Bei Weiß-, Dolomit- oder Graukalk und bei Wasserkalk wird die Trockenlöschen in der Hauptsache im Werk mittels besonderer Löscheinrichtungen durchgeführt. Der so gewonnene Löschkalk kommt dann nach Lagerung und Sichtung in Papiersäcken zum Versand.

Das Trockenlöschen von Dolomit- oder Graukalk (Stückkalk) kann auch auf der Baustelle erfolgen, wird aber heute nur noch in besonderen Fällen dort vorgenommen. Der gebrannte Kalk wird zuerst auf Faustgröße zerkleinert, in Löschkörbe gefüllt und so lange in Wasser getaut, bis keine Luftsblasen mehr aufsteigen. Der mit Wasser vollgesogene Kalk wird dann auf Haufen von etwa 1 m Höhe geschüttet und mit einer 20 cm starken Sandschicht überdeckt, damit die Löschwärmee erhalten bleibt. Putzkalk muß mindestens 8 Tage unter der Sandschicht abloschen; er wird anschließend durch ein feinmaschiges Sieb geworfen und ist dann verarbeitungsfähig.

Beim gebrannten Wasserkalk (Stückkalk) nimmt man die Trockenlöschen so vor, daß er auf einem etwa 30 cm hohen Sandbett ausgebreitet und mit Wasser begossen wird, bis er vor



Bild 11. Gefüllte Kalkgrube auf der Baustelle. Der eiserne Kasten dient zum Ablöschen des Kalkes und wird später zur Mörtelbereitung verwendet

Nässe glänzt. Dann wird die zweite Kalkschicht aufgebracht und in der gleichen Weise verfahren. Anschließend wird der ganze Haufen zur Erhaltung der Löschwärme mit Sand abgedeckt. Der Löschprozeß verläuft hier etwas langsamer als beim Luftkalk. Vor der Verarbeitung wird der Kalk durch ein feinmaschiges Sandsieb geworfen.

Die Trockenlöschung von gemahlenem Branntkalk erfolgt in der Weise, daß der Kalk mit so viel Wasser versetzt und durchgerührt wird, bis ein steifer Brei entsteht. Dieser Brei wird dann zu einem Haufen aufgeschichtet und bis zum Abkühlen sich selbst überlassen.

**Naßlöschung.** Sowohl beim Stückkalk wie auch beim gemahlenen Branntkalk kann die Naßlöschung durchgeführt werden. Den wichtigsten Vorgang bei der Naßlöschung stellt das Ablöschen des Weiß-(Stück-)Kalks dar. Wie schon erwähnt, wird der Kalk dabei in einen breiigen bzw. teigigen Zustand überführt.

**Löscheruben.** Die Eigenschaften des gelöschten Kalkes werden wesentlich verbessert, wenn der Kalk nach dem Ablöschen längere Zeit eingesumpft und gelagert wird. Die Einsumpfung erfüllt aber, wenn sie z. B. auf dem Lagerplatz erfolgt, noch den weiteren Zweck, jederzeit einen guten und sofort verarbeitungsfähigen Kalk zur Verfügung zu haben. Zu diesem Zweck werden entweder direkt auf der Baustelle oder auf dem Lagerplatz besondere Löscheruben angelegt, in denen sich der Kalk entwickeln kann. Da die Löscheruben auf der Baustelle meist nur vorübergehend, d. h. nur einmal in Benutzung sind, werden sie ohne eine besondere Befestigung der Wände nur in den Boden eingegraben. Je nach der Größe des Bauobjekts sind dann eine oder mehrere Gruben anzulegen, wobei sich kleinere Gruben stets vorteilhafter erweisen, weil sie meist in einem Zug gefüllt und auch schneller entleert werden können. Es kann dann alter und frischer Kalk getrennt gelagert werden. Zur Verhütung von Unglücksfällen sind diese Gruben abschranken.

Auf dem Lagerplatz werden die Gruben, da sie für eine dauernde Benutzung vorgesehen sind, entweder betoniert oder gemauert. Hier darf, im Gegensatz zur Baustelle, die Wasserschranken.

durchlässigkeit der Grubewände nicht zu groß sein, damit der eingesumpfte Kalk nach längerer Lagerzeit nicht zu fest wird. Die Größe der Grube richtet sich nach dem Umfang des Geschäfts und nach dem allgemeinen Bedarf, d. h. nach den örtlichen Putzverhältnissen. Die Tiefe der Grube beträgt in der Regel 2 m.

**Löscheinrichtung.** Zum Löschen werden am zweckmäßigsten die üblichen Mörtelpfannen (aus Holz oder Eisen) benutzt, die am Auslauf mit einem Schieber versehen sind. Die Pfanne wird zur Grube geneigt aufgestellt, damit die Kalkmilch rasch abfließen kann. Auf der Baustelle ist die Pfanne aus Gründen der Sicherheit und zur Verhütung von Erdrutschungen in einiger Entfernung vom Grubenrand aufzustellen. Die abzulassende Kalkmilch wird dann in einer Holzrinne nach der Grube geleitet. Bei gemauerten Gruben wird die Löscherpfanne unmittelbar an den Grubenrand gerückt. Um zu verhindern, daß noch ungelöschte Kalkteile in die Grube gelangen, werden am Auslauf Siebe angebracht, und zwar ein Grobsieb für den größeren Rückstand und ein Feinsieb mit nicht mehr als 0,5 mm Maschenweite für den feinen Löschrückstand.

**Löschen.** Das sachgemäße Ablöschen trägt wesentlich zur Ergebung des Kalkes bei. Wird z. B. zu viel Wasser zugesetzt, dann ersäuft der Kalk, bei zu geringem Wasserzusatz verbrennt der Kalk. In beiden Fällen aber erhöht sich die Menge der Löschrückstände, weil der Kalk unvollständig ablöscht.

Damit der Stückkalk möglichst gleichmäßig und vollständig ablöschen kann, werden die Kalkbrocken auf Faustgröße zerkleinert. In die etwa zu  $\frac{1}{4}$  mit Wasser gefüllte Löscherpfanne wird dann so viel Kalk eingeworfen, bis er das Wasser etwas überragt. Der Kalk darf also nicht ganz vom Wasser bedeckt sein, weil er sonst ersäuft und nicht genügend auslöscht.

In der kühleren Jahreszeit ist es empfehlenswert, zur ersten Füllung der Pfanne warmes Wasser zu verwenden, um das Löschen zu beschleunigen.

Sobald der Löschervorgang begonnen hat — der Kalk bläht sich auf, gedeiht und zerfällt — wird bei ununterbrochenem Umrühren mit der Kalkkrücke noch so viel Wasser zugegeben, bis sämtliche Kalkstücke vom Wasser bedeckt sind. Beim Löschen des Kalkes wird so viel Wärme frei, daß das Wasser in der Pfanne zum Kochen kommt. Unter weiterem tüchtigem Rühren wird dann so lange Wasser zugesetzt, bis zunächst ein gleichmäßiger Brei und dann eine leicht flüssige Kalkmilch entsteht. Das Kochen soll dabei möglichst lange anhalten. Diese Kalkmilch wird dann durch die Siebe hindurch in die Grube abgelassen. Etwa verbliebene Rückstände, die sich nicht mehr ablöschen lassen, werden entfernt. Beim Ablöschen gedeiht der Kalk durch Wasseraufnahme und Zerfall etwa um das  $2\frac{1}{2}$ - bis 3fache seines ursprünglichen Volumens.

Das Ablöschen bzw. Füllen der Grube muß ohne Unterbrechung durchgeführt werden, damit auch die feinsten, in der Kalkmilch etwa noch vorhandenen ungelöschten Kalkteilchen auf den Boden der Grube absinken können. Die unterste Kalkschicht in der Grube soll deshalb nie für Putzwecke Verwendung finden, weil stets die Gefahr besteht, daß sie auch nach langer Lagerung noch ungelöschte Teile enthält.

Bei starker Wasserdurchlässigkeit der Grubewände verstift sich der Kalk sehr rasch. Wird anschließend noch nachgelöscht, dann können ungelöschte Teilchen nicht mehr zum Boden absinken und bleiben inmitten der Kalkgrube sitzen.



Bild 12. Fabrikmäßige Mörtelbereitung in Magdeburg. Der Sand wird in Kähnen angefahren



Bild 13. Das Sandlager mit Transportgerüst

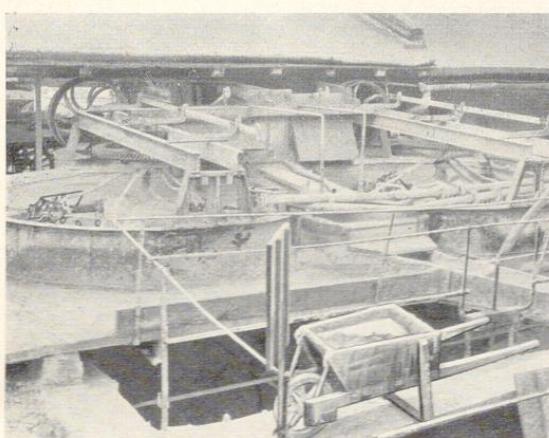


Bild 14. Das Rührwerk zum Ablöschen des Kalkes



Bild 15. Verladen des fertigen Mörtels in Mörtelwagen

Die Verwendung frisch gelöschten Kalkes soll nicht vor 8 Wochen erfolgen. Im allgemeinen kann er dann verarbeitet werden, wenn sich an der Oberfläche der gefüllten Kalkgrube starke, daumenbreite Risse gebildet haben. Aber auch diese Regel ist nicht ganz zuverlässig, weil dieser Zustand bei starker Absickerung bzw. Absaugung des Wassers unter Umständen zu früh eintreten kann.

Je länger der Kalk in der Grube lagert, um so besser löscht er durch, d.h. er wird fetter. Aus diesem Grunde soll auch für den Fresko-Putz nur Grubenkalk von mehrjähriger Lagerdauer (nach alter Vorschrift 30jähriger Kalk) verwendet werden.

Sumpfkalk, der auf der Baustelle längere Zeit gelagert wird, sollte bei nur zeitweiser Entnahme mit einer 15–20 cm starken Sandschicht oder einer genügend dichten Dielenlage abgedeckt werden, um ein vorzeitiges Abbinden zu verhüten.

Bei gemauerten Gruben empfiehlt es sich, von Zeit zu Zeit Wasser nachzufüllen, damit der Kalk von der Luft abgeschlossen ist. Auch gegen Frost ist der Sumpfkalk hinreichend zu

schützen. In Fässern gelagerter Kalk darf deshalb über den Winter nicht im Freien stehenbleiben.

Die Naßlöschung des gemahlenen Branntkalks (Weißkalk und Graukalk) kann auf 2 Arten geschehen, und zwar in der Löschpfanne oder in der Sandmischung.

Im ersten Fall wird der gemahlene Branntkalk in die etwa mit der dreifachen Menge Wasser gefüllte Löschpfanne in einem Zuge eingestreut und mit der Kalkkrücke gut durchgerührt, wobei ebenfalls eine Wärmesteigerung eintritt. Wenn das Lieferwerk keine anderen Löschvorschriften gibt, dann kann eine hohe Ergiebigkeit des Kalkes dadurch erreicht werden, daß er ohne weiteres Umrühren etwa 12 Stunden in der Pfanne sich selbst überlassen bleibt.

Beim Löschen in der Sandmischung wird der gemahlene Branntkalk mit der für das Mischungsverhältnis vorgesehenen trockenen Sandmenge innig vermischt, wobei die Volumenvermehrung durch das Gedeihen des Kalkes zu berücksichtigen ist. Die zu verwendende Wassermenge muß etwa das 3fache der

Kalkmenge betragen. Der fertig angerührte Mörtel muß dann mindestens 12 Stunden unverarbeitet liegenbleiben, sofern vom Kalkwerk keine andere Mörtelliegezeit vorgeschrieben ist.

Das Löschen von Wasserkalk in Stücken und von gemahlenem Branntkalk wird wie das Löschen von Weißstückkalk und gemahlenem Branntkalk (Weiß- und Graukalk) vorgenommen.

In einer Reihe von Großstädten liefern Mörtelwerke fertig gelöschten Kalkbrei und fertig angemachten Kalkmörtel. Siehe Bilder 12-15.

### Gips

#### Eigenschaften

Unter den Mörtelbindestoffen kommt dem Gips besondere Bedeutung zu, weil er Eigenschaften besitzt, die von denen des Kalkes und Zements wesentlich abweichen und ihn deshalb für die Putz-, Stuck- und Rabitzarbeiten wohl als den wertvollsten Baustoff erscheinen lassen.

Von diesen Eigenschaften sind besonders hervorzuheben:  
**das rasche Abbindevermögen** in Verbindung mit einer vorzüglichen Bildsamkeit,  
**die große Widerstandsfähigkeit im Feuer**, ohne nennenswerte Formänderungen,  
**die vorzügliche Haftfähigkeit und**  
**die geringe Leitfähigkeit für Kälte und Wärme** und der sich daraus ergebende gute Dämmenschutz.

Diese Eigenschaften haben in erheblichem Maße zur Erschließung der großen Anwendungsbiete der Putz-, Stuck- und Rabitzarbeiten beigetragen.

Gips wurde schon in den frühesten Zeiten unserer Baugeschichte — von Ägyptern, Griechen und Römern — zum Mauern, Putzen und zur Plastik verwandt. Baureste aus dieser Zeit erfüllen uns heute noch mit Bewunderung über die vorzügliche Beschaffenheit des Gipsmörtels. Daraus kann nur geschlossen werden, daß eine hervorragende Materialkenntnis und eine materialgerechte Herstellung und Verarbeitung bei diesen Völkern zu diesen guten Erfolgen geführt haben.

Gips kann, im Gegensatz zu Kalk und Zement, auch rein ohne jeglichen Zuschlagstoff verarbeitet werden und erlangt dabei eine gute Festigkeit. Sein geringes Quellvermögen beim Abbinden kann dabei auf vielen Anwendungsbieten mit Vorteil ausgenutzt werden.

Durch leichte Zuschlagstoffe, Holzwolle, Sägemehl, Schilfrohre, Kokosfasern u. dgl. läßt sich das Gewicht von Gipskörpern wesentlich vermindern und so ein poröser Baukörper mit guten Dämmeigenschaften gegen Kälte, Wärme und Schall schaffen.

Die fortschreitende Entwicklung unserer Bautechnik und das Streben nach möglichst wirtschaftlichen Baumethoden stellen an die Güte der Baustoffe, insbesondere der Grundstoffe, immer höhere Ansprüche.

Diesen Forderungen sucht auch die Gips-Industrie durch immer weitergehende Forschungen und durch Verbesserung der Güteeigenschaften gerecht zu werden. Nach dem gegenwärtigen Stand der Gipsforschung und -herstellung ist zu erwarten, daß in naher Zeit mit weiteren Fortschritten zu rechnen ist.

Nach der neueren Einteilung und Begriffsbestimmung werden beim gebrannten Gips drei Gruppen unterschieden:

bei niedriger Temperatur gebrannte Gipse, sogenannter Halbhydrat- oder Normalgips (teilweise entwässerte Gipse wie

Stuckgips) und die meisten Spezialerzeugnisse (Formgips, Modellgips, Alabastergips u. dgl.), bei durchschnittlich mittleren Temperaturen gebrannte Gipse, welche die Putzgipse (württ. Baugips), Ofen- und Ofenkesselgipse umfassen und bei hohen Temperaturen gebrannte bzw. gebrühte Gipse, zu denen Estrichgips und Marmorgips zu rechnen ist.

Diese Benennung und Einteilung kommt der Anwendung der Gipse in der Praxis sehr nahe, so daß damit manche Unklarheiten, die heute noch bestehen, beseitigt werden.

Es ist außerdem beabsichtigt, auch für den Baugips Normen, wie bei Kalk und Zement, einzuführen, um stets gleichbleibende Erzeugnisse von hoher Güte zu erhalten.

Der vorliegende Entwurf für die Baugipse DIN 1168\* vom Januar 1951 enthält folgende Begriffsbestimmungen:

1.11 **Baugips** ist jeder für Bauzwecke geeignete, gebrannte Gipsstein. Er wird gewonnen durch teilweises oder vollständiges Austreiben des im natürlichen Gipsstein enthaltenen Kristallwassers. Das Kristallwasser kann zur Erzielung besonderer Gipssorten auch unter beschränkter Luftzufuhr ausgetrieben werden. Baugips wird vor, während oder nach dem Brennen (Kochen) in einer oder in mehreren Stufen gemahlen.

Baugips ist im allgemeinen weiß, weißlichgrau, gelblich-weiß oder rötlich-weiß.

Der Baugips, im folgenden Gips genannt, wird in der Hauptsache verwendet  
 für Stuck- und Rabitzarbeiten,  
 für Putzarbeiten, für Estricharbeiten,  
 zur Herstellung von Baukörpern verschiedener Art,  
 für Sonderzwecke.

1.12 Folgende Gipssorten werden unterschieden:  
 Stuckgips, Putzgips, Hartputzgips, Estrichgips, Marmorgips.

1.121 **Stuckgips** ist Gips, der durch Erhitzen auf verhältnismäßig niedrige Temperatur teilweise entwässert ist. Er wird in der Hauptsache zu Stuck-, Form- und Rabitzarbeiten sowie zur Herstellung von Gipsbaukörpern verwendet. Außerdem wird er als Zusatz zu Kalkputzmörtel und als Feinputz (z. B. Glätputz) gebraucht.

1.122 **Putzgips** wird im allgemeinen bei höherer Temperatur als Stuckgips hergestellt. Er kann deshalb freien Kalk enthalten. Putzgips versteift langsamer als Stuckgips. Er wird in der Hauptsache zu Putzarbeiten (reiner Gipsputz, Gipssandputz, Gipskalkputz, Gipszusatz zum Kalkputzmörtel) und für das grobe Vorziehen von Stuckarbeiten verwendet.

1.123 **Hartputzgips** erhält durch besondere Herstellungsverfahren eine größere Härte als Stuck- und Putzgips. Er wird für Putze von besonderer Härte verwendet.

1.124 **Estrichgips** ist Gips, der durch Erhitzen auf hohe Temperatur völlig entwässert ist. Er enthält freien Kalk ( $\text{CaO}$ ) und versteift langsamer als Stuck- und Putzgips. Er wird in der Hauptsache zu Estricharbeiten, bisweilen auch als Mauermörtel und für besondere Putzarbeiten sowie zur Herstellung von Baukörpern verwendet.

1.125 **Marmorgips** (früher Marmorzement genannt) ist

\* Sämtliche Normblätter sind vom Beuth-Vertrieb, GmbH, Berlin W 15, Uhlandstr. 175, oder Köln, Friesenplatz 16, zu beziehen.

doppelt gebrannter, zwischen den beiden Brennvorgängen (gewöhnlich mit Alaun) getränkter Gips. Er versteift langsamer als Stuckgips und ist technisch weiß.

Er wird hauptsächlich zum Verfugen von Wandplatten, zu besonderen Putzarbeiten, zu Kunstmarmor und für andere Sonderzwecke verwendet.

In Abschnitt 2 sind die Prüfverfahren und Prüfgeräte für Stuck, und Putzgips behandelt.

Der Entwurf von Blatt 2 vom Juli 1951 behandelt die chemische Analyse und den Analysengang.

Im Entwurf von Blatt 3 vom Februar 1953 sind die Kennzeichnung der Verpackung, die Härtebestimmung sowie die Anforderungen an Stuck- und Putzgips in bezug auf die Kornfeinheit, Versteifung und Festigkeit festgelegt.

Bei Erscheinen der endgültigen Norm werden die Blätter 2 und 3 in DIN 1168 — Baugipse — einbezogen.

Außer den Baugipsen werden für Bauzwecke noch folgende Gipse hergestellt, die voraussichtlich nicht unter die Normung fallen:

- Form- und Modellgips für Formen jeder Art,
- Spezialformgips (in der Hauptsache zur Herstellung der Dachziegelformen),
- Alabastergips für feinere Gußarbeiten und
- Alabaster-Figurengips für allerfeinste Arbeiten.

Bis zum Inkrafttreten einer DIN-Norm behalten die bisherigen Vorschriften des Deutschen Gipsvereins zur einheitlichen Gipsprüfung ihre Gültigkeit.

#### Vorkommen des Gipssteins

Das Gipsvorkommen innerhalb Deutschlands erstreckt sich in der Hauptsache auf drei geologisch wichtige Formationen, und zwar auf die Keuperformation und die Muschelkalkformation im Südwesten des Bundesgebietes und auf die Zechsteinformation im Norden des Landes (Harz).

Das Gipsvorkommen in der Natur zeigt verschiedene Formen. Die häufigste und am meisten abgebaute ist der dichte Gipsstein, der äußerlich viel Ähnlichkeit mit dem Kalkstein hat. Durch die Salzsäureprobe kann die Art des Steines leicht festgestellt werden. Kalkstein (kohlensaures Kalzium) braust auf, wenn er mit Salzsäure übergossen wird, während Gipsstein (schwefelsaures Kalzium) gegen Salzsäure unempfindlich ist.

Der körnige Gipsstein, der grob kristallinisches Gefüge und hellgraue bis weiße Farbe hat, findet sich hauptsächlich in der Zechsteinformation in mächtigen Ablagerungen.

Alabastersteine haben reinweiße Farbe und sind von fein- bis grobkristalliner Struktur. Sie finden sich hauptsächlich in den oberen Lagen und haben meist kugelige Form.

Neben diesen Formen findet sich in der Natur noch der sogenannte Anhydrit, der kein Kristall- oder anders gebundenes Wasser enthält. Er läßt sich deshalb durch Brennen auch nicht entwässern. Die Wasseraufnahme erfolgt aber im Laufe der geologischen Entwicklung, wobei er dann in den branntfähigen Gipsstein umgewandelt wird. Als Anhydrit ist er für die Gipsfabrikation zunächst noch unbrauchbar.

#### Gewinnung und Verwendung des Gipssteins

Die Gewinnung des Gipssteins erfolgt im allgemeinen im Steinbruchbetrieb, teilweise aber auch im Bergwerksbetrieb, d. h. unter Tage. Von großer Wichtigkeit ist dabei das Aus-

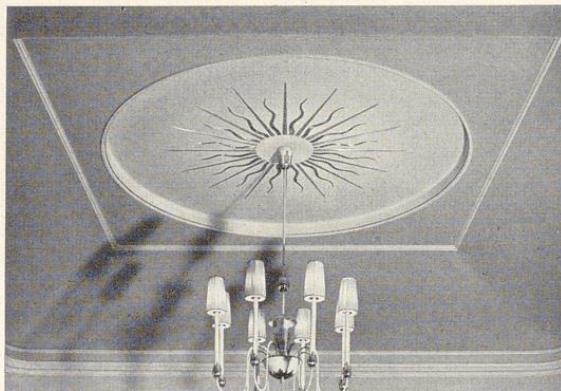


Bild 16. Profilierte Stuckdecke mit Deckenrosette  
Stuckgeschäft F. Bender, München

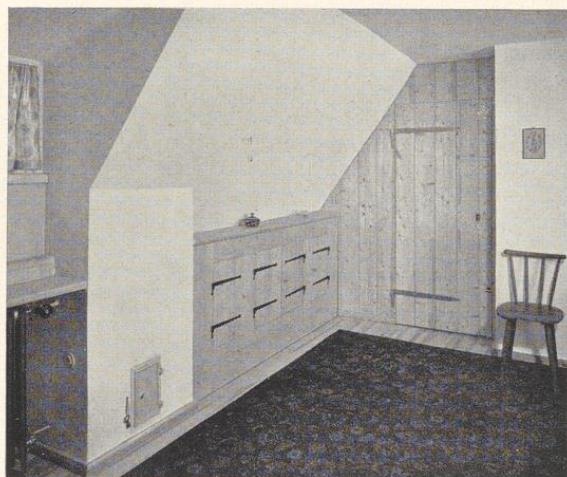


Bild 17. Einfaches Dachzimmer, gut ausgeputzt

suchen der Steine im Bruch, weil etwa vorkommender Anhydrit (wasserfreier Gips) ausgeschieden werden muß.

#### Herstellung des gebrannten Gipes

Bild 18-21

Die verschiedenartigen Steinvorkommen haben nach dem Brennen auch Unterschiede in den Eigenschaften der Gipse herverbracht, da ja der Gips, ähnlich wie der Weiß- und Graukalk, in seiner natürlichen Beschaffenheit ohne irgendwelchen Zusatz gebrannt wird. Hinzu kommt noch, daß durch die Höhe der Brenntemperatur ein wesentlicher Einfluß auf die Eigenschaft des gebrannten Gipes ausgeübt werden kann. Hieraus haben sich dann die verschiedenen Gipsarten mit den besonderen Anwendungsgebieten ergeben.

Ofengips wird in kammerartigen Öfen bei 120—600 Grad in Stücken gebrannt und dann gemahlen. Dieser Gips kommt z. Z. noch als Baugips, Lüneburger Kalk, Sparkalk und Awallit auf den Markt und wird zu Decken- und Wandputz verwendet. Nach dem Normentwurf fällt er unter die Bezeichnung Putzgips.

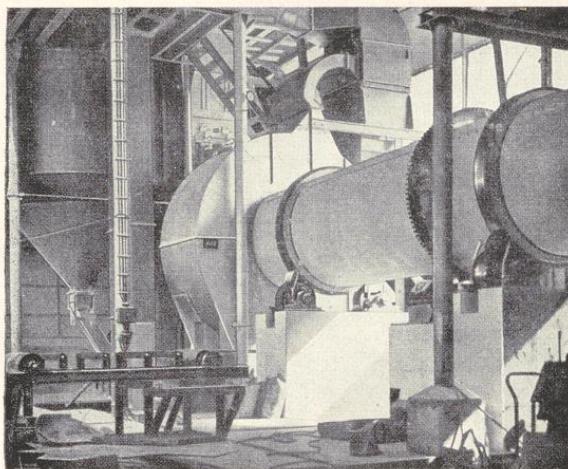


Bild 18. Drehrohrofenanlage der Westdeutschen Gipswerke  
Gebr. Knauf, Iphofen a. M.

**Stuckgips** (Kessalgips), Modellgips, Formgips. Bei der Herstellung dieser Gipse wird der Gipsstein vor dem Brennen fein gemahlen und das Mehl in Kochern bei 120—180 Grad 2—3 Stunden erhitzt bzw. gekocht. Nach der Kühlung wird der Gips auf die erforderliche Feinheit nachgemahlen. (Nach der neuen DIN-Norm bleibt die Bezeichnung Stuckgips erhalten, dagegen entfällt die bisherige Bezeichnung Kessalgips.)

Der bessere Stuck- und Modellgips wird in Drehöfen gebrannt. Die Steine werden bis auf eine Korngröße von 20 mm zerkleinert und dann im Gleich- oder Gegenstrom zu den Heizgasen durch den Drehofen geführt. Das gebrannte Material wird anschließend gemahlen und gesichtet.

Stuckgips wird zu Putzarbeiten an Decken und Wänden in trockenen Räumen, zu Stuck- und Rabitzarbeiten sowie zur Herstellung von Gipsdielen, Gipsplatten, Gipssteinen und Leichtbauplatten verwandt.

**Modellgips** dient zur Herstellung von Gießformen in der keramischen Industrie, zu Preßformen in der Ziegelindustrie und kommt beim Formen und Gießen, Gipsmodellbau und bei Werkstattarbeiten zur Verwendung.

**Alabastergips** wird für feinere Gußarbeiten verwendet und aus reinen Alabastersteinen gewonnen, die in backofenähnlichen Apparaten sehr vorsichtig gebrannt werden.

**Estrichgips.** Dieser stellt ein Gipserzeugnis mit besonderen Eigenschaften dar, das mit Stuck- und Putzgips nicht verwechselt werden darf. Estrichgips wird bei hohen Temperaturen gebrannt bzw. geglättet und wird dabei vollständig entwässert, d. h. das chemisch gebundene Kristallwasser wird bei dem Brennvorgang ausgetrieben. Er unterscheidet sich auch weitgehend von Marmorgips. Wie schon sein Name sagt, wird er in größtem Umfang zu Estrichböden, und zwar zu Unterlagsböden für Linoleum u. dgl. und für direkt begehbarer Fußböden in Werkstätten, Lagerräumen, zu Fruchtböden in der Landwirtschaft und als Dachbodenbelag zum feuersicheren Abschluß der Dachbodenräume verwendet.

Er ist für diese Zwecke ganz besonders geeignet, weil er keine freien und schädlichen Säuren enthält und deshalb Kon-

struktionsteile aus Stahl u. dgl. sowie die Belagstoffe in keiner Weise angreift. Hierzu kommt als besondere Eigenschaft des Gipses seine hohe Feuersicherheit, die beim Gipsetrich infolge seiner Härte und Dictheit besonders stark hervortritt. Gipsetrich bleibt auch rissefrei. Als begehbarer Boden wird er wegen der schlechten Wärmeleitung als angenehm fußwarm empfunden.

**Marmorgips** (früher Marmorzement)\* wird aus reinstem Gipsstein oder Kugelalabaster unter sorgfältiger Kontrolle der Brenntemperatur und der Alaunaufnahme durch Laugen bei Temperaturen von 1300 bis 1500 Grad gebrannt.

Nach dem Brennen erfolgt die Fein-Mahlung und Sichtung, so daß stets die Gewähr für eine gleichmäßige Beschaffenheit gegeben ist.

Der große Vorteil des Marmorgipses besteht nicht nur in seiner schönen weißen Farbe und großen Härte, sondern auch in der unbeschränkten Färbungsmöglichkeit, seiner leichten Bearbeitung und Polierfähigkeit. Er nimmt beim Erhärten sehr viel Wasser auf, wodurch ein dichtes und porenfreies Produkt erzielt wird, das verhältnismäßig rasch erhärtet.

Einen gießfähigen Mörtel erhält man, wenn auf etwa 180 Gewichtsteile Marmorgips 100 Gewichtsteile Wasser genommen werden. Ein breiförmiger Putzmörtel wird erzielt bei 220 bis 230 Gewichtsteilen Marmorgips auf 100 Teile Wasser.

Der Marmorgips erlangt bei richtiger Verarbeitung eine sehr hohe Festigkeit. So haben Versuche der Material-Prüfungs-Anstalt Berlin einen Mittelwert von 224 kg/cm<sup>2</sup> Druckfestigkeit nach 5 Tagen bei 205 g Marmorzement auf 100 g Wasser ergeben.

Die Festigkeit kann durch Verminderung der Wassermenge und durch entsprechende Verarbeitung noch gesteigert werden. Insbesondere bei Verwendung von kaltem, eisgekühltem Anmachewasser wird noch eine wesentlich höhere Festigkeit der Erzeugnisse aus Marmorgips erzielt.

Der Marmorgips wird in Sack- oder Faßpackung geliefert und muß wie alle gebrannten Gipse trocken gelagert werden. Er ist dann unbegrenzte Zeit haltbar und verändert seine chemischen und physikalischen Eigenschaften nicht.

Marmorgips wird wegen seiner guten Eigenschaften in sehr weitgehendem Maße verwendet, so vor allem bei der Herstellung hochwertiger Wand- und Deckenputze, für Gesimse, Säulen, Plastiken, Modell- und Formstücke sowie bei der Herstellung von Kunstmarmor in jeder Form und Ausführung.

#### Güteeigenschaften

Die Mahlfeinheit der Gipse ist verschieden, der Ofengips und der Estrichgips sind körniger als der Kessel- und Stuckgips. Die Form- und Modellgipse sind besonders fein gemahlen.

Die Einstreumenge soll beim Stuckgips nicht mehr als 180 g auf 100 cm<sup>3</sup> Wasser betragen, schwankt aber in Wirklichkeit zwischen 130 und 180 g. Die Einstreumenge des Estrichgipses ist etwa doppelt so groß, sie soll nicht mehr als 300 g auf 100 cm<sup>3</sup> Wasser betragen, schwankt aber zwischen 270 und 360 g. Die Einstreumenge ist von der Mahlfeinheit und der Entwässerung des Gipes abhängig.

Je größer die Einstreumenge, desto höher die Festigkeit des abgebundenen Gipses; diese Eigenschaft kommt besonders stark beim Estrichgips zum Vorschein.

\* Die Bezeichnung Zement hat zu Verwechslungen mit Portlandzement geführt und wurde deshalb geändert.

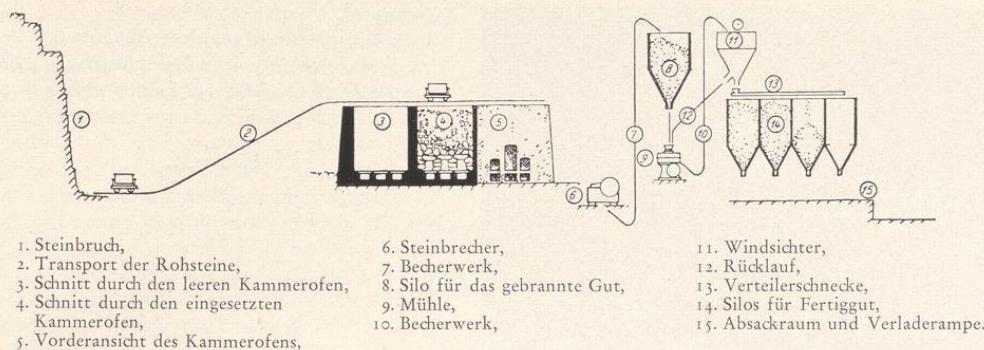


Bild 19. Schema eines Gipswerkes mit Kammerofenanlage

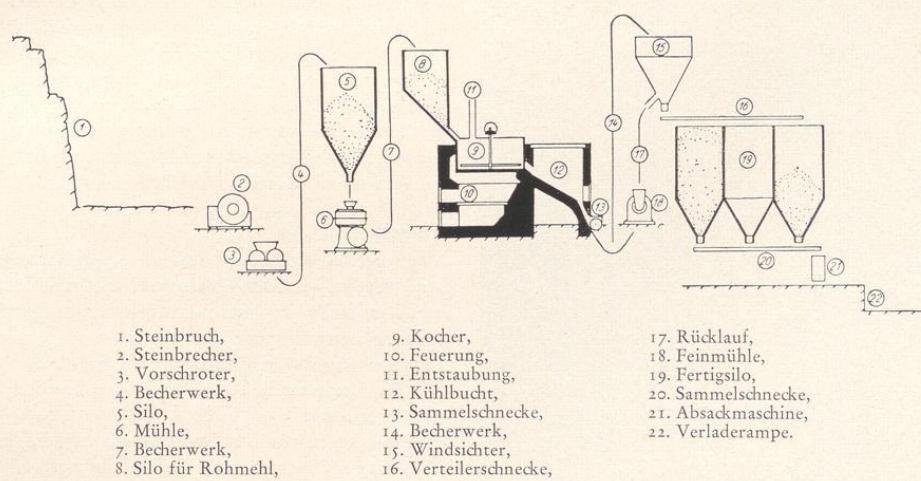


Bild 20. Schema eines Gipswerkes mit Kocheranlage

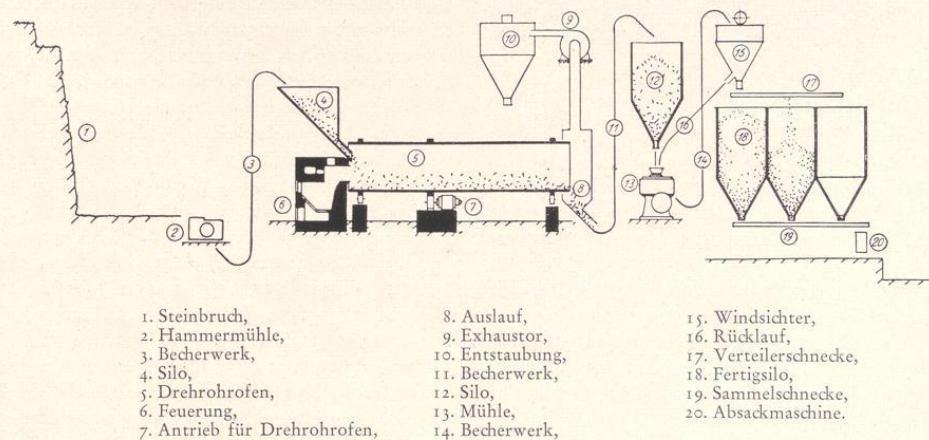


Bild 21. Schema eines Gipswerkes mit Drehrohrofenanlage

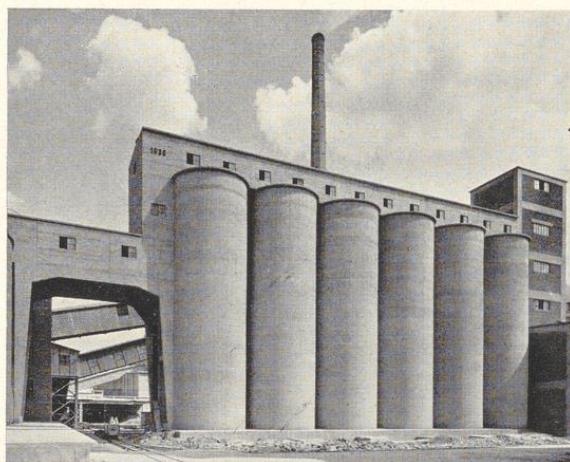


Bild 22 und 23. Steinbruch mit Dieselbagger im Werk Lengenfeld und Rohmehl-Silos in Blaubeuren der Portlandzementwerke Heidelberg

Die Einstreuzzeit soll im allgemeinen 1,5 bis 2 Minuten betragen.

#### Abbinde- und Erhärtungsvorgang

Das Abbinden des Gipses beruht auf einem Kristallisationsvorgang: Das beim Brennen ausgetriebene Kristallwasser wird während des Abbindens aus dem Anmachwasser wieder aufgenommen und führt eine neue Kristallbildung herbei, wobei je nach der Abbindezeit größere oder geringere Wärme entwickelt wird.

Durch die Kristallwasseraufnahme dehnt sich der Gips beim Abbinden um ungefähr 1% aus.

Normaler Stuckgips bleibt innerhalb der ersten 5 Minuten, vom Beginn des Einstreuens an gerechnet, gießfähig und innerhalb der weiteren 15–20 Minuten streichfähig. Die gesamte Abbindezeit beträgt etwa 30 Minuten.

Estrichgips bindet in 12–20 Stunden ab, Marmorgips je nach Beschaffenheit in 2–6 Stunden.

#### Lagerung

Jeder Gips muß trocken gelagert werden, am besten werden die Säcke auf Bohlen gestellt. Der Lagerraum muß vor Zugluft und Feuchtigkeit so gut wie möglich geschützt werden.

Im Neubau dürfen die Säcke nicht mit der frisch gemauerten Wand in Berührung kommen. In offenen Hallen ist der Gips gegen feuchte Luft, Nebel, Regen und Schnee durch geeignete Abdeckung zu schützen. Offener Gips, der mit der Luft längere Zeit in Berührung kommt, verliert seine guten Eigenschaften.

#### Zement

Bild 22–30

Der Zement ist, im Gegensatz zu Kalk und Gips, ein ausgesprochen hydraulisches Bindemittel (ein sogenannter Wasserbinder). Er erhärtet, wenn er mit Wasser in Verbindung kommt, von selbst, auch ohne Zutritt von Luft, und unterscheidet sich deshalb wesentlich von den Bindemitteln Kalk und Gips. Dieses gegenüber zeichnet er sich durch vollkommene Wetterbeständigkeit und sehr hohe Festigkeit aus.

Als wichtigste Eigenschaften sind die Raumbeständigkeit, der Erstarrungsbeginn und die erreichbare Festigkeit anzusehen. Bei den Putz-, Stuck- und Rabitzarbeiten werden an den Zement nicht die hohen Anforderungen wie bei den Beton- und Eisenbetonarbeiten gestellt. Trotzdem sind die genannten Eigenschaften für die Güte aller Arbeiten im Putzer- und Stuckgewerbe von ausschlaggebender Bedeutung.

#### Zementarten

Den verschiedenen Bedürfnissen in der Bautechnik entsprechend werden von der Zementindustrie verschiedene Zementarten hergestellt, die hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Güte großteils genormt sind.

Zu den genormten Zementen sind nach DIN 1164 zu rechnen: Portlandzement, Hochofenzement, Eisenportlandzement und Traßzement.

Nicht genormt sind: Naturzement, Misch- und Sonderzemente und Tonerdezement (Schmelzzement).

Das Ausgangsprodukt des Zements bildet der Portlandzementklinker. Er wird erhalten aus hochbasischen Verbindungen von Kalk mit Kieselsäure und von Kalk mit Tonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd sowie geringen Mengen Magnesia. Diese Stoffe werden in der Form von Kalkstein, Ton, Mergel fein zerkleinert, in einem bestimmten Verhältnis gemischt und bis zum Sintern bzw. Schmelzen bei etwa 1500° gebrannt. Dabei kommen sie in Weißglut und zum Sintern.

In der Portlandzementrohmasse müssen die genannten Aufbaustoffe (Kalk, Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxyd) innig gemischt und gleichmäßig verteilt in einem ganz bestimmten Verhältnis enthalten sein.

Es beträgt der Gehalt an

Kalk (CaO)	etwa 62%
Kieselsäure (SiO <sub>2</sub> )	etwa 21%
Tonerde (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	etwa 7%
Eisenoxyd (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	etwa 3%
Magnesia (MgO)	etwa -5%

Durch Feinmahlen der Klinker für sich oder in Verbindung mit wasserbindenden Zusatzstoffen entsteht der Zement. Infolge der sorgfältigen Aufbereitung der Rohstoffe und des höheren Brandes erhält der Zement eine wesentlich größere Bindekraft als der Wasserkalk oder hydraulische Kalk.

Im Gegensatz zum gebrannten Kalk löscht der Zement nicht ab. Der Abbinde- bzw. Erhärtungsvorgang beginnt vielmehr in kurzer Zeit nach dem Zusatz von Wasser. Er beruht auf physikalischen und chemischen Wechselwirkungen der beim Brennen entstandenen chemischen Verbindungen und dem Anmachwasser.

Nach den Deutschen Stahlbeton-Bestimmungen (DIN 1045) dürfen für Stahlbetonarbeiten nur Normenzemente verwendet werden. Derartige Bestimmungen bestehen für die Ausführung von Zementrabitzarbeiten zwar nicht. Die ausschließliche Verwendung von Normenzement gibt dem Verbraucher aber die Gewähr, stets einen Zement von gleichmäßiger und hoher Güte zu erhalten, der allen Vorschriften entspricht und jede Unsicherheit ausschließt.

**Portlandzement** wird durch Feinmahlen von Portlandzementklinker hergestellt. Letzterer bildet den Grundstoff bei allen Normenzementen.

**Eisenportlandzement** erhält man durch gemeinsames Feinmahlen von mindestens 70 Gewichtsteilen Portlandzementklinker und höchstens 30 Gewichtsteilen schnellgekühlter (hydraulischer) Hochofenschlacke.

**Hochofenzement** wird hergestellt durch gemeinsames Feinmahlen von 15 bis 69 Gewichtsteilen Portlandzement und entsprechend von 85 bis 31 Gewichtsteilen schnellgekühlter Hochofenschlacke.

Zur Regulierung der Abbindezeit wird dem Zement Rohgips (Schwefelsäureanhidrit) zugesetzt, dessen Gehalt — auf den geglühten Zement bezogen — beim Portlandzement und Eisenportlandzement 3%, beim Hochofenzement 4% nicht überschreiten darf.

**Traßzement** besteht aus normengemäßem Portlandzementklinker (DIN 1164) und aus normengemäßem Traß (DIN 51043), die im Fabrikbetrieb miteinander fein gemahlen und dabei innig gemischt werden. Er wird in 2 Mischungen von 30 : 70 und 40 : 60 Gewichtsteilen (Traß : Portlandzementklinker) hergestellt.

**Weißer Portlandzement.** Weißer Zement mußte in früheren Jahren ausschließlich vom Auslande bezogen werden. Unter dem Namen Lafargezement hatte ein französisches Produkt und unter der Bezeichnung Medusa ein weißer Portlandzement amerikanischer Herkunft Eingang und Anwendung gefunden. Die hohen Preise haben deren Anwendung sehr beschränkt.

Der weiße Zement bietet infolge seiner rein weißen Farbe für die Putz-, Stuck- und Rabitzarbeiten große, heute noch nicht genügend ausgewertete Vorteile. Nachdem weißer Zement nun auch in Deutschland hergestellt wird, ist die Anwendung dieses Zementes, besonders von der wirtschaftlichen Seite her gesehen, wesentlich vorteilhafter. Wir besitzen nur ein Werk, das weißen Portlandzement herstellt, und zwar die Dyckerhoff Portlandzementwerke A.G., Amöneburg, Post Wiesbaden-Biebrich. Dieser Zement kommt unter dem Namen Dyckerhoff-Weiß in den Handel. Er ist ein reiner Portlandzement ohne irgendwelche Zusätze, wie es die Normen für die Portlandzemente vorschreiben. Er unterscheidet sich von dem grauen Portlandzement nur durch seine Farbe. Dyckerhoff-Weiß fällt hinsichtlich seiner Eigenschaften in die Güteklaasse des Z 325 und stellt somit einen hochwertigen Portlandzement dar. Er ist z.B. für Putzzwecke innen und außen verwendbar, und zwar vom einfachen und sehr haltbaren Schlämmanstrich

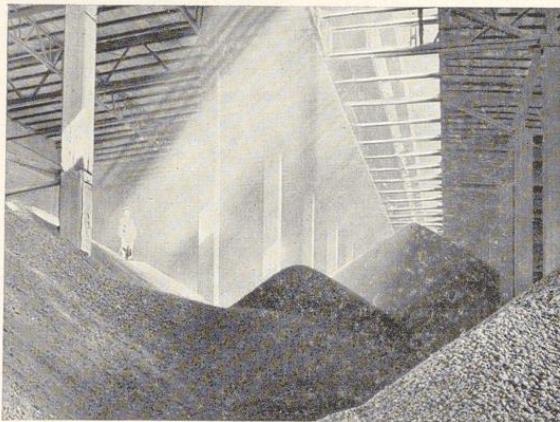
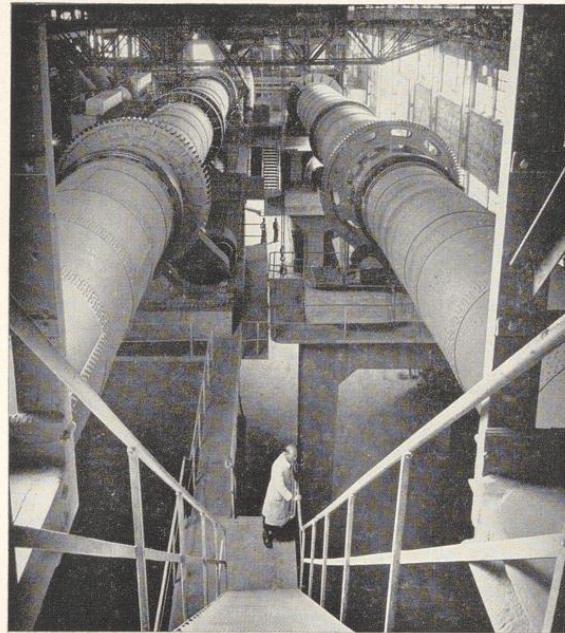


Bild 24 und 25. Drehrohrofenanlage im Werk Schelklingen und Klinkerhalle im Werk Leimen der Portlandzementwerke Heidelberg

bis zum normal ausgeführten Scheib- oder Kratzputz. Auf die Anwendung und Verarbeitung wird auf Seite 32 noch näher eingegangen.

**Tonerdezement** (Schmelzzement) wird aus einem Gemisch von Kalkstein und Bauxit durch scharfes Sintern oder Schmelzen (in Deutschland als Schlacke bei der Roheisenerzeugung) und durch Feinmahlen gewonnen. Er hat einen sehr niedrigen Kalkgehalt.

Tonerdezement erhärtet sehr schnell bei normalem Erstarungsbeginn. Er darf nicht mit anderen Zementarten oder mit Kalk vermischt werden, weil dadurch Schnellbinder entstehen können, welche die Festigkeit vermindern.

**Tonerdezement erwärmt sich in der ersten Zeit des Erhärten sehr stark.** Bei warmem Wetter (Lufttemperatur über 25°) kann dies nachteilig, bei kühler Witterung oder Frost (bis -15°) dagegen von Vorteil sein. Wenn er im Sommer verarbeitet wird, muß er vor allem naß gehalten und vor Sonnenstrahlen geschützt werden.

Die Farbe des Tonerdezements ist hellgrau bis braun. Tonerdezement ist gegen angreifende Wässer, die Kalziumsulfat (Gips) oder Magnesiumchlorid enthalten, besonders widerstandsfähig, gegen Säuren und Öle dagegen sehr empfindlich.

**Naturzement** wird aus Steinen hergestellt, deren chemische Zusammensetzung der des Rohstoffgemenges von Portlandzement nahestehet. Die Steine werden meist nicht weiter aufbereitet, sondern nur bis zur Sinterung gebrannt und dann nach Zugabe von Fremdstoffen fein gemahlen. Seine Eigenschaften sind mehr oder weniger großen Schwankungen unterworfen.

**Erzzement** ist eine Abart des Portlandzements, bei dem die Tonerde fast vollständig durch Eisenoxyde oder andere Metalloxyde ersetzt ist. Erzzement ist vor allem widerstandsfähig gegen Seewasser und schwefelsaure Salze (Sulfate). Er sieht bräunlich aus und ergibt daher einen bräunlich getönten Mörtel.

#### Herstellung des Portlandzements

Bild 22-26

Die heute übliche Herstellung des Portlandzementes geht nach drei verschiedenen Verfahren vor sich, und zwar je nach dem Vorkommen und der Beschaffenheit der Grundstoffe.

**Im Naßverfahren** (Schlämmbverfahren) werden die beiden Hauptbestandteile Kalk und Ton unter starkem Wasserzusatz vermahlen und der Schlamm entweder zu Ziegeln geformt und gebrannt oder gleich als Dickschlamm über Naßrohrmühlen dem Ofen zugeführt, wo er bis zur Sinterung (beginnende Schmelzung) gebrannt wird.

**Beim Halbnaßverfahren** wird nur der Ton geschlämmt und ihm fein gemahlener Kalk beigemengt, woraus die für das Brennverfahren bestimmten Klinker geformt werden.

**Beim Trockenverfahren** werden die Rohstoffe für sich gesondert getrocknet und bis zur Mehlfeinheit zerkleinert. Erst dann werden sie so weit angefeuchtet, daß sich die Klinker daraus formen lassen.

Das Brennen geschah früher in Schachtöfen, jetzt fast ausschließlich in stetigem Betrieb in Ringöfen, Etagenöfen und Drehöfen, wobei die letzteren allen anderen gegenüber wesentliche Vorteile besitzen.

Das bis zur Sinterung (beginnende Schmelzung) gebrannte Gut wird in Mühlen bis zur Mehlfeinheit zerkleinert und dann in besonderen Silos gelagert, da sich frisch gebrannter Portlandzement nicht ohne weiteres verarbeiten läßt und besonders hinsichtlich seiner Abbindezeit noch behandelt werden muß.

Zur Veranschaulichung des Vorgangs wird nachstehend eine kurze Beschreibung über die **Zementherstellung nach dem Naßverfahren** in einem modernen Portlandzementwerk (der Dyckerhoff Portlandzementwerke A.G. in Amöneburg) gegeben. Hiezu das Bild 26.

Das in der Natur vorkommende und für die Fabrikation benötigte Rohmaterial (Kalkstein, Mergel und Ton) wird mit großem Löffelbagger an der Steinbruchwand abgebaut und mit kleineren Baggern in die Transportbahn verladen. Die Kübelwagen werden dann mit Hilfe eines großen Laufkrans über Raupenbänder in Silos entleert. Aus diesen wandert das Roh-

material in Titanbrecher, in denen es auf Eigröße vorgebrochen wird. Von hier aus wird das vorgebrochene Material durch Transportbänder den Kugelmühlen zugeführt, in denen es unter Zusatz von Wasser grob gemahlen wird.

Becherwerke fördern diesen Rohschlamm über Vorschlagsmills in 15 Feinmühlen, von denen aus der fertig gemahlene Schlamm mittels Pumpen und Becherwerken 45 Mischsilos von je 250 cbm Inhalt zugeführt wird.

Aus diesen Silos wird der fertige Rohschlamm durch Pumpen in einen großen Fertig- und Schlammsilo von 5000 cbm Inhalt gedrückt. Hier wird der Schlamm durch ein besonderes Rührwerk und Preßluft ständig aufgerührt, so daß ein Schlamm von größter Gleichmäßigkeit entsteht. Dieser wandert dann in die Ofenanlage, die aus 7 Drehöfen von je 50 bis 55 m Länge mit einem Durchmesser von 3 m besteht. Die Leistung eines Ofens beträgt 270 Tonnen in 24 Stunden. Der Schlamm durchwandert den Ofen und wird in der Sinterzone bei einer Temperatur von etwa 1500 Grad zu dem Portland-Zement-Klinker gebrannt. Als Brennmaterial wird von der Gegenseite mit Ventilatoren Kohlenstaub in den Ofen geblasen. Der gebrannte Klinker fällt am Ofenende in einen rotierenden Kühler, wo er seine Wärme fast restlos abgibt. Durch Transportband wird der Klinker zunächst in die Lagerhallen und von hier zu den Mühlen gebracht. Der fertig gemahlene Zement kommt dann in die Vorratsilos, aus denen er den Packmaschinen und von dort über Transportbänder den Verladerampen zugeführt wird.

#### Güteklassen

Die Normenze mente werden in drei Güteklassen hergestellt, wobei die Druckfestigkeiten, die die vorschriftsmäßig hergestellten und gelagerten Normenmörtelproben nach 28 Tagen mindestens erreichen müssen, als Kennzeichen dienen.

Man unterscheidet dabei:

**Normenzement 225** (Z 225) „gewöhnlicher Zement“

Druckfestigkeit nach 28 Tagen 225 kg/cm<sup>2</sup>,

**Normenzement 325** (Z 325) „hochwertiger Zement“

Druckfestigkeit nach 28 Tagen 325 kg/cm<sup>2</sup>,

**Normenzement 425** (Z 425) „höherwertiger Zement“

Druckfestigkeit nach 28 Tagen 425 kg/cm<sup>2</sup>.

Portland- und Eisenportlandzement werden in allen drei Güteklassen, Hochofenzement und Traßzement nur als Z 225 hergestellt.

Die tatsächlichen Festigkeiten liegen aber bei fast allen Normenze menten wesentlich höher als die vorgeschriebenen Normfestigkeiten.

Auch die hoch- und höherwertigen Zemente erfüllen die Normeneigenschaften bezüglich des Erstarrungsbeginns, d. h. auch ihr Erstarren darf erst eine Stunde nach dem Anmachen eintreten. Z 325 und Z 425 sind also keine Schnellbinder, dagegen sind sie Schnellerhärtler, sie erreichen bestimmte Festigkeiten früher als normaler Zement (Z 225). Man bezeichnet sie deshalb gelegentlich auch als frühhochfeste Zemente. Ein Mörtel mit Z 425 kann gegebenenfalls schon nach wenigen Tagen eine Festigkeit erreichen, die ein Mörtel aus Z 225 erst nach 4 Wochen aufweisen würde.

Z 325 und Z 425 entwickeln außerdem beim Erstarren und in der Anfangserhärtung mehr Wärme als Z 225; ihre Verwendung bietet daher auch bei kühler Witterung Vorteile und verringert die Gefahr von Frostschäden. Die Verwendung hoch-

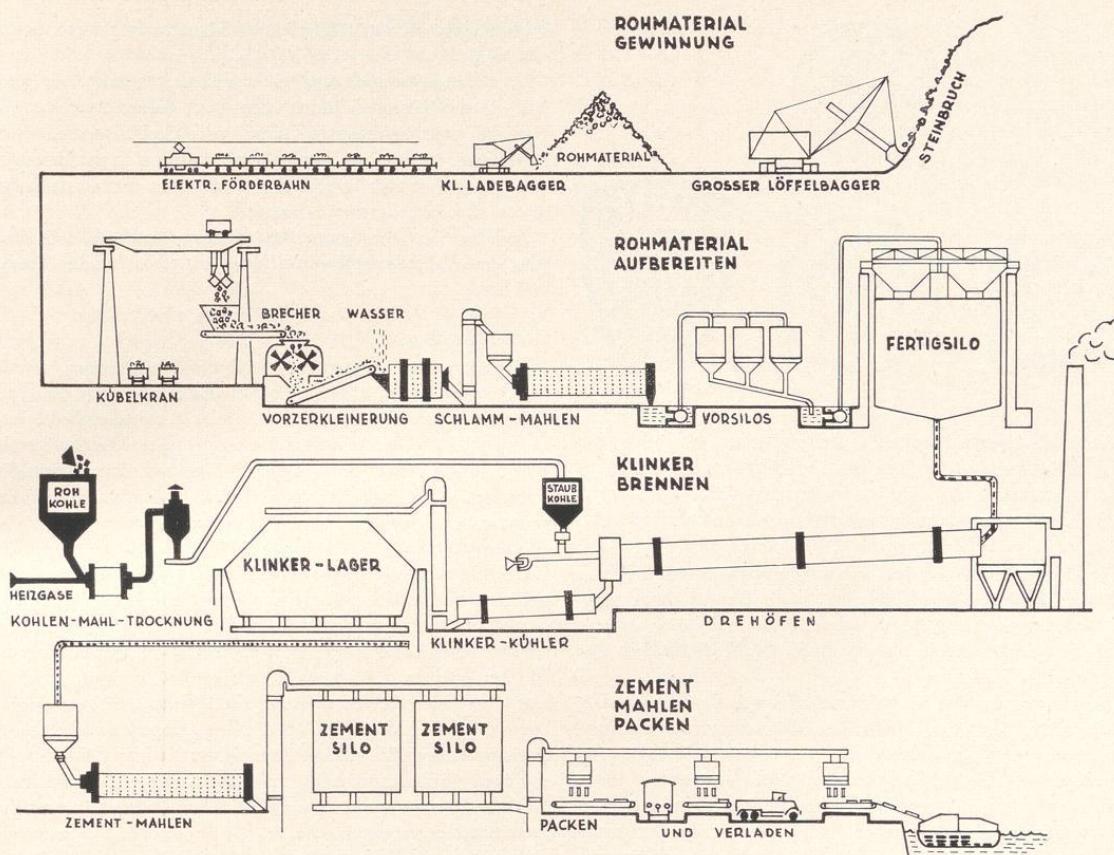


Bild 26. Schema der Herstellung des Portlandzementes nach dem Naßverfahren.  
Dyckerhoff Portlandzementwerke A.G. in Amöneburg

und höherwertiger Normenzemente ist überall dort angezeigt, wo mit größerer Beschleunigung gearbeitet werden muß. Diese Zemente sind also dem gewöhnlichen Portlandzement, der mit Beschleunigungs- und Frostschutzmitteln versetzt wird, vorzuziehen.

#### Güteeigenschaften

Ein Normenzement ist raumbeständig, wenn ein damit hergestellter Zementbrei oder Mörtel während der Erstarrung und Erhärtung sowohl an der Luft als auch unter Wasser sein Volumen nicht vergrößert, also nicht treibt.

Beim Normenzement darf das Erstarren nicht einsetzen, bevor der Mörtel verarbeitet ist. Die Normen verlangen deshalb, daß der Erstarrungsbeginn an einem in bestimmter Weise zusammengesetzten Zementbrei frühestens eine Stunde nach dem Anmachen einsetzt. Zemente, die schneller erstarren, nennt man Schnellbinder, sie sind aber nicht normgemäß und werden als solche auch nicht hergestellt. Während das Erstarren nicht zu früh einsetzen darf, muß es andererseits auch nach einer gewissen Zeit beendet sein. Nach den Normen muß der vorschriftsmäßig hergestellte Zementbrei bei +18 bis 21° Raumtemperatur nach spätestens 12 Stunden so weit erstarrt sein, daß er schon eine gewisse Festigkeit aufweist. Das Erreichen be-

stimmter recht hoher Festigkeiten ist eine der wichtigsten Eigenschaften der Normenzemente.

Die Raumbeständigkeit und der Erstarrungsbeginn können mit einfachen Mitteln auf der Baustelle nachgeprüft werden.

**Mahlfeinheit.** Der Zement muß so fein gemahlen sein, daß er auf dem Sieb 0,09 DIN 1171 (4900 Maschen auf 1 cm<sup>2</sup>) höchstens 20% Rückstand hinterläßt.

**Kennzeichnung.** Nach DIN 1164 muß die Verpackung — meist drei- oder mehrfache Papiersäcke — in deutlicher Schrift die Bezeichnungen „Portlandzement“, „Eisenportlandzement“, „Hochfenzement“, Güteklaße, Bruttogewicht, Firma, Marke und Bezeichnung des erzeugenden Werkes tragen.

Die Güteklaße des Zements wird außer dem Aufdruck auch noch durch die Farbe der Verpackung gekennzeichnet. Z 225 ist in braune, Z 325 in grüne und Z 425 in rote Säcke verpackt.

Eine besondere Gewähr der gleichbleibenden Güte der Normenzemente ist dadurch gegeben, daß sich die Hersteller von Normenzement verpflichtet haben, ihre Erzeugnisse laufend durch staatliche oder staatlich anerkannte Prüfungsanstalten untersuchen zu lassen. Diese Zemente werden also laufend auf die Einhaltung der Normen überprüft. Zur Kennzeichnung ist die Verpackung mit dem Zeichen für die Normüberwachung versehen. Siehe Bild 27.



27



28



29



30

Bild 27. Gütezeichen für Portlandzement, Eisenportlandzement und Hochofenzement. — Bild 28 u. 29. Warenzeichen des Vereins EisenPortland- und Hochofenzement. — Bild 30. Warenzeichen des Vereins Deutscher Portland-Cement-Fabriken e. V.

Die Mitglieder des Vereins Deutscher Portland- und Hüttenzementwerke haben sich verpflichtet, ihren Zement genau nach den Bestimmungen der Normen herzustellen. Bei den Zementen dieser Werke trägt die Verpackung das Warenzeichen des Vereins. Siehe Bild 28-29.

Diese beiden Zeichen bieten dem Abnehmer die Gewähr, daß der Zement in stets gleichbleibender Güte und genau den Normen entsprechend geliefert wird.

Andererseits besteht aber für den Käufer — um die Vorschrift des § 377 HGB, über die Mängelrüge einzuhalten — die Verpflichtung, den Zement nach Anlieferung, jedenfalls aber vor der Verarbeitung, auf Raumbeständigkeit und Erstarungsbeginn gemäß § 23 und § 24 der Deutschen Zementnormen DIN 1164 zu prüfen.

#### Lagerung

Der Zement muß stets so gelagert werden, daß er gegen jegliche Feuchtigkeitsaufnahme (also auch gegen Boden- und Luftfeuchtigkeit, z. B. Nebel) genügend geschützt ist. Durch unsachgemäße Lagerung können die Güteigenschaften auf die Dauer wesentlich verschlechtert werden.

#### Zuschlagstoffe

Die Art und Beschaffenheit der Zuschlagstoffe ist für die Mörtelbereitung, den Abbindevorgang, das Erhärten und die Festigkeit des Mörtels von sehr großer Bedeutung.

Für die Herstellung der verschiedenen Kalk-, Gips- und Zementmörtel kommen als Zuschlagstoffe hauptsächlich das Wasser und der Sand in Betracht.

#### Wasser

Das Wasser als flüssiger Zuschlagstoff und zugleich Lösungsmittel für den Mörtelbinder (Kalk, Gips, Zement) ist für die Mörtelbereitung unentbehrlich. Als Anmachwasser sind alle in der Natur vorkommenden Wässer geeignet, vorausgesetzt, daß sie nicht verunreinigt sind. Wasser aus Trink- und Nutzwasserleitungen ist stets verwendbar. Bei Fluß- und Seewasser ist dann Vorsicht geboten, wenn sie mit Fabrikabwässern in Verbindung

kommen, die oft mit angreifenden Säuren oder Fetten durchsetzt sind.

Im allgemeinen wird es möglich sein, die Eignung eines Wassers für die Mörtelbereitung schon nach dessen Aussehen (ob klar oder trüb) und dessen Geruch oder Geschmack beurteilen zu können. Wenn dabei Bedenken über die Verwendung auftreten, dann ist eine Untersuchung durch ein chemisches Laboratorium jedenfalls empfehlenswert.

Jegliche Verunreinigung des Wassers beeinträchtigt oder stört den Abbindevorgang des Mörtels und setzt seine Festigkeit herab.

#### Feste Zuschlagstoffe

Als fester Zuschlagstoff für die Putzmörtelbereitung kommt nur Sand in Betracht. Er hat im allgemeinen die Aufgabe, das feste Gerippe des Putzes zu bilden, so z. B. bei allen Kalk- und Zementmörteln. Bei den Gipssandmörteln dient der Sand mehr als Magerungsmittel, weil seine Zusatzmenge verhältnismäßig gering ist. Dem Sand kommt deshalb bei den Kalk- und Zementmörteln wesentlich größere Bedeutung zu wie bei den Gipssandmörteln.

Die Eigenfestigkeit des Sandes als Zuschlagstoff muß viel größer sein als die angestrebte Mörtelfestigkeit. Aus diesem Grunde muß zu den Zementmörteln ein Sand von wesentlich höherer Festigkeit als zu den Kalkmörteln verwendet werden. Die Festigkeit und Widerstandsfähigkeit eines Sandes hat sich aber auch nach der Verwendung des Putzmörtels zu richten. Der Sand eines Außenputzmörtels muß, von Sonderfällen abgesehen, einer größeren Abnutzung (z. B. durch Witterungs-einflüsse) widerstehen als der Sand eines Innenputzmörtels. Hieraus ergibt sich, daß für den Außenputz stets der beste Sand zu verwenden ist.

Sand entsteht durch Abbau und Verwitterung der Gesteine, er wird entweder durch Wasser (beim Fluß-, See- und Grubensand) oder durch die Luft (beim Flug-, Dünen- und Wüsten-sand) angehäuft. Dem Ursprungsgestein entsprechend gibt es sehr verschiedene Sande. Den reinsten Sand finden wir in den Flüssen und Seen, vor allem aber in den Flüssen mit starker Strömung (z. B. Rhein, Isar). Der härteste Sand ist der Quarzsand, der wiederum in den Flüssen und Seen in größter Menge vorzufinden ist. Grubensand, aus Ablagerungen von Seen früherer Zeitalter, enthält wohl viel Quarzsand, ist aber vielfach mehr oder weniger stark mit Lehm und Ton durchsetzt.

Als Sand bezeichnet man im allgemeinen alle Gemenge von Steinkörnern, die durch ein Sieb von 7 mm Maschenweite oder 5 mm Lochweite gehen.

Prof. Graf (Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart) hat Sande verschiedener Kornzusammenstellungen untersucht und sie wie folgt beurteilt:

Kornbeschaffenheit und Größe	Grobkörnig 3—7 mm	Mittelkörnig 1—3 mm	Feinkörnig 0,2—1 mm	Mehlig 0—0,2 mm	Zusammen
	Anteil in Prozenten				
für alle Mörtel geeignet . . . . .	40	36	12	12	100
für Kalkmörtel noch brauchbar	25	35	22	18	100
für Zementmörtel noch brauchb.	0	30	45	25	100
zu fein — unbrauchbar . . . . .	0	0	65	35	100