universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Kalk, Gyps, Cementkalk und Portland-Cement in Oesterreich-Ungarn

Tarnawski, Anton

Wien, 1887

urn:nbn:at:at-ubi:2-4101

Kalk, Gyps, Cementkalk

und

Portland-Cement

in

Oesterreich-Ungarn.

Erste mit ausschliesslicher Rücksichtnahme auf die inländischen Productionsverhältnisse und Gewerkschaften herausgegebene Abhandlung

über

geologische Verhältnisse mit besonderer Berücksichtigung der zur Verkalkung geeigneten Mineralien; fossile Brennstoffe und deren Brennwert: Fabrikationsvorgang und Brennprocess, insbesondere für Portland-Cement; Dolomit-Cement und k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk; chemische Zusammensetzung und Eigenschaften der in den bedeutendern inländischen Etablissements erzeugten Fabrikate; Wertstellung und Anwendung der hydraulischen Bindemittel im Allgemeinen etc. etc.

Unentbehrliches Handbuch

für k. und k. Landesbaubehörden, Eisenbahnverwaltungen, Bauunternehmungen, Kalk- und Cement-Industrielle, Ingenieure, Architekten, Bau- und Maurermeister etc.,

nach eigenen langjährigen Erfahrungen und besten Quellen verfasst

von

Anton Tarnawski,

Cement-Techniker.

Mit mehreren Holzschnitten und 1 lithogr. Tafel.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Wien, 1887.

In Commission bei Carl Teufen, Wiedner Hauptstrasse 15.

Selbstverlag des Verfassers.

UB INNSBRUCK



Druck von Rudolf Brzezowsky & Söhne in Wien.

Vorwort.

Reich ist zwar die Literatur an Abhandlungen über Kalk, hydraulische Bindemittel und Gyps, doch befindet sich darunter noch keine, welche die einschlägigen österreichisch-ungarischen Productionsverhältnisse specifisch ins Auge gefasst hätte.

Um zur Ausfüllung dieser Lücke ein Scherflein beizutragen, entschloss ich mich zur Herausgabe des vorliegenden Werkes; mit Hinblick auf den Zweck: darin dem vaterländischen Momente jene öffentliche Geltung zu verschaffen, welche das wirksamste Mittel ist, Gemeinnütziges anzuregen, zu fördern und der stetigen Vervollkommnung zuzuführen.

Ich bin mir wohl bewusst, dass meine Arbeit weit hinter dem Ideale einer vollkommenen steht, doch hoffe ich, dass dieselbe als Vorläufer gediegenerer und umfassenderer literarischer Erscheinungen auf dem Gebiete der österreichisch-ungarischen Kalk-Cement- und Gyps-Industrie in den Kreisen, welche sich dafür interessiren, wohlwollende Aufnahme und Beurtheilung finden wird.

WIEN, im Februar 1887.

Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

Vorwort III

I.

Die geologischen Verhältnisse Oesterreich-Ungarns hinsichtlich der Kalksteine, Kalkmergel und Gyps. 7

I. Böhmen mit einem Theile von Ober- und Nieder-Oesterreich, Mähren und Schlesien 12
II. Oestliche Hälfte von Mähren, Schlesien, West-Galizien und West-Nord-Ungarn 18
III. Nordöstliche Ecke von Ungarn, Ost-Galizien, n.-ö. Theile von Bukowina . 25
IV. Westhälfte der österr. Alpenländer 29
V. Oestliche Hälfte der österr. Alpen und Süd-Ungarn 32
VI. Ungarisches Tiefland 36
VII. Ost-Ungarn und Siebenbürgen 41
VIII. Dalmatien, Küstenland, Illyrien 46
Bosnien und Herzegowina 48

II.

Brennmaterialien.

Das Holz 51
Der Torf 59
Die fossilen Kohlen 61
Brennwert der fossilen Kohlen 69
Verzeichniss der österr.-ung. Kohlengewerkschaften nebst Angabe der Kohlenwerte nach Calorien etc. 76
Die bedeutenderen Torflager in Oesterreich-Ungarn 82
Verbrennungsprocess 83

III.

Kalk.

Untersuchung der Kalksteine 87
Analysen 88
Das Brennen des Kalkes 90
Brennmaterialverbrauch 95
Eigenschaften des gebrannten Kalkes und Löschen desselben 96

Seite
Vom Luftmörtel 100
Ursachen der Erhärtung 103
Ausheizen neuer Wohnräume 106
Ursachen das Mauerfrasses 106

IV.
Gyps.

Chemische Zusammensetzung und die verschiedenen Arten des Gypses 108
Anwendung des Gypses 110
Eigenschaften des Gypses 111
Das Brennen, Entwässern des Gypses 112
Das Mahlen des Gypses 114
Das Giessen 115
Herstellung von Gypsformen 116
Gypsmörtel 117
Stuccaturarbeiten 118
Gypsstuck ohne Kalkmörtel 119
Das Härten des Gypses 120
Leim- oder Stärkfarbeanstriche unlöslich zu machen 122
Gypsfabriken in Oesterreich-Ungarn 124

V.
Hydraulische Kalke.

Eintheilung der hydraulischen Bindemittel 127
Hydraulischer Kalk 128
Cementkalk 129
Portland-Cement 129
Hydraulische Zuschläge 130
Geschichtliches über Cement 130
Chemische Zusammensetzung der hydraulischen Kalke im Allgemeinen . . . 134
Untersuchung der Kalksteine in Bezug auf ihre Hydraulicität 136
Bestandtheile der Thonerdesilicate und ihre Bedeutung als Hydraulefactoren . . 136
Ofensysteme mit Rücksicht auf die bei den österr.-ung. Cementfabriken bestehenden 138
Beschreibung der Kalköfen 143
Portland-Cement-Ofen für kleineren Betrieb und für Lignitbenützung . . . 148
Project eines continuirlichen Schachtofens für Portland-Cementbrennen 153
Der Brennprocess bei hydraulischen und Cementkalken 153
Theoretische Ansichten über die Aufschliessung der Thonerdesilicate während des Brennens (bildlich dargestellt) 154
Wirkungen der Hitze auf die Thonerdesilicate während des Brennprocesses . . . 157
Verhalten mancher inländischer Kalkmergel während des Brennprocesses 164
Darstellung des Portland-Cementes 165
Der Brennprocess bei Portland-Cement (bildlich dargestellt) 167
Ursachen des Zerfallens der erbrannten Portland-Cementmasse 170
Kennzeichen eines guten Portland-Cementbrandes und allgemeine Regeln zur Erstellung eines guten Portland-Cementes 172
Wertstellung der Cemente 174
Ueber den Einfluss des Wassers und der Atmosphäre auf die Festigkeit und Dauerhaftigkeit der hydraulischen Mörtel 177

Seite
Ueber den Einfluss der im Meerwasser gelösten Salze auf hydraulische (silicathältige) Mörtel 181
Ueber die Sandzusätze bei hydraulischem Mörtel 183
Ursachen des schnellen und langsamen Abbindens der Cementkalke 185
Beton- oder Concretbau-Mörtel 187
Normen über die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement und Cementkalk für Oesterreich-Ungarn 188
Cementfabriken in Oesterreich-Ungarn mit Rücksicht auf ihre Producte und Leistungsfähigkeit 197

VI.

Dolomit-Cement und k. k. a. priv. Albolith-Cementkalk.

Chemische Zusammensetzung des Dolomits und Magnesits 222
Ursprung des Dolomits 226
Ansichten über die Entstehungsweise des Dolomits 228
Geschichte über die Entdeckung des Dolomits 230
Dolomitasche 233
Tabelle über das Vorkommen von Dolomit und Magnesit in Oesterreich-Ungarn . 234
Vortrag des Hauenschild über die Eigenschaft der dolomitischen Cemente 235
Eigenschaften des k. k. a. priv. Aboluth-Cementkalkes 239
Anwendung bei Meeresbauten 242
Gewicht des k. k. a. priv. Albolith-Cementkalkes verglichen mit anderen Bindemitteln 244
Verwendung in der Landwirtschaft als Dünge- und Meliorationsmittel 245
Magnesit-Cemente 246

Anhang.

Erklärung der geologischen Specialbenennungen 248
Kurzgefasste Erläuterung der wichtigeren chemischen Determinationen, Formeln etc 257
Abkürzungen für die metrischen Mass- und Gewichtsgrössen 264

Am Schlusse dieses Werkes ist ein Verzeichnis empfehlenswerter Firmen angeführt, welche ganz besonders den P T. Baumeistern, Ingenieuren etc. in der Provinz mitunter von Interesse sein dürften und zwar:

Bautechniker, „Central-Organ für österr. Bauwesen" 265
Kronsteiner, k. k. a. p. Façadenfarben-Fabrik 266
Weniger & Meditsch, Eisenhandlung 267
Kunststeinmassa-Fabrik in Knittelfeld 267
Lovrek, Metall-Aufschrifttafeln 268
Rohrbeck, Chem. technische Apparate, Reagentien und Lehrmittel 269
Jantzen, Zink-Ornamente 269
Riedel, Bau-Requisiten 270
Plaschkowitz, Jalousien-Fabrik 270
Neuber, Quarzsand 270
Wlach, k. k. a. priv. Beleuchtungs- und Signalapparaten-Fabrik 271
Menzl, k. k. a. priv. Zeichen-Requisiten-Tischlerei 271
Griess, Sport-Drechslerei 271
Gläser, Maschinenfabrik 272
Braune's Witwe, Parqueten-Fabrik 272
Denk, „Dippelbaumbrände" 273
Ronge, Papierfabriks-Niederlage 273
Würbel, Lithograph 274

Einleitung.

Die Darlegung der Gesichtspunkte, von denen aus das Materiale zur vorliegenden Abhandlung gesammelt und der Bearbeitung unterzogen wurde, ist keine überflüssige, sondern eine der Oeffentlichkeit gegenüber gebotene Zugabe, da darin der Massstab für die Beurtheilung der befolgten Grundsätze gelegen ist.

Ausser dem, gleichsam den rothen Faden in dem vorliegenden Werke bildenden Standpunkte: die Durchführung in möglichst erreichbarem Masse an die Productions- und Industrie-Verhältnisse Oesterreich-Ungarns anzulehnen, sind die übrigen Gesichtspunkte durch das Wesen der Sache selbst gegeben; daher, um deren Erkenntnis zu vermitteln, ein kurzer Abriss des Inhaltes mit der Erklärung der technischen Hauptbegriffe, welche das übersichtliche Verständnis des Sachlichen und die Gruppirung des Stoffes bedingen, im Nachfolgenden eine kurze Einleitung geben wolle.

In der Kalk-, Cement- und Gyps-Industrie spielt die Kalkerde, der Kalk, die Hauptrolle.

Die Kalkerde findet sich aber in der Natur nie rein, sondern stets in Verbindung mit Kohlen-, Schwefel- oder Phosphorsäure, ferner mit Kieselerde und begleitet von Thon, Magnesia (Talkerde) und anderen Stoffen. Der natürliche kohlensaure Kalk, vom Mineralogen kurzweg Kalk benannt, findet sich mit mehr oder weniger fremden Beimengungen unter dem Namen Marmor, körniger Kalk, Kalkstein, Kalkspat, Kreide etc. fast in allen Formationen. Ausserdem kommt er, ebenfalls mehr oder weniger mit anderen Mineralien vermengt, in Verbindung mit Magnesia unter dem Namen „Dolomit“, in Verbindung mit Thon unter dem Namen „Mergel“ vor; Kalkerde in Verbindung mit Schwefelsäure tritt hauptsächlich in der tertiären, der unteren Trias-Formation (Werfner-Schichten) unter dem Namen „Gyps“ auf.

Für die Erzeugung der zu Bauzwecken geeigneten Bindemittel ist der kohlensaure Kalk in den mannigfachen Varietäten der

Kalksteine, Dolomite und Mergel der wichtigste Factor; von minderer, keineswegs jedoch zu unterschätzender Bedeutung ist der Gyps.

Kalk und Gyps — roh und gebrannt — werden auch zu anderen industriellen, gewerblichen und landwirtschaftlichen Zwecken verwendet, jedoch bleibt eine nähere Betrachtung in diesen Richtungen nur auf das geringste Mass beschränkt, da vorzugsweise die Bedeutung von Kalk und Gyps für das Bauwesen in's Auge gefasst ist.

Vor Allem wirft sich die Frage auf, wo und unter welchen Verhältnissen finden sich zweckdienliche Mineralien, an welchen Merkmalen sind sie zu erkennen, und wie werden sie auf den Grad ihrer Tauglichkeit geprüft und bestimmt?

Der erstere Theil dieser Frage findet im 1. Abschnitte „Geologische Verhältnisse Oesterreich-Ungarns bezüglich der Kalksteine, Dolomite, Mergel und Gypse" seine Beantwortung, die anderen zwei Theile hingegen werden in den Abschnitten über die verschiedenen Kalk- und Gypserzeugnisse mit besonderer Rücksicht auf die physische und chemische Zusammensetzung der Mineralien, des chemischen wechselseitigen Verhaltens der darin prävalirenden und den Ausschlag gebenden Bestandtheile besprochen.

Um Kalk- und Gypssteine zu Bindemitteln und anderen Zwecken verwendbar zu machen, müssen dieselben vorher gebrannt werden.

Durch das Brennen wird aus dem Kalkstein die Kohlensäure, aus dem Gyps das Wasser ausgetrieben und das Product des Brandes ist gebrannter Kalk resp. gebrannter Gyps.

Auf die Kosten der Erzeugung und auf den Verlauf des Brennprocesses nimmt das Brennmaterial den Haupteinfluss. Es wird daher als wichtig erachtet, den Brennstoffen, namentlich der fossilen Kohle, besondere Beachtung zu widmen, daher im 2. Abschnitte in kurzen Umrissen die Entstehung, chemische Zusammensetzung, Berechnung der Calorien, der Brennwerth etc. und die Fundstätten der in Oesterreich-Ungarn vorkommenden fossilen Kohlen besprochen wird.

Die gebrannten Kalke zeigen in ihrem Verhalten zur Luft, zum Wasser und in ihrer Verwendung zu Mörtel je nach dem Masse der darin vorkommenden fremden Beimengungen verschiedene charakteristische Eigenschaften, wonach im Handel und Wandel, von subjectiven und örtlichen Anschauungen befangen, verschiedene oft nicht übereinstimmende Benennungen für ein und dieselbe Kalkgattung platzgegriffen haben. Insbesonders ist dies bei hydraulischen Kalken und Cementen der Fall.

Der österreichische Ingenieur- und Architecten-Verein, geleitet von der Erkenntnis, dass es für das Baugewerbe von besonderer

Wichtigkeit ist, eine, Begriffs- und Namensverwirrungen ausschliessende Benennung, der zu Bauzwecken verwendeten Bindemittel einzuführen, hat im Jahre 1880, ausser den Vorschriften für die einheitliche Lieferung und Prüfung, auch Bestimmungen für die einheitliche Bezeichnung der hydraulischen Bindemittel aufgestellt. An diesen Bestimmungen darf mit um so grösserer Berechtigung festgehalten werden, als dieselben bereits weite Verbreitung gefunden, und an competenten Stellen Normgiltigkeit erlangt haben, ausserdem bis nun keine anderen so gearteten Vorschläge zur Geltung gebracht worden sind, welche die Frage der einheitlichen Unterscheidung, von praktischen Gesichtspunkten aus, zutreffender, bestimmter und leichtverständlicher lösen würden.

Die Einleitung zu diesen Bestimmungen lautet der Hauptsache nach:

Wird der gebrannte Kalk mit Wasser bespritzt, und zerfällt er dabei unter Wärmeentwicklung in ein feines Pulver, oder verwandelt er sich bei mehr Wasserzusatz in einen dünnflüssigen feinen Brei, so löscht er sich; saugt hingegen der gebrannte Kalk das Wasser nur auf, ohne im Uebrigen eine Veränderung zu zeigen, so löscht er sich nicht. Die gebrannten Kalke, welche sich löschen lassen, werden in fette und magere unterschieden.

Zu den fetten Kalken werden jene gerechnet, welche ihr Volumen beim Ablöschen wenigstens verdoppeln. Der Uebergang vom fetten in mageren Kalk ist jedoch ein unmerklicher und der Kalk ist desto magerer, je mehr fremde Beimengungen bis zu einer gewissen Grenze in ihm enthalten sind.

Die fremden Beimengungen, insbesondere Verbindungen der durch das Brennen aufgeschlossenen Kieselsäure, verleihen bei hinreichendem Vorhandensein dem mageren Kalke hydraulische Eigenschaft, d. i. die Eigenschaft, einige Zeit nach seiner Verwendung zu Mörtel im Wasser zu erhärten; also jener magere Kalk, welcher innerhalb der Grenze, wo er sich noch löschen lässt, in der Verwendung zu Mörtel nach einer gewissen Zeit hydraulische Eigenschaft annimmt (dem Einflusse der Feuchtigkeit und des Wassers widersteht) wird hydraulischer Kalk genannt.

Fetter und auch magerer, nicht hydraulischer Kalk — Aetzkalk — kann durch gewisse, sogenannte hydraulische Zuschläge, als: Puzzuolane, Trass, Santorinerde, Obsidian (Bimsstein) u. s. f. in hydraulischen verwandelt werden.

Die Santorinerde hat zwar an der österreichisch-ungarischen Seeküste als hydraulisches Mittel für Meeresbauten ihre berechtigte Bedeutung, kommt jedoch wegen ihrer beschränkten localen Verwendung nur nebenbei in Betracht, während von den übrigen Zuschlägen — abgesehen von deren kostspieligem Bezuge — vollends Umgang

genommen werden darf, indem Oesterreich-Ungarn von der Natur mit Kalkgebilden für die directe Erzeugung vortrefflicher hydraulischer Bindemittel für Land-, Wasser- und maritime Bauten sozusagen allerorten reichlich bedacht ist, wodurch auch die Zuhilfenahme ausländischer Zusätze entbehrlich ist.

Betreffs der Kalksteine sei hier noch erwähnt:

Bis 12% in Salzsäure unlösliche Silicate (kieselsauren Thon) enthaltende Kalksteine geben Aetzkalk; mit über 12 bis 20% solcher Beimengung eignen sie sich zu hydraulischen Kalken; mit 21 bis 50% Silicaten verbundene taugen mehr oder weniger zu Cement-Kalken.

Letztere Gesteine führen den Namen „Kalkmergel".

Bei grösserem Gehalte an Silicaten, 50—75%, ist die Bezeichnung „Thonmergel" eingeführt.

Thonmergel eignen sich zur directen Erzeugung von Cementkalken gar nicht, können aber wohl zur Fabrikation von künstlichen Cementkalk und Portland-Cement durch Zusatz von Kalk unter gewissen Umständen vortheilhaft Verwendung finden.

Der Portland-Cement tritt als das vorzüglichste hydraulische Bindemittel, welches nicht blos zu Wassermörtel, sondern auch zur Herstellung verschiedener steinharter bautechnischer Gegenstände (Cementwaaren) verwendet wird, in der Cement-Industrie in den Vordergrund.

Im Auslande wird der Portland-Cement fast durchwegs künstlich aus Kreide-Muschelkalk etc. und Thon erzeugt; in Oesterreich-Ungarn hingegen finden sich Kalkmergel, die von Natur aus die für Portland-Cement erforderliche chemische Zusammensetzung besitzen, also für die Verarbeitung zu Portland-Cement keiner künstlichen Beimengungen bedürfen, wodurch der Verbilligung der Fabrikation wesentlicher Vorschub geleistet wird.

Unter die zu Bauzwecken verwendeten Materialien gehört auch der gebrannte, resp. entwässerte und pulverisirte schwefelsaure Kalk, Gyps. Das Gypsmehl kommt entweder ohne Zusätze, oder vermengt mit Alaun (als alaunirter Gyps), Aetzkalk und Sand in Verwendung.

Die Güte der gebrannten Kalke hängt nicht nur von der Qualität der Mineralien, sondern auch vom Brennen selbst ab. Sonach ist der richtige, der chemischen Zusammensetzung des Rohstoffes accomodirte Vorgang beim Brennen, die Wahl des Brennstoffes, die zweckmässige Anlage der Oefen, Fragen, auf deren eingehende Erörterung auch besonderer Nachdruck gelegt ist.

Speciell die Cemente betreffend, dürften die bildliche Darstellung der die Hydraulicität bedingenden Silicatbildung und Beispiele der Brennmethoden mit Lignit eine willkommene Beigabe sein.

Die zu Cement- Kalk und Portland-Cement gebrannten Mineralien müssen vor ihrer Anwendung pulverisirt werden. Es kommen daher die Nothwendigkeit des Mahlens, der erforderliche Grad der Feinheit des Pulvers und die Mahlvorrichtungen zur Sprache. Daran schliesst sich die Anleitung zur Prüfung der Erzeugnisse auf ihre Eigenschaften und Festigkeit, wobei die vom österreichischen Ingenieur- und Architecten-Vereine für die Lieferung und Prüfung der hydraulischen Bindemittel aufgestellten Namen den ihnen gebührenden Platz finden; jedoch erscheint es nach bisher gemachten Erfahrungen wünschenswert, im Interesse der inländischen Cement-Industrie eine Aenderung dieser Normen eintreten zu lassen.

Die ausgebreitetste Anwendung finden die Bindemittel im Bauwesen in der Gestalt von Mörtel, einem mit Sand vermengten Kalkbrei. Man unterscheidet Luft- und Wassermörtel, je nachdem dazu nichthydraulische oder hydraulische Kalke genommen werden.

Das Löschen des Kalkes, die Mörtelbereitung, das Wasser, die Zusätze von Sand und Anderem, der Vorgang bei der Verwendung des Mörtels, das Verhalten der verschiedenen Mörtelgattungen zur Luft und zum Wasser, die Ursachen der Erhärtung des Mörtels, dessen Festigkeit etc. sind weiters Momente, deren Erläuterung in, der Eigenart des betreffenden Bindemittels, entsprechender Weise Rechnung getragen wird.

Der Abhandlung über hydraulische Kalke und Cemente ist zugefügt: Specielles über Dolomit-Cemente und daraus gefertigte Kunststeine, sowie über den k. k. priv. Albolith-Cementkalk, Resultate der mit letzterem vorgenommenen Proben, dessen Eignung für Land- und Meeresbauten und als Düngemittel in der Landwirtschaft.

Um dem Eingangs hervorgehobenen Standpunkte auch nach der Seite: „der Kenntnis und Würdigung der österreichisch-ungarischen Kalk-, Cement- und Gyps-Industrie allgemeinere Verbreitung zu verschaffen", gerecht werden zu können, wurden die betreffenden Herren Fabriksbesitzer zur Mitwirkung in dem Sinne eingeladen, Daten über die chemische Zusammensetzung und Eigenschaften ihrer Erzeugnisse und über sonstige wissenswerte Fabrikations-Verhältnisse mitzutheilen; um damit auf das diesfalls noch brache Feld einer gemeinsamen Publicität die ersten Keime zu pflanzen.

Durch das freundliche Entgegenkommen mehrerer Herren Industrieller, wofür ihnen der wärmste Dank gezollt wird, konnten die betreffenden Abschnitte mit Notizen bereichert werden, die nicht verfehlen dürften, die praktische Seite der Fabrikation in gemeinnütziger Weise zu illustriren.

Den übrigen Fabriken, die sich zu den erbetenen Mittheilungen nicht herbeigelassen haben, konnte selbstverständlich nur der Platz der einfachen Erwähnung eingeräumt werden.

In den angedeuteten Richtungen ist

im 3. Abschnitte vom Kalke,
im 4. „ vom Gyps und
im 5. „ von hydraulischen Kalken und Cementen, endlich
im 6. „ von Dolomit-Cementen die Rede.

Von der Gepflogenheit, dem eigentlichen Gegenstande Vorbegriffe aus der Chemie, Mineralogie und Geologie vorauszuschicken, wurde aus dem Grunde abgesehen, weil angenommen werden durfte, dass dies für den grösseren Theil der Leser ein unnützer Ballast wäre.

Diejenigen Leser hingegen, welchen die im Texte gebrauchten wissenschaftlichen Determinationen, chemische Zeichen und technischen Ausdrücke nicht geläufig sein sollten, finden darüber im Anhang Aufschluss, worin in alphabetischer Reihenfolge die bezüglichen näheren Erläuterungen aufgenommen sind.

I.

Die geologischen Verhältnisse Oesterreich-Ungarns

hinsichtlich der Kalksteine, Dolomite, Mergel und Gyps.

Die Fundstätten von Kalksteinen, aus denen Aetzkalk gebrannt wird, sind von altersher allerwärts bekannt und bereits so dicht und zahlreich in der erreichbarsten Nähe der Verbrauchsorte aufgeschlossen, dass auf diesem Gebiete Gemeinnützig-Neues kaum mehr zuwege gebracht werden könnte; daher nicht gut zu rechtfertigen wäre, wenn man sich damit befassen wollte.

Dagegen nehmen das Vorkommen der zu hydraulischen und Cementkalken und Gyps tauglichen Mineralien erhöhtes Interesse schon deshalb in Anspruch, weil deren Kenntnis und Behandlungsweise nicht Gemeingut ist. Ausserdem ist aber durch den Aufschwung des Bauwesens und die dadurch potenzirte Nachfrage nach hydraulischen Bindemitteln das Bestreben wachgerufen worden, Stellen aufzufinden, wo die Gewinnung der Rohstoffe und deren Verarbeitung zu diesen Baumaterialien Chancen für einen vortheilhaften Absatz bieten.

Durch diese Motive ist der Weg vorgezeichnet, auf welchem das Vorkommen der Rohmaterialien hier verfolgt werden soll.

Als um die Mitte dieses Jahrhundertes der Eisenbahnbau und bald darauf das moderne Bauwesen sich rasch zu entwickeln begonnen, hat sich die k. k. geologische Reichsanstalt in Wien im Interesse der mit den baulichen Fortschritten im engen Zusammenhange stehenden Kalk-Industrie sofort in anerkennenswerter Weise mit der Ausforschung von für hydraulische Kalke und Cemente geeigneten Mineralien beschäftigt und in rascher Aufeinanderfolge die Fundstätten in ihren Jahrbüchern bekanntgegeben.

Herr Professor Dr. Franz Ragsky war der Erste, welcher im Jahre 1851 in einer Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt auf die Wichtigkeit der Aufsuchung von Kalkmergellagern aufmerksam gemacht hat, worauf an anderer Stelle noch hingewiesen werden wird. Ihm folgte der k. k. Bergrath Czjžek, dessen Berichte in den Sitzungen vom Jahre 1852 nicht blos historische, sondern auch actuelle Beachtung verdienen. So sagt derselbe unter Anderen:

„Der hydraulische Kalk nimmt in neuerer Zeit eine besondere Aufmerksamkeit in Anspruch. Er wird nicht allein zu Wasserbauten, sondern auch zu ganzen Taggebäuden verwendet und liefert bei gehöriger Behandlung ein äusserst festes Mauerwerk; er kommt daher immer mehr in Aufschwung und sein Bedarf steigt alljährlich.

Die Zusammensetzung eines guten hydraulischen Kalkes hängt von seinem Gehalte an auflöslicher an Kali gebundener Kieselerde ab.

Es finden sich in mehreren Formationen Kalke und Mergel von einer Zusammensetzung, die den Anforderungen eines hydraulischen Kalkes mehr oder weniger entsprechen."

Diese Worte haben noch heute an ihrer Geltung nichts eingebüsst; da das Bedürfnis nach hydraulischen Kalken sich fortwährend steigert, wie dies schon aus der Thatsache hervorgeht, dass die Einsicht der Vortheile, welche die Anwendung dieser Kalke auch zu Tagbauten gewährt, immer mehr an Boden gewinnt, vornehmlich in und um Wien und Budapest, den Schwerpunkten der Bauthätigkeit und des Kalkconsums.

Aus der Fundgrube, die ihre reichen gemeinnützigen Schätze der unermüdlichen Forschung der k. und k. geologischen Anstalten beider Reichshälften und vieler um die Wissenschaften in Oesterreich-Ungarn hochverdienter Männer verdankt, sind die Angaben über das Vorkommen der hier in Betracht gezogenen Fossilien geschöpft.

Die feste Kruste unseres Planeten besteht wesentlich aus Mineralaggregaten, die man Gesteine oder Felsarten zu nennen pflegt und die theils durch Erstarrung aus einem vorher leicht flüssigen Zustande, theils durch chemische Niederschläge oder mechanische Ablagerungen aus Wasser entstanden sind. Man fasst alle Gesteine, welche nach ihrer Beschaffenheit und Lagerung als gleichartige und gleichzeitige Bildungen erscheinen, unter dem Namen einer Formation zusammen. Folgende Tabelle gibt eine Uebersicht der Formationen und ihrer wichtigsten Gliederungen in absteigender Reihenfolge von den obersten (jüngsten) zu den untersten (ältesten) Bildungen.

Formations-			Specielle Benennungen
Zeiträume	Hauptglieder	Unterabtheilungen	einzelner Bildungen
Quartärzeit (Jetztzeit) (Anthropozoische Periode)	Alluvial (jungquartäres Gebilde)	Jetzige Süss- und Salzwasserbildungen, Torfmoore, Korallenbauten, recente vulkanische Producte, (Ackererde, Sand, Schotter, Kalksinter, Kalktuff etc.	
	Diluvial (altquartäres Gebilde)	Höhlenlehm, Löss, erratische Blöcke, erratischer Schutt- Sand- und Geröllablagerungen	

Formations-			Specielle Benennungen einzelner Bildungen
Zeiträume	Hauptglieder	Unterabtheilungen	
Tertiärzeit (Neuzeit) (Känozoische Periode)	Neogen-F. (jüngere Tertiärform.) oder das jüngere Braunkohlengebirge.	Miocen und Pliocen: Congerienstufe (Süsswasserstufen) Fluviatile Sand- und Schottermassen, Süsswasserbildungen, Brackwasserablagerungen. (Sande, Thone, Geschiebe, Kalke, Lignite).	Belvedere-Sand und Schotter, Congerien Tegel. Congerien Kalk (Süsswasserkalk)
		Sarmatische Stufe (Cerithienstufe) marine z. T. brackische Ablagerungen (Kalke, Sande, Thone, Sandstein, Mergel, Lignite, Braunkohlen)	Cerithienkalke, brackischer Tegel
		Mediterranen Stufe, grösstentheils marine Ablagerungen. (Kalke, Thone, Sand, Conglomerate, Sandsteine, Mergel, Gyps, Salz, Braunkohle etc.)	Leithakalk, marine Tegel, jüngere Molasse, obere Braunkohle (in Böhmen)
		Aquitanische Stufe, (Conglomerate, Schieferthone, Letten, Thonmergel, Sandsteine, Kohlen.)	Schichten von Sotzka. Aeltere Molasse, untere Braunkohle (in Böhmen.)
	Eocen-F. (ältere Tertiärform.) oder das ältere Braunkohlengebirge.	Ober-Eocen (Oligozen) (Kalke, Sandsteine, Mergel, Thone, Gyps, Kohlen etc.)	Flysch
		Untere Eocen (Kalk, Sandsteine, Thone, Mergel, Kohlen etc.)	Nummuliten Kalk- und Sandsteine, Cosina Schichten
Secundärzeit (Mittelalter) (mesozoische Periode)	Kreide-F. oder Quadersandsteingebirge	Obere Kreideform. (Pläner- oder Quaderform.) (Quadersandsteine, Thon- und Kalkmergel, Kalke, weisse Schreibkreide etc.)	Chocs-(Karpathen) Dolomit, Istebner und Friedeker Schichten, Scaglia, Rudistenkalk, Gosau Schichten, Süsswasserkalk, etc.)
		Mittlere Kreide-F. (Gault) (Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel)	Godula Sandstein
		Untere Kreide-F. (Neocom Kalke, Sandsteine, Thone, Mergel).	Karpathen und Wiener Sandstein, Macigno, Fischschiefer von Comen, Schrattenkalk, Rossfelder-Schichten, Aptychen-Kalk
	Jura-Form. oder das Oolithgebirge	Obere Juraform. (Tython- und Malmform.) oder weisser Jura (Thonmergel, Kalke, Kalkoolithe, Korallenkalk, Dolomite, Plattenkalke)	Stramberger-Schichten, Rogozniker-Schichten, Csorsztyner Kalke, Viloner-Schichten

Formations-			Specielle Benennungen
Zeiträume	Hauptglieder	Unterabtheilungen	einzelner Bildungen
Secundärzeit (Mittelalter) (mesozoische Periode)	Jura-Form. oder das Oolithgebirge	Mittlerer Jura (Dogger) oder brauner Jura (Kalke, Sandstein, Thone, Mergel, Roth- und Brauneisenoolithe)	Jura Fleckenmergel Klausschichten Crinoidenkalke
		Untere Jura- (Lias-)F. oder schwarzer Jura (Kalke. Sandstein, Thone, Mergel, bituminöser Schiefer)	Fleckenmergel, Grestener-Schichten, Algäu-, Hierlatz-, Adnether-Schichten
	Räthische Formation	Dolomite, Mergelkalke u. Sandsteine	Kössener-Schichten, Dachsteinkalk, Haupt-Dolomit
	Triasform. oder das Salzgebirge	Obere Trias- (Keuper-)F. (Sandsteine, bunte Mergel, Gyps, Salz, Dolomite) Lettenkohle	Raibler-, Hallstädter-, Esino-, Cassianer-, Partnach-, Lunzer-Schichten.
		Mittlere Trias (Muschelkalk) Kalke, Dolomite, Mergel, Gyps, Steinsalz	Virgloriakalk
		Untere Trias- (bunter Sandstein) Conglomerate, Sandsteine und Mergel	Gutensteiner Kalk, Werfner-Schichten
Primärzeit (Alterthum) (Paläozoische Periode)	Dyas- (Permische) Form. oder das Kupfergebirge	Obere Dyas- (Kupferschieferzechstein-Form.) Sandsteine, bituminöse kupferhältige Schiefer, Kalksteine und Dolomite mit Gyps- und Steinsalzlager	
		Untere Dyas- (Rothliegendes oder Todtliegendes) (Sandstein, Porphyre und Melaphyre)	
	Carbonische Form. oder das Steinkohlengebirge	Obere Abtheilung oder productives Kohlengebirge (Sandstein, Schieferthone, Kohlenflötze)	
		Untere Abtheilung (Culm-Form.) Berg- oder Kohlenkalk-Schichten (Kalk, Sandstein, Thonschiefer)	
	Devonische Form. oder das jüngere Uebergangs- oder Grauwackengebirge	Obere Devon-Form. (Kalke, Sandstein, Mergel und Thonschiefer)	
		Mittel Devon-Form. (Grauwacken, Sandsteine und Thonschiefer)	
		Unter Devon-Form. (Grauwacken, Sandstein u. Thonschiefer)	

Formations-			Specielle Benennungen
Zeiträume	Hauptglieder	Unterabtheilungen	einzelner Bildungen
Primärzeit (Alterthum) (Paläozoische Periode)	Silurische Form. oder das ältere Uebergangs- od. Grauwackengebirge	Obersilurische Form. (Kalke und Schiefer)	Hluboćeper-, Braniker- u. Kuchelbader-Schichten
		Untersilurische Form. Quarzite und Thonschiefer mit Grünsteinen (Diabas)	
		Primordial-Form. (Grauwacken und Schiefer)	
		Cambrische Schichten (Conglomerate, Sandsteine, Quarzite und Thonschiefer)	
Primitivzeit (Urzeit) (archäische Periode)	Primitive Form.	Urthonschiefer - Form. (Chlorit-, Talk-, Quarzit-Schiefer, kerniger Kalk, Graphit etc.)	
	Urgebirge oder krystallinisches Schiefergebirge	Glimmerschiefer-Form. (Glimmerschiefer, Talg-, Chlorit-, Quarzit-, Schiefer, Urkalk, Graphit, Hornblende - Schiefer etc.)	
		Jüngere Gneiss-Form. (Gneiss, Granulit, Hornblende, Urkalk, Graphit etc.)	
		Aeltere Gneissformation (Gneiss und Granit)	

Zur specielleren Darstellung der geologischen Verhältnisse Oesterreich-Ungarns übergehend, sei vor Allem bemerkt, dass dieselbe nur jene Formationen umfassen wird, welche für die Kalk-, Cement- und Gyps-Industrie von Wichtigkeit sind. Der Verfasser bediente sich hier grösstentheils des im Jahre 1869 erschienenen ausgezeichneten Werkes des k. k. Bergrathes Franz Ritter von Hauer und ist auch die folgende Beschreibung, nach den acht Blättern der dem erwähnten Werke beigegebenen „Uebersichtskarte der geologischen Verhältnisse Oesterreich-Ungarns“, in acht Gruppen gegliedert, und zwar:

I. Böhmen mit einem Theile von Ober- und Nieder-Oesterreich, Mähren und Schlesien.
II. West-Galizien und West-Nord-Ungarn.
III. Ost-Galizien und die Bukowina.
IV. Westliche Alpenländer.
V. Oestliche Alpen und Süd-Ungarn.
VI. Ungarisches Tiefland.
VII. Ost-Ungarn und Siebenbürgen.
VIII. Dalmatien und eine kurze geologische Skizze Bosniens und der Herzegowina.

I.

In diese Gruppe fällt das ganze Königreich Böhmen, im Süden die nördliche Hälfte von Ober- und Nieder-Oesterreich, im Süd-Osten ein kleiner Theil von Ungarn mit den kleinen Karpathen, dann im Osten die weitaus grössere Hälfte von Mähren und Schlesien.

Silurische Formation. In südwestlicher Richtung von Prag bis über Litten nehmen die obersilurischen Schichten einen ausgedehnteren Landstrich ein, darunter sind bemerkenswert: die Braniker- und Hluboček per-Schichten mit durchgehends lichtgrauen Knollenkalk mit eingesprengten dunklen Quarzknollen. Nur selten erscheinen Bänke von dichtem Kalkstein. Die Kuchelbader- und Littener-Schichten, bestehend aus zerstreut sphäroidalen Kalkstein-Concretionen, lagern abwechselnd mit bituminösen Kalksteinen. Die Littener-Schichten stehen vielfach in Verbindung mit kalkhaltigen Diabasen (Grünstein), welche ihnen oft in regelmässigen Bänken eingelagert sind, oder sie auch in mächtigen Massen durchsetzen. Die tieferen Kuchelbader-Schichten bestehen, wie vorbemerkt, aus fast schwarzem bituminösen Marmor; weiter nach oben folgen dunkelgrau lichter werdende Kalksteine. Die Hluboček per-Schichten enthalten lockere leicht verwitternde Schiefer, grau, grünlich bis schwärzlich gefärbt, die mit sandsteinartigen Quarziten und Kalklager wechsellagern. Diese Kalke der obersilurischen Ablagerungen, worunter auch hydraulische (löschbare, sogenannter Neustädter-Kalk) vorkommen, werden in Hluboček p, Slichow, Branik und an anderen Orten als Baukalke gebrannt. In Radotin wird der, dieser Formation angehörige petrefactenreiche Knollenkalk mit Zusatz von Diabas zur Portland-Cementfabrikation verwendet.

Juraformation. Erst in den letzten Decennien wurde diese Formation in Böhmen entdeckt; sie bildet zwischen Neu-Daubitz und Khaa nördlich von Kreibitz einen schmalen Zug, der aus dichtem, röthlich gefärbten, theilweise krystallinischen Kalkstein besteht, und zwischen dem Granite des Ober-Lausitzer-Gebirges und den Quader-Sandstein sich hinzieht. Unter ganz analogen Verhältnissen tritt etwas nordwestlich die schon länger bekannte, aber sehr wenig ausgedehnte Juraparthie von Hohnstein in Sachsen auf.

Kreideformation. Die Kreideschichten, wozu der Pläner gehört, treten in gewaltiger Verbreitung in der nordöstlichen Hälfte Böhmens zu Tage, so dass man die Strecken, über welche sie sich verbreiten, als etwa den vierten Theil des Flächenraumes des ganzen Königreiches Böhmen schätzen kann. Im nordwestlichen Theile, wo Ober-Pläner, Mittel-Quader und Mittel-Pläner-Gosau wechsellagernd

auftreten, wird aus einem Ober-Plänerkalke in Mariaschein bei Teplitz künstlicher Portland-Cement erzeugt.

Tertiärformation. Nach Ablagerung der oberen Kreideschichten blieb das Innere Böhmens frei von jeder Meeresbedeckung. Ablagerungen, die man mit einigem Grunde der Eocenformation zuzählen könnte, sind überhaupt nicht vorhanden und aus der jüngeren Tertiärzeit zeigen sich nur solche, die durch ihre eingeschlossenen organischen Reste, — Land- und Süsswasser-Organismen — unzweideutig auf einen Absatz aus mit Süsswasser gefüllten Binnenseen hinweisen. Nur im Osten des Landes bildete das Tertiärmeer, welches zur Miocenzeit die Niederungen des österreichisch-mährischen Beckens erfüllte, eine tiefe Bucht, welche von Brünn her über Mährisch-Trübau das böhmische Randgebirge durchbrach und deren äusserste Absätze bis in die Gegend von Böhmisch-Trübau und Gabl zu verfolgen sind.

Der westliche Theil des k. k. österr. Schlesiens sowie der südliche und westliche Theil Mährens.

Devonformation. Die Gesteine dieser Formation bilden einen fortlaufenden Zug, der nördlich vom Durchbruche der March stellenweise eine Breite von mehr als 20 km erreicht, südlich davon aber sich rasch verschmälert und weiter nach Süden bis Lösch östlich von Brünn zu verfolgen ist. Die Kalksteine dieses Zuges bilden in der südlichen Partie zwischen Lösch und Slaup eine zusammenhängende Masse, ausserdem aber auch in zahlreichen vereinzelten Partien, theils aus den devonischen Schiefern und Sandsteinen, theils aus den jüngeren Diluvialgebilden des Marchthales emportauchen. Zu diesen letzteren Partien gehören die Vorkommen von Rittberg und Czellechowitz südlich von Olmütz.

In der sogenannten „mährischen Schweiz“ folgt bei Kiritein, Jedownitz, Ostrow die mächtige Masse der Kalksteine, welche einen beinahe 30 km langen und 2 bis 6 km breiten, von Norden nach Süden streichenden Zug bilden. Der Kalkstein ist meist deutlich geschichtet, grau bis schwarz gefärbt, häufig bituminös, stellenweise mit Uebergängen in Dolomit. Die höchsten Schichten dieses Kalkzuges bestehen aus marmorartig grün, gelb und roth gefleckten Knollenkalk, dessen einzelne Nieren in Häutchen von Thonschiefer eingehüllt sind.

Juraformation. Sehr interessant ist das Auftreten einiger kleiner Jurapartien in dem östlichen (böhmischen) Randgebirge.

Die ausgedehnteste dieser Partien ist jene von Olomutschan nordöstlich von Brünn, welche unregelmässige Vertiefungen in dem

sie unmittelbar unterteufenden Devonkalke ausfüllt. Eine zweite Partie ist bei Nikolsburg am Westabhange der Polauer-Berge und nordwestlich von Lundenburg, allwo graue Jurakalke vorkommen, bekannt.

Kreideformation. Auch diese fehlt den Sedimentgesteinen des östlichen Aussenrandes des böhmischen Ringgebirges nicht gänzlich.

In Kurowitz bei Tlumatschau ragen einzelne Partien des Mergelschiefers der Kreide (wahrscheinlich den Teschener Schichten angehörend) aus dem mit Alluvionen und Diluvionen bedeckten Boden empor. Daselbst werden aus diesen Fossilien in der Cementfabrik Sr. Exc. des Herrn Carl Max Grafen von Seilern & Cie. hydraulische und Portland-Cemente in grossen Quantitäten erzeugt.

Die im östlichen Theile Schlesiens und Mährens noch auftretenden Formationen werden in der nächsten Gruppe II. besprochen werden.

Bei der Beschreibung des noch in diese Gruppe gehörigen nördlichen Theiles von Ober- und Nieder-Oesterreich erscheint es nothwendig, eine Ausnahme dahin zu machen, dass an dieser Stelle schon das ganze Gebiet obbezeichneter Ländertheile aufgenommen wird, weil die Beschreibung in der nunmehr gedachten Form dem Leser ein viel leichtfasslicheres klares und zusammenhängendes Bild dieser gewiss industriereichen Provinzen Oesterreichs bieten kann. Auch sind diese Ländergebiete von hervorragenden Geologen mit specieller Rücksichtnahme auf die für die Cementfabrikation geeigneten Mineralien schon in den Jahren 1851 und 1852 eingehend erforscht worden, worüber der nachstehende Bericht des k. k. Bergrathes Czjžek einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung dieses Industriezweiges in Oesterreich liefert.

„Der k. k. Bergrath Czjžek hat in der Sitzung vom 16. März 1852 auf die Aptychenkalkschiefer aufmerksam gemacht, welche in Nieder-Oesterreich auftreten und für die Erzeugung hydraulischer Kalke Beachtung verdienen.

Ein Zug der Aptychenkalke geht am nördlichen Rande des Wiener Sandsteines und beginnt nahe bei St. Andrä, geht über Wolfpassing auf den Tulbingerkogel, dann setzt er sein südwestliches Streichen bis in die Nähe von Ried fort; ferner treten auch am nördlichen Rande des Wiener Sandsteines an der Grenze desselben gegen das Tertiärland die rothen Mergel mit weissen Kalkstein in beträchtlicher Mächtigkeit auf und ebenso finden sie sich im Inneren der Kalkalpen.

In den letzten Jahren hat man sehr viel hydraulischen Kalk von Stollberg und Etschhof nach Wien gebracht. Der Kalkstein ist weiss gefärbt und seine Schichten sind im Wiener Sandstein eingelagert, und bilden mit dem sie begleitenden rothen, theilweise auch

grünen Mergel einen regelmässigen Zug, der westlich über Schwarzenbach in das Palmbachthal streicht, und nach einer bedeutenden Ausweitung sich nordöstlich gegen Wilhelmsburg und St. Veit a. d. Gölsen biegt. Im letztgenannten Orte besteht eine grössere Cementfabrik, welche aus dem dort vorkommenden Aptychen-Kalkmergel Cementkalk erzeugt. Im Osten lässt sich dieser Zug durch die Wälder nördlich von Klausen-Leopoldsdorf und Pressbaum auf den Eichberg bei Purkersdorf und weiter über den Rosskogel bis auf den Hermannskogel verfolgen.

Von Stollberg nach Osten zieht sich der Aptychen-Kalkzug fast 30 km weit. Der Zug vom k. k. Thiergarten verlauft gegen die Sulz bei Kaltenleutgeben sehr schmal und weiter südlich in der Nähe von Grub tritt eine mächtige Lage von Mergel auf.

Ein zweiter Zug geht von St. Veit bei Wien durch den k. k. Thiergarten nach Laab und über den grossen Flössl bei Kaltenleutgeben bis Perchtoldsdorf.

Zwei Züge von rothem Mergel vereinigen sich nordwestlich von Nussdorf bei Wien, laufen dann über den Kobenzlberg, Salmannsdorf bis gegen Mariabrunn. Nur an wenigen Stellen enthalten sie weisse Kalksteine.

Zwischen Nussdorf und Klosterneuburg wird gegenwärtig eine Fabrik etablirt, die aus dem Fucoiden-Mergel des Wiener Sandsteines Cement erzeugen wird.*)

Sichergestellt ist es demnach, dass in Nieder-Oesterreich auch für den grössten Bedarf hydraulische Kalke in hinreichender Menge gewonnen werden können.“

Viele andere kleine Partien dieses Kalkschiefers findet man bei Heigelsfurth südlich von Purkersdorf, im Tulnerbach nordöstlich von Pressbaum, in Hochberg bei Gablitz, in Neulengbach und in der Klamm. Ferner lässt sich der Zug von Altenmarkt südlich von den Ortschaften Kaumberg, Hainfeld, St. Veit a. d. Gölsen, Traisen, Eschenau, Kaisersberg bis nahe gegen Rabenstein, — dann bei der Engelschaarmühle im Hallbachthale und auf den Höhen weiter westlich im Wobbachthale, westlich von Kirchberg a. d. Pielach und im Tradigistthale, woselbst auch eine gut eingerichtete, gross angelegte Cementfabrik unweit der Poststation Rabenstein in Nieder-Oesterreich besteht, — verfolgen.

Westlich von Altenmarkt geht ein Zug mit Gosausandstein und Gosaumergeln bedeckt bis gegen Ramsau.

Mergel und Leithakalk stehen ferner bei Eggenburg und bei Ursprung nordöstlich von Melk an.

*) Diese Cementfabrik besteht gegenwärtig nicht mehr. A. d. V.

Der Charakter des Gesteines und seiner mergligen Begleiter bleibt in allen Zügen gleich.

Interessant ist das Vorkommen eines grob- und feinkörnigen weissen Quarzsandlagers in Eschenau (Post Wilhelmsburg in Nieder-Oesterreich, Eigenthum des Herrn Ludwig Neuber), welches mit rothen, grauen und schwarzen Mergeln in einer Mächtigkeit von 250 m wechsellagert und im Liegenden vom Wiener Sandstein eingeschlossen ist.

Dieser Quarzsand, im vorliegenden Falle von dem Eigenthümer des Lagers zur Erzeugung von Cement-Trottoir- und Dachplatten benützt, findet in gemahlenem Zustande auch eine ausgedehnte Verwendung bei der Erzeugung von feuerfesten Ziegeln, und in der Wasserglas- und Glasfabrikation.

In der Nähe von St. Pölten bestehen die oberen Triasschichten aus Schotterlagern, die bei Melk terrassenförmig auftreten, das Tertiärland selbst aus Mergel, Sand und Schotter. Mergel kommt in der Gegend von Gerasdorf, Grafendorf, Kölb bis Kirchberg a. d. Pielach vor; Gosaumergel finden sich namentlich bei Lilienfeld, wo sie zu hydraulischen Kalken benützt werden.

Besonders erwähnenswert sind jedoch in diesem Alpenzuge die Dolomite, welche in grossen Massen auftreten und aus deren vorzüglichen Partien der Tradigister Gegend in der „Tradigister Portland- und Cementfabrik“ der k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk erzeugt wird.

In dem weiteren Zuge dieses Gesteines zwischen Fahrafeld, Hirtenberg a. d. Triesting, dann südwestlich über Oed, Pernitz, Furth und Gutenstein und in den Thälern des Wiesenbaches und des Streilings kommen Einlagerungen von Mergel vor.

Von Bruck a. d. Leitha südwestlich gegen Kaisersteinbruch trifft man auf mehrere Steinbrüche von Leithakalk, von welchen jener des Herrn Wanderl durch seine Schichten besonderes Interesse erweckt.

Man sieht folgende Schichtenreihe:

Dammerde
Gelber Mergel } 14 m Mächtigkeit.
Blauer Mergel

Von dem Steinbruch weiter westlich sieht man ebenfalls noch Kalkmergel über den etwas nördlich geneigten Schichten des Leithakalkes.

Für Cementfabrikation geeignete Mergel kommen in Nieder- und Ober-Oesterreich noch nördlich der Donau in Spitz a. d. Donau, dann in Hardegg und Drosendorf vor.

In den Werfner-Schichten der Triasformation finden sich in Nieder-Oesterreich mehrere bedeutende Gypsbrüche. Ein westlich

im Wolfsgraben gelegener bietet eine grosse Masse von sehr reinem weissem körnigen Gyps; der östliche, näher zu Schottwien gelegene Gypsbruch enthält ein fast ebenso schönes Materiale, wird jedoch nicht so stark ausgebeutet. — Zwei Gypsbrüche sind auch am Kl.-Otterberg, und einer bei Kreiss in der Ortsgemeinde Schottwien im Betriebe.

Nordwestlich von Weidmannsfeld bei Pernitz, in der Brühl, bei Gaaden am sogenannten Sandriegel, in Puchberg, bei Grub im Bezirke Neunkirchen, dann bei Altenmarkt kommen zwischen buntem Sandstein Gypse eingelagert vor, die auch zum grössten Theil (in obigen Orten) bergmännisch gewonnen werden.

In Annaberg bei Türnitz in Nieder-Oesterreich besteht ein Gypswerk, wo zumeist Düngergyps erzeugt wird.

Ueber die Gypsablagerungen in Nieder-Oesterreich und den angrenzenden Landestheilen findet sich eine ausführliche Beschreibung von Czjžek im Jahrbuch ex 1851 der k. k. geologischen Reichs-Anstalt vor.

Am rechten Ufer der Enns in Ober-Oesterreich kann man unter dem älteren Diluvium bei Hiesendorf und Loderleiten einen bläulichgrauen, mitunter etwas sandigen glimmerartigen Mergel verfolgen. Im Höllthal nächst Garsten in der Tertiärformation kommt ein sehr guter plastischer Thon (Töpferthon) unter einem Gerölle von Mergelstücken gelagert vor.

In den Kreide-Ablagerungen entlang dem Ennsufer im Laussathale, am Stiedelsbach, am Weg zur Wickgrub, am Sulzbach, im Gebiete des Reichrammingbaches, ebenso an der Strasse von Losenstein und Arzberg kommen Kalkmergel zumeist in isolirten Becken vor.

Dem Dolomit aufliegend erscheinen die Neocomienbildungen am Stiedelsbach als Mergelablagerungen. Am Weg gegen Gerstenberg treten höher die Gosaumergel der oberen Kreide auf und lassen sich von der Aschermühle bei Grossramming bis in den Pechgraben verfolgen.

Am Wege nach Kirnberg und ebenso am Wege gegen Hals, im Zwiefelgraben (nördlich vom Neustiftgraben) treten Mergelkalke der Kreide und Dolomite zu Tage.

Beachtenswert ist noch das Vorkommen stockförmiger Massen von Gyps in der Umgebung von Altenmarkt dann in der Unter-Laussa und bei Weissenbach.

In den Tertiärenschichten in der Umgebung von Freinberg und Kirnberg bei Linz bilden die Kalkmergel die unterste Lage der aus Gerölle, Lehm und Sand-Conglomerat zusammengesetzten Formation.

In beträchtlicher Mächtigkeit treten bei der Kogler Alpenhütte nächst Altenmarkt bei Stift Admont und bei Eisenerz die Dolomite

auf, am mächtigsten aber ist ihre Entwicklung in Rappoldsberg am Dürreck. Ein charakteristisches Vorkommen von Dolomit ist das an dem Wege zur Mühlauer Kettenbrücke in Nieder-Oesterreich, wo derselbe sehr kurzklüftig, oft fast breccienartig, grau von Farbe und bituminös ist. Er wird von der Rauchwacke begleitet und geht sogar allmählig in dieselbe über, während am Stauerjoche dieses Gestein stellenweise von der Rauchwacke durchzogen wird. Hier erscheint die Rauchwacke graugelb, geht auch ins gelbe oder braune über und ist sehr porös.

Es sei noch an dieser Stelle des in Inzersdorf bei Wien und in Siebenhirten vorkommenden und zur Ziegelfabrikation verwendeten Tegels gedacht, weil solcher sich für künstliche Portland-Cementfabrikation vorzüglich eignet. Diese Tegel (Thone) sind hin und wieder von Sandleisten unterbrochen, und sind solche der Miocenformation des Wiener Beckens angehörig. Die höheren Schichten zeigen durchgehends eine durch Eisenoxyd hervorgebrachte gelbliche, die tieferen, in welche eine höhere Oxydation nicht stattfinden kann, eine bläuliche Färbung und enthalten an freier löslicher Kieselsäure oft bis 20 Procent.

II.

Diese Gruppe bringt die kleinere östliche Hälfte von Mähren und k. k. Oesterreichisch-Schlesien, den westlichen Theil von Galizien bis zum Meridian von Sanok, dann den nordwestlichen Theil von Ungarn, südlich bis zum Parallelkreis von Miszkolcz zur Anschauung.

In Luchatowitz in Mähren, welches am Rzikabache, einem Seitenbache des Olsawathales, nordöstlich von Ungarisch-Brod liegt, allwo sich auch ein Mineral-Salzbad befindet, ist das herrschende Gestein dieser Gegend der Karpathensandstein der Kreideformation, der an vielen Stellen Fucoiden enthält und in welchem bei Bzowa, Neuhof, Zahorowic und Bobihorka Mergelschiefer eingelagert sind, die theilweise zu Kalk gebrannt werden, und sich wie die ganz ähnlichen Gesteine im Wienerwalde zur Erzeugung vom hydraulischen Kalke eignen.

In der von mehreren Geologen unter dem Namen „Teschner Kalk“ bezeichnete Formation in Schlesien ziehen sich schwarze bituminöse Mergelschiefer. Nach gemachten Beobachtungen scheint es auch, dass im Arvaer Comitat in Ungarn des hohen Ansteigens der Nummulitenformation wegen hydraulische Kalke sich vorfinden dürften. In dem Tegel und mürben Sandsteinschichten entlang der Ebenen von Fulnek über Ostrau, Karwin, Oswięcim und weiter nach Galizien kommen auch hydraulische Kalke vor. Bei Skotschau, Tichau-Czettechowitz kommt Jurakalk vor und bei Zwittau und Mährisch-Krumau ziehen sich Plänergebilde. — Auf dem rechten Ufer der

Ostrawitza am Fusse des Friedeker Schlosses, zwischen der Brücke und dem Steg, welche beide von Friedek nach Mistek führen, zeigen die blossgelegten Schichten einen aschgrauen bald sandigen bald thonigen Kalkmergel, welcher dem böhmischen Plänermergel ähnlich ist.

Die vortertiären Sedimentgesteine des Krakauer Gebietes.

Die Hauptmasse der hier zu betrachtenden Sedimentgesteine bilden die Höhenzüge nordwestlich von Krakau; sie weichen hier bis an die Landesgrenzen und finden eine weitere Fortsetzung jenseits derselben in Ober-Schlesien dann dem südlichen Theil von Russisch-Polen.

Im Süden bildet im Allgemeinen die Weichselniederung die Grenze dieser Ablagerungen, doch übersetzten dieselben diese Grenze südlich bei Krakau und nähern sich den Jurakalk- und Kreidehügeln, der südlichen Umgebungen von Podgórze, bis auf eine Entfernung von nur wenig hundert Metern den nördlichen Ausläufern der Karpathen.

An der Zusammensetzung der Gebirge des Gebietes von Krakau nehmen Formationsglieder vom Devonischen bis hinauf zur oberen Kreide Antheil.

Devonische Formation. Ihr gehören die nur in sehr geringer Verbreitung zu Tage tretenden schwarzen, bituminösen, oft knolligen Kalksteine an, welche in den Marmorbrüchen zu Dębnik bei Krzeszowice (östlich von Trzebinia) ausgebeutet werden.

Triasformation. Bei Chrzanow und Jaworzno tritt in einer Mächtigkeit von 3 bis 10 m Myophorienkalk, bei Nowagora in südöstlicher Richtung Muschelkalk in grosser Verbreitung und ebenfalls ansehnlicher Mächtigkeit zu Tage. Es bilden die dortigen Vorkommen die südöstlichen Ausläufer der in Ober-Schlesien entwickelten Muschelkalkformation. Die Gliederung der letzteren zerfällt in: Wellenkalk, erzführender Dolomit (Galmei — einem seltenen Bleiglanz — und Brauneisenstein-Lagerstätten), Dolomit, mittlerer Muschelkalk bis 25 m Mächtigkeit, dolomitische Mergel, erdig im Bruch und endlich Dolomit, oberer Muschelkalk, ein dichtes Gestein von röthlicher Farbe und splitterigen Bruch und erreicht eine Mächtigkeit bis 2 m.

Keuper. Im Gebiete von Krakau erscheint der Keuper in der Form von grünlich- bis blaugrauen, auch rothbraunen geschichteten Thonlagen und an manchen Stellen eingeengt im Liegenden zwischen Muschelkalk und im Hangenden zwischen braunen Jura.

Juraformation. Bei gänzlichem Fehlen aller die rhätische und Liasformation repräsentirenden Gebirgsglieder folgen in dem

Krakauer Gebirge so wie in den benachbarten oberschlesischen Gebieten unmittelbar über der Trias ausgedehnte Jura-Ablagerungen. Sie sind vorwaltend in der Form von oft felsbildenden Kalksteinen entwickelt. Diese Formation mit ihrer Gliederung des braunen, unteren und mittleren weissen dann oberen weissen Jura, lässt sich von Chrzanow und Trzebinia in östlicher Richtung bis über Brzezinka und südöstlich bis Krakau verfolgen. Südlich von Krakau am rechten Ufer der Weichsel in der Umgebung von Podgórze tritt der obere weisse Jura zu Tage, und bildet schroffe Felsmassen, welche aus weissen Kalksteinen bestehen. In Dębniki bei Krakau wird auf der ausgedehnten, dem Herrn Grafen Lasocki gehörigen Ersten Cement-, hydraulischen Kalk- und Ziegelei-Gewerkschaft aus den Muschelkalkmergeln, Portland- und Cementkalk erzeugt.

Die Jurakalke treten nach L. Zeuscher vorherrschend an folgenden Punkten auf:

1. Die grösste Jurakalkmasse ragt bei dem Dorfe Minoga dem Dorfbache entlang hervor und erhebt sich bis zur Höhe von $^1/_4$ des langgestreckten Rückens „Kamieniec za kowalem“ genannt. Diese Jura-Masse tritt auch continuirlich im Minogathale hervor und endet gegen das Dorf Nowawieś.

2. Auf dem Rücken mitten zwischen den Dörfern Przybysławice und Rzemplin tritt auch der Jura hervor.

3. Nördlich zwischen den Dörfern Przybysławice und Sułkowica, wo zwei kleine Bäche zusammentreffen, zieht sich eine Jurakalkmasse gegen die Schlucht Libowka hin. Zwischen den Jurakalkmassen im Dorfe Przybysławice ist das mittlere Glied des Kreidemergels mit Hornstein wie keilförmig eingeschlossen.

4. Iwanowice. Zwischen den Dörfern Damice und Iwanowice durchbricht der Jurakalk wie eine plutonische Gebirgsart den Pläner; aus dem dort eingerichteten Steinbruche wird er zum Strassenbau benützt.

5. Försterhaus. Wesolka bei Szczyborzyce. Dem Thal entlang zieht sich der Jurakalk mit häufig eingesprengtem Feuerstein. Ringsum ist Pläner entwickelt.

6. Zwischen Wysocice und Grzegorzowice ragt eine Jurakalkinsel mitten aus den Plänerschichten hervor.

Wo Pläner und Jurakalk sich berühren, da verhalten sie sich zu einander, wie plutonische Gebirgsarten zu sedimentären; dies beweist, dass Jura den Pläner durchbrochen hat, und es ist wahrscheinlich, dass hier derselbe Fall eintritt wie bei Inwałd, wo ein serpentinartiges Gestein den Nerineenkalk hervorgetrieben hat, der ein oberes, den Coralrag bedeckendes Glied bildet.

Kreideformation. Ueber den soeben geschilderten Ablagerungen der oberen Juraformation fehlen sowohl die höchsten Glieder der Juraformation, als auch die sämmtlichen tieferen Glieder der Kreide. Die letztere, sowie die höheren Kreideschichten sind in der Form von Sandstein und Conglomeraten, über denen weiter oben mergelige Schichten folgen.

Im Allgemeinen sind hier die oberen Glieder der Kreide oder die Pläner-Schichten entwickelt, die unmittelbar auf dem Coralrag ruhen, ohne dass sich das Zwischenglied des Sandsteines, der so mächtig am rechten Ufer der Weichsel hervortritt, dazwischen findet. Die obere Abtheilung steht mit der unteren in keiner Verbindung, obgleich sie sich fast berühren, wie in Podgórze und Skotniki, von wo der Neocomien-Karpathensandstein kaum 4 km entfernt ist.

In dem Steinbruche des Waldes Garbatki bei Kossocice, der an die letzten Häuser des Dorfes Babiny, unfern Wieliczka, anstosst, finden sich viele Versteinerungen, die der, den Neocomien bezeichnenden Form, und wohl selten auch solche vor, die der Kreide angehören. Es scheint, dass sich hier die Jurafauna in die untersten Schichten der Kreide fortgepflanzt habe. Die Schicht vom Garbatki-Walde zeigt sich weiter westlich bei Libiertów und in der Gegend von Teschen.

Unmittelbar auf dem Kreidemergel ruht auf einigen Punkten krystallinischer Gyps, wie bei Działoszyce, Skalmierz, Koniusza bei Proszowice. Er besteht aus grossen, weingelben Zwillingskrystallen, bisweilen 30 cm lang werden und durch kleinere Krystalle oder grauen Thon verkittet sind.

Ausser an den genannten Orten findet sich der Gyps in der Tertiärformation noch in der Umgebung von Glinik und in Niedzwiada, südöstlich von Ropczyce, wo das auf einer Höhe südwestlich vom Maierhof gelegene Gypslager noch gar nicht aufgeschlossen ist und Trümmer von grauem und Alabastergyps auf den Feldern umherliegen.

Sandstein und Mergelconglomerate treten an den Wänden des Wielopole-Thales in der Gegend von Nockowa, nordöstlich Chechły zu Tage.

Karpathen.

In den Westkarpathen sind drei von einander verschiedene Gebirgsgruppen zu unterscheiden, und zwar:

1. Das Gebiet der karpathischen Centralmassen,
2. das der Karpathensandsteine und
3. die Gebiete der Trachyte.

Triasformation in den Westkarpathen. Nur sehr untergeordnete Spuren von den hieher gehörigen Gesteinen wurden in den Sedimentgesteinen einzelner der westlichen krystallinischen Stöcke aufgefunden; den meisten derselben namentlich auch dem Stocke der hohen Tatra scheinen sie gänzlich zu fehlen.

Erst der grossen krystallinischen Masse des Sohler-, Gömörer- und Zipser-Comitates schliessen sich, und zwar im Norden sowohl, wie im Westen und Süden, untere Triasgesteine in mächtiger Entwicklung und stellenweise reicher Gliederung an.

Sie tragen beinahe allenthalben vollständig den Typus der analogen Gesteine der Alpenkette, und nach petrographischen und paläontologischen Merkmalen erkennt man hier leicht wieder die glimmerigen rothen oder grünlichen petrefactenreichen Werfner-Schiefer, die meist dunklen Gutensteiner Kalke, Rauchwacken oder Dolomite, endlich die Virgloriakalke, welche die Fauna des Wellenkalkes bergen.

Das westlichste Vorkommen, welches hier zu erwähnen ist, bilden die dunkeln, theilweise knolligen, kieseligen Kalke, auf denen die Schlossruine von Beckov, südwestlich von Trentschin im Waagthale steht.

Da für vorliegenden Zweck die Sandsteinzone mit ihrem Kreidegebiete ein erhöhtes Interesse bietet, so möge hier von dieser Formation ein in kurzen Umrissen skizzirtes Bild vorgeführt werden.

Die Kreideformation ist auf zwei, dem allgemeinen Streichen der Zone conform verlaufende Züge beschränkt, von welchen der erste nördliche dicht am Nordrande der Sandsteinzone liegt, und von den Niederungen des Beczwa-Thales nordöstlich bis in die Gegend südlich von Bochnia zu verfolgen ist.

Beträchtlich länger ist der südliche Zug; er beginnt am nordöstlichen Ende der kleinen Karpathen, streicht entlang dem Südrande der Sandsteinzone, nordöstlich fort bis an die Nordseite des Klum-Krivan-Gebirges. Schon hier bildet er nicht mehr die südliche Grenze des Sandsteingebietes, sondern tritt in die Mitte des letzteren ein, streicht — im Süden und Norden von Eocengebilden begleitet — in der Arva nordöstlich fort bis Trstena, wendet sich dann entsprechend der Krümmung der gesammten Sandsteinzone nach Osten und weiter nach Südosten, und keilt sich erst nordöstlich von Eperies (bei Hanusfalva) zwischen den Eocensandsteinen gänzlich aus.

In dem Theile des Kreidezuges, der bei einer durchschnittlichen Breite von 4 km ungefähr 80 km lang ist, zwischen Rogoznik, südwestlich von Neumarkt und Héthárs, zählt man über 2000 einzelne Klippen.

Der nördliche Kreide- und Klippenzug.

In ansehnlicher Breite beginnt dieser Zug an der Nordseite des Beczwa-Thales, und streicht dieselbe beibehaltend nach ONO. fort bis zum Meridian von Bielitz, wodurch das Vordringen der Eocengesteine von Süden her eine bedeutende Verschmälerung eintritt; der Zug setzt nun fort über Andrichau, Wadowice südlich an Wieliczka vorüber bis in die Gegend südlich von Bochnia.

Die Kreideschichten des nördlichen Zuges sind von unten nach oben: a) Untere Teschner Schiefer, bituminöse feinblätterige Mergelschiefer von licht- bis dunkelgrauer Farbe. b) Teschner Kalk, dessen untere Abtheilung Bänke von lichten Kalk mit muscheligem Bruche, die Fucoiden führenden Mergelbänken alterniren. Bänke von hydraulischen Kalk sind eingelagert. Die obere Abtheilung des Teschner Kalks besteht aus mächtigeren massigen Kalksteinbänken. c) Oberer Teschner Schiefer. Schwarze glänzende bituminöse Mergelschiefer, denen zwei mächtige Züge von Sphärosiderit-Flötzen eingelagert sind. d) Friedeker Schichten. Das untere Glied bilden die bläulichen weichen Sandmergel, auf welchen das Schloss Friedek steht, über ihnen folgen die sogenannten Baschker Sandsteine, die sich von allen übrigen karpathischen Sandsteinen durch den Umstand unterscheiden, dass ihr Bindemittel nur kohlensauren Kalk aber kein kohlensaures Eisenoxydul enthält, so dass sie bei der Verwitterung keine braune Farbe annehmen.

Die Zahl der Kalkklippen des nördlichen Kreidezuges ist im Vergleiche mit jener im südlichen Zuge eine verschwindend kleine, doch zeigen diese Klippen jene eigenthümlichen Verhältnisse, welche das Vorkommen der sogenannten karpathischen Klippen überhaupt charakterisiren; schroff aus dem umgebenden weicheren Materiale emporragende einzelne Kalkfelsen, gegen welche discordant gelagert die weicheren Kreideschichten abstossen.

Der südliche Kreide- und Klippenzug.

Schon im Vorhergehenden wurde in allgemeinen Umrissen der Verlauf dieses Zuges, der eine Gesammtlänge von 300 km erreicht, geschildert. Hierher gehören insbesondere die aus Wetterlingkalk und Chocs-Dolomiten bestehenden Massen des Brzezowaer Gebirges, weiter der von Querthälern nur auf kurze Strecken unterbrochene Höhenzug, der von Chtelnice über Verbowce bis über Waag-Neustadtl hinaus den Westrand der Waagebene bildet und in seinen südlichen Theilen ebenfalls aus Kreide-Dolomiten besteht, denen sich

aber weiter im Norden am Drienova-Berge und im Nedze-Gebirge westlich von Waag-Neustadtl Jurakalke, dann nördlich vom letzteren Orte auch rhätische Kalke anschliessen. Eine weitere Gruppe bildet auch das am linken Waagufer gelegene Trentschiner Gebirge, welches einen Aufbruch älterer Sedimentgesteine darstellt. Als tiefstes Glied erscheinen in dem sehr gestörten und verwickelten Gebiete die oberen Keupermergel, und über diesen folgen der Reihe nach Kössener Schichten, Gerstener Kalke, obere Liaskalke, Lias-Fleckenmergel, Jurakalke, Neocom-Fleckenmergel, Kreidesandstein, und über diesen die ausgedehnten Massen von Chocs-Dolomit. Weiter nach NO. zu wird aber die Abgrenzung des Kreide-Klippenzuges gegen Süden eine viel schärfere.

Von den Kreidegebilden des südlichen Kreidezuges sei der über den östlich von Sillein entlang dem Nordfusse des Klein-Krivaner Gebirges fortstreichenden Theil des Kreide-Klippenzuges bis zu der Verwerfungslinie im Meridian von Parnica, dann östlich von der Verwerfung zwischen Kubin und Trstena hier noch angeführt.

Die Kreideschichten gliedern sich hier in a) Unter-Neocom, vorwiegend rothe, kalkarme, dünn geschichtete Mergel mit Sandsteinbänken, b) Neocom-Aptychenkalk und c) in obere Kreideschichten mit Sandstein, Conglomerat und Schiefer wechsellagernd.

Von Trstena ostwärts bis in die Nähe von Rogoznik (Neumarkt SW.) ist der Kreide-Klippenzug auf eine längere Strecke durch die Diluvialgebilde der Neumarkter Ebene unterbrochen; eine zweite analoge Unterbrechung folgt zwischen dem Biały Dunajec und der Białka südöstlich von Neumarkt. Oestlich vom letzteren Orte setzt er aber wieder zusammenhängend auf, erlangt im Pennin-Gebirge, welches südlich von Szczawnica vom Dunajec in einem engen viel geschlängelten Querthale durchbrochen wird, nochmals eine ansehnlichere Breite, verschmälert sich aber dann in seinem weiteren Fortstreichen nach SO. mehr und mehr, wird wiederholt, bei Palocza, bei Zeben u. s. w. unterbrochen, um endlich mit einer isolirten Partie älterer Sandsteine, die bei Hanusfalva an der Topla aus dem umgebenden Eocen-Sandstein emporragen, gänzlich zu enden. In diesem ganzen letztgenannten Theile des Zuges bestehen die Kreide-Ablagerungen, aus welchen die jurassischen Klippen emporragen, vorwaltend aus rothen und weissen oft geflammten Mergelschiefern, die mit Sandsteinen alterniren. Erst gegen das östliche Ende des Zuges zu, bei Demethe NNO. von Eperies, treten wieder deutlich entwickelte petrefactenführende Neocom-Aptychenkalke auf, die von den rothen und grünlichen Mergeln unterteuft, und von bräunlichen Fucoiden-Mergeln überlagert sind.

In Mogyoróska, Poststation Fekete-Patak, besteht seit 1854 eine

Cementfabrik, welche den dort vorkommenden Kreidemergel zu hydraulischen Kalk und Portland-Cement verwendet.

Ueber die Gebilde des Tieflandes am Nordfusse der Karpathen sei noch bemerkt, dass die jüngeren Tertiärschichten sich so ziemlich an allen Stellen als der marinen Stufe der Neogenzeit angehörig erwiesen, und der Hauptsache nach aus thonigen oder sandigen Schichten bestehen, welchen die Gypse der Gegend von Troppau, die Schwefelflötze von Swoszowice, endlich als das in technischer Beziehung wichtigste Gebilde, die reichen Salzmassen von Wieliczka und Bochnia zugleich mit ausgedehnten Gypsflötzen eingelagert sind.

III.

Die nordöstliche Ecke von Ungarn, dann Ost-Galizien und die nördlicheren Theile der Bukowina umfassend, bringt diese Gruppe den östlichen, von Nordwesten nach Südosten streichenden Theil der Nordkarpathen, einen kleinen Theil der im Süden an dieselben stossenden ungarischen Ebene, und endlich die östliche Hälfte des weiten galizischen Tieflandes zur Anschauung.

Auch in dem hier zur Erörterung kommenden Theile dieses Gebietes kommt der scharfe Gegensatz in voller Klarheit zum Ausdruck zwischen den zum südeuropäischen Gebirgssysteme der Karpathen gehörigen Gebilden und jenen, die weiter nördlich als Unterlage der das galizische Tiefland ausfüllenden Diluvial- und Alluvialgebilde auftreten.

Im Folgenden werden zunächst die letzteren, für den Zweck dieses Buches wichtigeren und dann die ersteren besprochen werden.

Im Gebiete der ostgalizischen Ebene ist das älteste zu Tage tretende Gebilde das der Silurformation, welches am Grunde der in das Plateau tief eingeschnittenen Flussläufe erscheint, und aus schiefrigen, mit Schieferthonen wechsellagernden Kalksteinen von meist dunkler Farbe besteht. Dieselben liegen beinahe ganz horizontal oder es zeigen ihre Schichten doch nur schwache Wellenbiegungen. In dieser Art beobachtet man dieselben insbesondere an den Dniesterufern selbst von der Landesgrenze bei Okopy aufwärts bis Uscieczko, dann an den von Norden herabkommenden Flüssen, am Podhórce aufwärts bis in die Umgegend von Łyczkowce und am Sered bis Budzanow.

Zunächst über den silurischen Kalksteinen und Schiefern folgt rother Quarzsandstein der Devonformation, der meist viel Glimmer enthält und dadurch schieferig wird; er wechsellagert mit hartem Schieferthon und geht hin und wieder in Quarzit über.

Der rothe Sandstein zeigt ein wesentlich anderes Verbreitungsgebiet als die obersilurische Mergelkalk-Formation. Nur auf der Strecke zwischen Uscieczko und Zaleszczyk am Dniester, dann in

der Umgegend von Budzanow am Sered sieht man beide Formationen unmittelbar über einander gelagert.

Kreide-Formation. Ohne weiteres Zwischenglied finden sich in dem ostgalizischen Tiefland, unmittelbar über dem rothen Sandstein, Schichten der oberen Kreideformation. Dieselben sind über weit grössere Gebiete verbreitet als die bisher betrachteten paläozoischen Schichten, denn nicht nur erscheinen sie in den Auswaschungsthälern des Dniesters und seiner Nebenflüsse, sondern nehmen auch einen beträchtlichen Antheil an der Zusammensetzung des Bodens weiter im Nordwesten in den Umgebungen von Brody, Złoczów, Lemberg, Zołkiew, Rawa, etc. und erscheinen dann nochmals weiter westlich in den Umgebungen von Przemysl.

Die Kreideschichten Ost-Galiziens zerfallen in zwei Abtheilungen und zwar:

a) Grünsand, der aus wechselnden Schichten von mehr kalkigen und mehr sandigen Gebilden besteht und Grünerdekörner in grösserer und geringerer Menge führt. Er ist nur in dem östlichen Gebiete des Vorkommens der Kreideformation am Dniester und dessen Nebenflüssen entwickelt.

b) Kreidekalk und Mergel. Diese Abtheilung zerfällt noch in zwei weitere Gruppen, deren untere, bestehend aus mehr weniger sandigen Kalk mit Feuersteinknollen, das weitaus grössere Verbreitungsgebiet besitzt; sie bedeckt in den Dniestergegenden den Grünsand und bildet im Nordwesten, abgesehen von den nächsten Umgebungen von Lemberg und Nagorzany allerorts das allein herrschende Kreidegestein.

Die oberste Schichtengruppe endlich wird durch die Kreide von Lemberg und Nagorzany gebildet; bei ersterem Orte besteht sie aus einem grauen Mergelkalke, an letzterem aus dicken Schichten von Sandstein, die mit Kalkstein alterniren.

Eine ausführlichere Skizze dieser Kreideformation, welche Fr. Fötterle i. J. 1851 daselbst feststellte, soll hier noch Platz finden.

„Das tiefste Gebilde, das hier dem Auge entgegentritt, sind die in ganz Ost-Galizien bekannten, besonders als Trottoir- und Sockelsteine gesuchten rothen Sandsteinschiefer, welche am Dniester oft zu Tage treten.

Unmittelbar über diesem Gebilde sieht man ebenfalls an den Dniesterufern bei Dolina, unweit Tłumacz, dann bei Nizniow und Monasterzyska, einen weissen, dichten, sehr feinkörnigen Kalk, sehr zerklüftet und leicht brüchig. In diesem Kalke findet man grosse Masse Feuersteinknollen, auch Crinoidenstiele, Ostreen und Korallen. Dieses Gebilde ist die durch die Feuersteinknollen charakterisirte weisse Kreide, die einen grossen Strich Landes von Ost-Galizien einnimmt.

Von Dolina nach Olesza bemerkt man in den tiefen Lehmeinschnitten unter der weissen Kreide noch einen grobkörnigen Sandstein, der nur an diesem Punkte sichtbar und dem äusseren Ansehen nach dem böhmischen Plänersandsteine sehr ähnlich ist.

Ueber der Kreide findet man überall den Gyps; er bildet das vorherrschende Gestein in diesen Gegenden, sowie bei Buczacz, Czortków, bis gegen Husiatyn.

Der Gyps selbst ist sehr verschieden. Näher der Oberfläche ist er von Thon- und Mergellagern, sowie von Lagern faserigen Gypses durchzogen, ist meist körnig, von grauer Farbe, er ist leicht in grossen Blöcken zu gewinnen und sogar als Baumateriale zu verwenden.

Mit Gyps verbunden ist das Vorkommen eines sehr porösen und festen Kalkes, der beim Zerschlagen einen bituminösen Geruch gibt und von gelblichgrauer Farbe ist. Diese ganze bedeutende Gypsbildung scheint mit der nicht sehr weit davon anstehenden tertiären Salzformation Ost-Galiziens in enger Verbindung zu stehen.

Der Lehm ist in diesem Gebiet über dem Gyps gelagert, wo letzterer jedoch fehlt, liegt der Thon unmittelbar über der Kreide; an manchen Orten findet sich ein vorzüglicher Töpferthon vor und dort bildet der Lehm zwei Lagen; die untere ist bläulichgrau mit Süsswasserschnecken, die obere gelb. Hin und wieder fehlt die eine oder die andere. Sandbeimengungen sind darin selten.

Nur an wenigen Punkten findet man die Kreide als loses Gerölle, so z. B. nördlich von Tłumacz auf dem Wege nach Tysmienica, hinter Nadorozna und in dem Eisenbahneinschnitte bei Monasterzyska.

Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass in letzterer Umgegend alle Bedingungen zu einer grossen lucrativen Anlage für Kalk- und Portland-Cementfabrikation gegeben sind.

Die ausgedehnten Tertiärbildungen der Hochebene des östlichen Galiziens sind nach Fötterle in der unmittelbaren Nähe von Lemberg durch eine ununterbrochene Hügel- und Bergkette begrenzt, die in östlicher und nordöstlicher Richtung über Złoczów, Podhórce bis Brody, in nördlicher Richtung über Zołkiew, Rawa bis an die russisch-polnische Grenze sich verfolgen lässt.

Diese Hügel sind durchgehends auf dem versteinerungsreichen Kreidemergel (Opoka genannt) abgelagert. Dieser bildet überall, wo Thäler eingeschnitten sind, die Thalsohle, ist sehr stark zerklüftet und zerfällt durch Einwirkung der Luft und des Wassers in einen fetten zahen Mergel, der mit dem Humus einen vortrefflichen Ackerboden erzeugt, welchem Umstande Podolien seine reichen Ernten zu verdanken hat.

Die mächtige tertiäre Sand- und Sandsteinbildung, die darauf folgt, schliesst häufig Braunkohlenlager in sich ein, deren Lagerung in der Nähe von Zołkiew, bei Glinsko, Skwarczawa und Mokrotyn, wo sie zu Tage ausgehen, ersichtlich ist. Die Lage der Schichten ist, wie in Ost-Galizien durchgehends, eine horizontale. Eine 2 bis 3 m mächtige Lage von röthlichgrauem Sande bedeckt den Kreidemergel; in demselben kommen sehr häufig einzelne Lager von bläulichgrauem plastischen Thon vor, der zu Töpferwaaren verarbeitet wird und Blätterabdrücke enthält, die den Miocenpflanzen von Bilin in Böhmen und von Parschlug in Steiermark analog sind.

Neogenformation. In ziemlich ansehnlicher Verbreitung treten im Gebiete des ostgalizischen Tieflandes jüngere Tertiärgebilde zum Vorschein, welche bei gänzlichem Mangel aller älteren Tertiärschichten, unmittelbar über der Kreideformation folgen. Insbesondere sind sie in grösseren Partien in zwei abgesonderten Regionen unseres Gebietes entwickelt. Einmal im Nordwesten, im Zołkiewer-, Lemberger- und Złoczower-Kreise bis herab zum Dniester-Gebiet, also in denselben Gegenden, in welchen die Kreideschichten verbreitet sind; und dann im Südosten, südlich vom Dniester in den Umgebungen von Kolomea, Czernowitz und Suczawa.

Die östlichen Karpathen. In diesem Hauptzuge sind es nur die Klippen und ältere Gebilde der Sandsteinzone, welche Beachtung verdienen. Die Gesteine dieses Klippenzuges zeigen viele Uebereinstimmung mit jenen der Klippen des südlichen Zuges der West-Karpathen. Als tiefstes Glied erscheinen, bisher nur an einer Stelle in den Klippen bei Benjatin verschiedenartige Kalk- und Mergelgesteine, welche auf unteren Lias schliessen lassen. Oberer Lias wurde bisher nicht nachgewiesen; zunächst folgt vielmehr, die Hauptmasse der Kalkklippen bildend, weisser und darüber rother Crinoidenkalk (bei Nowoselica). Ueber den Crinoidenkalken folgen dann rothe Knollenkalke — während wieder die höchsten Jurastufen der West-Karpathen, die Rogozniker und Stramberger Kalke, hier zu fehlen scheinen.

Ungefähr den Klippen der Umgebungen von Unghvár gegenüber, am Nordrande der Sandsteinzone liegt ein kleines Vorkommen von Stramberger Kalk bei Luzek südwestlich von Sambor, wahrscheinlich ein exotischer Block.

Die in diesem Zuge noch vorkommende Jura-Tertiäre Gebilde so wie der Trahytzug des Vihorlat-Gutin-Gebirges endlich das Tiefland im Süden der Karpathen, welches abgesehen der Inselgebirgen von Kaszony und Bereghszasz, nur eine Ebene mit ganz niederen Hügeln bildet und aus Diluvial- und Alluvialgebilden besteht, bieten hier kein weiteres Interesse.

IV.

Diese Gruppe bringt die ganze Westhälfte der österreichischen Alpenländer östlich bis etwas über den Meridian von Lienz, oder des Grossglockner hinaus, zur Anschauung. Sie umfasst demnach Vorarlberg und Tirol, dann Theile von Salzburg und Kärnten.

Im nördlichen Theile dieser Gruppe ist die Silurformation nur im östlichen Theile und zwar von Schwaz ostwärts entwickelt und sowohl durch Schiefer als durch Kalkgesteine repräsentirt.

Die untere Triasformation umfasst den Verrucano, die Werfener-Schiefer und den Gutensteiner Kalk. Dieselbe ist in dem westlichen Theile der nördlichen Zone wenig charakteristisch entwickelt. Namentlich in Vorarlberg und NW. Tirol bis in die Gegend von Stanz, wo dieselbe eine ziemlich regelmässig fortstreichende Randzone an der Nordgrenze der krystallinischen Schiefer bildet, besteht sie nur aus petrefactenleeren Conglomeraten (Verrucano), die oft noch mit halbkrystallinischen Schiefern wechsellagern. Auf der Strecke von Stanz östlich bis Schwaz fehlt diese Randzone oder ist vielleicht nur von den Alluvionen des Innthales verdeckt, von da weiter ostwärts nimmt sie an Mächtigkeit und Bedeutung rasch zu. In der Umgegend von Schwaz und Rattenberg bietet sie zwar noch manche Eigenthümlichkeiten dar, aber schon am Fusse des Kaisergebirges findet man die echten glimmerreichen, bunt gefärbten sandigen Werfenerschichten in Verbindung mit den dunklen Gutensteiner Kalken, welche von hier fast ununterbrochen am Nordrande der Grauwackenzone bis an die Bruchlinie des Wiener Beckens fortstreichen.

In nördlicheren Aufbrüchen erscheinen die unteren Triasgesteine in der Umgebung von Bludenz, bei Reutte am Haller Salzberge, bei Lofer und in den bayerischen Alpen.

Die obere Trias bildet mächtige Massen weiter nordwärts. In Vorarlberg, wo diese Gesteine aus vorwaltend dunklen porösen Kalksteinen und Dolomiten dann Rauchwacken bestehen, erhielten sie von Richthofen den Namen der Arlberg-Schichten.

Die Gesteine der rhätischen Formation mit Einschluss des Haupt-Dolomites nehmen von allen an der Zusammensetzung der nördlichen Zone in Tirol und dem angrenzenden Bayern den grössten Antheil.

Von der Trias-Randzone angefangen nordwärts bis zur Flyschzone (Tertiär) bilden sie, und namentlich Hauptdolomit, gegen den die Kössener Schichten und der sogenannte obere Dachsteinkalk sehr in den Hintergrund treten, die Hauptmasse der gewaltigen Gebirge.

Juraformation. Die Vertheilung und die Lagerungsverhält-

nisse der Juraschichten deutet wenigstens theilweise noch auf eine gleichförmige Ablagerung mit den Liasgebilden. So wie die Letzteren finden sie sich nämlich in mehr weniger regelmässig westöstlich streichenden Zügen im normalen Schichtverbande über ihnen folgend.

Kreideformation. Die merkwürdige Verschiedenheit in der Ausbildungsweise der ganzen Kreideformation im westlichen und im östlichen Theile der nördlichen Zone ist von einigem Interesse. Der westlichen Facies, die weiter in den Schweizer Alpen fortsetzt, gehört die grösstentheils in Vorarlberg gelegene Kreidepartie zwischen Feldkirch, Dornbirn und Oberstdorf an der Iller in Bayern an.

Die östliche Facies, die weiter fort im ganzen östlichen Theile der nördlichen Zone entwickelt ist, beginnt mit dem Vorkommen in der Umgebung von Füssen im Norden, und am Muttekopf im Süden, und ist in ihrer Verbreitung auf die südlich von der Flyschzone gelegenen Kalkalpen beschränkt. — Sie bestehen hauptsächlich nur aus den:

a) Rossfelderschichten, meist dunkel gefärbte Mergelschiefer und Mergelkalken, (auch Fleckenmergeln), die mit den Lias-Fleckenmergeln die grösste Aehnlichkeit haben, ferner den

b) Gosauschichten, die der oberen Kreide angehörig, theils als Conglomerate und Sandsteine, theils als Mergel und Mergelschiefer, theils endlich als Kalksteine, namentlich als Hippuritenkalke entwickelt, in einzelnen Mulden oder Fetzen meist discordant den älteren Formationen aufgelagert sind.

Tertiäre Formation. Eocen. Hauptsächlich drei verschiedene Gesteinstypen sind es, in welchen dieselbe in der nördlichen Zone vertreten ist.

a) Nummulitenschichten, theils Kalksteine, theils Sandsteine, oft ausserordentlich petrefactenreich, in ihrem Vorkommen meist auf isolirte Localitäten und am Nordrande der Flyschzone beschränkt.

b) Flysch, den Nummulitenschichten aufgelagert und demnach eine höhere Etage der Eocenformation darstellend.

c) Die jüngeren Ablagerungen von Häring, Reit im Winkel u. s. w. mit ihren Kohlenablagerungen.

Die in diese jüngeren Gesteinstypen gehörigen Kalkmergel bei Perlmoos, Kirchbüchl, Kufstein, Häring und Hallein sind es, aus welchen der weltbekannte Kufsteiner Cement erzeugt wird. Seit mehr als 30 Jahren wird der vielfach preisgekrönte Perlmooser Portland-Cement und Kufsteiner hydraulische Kalk, welcher bei den wichtigsten Bauten stets vorgezogen wird, durch die Actien-Gesellschaft der k. k. pr. Hydraulischen Kalk- und Port-

land-Cementfabrik zu Perlmoos (vormals Angelo Saullich) aus den Kalkmergeln dieser Formation in den obgenannten Orten fabricirt.

In östlicher Richtung von Kufstein am Acheflusse erscheinen dieselben Mergelkalke jedoch dunkler gefärbt und werden hier durch die Erste Leukenthaler Hydraulische Kalk- und Portland-Cementfabrik in St. Johann in Tirol (Bahnstation) ausgebeutet und zu vorzüglichen Cementen verarbeitet.

Im Süden dieser Gruppe tritt die untere Trias mit meist intensiv roth gefärbten und petrefactenleeren Conglomeraten, meist als Verrucano bezeichnet auf, ferner als bunte, sandige, glimmerreiche Schiefergesteine, endlich als reine Kalksteine, die meist dunkel gefärbt wieder oft mit Rauchwacken in Verbindung stehen und unseren Gutensteiner Kalken entsprechen.

Rhätische Formation. Dem ganzen Zuge der südlichen Zone entlang ist diese Formation mächtig entwickelt.

Liasformation. Den ganzen lombardischen Alpen entlang bis in die Nähe des Gardasees bilden Liasgesteine am Südrande der rhätischen Gesteine eine ziemlich regelmässig fortlaufende Zone.

Juraformation. Die mächtigste Entwicklung in der südlichen Zone, ja in den Alpenländern überhaupt, erlangen die Juragesteine in der westlichen, südlichen und südöstlichen Umgebung des Bozener Porphyrstockes, also in der Etschbucht, dann in den Gebirgen um Roveredo, Feltre bis über Longerone hinaus, ja auch weit im Norden schliesst sich ihnen hier die mächtige Scholle am Geisler Spitz östlich von St. Leonhard an.

Kreideformation. So wie in der nördlichen Zone zeigt sich die Entwicklung der Kreideformation auch in der südlichen und reicht bis in das venetianische Gebiet hinein.

Der unteren Kreide gehören an: Die Majolica, d. i. Aptychen führender, dichter, muschlig brechender lichter Kalk und Mergelkalk, wohl sicher ein Aequivalent der Aptychenschiefer und Rossfelderschichten der Nordalpen. Der Fucoiden führende Macigno, ein sandiges Gebilde, welches mit dem Kreide-Wiener Sandsteine der Nordalpen parallelisirt werden kann.

Obere Kreide bestehend aus: dem Conglomerat von Sirone (Hippuriten-Conglomerat) mit einer Fauna, welche einem Theile jener der Gosauschichten der Nordalpen entspricht, und aus einem Scaglia (Mergel von Breno Villa Inoceramen-Mergel), die über dem vorigen liegen.

In dem mittleren Theile dieses Gebietes, in der Etschbucht, und dem ganzen Theile südlich vom Bozener Porphyrstock sind die Kreideschichten sehr verbreitet und regelmässig den dort so mächtig ent-

wickelten oberen Juraschichten in vielfach von einander abgetrennten Partien aufgelagert.

Das seltener und isolirte Auftreten von jüngeren Tertiärschichten der Neogenformation kommt in der Lombardie vor.

V.

Die ganze östliche Hälfte unserer Alpen, mit alleiniger Ausnahme des nordöstlichen Theiles des Wiener Waldes, der, so wie die Reichshauptstadt selbst, bereits auf die nördlich anstossende Gruppe I. fällt, ist zu einer Darstellung gebracht, welche überdies noch im Osten die westlichen Theile der grossen ungarischen Ebene mit der Grazer- und der croatischen Bucht, so wie das Leithagebirge, die Rusterberge, den Sausal westlich von Leibnitz, die Gleichenberger Berge, den westlichen Theil des Plattenseegebirges, endlich im Süden das Agramer, Moslaviner und einen Theil der westslavonischen Gebirge umfasst.

Nach der politischen Eintheilung entfallen auf diese Gruppe der grössere Theil von Salzburg und Kärnten, die südliche Hälfte des Erzherzogthums Oesterreich unter der Enns (welches bei I. bereits im Ganzen skizzirt wurde), ganz Steiermark, Krain, Görz, Gradiska, das Gebiet von Triest, Istrien, Croatien, die croatische Militärgränze, und die westlichen Theile von Ungarn und Slavonien.

Die nördliche Zone. Was bei Besprechung der vorhergehenden Gruppe im Allgemeinen über die Gestaltung und Beschaffenheit der nördlichen Zone gesagt wurde, gilt mit wenig Abweichungen auch von der östlichen Fortsetzung dieser Zone bis zu ihrem Bruchrand gegen die Niederung des Wiener Beckens. Sie besteht auch hier aus einem breiten Zuge der Sedimentgesteinen, die weder von Aufbrüchen altkrystallinischer Massen, noch von irgend ausgedehnteren Durchbrüchen jüngerer eruptiver Felsarten unterbrochen werden.

Die Silurformation bildet bald in grösserer bald in geringerer Mächtigkeit einen fortlaufenden Zug von Saalfelden ostwärts bis zum Südende des Wiener Beckens bei Gloggnitz und ist nur im Ennsthale zwischen Oeblarn und Döllach, in welcher Gegend es die geringste Mächtigkeit darbietet, theilweise gänzlich unterbrochen, oder von den Enns-Alluvien verhüllt. Ihr Auftreten bezeichnet im Allgemeinen zwischen den krystallinischen Gebirgen im Süden und den eigentlichen Kalkalpen im Norden eine Tiefenlinie, der namentlich das Längsthal der Enns auf eine weite Erstreckung aus der Gegend von Radstatt bis Admont folgt.

Triasformation. Auch in dem östlichen Theile dieser Alpenkette folgen die der unteren Trias angehörigen Werfenerschichten mit dem sie begleitenden Gutensteiner Kalken, Rauchwacken u. s. w. unmittelbar und in meist concordanter Lagerung auf die silurischen Grauwackengesteine. Sie bilden eine nur im Ennsthale von Gröbming

abwärts bis gegen Litzen fehlende, sonst aber ununterbrochen fortstreichende Zone am Nordrand des silurischen Zuges, von Saalfelden bis zu dem schon oft erwähnten Bruchrand der Kalkalpen gegen das Wiener Becken, den sie in der Gegend von Ternitz westlich von Neunkirchen erreichen.

In dem südlichen Grenzzuge der mittleren Trias sind die Gesteine durchgehens kalkiger Natur, vorwaltend dunkelgefärbt und dünn geschichtet.

Die obere Trias reicht in dem westlichen Theile dieser Zone bis an den Fuss des ewigen Schneeberges.

In weit mächtiger Entwicklung als in der obenbesprochenen Gegend treten die oberen Triasschichten weiter im Osten bis an den Bruchrand der Alpen auf.

Aus der Umgebung von Eisenerz angefangen bis in die Gegend westlich von Wiener-Neustadt finden wir einen mächtigen Zug von oberen Triaskalken, nördlich von dem Grenzzuge der Werfener- und Gutensteiner-Schichten entwickelt, der hauptsächlich nur durch die zahlreichen Aufbruchsspalten der letzteren Gesteine in seiner Continuität unterbrochen wird.

Die Hauptmasse des ganzen Zuges bilden hell gefärbte Kalksteine und Dolomite; am Nassköhr bei Neuberg stehen mit ihnen auch wieder echte Hallstätterkalke in Verbindung.

Rhätische Formation. Ostwärts vom Kaiser-Gebirge in der Umgebung von Berchtesgaden hört die regelmässige Dreitheilung der Schichtunggruppe auf. Schrittweise von der Kamnerkahrplatte ostwärts die Kössenerschichten, welche den Hauptdolomit vom oberen Dachstein trennen, verfolgend, findet man, dass dieselben sich auskeilen und dann die höheren und tieferen kalkigen Gesteine zu einer kolossalen fast untrennbar verbundenen Kalkmasse zusammenschmelzen, welche die Plateaus des steinernen Meeres, des Haagen-, Göhl-, Tännen-Dachsteingebirges u. s. w. zusammensetzt.

Die Juraformation beschränkt sich auf einzelne, meist nicht sehr ausgedehnte Gebiete der nordöstlichen Alpen.

Als dem unteren Jura angehörig kann man bezeichnen:

Die Klausschichten, braunroth oder ziegelroth gefärbte Kalksteine mit einer reichen Fauna, welche jener der Schichten von Swinitza im Banat entspricht und die Vilserschichten, ebenfalls dem unteren Jura beizuzählende Kalksteine.

Die untere Kreide (Neocomformation) findet sich in dem östlichen Theile der Nordalpen stets in der Form von Rossfelderschichten oder Neocom-Aptychenkalke. Diese letzteren bestehen aus hellgefärbten muschelig brechenden Kalksteinen, die dünn geschichtet mit Mergelschiefern wechsellagern und in der Gegend von Hallein liegen.

Die obere Kreide kommt nur in der Form der sogenannten Gosauschichten (Gosaumergel) in einzelnen von einander getrennten, meist auf Tiefenpunkte beschränkten Ablagerungen der oberen Kreideformation in den nordöstlichen Alpen vor, und zwar in westlicher Richtung von Judendorf bei Graz, in der Umgebung von Kainach, St. Bartolomä, St. Pongratzen, dann zwischen Landsberg und Hallstatt, bei St. Wolfgang, nordöstlich von Lambach endlich südöstlich bei Maria-Zell und in der Krampen bei Neuberg.

In Judendorf (Südbahnstation) wird seit zwanzig Jahren aus dem Gosaumergel ein vorzüglicher Portland-Cement und Cementkalk erzeugt.

Jüngere Tertiärformation. Angelagert am Nordrande der Kalkalpen erscheint noch der südliche Saum der gewaltigen Masse von jüngeren Gebilden, welche das Tiefland zwischen den Alpen und krystallinischen Gesteinen des böhmisch-mährisch-österreichischen Gebirges erfüllen.

Die südliche Zone und die Bergländer des Karstes und Croatiens.

Das Vorhandensein der älteren Formation gibt sich namentlich in dem östlichen Theile der südlichen Zone deutlich zu erkennen, nach Westen zu vereinigen sich dieselben in einer Art Knotenpunkt in dem nordwestlich von der Laibacher Ebene gelegenen Gebirgsstock; nach Osten zu endet die Nebenzone, ungemein zerrissen, gegen das ungare Tiefland, aus welchem mit Tertiärgebilden erfüllte Buchten weit gegen Westen eindringen, während die älteren Sedimentgesteine gegen Osten vorragende Sporn bilden, unter welchen insbesondere der langgedehnte Rücken der Ivančiča und des Kalniker Gebirges bis in die Gegend nördlich von Kreuz in Croatien zu verfolgen ist.

In dem südlicher gelegenen Gebiete, in welchem die Streichungsrichtungen von NW. nach SO. vorherrschen, vereinfacht sich in sehr auffallender Weise die geologische Zusammensetzung. Auf eine ältere Gruppe von Gesteinen, die der Steinkohlenformation und der Trias angehören, folgen mit Ausschluss aller Zwischenglieder Kreide und über dieser Eocengebilde.

Die Trias- die Rhätische- und die Juraformation bieten wenig beachtenswertes.

Das Thal von Rude bei Szamobor in Croatien enthält in den höchsten Stellen mächtige Stöcke von feinkörnigem Gyps. Die Gypsstöcke, in mehr oder minder ausgesprochenem Zusammenhange unter einander, scheinen die erzführenden Gailthaler-, Schiefer- und Sand-

steine an ihrer Grenze gegen die Trias und herum zu umgeben. Wenigstens sind zu Tage Gyps-Vorkommen sowohl am linken, als auch am rechten Thalgehänge bekannt. Der Gyps dürfte ebenfalls, wie in den Alpen, der Trias und zwar den Werfener-Schiefern angehören.

Die letztere Formation Jura tritt nur in dem südlich nächst der Drau befindlichen Kalkgebirgszuge und zwar nur an dessen nördlicher Abdachung zunächst der Drau, in der Diluvialstrecke des Jaunthales und an den nördlichen Kalkgebirgsausläufern des Miesthales auf.

Kreideformation. Verhältnismässig einförmig ist der Typus der Kreidegebilde in den sämmtlichen in Süden gelegenen Gebieten, sowohl im Karst, der istrischen Halbinsel und dem croatischen Küstenlande, als im südlichen Krain und in dem breiten Zuge überhaupt, der die beiden weiter oben geschilderten Züge älterer von NW. nach SO. streichenden Sedimentgebilde trennt.

Beinahe überall haben wir es in diesen Gebieten nur mit kalkigen und dolomitischen Gesteinen zu thun; Sandsteine und namentlich Gebilde, welche mit dem Fucoidenführenden Kreide-Macigno der lombardischen Alpen und mit dem Kreide-Wiener- und Karpathensandstein verglichen werden könnten, fehlen, oder sie sind vielmehr wahrscheinlich eben durch die Kalkgesteine vertreten.

Nach den Untersuchungen kann man folgende Glieder unterscheiden:

a) Caprotinenkalk bestehend aus vorwaltend dickbankigen mehr weniger dunkel, grau oder gelblich gefärbten Kalksteinen in Verbindung mit sandigen Dolomiten und dolomitischen Breccien.

b) Die Fischschiefer von Comen, das einzige nicht rein kalkige Gebilde der istrischen Kreideformation, bestehen theils aus dunklen Platten-Kalken mit Hornsteinausscheidungen, theils aus dünnblättrigen, schwarzbraunen, bituminösen Schiefern. die insbesondere durch die zahlreichen, vortrefflich erhaltenen Fischreste, die sie einschliessen, bekannt geworden sind.

Nur aus der Gegend westlich bei Kostanjevacz (Möttling O.) kommen in der obersten Abtheilung der Kreideformation bunte Mergel und Conglomerate vor, die wahrscheinlich den Senonschichten des Isonzothales gleichzustellen sein dürften. Eine wahre Scaglia röthlichen und grauen Kalkmergels mit grossen Inoceramen wurden in einer ganz kleinen Partie im Tergoveer Gebirge auf der Höhe der Sumarica östlich bei Lieskovacz, SO. von Glina beobachtet. Von gleicher petrographischer Beschaffenheit endlich scheint das ebenfalls isolirte Kreidevorkommen der Plesivicza, SSW. von Szamobor, in Croatien zu sein. Südlich von der Drau treten die Kreidekalk-Ablagerungen auch am

Gorna-Berge südlich von Bleiburg auf. Die geschichteten Kalke, welche die Spitze des Berges bilden, führen Korallen.

Tertiärformation. In drei Regionen sind die Vorkommen von Eocenschichten in den Südalpen und den Gebirgsländern dieser Gruppe vertheilt. Die erste dieser Regionen reicht vom Südrand der Venetianer Kalkalpen in der nördlichen und östlichen Umgebung von Udine durch den Karst und Istrien in südöstlicher Richtung fort über die Quarnerischen Insel nach Dalmatien; die zweite Region ist die Umgebung des weiten Thalkessels von Radmannsdorf, Krainburg bis Laibach und die dritte die Nordseite des Tergoveer Gebirges in der weiteren Umgebung von Glina in Croatien.

Die dieser Formation angehörenden Glieder lassen sich bei Sagor (Eocenschiefer), Trifail und Steinbrück, Leitha-, Hallstätter, sowie Marine-Schichten, letztere in östlicher Richtung bis über Rochitsch, verfolgen.

In Trifail werden die dieser Formation eingereihten Mergelkalke (welche zumeist das Hangende des Trifailer Kohlenflötzes repräsentiren) sowie der Marinetegel durch die Cementfabrik der Trifailer Kohlengewerks-Gesellschaft zur Fabrikation von Portland-Cement und Cementkalk verwendet; die in der nächsten Umgebung befindlichen Cementfabriken in Steinbrück und Tüffer erzeugen nur hydraulische Kalke, welche jedoch zumeist nur für den Localbedarf bestimmt sind.

Denjenigen geehrten Lesern, welche sich für die geologischen Verhältnisse der Steiermark interessiren, wird das Werk: „Geologie der Steiermark“ von Dr. Stur, Graz 1871, empfohlen.

VI.

Im Norden bis an den Parallelkreis von Miskolcz, im Süden bis an den Südrand der slavonischen und Peterwardeiner Gebirge, im Westen bis nahe zum Westende des Plattensees und der slavonischen Gebirge, im Osten endlich bis an die westlichen Ausläufer der Biharer und der Banater Gebirge reichend, umfasst diese Gruppe den centralen Theil des Königreiches Ungarn, den grössten Theil der ehemals slavonischen und Peterwardeiner und einen Theil der Deutsch-Banater Militärgrenze.

Fast die ganze Gruppe bietet für vorliegenden Zweck ein sehr geringes Interesse, da selbe fast durchwegs mit Alluvium, dann mit Dilluvialgebilden: Flugsand, Löss, Dilluvialschotter und Sand bedeckt erscheint.

Um dennoch einige Uebersicht von dieser Gruppe namentlich von dem östlichen Theile, der Umgebung von Budapest und des Bakonyerwaldgebietes, sich verschaffen zu können, wird solche nur in den Hauptumrissen und nur mit Rücksicht auf das Wissenswerte in folgender Eintheilung skizzirt, und zwar: A. Mittelgebirge, B. Das Gebirge von Fünfkirchen, C. Das Slavonische- und D. Das Peterwardeiner, endlich E. Das Gebilde des Tieflandes.

A. Das ungarische Mittelgebirge.

Dasselbe besteht aus einer Reihe einzelner durch Niederungen von einander getrennten Gebirgsgruppen, deren jede, orographisch sowohl wie geologisch, eine mehr weniger selbständige Stellung einnimmt. Die Hauptrichtung von NO. nach SW., in welcher diese Gruppen an einander gereiht sind, gibt sich aber doch auch in der Stellung der Schichtgebirge, welche an der Zusammensetzung des ganzen Zuges Antheil nehmen, deutlich zu erkennen, auch ist sie in der Längsrichtung des Plattensees und des nördlich von demselben gelegenen Velencze-Sees, die sich entlang dem Südostrand der Südhälfte dieses Zuges hin erstrecken, unverkennbar bezeichnet.

Die einzelnen Gebirgsgruppen dieses Mittelgebirges bestehen aus älteren Sedimentgesteinen des Bück-Gebirges, aus dem Trachytstock der Matra, durch die mit Tertiärgebilden erfüllte Tiefenlinie zwischen Erlau und Pétervására, aus dem Hügelland von Waitzen, welches aus jüngeren Tertiär- und Diluvialgebilden und zahllosen zerrissenen Partien von basaltischen Gesteinen besteht, dann folgen westlich von diesem Hügelland höher ansteigende Trachytgebirge von Börsöny (Deutsch-Pilsen) und Gran, einen wenn auch orographisch durch den Durchriss der Donau getrennten, doch in geologischer Beziehung zusammengehörigen Stock darstellend, dann aus der mit Löss und jüngeren Tertiärgebilden erfüllten Ebene vom Vértes-Gebirge bis nördlich vom Südwestende des Plattensees mit dem denselben begleitenden Gebirge das ungarische Mittelgebirge überhaupt sein Ende erreicht.

Als die tiefste Abtheilung der Trias erscheinen die Werfener-Schiefer. Diese Abtheilung tritt in einem mächtigen in der Mitte zwischen der Halbinsel von Tihany und Vérkút unterbrochenen Zuge entlang dem ganzen Nordwest-Ufer des Plattensees bis herab in die Umgegend von Tapolcza. Ueber diesen Schiefern folgen mächtige Kalk-Ablagerungen bestehend aus theils dunklen Kalksteinen, theils Dolomiten und Rauchwacken.

Rhätische Formation. Im Vértes-Gebirge, dann in dem südwestlichen Flügel im Bakonyerwald streichen die Schichten des Dachstein-Kalkes normal von NO. nach SW. und fallen gegen NW. — Kalksteine und Dolomite sind in dem Zuge vertreten und herrschen erstere vorwaltend in den Hangenden, letztere mehr in den liegenden Partien vor.

Die Liasformation trifft man im Bakonyerwald in bedeutender Verbreitung. Das Vorkommen bei Csernye westlich von Bodaik besteht aus dunkelrothem Kalkstein.

Zum oberen Lias gehören auch die am Gipfel des Emenkesberges südlich von Labatlán in ziemlicher Mächtigkeit auftretenden rothen Kalksteine (Marmor). Die Hauptmasse dieses Berges besteht aus Dachstein, welcher in zahlreichen Steinbrüchen gebrochen wird. Der gebrochene Kalkstein wird nach Piszke zur Donau und von dort hauptsächlich in die unteren Donaugegenden zur Weisskalkerzeugung verführt.

Juraformation. In dem Stocke des Pilis-Berges, südlich von Gran, findet sich an dem Nordende des Bela-Skala-Berges, südöstlich von Gran ein Jurazug, welcher röthliche, auch weiss und roth gefleckte Kalke enthält.

In der Umgebung von Labatlán im Graner Comitate, in der Nyagda-Schlucht kommen in bedeutender Mächtigkeit auch weisse und rothe Jurakalke vor.

Von Kreidebildungen werden hier zwei Abtheilungen unterschieden, und zwar: Mergelkalk und darüber liegend Sandstein und Mergel. In dem von Labatlán südöstlich befindlichen Steinbruche wird der Mergelkalk für Erzeugung von hydraulischem Kalk gebrochen.

Laut einer Analyse im Budapester Polytechnicum enthält der rohe Stein, weil solcher schon in Thonmergel übergeht, nur 51% kohlensauren Kalk, daher dieser hydraulische Kalk zu den schlechteren Sorten gezählt wird.

Tertiärformation. Professor Josef Szabó veröffentlichte im Jahre 1856 die Resultate seiner in der nächsten Umgebung von Ofen gemachten geologischen Untersuchungen in der im ersten Jahresberichte der Budapester Oberrealschule erschienenen Abhandlung: „Die geologischen Verhältnisse Ofens".

In dieser Abhandlung behandelt Szabó sehr speciell den geologischen Bau des Festungs-, Josef-, Kl.-Schwaben-, Spitz-, Blocks- und Mathiasberges. Die stratigraphische und petrographische Beschreibung dieser Berge und des zwischen ihnen befindlichen Terrains ist so erschöpfend, dass die späteren Forscher in dieser Beziehung nichts neues hinzufügen konnten.

Es treten hier auf: Dolomit, Nummulitenkalk und Mergel, Thon, Süsswasserkalk, Letten und Schutt auf. Aus den kieseligen Schichten des Mergels am Josefberge wird Cementkalk erzeugt.

Von den tertiären Bildungen wäre noch der bei Piszke a. d. Donau vorkommende oligocene Mergel hervorzuheben. Der Piszker Mergel tritt an der das Donauufer bildenden Seite des Poroshügels zwischen dem Lábatlaner Bache und Piszke zu Tage, ist schmutziggelb oder grau. Nur die kalkigeren Partien desselben widerstehen der Lufteinwirkung, während die sandigeren Theile leichter zerfallen.

Es sei hier noch bemerkt, dass die jüngeren Tertiärschichten in dem Gran-Ofner Gebiete in derselben Reihe wie im Wiener Becken folgen und zwar: a) die marinen Schichten meist in der Form von Leithakalk entwickelt, b) die sarmatischen oder Cerithien-Schichten meist ebenfalls in Form von Kalksteinen, und c) die Congerien-Schichten, denen auch die in der Umgebung von Ofen mächtig ententwickelten Süsswasserkalke beizuzählen sind.

B. Das Gebirge von Fünfkirchen.

Südöstlich dem Plattensee-Gebirge gegenüber erhebt sich im Baranyer Comitate diese ansehnliche Gebirgsinsel, rings umgeben von Löss, aus dem dann weiter im Süden, abgesehen von einzelnen kleineren Hervorragungen älterer Gesteine, noch der langgedehnte Kalkzug der Berggruppe westlich von Virágos und Villany und nahe an der Spitze des Winkels der durch den Zusammenfluss der Donau und Drau gebildet wird, die kleinen Tertiärketten der Umgegend von Vörösmarth emportauchen.

Die untere Trias besteht im Fünfkirchner Gebirge aus den Werfener-Schiefern und Gutensteiner Kalken in typisch-alpiner Entwicklung.

Zunächst über den Triaskalken folgt eine überaus mächtige Schichtenfolge von sandigen und kalkigen Gesteinen der Liasformation, die in ihrer tiefsten Abtheilung petrefactenleer, etwas höher hinauf die so wichtigen Kohlenflötze, auf welche der schwunghaft betriebene Fünfkirchner Bergbau besteht, umschliesst.

In bedeutender Mächtigkeit sind im Fünfkirchner und Villanyer Gebirge Gesteine der Juraformation entwickelt. Die in kleinen Partien am SO.-Fuss des Gebirges aufgeschlossenen, sind ein gelbgrauer hornsteinreicher Ammoniten- und Aptychen-Kalk, der in Pécsvár und nordöstlich davon bei Pusztafalu gebrochen wird.

Von sehr grossem Interesse ist noch das isolirte Auftreten einer ganz kleinen Partie von Caprotinen-Kalk der Kreideformation, der bei Beremend südlich von Virágos aus dem umgebenden Löss emportaucht.

C. Das slavonische Gebirge.

Die westliche Hälfte dieser aus der Niederung zwischen dem unteren Drau- und Savethale emporragenden Gebirgsgruppe wurde im vorhergehenden Theile skizzirt. Der ganzen Länge nach schliesst sich diese Gebirgsgruppe nicht den im Vorigen behandelten Inselgebirgen des ungarischen Tieflandes an, sondern ist wohl als eine südöstliche Fortsetzung des südlichen Flügels der Mittelzone der Alpen zu betrachten.

Trias. Als hierher gehörig wird die ganze Masse der älteren Schiefer und Kalkgesteine, welche an der Westseite sowohl als an der Ostseite des Orljava-Gebirges in ziemlich ansehnlicher Verbreitung zu Tage treten, angenommen.

In der Požeganer Berggruppe zeigt sich noch in mächtiger Entwicklung ein unter Leithakalk liegendes grobes, der Eocenformation angehörendes Conglomerat, dessen Gerölle theils aus krystallinischen Gesteinen, theils aus Kalksteinen und Sandstein besteht.

Neogenformation. Die jüngeren Tertiärschichten stellen in der Umgebung des westslavonischen Gebirges genau die gleiche Entwicklung der einzelnen Glieder dar, wie weiter im Westen in den Umgebungen des Kalniker-, Agramer-, Moslaviner-Gebirges etc. Das tiefste Glied bildet Leithakalk, darüber folgen die weissen Mergel, welche die sarmatische Stufe repräsentiren.

D. Das Peterwardeiner Gebirge.

Eine räumlich nur wenig ausgedehnte Masse südlich von der Donau bildend, hat dieses Gebirge in geologischer Beziehung grosse Wichtigkeit durch seine Stellung als Verbindungsglied zwischen den südöstlichen Ausläufern der Alpen im Westen, den Banater Gebirgen im Osten und den krystallinischen Gebirgen in Serbien und der europäischen Türkei im Süden. Die geologische Zusammensetzung ist übrigens eine sehr einfache.

Das älteste auftretende Gestein bildet der krystallinische Thonschiefer, Quarzitschiefer, schiefrige Kalke und Serpentin, ferner feinkörnige Sandsteine mit Kalkbänken, der Steinkohlenformation angehörig.

Kreideformation. Am Ostrand des Gebirges südlich von Peterwardein findet sich über der Steinkohlenformation eine ziemlich ausgebreitete Masse von mürben gelblichen Sandsteinen, die mit verschieden gefärbten Mergeln abwechseln und vom Leithakalke überlagert werden.

Der Kern des Peterwardeiner Gebirges ist ringsum concentrisch von den jüngeren Neogenschichten umgeben, die sich in drei Abtheilungen gliedern, nämlich: a) der marine Leithakalk, b) der sarmatische Mergel und c) die Congerien- und Süsswasser-Schichten.

Noch bemerkenswert ist das locale Auftreten eines weissen, specifisch sehr leichten, zur Erzeugung von hydraulischen Kalken verwendeten Mergels in Beocin bei Neusatz.

E. Die Gebilde des Tieflandes.

In den weiter vom Gebirge entfernten Theilen des ungarischen Tieflandes fallen vor Allem die von niederen Rillen und Hügelzügen

durchfurchten Gebiete ins Auge, welche von lockerem Sande gebildet werden. Die Hauptgebiete der Verbreitung des letzteren sind der Landrücken in Kumanien zwischen der Theiss und Donau, dann jener nordöstlich von Debreczin.

Insbesondere bildet der Löss, ein flaches Hügelland darstellend, die grossen Landstrecken am rechten Donauufer bis an den Plattensee und das ungarische Mittelgebirge. Häufig geht er hier in Sand über, der dann in der Regel die tieferen Partien bildet. Auch am Südrand des Matra- und Bückgebirges, am Westrand des siebenbürgischen Grenzgebirges, und rings um das Peterwardeiner Gebirge bildet Löss in typischer Entwicklung ausgebreitete Landstriche.

Von hohem geologischen Interesse und auch praktischer Bedeutung kann das demnächst ins Werk zu setzende Vorhaben der königl. ungarischen Regierung werden, die ungarische Tiefebene durch wirkliche Tiefbohrungen einer genaueren Untersuchung zu unterziehen.

VII.

Nebst dem Grossfürstenthum Siebenbürgen selbst fällt in den Bereich dieser Gruppe noch im Norden der südliche Theil der Marmaros und der Bukowina, im Westen der weitaus grössere Theil auch des Westabfalles der siebenbürgisch-ungarischen Grenzgebirge im Biharer und Arader Comitate, während die äussersten Ausläufer dieser Gebirge auf das Gebiet der vorhergehenden Gruppe fallen, und die nordöstliche Hälfte im Süden in der nächsten Gruppe zur Darstellung gelangt.

A. Die Karpathen.

Aus den in früheren Gruppen skizzirten Gebieten der Marmaros und nördlichen Bukowina streicht der Gebirgszug in gleicher Mächtigkeit herüber fort auf das Gebiet der vorliegenden Gruppe. Seine geologische Zusammensetzung wird aber hier eine weit verwickeltere. Nebst den weiter im Nordwesten beinahe allein herrschenden Gebilden des Trachytzuges und der Karpathensandsteine hat man es hier mit einem gewaltigen massiv krystallinischer Gesteine, welches von wenig ausgedehnten älteren Sedimentgebilden begleitet wird, dann weiter im Südosten mit einem mächtigen, im Allgemeinen NS. streichenden Zuge von — der Hauptmasse nach der Kreideformation angehörigen — Kalksteine zu thun.

Diese Partien bieten in ihrer Gliederung sowohl, wie in der Art ihres Auftretens manche Analogien mit den Klippenzügen der Nordkarpathen.

Die Sedimentgesteine werden hier in drei Hauptgebiete eingetheilt: 1. dem Hatzeger- und Schylthal, dann 2. und 3. den zwei nördlich und südlich streichenden Zügen in der Banater-Militärgrenze und dem Banat.

Der östliche Zug wird als der Mehadia- der westliche als der Steyerdorfer-Zug bezeichnet.

Triasformation. Die unterste Stufe derselben, Werfener-Schiefer und Gutensteinerkalke wurden an der Westseite des Persanyer-Gebirgszuges in grosser Verbreitung und bis zu 700 m mächtig nachgewiesen; auch weiter im Süden bei Wolkendorf tritt Gutensteinerkalk auf. Zu der oberen Trias werden auch die hellen Kalksteine und Dolomite der Bukowina gezählt.

Dolomite mit bis zu 46% kohlensauren Magnesiagehalt kommen in der Runkerhöhle bei Vaidahunyad, dann in Ober- und Unter-Szebes bei Hermannstadt und in Rodna (Bistritzer Bezirk), endlich westlich von Orlat, zwischen dem rothen Thurmpass und Vaida Recse sowie an mehreren Punkten am südlichen Abhange der Transilvanischen Alpen vor.

Im südwestlichen Siebenbürgen bei Erdohat ist an der von Vaidahunyad nach Piski führenden Strasse über den Kalkmergeln ein sehr mächtiges ausgebreitetes Vorkommen von Gyps, welches den bekannten mächtigen galizischen Gyps-Ablagerungen zur Seite gestellt werden kann. Das Vorkommen des Gypses in den Cerithienschichten Siebenbürgens ist zweifach. Einmal als dünne schiefrige Einlagerung im Tegel unmittelbar die marinen Ablagerungen bedeckend, (wie im Pojana Graben bei Gross-Pold, bei Kudschir und Ramos, dann bei Kitid und Nadasd) — als auch in einem bedeutend höheren Niveau in grösseren schichtförmigen Massen, die entweder als die letzten Ablagerungen der Cerithienschichten erscheinen wie bei Nandor Vallya, westlich an der Vaidahunyader Alpenstrasse und bei Szaraz-Almas, oder wenigstens mit den höchsten und letzten Ablagerungen der Cerithienschichten als parallel zu beobachten sind. Das grösste Gypslager findet sich bei Hosdat vor.*)

Lias. Die kohlenführenden Grestener-Schichten, deren Verbreitungsgebiet auf die südlichsten Theile des ganzen Zuges die Umgegend von Kronstadt beschränkt ist, scheint der Lias anzugehören.

Der braune Jura wird im Nagy-Hagymás-Gebirge und auch in den Umgebungen von Neustadt und Rosenau aufgefunden.

Kreideformation. In grosser Verbreitung und reich gegliedert kennt man bisher: Kalkige Neocomschichten, Aptychenkalke mit Conglomeraten in den Gebirgen der Bukowina entwickelt. Ferner wurde Caprotinenkalk im Nagy-Hagymáser- und Persanyer-Gebirge; oberer Kreidekalk in den Umgebungen von Kronstadt; Inoceramen-Mergel bei Tohany und Rosenau, endlich lichter Mergel, den höchsten

*) Ackner, M. J. Mineralogie Siebenbürgens, Hermannstadt 1855.

Stufen der Kreideformation angehörig, zwischen Tohany und Wolkendorf beobachtet.

B. Das Süd-Siebenbürgische Grenzgebirge und das Banater Gebirge.

Es erscheint besser, diese beiden Gebirgsgruppen in Eines zusammenzufassen, da dieselben, wenn auch in ihrer geologischen Zusammensetzung sehr grosse Verschiedenheiten zeigend, doch eine zusammenhängende Masse altkrystallinischer Gesteine das Grundelement ihres Baues bilden.

Im Osten, in dem west-östlich streichenden Grenzgebirge, das Siebenbürgen von der Wallachei trennt, bilden diese krystallinischen Gesteine, beinahe allein herrschend, eine geschlossene von O. gegen W. an Breite zunehmende Kette, an der Nordseite mit zahlreichen engen Querthälern, in welchen weder ältere Sedimentgebilde, noch auch Tertiärschichten zur Entwicklung gelangen. Selbst das Querthal des Alth, der die ganze Kette von N. nach S. in einer engen Spalte durchbricht, macht in dieser Beziehung keine Ausnahme.

Der erste breite Thaleinschnitt weiter gegen Westen wird durch das Hatzeger Thal gebildet. Noch weiter nach Westen erweitert sich die Kette zu dem ausgedehnten Stocke des Banater Gebirges, in welchem vorwaltend nordsüdliche Streichungsrichtungen zu beobachten sind.

Die der Liasformation in den genannten Zügen angehörigen Schichten bestehen durchwegs aus sandigen, schiefrigen und mergeligen Gesteinen, welche im Allgemeinen den Charakter der Grestener Schichten und Fleckenmergel der Alpen und Karpathen an sich tragen, während reine kalkige Gebilde vom Charakter der Adnether oder Hierlatzschichten fehlen.

Juraformation. Auch hierher gehörige Schichten sind in den Zügen der Sedimentgesteine des Banater vertreten.

Das älteste in Betracht kommende Glied derselben bilden die im Steyerdorfer Zuge ausgeschiedenen Mergelschiefer, einen mehrere hundert Meter mächtiger Schichtencomplex, dessen tiefste Schichten dunkel gefärbt, bituminös und mehr sandig erscheinen, während die höheren Lagen als graue Mergelschiefer ausgebildet sind.

Die Mergelschiefer bei Krassova kommen zwischen weissen Jurakalken vor und werden von festen Kalken überlagert. Sie werden als brauner Jura bezeichnet.

Die Schieferthonbildung wird dort von wahren Mergelschiefern überlagert, deren oberste Etage zum braunen Jura gezählt wird. Ebenso treten noch in Lissava und Pojana-Juli Kalke und Kalk-

mergel, der Juraformation angehörend, auf, welche in der Oraviczaer Cementfabrik in grossen Massen zum hydraulischen und Cementkalk verarbeitet werden.

In dem Steyerdorfer Zuge ist der obere Jura durch sehr wohl geschichtete graue Kalke vertreten, die sich in zwei Etagen gliedern lassen. Die tiefere derselben zeichnet sich durch dunklere Färbung des Gesteines der sehr regelmässigen Bänke, die vortreffliche Bausteine liefern, aus. Die obere Etage besteht aus ebenso schön geschichteten, aber heller gefärbten Kalksteinen, die in schmalen Bänken mit noch dünneren Hornsteinbänken wechsellagern.

Kreideformation. Die tieferen Abtheilungen dieser Formation sind in ihrem Vorkommen in diesem Gebiete auf die zwei im Banater Gebirge auftretenden Züge von Sedimentgesteinen beschränkt. Obere Kreide dagegen ist mächtiger und charakteristischer als hier am Nordrand der krystallinischen Gebirge, wie auch in dem Einschnitte des Hatzeger Thales entwickelt.

In dem Zuge von Mehadia bildet die tiefste Stufe weisser Kalkstein. Die zweite bildet die schon länger bekannten Rossfelder Schichten (dunkelgefärbter Mergel und Schiefer zum Theil auch Sandstein) von Swinitza.

Als höchstes Glied der Kreideformation in dem Steyerdorfer Zuge bezeichnet man einen über den Kreidekalken ausgebreiteten eisenschüssigen gelben bis rothen meist fetten Thon, der in grosser Menge Bohnerze umschliesst. Der Gebirgszug der im Süden von Steyerdorf-Anina über den Munisch sich hinzieht, soll auch dieser Formation angehören.

Die obere Kreide tritt auch in Siebenbürgen in der Form von Gosauschichten (Sandstein und Mergel) in grosser Ausdehnung auf, so in den südlichen Umgebungen von Mühlenbach unmittelbar südlich von Szásztsor und nordwestlich am Berge Godian; dann 4 km westlich von dem an der Devaerstrasse liegenden Orte Veczel und in Illye.

C. Das West-Siebenbürgische Grenzgebirge.

Unter diesem Namen wird hier die Gesammtheit jener Gebirge zusammengefasst, welche, an der Grenze zwischen Ungarn und Siebenbürgen sich erhebend, das tertiäre Becken des letzteren Landes von der grossen ungarischen Tiefebene scheiden.

Der Triasformation angehörig sind die mächtigen Kalksteinmassen, die namentlich westlich vom Vlegyasza-Stocke grosse Verbreitung erlangen, dann aber auch in kleinen Partien südlich von diesem Stocke und an der Ostseite des Bihar ausgeschieden sind. Die tieferen Partien dieser Kalksteine sind dunkel gefärbt und stehen in Verbindung mit Dolomiten und Rauchwacken.

Der Liasformation gehören die ältesten Sedimente an, welche im westsiebenbürgischen Grenzgebirge bis jetzt beobachtet wurden.

Die hieher gehörigen Gesteine bestehen aus meist quarzigen Sandsteinen und dünnen Kalksteinbänken die von einer mächtigen Masse dunklen, oft mergeligen Kalksteines bedeckt werden. Auch die im Körös-Gebiete an mehreren Stellen in Ausbeutung stehenden, feuerfesten Thone gehören den Grestener-Schichten an. Bei Rév kommt ausser einem feuerfesten Thon, auch ein Töpferthon so vorzüglicher Qualität vor, dass im genannten Orte über 100 Hafner beschäftigt sind.

In denselben Gebieten an der Westseite des Grenzgebirges, in welchem die liassischen Grestener-Schichten in weiter Verbreitung entwickelt sind, kommt die Juraformation vor, jedoch zur Feststellung ihres geologischen Alters zu ihrer Gliederung und über ihr Verhältnis zu den Nebengesteinen fehlen noch alle Anhaltspunkte.

Kreideformation. In grosser Verbreitung und Mannigfaltigkeit treten in diesem Gebiete die der Kreide angehörigen Gesteine auf. Der Neocom-Aptychenkalk in Val-Sacca bei Rezbanya bestehend aus gelblich-weissem sehr dichten Kalkstein, der in geringer Entfernung vom Syenit in anderen, wahrscheinlich jurassischen Kalksteinen eingeklemmt erscheint. Dieses Vorkommen lässt schliessen, dass gleiche Gesteine wohl auch an anderen Stellen desselben Gebietes zusammen mit den Jurakalken auftreten dürften. Der Caprotinen Kalk ist in kleinen Partien am Südgehänge des Resygebirges, nördlich von Elesd im Körösthale, dann in grossen Massen südlich vom Körös im Kiraly-Erdö-Gebirge nachgewiesen. Nur im Marmarosgebiete, aus welchem gelegentlich der Skizzirung des südlichen Grenzgebirges die interessanten Gosau-Vorkommen von Illye und Deva bekannt sind und im Gebiete der weissen Körös findet sich die Gosauformation vor.

Von dem Gosau-Vorkommen weiter im Norden ist noch vor Allem die kleine, mitten im Hauptstock des Gebirges bei Felsö-Vidra im oberen Aranyosgebiete liegende Partie hervorzuheben.

Eocenformation. Die Eocengebilde erscheinen an den Süd- und Ostgehängen des westsiebenbürgischen Grenzgebirges, in ausserordentlicher Mächtigkeit und Verbreitung. In einem breiten Bogen umranden sie aus der Umgegend von Deva im Marosthale her über Karlsburg und Klausenburg bis Banfi-Hunyad den Hauptgebirgsstock der südlichen Hälfte des Grenzgebirges, setzen in zwei sich später wieder vereinigenden nordöstlich streichenden Zügen fort und vereinigen sich mit den analogen Gesteinen am Südfuss der Nordkarpathen in jener Region, welche das Südende der Vihorlat-Gutin Trahytkette vom Nordende jener der Hargitta trennt. Die Hauptmasse dieser Eocengesteine besteht aus Karpathensandstein oder Flysch, an

sehr zahlreichen Stellen aber aus Kalkstein, Sandstein, kieseligen Kalken und Mergeln, Pariser Grobkalk, weichere Mergel u. s. w.

Neogenformation. An der West- und theilweise an der Südseite dringen in der Südhälfte des westsiebenbürgischen Grenzgebirges jüngere Tertiärschichten theils in Buchten, theils in isolirten Becken ein. Die Neogenschichten bestehen zumeist aus grauem Tegel. Kalkstein in den unteren Lagen fester oft sandig, brackischen Tegel und Mergel, welcher namentlich in den nördlichen Körösthälern die meiste Verbreitung erlangt, endlich aus Schotter und gelbem Sand.

D. Das siebenbürgische Mittelland.

Der mittlere Theil von Siebenbürgen besteht aus einem Hügel- und Berglande, dessen Höhenpunkte hinter jenen der umgebenden Gebirge zwar weit zurückstehen, dessen mittlere Seehöhe, ja selbst dessen Thalboden aber immer noch die dem Aussenfuss der Grenzgebirge sich anschliessenden Ebenen um vieles überragen. Im Verhältnis zu diesen Tiefebenen bildet es ein Hochland.

An dem sehr einförmigen Baue dieses Berglandes nehmen nur Schichten der Neogen-, Dilivial- und Alluvial-Epoche Antheil.

VIII.

Nur ein gegen Südosten zu immer mehr an Breite abnehmender Küstenstrich mit den vorliegenden Inseln ist es, den das croatische Küstenland und weiterhin Dalmatien am Westsaume des grossen illyrischen Dreieckes einnimmt.

Ohne natürliche geographische Grenze im Osten, bildet dieser Landstrich auch in geologischer Beziehung nur ein Bruchstück, dessen Verhältnisse erst nach einer genaueren Durchforschung des Hinterlandes vollständig ins Klare zu bringen sein werden.

In nachstehender Skizze sollen die einzelnen auf dem Gebiete dieser Gruppe unterschiedenen Gebilde in grösseren Umrissen näher betrachtet werden, u. zw. soweit die geologischen Aufnahmen reichen.

Die Kohlen- und Diasformationen, welche, wie mehrmals schon angedeutet, für vorliegenden Zweck wenig Interesse bieten, werden auch hier, wie dies zumeist bei den anderen Gruppen auch geschah, nicht in Betracht gezogen.

Triasformation. Das Vorkommen der alpinen Triasformation in Dalmatien wurde durch Auffinden des Werfener-Schiefers aus dem Buttisnizza-Thale bei Knin nachgewiesen.

Wie in allen alpinen Gebieten besteht die untere Triasformation auch im südlichen Croatien und in Dalmatien aus Werfener-Schiefern, die hin und wieder noch von den Grödner Sandsteinen unterteuft werden, dann aus höher gelegenen mehr kalkigen Gesteinen.

Ueber diesen sämmtlichen als Werfener-Schiefer verzeichneten Gebilden folgt, jedoch nur stellenweise, dünn geschichteter schwarzer Kalk so bei Brussane, Citluk und St. Roch und weiter eine mächtige Masse von dunkelgrauem zuckerkörnigen Dolomit, der mit grauem oft splitterigem Kalke wechsellagert.

Das östliche Ende des Triaszuges von Much gegen die Ebene von Sinj ist durch das Hervortreten beträchtlicher Gypsmassen bezeichnet, welche in der nördlichen Umgebung des genannten Städtchens an zahlreichen Stellen unter den jüngeren Tertiärschichten hervortreten.

Nordwestlich von Knin bei Zunic am Nordfuss des Debelo Berdo, dann in dem Triaszug von Much zwischen Derni und Sinj lässt sich Virgloria Kalk verfolgen.

Obere Trias. In dem Zuge des Velebith folgt über dem mit splitterigem Kalkstein wechselnden Dolomit der unteren Trias, regelmässig geschichteter dunkelgrauer bis schwarzer Kalkstein, der in der Gegend südwestlich von Gospič auf eine lange Strecke, von Bakovaz und der Satorina angefangen, bis über Mali-Hallan hinaus den Hauptrücken und den grössten Theil der westlichen Abdachung, sowie östlich von dem Zuge der noch älteren Gesteine eine Reihe mehr isolirter niederer Kuppen, die sich in der Gospičer Ebene emporheben, bildet.

Juraformation. Am Lemesch-Berge südwestlich bei Verlicca, dann bei Dubrave lässt sich diese Formation verfolgen.

In der Umgebung von Verlicca, tritt aber die Juraformation auch noch an anderen Punkten zu Tage. Nach Professor Dr. Lanza sollen aller Wahrscheinlichkeit nach die schiefrigen Kalksteine, die in neuerer Zeit zu Dinara, Lemesch, Verbosea und auf der Insel Lesina aufgefunden wurden, der Juraformation angehören. Dieselben haben die grösste Aehnlichkeit mit den lithographischen Schiefern von Sohlenhofen und enthalten wie diese zahlreiche Abdrücke von Ammoniten, Aptychen etc.

Kreideformation. Die grössten Flächen in der südlichen Hälfte des croatischen Küstenlandes sowohl wie in Dalmatien nimmt die Kreideformation an. Sie tritt in dem ganzen Gebiete als ein aus Kalksteinen bestehendes Gebilde, mit durchweg den gleichen Charaktern auf, welche schon in den zunächst nördlich anschliessenden Gebieten in der nördlichen Hälfte des croatischen Küstenlandes und im Karst näher bezeichnet wurden. An der Südspitze von Istrien und auf den Quarnerischen Inseln sind die oberen Glieder der Karst-Kreideformation, mit Ausschluss des Caprotinen-Kalkes vertreten.

An den Südostgehängen der Dinara und am Wege von Uniste-Lazzaretti zur Spitze des Berges findet man mehrere von Asphalt durch-

drungene Kalksteinschichten vor. Dann auf der Insel Bua kann das Abtropfen von flüssigem Erdpech in einer Höhle im Kalkstein, welcher der Nummulitenformation anzugehören scheint, beobachtet werden.

Eocenformation. Der Charakter der Eocengebilde in dem ganzen südlich an den Karst und Istrien sich anschliessenden Gebiete im croatischen Küstenlande, den Inseln des Quarnero und in Dalmatien bleibt der Hauptsache nach derselbe, wie er bereits in den Erläuterungen in der Gruppe V geschildert wurde.

Was die Verbreitung der Eocengesteine betrifft, so sind dieselben von dem äussersten Zuge der älteren Gesteine (Vellebith Gebirge Knin, Much, Sinj) an, nur sehr untergeordnet entwickelt. Das unterste Glied der Eocenformation entwickelt sich dagegen sehr charakteristisch in der Umgebung von Sebenico. Scardona, Dernis, dann auf der Insel Bua bei Trau, auf Lessina und an der Nordspitze der Halbinsel Sabioncello.

Der 1200 m hohe Monte Promina, welcher seiner Braunkohlen wegen bekannt ist, besteht aus abwechselnden Schichten von Dernis-Conglomerat und Nummuliten-Kalk, dann folgt das System der Mergelschiefer und Sandsteine, welches die Kohlenflötze einschliesst und über diesem liegt die mächtige Masse der oberen Conglomerate, welche die höheren Theile des imposanten Monte Promina zusammensetzt.

Neogenformation. Die hieher gehörigen in kleineren und grösseren Mulden und Thaltiefen vorfindlichen Gebilde sind durchgehends Süsswasser-Ablagerungen und wohl im Allgemeinen mit der jüngsten Stufe der Tertiär-Ablagerungen des Wiener Beckens den Congerien-Schichten in Parallele zu stellen.

Das ausgedehnteste Vorkommen von jüngeren Tertiärgebilden in Dalmatien ist das in der weiten Cettina-Ebene in der Umgebung von Sinj, welches in nordwestlicher Richtung in dem hier schon weit mehr eingeengten Cettina-Thale ununterbrochen zu verfolgen ist bis gegen Koljane und als dessen weitere Fortsetzung die Mergelschichten bei Verlicca zu betrachten sind.

Bosnien und Herzegowina.

In Bosnien und Herzegowina sind die geologischen Verhältnisse für die Cement-, Kalk- und Gyps-Industrie in gleichem Masse wie in Oesterreich-Ungarn sehr günstig. Nachstehende hier in sehr kurzen Umrissen nur die Kalk- und Gypslagerstätten umfassende Beschreibung dieser Ländergebiete ist dem Werke des Dr. E. v. Mojsisovics und Dr. Tietze entnommen.

In West-Bosnien und Türkisch-Croatien kommt der Gyps zwischen dunklen Kalken, Rauchwacken eingelagert vor. Namentlich in den

westlichen Landestheilen erreichen die hierher gehörigen Gypse eine nicht unbedeutende Mächtigkeit und der gleiche Gyps führende Horizont ist auch in der benachbarten croatischen Militärgrenze und in Dalmatien vertreten. Im Wassergebiete der Verbas, dann bei Ključ und Novi scheinen die Gypse, Kalke und Rauchwacke direct auf den carbonischen Schichten zu liegen.

In der nordwestlichen Ecke Bosniens, in Türkisch-Croatien bei Sasin, Peci, Bužim kommt Muschelkalk vor.

In östlichen Districten Bosniens gelangt die dolomitisch kalkige Entwicklung zur ausschliesslichen Herrschaft. Im westlichen Gebiete treten Dolomitmassen des Muschelkalkes auf. Was die Structurverhältnisse der dolomitisch kalkigen Facies des Muschelkalkes betrifft, so herrscht im Allgemeinen die massige Form mit undeutlich plumper Schichtung vor.

Insbesondere scheinen die norischen Aequivalente in der Regel massig aufzutreten, während in den Muschelkalk-Aequivalenten die deutlich hervortretende Schichtung häufiger ist. Das Gestein ist bald zuckerkörniger, weisser oder gelblicher Dolomit, bald lichter Kalk. Fossilen scheinen im Allgemeinen selten zu sein. Ausser Gasteropadenresten kommen auch Korallenstöcke vor.

Sarajevo steht grösstentheils auf tertiärer Unterlage. Im Praca-Thale zwischen Gorazda und Rogatica und bei Rogatica selbst stösst ein tuffartiges Gestein gegen Süden einfallend an die steil gegen Nord geneigten Triaskalke an. Dieses Gestein scheint auch westlicher an der neuen Strasse mit plattigen Mergelkalken wechsellagernd ganz unregelmässig über dem Triaskalke zu liegen. Kreidekalke treten bei Banjaluka in südöstlicher Richtung in einer Länge von 60 km auf. Im Thale des Flusses Vrbanya der ganzen Länge nach von Latkowiz bis Banjaluka zieht sich ein schmaler Streifen Jurakalke fort. An der Bosnisch-Slavonischen Grenze bei Požega südlich von Illok, Kostainica, Brod, Glina überhaupt im ganzen nördlichen Theile können zumeist weisse Kalkmergel verfolgt werden.

Bei Doboj herrscht Nummulitenkalk der Tertiärformation vor. Der Castellberg bei Doboj besteht aus Diabas, dem sogenannten Grünstein. Südlich von Doboj treten dunkle, bei Gražanica gelbe und weisse Kalke mit schneeweissen und auch blauen hydraulischen Mergeln zu Tage.

In der Gegend von Tuzla erlangt ein lichter Mergel, sowie im Thale des Rekabaches, dann bei Gorny-Tuzla theils Mergel mit Fischschuppenresten, theils weisser Kalk, sandiger Mergel, Schieferthon und hydraulischer Mergel eine bedeutende Entwicklung.

Eine ausführlichere geologische Beschreibung dieser Ländergebiete enthält das Eingangs citirte Werk: „Grundlinien der Geologie von Bosnien und Herzegowina von Dr. E. v. Mojsisovics, Dr. E. Tietze und Dr. A. Bittner mit Karten in Farbendruck. Wien 1880. Alfred Hölder".

II.

Brennmaterialien.*)

Unter den Naturproducten, welche dem häuslichen, gewerblichen und industriellen Leben unentbehrlich sind, nehmen die Brennmaterialien einen der allerwichtigsten Plätze ein; sie dienen durch ihr Verbrennen zur künstlichen Entwicklung von Wärme und Licht, ohne die der heutige Mensch nicht zu existiren vermöchte. Hier soll nur von jenen Brennstoffen die Rede sein, welche zur Feuerung im Grossen für industrielle Zwecke gebraucht werden. Dazu gehören: das Holz und die Holzkohle, der Torf und die Torfkohle, die fossilen Kohlen, als: Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Lignit, die verkohlten Steinkohlen, Coks (engl. Coaks).

Die Frage, welches Brennmaterial für einen bestimmten Zweck den Vorzug verdiene, muss im einzelnen Falle nach dem Preise, der grösseren oder geringeren Heizkraft, der Reinheit, der mehr oder minder bequemen Form, der Art des Verbrennens, ob mit starker oder schwacher oder ohne Flamme, entschieden werden, daher es Sache des Consumenten bleibt, die für die Wahl des Brennstoffes ausschlaggebenden Umstände zu erwägen und danach die Entscheidung zu treffen.

Was speciell die Wahl des Brennstoffes zur Calcination der Kalksteine betrifft, so ist diese Frage sowohl vom ökonomischen als sach- und fachgemässen Standpunkte mit Rücksicht auf das bereits verfügbare oder noch in Aussicht zunehmende Ofensystem nach allen Richtungen ins Auge zu fassen.

Missgriffe aus Unkenntnis über die Tauglichkeit und das Verhalten der Brennstoffe im Verbrennungsprocesse können auf die Güte der Waare einen sehr schädlichen Einfluss nehmen, dieselbe unverhältnismässig vertheuern, und selbst den Bestand einer Fabriksanlage in Frage stellen.

*) Mit Benützung von „Karl Ritter von Hauer's Untersuchungen über den Brennwert von Braun- und Steinkohlen etc. im Bereiche der österreichischen Monarchie". Wien, Braumüller's Verlag.

Oft kann mit einem minder brennwertigen und obendrein billigeren Brennstoffe das beste Resultat erzielt werden, wenn der Brennvorgang mit den Eigenschaften des Brennstoffes und denen des zu verkalkenden Rohmaterials in richtigen Einklang gebracht wird. Ein diesfälliges Beispiel soll im Abschnitte über Cemente Erwähnung finden.

Um die Heizkraft der verschiedenen Brennstoffe gegeneinander vergleichen zu können, hat man diejenige Wärmemenge, welche 1 kg Wasser aufnimmt, um von 0^0 auf 1^0 C erwärmt zu werden, als Wärmeeinheit, Calorie, aufgestellt und durch Versuche für die einzelnen Materialien die Anzahl der Calorien bestimmt, welche bei deren Verbrennung entwickelt werden. Nach der Anzahl Calorien, dem absoluten Heizeffecte, richtet sich der Brennwert, wovon noch weiter die Rede sein wird; hier sei nur noch erwähnt, dass bei der Verbrennung die einfachen Stoffe der Körper unter Entwicklung von Licht und Wärme mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft chemische Verbindungen eingehen, wobei die Producte dieser Verbindungen theils gas- und dampfförmig entweichen, theils unverbrannt als Asche zurückbleiben.

1. Das Holz.

Vielen und ausgedehnten Districten Oesterreich-Ungarns stehen noch holzreiche Waldbestände zu Gebote, um daraus ihren Bedarf an Brennmaterial vortheilhaft decken zu können, daher in diesen Gegenden das Brennholz vor anderen Brennmaterialien den Vorrang behauptet und solange behaupten wird, bis Entwaldung oder gebotene Schonung der Wälder und billigere Beschaffung fossiler Brennstoffe dazu nöthigen werden, zu letzteren zu greifen. Sonach hat das Holz auch als Brennmaterial beziehungsweise hervorragende Bedeutung.

Man unterscheidet zunächst gewöhnlich zwei Holzgattungen: das Laub- und Nadelholz; zu ersterem gehören: Ahorn, Birke, Buche, Esche, Eiche, Linde, Pappel, Ulme, Weide etc., zu letzteren: Fichte, Kiefer, Lärche, Tanne. Eine weitere gebräuchliche Unterscheidung der Härte und Schwere nach ist: hartes und weiches Holz, zwischen welche noch ein Mittelglied — mittelhartes Holz — eingeschoben zu werden pflegt.

Abgesehen von den edlen Holzgattungen der Obstbäume gehören zu den harten Hölzern das der Eiche, Roth- und Weissbuche, Ulme; zu den weichen das der Fichte, Tanne, Linde, Pappel etc.; zu den mittelharten das der Esche, des Ahorns, der Birke, Erle, Kiefer und Lärche etc. Die Unterscheidung nach der Härte findet in dem verschiedenen specifischen Gewichte, dem Grade der Dichtigkeit, wohl

ihre Begründung, doch ist darin keine scharfe Grenze vorhanden, da die Holzarten in Wirklichkeit zahlreiche Abstufungen der Härte und des specifischen Gewichtes aufweisen.

Das specifische Gewicht ist nicht blos bei verschiedenen Hölzern sehr ungleich, sondern auch bei einer und derselben Holzart, indem das Klima, der Standort und das Alter auf die Dichtigkeit des Holzes Einfluss nehmen.

Es lässt sich daher das specifische Gewicht der Hölzer nicht in genau zutreffenden, sondern nur in Grenz- oder Mittelwerten angeben.

In der nachfolgenden Tabelle sind die specifischen Gewichte der häufigeren Holzarten im frisch gefällten und lufttrockenen Zustande zusammengestellt.

Namen der Hölzer	Frisch gefällt		Lufttrocken	
	Grenzen	Mittelzahl	Grenzen	Mittelzahl
Ahorn, Acer pseudoplatanus	0·843—0·944	0·893	0·645—0·750	0·697
Birke, Betula alba	0·851—0·987	0·919	0·630—0·740	0·686
Buche, Fagus silvaticus	0·852—1·109	0·980	0·670—0·852	0·771
Stiel-Eiche, Quercus pedunculata	0·850—1·049	0·949	0·650—0·693	0·671
Stein-Eiche, Quercus robur	1·040—1·075	1·057	0·708—0·850	0·779
Erle, Betula alnus	0·809 – 0·994	0·901	0·423—0·680	0·551
Esche, Fraxinus excelsior	0·778—0·927	0·852	0·540—0·845	0·692
Fichte, Pinus picea	0·848 – 0·993	0·920	0·454—0·481	0·467
Hainbuche, Carpinus betulus	0·939—1·137	1·038	0·728 – 0·790	0·759
Kiefer, Pinus silvestris	0·811—1·005	0·908	0 463 – 0·763	0·613
Lärche, Pinus larix	0·694 – 0·924	0·809	0·473—0·566	0·519
Linde, Filia europaea	0·718—0·878	0·794	0·559—0·604	0·581
Schwarzpappel, Populus nigra	0·785 – 0·956	0·870	0·353 – 0·591	0·472
Ulme, Ulmus campestris	0·878—0·941	0·909	0·568—0·671	0·619
Tanne, Pinus abies, Duroi	0·830—0·894	0·862	0·455 – 0·746	0·600
Baumweide, Salix alba	0·838 – 0·855	0·846	0·490 – 0·590	0·540

Das Brennholz wird gewöhnlich nur in h a r t e s (Ahorn, Birke, Buche, Eiche, Esche, Ulme etc.) und in w e i c h e s (Erle, Fichte, Kiefer, Lärche, Linde, Tanne, Weide) unterschieden und in Scheiten geschlichtet nach dem Raummeter (Kubikmeter = m^3) gehandelt.

Nach Verschiedenheit der Stammdicke, Spaltung in Scheiten, der mehr oder minder sorgfältigen Schlichtung betragen die leeren Zwischenräume in einem Raummeter $^1/_5$ bis über $^1/_3$ des Volumens; bei mittelmässig guter Schlichtung messen die Zwischenräume vermöge vielfältiger Versuche nahe $^1/_3$ m^3, daher ein Raummeter Brennholz im Durchschnitte nur mit 0·67 m^3 Holzmasse angenommen zu werden pflegt.

Auf Grund der angeführten specifischen Gewichte wiegen im Mittel:

	1 m³ Holzmasse	1 Raummet. in Scheiten	1 m³ Holzmasse	1 Raummet. in Scheiten
	hartes		weiches	
	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
Frischgeschlagenes, gesundes und ausgewachsenes Holz	975	650	863	575
Lufttrockenes Holz	718	479	543	362

Danach verhält sich bei lufttrockenem Holze das Gewicht des harten zu dem des weichen wie (718 : 543) nahe 4 : 3.

Die Gewichtsabnahme bei zunehmender Austrocknung ist gleich dem Gewichte des verdunsteten Wassers. So verliert 1 m³ hartes Holz durch Austrocknen bis zur Lufttrockenheit 257 kg d. i. 26·4%, weiches Holz 320 kg. d. i. 37·2% des anfänglichen Wassergehaltes.

Mit Wasser gesättigt, wird das Holz, insbesonders Laubholz, schwerer als Wasser, z. B. Eichenholz 1·125, Rothbuche 1·110; dadurch erklärt sich das Untersinken von Hölzern im Wasser. Dagegen ist lufttrockenes Holz durchwegs leichter als Wasser (mit Ausnahme einiger ausländischer Arten z. B. Eben-Guayacholz etc.).

Dies kommt von den Luftbläschen her, welche theils in den Zellen des Holzes schon eingeschlossen, theils beim Austrocknen in dieselben eingedrungen sind. Wird das trockene Holz künstlich luftfrei gemacht, so erhöht sich das specifische Gewicht auf 1·46—1·53, es wird schwerer als Wasser und untersinkt in demselben.

Die Gewichte verschiedener Hölzer sind, wie aus den specifischen Gewichten zu entnehmen, bei gleichem Volumen sehr verschieden, je grösser die Zellenräume sind, in welchen sich Luft eingeschlossen befindet, desto weniger dicht ist die Holzmasse und desto leichter an Gewicht. Die dichteren und schwereren Sorten schliessen daher im gleichen Raume mehr Wärme gebende Stoffe ein, als die leichteren. Ein Kubikmeter Eichen- oder Buchenholz liefert bei der Verbrennung viel mehr Hitze, als ein Kubikmeter Tannenholz, weil erstere Gattungen in diesem Volumen mehr Holzsubstanz enthalten. Eine Holzart hat um so viel mehr Wert gegenüber einer andern, um wie viel ihr specifisches Gewicht grösser ist. Daher sind dem Volumen nach gleiche Holzmengen nicht gleichwertig; dagegen liefern gleiche Gewichtsmengen nahezu gleiche Wärmemengen, da die chemische Zusammensetzung der Holzsubstanz von allen Bäumen mit sehr geringen für die Praxis bedeutungslosen Unterschieden fast gleich ist. Darum wäre

auch der Verkauf des Brennholzes nach Gewicht rationeller als nach dem Rauminhalte.

Das Holz besteht aus organischen, verbrennlichen und aus unorganischen, unverbrennlichen Stoffen, der Asche und zwar aus der Holzfaser, dem Safte und aus Wasser. Aus den ersteren ist hauptsächlich die verbrennliche Holzsubstanz — eine vorwiegend aus Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff zusammengesetzte Verbindung — gebildet. Im Safte herrscht das Wasser vor. Je mehr Wasser und Asche das Holz enthält, desto weniger entspricht es dem Zwecke eines guten Heizmaterials. Die Asche als unverbrennlicher erdiger Körper verringert zwar den Gehalt des Holzes an verbrennbaren Stoffen, kommt aber meist in so geringer Menge vor, dass dadurch dem Brennwerte keine wesentliche Einbusse erwächst; das Wasser schadet hingegen dem Heizeffecte weit mehr, weil es während des Verbrennens des Holzes auf Kosten der dabei entwickelten Wärme verdampft und somit Wärme entführt. Es ist daher einleuchtend, dass zu Feuerungen nur lufttrockenes Holz genommen werden soll.

Die Aschenmenge variirt nicht nur in den verschiedenen Holzgattungen, sondern auch in einer und derselben Holzart, was durch die Verbrennung verschiedener Holzgattungen ermittelt wurde. Die Unterschiede rühren jedenfalls von der Verschiedenheit des Bodens her, aus welchem die unorganischen Stoffe, Erden und Salze, in den Pflanzenorganismus übergehen.

Die Durchschnittszahlen für die Aschenmengen einiger Hölzer mögen zur Beurtheilung des Aschengehaltes dienen:

Buchenholz	0·54%	Lindenholz	2·28%
Birkenholz	0·53%	Pappelholz	1·05%
Eichenholz	1·18%	Tannenholz	0·23%
Kiefernholz	0·91%	Weidenholz	2.94%

Nur das Lindenholz enthält zuweilen bis 5% Asche, alle anderen Hölzer, selbstverständlich bei vollständiger Verbrennung weit weniger, daher die Asche, wie bereits erwähnt, auf den Brennwert ohne irgend einen wesentlichen Einfluss ist. Der Aschengehalt des Holzes wird durchschnittlich auf 1·5% angesetzt.

Der Wassergehalt des frisch gefällten Holzes ist abhängig: Vom Alter und der Dichtigkeit, bei deren Zunahme er abnimmt (er ist grösser in Splint und den jüngeren Aesten und Zweigen, als im Kernholz des Stammes); von der Holzgattung (im Allgemeinen in den weichen Hölzern grösser, als in den harten); von dem Grade der Luftfeuchtigkeit und des Bodens, sowie von der Jahreszeit. Der Wassergehalt ist, wie bekannt, im Frühjahr am grössten, im Spätherbst und im Winter am geringsten, weshalb auch letztere Jahreszeiten die geeignetsten zur Fällung sind.

Die nachstehende Zusammenstellung macht das Verhältnis des chemisch nicht gebundenen, hygroskopischen Wassergehaltes in hundert Gewichtstheilen frisch gefällten Holzes ersichtlich:

		Wasser
Ahorn (Acer pseudoplatanus)	enthalten	27·0
Birke (Betula alba)	„	30·8
Rothbuche (Fagus silvatica)	„	39·7
Stieleiche (Quercus pedunculata) . .	„	35·4
Traubeneichen (Quercus robur) . . .	„	34·7
Erle (Betul. alnus).	„	41·6
Esche (Fraxinus excelsior)	„	28·7
Fichte (Pinus picea, Duroi)	„	45·2
Hainbuche (Carpinus betulus)	„	18·6
Kiefer (Pinus silvestris L.)	„	39·7
Lärche (Pinus larix)	„	48·6
Linde (Tilia europaea)	„	47·1
Schwarzpappel (Pop. nigra)	„	51·8
Ulme (Ulmus campectris)	„	44·5
Weisstanne (Pinus abies, Duroi) . . .	„	37·1
Rosskastanie (Aescul. hippocastan) . .	„	38·2
Baumweide (Salix alba)	„	50·6
Saalweide (Salix caprea)	„	26·0

Lufttrockenes Holz zieht aus der Luft nie mehr so viel Wasser an, als sich im frischen Zustande darin vorfand, wenn es auch bei Aenderungen der Temperatur und des Feuchtigkeitszustandes der Luft wieder Wasser anzieht und wieder abgibt.

Als mittlerer Wassergehalt des lufttrockenen Holzes kann circa 20% angenommen werden.

Vollständige Trocknung des Holzes wird erzielt, wenn es längere Zeit einer Temperatur von 150° C ausgesetzt wird. So getrocknetes Holz nimmt schon binnen wenigen Tagen so viel Wasser aus der Luft wieder auf, als es früher im lufttrockenen Zustande besass — circa 20%.

Sonach enthalten 100 Gewichtstheile lufttrockenen Holzes nach Ausscheidung von Asche und Wasser circa 78·5 Gewichtstheile wirklich verbrennbare Substanz.

Von diesen 78·5 Gewichtstheilen sind 96% eigentliche Holzfaser, welche bei allen Hölzern von gleicher Zusammensetzung ist und durchschnittlich 50% Kohlenstoff, 6% Wasserstoff und 40% Sauerstoff enthält. Die restlichen 4% des verbrennlichen Theiles sind die im Holze abgelagerten Stoffe wie: Zucker, Stärke, Harze, Gummi etc.

Hieraus geht hervor, dass bei Verbrennung gleicher Gewichtsmengen verschiedener Holzgattungen fast gleiche Wärmemengen erzeugt werden müssen, da der Hauptbestandtheil, die Holzfaser, in allen Holzgattungen eine gleiche Zusammensetzung hat, während gleiche Raumtheile verschiedener Hölzer nach dem Grade ihrer Dichtigkeit verschiedene Wärmemengen geben.

Wird das wasser- und aschenfreie Holz, ohne die Holzfaser zu isoliren, der Elementaranalyse unterworfen, so erhält man für verschiedene Holzgattungen zwar sich nicht absolut gleichende Resultate, jedoch so nah übereinstimmende, dass schon daraus auf die gleiche Zusammensetzung der reinen Holzfaser in allen Holzgattungen geschlossen werden darf. Die von Schödler und Petersen über die elementare Zusammensetzung verschiedener Hölzer ausgeführten Analysen liefern hiefür den Beweis. Dazu wurden zu Ende des Winters gefällte zerkleinerte, bei 100° C von allem hygroskopischen Wasser befreite Hölzer genommen.

Art des Holzes	Gehalt in 100 Gewichtstheilen		
	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Reine Holzfaser	52·65	5·25	42·10
Traubeneiche (Q. rob.)	49·43	6·07	44·50
Esche (Fraxinus excelsior)	49·36	6·07	44·57
Ahorn (Acer pseudoplatanus)	49·80	6·31	43·89
Rothbuche (Fagus silvatica)	48·53	6·30	45·17
Birke (Betula alba)	48·60	6·37	45·03
Ulme (Ulmus campestris)	50·19	6·42	43·39
Schwarzpappel (Populus nigra)	49·70	6·31	43·99
Linde (Tilia europaea)	49·41	6·86	43·73
Weide (Salix fragilis)	48·84	6·36	44·80
Weisstanne (Pinus abies)	49·95	6·41	43·65
Rothtanne (Pinus picea)	49·59	6·38	44·02
Kiefer (Pinus silvestris)	49·94	6·25	43·81
Lärche (Pinus larix)	50·11	6·31	43·58

Nach den vorstehenden Analysen sind Wasser- und Sauerstoff in den verbrennlichen Bestandtheilen des Holzes im durchschnittlichen Verhältnisse 6·34 : 43·16 (nahe 1 : 7) enthalten und da das Aequivalentverhältnis dieser zwei Stoffe im Wasser 12·50 : 100 = 1 : 8 ist, so enthält Holz etwas mehr Wasserstoff, wie das Wasser.

Eine geringe Menge Stickstoff findet sich ferner in allen Hölzern vor. Schödler und Petersen fanden davon in der Buche 0·93%, Eiche 1·28%, Birke 1·12%, Pappel und Weide 0·98%.

Im Allgemeinen besteht lufttrockenes Holz: aus 20% Wasser, 1·5% Asche, 39·25% Kohlenstoff, 4·91% Wasserstoff und 34·34% Sauerstoff.

Da bei den leichteren Holzarten die grösseren Zwischenräume der Holzfasern der Luft einen leichteren Zutritt gestatten, so findet bei diesen eine vollkommenere Verbrennung statt; das Holz wird dadurch fast vollständig in brennbare Gase (Kohlenwasserstoff und Kohlenoxydgas) verwandelt, wobei es mit starker und hoher Flamme und Hinterlassung von sehr wenig Asche verzehrt wird. Die harten Hölzer hingegen verbrennen fast nur an der Oberfläche, und ihre Flamme wird hauptsächlich von den gasförmigen Producten, welche sich aus dem inneren Kern gleichsam herausdestilliren, genährt, bis dieser fast nur aus glühender Kohle besteht, die nun starke Glut mit geringer Flamme erzeugt.

Anlangend den absoluten Heizeffect, die Calorien des Holzes, ergab sich aus zahlreichen Versuchen als Mittel, dass ein Kilogramm wasserfreies (durch künstliche Wärme getrocknetes) Holz 35 kg Wasser von 0° auf 100° C zu erhitzen, daher 3500 Wärmeeinheiten zu erzeugen vermag.

Da aber mit einem derart getrockneten Holze selbstverständlich nicht gefeuert wird, so sind nur die Calorien des lufttrockenen Holzes von praktischem Werte.

Die Angaben darüber stimmen jedoch nicht genau überein. Nach Harmann besitzt lufttrockenes Holz 2820, nach Andern 2600, 2845 etc. und Hauer hat für lufttrockenes Fichtenholz 2864 Calorien angenommen.

Die Nichtübereinstimmung liegt, abgesehen von der Schwierigkeit eines absolut conformen Experimentirens, schon darin, dass ein unter allen Umständen sich gleichbleibendes, lufttrockenes, 20% Wasser hältiges Normalholz bis nun nicht besteht.

Der relative Wert des Holzes regelt sich auch nach den Verhältnissen, unter welchen die Verbrennung vor sich gehen soll.

Aus wiederholten Versuchen ergab sich das Resultat, dass. wenn dünngespaltene Stückchen der verschiedensten Holzgattungen — harter und weicher Hölzer — unter gleichen Umständen vollkommen verbrannt werden, gleichen Gewichtsmengen die gleiche Heizkraft entspricht. Kommt es darauf an, das Feuer in einiger Entfernung vom Feuerraume wirken zu lassen, wie in Back-, Porzellan- und Flammöfen, so eignen sich dazu am besten die leichten, stark flammenden Hölzer; ist es hingegen darum zu thun, die nächste Umgebung der Feuerstelle zu erhitzen, so taugen dazu besser die harten Hölzer wegen der starken Wärmestrahlung der Kohlenglut. Bei den Kalköfen mit Holzfeuerung ist es daher, um die Hitze an allen Stellen möglichst gleichförmig zur Wirkung zu bringen nothwendig, das Holz zu zerkleinern und durch ausgiebigen Luftzutritt die brennenden Gase, die Flamme, in alle Zwischenräume der Beschickung zu leiten.

Wird das Holz unter gänzlicher oder derartiger Verhinderung des Luftzutrittes, dass es sich nicht mit Flamme entzünden kann, erhitzt, so zersetzt es sich in viele flüchtige Producte und hinterlässt einen Theil seines Kohlenstoffgehaltes als Kohle, jedoch nicht als reine, sondern noch die ganze Asche enthaltende.

Die Zersetzung des Holzes beginnt bei 150° C, bei 280° C verwandelt es sich in eine braunrothe zerreibliche Masse, die sogenannte Rothkohle — bei 350° C übergeht es in eine poröse, leichte, „schwarze" Kohle. Diese Kohle ist ebenfalls nicht reiner Kohlenstoff, sondern enthält ausser der Asche noch bedeutende Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff.

Bei weiter gesteigerter Hitze wird zwar die Kohle immer ärmer an Wasser- und Sauerstoff, doch gelingt die gänzliche Entfernung dieser Stoffe selbst bei der Schmelzhitze des Platins nicht; sie wird aber immer härter und dichter, und bei letzterem Hitzgrade sogar metallhart und klingend.

Mit der Erhöhung der Temperatur über 350° C vermindert sich selbstverständlich die Ausbeute an Kohlen, sie ist aber auch für eine und dieselbe Temperatur nicht constant, sondern variirt nach der Art und Weise, wie der Verkohlungsprocess durchgeführt wird. Nach Karsten geben 100 Gewichtstheile stark ausgetrockneten und gedörrten Holzes 25 Theile Kohle, dagegen nicht getrocknetes nur 14 Theile.

Auf die Beschaffenheit der Holzkohle wirkt nicht nur die Qualität des Holzes, sondern für ein und dasselbe Holz auch der Hitzgrad ein. Der Brennwert der Holzkohle wechselt wie jener des Holzes nach dem Wassergehalte und nach dem specifischen Gewichte, der Dichte. Weiches oder geschwemmtes Holz gibt eine weniger gute Kohle, als hartes oder ungeschwemmtes. Die aus hartem Holze gewonnene Kohle ist unter allen Umständen wertvoller, da sie im Verhältnisse von 3 : 2 dichter ist, als die Kohle aus weichem Holze. Betreffs des geschwemmten Holzes ist in der Praxis längst anerkannt, dass es weniger taugt als ungeschwemmtes, dass ein Theil der im Holze vorhandenen im Wasser löslichen brennbaren Substanzen durch das Liegen im Wasser verloren geht, welcher Verlust bis 20% betragen kann.

Die Holzkohle ist stark hygroskopisch, sie zieht binnen kurzer Zeit aus der Luft 10—12% ihres Gewichtes Wasser an.

Etwas wasserhaltige Kohle verbrennt mit grösserer Flamme, als vollkommen trockene, in Folge der Zerlegung des Wasserdampfes in Gase, die die brennbare Flamme erzeugen. Aus diesem Grunde werden die Kohlen beim Verbrauche oft mit Wasser besprengt, wenn sie zur Flammenerzeugung nicht genug hygroskopisches Wasser enthalten.

Durch die Verkohlung des Holzes wird der Kohlenstoff auf ein weit geringeres Volumen concentrirt, daher es erklärlich ist, dass

die Kohle im gleichen Raume weit mehr brennbare Substanz besitzt als das Holz, und dadurch wird man in den Stand gesetzt, viel mehr Brennstoff in einen Feuerraum zu bringen und eine Temperatur zu erzielen, die mit Holz in demselben Feuerraum nie erreicht werden kann, man möge darin noch so viel Holz anzünden und verbrennen. Dies ist der Zweck der Verkohlung und die Anwendung der Kohle ist sonach vornehmlich dort geboten, wo in einem kleinen Raume starke Hitze auf die nächste Umgebung einwirken soll.

Die Holzkohle entwickelt im Mittel nach Harmann 7750 Colorien, hat somit gegen Brennholz einen (7750 : 2820) = nahe 2·4mal grösseren Brennwert.

Die Holzkohle findet in der Kalkfabrikation, abgesehen von dem Kostenpunkte, schon deswegen keine Anwendung, weil sie nicht durch Flamme auf weitere Entfernung zu wirken geeignet ist.

Je dichter, d. i. specifisch schwerer die Brennmaterialien sind, desto mehr Luft ist zu deren Verbrennung erforderlich; es entzünden sich daher die minder dichten leichter als die schwereren, und letzteren muss unter Umständen künstlich Luft durch Gebläse zugeführt werden, um sie vollständig verbrennen zu können.

Einen weitaus höheren Grad der Verdichtung verbrennlicher Substanzen, als Holz und Holzkohle, besitzen die Steinkohlen, Anthracite und Coks, wie im Folgenden gezeigt werden wird, daher im Allgemeinen schon das specifische Gewicht eines Brennstoffes, sobald dasselbe nicht von hohem Aschengehalt herrührt, einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung des Brennwertes gibt.

2. Der Torf.

Wenn der Boden irgend einer Gegend flache Becken von grösserem oder kleinerem Umfange bildet, in welchen das angesammelte Wasser durch unterdrückten Abfluss oder gänzlichen Mangel desselben genöthigt ist, längere Zeit zu stagniren (ein Moor zu bilden), was in der gemässigten Zone wegen der geringen Verdunstung vorzugsweise der Fall ist, so bilden allmählig Wasserpflanzen aller Art: Seggen, Binsen, Riedgräser, Algen, Najaden, Moose, sogar strauchartige Pflanzen, wie Weiden etc. eine dichte Vegetationsdecke, welche mit dem Wechsel der Jahreszeit abstirbt, zu Boden sinkt, um im Frühjahre einer beziehungsweise neuen Vegetation Raum zu geben; ein Spiel, welches sich so lange wiederholt, als die Bedingungen für den Nachwuchs und dessen Einsinken bestehen. Die unter Wasser getauchten ineinander verfilzten Pflanzentheile gehen nun durch Vermoderung einer raschen Veränderung entgegen.

Unter Entwicklung von Gasen (Sumpfgas, Kohlensäure), Ausstossen von unangenehmen, zum Theile schädlichen Dünsten und

gleichzeitiger Aufnahme von Sauerstoff sowohl aus der Atmosphäre, als auch durch Reduction von in der Umgebung (im Boden und Wasser) befindlichen Verbindungen, z. B. schwefelsaurer Salze, verlieren die untertauchten Pflanzentheile ihre ursprüngliche Festigkeit, werden braun und mürbe und übergehen endlich in eine schwarzbraune, erdige, feuchte Masse. Während oft an der Decke des Moores die Sumpfpflanzen fortwachsen, bildet sich unterhalb derselben ein Aggregat mehr oder weniger vermoderter oder veränderter Pflanzenreste — der Torf.

Der Torf gehört unter die sehr verbreiteten fossilen Brennstoffe, und wird durch den Grad, bis zu welchem er in der Vermoderung vorgeschritten ist, unterschieden

1. in jüngeren Torf, mit meist noch vollkommen erhaltener Structur der Wurzeln, Stengel etc., ein schwammiges, specifisch leichtes, weiches und leicht zerbrechliches Gewebe;

2. in älteren Torf, worin die organische Structur entschieden untergegangen und das Fasergefüge dem (Damm-) Erdeartigen gewichen ist. Als äusserstes Glied (ältestes) müssen jene Torfe betrachtet werden, deren erdigen Bruch so feinkörnig, faserfrei und dicht ist, dass er glatt und wachsartig glänzend erscheint (Pechtorf). Alle zum älteren Torf gehörigen Arten sind von dunkler Farbe, auffallend viel schwerer als die des jüngeren; während ein Kubikmeter der lockersten Arten nur 70 kg wiegt, steigt das Gewicht der compacten auf das 10- bis 20fache.

Je dunkler die Farbe nach dem Trocknen erscheint, je schwerer die Masse im getrockneten Zustande ist und je weniger Asche sie nach dem Verbrennen hinterlässt, desto besser ist der Torf.

Wasser und Asche enthält der Torf in grösserer Menge als das Holz. Zum Brennen ist also der Torf nur in lufttrockenem Zustande brauchbar, und sein Brennwert steigt mit seiner Austrocknung; daher dem Torf durch Einlagerung unter Schoppen Gelegenheit gegeben werden muss, gut auszutrocknen. Frisch gegrabener Torf verliert durch das Austrocknen oft 70—80% an Gewicht, und bis 83% an Volumen. Je grösser diese Verluste, desto schlechter ist der Torf.

Der Wassergehalt des lufttrockenen Torfes ist nicht nur grösser, sondern auch in weniger feste Grenzen eingeschlossen, als der des Holzes. Ein anderer Bestandtheil, die Asche, welche beim Holze so gut wie von keinem Belange ist, tritt im Torfe bisweilen in solcher Menge auf, dass er dadurch unbrauchbar wird. Die Torfasche ist von der Holzasche wesentlich verschieden. Der getrocknete Torf kann von 3% bis 30% seines Gewichtes an Asche enthalten, worin nie kohlensaure Alkalien, dagegen phosphorsaure, schwefelsaure etc. Salze vorkommen.

Einhof fand in 100 Theilen Torfasche 15·2 Kalkerde, 20·5 Thonerde, 5·5 Eisenoxyd, 41 Kieselerde, 15 phosphorsaure Kalkerde, 1·5 Kochsalz und Gyps.

Die reine organische Substanz des Torfes besteht nahezu aus 60% Kohlenstoff, 6% Wasserstoff und 34% Sauerstoff, enthält sonach mehr Kohlenstoff als die Holzfaser. Ueberhaupt ist die Transformation der Holzsubstanz in Torf oder in fossile Kohlen durch den grösseren Kohlenstoff und verhältnismässig geringen Sauerstoffgehalt gekennzeichnet.

Regnault fand in folgenden drei Torfsorten nach Abzug des Aschengehaltes und Wassers:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
im Torf von Vulcaire	57·03%	5·63%	31·76%
im Torf von Long	58·09%	5·93%	31·37%
im Torf von Champ de feu	57·79%	6·11%	30·77%

(Dem Sauerstoffgehalte ist hier der dem Torfe eigenthümliche sehr geringe Stickstoffgehalt zugerechnet, der sich beim Erhitzen in den ammoniakhältigen Dämpfen zu erkennen gibt.)

Das Aequivalentverhältnis von Wasserstoff zu Sauerstoff wäre danach im Mittel 5·89 : 31·33 = 1 : 5·32, während es im Holze 1 : 7 beträgt.

Die Calorien des Torfes variiren nach der Menge des Aschengehaltes; aber selbst für Torf von gleichem Aschengehalt differiren die Angaben: für lufttrockenen Torf mit 5% Asche findet sich der absolute Heizeffect auf 3550, 3820 etc. mit 10% Asche auf 3000, 3260 etc. Calorien angegeben.

Die durch Verkohlung des Torfes gewonnene Kohle gleicht der Holzkohle und ihr Brennwert hängt vom Aschengehalt ab; auch diese Kohle ist von der Anwendung zur Kalkerzeugung ausgeschlossen.

3. Die fossilen Kohlen.

Sämmtliche fossile Kohlen sind aus der allmäligen Umwandlung von Pflanzenresten hervorgegangen. Erdrevolutionen begruben Wälder der Vorwelt und frühere Torfmoore; in mächtigen Gewässern untersanken angeschwemmte Bäume und Pflanzen und bildeten nach und nach beträchtliche Ablagerungen, die vom Diluvialboden bedeckt wurden. Die so begrabene Vegetation vermoderte und zersetzte sich allmälig unter hohem Drucke, wobei die kohlenwasserstoffhältigen Producte nicht entweichen konnten und dadurch Anlass zur Metamorphose gaben, welche die Pflanzensubstanz durchgemacht hat, um sich in Kohle zu verwandeln.

Vom älteren Vorkommen zum jüngeren absteigend finden sich die fossilen Kohlen:

1. Im Kohlengebirge in zwei Abtheilungen; im älteren Uebergangsgebirge als Anthracit und in der jüngeren Steinkohlenformation als Steinkohle.

2. In der secundären Formation in zwei Abtheilungen, in der älteren der Keuper- und Juraformation als Steinkohle und der jüngeren, der Kreideformation, ebenfalls als Steinkohle.

3. In der tertiären Formation (Süsswasserkalk, Muschelkalk etc.) als Braunkohle.

Nicht alle der tertiären Formation angehörigen Braunkohlen sind von gleichem Ansehen. In einigen sind die Pflanzenreste noch so gut erhalten, die Structur derselben so deutlich, selbst zartere Theile, wie Blätter und Früchte, so wenig beschädigt, dass botanische Diagnosen solcher antediluvianischer Gewächse mit Erfolg unternommen wurden. Sie stellen nach allen Richtungen sich kreuzende, plattgedrückte Stämme von hell- bis dunkelbrauner Farbe dar, von meist mürber Beschaffenheit, deren Bruch der Schichtung und der Faser des Holzes folgt. Sie werden Lignite, fossiles Holz genannt. Andere zeigen nur ausnahmsweise erkennbare Pflanzentheile und erscheinen in ihrer ganzen Ausdehnung als eine geschichtete Masse von dunklerer bis in's Schwarze gehender braunen Farbe und erdigem Bruch; diese Kohlen werden mit erdige Braunkohle, Pechkohle bezeichnet.

Die Zusammensetzung der Braunkohle nähert sich nach Regnault umsomehr jener des Holzes, je besser die Textur des Holzes in ihr zu erkennen ist.

Die schwarze Pechkohle, welche der Steinkohle am nächsten steht, enthält: 56—75% Kohlenstoff, 4—5% Wasserstoff und 17—27% Sauerstoff.

Beim Lignit geht der Kohlenstoff bis auf 50% herab, mit 4—15% Wasserstoff und 21—30% Sauerstoff.

Auch die Braunkohlen enthalten, wie das Holz, eine geringe Menge Stickstoff, 0·5—1·5%, was in den Analysen nicht berücksichtigt zu werden pflegt.

Von der Steinkohle unterscheidet sich die Braunkohle wesentlich durch den grösseren Wassergehalt. Die frisch geförderte Braunkohle mit 30 –40% Wasser verliert beim Abliegen wohl einen beträchtlichen Theil davon, doch auch im lufttrockenen Zustande enthält sie fast immer mehr Wasser als die Steinkohle.

Durch Austrocknen an der Sommerluft kann der Wassergehalt der Braunkohle bis auf 20 und in warmen trockenen Localitäten bis auf 8% herabgehen.

Die Lignite enthalten häufig sehr wenig Asche, nicht viel mehr als das Holz.

In den besseren Sorten Braunkohle wechselt der Aschengehalt zwischen 1—10%, in minder guten oder unbrauchbaren zwischen 10—40%.

Braunkohlen geben stets nur einen braunen Strich und unterscheiden sich auch dadurch von den Steinkohlen, deren Strich dunkler bis schwarz erscheint.

Das specifische Gewicht der Lignite schwankt zwischen 1·1 und 1·85, das der erdigen Braunkohlen zwischen 1·254 und 1·463.

Im Allgemeinen stehen die Braunkohlen den Steinkohlen im Heizwerte nach wegen des höheren Wasser- und Aschengehaltes und wegen der geringeren Dichte.

Viele, ihrer Zusammensetzung nach vortreffliche Braunkohlen finden nicht allgemeinere Anwendung, weil sie beim Austrocknen und beim Transport stark oder völlig zu Kohlenklein oder Gruss zerbröckeln; ein Uebelstand, der auch oft schon in den Gruben auftritt und den Abbau des Flötzes verleidet. Dergleichen Braun- und Steinkohle von geringer Cohärenz kann unter Umständen durch Anwendung geeigneter Bindemittel zu ziegelartigen Stücken, Briquettes, vortheilhaft verarbeitet werden. Ein anderer Uebelstand, welcher der Anwendung vieler Braunkohlen, namentlich zu häuslichen Zwecken im Wege steht, ist der äusserst lästige Geruch, welcher bei der Verbrennung durch den Gehalt an Bitumen hervorgerufen wird.

Zur Veranschaulichung des Verhältnisses der in den Braunkohlen enthaltenen massgebenden Bestandtheile mögen die nachfolgenden Analysen dienen:

Braunkohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Aschengehalt	Schwefel
Lignit von Lankowitz bei Köflach (Steiermark)	50·52	5·28	39 11	5·09	—
Lignit von Myszyn bei Kolomea in Galizien	60·70	5·68	28·12	5·50	—
Braunkohle von Dux (Böhmen)	70·25	5·75	18·30	5·70	—
Braunkohle von Thallern in Niederösterreich	61·46	4·76	33·78	19·34	4·56
Kreidekohle. Pechkohle von Grünberg in Niederösterreich	74·84	4·60	20·56	6·92	1·71

Unter den fossilen Brennstoffen nimmt die Steinkohle den ersten Rang ein; sie ist vermöge ihrer Zusammensetzung ein vorzügliches, für gewisse Zwecke das vorzüglichste und in Folge ihres massenhaften Vorkommens bei geregelter Gewinnung beziehungsweise das billigste Brennmaterial. In diesen Factoren liegt die Garantie für das andauernde

Gedeihen der Gewerbe, der Industrie und des Handels, zumal die riesig zunehmende Verwendung der Dampfkraft, namentlich im Eisenbahnbetrieb den Bedarf an möglichst billigem Brennstoff von Tag zu Tag steigert. Wo Steinkohlenreichthum vorhanden, dort findet in der Regel die industrielle Entwicklung ihren sicheren Boden. Der Steinkohle verdankt England hauptsächlich seine industrielle Grösse.

Die Anwendung der Steinkohle in Europa datirt aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, und fand zuerst in England, als Holzmangel dazu nöthigte, allgemeine Verbreitung, der ein Verbot gegen die Feuerung mit Steinkohle, „weil die Luft dadurch mit Rauch verpestet wird", nicht zu steuern vermochte. Den Chinesen war nach dem Zeugnisse Marco Polo's die Steinkohle weit früher bekannt.

Ablagerungen von Steinkohle kommen in verschiedener Tiefe unter der Erdoberfläche, gewöhnlich in Begleitung von Kohlenschiefer und Kohlensandstein in der sogenannten Steinkohlenformation vor. Diese Ablagerungen liegen oft in beckenförmigen Vertiefungen in mehreren, manchmal auch vielen Flötzen von sehr verschiedener Mächtigkeit, Centimeter bis mehrere Meter dick, abwechselnd mit Schichten von Sandstein und Schiefer, übereinander, doch enthalten in der Regel nur ein oder mehrere Flötze vorzüglichere Kohle.

Welche unberechenbare Massen von Pflanzen-Substanzen und welche unzählbare Reihe von Jahrhunderten dazu erforderlich gewesen sein müssen, um die vorhandenen Kohlenbassins zu füllen, kann aus dem Umstande ermessen werden, dass nach dem Massstabe der heutigen Vegetation eine Waldfläche in 100 Jahren nicht mehr als eine $2^1/_2$ cm hohe Steinkohlenmasse hervorbringen könnte.

Die Steinkohlen (Schwarzkohlen) wie die Braunkohlen weisen unter einander Verschiedenheiten auf, die sich nach dem Gehalte an erdigen Substanzen, ihrem Durchsetztsein von fremdartigen Gängen und Adern, von Schwefelkies etc. modificiren; auch ist der Gehalt an Kohlenwasserstoffen nicht in allen Steinkohlen gleich. In den verschiedenen Kohlenbecken, sowie in einem und demselben Flötze treten ungleichartige Kohlen auf. Der Verschiedenheit bezüglich der Reinheit, des Zusammenhanges und der Textur verdanken die Bezeichnungen: Kännel-, Grob-, Faser-, Schiefer-, Blätter-, Russkohle ihre Entstehung.

Die Steinkohlen besitzen im Allgemeinen eine mehr oder weniger dunkelschwarze Farbe, sind oft von muschligem Bruche und stark glänzend, stets mehr oder weniger zerklüftet, und ist an ihnen von der Pflanzenstructur meist nichts mehr zu erkennen. Ihr specifisches Gewicht variirt zwischen 1·2 bis 1·5.

Der Wassergehalt beträgt in frisch geförderten Kohlen bis 12%. Allein dieses Wasser entweicht meistens durch Austrocknen an der Luft bis auf ein unbedeutendes Quantum.

Die Steinkohlen enthalten im Allgemeinen mehr Kohlenstoff, 75—85%, und weniger Sauerstoff, als die Braunkohlen. Aus 128 Analysen verschiedener Steinkohlen der eigentlichen Steinkohlenformation hat Bischoff die Zusammensetzung von aschen- und wasserfreier Steinkohle zu: 82·3% Kohlenstoff, 5·5% Wasserstoff, 12·2% Sauerstoff berechnet. In den Steinkohlen kommt mitunter auch Stickstoff, 1—2%, und häufig Schwefel vor, letzterer theils als schwefelsaures Salz, theils in organischer Verbindung, grösstentheils aber als Schwefelkies.

Wo die Steinkohle durch ihre Verbrennung direct auf Körper einwirken soll, denen der Schwefel schädlich ist, kann schwefelhältige Kohle nicht gebraucht werden.

Die Aschenmenge der Steinkohlen, wie überhaupt aller Kohlengattungen ist sehr veränderlich, ja selbst in einem und demselben Flötz. In guten Schwarzkohlen beträgt der Aschengehalt nur einige Procente, und selbst oft weniger als 1%, hingegen finden sich auch Flötze mit 14, 20 und mehr Procent Asche.

Die Asche der fossilen Kohlen gleicht nicht der Asche des Holzes; quantitativ enthält diese eine grössere Menge mineralischer Stoffe als jene, welche aus dem Boden aufgenommen, dem Wachsthum der Pflanzen unentbehrlich sind; qualitativ unterscheidet sich die Asche der fossilen Kohle von jener des Holzes durch den Gehalt an Erden und Salzen, welche der Holzasche gänzlich mangeln, und ebenso durch das Nichtvorhandensein von Kali und Natron, während die Pflanzenasche eben durch den Gehalt dieser Alkalien einen technischen Wert erhält. Die grössere Menge und Beschaffenheit der Steinkohlenasche erklärt sich dadurch, dass sie durch Gewässer in die Kohle gelangt ist und darin sich abgelagert hat.

Alle Kohlen, die mehr als 10% Asche enthalten, sind schon als Kohlenschiefer zu betrachten.

Der Brennwert der Kohlen wird durch zu viele Asche sehr beeinträchtigt, schon deshalb, weil die Asche mancher Kohle leicht schmelzbar ist, wodurch die Röste verlegt und sogar verstopft werden. Der Wert der Kohle nimmt genau in dem Verhältnisse ab, als der Aschengehalt sich erhöht, daher die Kenntnis der Aschenmenge zur Beurtheilung des Brennwertes von Wichtigkeit ist.

Die verschiedenen Bezeichnungen, welche man den Steinkohlen je nach dem besonderen Zwecke ihrer Verwendung zu geben pflegt, charakterisiren nicht die massgebenden Eigenschaften derselben, z. B. Dampfkessel-, Haushaltungskohle etc. Nur eine Eigenschaft ist von hoher Bedeutung für die Unterscheidung der Kohle in zwei Classen: „backende und nicht backende“.

Die backenden Kohlen erweichen beim Erhitzen durch und durch und hinterlassen eine blasige Kohle, die Coks, was von ihrem Bitumengehalt herrührt.

Selbst das feinste Pulver solcher Backkohlen schweisst beim Erhitzen zusammen und bildet cohärente Stücke. Die Stücke nicht backender Kohlen hingegen bleiben beim Erhitzen getrennt. Die gutbackenden Kohlen enthalten zumeist eine grössere Menge Wasserstoff, als die nicht backenden.

Die frisch geförderten Kohlen werden anfangs durch Abliegen, wobei sie ihr hygroskopisches Wasser verlieren, etwas besser, es ist aber Thatsache, dass sie durch längeres Liegen an der Luft an Brennbarkeit und Heizkraft etwas einbüssen; der Grund davon ist, dass sie fertige flüchtige Verbindungen enthalten, durch deren Verlust sie sich verschlechtern.

Wegen ihrer grossen Dichte erfordern die Steinkohlen zu ihrer vollständigen Verbrennung einen starken Luftzug.

Je mehr backend im Allgemeinen die Kohle, je höher ihr Wasserstoffgehalt ist, eine desto stärkere und leuchtendere Flamme erzeugt sie, indem sich daraus umsomehr brennliche Gase entwickeln.

Sind die entweichenden Gase verbrannt, so bleibt eine lebhaft und andauernd glühende Kohle zurück, welche ein ausserordentlich starkes Wärmestrahlungsvermögen besitzt. Und darauf beruht insbesonders der hohe Heizwert der Steinkohlen.

In runden Zahlen ist der Heizwert Eines Gewichtstheiles Steinkohle gleich

2	bis	$2^1/_2$	Gewichtstheilen	Holz oder Torf,
$1^1/_2$	„	2	„	guter Lignite,
3	„	4	„	Braunkohlen minderer Sorte.

Die Steinkohle aus dem älteren Uebergangsgebirge, der Anthracit, findet sich meistens auf Gängen und Klüften im Thonschiefer und in der Grauwacke; er hat einen muscheligen scharfen Bruch, eisenschwarze Farbe, oft einen unvollkommenen Metallglanz, oft aber auch Wachs- oder Fettglanz. Häufig kann er nur als natürliche Coks angesehen werden, nämlich dort, wo glühende vulkanische Massen Braun- oder Steinkohlenlager durchbrochen und auf diese verkohlend, d. i. den Kohlenstoff concentrirend. eingewirkt haben.

Der Anthracit verbrennt ohne Flamme und erzeugt keinen Russ, er lässt sich wegen seiner grossen Dichtigkeit und derben Beschaffenheit sehr schwer vollständig verbrennen, und bedarf hiezu hinreichender Luftzuströmung mittelst Gebläse.

Aus den nachfolgenden Beispielen kann das zwischen gewissen Grenzen wechselnde Verhältnis der einzelnen Bestandtheile in Steinkohlen und Anthraciten entnommen werden:

Steinkohle	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Schwefel	Asche	Analytiker
Ostrau	80·10	5·16	8·13	0·11	0·5	6·0	—
Fünfkirchen	86·89	4·37	8·74	·	3·21	10·69	Schrötter
Steierdorf (Banat)	85·29	5·06	9·65	·	0·57	1·60	„
Stangalpe in Steiermark, Anthracit	94·31	2·08	2·81	·	·	2·32	„
Brandau in Böhmen, Anthracit	94·09	1·85	2·85	·	·	1·90	—

Wie aus dem Vorausgeschickten zu entnehmen, wird von der Holzfaser bis zum Anthracit aufsteigend die Kohlenstoffmenge immer grösser, dagegen vermindert sich der Gehalt an Sauerstoff, während der des Wasserstoffes beinahe constant bleibt.

Die Kette der Umwandlungen, deren markanteste Glieder Torf, Braun-Steinkohlen, Anthracit sind, veranschaulicht sich im Allgemeinen, wenn man die elementare Zusammensetzung dieser Naturproducte untereinander und mit jener der intacten Holzfaser vergleicht.

Die folgende Zusammenstellung von Analysen gibt ein Bild der Stufenleiter der Metamorphosen, welche die Holzfaser durchmacht, um endlich in den Zustand des Anthracites zu gelangen. Die Aschenmenge der einzelnen Brennstoffe ist dabei in Abrechnung gebracht.

Bezeichnung der Stoffe	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
Holzfaser	52·65	5·25	42·10
Torf	60·44	5·96	33·60
Lignit	66·96	5·27	27·76
Erdige Braunkohle (Böhmische im Mittel)	74·20	5·89	19·90
Steinkohle (Ostrauer im Mittel)	85·10	5·32	9·59
Anthracit	92·85	3·96	3·19

Einerseits um den Kohlenstoff in der Steinkohle durch Entfernung des Sauerstoffes zu verdichten, und sie dadurch zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen geeignet zu machen, anderseits um den besonders für metallurgische Processe schädlichen Einfluss von Schwefeleisen zu zerstören, werden die Steinkohlen bei Abschluss der Luft erhitzt oder der trockenen Destillation, einem der Holzverkohlung gleichem Verfahren, der Vercokung, unterzogen. Je nach dem Hitzegrade und der Art der Erhitzung gehen Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff unter sich mannigfaltige Verbindungen ein, die sich als Gase und Flüssigkeiten ausscheiden, und bleiben im Rückstande

die Coks, die wie die Holzkohle ausser der Asche grösstentheils nur Kohlenstoff enthalten.

Die Vercokung zum Zwecke des grössern Heizeffectes geschieht in Oefen und Meilern; die dadurch gewonnenen Coks sind viel dichter und kohlenstoffreicher, als jene, welche wie bei der Gaserzeugung in geschlossenen Retorten zurückbleiben. Die Gascoks sind voluminös, locker und haben daher einen beträchtlich geringeren Brennwert.

Zum Vercoken werden nur Backkohlen genommen, da nicht backende Kohlen zu wenig compacte und feste Coks geben. Zu stark backende Kohlen, welche sich vornehmlich zur Gaserzeugung eignen, geben blasige zu wenig dichte Coks.

Der Brennwert der Coks proportionirt sich jenem der Steinkohlen, aus welchen selbe gewonnen werden.

In den Coks ist der Gehalt an Wasser- und Sauerstoff bedeutend geringer, als in der Steinkohle, dagegen vermehrt sich relativ der Kohlenstoff zur Verdichtung durchschnittlich 11% gegenüber der Steinkohle, aus welchen die Coks erzeugt wurde. Die Aschenmenge ist gleich der in der Kohle vorhanden gewesenen, variirt nach den verschiedenen Steinkohlenarten und macht einen wesentlichen Unterschied in der relativen Menge der übrigen Bestandtheile.

Einige Analysen von Coks mögen hier zur Veranschaulichung ihrer Zusammensetzung dienen:

Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauer- u. Stickstoff	Asche	hyroskopisches Wasser
93·0	0·26	1·6	5·1	0·04
83·0	1.90	2·9	8·2	0·40
82·9	0·90	3·0	9·3	3·90
91·3	0·30	2·1	6·2	0·01

Fast alle Coks weisen eine ähnliche Zusammensetzung auf; im Durchschnitt enthalten sie, Asche und Wasser abgerechnet, 97% brennbare Substanz.

Durch die Vercokung verlieren die Steinkohlen 18—54%, und die Ausbeute aus inländischen Kohlen bewegt sich zwischen 46—82% Coks, im Mittel 64%.

Die Coks verbrennen ohne Russ und mit kleiner Flamme.

Die Holzkohle besitzt bei gleichem Gewichte, weil sie weniger Asche enthält, grösseren Brennwert als Coks, dagegen geben Coks, da sie specifisch schwerer sind als Holzkohle (0·51 : 0·46) eine stärkere Heizkraft, die sich im Mittel zu der Holzkohle wie 75 : 69 verhält.

Die Calorien für Coks mit 5% Aschengehalt wurden auf 7430, 7500—7800 angegeben.

Vom Brennwerte der fossilen Kohlen.

Die in den Kohlen prävalirenden Elementarstoffe: Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff bedingen nach ihrer Menge und ihren gegenseitigen chemischen Verbindungen das eigentliche Wesen der Brennsubstanz. Als brennbarer Körper nimmt der Kohlenstoff in quantitativer Beziehung, 50—95%, die erste Stelle ein; ihm folgt der Wasserstoff mit durchschnittlich 5%. Der Sauerstoff von 3—42% variirend, und der mitunter in geringer Menge, circa 1%, vorhandene Stickstoff sind nicht brennbar. Während sich der Stickstoff beim Brennen indifferent verhält, nimmt der Sauerstoff daran activen Antheil, denn er verbindet sich mit soviel des in der Kohle enthaltenen Wasserstoffes, als der achte Theil seines eigenen Gewichtes beträgt, um mit demselben Wasser zu bilden, jedoch ohne dass dabei eine Erhöhung der Temperatur der brennenden Kohle stattfindet.

Es bleiben daher als Brennstoffe,

1. der ganze Gehalt des Kohlenstoffes und
2. der Rest des Wasserstoffes nach Abzug von $^1/_8$ des Gewichtes des Sauerstoffes.

Diese beiden Bestandtheile sind es, die sich mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft unter Entwicklung von Licht und Wärme verbinden — verbrennen. Der Kohlenstoff bildet dabei mit dem Sauerstoffe der Luft ein nicht athembares Gas, die Kohlensäure, und der Wasserstoff ebenfalls mit dem Sauerstoffe der Luft Wasser, das in Dampfform mit den übrigen Gasen entweicht.

Es ist demnach klar, dass ein fossiler Brennstoff einen um so höheren Brennwert haben muss, je höher sein Gehalt an Kohlenstoff und Wasserstoff, und je weniger der des Sauerstoffes ist.

Gleiche Gewichtsmengen an Kohlenstoff und Wasserstoff erzeugen aber bei der Verbrennung nicht gleiche Wärmemenge. Man hat durch Versuche gefunden, dass durch die Wärmemenge, die sich beim Verbrennen von 1 kg Kohlenstoff entwickelt, die Temperatur von 7800 kg Wasser um einen Grad erhöht, dagegen durch das Verbrennen von 1 kg Wasserstoff die gleiche Temperaturerhöhung von 23400 kg Wasser erreicht wird. Ein Gewichtstheil Wasserstoff liefert daher dreimal soviel Wärme-Calorien, als dasselbe Gewicht Kohlenstoff.*)

Darnach lässt sich auch durch Rechnung ermitteln, wie viel Wärmeeinheiten ein Kilogramm irgend eines Brennstoffes liefert, wenn durch die chemische Untersuchung das Gewicht der einzelnen Bestand-

*) Nach neueren Experimenten werden für Kohlenstoff 8000 und für Wasserstoff annähernd 34500 Calorien angenommen.

theile festgestellt ist; z. B. die Ostrauer Steinkohle besteht in 100 Gewichtstheilen aus

80·10	Theilen	Kohlenstoff,
5·16	„	Wasserstoff,
0·11	„	Stickstoff,
8·13	„	Sauerstoff,
0·50	„	Schwefel,
6·00	„	Asche.

Da der achte Theil des Sauerstoffes: $\frac{8{\cdot}13}{8} = 1{\cdot}016$ das Gewicht des Wasserstoffes gibt, der beim Verbrennen der Steinkohle, ohne zur Erhöhung der Temperatur beizutragen, sich mit der äquivalenten Menge des Sauerstoffes zu Wasser verbindet, so bleiben $5{\cdot}16 - 1{\cdot}016 = 4{\cdot}144$ als wirksame Theile des Wasserstoffs. Dieser Wasserstoff liefert beim Verbrennen so viel Wärme, als das dreifache seines Gewichtes Kohlenstoff. Es sind daher $3 \times 4{\cdot}144 = 12{\cdot}432$ Theile Kohlenstoff bezüglich des Wärmeeffectes gleichwertig 4·144 Theilen Wasserstoff und es kann im vorliegenden Falle angenommen werden, dass $80{\cdot}10 + 12{\cdot}432 = 92{\cdot}532$ Theile Kohlenstoff für die Wärmeerzeugung in Action treten. Ein Kilogramm dieser Steinkohle gäbe sonach beim Verbrennen einen Wärmeeffect, als wenn in derselben $\frac{92{\cdot}532}{100}$ Kilogramm reiner Kohlenstoff enthalten wären. Da nun ein Kilogramm Kohlenstoff 7800 Wärmeeinheiten (Calorien) liefert, so hätte das Kilogramm Steinkohle $7800 \times \frac{92{\cdot}532}{100} = 7217{\cdot}496$ Wärmeeinheiten, d. h. man würde mit demselben die Temperatur von 7217·496 kg Wasser um einen Grad erhöhen können.

Auch der Brennwert der Coks kann gleich dem der Steinkohlen aus der Menge des Sauer-, Wasser- und Kohlenstoffes bestimmt werden, wenn die betreffenden Elementaranalysen vorliegen.

Sowohl beim Kalk- als Cementkalkbrennen in Ring-, Schacht-, Calcinir- und Flammöfen eignen sich langflammige Brennstoffe am besten. Durch Versuche wurde festgestellt, dass sauerstoffreichere Steinkohlen (mit circa 13% Sauerstoff) eine lange, sauerstoffärmere eine kurze Flamme geben. Unter den Braunkohlen entwickeln jene Lignite, welche 20—30% Sauerstoff enthalten, die längste Flamme.

Während meiner Praxis war ich oftmals angewiesen, Kalk oder Cement in den vorhandenen Flammöfen, welche noch in jener guten alten Zeit für Holzfeuerung erbaut wurden, wo das Holz fast gar keinen Wert hatte, zu brennen und fand, dass sich für diesen Brennapparat Lignitkohle am besten eigne.

Man kann, wenn man die Sache vom richtigen Standpunkte aus betrachtet, das Brennen in Flammöfen als Halbgasfeuerung bezeichnen,

und diese Feuerungsmethode als den Uebergang zur Gasfeuerung annehmen.

Es ist sehr zu bedauern, dass die Gasfeuerung in diesem Industriezweige in Oesterreich-Ungarn sich nur auf einige Versuche beschränkt hat und wäre es sehr zu empfehlen, diesem Feuerungssysteme mehr Beachtung zuzuwenden, und dasselbe unter Zuziehung erfahrener Fachmänner auch in diesem Industriezweige einzuführen.

Es ist eine anerkannte Thatsache, dass ein in einem Gasofen erbrannter Weisskalk nicht nur reiner, sondern auch notorisch transportfähiger ist, wodurch sich sein Handelswert erhöht. Stegmann führt in einem sehr lehrreichen, für alle Industriellen, welche Feuerungsanlagen besitzen, empfehlenswerten Werke*) die sehr richtige Thatsache an, dass das Gas auf seinem Wege bis zur Verbrennung den grössten Theil seiner dampfförmigen Bestandtheile, also Wasser, Ammoniak, Theer etc. condensirt, dieselben also nicht in den gebrannten Kalk mit übergehen, wie beim directen Feuer. Der Gaskalk, der, wie eben erwähnt, nicht nur sehr rein ist, sondern sich auch bedeutend länger conservirt, wird von allen, die ihn kennen, entschieden bevorzugt.

Die auf wissenschaftlichen Wegen gefundenen Wärmeeinheiten, der theoretische Heizeffect, werden in der Praxis nicht erreicht, weil nicht zu beseitigende Umstände den Wärmeeffect vermindern. Um den theoretischen Effect zu erzielen, müsste jedes Theilchen Kohle verbrennen; das Mauerwerk, auf welchem der Dampfkessel ruht, müsste alle aufgenommene Wärme an das Wasser abgeben; durch den Rost dürfte nur kalte Asche fallen; die Roststäbe, die Feuerthür und der Dampfkessel dürften keine Wärme ausstrahlen, die für die Erhöhung der Temperatur des Wassers verloren geht. Dergleichen Wärmeverluste finden auch bei den bestehenden Brennapparaten für Kalk- und Cementfabrikation statt.

Durch praktische Versuche hat man übereinstimmend gefunden, dass bei einer möglichst vortheilhaften Feuerungsanlage und bei sorgfältiger Wartung des Feuers nur $^2/_3$ (66·6%) des theoretischen Heizeffectes in der grossen Praxis erreichbar sind.

Werden demnach die im vorangeführten Beispiele ermittelten 7217·496 Wärmeeinheiten der Ostrauer Steinkohle mit 66·6 = $^2/_3$ multiplicirt, so stellen sich als nutzbarer Brennwert 4811·66 Wärmeeinheiten heraus, d. h. dass mit 1 kg dieser Ostrauer Steinkohlensorte nur 4811·66 kg Wasser um einen Grad erhöht werden könnten.

Da nun der nutzbare Brennwert dieser Steinkohle bekannt ist, so kann auch ermittelt werden, wieviel Kilogramm Wasserdampf sich

*) „Die Bedeutung der Gasfeuerung und Gasöfen" von H. Stegmann, Berlin. Verlag von Jul. Springer.

durch Verbrennen von 1 kg dieser Steinkohle von 0° C bei 760 mm Barometerhöhe erzeugen lässt.

Wenn man nämlich den Dampf, der sich bei dem angeführten Luftdrucke aus einem Kilogramm siedenden Wassers bildet, in kaltes Wasser von 0° C leitet, so erfolgt eine Erhöhung der Temperatur des letzteren, die so gross ist, dass 5·4 kg Wasser vom Gefrier- bis zum Siedepunkte erwärmt werden. Die 5·4 kg Wasser haben also 540 Wärmeeinheiten (5·4 × 100° C = 540) aufgenommen. Durch den condensirten Wasserdampf sind jedoch aus 5·4 kg 6·4 kg Wasser geworden, und diese enthalten bei 100° C. zusammen 640 Wärmeeinheiten. Dividirt man die Wärmeeinheiten, die mit dem Ausdrucke „nutzbarer Brennwert" oben bezeichnet wurden, mit 640, so erhält man die Anzahl der kg Wasserdampfes, die sich durch Verbrennen eines Kilogrammes der Ostrauer Steinkohle aus dem Wasser erzeugen lassen; also $\frac{4811{\cdot}66}{640}$ = 7·518 Kilogramm Wasserdampf.

Es sei noch bemerkt, dass diese Brennwerte, sowie die vorstehenden Ermittlungen der Heizeffecte nach einer Brochure von F. Grundmann*) hier aufgenommen wurden, und zwar hat Grundmann für Kohlenstoff 7800 und für Wasserstoff 23400 Wärmeeinheiten angenommen, welche niedriger sind, als sie in der Wissenschaft wirklich gefunden wurden. So z. B. würde nach Dr. Richter's Formel

$$W = \frac{34500\ (H - {}^1/_8\ O) + 8000\ C}{100}$$

obige Steinkohlensorte nicht 7217·496, sondern 7837·6 Wärmeeinheiten geben.

Da jedoch aus den Untersuchungen verschiedener Steinkohlensorten sich geringere Resultate ergeben haben, so hat Grundmann auch diese geringeren Grundwerte deshalb angenommen, damit auch bei nicht ganz tadellosen Feuerungsanlagen der angeführte Heizeffect erreichbar bleibe.

Um den Brennwert einer bestimmten Kohlensorte mit dem einer bestimmten Holzgattung in Vergleich zu bringen, dividirt man die Anzahl Calorien dieser Kohle durch die des Holzes; der Quotient gibt die Gewichtstheile Holz an, welche ebensoviele Wärmeeinheiten erzeugen, als ein Gewichtstheil Kohle, d. i. die Gewichtstheile Holz, welche einem Gewichtstheile Kohle äquivalent sind. Wird das Gewicht eines Raummeters durch dieses Aequivalent dividirt, so erhält man das Gewicht an Kohlen, die ebensoviel Calorien besitzt, als das Raummeter Holz.

So findet man z. B. das Aequivalent von 1 Raummeter, 361·07 kg weichen Holzes mit 2845 Calorien gegenüber der Steinkohle von

*) „Sind die englischen Steinkohlen besser als die schlesischen?" von Fr. Grundmann. Selbstverlag. Beuthen O/S.

Albona im Küstenlande mit 4757 Calorien 4757 : 2845 = 1·67 also 1·67 kg oder Quintal Holz äquivalent Einem kg oder Quintal Kohle; 361·07 : 1·67 = 216 kg, also ersetzen 216 kg Kohle Einen Raummeter weichen Holzes bezüglich der Wärmemenge.

Bei Verwendung eines Brennstoffes kommt nicht blos das „Quantum von Wärme", der „absolute Wärmeeffect" in Betracht, sondern auch die „Intensität der Hitze", der Temperaturgrad, welcher damit hervorgebracht werden kann, d. i. der pyrometrische Wärmeeffect. Diese beiden Effecte sind nicht gleichbedeutend. Man mag z. B. noch so viel Holz verbrennen, so wird man dennoch nicht den Hitzegrad 1600—1700° C erreichen, welcher erforderlich ist, um Gusseisen zu schmelzen. Dagegen gelingt dies mit der Holzkohle, weil die Kohle eine höhere Verbrennungstemperatur erzeugt oder einen höheren pyrometrischen Wärmeeffect besitzt als das Holz. Die hohen Verbrennungstemperaturen lassen sich nicht in der Weise messen, wie die geringeren Wärmemengen mit dem Thermometer; jedoch kann der pyrometrische Wärmeeffect mit einiger Sicherheit aus der Zusammensetzung und aus dem absoluten Wärmeeffecte der Brennstoffe ermittelt werden. Durch Experimente hat man gefunden, dass, obwohl der absolute Wärmeeffect des Wasserstoffes weit grösser ist als der des Kohlenstoffes, doch der pyrometrische des letzteren den des ersteren beträchtlich überwiegt, dass also durch brennenden Kohlenstoff eine höhere Temperatur hervorgebracht werden kann, wie durch brennendes Wasserstoffgas. Es folgt daraus, dass je mehr und je concentrirter der Kohlenstoff im Brennstoff enthalten ist, ein desto grösserer pyrometrischer Wärmeeffect zu erwarten ist. So lassen sich hohe Temperaturen für metallurgische Processe nur durch Verbrennen von Holz- und Steinkohle, Coks und unter Zuführung mehr oder minder starker Luftströme hervorbringen.

Nach Harmann ist der pyrometrische Heizeffect von

lufttrockenem Holz	1969° C
„ Torfe	2146° „
faseriger Braunkohle	2191° „
erdiger „	2357° „
muschliger „	2450° „
Sinterkohle	2595° „
Backkohle	2664° „
Sandkohle	2688° „
Anthracit	2734° „
Coks	2774° „
Holzkohle	2104° „

Wie aus den ausschlaggebenden Bestandtheilen der fossilen Kohlen zu ersehen, nimmt ihr Brennwert mit dem Alter der Forma-

tion zu, in welcher sie vorkommen. Bergrath C. Ritter von Hauer hat danach die fossilen Kohlen zunächst in drei Kategorien unterschieden: Steinkohlen, Braunkohlen und Lignite und innerhalb dieser Kategorien noch drei Qualitätsclassen, nach dem Grade ihrer Aequivalenz gegenüber dem lufttrockenen Fichtenholze bestimmt. Der Berechnung der Aequivalenz liegt die Annahme zugrunde, dass ein Gewichtstheil lufttrockenes Fichtenholz 2864 Gewichtstheile Wasser um 1° C erhitzt, also 2864 Calorien gibt, und dass eine Klafter (2·84 Raummeter) 30zölliges Fichtenholz 18·33 Wiener Centner (18·33 × 56 =) 1026·48 kg wiegt. (Ein Raummeter Holz hat sonach 1026·48 : 2·84 = 361 kg). Einer Klafter dieses Holzes kommen demnach 2864 × 18·33 = 52497 Calorien zu und diese Zahl Calorien dividirt durch die Calorien der untersuchten Kohle ergaben das Aequivalent in Wiener Centnern für eine Klafter weichen Holzes. Da eine Klafter 30zölliges Brennholz 2·84 Raummeter misst und ein Wiener Zentner gleich 56 kg ist, so können die von R. v. Hauer angegebenen Aequivalente in Metercentner für Ein Raummeter (dem heutigen Holzmasse) durch einfache Multiplication mit $\frac{0{\cdot}56}{2{\cdot}84}$ nahe $^1/_5 = 0{\cdot}2$ verwandelt werden. Z. B. das Aequivalent der Steinkohle I. Classe für ein Klafter weiches Holz ist 7·2 Wiener Centner; also 7·2 × 0·2 = 1·44 Quintal dieser Kohle ersetzen einen Raummeter weiches Holz.

Da ferner das Verhältnis des Brennwertes vom harten zum weichen Holz nahe 4 : 3 ist, so kann auch das Aequivalent für ein Raummeter hartes Holz in Metercentnern gefunden werden, wenn das Aequivalent für die Klafter in Wiener Centnern mit 0·267 multiplicirt wird, — sonach ersetzen 7·2 × 0·267 = 1·92 Quintal obiger Kohle 1 Raummeter hartes lufttrockenes Holz.

Die von Herrn C. Ritter von Hauer über die fossilen Kohlen in Oesterreich-Ungarn angestellten Untersuchungen und ausgedehnten eingehenden Studien bieten so viel des Lehrreichen und Wertvollen, dass es wohl keiner Rechtfertigung bedarf, wenn einer Auslese davon hier ein Platz eingeräumt wird.

I. Kategorie: „Steinkohlen".

Zu dieser Gruppe werden gezählt: Die Anthracite, die eigentlichen Steinkohlen, die Vorkommen im Rothliegenden, in der Trias- und Liasformation, und werden nach ihrem Brennwert in drei Classen eingetheilt:

I.	Classe	mit	einem	Aequivalent	von	7·2	bis	8·7
II.	„	„	„	„	„	8·8	„	10·0
III.	„	„	„	„	„	10·1	„	10·7

Kohlen dieser Kategorie, deren Aequivalent noch höher liegt, haben zumeist schon einen sehr hohen Aschengehalt, und sind schon mehr als „Schieferkohlen“ zu betrachten.

II. Kategorie: „Braunkohlen“.

Hieher gehören:

Das Vorkommen in der Kreide- (Gosau), in der Eocen- und älteren Miocen-Formation.

I.	Classe	mit	einem	Aequivalent	von	8·2	bis	9·7
II.	„	„	„	„	„	10·2	„	12·2
III.	„	„	„	„	„	12·3	„	14·2

Jene Braunkohlen, deren Aequivalent noch höher liegt, sind ebenfalls schon sehr aschenreich, also „Schieferkohlen“. Diese Gruppe bildet ein deutliches — wenn auch kein scharf charakterisirbares — Mittelglied zwischen der I. Kategorie und den Braunkohlen.

III. Kategorie: „Lignite“.

Alle jüngeren Braunkohlen und Lignite werden als hieher gehörig gerechnet.

Diese Kohlen sind in ihrem Brennwerte ungemein variabel, je nachdem sie in mehr oder weniger trockenem Zustande sich befinden. Frisch aus der Grube gefördert, meistens stark mit Feuchtigkeit durchdrungen, verlieren sie einen beträchtlichen Theil derselben beim Abliegen, was die Untersuchungsresultate ziemlich schwankend erscheinen lässt. Sie werden ebenfalls in drei Qualitätsclassen eingetheilt:

I.	Classe	mit	einem	Aequivalent	von	11·2	bis	13·9
II.	„	„	„	„	„	14·0	„	15·9
III.	„	„	„	„	„	16·2	„	21·0

Diese Kohlen von dunklerer Farbe und weniger deutlicher Holzstructur fallen in die ersteren, die eigentlichen Lignite mit deutlich ausgeprägter Holzform und Textur in die letzte Classe.

Zum Schlusse dieses Abschnittes folgen die Tabellen über die in Oesterreich-Ungarn vorkommenden fossilen Kohlen, deren Aufstellung ebenfalls dem rastlosen Eifer des Herrn Carl R. v. Hauer zu verdanken ist.

In diesen Tabellen bedeutet F = Fabrikskohle, S = Schmiedkohle, G = Gaskohle, H = Hauskohle.

Die darin enthaltenen Angaben können zu Vergleichen der verschiedenen Kohlensorten rücksichtlich ihres absoluten Heizeffectes und ihrer Bestandtheile untereinander und mit verschiedenen Holzgattungen bestens benützt werden. Z. B. die Duxer Kohle mit

4576 Calorien steht der Mährisch-Ostrauer Kohle mit 6027 Calorien im Brennwerte nach, und zwar deshalb, weil erstere weniger brennbare Substanzen und bedeutend mehr Wasser enthält (79·4 brennbare Substanzen, 17·7 Wasser), als die letztere (91·3 brennbare Substanzen, 1·5 Wasser). 6027 : 4576 = 1·32 Quintal Duxer Kohle ersetzen ein Quintal Ostrauer. Wäre daher in einem Orte der Preis der Ostrauer Kohle per Quintal fl. 1·00, so würde die Duxer Kohle dort gegenüber der Ostrauer höchstens (1·70 : 1·32 = rund) fl. 0·76 per Quintal wert sein, vorausgesetzt die Brauchbarkeit zu gleichen Zwecken.

Das Gewicht des lufttrockenen Fichtenholzes per Raummeter mit 361 kg und dessen Calorien mit 2864 angenommen, wären bezüglich der Ostrauer Kohle 6027 : 2864 = 2·92, bezüglich der Duxer Kohle 4576 : 2864 = 1·60 Gewichtstheile Holz erforderlich um je einem Gewichtstheile der zwei Kohlengattungen zu äquivaliren, und das Aequivalent der ersteren Kohle für 1 Raummeter Holz würde sich auf 361 : 292 = 1·24 Quintal, der anderen Kohle auf 361 : 160 = 2·26 q stellen. Das Fichtenholz wäre nun der Ostrauer Kohle in dem Falle vorzuziehen, wenn der Raummeter mit 1·24 : 1 = fl. 1·24 zu beschaffen wäre, die Duxer Kohle müsste aber 1·24 : 2·26 = fl. 0·55 per Quintal kosten, um auf das Fichtenholz verzichten zu können.

Kohlengewerkschaft	Qualität	Formation	Calorien	Brennbare Substanz	Unbrennbare Substanz (Asche)	Wasser %	Coks %	Resultat
Ober- und Nieder-Oesterreich.								
Gloggnitz	Braunk. III	ält. Miocen	4074	71.1	10,1	18,9	·	F.
Gresten	Steink. II	Lias I	6898	93,4	5,9	0,7	66	G. S.
Hermannsdorf	Braunk. III	ält. Miocen	3774	72,1	7,7	20,2	·	F.
Hinterholz	Steink. I	Lias	6098	88,0	10,7	1,3	64	G. S.
Hollenstein	„ II	Trias	5379	81,8	15,7	2,5	70	G. S.
Kirchberg	„ II	„	5910	86,2	12,8	1,0	·	H.
Kl. Zell	„ II	„	5303	86,7	12,6	7,0	·	H.
Krummnussbaum	Braunk. III	ält. Miocen	4124	82,3	3,8	13,9	·	F.
Kulmer	„ II	„	4316	79,1	10,0	10,9	·	H.
Lanzing	„ II	Kreide	5102	87,3	7,1	5,9	·	H.
Lilienfeld	Steink. I	Trias	6233	89,3	10,4	1,3	65	G. S.
Lunz	„ II	„	5831	88,1	8,1	3.8	·	H.
Maiersdorf	Braunk. I	Kreide	5960	92,2	2,4	5,4	·	H.
Mauthern	„ II	ält. Miocen	4536	82,0	11,6	6,4	·	H.
Mauthhausen	„ III	„	4248	75,6	9,6	15,1	·	H.
Am Pichl	Steink. II	Trias	5559	81,8	16,3	1,8	64	G. S.
Raitzenberg	Braunk. I	Kreide	5672	92,2	2,4	5,4	·	H.
Gr. Raming	Steink. III	Trias	5071	77,6	20,7	1,1	60	G. S.
Rakonitz	„ III	Steinkohl.	4839	82,8	8,9	8,3	56	G. S.

Kohlen-gewerkschaft	Qualität	Formation	Calorien	Brennbare Substanz	Unbrennbare Substanz (Asche)	Wasser %	Coks %	Resultat
Rapitz	Steink. II	Steinkohl.	5720	89,0	9,1	2,0	.	H.
Schauerleithen	Braunk. III	ält. Miocen	4211	82,3	4,7	13,0	.	H.
Schrambach	Steink. I	Trias	6655	73,9	25,4	0,7	77	G. S.
Solenau	Lignit III	jüng. Miocen	2406	50,7	13,5	35,8	.	F.
Starzing	Braunk. III	Eocen	3435	74,4	14,1	11,2	.	F.
Thallern	Lignit II	jüng. Miocen	3640	68,9	13,5	17,6	.	F.
Tradigist	Steink. III	Trias	5175	78,8	20,2	1,0	64	G. S.
Traunthal	Lignit II	jüng. Miocen	3288	72,0	8,1	19,9	.	F.
Viehdorf	„ II	ält. „	3537	69,8	18,8	11,4	.	F.
Ybbsitz	Steink. I	Lias	6441	92,4	5,8	1,8	72	G. S.
Böhmen.								
Brandau	Anthracit I	Anthracit	6622	90,3	9,7	.	.	.
Brandeisl	Steink. II	Steinkohl.	5517	89,9	5,3	4,8	.	H.
Bras	„ III	„	5081	76,6	9,0	14,4	.	H.
Brunnersdorf	Lignit II	ält. Miocen	3333	67,4	12,0	20,6	.	F.
Brüx	Braunk. III	„	4147	67,7	6,1	17,2	.	H.
Budweis	Lignit I	jüng. Miocen	3932	67,5	16,0	16,5	.	F.
Buštiehrad	Steink. II	Steinkohl.	5668	87,0	9,0	4,0	65	G.S.H.
Chomle	„ III	„	5051	—	3,2	—	.	H.
Davidthal	Braunk. II	Miocen	4819	—	5,5	—		H.
Daubrovitz	„ III	ält. Miocen	4262	—	3,2	—	.	H.
Dutschitz	Steink. III	Steinkohl.	5859	75,5	10,8	13,7	.	H.
Dux-Oberleutendorf	Braunk. II	ält. Miocen	4576	79,4	2,9	17,7	.	H.
Eichwald	„ III	ält. Miocen	3763	71,3	9,9	18,8		F.
Grünlas	„ III	„	4094	86,4	12,1	1,5	.	H.
Hammer	„ II	„	4825	83,8	1,2	15,0	.	H.
Herbitz	„ III	„	4158	84,4	3,2	12,4	.	H.
Hottowitz	„ II	ält. Eocen	4475	—	2,3	—	.	H.
Hredl	Steink. III	Steinkohl.	5175	87,6	7,0	5,4	.	H.
Jalovcin	„ III	„	4791	—	7,5	—	.	H.
Johnsdorf	Braunk. II	ält. Miocen	5315	—	2,9	—	.	H.
Karbitz	„ III	„	4045	73,6	5,0	21,4	.	H.
Kladno	Steink. II	Steinkohl.	5694	88,5	9,4	2,1	.	H.
Königsberg	Lignit I	jüng. Miocen	3796	—	7,8	—	.	F.
Kounowa	Steink. II	Steinkohl.	5458	78,8	10,3	10,8	.	H.
Kvanczowa	„ III	„	4701	73,9	11,6	14,5	.	H.
Lana	„ III	„	4829	85,3	10,6	4,1	.	H.
Lisek b. Zdecina	„ II	„	5366	81,3	17,1	1,6	.	H.
Littic	„ II	„	5706	88,2	10,1	1,8	66	G. S.
Mantau	„ II	„	5576	83,1	13,0	3,9	65	G. S.
Märtensdorf	Lignit II	ält. Miocen	3469	—	10,2	—	.	F.
Meretitz	Braunk. II	„	4452	—	3,6	—	.	H.
Milsau	„ II	„	4655	—	2,5	—	.	H.
Mies	Steink. II	Steinkohl.	5475	83,3	5,6	11,0	53	G. S.
Neukirchen	Lignit I	jüng. Miocen	4090	—	3,3	—	.	H.
Nierschau	Steink. II	Steinkohl.	5780	90,0	5,6	4,4	.	H.
Ottovitz	Braunk. III	ält. Miocen	3800	77,3	5,2	22,5	.	F.
Podlezin	Steink. III	Steinkohl.	4615	74,5	15,1	10,4	.	H.
Polehrad	Braunk III	ält. Miocen	4147	75,5	8,5	16,0	.	H.
Postlberg	„ III	„	3975	75,6	4,1	20,3	.	H.
Qualich	Steink. II	Steinkohl.	5642	88,0	7,6	44,4	60	G. S.

Kohlen-gewerkschaft	Qualität	Formation	Calorien	Brennbare Substanz	Unbrennbare Substanz (Asche)	Wasser %	Coks %	Resultat
Radnitz	Steink. III	Steinkohl.	5157	79,3	6,5	14,2	·	H.
Raudnitz	Braunk. III	ält. Miocen	3842	75,2	3,2	21,6	·	F.
Ruda	Steink. III	Steinkohl.	5141	87,6	6,7	5,7	·	H.
Schatzlar	„ II	„	5926	87,4	10,5	2,1	65	G, S.
Schatzlar F. G.	„ II	„	5886	87,6	9,0	3,4	62	G. S.
Schönfeld	Braunk. II	ält. Miocen	4475	76,2	5,5	18,3	·	H.
Skopy	Steink. III	Steinkohl.	4904	—	7,0	—	·	H.
Ob. Stupno	„ II	„	5293	85,5	3,8	10,7	·	H.
Teplitz	Braunk. II	ält. Miocen	4407	—	2,5	—	·	H.
Trautenau	Steink. II	Steinkohl.	5926	87,4	10,5	2,1	·	H.
Trepotz	„ III	„	4904	76,7	10,6	12,7	·	H.
Türan	„ III	„	4723	87,4	7,7	4,9	·	H.
Wegwanow	„ III	„	4592	75,9	13,2	10,9	·	H.
Wellwarn	„ III	„	4497	80,6	14,2	5,2	·	H.
Wilkischen	„ II	„	5600	79,8	14,5	5,7	64	H.
Wittuna	„ II	„	5203	—	10,7	—	·	H.
Wollwowitz	„ III	„	5062	76,7	21,7	1,6	·	H.
Wscherau	„ III	„	4538	—	13,1	—	·	H.
Wilklitz	Braunk. II	ält. Miocen	4339	69,9	5,1	25,6	·	H.
Wernstadtl	Lignit. II	„	3373	—	15,2	—	·	F.
Mähren.								
Dubnian	Lignit III	jüng. Miocen	2512	64,8	13,6	21,6	·	F.
Gaya	„ III	„	3205	77,5	10,4	12,1	·	F.
Michalkowitz	Steink. I	Steinkohl.	6851	92,5	6,1	1,4	·	H.
Orlau-Laazer	„ I	„	6158	96,8	1,8	1,4	66	G. S.
Mähr.-Ostrau	„ I	„	6027	91,3	7,2	1,5	67	G. S.
Poln.-Ostrau	„ II	„	5802	90,2	6,2	2,7	64	G. S.
Oslawan	„ II	„	5898	91,8	8,4	0,5	71	G. S.
Padochau	„ I	„	6378	94.0	5,0	1,0	·	H.
Peterswald	„ II	„	5556	90,0	6,2	3,8	67	G. S.
Privos	„ I	„	7107	95,9	3,5	0,6	81	G. S.
Rossitz	„ III	„	4865	75,4	23,6	1,0	75	G. S.
Ratischkowitz	Lignit III	jüng. Miocen	2686	64,5	15,5	20,0	·	F.
Scharditz	„ III	jüng. Miocen	2991	69,2	13,8	17.0	·	F.
Tseitsch	„ II	„	3285	71,5	5,7	22,8	·	F.
Zierawitz	„ I	„	3853	69,9	11,1	19,0	·	F.
Zbeschau	Steink. I	Steinkohl.	6403	94,2	5,3	0,5	·	H.
Schlesien.								
Dombrau	Steink. I	Steinkohl.	6031	90,6	8,0	1,4	63	G.S.H.
Hruschau	„ I	„	7119	94,1	4,6	1,3	·	H.
Karvin	„ II	„	5934	89,9	8,0	2,2	60	G.S.H.
Steiermark.								
Brunn b. Cilli	Braunk. II	ält. Miocen	4972	85,9	5,1	9,0	·	H.
Buchberg	„ III	„	4194	77,2	8,6	14,2	·	H.
Dobierna	„ I	ält. Eocen	5412	78,8	13,1	8,1	·	H.
Eibiswald	„ II	ält. Miocen	4926	84,4	4,9	10,7	·	H.
Eggenberg	„ III	„	3786	71,1	8,9	20,0	·	F.

Kohlen-gewerkschaft	Qualität	Formation	Calorien	Brennbare Substanz	Unbrennbare Substanz (Asche)	Wasser %	Coks %	Resultat
Feeberg	Braunk. II	ält. Miocen	5060	84,6	5,1	10.3	·	H.
Fonsdorf	„ II	„	4677	83,2	9,0	7,8	·	H.
Freienstein	„ II	„	4825	87,5	4.6	7,9	·	H.
Gamsgraben	„ III	„	4107	73,8	16,9	9,3	·	F.
Gouze	„ III	„	4195	81,2	4,8	14,0	·	H.
Grad.-Lankowitz	Lignit II	jüng. Miocen	3661	62,7	3,8	33,5	·	F.
a. d. Holzbrücke	„ II	ält. „	3307	70,7	18,3	11,7	·	F.
Illach	„ I	jüng. „	3758	73,9	4,6	21,5	·	F.
Ilz	„ I	„ „	4050	77,5	7,9	14,6	·	H.
Jägernegg	Braunk. II	Miocen	4325	76,5	11,5	12,0	·	H.
Kalkgrub	„ III	„	3879	75,3	8,5	16,2	·	F.
Kapfenberg	„ III	ält. Miocen	4090	87,3	6,6	6,1	·	H.
Kogel	Lignit II	jüng. „	3503	73,7	10,9	15,4	·	F.
Kranichsfeld	„ II	ält. „	3576	75,1	7,8	17,1	·	F.
Lankowitz	„ I	jüng. „	3875	74,8	1,6	13,6	·	F.
Liboje	Braunk. II	ält. „	4504	80,2	4,9	14,9	·	H.
Lubnitzer Graben	„ I	„ Eocen	5394	93,5	4,9	1,6	58	G. S.
Münzenberg	„ II	„ Miocen	4840	87,1	3,1	9,8	·	F.
Murberg	„ II	„ „	4791	89,2	2,1	8,7	·	H
Mitterndorf	Lignit I	jüng. „	4322	87,6	1,3	11,1	·	H.
Piber	„ I	„ „	4165	71,5	9,0	19,5	·	H.
Pichling	„ I	„ „	4409	85,9	5,3	8,8	·	H.
Parschlug	Braunk. II	Miocen	4317	76,3	11,3	12,2	·	H.
Petschornigg	„ III	ält. Miocen	4226	—	2,5	—	·	H.
Pitschgauerwald	„ II	„ „	4384	88,1	3,6	8,3	·	H.
Podgorje	„ I	„ „	6338	95,5	2,5	2,0	·	H.
Ratten	Lignit I	jüng. „	4226	—	1,4	—	·	H.
Rein	„ III	ält. „	2836	62,8	10,3	26,9	·	F.
Rosenthal	„ I	jüng. „	3946	80,7	4,5	14,8	·	F.
Roginska gorca	Braunk. II	ält. „	4594	86,7	7,3	6,0	·	H.
Schaflos	Lignit I	jüng. „	3775	77,4	3,6	19,0	·	F.
Schönegg	Braunk. II	ält. „	4641	81,6	5,6	12,8	·	H.
Schwanberg	„ III	„ „	4192	80,1	10,6	9,3	·	H.
Seegraben	„ II	„ „	4967	—	3,0	—	·	H.
Siela	„ II	„ „	4870	86,9	3,0	10,1	·	H.
Sillweg	„ III	„ „	4147	72,1	17,1	10,8	·	H.
Ober-Skalics	„ I	„ Eocen	6339	95,5	2,5	2,0	·	H.
Tabor (St. Georg)	„ II	„ Miocen	4452	—	8,7	—	·	H.
Tombach	„ II	„ „	4291	82,2	9,1	8,7	·	H.
Tregist Oberndf.	Lignit I	jüng. „	3864	80,6	5,0	14,4	·	F.
Turrach	Steink. II	Anthracit	5591	79,2	19,5	1,3	·	H.
St. Veit	Braunk. II	ält. Miocen	5118	91,0	2,6	6,4	·	H.
Voitsberg	„ II	„ „	4565	—	3,1	—	·	H.
„	Lignit II	jüng. „	3731	81,9	3,8	14,3	·	H.
Wartberg	„ II	„ „	3616	—	16,7	—	·	F.
Weissenegg	Braunk. II	ält. „	4452	—	1,1	—	·	H.
Wiegenthal	„ II	„ „	4983	86,5	6,0	7,5	·	H.
Tirol.								
S. Antonio	Braunk. II	ält. Miocen	4945	84,2	5,7	10,1	·	H.
Castelnuovo	„ II	„ „	4667	78,9	8,2	12,9	·	H.
St. Giacomo	„ II	„ „	4789	84,2	5,7	10,1	·	H.

Kohlen-gewerkschaft	Qualität	Formation	Calorien	Brennbare Substanz	Unbrennbare Substanz (Asche)	Wasser %	Coks %	Resultat
Häring	Braunk. II	Eocen	4853	84,7	8,8	6,5	·	H.
Langen	„ II	ält. Miocen	4468	78,7	10,7	10,6	·	H.
Ospidaletto	„ II	„ „	4418	79,2	8,9	11,9	·	H.
Kärnten.								
Gailthal	Lignit II	jüng. Miocen	3333	—	12,0	—	·	F.
Kuchel	Braunk. III	ält. „	4147	82,4	5,0	12,6	·	H.
Liescha	„ III	„ „	4090	72,3	6,5	21,2	·	F.
Oberloibach	„ III	„ „	3748	73,8	7,9	18,3	·	F.
Schiffling	Lignit II	jüng. „	3627	76,1	10,6	13,3	·	F.
Sonnberg	Braunk. III	Eocen	3096	—	25,7	—	·	F.
St. Stefan	„ III	ält. Miocen	3684	79,1	4,0	16,9	·	F.
Suchathal	Lignit II	„ „	3582	82,7	9,1	8,2	·	F.
Wiesenau	Braunk. III	„ „	3863	73,7	9,9	16,4	·	F.
Krain.								
Döblitsch	Lignit I	jüng. Miocen	3834	72,7	16,4	10,9	·	F.
Kotredes	Braunk. III	ält. „	4203	83,4	3,1	13,5	·	H
Lepeina	Steink. III	Trias	4870	82,5	13,2	4,3	·	H.
Locke	Braunk. II	ält. Miocen	4520	80,9	2,1	17,0	·	H.
Neudegg	Lignit I	jüng. „	4486	82,3	5,3	12,4	·	H.
Sagor	Braunk. III	ält. „	3952	77,0	5,2	17,8	·	F.
Schemnig	„ III	„ „	4135	76,4	3,8	19,8	·	H.
Wörschak	„ II	„ „	4836	·	4,9	·	·	H.
Istrien und Küstenland.								
Albona	Braunk. II	Eocen	4757	82,5	15,7	1,8	·	F.
Britoff-Scoffle	„ I	ält. Eocen	6339	94,4	5,3	0,3	·	H.
Monte-Promina	„ II	Eocen	4755	86,6	7,0	6,4	·	H.
Scardona	„ III	„	3005	60,3	27,0	12,7	·	F.
Vela-Pech	„ I	ält. Eocen	5424	91,5	8,3	0,2	·	H.
Galizien.								
Dombrowa	Steink. III	Steinkohl.	5105	80,4	7,0	12,6	·	H.
Jasienka	Lignit III	ält. Miocen	2938	64,9	12,3	22,8	·	F.
Jaworzna	Steink. III	Steinkohl.	4809	81,3	5,6	13,1	·	H.
Myszyn b. Kolomea	Braunk. III	ält. Miocen	4215	77,9	6,1	16,0	·	H.
Szierza	Steink. III	Steinkohl.	4825	77,4	4,1	18,5	·	H.
Tenczynek	„ III	„	5113	79,8	3.4	16,8	·	H.
Zołkiew	Lignit II	ält. Miocen	3437	68,6	15,1	16,3	·	F.
Bukowina.								
Maydan-Lukawetz	Braunk. III	ält. Miocen	4215	81,0	10,4	8,6	·	H.
Ungarn.								
Annathal	Braunk. II	jüng. Eocen	4449	79,8	7,2	13,0	·	F.
Balassar-Gyarm. O.	Lignit I	Miocen	3794	77,0	7,1	15,9	·	F.

Kohlen-gewerkschaft	Qualität	Formation	Calorien	Brennbare Substanz	Unbrennbare Substanz (Asche)	Wasser %	Coks %	Resultat
Borsoder Comitat	Lignit II	Miocen	3735	75,8	12,6	11,6	·	F.
Brennberg	Braunk. II	„	4282	79,8	6,1	14,1	·	H.
Czernje	„ III	Eocen	4030	76,4	8,5	15,1	·	H.
Dohla-Marmar.	„ II	Kreide	4790	89,9	2,6	7,5	·	H.
Dorogh	„ III	jüng. Eocen	4259	78,3	6,2	15,5	·	H.
Fünfkirchen	Steink. I	Lias	6898	93,4	5,9	0,7	·	H.
Heveser Comitat	Lignit II	Miocen	3735	73,7	13,5	12,8	·	F.
Honter Comitat	„ I	„	3755	77,1	10,2	12,7	·	F.
Kuptore-Szekul	Steink. I	Lias	5983	94,6	4,9	0,5	·	G. S.
Mariadorf	Lignit III	ält. Miocen	3193	70,4	13,4	16,2	·	F.
Nadasd	„ II	jüng. „	3706	74,3	12,1	13,6	·	F.
Nagy-Barod	„ I	„ „	4663	75,3	11,3	13,4	·	F.
Neograd. Comitat	Braunk. III	ält. „	3753	76,7	11,6	11,7	·	F.
Neufeld	Lignit II	jüng. „	3423	72,0	11,6	16,4	·	F.
Neustadtl	Braunk. II	„ Eocen	4474	82.9	14,9	8,0	·	H.
Palvalva	„ II	Eocen	4757	76,8	8,4	14,8	·	H.
Reschitza	Steink. I	Lias	7229	97,5	1,8	0,8	·	G. S.
Salgo-Tarjan	Braunk. II	ält. Miocen	4680	81,5	7,4	11,1	·	H.
Steierdorf-Anina	Steink. I	Lias	6451	96,2	1,7	2.1	65	G. S.
Szabolcs	„ I	„	6210	92,0	6,7	1,3	81	G. S.
Szasz	„ II	„	5683	80,6	18,0	1,4	76	G. S.
Thalheim	Lignit III	ält. Miocen	2892	64,8	10,1	24,1	·	F.
Tokod	Braunk. II	jüng. Eocen	4527	81,0	6,9	2,1	·	H.
Ustya	Lignit I	jüng. Miocen	4549	76,8	16,3	6,9	·	H.
Vassas	Steink. I	Lias	6441	93,8	5,0	1,2	·	G. S.
Zsemije	Braunk. III	jüng. Eocen	4030	75,1	10,6	14,3	·	H.
Siebenbürgen.								
Sylthal	Braunk. I	ält. Miocen	5442	85,0	12,5	2,5	57	H.
Hatzeg	„ I	Tertiär	5302	78,4	18,6	3,0	58	H.
Croatien und Slavonien.								
Bersaska-Drenk.	Steink. I	Lias	6061	90,0	9,4	0,6	70	G.S.H.
Brezana	Lignit II	jüng. Miocen	3386	68,6	9,2	22,2	·	F.
Bukovicathal	„ II	ält. „	3525	73,4	11,4	16,2	·	F.
Cerje-dolnje	„ I	jüng. „	3873	75,8	6,3	17,9	·	F.
Dolchy	Braunk. II	ält. „	4576	83,7	3,5	12,8	·	H.
Gross-Goriza	Lignit II	jüng. „	3285	71,5	5,7	22,8	·	F.
Jerovec	„ I	„ „	4384	83,5	1,5	15,0	·	H.
Ivanec	Braunk. III	ält. „	4130	73,4	8,6	18,0	·	F.
Karansebes	Lignit III	jüng. „	3051	64,2	25,3	10,5	·	F.
„	Steink. III	Lias	4706	63,9	29,0	7,1	·	H.
Krapina-Gebirge	Braunk. I	—	6090	83,2	14,0	0,8	·	H.G.S.
Krizovec	Lignit II	ält. Miocen	3480	67,4	8,1	24,5	·	H.
Kutjevo	„ II	„ „	3484	67,8	14,8	17,4	·	F.
Lepoglava	Braunk. II	„ „	4791	80,3	8,8	10,9	·	H.
Lupyniak	„ II	„ „	4305	84,4	5,3	10.3	·	H.
Planina	„ II	„ „	4407	69,2	22,6	8,2	·	H.
Raiz	Lignit III	„ „	3028	69,2	13,8	17,0	·	F.
Sevci	Braunk. III	jüng. Eocen	3909	72,5	12,4	15,1	·	F.
Sikevitza	Lignit I	jüng. Miocen	4085	80,3	2,3	17,4	·	H.

Kohlen-gewerkschaft	Qualität	Formation	Calorien	Brennbare Substanz	Unbrennbare Substanz (Asche)	Wasser %	Coks %	Resultat
Bosnien und Herzegowina.								
Bilec	Lignit	Kreide	4813	81,0	10,0	9,0	.	—
Budanj	„	—	4960	82,1	9,6	8,3	.	—
Gracanica-Gacko	dunkl. Lignit	—	4419	82,0	7,1	10,9	.	—
„ „	braun. Lignit	—	5198	90,6	1,7	7,7	.	—
Konijec	Lignit	—	3390	65,9	15,6	18,5	.	—
Mostar	„	—	3700	67,0	11,1	21,9	.	—
Pasinska voda	„	—	4068	67,7	21,8	10,5	.	—
Pulverth. b. Banjaluka	„	—	4904	80,9	8,8	10,3	.	—
Rakitno	„ pechgl.	—	4070	76,0	12,4	11,6	.	—
Travnik	„	—	4520	82,6	7,8	9,6	.	—
Tusnica b. Livno	„	—	4316	80,0	10,9	9,1	.	—

Die bedeutenderen Torflager in Oesterreich-Ungarn.

Land		Ort	in welcher Richtung vom Orte
Böhmen	im Norden und Nordwesten	Frühbus	nördlich und östlich.
		Lauferbach	südwestlich.
		Albertham	nordwestlich.
		Gottesgab	westlich.
		Sonnenberg	nordwestlich.
		Sebastiansberg	westlich und nördlich.
		Seestadtl, Ob. Leutensberg	zwischen beiden.
		Schluckenau	südlich.
		Neustadtl	westlich.
		Kamnitz	längs der Zuflüsse der Kamnitz aus dem Isergebirge.
		Gablonz	nördlich.
		Harrachsdorf	östlich.
		Leipa	südlich.
		Reichstadt, Wartenberg	in unmittelbarer Umgebung.
		Hirschberg	nordwestlich.
		Münchengrätz, Turnau	zwischen beiden.
		Jungbunzlau	an den Nebenbächen der Iser.
	im Süden	Dobrawic	südöstlich und südwestlich.
		Wesely	nordwestlich und südlich.
		Königseck	westlich.
		Friedberg	längs der oberen Moldau.
		Wittingau	nördlich und südlich.
		Miroschau	Umgebung.
		Chlumec	südlich.

Land		Ort	in welcher Richtung vom Orte
Ober- und Nieder-Oesterreich		Gmünd Hirschbach Hermannschlag Leopoldschlag Freistadt Leonfelden Kl. Göffritz	in der Umgebung der Teiche. dto. dto. in unmittelbarer Umgebung.
Salzburg		Schwerding Seekirchen Elih Salzburg Goldeck Kriml	in unmittelbarer Umgebung. nördlich. südwestlich. Umgebung. nördlich.
Steiermark		Maria-Zell	östlich bei der Wiener Brücke.
Kärnten		Klagenfurt Tainach	östlich. westlich.
Tirol		Walchsee	Umgebung.
Galizien		Rogoźnik Sielec Dobrowlany-Kranzberg	nordwestlich (bei Neumarkt). südwestlich. Umgebung.
Ungarn	im Norden	Bobrow Jablonska Pribitina Geib Deutschendorf Walddorf Béla Kaszony	südwestlich. südöstlich. Umgebung. nördlich. nordwestlich. bis zum Szernyefluss.
	im Süden	Tisza Lök Stuhlweissenburg Baja N.-Bajom Csökmö Okány Bekes Pinczehely	Umgebung in ausgedehnter Menge zwischen Tisza Dob und Ujvaros. bei Osi und Sz. Mihaly, dann bei Pakozd und Velencze. von Ocsa über Akasztó. südlich in grosser Ausdehnung. zwischen beiden. südöstlich. bis Döbrökö am Kaposflusse.

Verbrennungsprocess.

Manche Kalksteine, namentlich die Eisenverbindungen der für die Cementfabrikation so wichtigen, künstlich zusammengesetzten Massen und natürlichen Kalkmergel, verhalten sich den oxydirend oder reducirend wirkenden Feuergasen gegenüber ganz verschieden und beeinflussen auch dementsprechend die Qualität des erstellten Productes.

Daraus geht hervor, dass bei der Kalk- und Cementfabrikation nicht nur der Brennwert eines Feuerungsmaterials in Betracht zu ziehen ist, sondern vielmehr noch die Kenntnis des Verbrennungsprocesses d. i. der, während der Zersetzung des Brennstoffes in der Hitze sich bildenden Gase und ihrer Wirkungen von wesentlicher Wichtigkeit erscheint.

Unter Verbrennung im Allgemeinen versteht man die chemische Verbindung zweier Körper unter Licht- und Wärmeentwicklung, im Besonderen jedoch die Vereinigung eines Körpers mit Sauerstoff unter diesen Erscheinungen. Eine Verbrennung kann daher nur vor sich gehen, wenn ein dazu disponirender brennbarer Körper der energischen Action des atmosphärischen Sauerstoffes ausgesetzt wird, jedoch muss zur Einleitung, respective Entstehung dieser Verbrennung der Brennstoff (Holz, Kohle etc.) vorerst auf eine bestimmte Temperatur gebracht, d. h. angezündet werden. Diese Entzündungstemperatur wird zu etwa 400° C angenommen. Der Zweck einer Verbrennung ist entweder Wärme, dies ist bei Heizung der Fall, oder um Licht bei der sogenannten Beleuchtung — zu erzeugen.

Da im gewerblichen Leben Heizung und Beleuchtung als gesonderte Zweige betrachtet werden müssen, so wird dem Zwecke dieser Abhandlung entsprechend, hier nur der chemische Process der Heizung mit Rücksicht auf die in diesem Capitel angeführten Brennstoffe in kurzen Umrissen ins Auge gefasst.

Ist die Verbrennung eines Brennstoffes durch Erhöhung seiner Temperatur auf die Entzündungstemperatur, bei Vorhandensein von atmosphärischem Sauerstoff herbeigeführt, und soll diese Verbrennung fortdauern, so muss der Brennstoff nicht nur auf seiner Entzündungstemperatur erhalten werden, sondern es muss ihm auch fortwährend Sauerstoff — die eigentliche Verbrennungsluft — zugeführt werden. Dies sind die Hauptbedingungen des Verbrennungsprocesses und bestehen weitere Begünstigungen noch in dem Zuleiten von heisser Luft, Vorwärmen und Austrocknen des Brennmaterials, Zuleiten einer grösseren Luftmenge d. h. durch verstärkten Luftzug, welcher durch entsprechend angelegte Roste und hohe Rauchschlotte erlangt wird, im Zuführen von comprimirter Luft mittelst der Gebläse und endlich im Absaugen der Rauchgase mit Hilfe des Exhaustor.

Hohe Temperaturgrade werden nur durch eine schnelle jedoch auf einen kleinen Raum begrenzte Verbrennung erreicht.

Unter der Annahme, dass z. B. ein Schachtofen welcher in abwechselnden Schichten mit Kohle und Kalkstein oder Kalkmergel beschickt (gattirt) wurde und die unterste am Roste liegende Kohlenlage sich bereits über der Entzündungstemperatur befindet, wird der

Verlauf des Verbrennungsprocesses — welcher von Schichte zu Schichte nach aufwärts fortschreitet, in folgender Weise stattfinden.

Die atmosphärische Luft, welche aus dem Aschenraum durch den Rost zum Verbrennungsherde gelangt, gibt den grössten Theil ihres Sauerstoffs (O) an den Kohlenstoff (C), welcher während der Glut in gasförmige Verbindungen übergeht, ab, und bildet mit diesem Kohlensäure (CO_2), die durch glühende Kohlenschichten strömend noch ein Aequivalent Kohlenstoff bindet und in Kohlenoxyd (CO) verwandelt wird. Dieses Gas, welches nur bei unvollkommener Verbrennung entsteht, verbrennt mit hellblauer, wenig leuchtender Flamme wieder zu Kohlensäure, welche jedoch in der nächsten brennenden Kohlenschichte abermals Kohlenstoff aufnimmt und wieder als Kohlenoxyd verbrennt. Dieses Spiel wiederholt sich so lange, bis das Kohlenoxyd in jene Schichten gelangt, wo der Vergasungsprocess, d. i. die trockene Destillation, vor sich geht. Von hier aus erst entweicht das Kohlenoxyd als solches, oder wenn sich ein Theil desselben in Kohlensäure umgewandelt hat, als Kohlensäure an der Gicht des Ofens.

Ausser diesen bilden sich jedoch noch weiters andere brennbare Gase.

Wie bereits bei der Ermittlung der Wärmeeinheiten bei den Brennstoffen gesagt wurde, verbinden sich je 8 Gewichtstheile des in der Kohle befindlichen Sauerstoffes mit je 1 Gewichtstheil des chemisch gebundenen Wasserstoffes zu Wasser, Wasserdampf, ohne hiedurch zur Erhöhung der Temperatur beizutragen, und nur der disponible Wasserstoff verbindet sich mit Kohlenstoff zu Kohlenwasserstoffgasen. In diesen Kohlenwasserstoffgasen, ist eine zahlreiche Menge gasförmiger Verbindungen vertreten, unter welchen das Sumpfgas, auch Grubengas genannt, und das schwere Kohlenwasserstoffgas, auch ölbildendes Gas, Leuchtgas genannt, die wichtigsten sind, dann noch viele andere wohl brennbare, jedoch bei niederen Temperaturen schon verflüchtigende Stoffe, wie z. B. das Paraffin, Naphthalin, etc., welche für vorliegende Zwecke von untergeordneter Bedeutung sind.

Die wichtigsten Gase, welche demnach nebst dem Kohlenoxydgas in Betracht kommen, sind das Grubengas und das schwere Kohlenwasserstoffgas.

Das Grubengas verbrennt bei Entwicklung einer intensiven Hitze mit bläulicher wenig leuchtender Flamme, das schwere Kohlenwasserstoffgas (Leuchtgas) mit lebhafter hell leuchtender Flamme, beide zu Kohlensäure und Wasser.

Der theoretische Heizeffect dieser beiden Gase wird auf circa 12500 Wärmeeinheiten angenommen.

Wie vor bemerkt, entwickeln sich bei dem Verbrennungsprocesse ausser den obigen noch eine Menge anderer Gase — Producte der trockenen Destillation — welche zumeist als Theeröl- und Wasserdämpfe mit dem unbenützten Kohlenoxyd, Kohlensäure, feinen noch unzersetzten Theilen des Kohlenstoffes und dem Aschenstaub als Rauch (Rauch-, Gichtgase) an der Ofengicht entweichen.

Welchen Wert diese in unglaublich grossen Quantitäten in die Lüfte ausströmenden, in den allermeisten Fällen unbenutzt gebliebenen Gase, noch repräsentiren, wird bei der Beschreibung einer Brennmethode, welche der Verfasser in einer inländischen Cementfabrik zum Erbrennen des Portland-Cementes mit Lignit angewendet hat, zur Sprache gebracht werden.*)

Gleich im ersten Absatze dieses Capitels ist erwähnt, dass die Feuergase reducirende oder oxydirende Wirkungen hervorbringen. Nachfolgende zwei Beschreibungen wollen nun zur näheren Erläuterung dieses Satzes dienen.

In der Regel wird die Portlandmasse oder der Kalkstein in der Heizanlage entweder mit dem Brennstoff gemengt (gattirt) und so dem directen Feuer — oder wird das Brenngut nur der Feuerflamme ausgesetzt. In einem Flammofen (Fig. 2 der Tafel) schlägt die Flamme des auf dem Rost in der Verbrennung befindlichen Brennstoffes an das Brenngut und je nach der Menge der durch den Rost oder durch besondere — zumeist durch die an der Heizthüre angebrachten regulirbaren — Oeffnungen eintretenden Luft, wirken die Gase oxydirend oder reducirend, während sie in Schachtöfen (Fig. 1 der Tafel), in denen das Brenn- oder Schmelzgut mit dem Brennmaterial gemengt ist, vorzugsweise reducirend wirken.

Mit einem Löthrohr kann man diese beiden entgegengesetzten Wirkungen leicht hervorbringen, je nachdem man die Probe in das Innere der Flamme (Reductionsflamme) oder in die äussere Spitze derselben hält (Oxydationsflamme).

Welche Wärmemenge bei der Verbrennung aus dem einen oder anderen zum Heizen angewendeten Brennstoffe erzeugt wird, und welche Temperatur zum Erbrennen eines Cementkalkes oder Portland-Cementes erforderlich ist, ferner welche Qualität und Quantität des Brennstoffes für einen gegebenen Fall zu nehmen sei, erscheint bei der Abhandlung über Brennstoffwerte, sowie in der Abhandlung über Kalk und Cemente durch angeführte Beispiele und Erörterungen klargelegt.

*) Bei Hochöfen werden bekanntlich bei dem Schmelzen der Erze diese Gichtgase abgefangen und abgeleitet, um es anderenorts als Feuerungsmaterial zu verwenden.
A. d. V.

III.

Kalk.

Untersuchung der Kalksteine.

Der Grundstoff des Kalkes ist das Calcium (Ca), ein hellgelbes mehr weisses, stark glänzendes Metall von 1,58 specifischem Gewichte, das sich an trockener Luft gut hält, in feuchter Luft jedoch rasch oxydirt; in Wasser gebracht, zersetzt es dasselbe sehr rasch und unter mächtiger Wasserstoffentwicklung. 71,91 Theile Calcium und 28,09 Theile Sauerstoff verbinden sich zu Calciumoxyd (Ca O), Kalk, Kalkerde, die dem chemischen Verhalten nach eine starke Base ist und zu den alkalischen Erden gehört. Die Kalkerde in Verbindung mit Kohlensäure bildet den kohlensauren Kalk, ($Ca O + CO_2$) der in der Natur in den mannigfachsten Verbindungen mit anderen Stoffen als Kalkstein auftritt. Der reinste natürliche kohlensaure Kalk ist der weisse Marmor.

Reiner kohlensaurer Kalk besteht aus 43·7% Kohlensäure und 56·3% Kalkerde. Er ist in kohlensäurefreiem Wasser schwer, in kohlensäurehältigem leichter löslich. Solche Lösungen von kohlensaurem Kalk finden sich im Quell- und Brunnenwasser etc., und entstehen durch dieselben Kalksinter und Kalktuff. Aus dem Wasser wie aus dem Boden übergehen die Kalkverbindungen in den pflanzlichen und in den thierischen Organismus. So bilden sich grösstentheils aus kohlensaurem Kalk die Korallen, Eier- Austern-Schalen, Muscheln, Schneckengehäuse, die Panzer der Krebse etc. und aus phosphorsaurem Kalk: die Knochen etc.

Aus jedem in der Natur vorkommenden Kalkstein, der bis circa 10% fremde Beimengungen: Kieselerde, Thon, Magnesia, Eisenoxyd etc. enthält, kann ohne jedes Bedenken, Aetzkalk (auch Weisskalk, Baukalk genannt) zur Bereitung von Luftmörtel erbrannt werden. Selbst Kalksteine, welche bis 15% kohlensaure Magnesia enthalten, geben noch brauchbaren Aetzkalk.

Der bis zur angegebenen Grenze verunreinigte Kalk lässt sich, wenn auch im geringeren Grade als dies bei reinerem Kalk der Fall ist, noch immer gut löschen und vermehrt dabei sein Volumen. Für andere technische Zwecke, z. B. in der Zuckerfabrikation zur Scheidung und Saturation des Zuckersaftes, zur Papierfabrikation etc. eignen sich nur sehr reine Kalke. Mit dem steigenden Gehalte an Magnesia (Bittererde) geht der kohlensaure Kalk in Dolomit über, und nimmt gebrannt in demselben Grade ein anderes Verhalten an, wovon an anderer Stelle die Rede sein wird; ebenso von dem Verhalten bei zunehmendem Gehalt an Kieselerde und Thon. Eine chemische Analyse der Kalksteine für Luftmörtel ist meistens überflüssig, da jede Gegend sich an den durch die Erfahrung bereits erprobten Kalk hält, der ihr in nächster Nähe zu Gebote steht; bei neuerschlossenen Kalksteinbrüchen genügen praktische Brenn- und Löschversuche, um den Kalkstein auf seine Tauglichkeit zu prüfen.

Vollständig genaue chemische Untersuchungen sind Sache des Chemikers; die Anleitung zu einer annähernd richtigen auch von Laien durchführbaren Analyse soll jedoch hier nicht übergangen werden.

5 Gramm des gestossenen, fein durchgesiebten und durch Trocknen bei 100° C vom hygroskopischen Wasser befreiten Kalksteines werden in einem Becherglase oder einer Porzellanschale mit etwas Wasser übergossen, und nach und nach tropfenweise so viel Salzsäure zugesetzt, bis kein Aufbrausen mehr erfolgt. Sodann setzt man einige Tropfen Salpetersäure hinzu und lässt das Gefäss an einer warmen Stelle einige Zeit — 12 Stunden — stehen.

Man filtrirt dann die Lösung von dem Rückstande ab, trocknet diesen, glüht und wägt ihn. Dieser Rückstand besteht zumeist aus Kieselsäure, Thonerde oder Sand und wird als in Salzsäure Unlösliches in Rechnung gebracht.

Bleiben z. B. von 5 Gramm des Kalksteines 0·2 Gramm ungelöst, so beträgt der Gehalt an Thon, Kieselsäure oder Sand $\frac{0{\cdot}2 \times 100}{5} = 4\%$.

Das Filtrat macht man mit Ammoniakflüssigkeit alkalisch, löst den entstandenen Niederschlag durch Zusatz von Salzsäure wieder auf und macht die Flüssigkeit abermals durch Ammoniakflüssigkeit alkalisch. Der nun entstandene bei Weisskalk sehr geringe Niederschlag ist Thonerde- uod Eisenoxydhydrat, gewöhnlich etwas kieselsäurehaltig. Da das Thonerdehydrat weiss und das Eisenoxydhydrat rothbraun ist, so lässt die Farbe des Niederschlages ein beiläufiges Urtheil über das Verhältnis beider Bestandtheile zu. Die Mengen dieser Bestandtheile sind im Weisskalke stets sehr gering, sollten sie jedoch in grösseren Mengen vorkommen und wollte auch deren Gewichts-

verhältnis bestimmt werden, so bringt man den Niederschlag auf ein Filter, wäscht ihn mit verdünnter Ammoniakflüssigkeit aus, glüht und wägt ihn. Er wird als in Säuren lösliche Thonerde und Eisenoxyd aufgeführt.

Wäre z. B. das Gewicht dieses Niederschlages mit 0·05 Gramm ermittelt, so ergäbe sich dessen Percentsatz $\frac{0{\cdot}05 \times 100}{5} = 1\%$.

Nun wird aus dem Filtrat der Kalk vollständig durch oxalsaures Kali (Kleesalz) als oxalsaurer Kalk gefällt, letzterer abfiltrirt, ausgewaschen, getrocknet und geglüht. Der Glührückstand ist kohlensaurer Kalk.

Wurden auf diese Weise aus 5 Gramm des Kalksteines 4·6 Gramm kohlensaurer Kalk ausgeschieden, so ist der Gehalt des Steines an kohlensaurem Kalk $\frac{4{\cdot}6 \times 100}{5} = 92\%$.

Will man Kalksteine auch auf den Gehalt von kohlensaurer Magnesia prüfen, so kann folgendes Verfahren eingeschlagen werden:

Man setzt der vom oxalsauren Kalke abfiltrirten Flüssigkeit phosphorsaures Natron und noch reichlich Ammoniakflüssigkeit sowie eine sehr geringe Menge von Chlorammonium (Salmiaksalz) zu. Je nachdem hiedurch sogleich oder erst nach einiger Zeit eine Trübung sich einstellt, und ein stärkerer oder schwächerer (gewöhnlich krystallinischer) Niederschlag entsteht, so enthält der Kalkstein nur Spuren, beziehungsweise kleinere oder grössere Mengen von kohlensaurer Magnesia.

Nach längerem Stehen sammelt man den Niederschlag auf ein Filter, wäscht ihn mit verdünnter Ammoniakflüssigkeit aus, trocknet, glüht und wägt ihn. Der Glührückstand ist paraphosphorsaure Magnesia; 100 Theile derselben entsprechen 75·6 Theilen kohlensaurer Magnesia. Wiegt daher im vorliegenden Beispiele der Glührückstand 0·15 Gramm, so ist der Gehalt des Kalksteines an kohlensaurer Magnesia:

$$\frac{75{\cdot}6 \times 0{\cdot}15}{5} = \frac{11{\cdot}340}{5} = 2{\cdot}268\%.$$

Fast alle Kalksteine enthalten etwas Feuchtigkeit (hygroskopisches Wasser), etwa $^1/_2$, oft auch bis 2%. Will man solche ermitteln, so wird eine gewogene Menge des fein pulverisirten Kalksteines bei 100° C getrocknet, das getrocknete Pulver wieder gewogen, und aus dem Gewichtsunterschiede die Menge des hygroskopischen Wassers bestimmt.

Manche Kalksteine sind dunkel gefärbt und enthalten zumeist organische Substanzen (Bitumin). Erhitzt man ein Stückchen derselben

in einer Glasröhre, so entweicht brenzlich riechender Dampf, wobei das Probestückchen schwarz wird.

Kleine Mengen von Bitumin schaden dem Baukalke gar nicht.

Einige chemische Analysen diverser zur Erzeugung von Baukalk geeigneter inländischer Kalksteine mögen hier zur Charakterisirung der Mischungsverhältnisse Platz finden:

Fundort	In Salzsäure unlösliches Silicat	Kohlensaurer Kalk	Kohlensaure Magnesia	Eisenoxyd und Thonerde	Kohlensaures Strontian	Eisenoxydhydrat	Wasser	Analytiker
	Perzent							
Niederreith · } Ober- und Nied.-Oesterreich nördlich der Donau	4,60	93,00	Spur	1,00	·	·	·	C. v. Hauer
Schwallenbach }	0,59	87,26	3,17	6,62	·	·	·	Pollak
Heufurth · · }	12,00	77,00	7,00	2,98	·	·	·	Pollak
Neulengbach, Nied.-Oest. ·	12,83	83,25	1,00	2,35	·	·	·	—
Kaltenleutgeben b. Wien ·	0,65	96,65	2,05	0,65	·	·	·	—
Zogelsdorf, Nied.-Oest. · ·	3,80	96,20	·	·	·	·	·	John
dto. dto. ·	12,40	87,60	·	·	·	·	·	John
Gmunden, Ob.-Oest. · · ·	8,80	81,63	3,84	5,73	·	·	·	John
Raspenau bei Friedland · ·	0,62	69,60	12,84	4,08	·	·	·	Foullon
Judendorf bei Graz · · ·	1,10	97,14	1,76	Spur	·	·	·	—
Möttnig in Krain · · · · ·	8,70	86,40	3,70	1,20	·	·	·	John
Brody, Galizien (Kreidekalk)	2,85	94,34	1,81	1,50	·	·	·	—
Resinar bei Hermannstadt u. Zalatna b. Karlsburg in Siebenbürg. (Aragonit)	·	98,00	·	·	1,01	0,14	0,21	—

Das Brennen des Kalkes.

Das Kalkbrennen (Calcination) ist eine sehr einfache Operation und besteht darin, dass der Kalkstein einer entsprechenden Hitze so lange ausgesetzt wird, bis er seine Kohlensäure verliert.

Bei dieser Procedur, gleichviel in welchem Ofensysteme gebrannt wird, sind gewisse allgemeine Regeln nicht ausser Acht zu lassen. Die Kalksteine dürfen im Kalkofen nur langsam angewärmt, geschmaucht werden, um zuerst das in ihnen enthaltene Wasser zu entfernen. Bei Feld- oder periodischen Schachtöfen dauert dieser Vorgang gewöhnlich 6—12 Stunden. Hat der Kalkstein seinen Wassergehalt verloren, so wird die Hitze bis zur Rothglut, also bis 550° C gesteigert. Bei diesem Hitzegrade beginnt die Kohlensäure zu entweichen und von

diesem Zeitpunkte an muss die Temperatur allmälig gesteigert werden und zwar in der Weise, dass der zum Garbrennen erforderliche Hitzegrad von 1200—1400° C, also Weissglühhitze, während eines Zeitraumes von 36—60 Stunden je nach der Menge des zu erbrennenden Kalksteines erreicht wird.

Obwohl der Kalkstein schon bei 550° C seine Kohlensäure entlässt, d. h. in Kalk und Kohlensäure zerlegt wird, so genügt dieser Hitzegrad doch noch nicht, um auch aus dem Inneren des Kalksteines vollständig die Kohlensäure auszutreiben; dieses kann eben nur durch eine grössere Intensität des Feuers erreicht werden.

Bei continuirlichen Oefen, wie z. B. bei Schachtöfen mit Gattirung des Brennstoffes und Kalksteines in abwechselnden Lagen, Ringöfen und Flammöfen, erfolgt das Schmauchen durch die abziehende Wärme von der Brennzone des Ofens, worin auch der Vortheil der vollständigeren Ausnützung der Wärme, also Ersparnis an Brennstoff und Zeit, liegt.

Nicht jeder Kalkstein erfordert eine gleiche Brenndauer und gleichen Hitzegrad. Poröse Kalksteine, wie Kreidekalk, Kalksinter zersetzen sich in Kalk und Kohlensäure bei bedeutend weniger Hitzegraden und in viel kürzerer Brennzeit, als kerniger, dichter Kalkstein: Urkalk, Marmor, Muschelkalk etc., ausserdem hängt auch noch die Brenndauer von der Grösse des zum Brennen vorgerichteten Kalksteines ab.

Sehr reiner Kalk kann noch so stark geglüht werden, ohne dass ein Zusammensintern oder Schmelzen zu befürchten wäre. Das Vorhandensein von geringen Mengen Magnesia hat darauf keinen Einfluss. Ist aber der Kalk durch Thon und Kieselerde verunreinigt, so darf selbst in der letzten Periode des Garbrennens die Temperatur nicht zu hoch gesteigert werden, da der Hitzegrad, bei welchem die Kohlensäure ausgeschieden wird, der Temperatur, in der sich die Kieselerde mit der Kalkerde verbindet, so nahe liegt, dass die Bildung von kieselsaurem Kalk kaum vollständig vermieden werden kann. Noch leichter findet bei hoher Temperatur ein Zusammensintern statt, wenn Doppelverbindungen von Kalk und Kieselerde mit Thonerde vorhanden sind. Näheres über das Verhalten der Thon- und Kieselerdebeimengungen beim Brennen kommt im Abschnitte über hydraulische Kalke vor.

Unter dem gebrannten Kalke finden sich nicht selten Stücke, die sich unvollständig oder gar nicht löschen lassen, sogenannte „Krebse“. Sie entstehen theils durch ungleichmässige Hitze im Ofen, wodurch Steine an einzelnen Stellen ungebrannt bleiben, theils durch zu grosse jähe, der Zusammensetzung des Materials nicht gemässe

Feuerung, wodurch, wie oben bemerkt, das Zusammensintern, Todtbrennen, veranlasst wird. Die schmelzbaren Verbindungen überziehen nämlich den Kalk mit einer Rinde, durch welche die Entweichung der Kohlensäure verhindert wird. Ein solcher todtgebrannter Kalk taugt nicht mehr zu Luftmörtel, enthält aber unter Umständen die Bedingungen zu einem guten Wassermörtel, was im Abschnitte V besprochen wird.

In Feld- und periodischen Oefen wird aus den grössten, möglichst flachen Kalksteinen das Feuergewölbe, wie in der nachfolgenden Fig. 1 ersichtlich, eingebaut, über dem Gewölbe, wo das Feuer am kräftigsten wirkt, kommen grössere etwa 10—20 kg schwere, und nach der Gicht, beziehungsweise Plattform zu, immer kleinere Steinstücke. Die zuletzt eingesetzte Steinschicht muss sich 15—25 cm über die Plattform erheben, und diese Schicht erhält durch Einlegung der grösseren Steine in die Mitte, der kleineren nach der Seite hin, eine sanft gewölbte Form, worauf dieselbe mit grossen Decksteinen oder Platten, gewöhnlich aber noch mit einer durchbrochenen Lehmschicht, jedoch erst nach erfolgter Schmauchung, überdeckt wird. Diese Abdeckung dient dazu, das Ausströmen der Glut in der letzten Periode des Brennens (bei dem sogenannten Vollfeuer, Garbrennen) zu verhindern und das Feuer im Ofen wirksamer zu machen.

Nachdem der Ofen in dieser Art beschickt worden ist, kann mit dem Brande in der bereits geschilderten Weise begonnen werden.

Zur Messung hoher Temperaturen dienen zwar Pyrometer, Feuermesser, Vorrichtungen, die auf der durch die Wärme bewirkten Ausdehnung von Körpern — Thon, Platin, Luft etc. — beruhen; dieselben werden jedoch in der Praxis selten angewendet, da das Hantiren mit denselben zu umständlich ist.

Für industrielle Zwecke wäre daher ein einfaches und zuverlässiges Pyrometer höchst wünschenswert, da die Bestimmung des Wärmegrades in vielen Fällen von grosser Wichtigkeit ist, um darnach die Intensität des Feuers reguliren zu können, so in der Cenmentfabrikation. Aber gerade in dieser Beziehung befindet sich die Pyrometrie noch in ihrer Kindheit, und man ist beim Kalkbrennen meistens darauf angewiesen, die Temperaturgrade aus den Farbennuancen, welche der Kalk während des Glühens successive annimmt, abzuschätzen, was jedoch bei einiger Uebung mit ziemlicher Genauigkeit gelingt.

Der	Kalk	glüht	bei	500°	C	dunkelroth
„	„	„	„	750°	„	dunkelkirschroth
„	„	„	„	950°	„	hellkirschroth
„	„	„	„	1100°	„	dunkelorange
„	„	„	„	1200°	„	hellorange

Der Kalk glüht bei 1300° C weissorange
„ „ „ „ 1400° „ weiss
„ „ „ „ 1500° „ und darüber blendend weiss.

Das Garbrennen des Baukalkes lässt sich theils an der weissen Flamme, theils dem Weissglühen der Steine, theils an der Raumverminderung derselben erkennen. In diesem Stadium erscheint der Kalk als weiss leuchtende, gleichsam lockere wollige durchsichtige Masse.

An diese Kriterien wird sich der Brenner mit umso grösserer Zuverlässigkeit halten können, je mehr Erfahrungen er darüber durch das öftere Brennen der ihm zu Gebote stehenden Steinarten gemacht hat.

Die Dauer eines Brandes ist sehr verschieden; bei Oefen gewöhnlicher Grösse dauert das Brennen 3—4 Tage.

Ist die Gare der Steine erreicht, so wird das Feuer eingestellt und der Ofen 12—18 Stunden der Abkühlung überlassen.

Das gewöhnliche Feuerungsmaterial ist Holz, da ja die meisten Kalkstein-, respective Baukalk-Brennereien Oesterreich-Ungarns sich in waldreichen Gegenden befinden. Dass dazu möglichst ausgetrocknetes Holz verwendet werden soll, ist bereits an anderer Stelle erwähnt.

Es ist selbstverständlich, dass während des Brandes die Asche, wenn die Oefen keine Roste besitzen, was bei den gewöhnlichen Feldöfen der Fall ist, öfter aus dem Brennraume entfernt werden muss, um den Luftzutritt nicht zu behindern, ferner ist, damit die Verbrennung und Entwicklung der Hitze umso rationeller erfolge, darauf zu sehen, dass in dem Feuerherde kleinere Scheiter mit möglichst viel Zwischenräumen über einander eingelegt werden, weil dadurch der Zutritt der Verbrennungsluft und die Entwicklung starker Flamme sehr befördert wird.

Liegt die Leitung des Brandes in den Händen unwissender, an den alten Schlendrian gewohnter Taglöhner, was leider oft genug der Fall ist, so ist an einen richtigen ökonomischen Verbrauch des Brennstoffes nicht zu denken. Es empfiehlt sich daher zu Brennern intelligentere und aufmerksamere Arbeiter zu wählen, und sie durch systematische Belehrung über etwaige Uebelstände zu verlässlichen Aufsehern heranzubilden.

Da die grösseren in fabriksmässigem Betriebe stehenden Kalkbrennereien zumeist dieselben Ofensysteme, wie solche zur Cementfabrikation hierlands üblich sind, benützen, so werden wir auf die Beschreibung dieser Brennvorrichtungen ebenfalls bei der Abhandlung über die Cementfabrikation zurückkommen. Hingegen sollen den für

einen zeitweisen und kleinen Betrieb im Gebrauche stehenden Kalköfen an dieser Stelle einige Worte gewidmet werden.

Der einfachste, wohl älteste, aber auch roheste Ofen ist der in untenstehender Figur dargestellte.



Fig. 1.

Mit solchen Oefen behelfen sich meistens jene Landwirte, welche das Kalkbrennen als Nebengeschäft oder in der Absicht betreiben, eine bessere Verwertung ihres Holzes (womit in vielen Gegenden unsere Landwirte noch sehr reichlich gesegnet sind) zu erzielen.

Das Brennen in diesen Oefen, abgesehen von der meist unökonomischen Gebarung, fordert fast den doppelten Aufwand an Brennstoff, als bei zweckmässigerer Ofenanlage benöthigt wird.

Vor nicht langer Zeit hatte ich Gelegenheit, in einer Gebirgsgegend Nieder-Oesterreichs einen solchen Brand zu beobachten, wo der Kalkbrenner für ein ausgebranntes Quantum Kalk von 6 m^3 = 5400 kg 20 Raummeter lufttrockenes Fichtenholz (= 6 Wr. Klftr.) im beiläufigen Gewichte von 273 kg per Raummeter, nebst einigen Raummetern Astholz verbraucht hatte.

Das Brechen des unmittelbar beim Ofen befindlichen Kalksteines, das Einsetzen und Brennen berechnete sich der Kalkbrenner

mit . . . . . fl. 10.—
die 20 Raummeter Holz und Astholz mit . . . . . fl. 30.—
somit kamen die 5400 kg Kalk auf . . . . . fl. 40.—

zu stehen, um welchen Preis er auch den ganzen Brand verkaufte; von einem Reingewinne kann sonach keine Rede sein. Dem Kalkbrenner, welcher in der glücklichen Lage sich befand, Wald und Kalkstein sein eigen noch zu nennen, war darum zu thun, sein Holz im Walde zu verwerten.

Solche Brände werden jährlich fast von jedem waldbesitzenden Bauer so oft wiederholt, solange das im Winter gefällte Holzquantum ausreicht und soweit sich der Bedarf an gebranntem Kalk in seiner nächsten Umgebung herausstellt.

Diese Art von Kalkbrennen ist wohl ein grosser Vortheil für die Consumenten der betreffenden Gegend, weil sie einen sehr billigen Kalk erhalten, im obigen Falle stellt sich nämlich der Kalk per einen Hectoliter nur auf 67 Kreuzer ö. W. oder per 100 kg auf circa 74 Kreuzer ö. W., andererseits aber eine enorme Holzverschwendung und eine grosse Concurrenz für die im fabriksmässigen Betriebe stehenden Kalkbrennereien.

Wird der absolute Heizeffect von weichem Holz mit 2600 Calorien, die specifische Wärme der Kalkerde und der Kohlensäure auf $^1/_3$ des Wassers, (das heisst: Kalk und Kohlensäure bedürfen eine dreimal geringere Wärmemenge, um eine gleiche Temperaturerhöhung wie das Wasser zu erfahren) und die Temperatur, bei welcher die Zersetzung des kohlensauren Kalkes in Kohlensäure und Calciumoxyd erfolgt, auf 800° C angenommen, so ergibt sich, dass 1 kg Holz $3 \times 26 = 78$ kg Kalk bis 100° C folglich auch $\frac{78}{8} = 9{\cdot}75$ kg Kalkstein bis 800° C zu erhitzen vermag, oder es ist, mit anderen Worten, der Theorie nach an Holz in runder Zahl nur $^1/_{10}$ vom Gewichte des Kalksteines nöthig.

Man braucht aber in der Praxis bedeutend mehr, weil der Kalkstein seine Kohlensäure, wenn er die richtige Temperatur erreicht hat, nicht mit einem Schlage verliert, wie bei obiger Berechnung stillschweigend vorausgesetzt ist, sondern erst allmälig, da es sich nicht bloss darum handelt, die Beschickung des Ofens für einen Augenblick auf die erforderliche Temperatur zu bringen, sondern auch eine Zeit lang darin zu erhalten. Deshalb wird das zweifache des theoretischen Brennstoff-Quantums zum Garbrennen des Kalksteines veranschlagt.

Demzufolge würde man zu 100 kg kohlensaurem Kalk $\frac{2 \times 100}{9{\cdot}75} =$ 20·5 kg Holz benöthigen und da sich der Heizwert einer guten Steinkohle (mit circa 6000 Calorien und mit beiläufig 80% brennbarer Substanz) zu dem des Holzes wie $60 : 26 = 2{\cdot}3$ verhält, so entfallen theoretisch auf 100 kg reinen Kalkstein 8·91 kg Steinkohle.

Die Ausbeute an gebranntem Kalk wird durchschnittlich auf 50% des Kalksteingewichtes geschätzt, wornach für 100 kg gebrannten Kalkes 17·82 kg Steinkohle oder 41 kg Holz erforderlich wäre.

In der Praxis habe ich gefunden, dass man beim Brennen im Ringofen auf 100 kg gebrannten Kalk 18 kg Kohlengries einer guten Steinkohle benöthiget, während z. B. bei Anwendung der Schram-

bacher- (Nieder-Oesterreich) Kohle (mit 6655 Calorien) zum Kalkbrennen in continuirlichen Schachtöfen 10—12% des erbrannten Kalkes hinreichen. Leider hat diese Kohle den Nachtheil, dass sie durch rasch entwickelte intensive Hitze den Kalk und mehr noch den Cement verschlackt.

Für den vorerwähnten Kalkbrand im Feldofen sind auf 100 kg gebrannten Kalkes $\frac{273 \times 20}{54} = 101$ kg Holz, ungerechnet das Astholz, aufgewendet worden, was sich gegenüber dem theoretisch ermittelten Brennstoffverbrauche als eine Verschwendung von 60 kg Holz auf 100 kg gebrannten Kalk herausstellt.

Das Gewicht des in den Ofen eingebrachten Kalksteins wird im Mittel gewöhnlich mit 1800 kg und die Ausbeute an gebrannten Kalk mit 1000 kg per Raummeter; der Aufwand an Brennholz mit $^2/_5$—$^3/_4$, an Steinkohlen mit $^1/_4$—$^1/_5$ des Gewichtes des rohen Beschickungsmaterials angegeben. Diese Angaben können wohl als Anhaltspunkte zu Ueberschlägen im Groben dienen, doch nicht als Massstab für concrete Productionsverhältnisse, die genauere Ermittlungen zulassen und im Interesse des Producenten solche auch bedingen. Was den Brennmaterialaufwand betrifft, beziehen sich obige Angaben auf das Brennen in Feldöfen, bei welchen eine ökonomische Gebarung mit Brennmaterial von vorneherein ausgeschlossen ist.

Es braucht wohl nicht hervorgehoben zu werden, dass der Mehr- oder Minderaufwand an Brennstoff, namentlich der fossilen Kohlen, nicht nur von der Qualität derselben, sondern auch von der Brennvorrichtung und der sorgfältigen Wartung des Brandes abhängt. Ausführlicheres über die Feuerung mit fossilen Kohlen folgt im Abschnitte über hydraulische Kalke.

Eigenschaften des gebrannten Kalkes und Löschen desselben.

Der trockene reine kohlensaure Kalk verliert beim Brennen 43·7 Gewichtstheile Kohlensäure und liefert 56·3 Gewichtstheile Aetzkalk (Ca O). In der Praxis ist die Ausbeute dem Gewichte nach geringer, wenn der Kalkstein sehr feucht war; oftmal grösser, wenn er thonige Theile enthielt. Im Allgemeinen lassen sich für die Ausbeute beiläufig 50% veranschlagen, d. i. aus 100 kg Kalkstein 50 kg Kalk, wobei sich die Abnahme des Volumens auf 10—15% beläuft.

Der reine gebrannte Kalk ist weiss, durch Verunreinigungen mit Eisenoxyd, Thon, Alkalien etc. weissgrau, schmutzig weiss, graugelblich, gelblich weiss; er ist viel weicher, leichter und poröser, als der Rohkalk, aber noch hinreichend fest, um sich ohne Zerbröckeln transportiren zu lassen. Sein specifisches Gewicht ist — 1·45.

In Folge seiner Porosität saugt der gebrannte Kalk das Wasser ungefähr zu 18% seines Gewichtes mit Heftigkeit ein, wobei die in den Zwischenräumen befindliche Luft mit Geräusch entweicht. Nach wenigen Minuten, bei magerem Kalk oft viel später, erwärmt sich der voll Wasser gesogene Kalk und schwillt auf; die Bindung des Wassers geht von diesem Augenblicke an vor sich. Man sieht die Kalkstücke unter Knistern zerspringen, sich abblättern und unter Ausstossung von Dampf zerfallen, bis endlich das Ganze unter bedeutender Vermehrung seines Umfanges eine gleichförmige Masse eines schneeweissen, feuchten, zarten Pulvers (Kalkhydrat) bildet. In dieser Gestalt findet der Kalk in vielen Gewerben Anwendung.

Wird der Kalk mit soviel Wasser übergossen, dass die Kalksteine zum Theil eingetaucht sind, so geräth das überschüssige Wasser in lebhaftes Kochen und es bildet sich eine gleichmässige breiige Masse, Kalkbrei, wobei 100 Theile reiner Kalk 32 Theile Wasser aufgenommen haben.

Die Ursache der bedeutenden Wärmeentwicklung beim Löschen besteht darin, dass der Wasserstoff des Wassers an das Calciumoxyd gebunden wird, also ein Theil des Wassers in festen Zustand übergeht, wobei, wie bei jeder anderen chemischen Verbindung Wärme frei wird. Beispielsweise binden 3 kg gelöschter Kalk 1 kg Wasser (von 0° C), d. i. überführen dasselbe in einen festen Zustand.

Bei diesem Uebergange wird so viel Wärme frei, dass sie hinreicht, nahezu 1 kg Wasser zum Sieden zu bringen. Im Allgemeinen ist die Hitze umso bedeutender, je rascher sich der Kalk löscht, d. h. je reiner und je besser er gebrannt ist. Wenn man den Kalk mit nicht soviel Wasser löscht, als er zu binden vermag, so bildet er kein zartes, sondern ein sandiges, grobkrystallinisches Pulver, er ist „verbrannt“, durch Löschen „mager geworden“, und zu Luftmörtel nicht mehr tauglich. Es hat also seinen guten Grund, dass man den Kalk für Bauzwecke nicht zu Pulver, sondern gleich zu Brei löscht, wozu auf 1 Volumen Kalk 2—3 Volumina Wasser nothwendig sind.

Der Luft ausgesetzt, zerfällt gebrannter Kalk sehr langsam und ohne alle Erhitzung zu einem rauhen, groben, mit kleinen eckigen, ziemlich harten Stückchen untermischten Pulver, welches mit Säuren stark aufbraust. Der Kalk verwandelt sich dabei nie in reinen kohlensauren Kalk, selbst nach Jahren nicht. Es scheint daher die Bildung von kohlensaurem Kalke nur durch Zersetzung von Kalkhydrat vor sich zu gehen, bis ein Gleichgewichtspunkt zwischen der Anziehung des Wassers und der Kohlensäure zum Kalke eingetreten ist.

Nicht aller gebrannte Kalk zeigt, wie bereits erwähnt, beim Löschen ein gleichmässiges Verhalten; je reiner der Kalk, desto mehr Wasser verschluckt er, desto eher wird er zu Brei, gedeiht mehr und

verträgt mehr Sand. Kalke, welche durch das Löschen ihr Volumen mindestens verdoppeln, zählen zu den fetten, jene, welche beim Löschen eine geringere Raumvermehrung aufweisen, weniger Wasser aufnehmen, sich körnig, weniger schlüpfrig anfühlen und auch weniger Sand vertragen, zu den mageren.

Diese Eigenschaften der mageren Kalke werden durch die fremden Substanzen, Eisenoxyd, Thon, Kieselerde etc. veranlasst.

Der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein hat rücksichtlich des fetten und mageren Kalkes folgende Bestimmungen getroffen:

„Die gebrannten Kalke unterscheiden sich, je nach der chemischen und physischen Beschaffenheit des Kalksteines, durch ihr Verhalten gegen Wasser von einander, und zwar:

Entweder löscht sich der gebrannte Kalk durch Bespritzen mit Wasser unter Wärmeentwicklung, und zerfällt in ein feines Pulver, beziehungsweise mit mehr Wasser vermengt, verwandelt er sich in einen dünnflüssigen feinen Kalkbrei; oder es saugt der gebrannte Kalk das Wasser nur wie jeder poröse Stein in sich auf, ohne im Uebrigen eine Veränderung zu zeigen; mit andern Worten: er löscht sich nicht.

Die Grenze, bei welcher ein Kalkstein sich noch löscht, ist erfahrungsgemäss die, wenn er circa 18% in Salzsäure unlösliche Bestandtheile enthält; bei weniger löscht er sich, bei mehr löscht er sich nicht mehr.

Die gebrannten Kalke, welche sich löschen lassen, werden in fette und magere Kalke getheilt, die aber unmerklich in einander übergehen.

Der fetteste Kalk, der aus einem dichten kohlensauren Kalk erzeugt wird, vermehrt sein Volumen beim Löschen zu Kalkbrei auf das drei- bis vierfache, und selbst der magerste Kalk vermehrt sein Volumen noch mindestens um ein Viertel.

Fett wird der Kalk noch genannt, wenn er sein Volumen beim Ablöschen wenigstens verdoppelt.

Fettkalk (Weisskalk) gibt bei entsprechendem Sandzusatz einen Mörtel, welcher an trockener Luft nach einer gewissen Zeit erhärtet, wobei die Erhärtung unter dem Einflusse der Atmosphäre, von der Oberfläche ausgehend, nach und nach, auch in das Innere des Mörtels eindringt. An feuchten Orten findet die Erhärtung nicht statt, und im Wasser löst sich dieser Mörtel auf.

Magerer Kalk gibt unter denselben Umständen wie der Fettkalk einen Mörtel, welcher rascher und vollständiger wie jener erhärtet, aber nicht so ergiebig ist.

Je nachdem im mageren Kalke fremde Beimengungen, insbesondere Verbindungen von aufgeschlossener Kieselsäure enthalten

sind, ist das Verhalten im Mörtel verschieden. Jene mageren Kalke, welche, innerhalb der Grenze, wo sie sich noch löschen lassen, in der Verwendung zu Mörtel, nach einer gewissen Zeit hydraulische Eigenschaften annehmen, werden hydraulische Kalke genannt."

Für das Löschen des Kalkes, sowie für die Mörtelbereitung taugt jedes trinkbare Wasser, vortheilhafter ist jedoch Regenwasser oder Flusswasser. Meerwasser oder Wässer mit bedeutendem Gehalt an Chlorverbindungen, Säuren, kohlensauren Salzen und Ammoniakverbindungen sind nicht zu gebrauchen.

Je eher das Löschen nach dem Brande stattfindet, desto besser, da dadurch dem Kalke die Gelegenheit benommen wird, aus der Luft die Feuchtigkeit anzuziehen und zu „zerfallen", „abzustehen".

Müsste der Kalk ungelöscht längere Zeit liegen bleiben, so darf der Aufbewahrungsort nicht feucht oder nass sein.

Das Löschen durch Einsumpfen ist das gewöhnliche und für Baukalk geeignetste Verfahren.

In den gegen die Kalkgruben etwas abhängig gelegten Löschkasten wird die angemessene Menge Kalk geschüttet und soviel Wasser darauf gegossen, dass die Kalkstücke zum Theil eingetaucht sind. Der Kalk fängt alsbald an, unter Geprassel zu zerspringen, verursacht einen starken Dampf und das noch nicht eingesaugte Wasser geräth in lebhaftes Sieden.

Sobald dieses vorüber ist und die Steine zu zerfallen anfangen, werden sie mittels der Kalkkrücke gut durcheinander gearbeitet und gerührt, während dessen allmälig noch so viel Wasser zugegossen wird, bis die Kalkmasse zu einem dünnen flüssigen Teig, einem fetten Rahm gleich geworden, worauf dieselbe in die Grube abgelassen wird.

Finden sich beim Rühren im Löschkasten Stücke, todtgebrannter Kalk, so müssen diese sorgfältig entfernt werden. In der Grube erlangt der Kalk erst vollständig seine Güte, indem sich nachträglich die trägeren Kalktheile löschen, dass überschüssige Wasser entweder gebunden wird oder verdunstet und dadurch die Masse eine gleichartige zähere, fettere und speckigere Consistenz annimmt. In diesem Zustande ist der Kalk zum Verbrauch geeignet, und kann sich, mit einer Lage Sand überdeckt, jahrelang unverändert erhalten.

Das angedeutete, jedem Maurer und Maurergehilfen bekannte Löschverfahren und das Ruhenlassen des eingesumpften Kalkes vor dem Verbrauch hat einen doppelten Zweck.

Einerseits wird dadurch der Gefahr vorgebeugt, dass noch ungelöschte Kalktheile in den Mörtel gerathen, welche die Erhärtung des Mörtels beeinträchtigen und das, besonders im Mörtel zum Verputz

unliebsame „Ausblühen“ veranlassen; anderseits wird der Vorrath an gebranntem Kalk, welcher für einen Bau rechtzeitig zur Stelle sein soll, vor schädlichen atmosphärischen Einflüssen am vortheilhaftesten und sichersten gewahrt.

Die Volumvermehrung des gelöschten Kalkes gegen den frischgebrannten, d. h. das „Gedeihen“, „Wachsen“ hängt ebenso sehr von der Art des Löschens, als von der Reinheit des Kalkes ab. Wird z. B. der Kalk nur kurze Zeit in einem Korbe im Wasser untertaucht, so dass er sich zu Pulver löscht, und dieses nachher mit mehr Wasser zu Teig angemacht, so ist die Vermehrung höchstens zwei Volumen; ist der Kalk vorher an der Luft zerfallen und dann zu Brei gelöscht, so gibt er höchstens nur 1·5 Volumen, beim Löschen durch Einsumpfen hingegen ist die Ergiebigkeit an Kalkbrei die grösste.

Vom Luftmörtel.

Mörtel ist bekanntlich mit Sand gemengter Kalkbrei. Der aus gelöschtem Aetzkalk bereitete, welcher an der Luft erhärtet, dagegen im Wasser lose bleibt, heisst zum Unterschiede vom hydraulischen auch „Luftmörtel“.

Der Kalkbrei erhärtet zwar auch an der Luft ohne allen Zusatz, doch nur zu einer mürben Masse von geringem Zusammenhange, daher er ledig als Bindemittel nicht verwendbar ist. Dagegen werden durch Vermengung mit körnigen steinartigen Substanzen — dem Sande — dessen Zwischenräume der Kalkbrei ausfüllt, die vielen Berührungspunkte geschaffen, wodurch der Mörtel die Fähigkeit erhält, an den Mauersteinen zu haften.

Die Wirkung des Luftmörtels beruht sonach in erster Linie auf der Adhäsion, mittelst welcher die durch den Kalkbrei aneinander geklebten Sandkörner sich fest unter einander und an die Oberfläche der Mauersteine anlegen.

Mit dem zunehmenden Trockenwerden des Mörtels wächst auch die Adhäsionskraft. Wohl erleidet der Mörtel im Laufe der Zeit eine chemische Veränderung, welche der Adhäsion zu Statten kommt, jedoch tritt dieselbe so spät und allmälig ein, dass darauf als einen Factor der Mörtelfestigkeit zur Zeit des Baues nicht gerechnet werden kann.

Bleibt ferner gelöschter Kalk an der Luft sich selbst überlassen, so trocknet derselbe unter Aufnahme von Kohlensäure ein, und verringert dabei sein Volumen; wird aber der Kalkbrei mit Sand vermengt, so findet das Schwinden, die Volumenverminderung nicht statt.

Demnach sind Adhäsion und Volumenbeständigkeit der Grund des Sandzusatzes.

Wenn es anginge, die Mauersteine derart glatt zu bearbeiten, dass zur vollen Ausfüllung der Fugen nur eine sehr dünne Schichte Kalkbreies erforderlich wäre, so wäre auch der Sandzusatz entbehrlich; die Flächen der Ziegelsteine und auch der behauenen Steine sind aber stets so rauh und unregelmässig, dass beim Aufeinanderlegen derselben einige Millimeter weite, bei Bruchsteinen sogar mehrere Centimeter starke Fugen bleiben. Kalk für sich, zwischen diese Fugen gebracht, würde daher Millimeter oder Centimeter starke Schichten bilden, die sehr langsam trocknen und nur eine lose Bindung vermitteln würden. Durch Sand wird Kalkbrei hingegen in eine grosse Anzahl dünner Schichten zertheilt oder eigentlich in die Zwischenräume des Sandes gewiesen, wo er dicht bei einander stehende Anhaftungsflächen findet, um die Kittung von Sandkorn zu Sandkorn auf die Steine zu übertragen. Der Mörtel wirkt hier ähnlich wie der Leim.

Selbst der beste Fettmörtel, wenn er rasch z. B. auf dem Ofen etc. getrocknet wird, erhärtet gar nicht, sondern bleibt zerreiblich und locker.

Somit ist die Vermittlung der Feuchtigkeit zum Erhärten des Mörtels an der Luft nothwendig, wenngleich derselbe unter Wasser getaucht, lose bleibt und nicht bindet.

Aus dem Vorangeschickten ergeben sich die Regeln für die Bereitung eines guten Luftmörtels und für den Vorgang bei dessen Verwendung.

Die Güte des Mörtels hängt nicht allein von der Güte des Kalkes, des Wassers, des Sandes und von deren richtigen Mischungsverhältnissen, sondern auch von der innigen Vermengung dieser Materialien ab.

Enthält der Mörtel, wenn er mit der Schaufel oder Maurerkelle durchschnitten wird, keine weissen Kalktheilchen oder kalkige Streifen, und hat er durchaus einerlei Farbe und Dichtigkeit, so ist er gut angemacht.

Tüchtiges Durcharbeiten der Mörtelmasse sowohl bei der Bereitung als unmittelbar vor dem Verbrauche bewirkt, dass die Sandkörner sich mit Kalkbrei vollständig umhüllen und den oben erwähnten Zweck erfüllen. Auch soll nicht mehr Mörtel bereitet werden, als in einem Tage aufgearbeitet werden kann, da durch das längere Liegenlassen an der Luft ein Theil des Wassers verdunstet und ein Erhärten des Mörtels durch Anziehen von Kohlensäure erfolgen könnte.

Um dem zu schnellen Austrocknen des Mörtels, wodurch der Erhärtungsprocess gestört würde, namentlich in der wärmeren Jahres-

zeit vorzubeugen, soll eine hinlängliche Benetzung der Mauersteine unmittelbar vor der Vermauerung nicht unterlassen werden. Dies ist insbesonders bei Ziegeln zu beachten, die trocken stark Wasser einsaugen, wodurch dem Mörtel die zu dessen Wirksamkeit erforderliche Feuchtigkeit zu rasch entzogen werden würde.

Reiner Quarzsand ist allen andern Sandarten vorzuziehen. Er ist aber nicht überall zu haben und muss man sich dann auch mit anderen Sandarten behelfen, die durch Verwitterung verschiedener Gesteinsarten oder durch mechanische Einwirkungen (z. B. durch Fuhrwerke zerriebener Strassenschotter) entstanden sind. Jeder Sand soll aber möglichst frei von Thon, Humus und organischen Bestandtheilen sein.

Fühlt sich der Sand beim Drücken und Reiben scharf an, so dass man fast die einzelnen Körner spürt und lässt er beim Wegwerfen aus der Hand keinen Staub und keine Unreinigkeit zurück, so wird er für gut gehalten.

Je eckiger und weniger abgerundet die Sandkörner sind, desto besser ist der Sand, da die Zwischenräume des eckigen geringer sind, und daher deren Ausfüllung durch den Kalkbrei in dünneren Schichten erfolgt.

Rücksichtlich der Grösse des Korns unterscheidet man: sehr groben Sand oder Grand über Linsengrösse, groben Sand, Linsen- bis Hirsegrösse, feinen Sand unter Hirsegrösse.

Mit allzufeinem Sand wird der Mörtel zu dicht und der Luftzutritt dadurch zu sehr gehindert. Der grobe Sand, besonders wenn er eckig und scharf ist, lässt sich noch gut brauchen.

Bei sehr grobem Sand, Grand, sind die zu grossen mit Kalkbrei ausgefüllten Zwischenräume der Adhäsion abträglich. Dem wird, namentlich, wenn mit unregelmässigem Bruchstein gemauert wird, dadurch abgeholfen, dass dem Grand feiner Sand beigemischt wird.

Für Mörtel, der dazu bestimmt ist, als dünne Schichte die Oberfläche der Wände etc. zu bekleiden, taugt nur der feinere Sand.

Von grosser Wichtigkeit ist das richtige Verhältnis zwischen Kalk und Sand, und hängt die Güte und Festigkeit des Mörtels davon mehr ab, als von jedem anderen Umstande. Fehler gegen ein gutes Mischungsverhältnis werden nie wieder gut gemacht.

Im Allgemeinen soll der Kalkbrei hinreichen, alle Sandkörner an einander zu kitten, dabei aber zwischen den Sandkörnern auf die möglichst geringste Masse beschränkt bleiben. Also wäre für eine gegebene Menge Sand nicht mehr Kalk zu nehmen, als der Sand, ohne sein Volumen zu vermehren, in sich aufnehmen kann.

In der Praxis pflegt man auf 1 Volumen steifen Kalkbrei 3—4 Volumentheile (ungefähr 6 Gewichtstheile) Sand zuzusetzen, wenn der Kalk fett oder sehr fett ist; magerer Kalk (löschbarer hydraulischer Kalk), den man gewissermassen als schon mit einem Theile Sand versetzt betrachtet, verträgt nur 1—2 Volumentheile Sand.

Es gibt jedoch auch magere Kalke (löschbare hydraulische Kalke) in Oesterreich-Ungarn, welche bis 6 Volumentheile und bei Betonirungen auch bis 8 Volumentheile Sand mit Rieselschotter gemengt gut vertragen, auf welchen Gegenstand wir noch zurückkommen werden.

Wenn auch der Luftmörtel schon nach einigen Tagen oder wenigen Wochen hinreichend anzieht, trocken wird, um einer Mauer die erforderliche Stabilität zu verleihen, so schreitet doch die Erhärtung so langsam und so allmälig fort, dass sie ihren Höhepunkt — wenn sich das Mauerwerk gleichsam wie aus einem Steinstück hergestellt gestaltet hat — nicht nach Jahren, sondern erst nach Jahrhunderten erreicht. Die scheinbar so überwiegende Güte des Mörtels der alten Bauten gegenüber den neueren beruht lediglich in dem beträchtlichen Vorsprunge an Erhärtungszeit zu Gunsten der ersteren; da sich kein wesentlicher Unterschied in der Mischung der Bestandtheile des Mörtels nachweisen lässt. Wenn man also auf der einen Seite sieht, dass alte Bauwerke nur mit Pulver oder Dynamit demolirt werden können, wenn man sieht, dass durch die Gewalt des Pulvers von einem Thurme des Heidelberger Schlosses eine Hälfte abgesprengt und ungeborsten auf der Erde liegt, oder wenn man die alten von den Römern erbauten, dem Anscheine nach Festungsmauern bei Alt-Ofen oder die Mauernfragmente einer bestandenen grossen Römerstadt bei Szöny unweit Komorn betrachtet, so darf man anderseits nicht vergessen, dass bei vielen alten Bauten auch das Gegentheil stattgefunden und nur eben das Feste und Dauerhafte dem Zahn der Zeit getrotzt hat, während das Schwache und Unhaltbare längst untergegangen ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass unser Zeitalter in einer späteren Zukunft geradeso ein Muster des soliden Baues sein wird, als es das Mittelalter und die Griechen und Römer für die Jetztzeit sind, hat mehr Gründe für als wider sich, da ja dem heutigen Bauen, welches das Beste aus den Ueberlieferungen und Erfahrungen zu verwerten bestrebt ist, die Absicht nicht abgesprochen werden kann, Dauerhaftes der Nachwelt zu hinterlassen.

Die Erhärtung des Mörtels durch den Einfluss der Luft ist eine nicht so leicht zu erklärende Erscheinung. Man hat sogar darüber gestritten, ob sie eine Folge bloss physikalischer (mechanischer) oder allein chemischer Wirkungen sei. Jedenfalls haben daran beide Factoren zugleich Antheil.

Die Umwandlung des Kalkes (CaO, H_2O) in kohlensauren Kalk (CaO, CO_2) schlechthin kann nicht die Hauptsache der Erhärtung sein; denn erstens zieht der Kalk an der Luft nur die Hälfte Kohlensäure an zu $CaO, CO_2 + CaO, H_2O$ und zweitens ist es bekannt, dass selbst bei den festesten alten Mauern der Kalk im Inneren noch kaustisch, d. h. kohlensäurefrei ist.

Als man in Dresden zum Zwecke eines Theaterbaues einen Theil der sehr starken Festungsmauer, welche vor 300 Jahren erbaut wurde, wegsprengte, benutzte Petzhold die Gelegenheit, den Mörtel zu untersuchen. Ein Theil davon grob zerstossen, mit Wasser übergossen, gab eine Flüssigkeit (Kalkwasser), die stark alkalisch reagirte. Folglich war noch ätzender Kalk vorhanden. Kalte Salzsäure zersetzte den Mörtel unter starkem Aufbrausen; nach 10 Minuten bildete die Lösung eine starke Gallerte, ein Beweis, dass ein Theil des Kalkes an Kieselerde gebunden war. Ein ganz gleiches Verhalten zeigte Mörtel eines 100 Jahre alten Hauses.

Folgendes ist das Ergebnis einer Analyse beider Mörtel:

	300jähriger Mörtel	100jähriger Mörtel
Sand (in Salzsäure ungelöst bleibend) . .	69·1	79·8
Kieselsäure (Gallerte bildend)	6·2	2·1
Thonerde	0·4	0·016
Eisenoxyd	1·4	0·16
Kalk (CaO)	4·2	4·3
Wasser und Kohlensäure	18·7	13·6
	100·0	99·9

Es ergibt sich daraus zuvörderst, dass in diesen Proben das Verhältnis von Kalk zu Sand dasselbe ist, wie noch heutzutage; denn 4·2 Kalk entsprechen 14 Gewichtstheilen Kalkbrei, auf welchen im älteren Mörtel 69 Sand, d. i. das 5fache, im jüngeren 79·8 Sand d. i. das $5\frac{1}{2}$fache des Kalkes kommen.

Es ist zu bedauern, dass Petzhold unterlassen hat, die an den Kalk gebundene Kohlensäure zu bestimmen, weil man daraus einen sicheren Massstab gewonnen hätte für den Einfluss, welchen die Kohlensäuerung des Kalkes auf die Erhärtung ausübt.

Dagegen enthalten die obigen Zahlen das Mass für eine andere chemische Thätigkeit, der die Mitwirkung auf das Festwerden des Mörtels nicht abgesprochen werden kann. Es betrifft dies die Menge der gallertartigen Kieselerde, d. h. das Vorhandensein von Kalksilicat im Mörtel. Wenn auch ein Theil dieser Kieselerde ursprünglich mit der Thonerde verbunden, als Thon im Kalke vorhanden war, also

schon beim Brennen durch den Kalk in Säuren löslich wurde, so ist doch offenbar davon viel mehr vorhanden, als es der Verbindung der Kieselerde mit der Thonerde entspricht; denn der gebrannte Kalk von Maxen (von wo Dresden seinen Kalk von jeher bezog) enthält nur: 1·3% Sand, 2·6% Kieselerde, 2·1% Eisenoxyd, 0·15% Thonerde und 93·85% Kalk, so dass auf die 4·2 Theile Kalk in dem Mörtel höchstens 0·12% lösliche Kieselerde kommen. Es spricht für die Bildung eines Kalksilicates auf nassem Wege schon der Umstand, dass in dem 300jährigen Mörtel dreimal mehr lösliche Kieselerde enthalten ist, als in dem 100jährigen.

Die allmälige Erhärtung des Weisskalkmörtels hängt auch noch von anderen als chemischen Ursachen ab, so von der Krystallisation des Kalkhydrats. Die Feuchtigkeit des frischen Mörtels ist nicht ein blosses Wasser, sondern eine Kalklösung. Mit dem Austrocknen, also Verdunsten des Wassers, legt sich der gelöste Kalk nach und nach in sehr kleinen Krystallen an die Umgebung an. Diese Krystalle sind zwar spröde, so dass sie beim Biegen leicht zersplittern, sie vermögen aber einer Kraft, welche ausschliesslich zerreissend wirkt, einen ungleich kräftigeren Widerstand zu bieten. Sind also die Oberflächen, woran solche Kalkkrystalle haften, sehr genähert, so wird eine Kraft, die zu trennen strebt, an einem kurzen Hebel thätig sein und folglich mehr in einer Richtung jene Krystalle zu zerbrechen streben, in der sie gerade den grössten Widerstand leisten.

Da, wo die Feuchtigkeit des Mörtels mit der Luft zusammenkommt, also nach aussen zu, schlägt daraus die Kohlensäure den Kalk nieder und zwar ebenfalls in kleinen Krystallen, mit denen es sich ähnlich wie mit den Kalkhydratkrystallen verhält. Das ausgeschiedene Wasser nimmt neuen Kalk auf, führt diesen ebenfalls der Kohlensäure zu und so fort, so lange noch Feuchtigkeit vorhanden ist.

Alles zusammengefasst ist anzunehmen, dass die Erhärtung keiner der erwähnten Ursachen ausschliesslich zukommt, sondern von allen zugleich bedingt wird, aber so, dass die Kalksilicatsbildung und die Krystallisation das successive Festwerden und Versteinern die Anziehung der Kohlensäure dagegen das schnelle Erstarren bewirkt.

Beim Anziehen der Kohlensäure aus der Luft wird ein äquivalenter Theil Wasser aus dem Kalkhydrat abgeschieden, welcher zur Feuchtigkeit der Wände neuerbauter Häuser und neubeworfener Wohnräume beiträgt. Ein Quadratmeter 2½ cm starker Kalkmörtelverputz wiegt über 40 kg und enthält, je nach dem Sandzusatz bis 2 kg Kalk (Ca O), nicht Kalkbrei, an welchem nahezu ¾ kg Wasser gebunden sind, mithin macht dies bei einem Zimmer von 60 Quadratmetern Verputzfläche schon 45 kg Wasser aus. Da mörtelfeuchte Wohnungen der Gesund-

heit schädlich sind, pflegt man, um die Bewohnbarkeit rascher zu ermöglichen, die frisch verputzten Wandflächen durch Kohlenfeuer zu trocknen.

Das Ausheizen neuer Wohnräume mit offener Holzkohlen- oder Coksfeuerglut — namentlich jener Räume, deren Verputz aus Weisskalkmörtel hergestellt wurde, beruht darauf, dass durch die in offenen Becken entzündeten Holzkohlen oder Coks, Kohlensäure entwickeln, die sich mit dem Aetzkalke des Mörtels verbindet und dadurch das an denselben chemisch gebundene Wasser freimacht. Dabei sollen Thüre und Fenster geschlossen bleiben, jedoch die Vorsicht nicht ausser Acht gelassen werden, dass bei Betretung solcher Räume, — weil das Kohlenoxydgas und die Kohlensäure betäubend, ja tödtlich auf die Athmungsorgane eines Menschen einwirken, — früher eine Lüftung dieser Localitäten vorgenommen werden muss.

Sollen aus Cement- oder Albolith-Cementkalk hergestellte Räume — in denen naturgemäss nur eine geringe Menge Feuchtigkeit vorhanden ist — durch Heizen ausgetrocknet werden, so wendet man bei ebenfalls geschlossenen Fenstern und Thüren besser von innen heizbare Oefen an. Für Luftwechsel ist in diesem Falle nicht besonders Sorge zu tragen, da dieser durch den Zug im Ofen vermittelt wird.

Eine alte, von Guyton und Carny angewendete Methode, um Soda aus Kalk und Kochsalz zu gewinnen, besteht darin, dass Kalk und Kochsalz gemengt eine Zeit lang liegen gelassen werden, bis sich Auswitterungen von kohlensaurem Natron zeigen. Dieser für die gegenwärtige Sodafabrikation nicht brauchbare Vorgang beweist, dass Kalk oder Mörtel nicht mit Wasser angemacht werden darf, welches Kochsalz enthält, weil dadurch nicht bloss kohlensaures Natron, sondern auch Chlorcalcium entstehen, die als leicht zerfliessliche Salze die Wände und Mauern feucht machen und Lockerheit des Mörtels bewirken. Die Ausschliessung kochsalzhältigen Wassers gilt jedoch nur für Bauten, welche mit Salzwässern nicht in Berührung kommen; für Meeresbauten hingegen, namentlich bei Anwendung von Albolith-Cementkalk ist gerade das Meerwasser das bestgeeignete, was später nachgewiesen werden wird.

Es ist ferner bekannt, dass, wenn stickstoffhältige Substanzen, Urin, Düngerjauche etc. an Mauern in Fäulnis übergehen, der Kalk im Mörtel auch leicht eine Salpeterbildung einleitet.

Wo flüssigen Zersetzungen und Auflösungen thierischer Excremente, der Abfälle von Haushaltungen und Schlächtereien, den Spülwässern aus Häusern und Fabriken, der Mistjauche, dem Inhalt von Gossen und dergleichen Unrathe mehr Gelegenheit gegeben ist, ober- und unterirdisch (durch Infiltration des Erdreiches) an und in die Mauern zu dringen, sieht man, wie der Mörtelverputz nach und nach

zerfressen wird, sich mit schneeartigen, weissen, krystallinischen Ausblühungen bedeckt, und wie die Zerstörung des Mörtels und auch der Mauersteine (wenn solche den Salzen und Säuren nicht widerstehen), falls nicht Abhilfe getroffen wird, immer mehr und mehr um sich greift.

Diese Erscheinung, welche so schädigend auf das Mauerwerk wirkt, trägt den zutreffenden Namen „Salpeterfrass".

Schädliche Auswitterungen bilden sich aber auch in Folge anderer, als der erwähnten Einflüsse. Es ist nämlich nachgewiesen, dass noch häufiger durch die im Kalkstein befindlichen schwefelsauren und kohlensauren Alkalien oder durch die aus dem Brennstoffe in den Kalk übergegangenen, dem Mörtel abträgliche Verbindungen, Verwitterungen und Zersetzungen herbeigeführt werden.

Man gelangt daher zum Schlusse, dass zur möglichsten Vermeidung der Auswitterungen und des Mauerfrasses vornehmlich in Gasöfen oder Flammenöfen erbrannte Kalke, die ausser Berührung mit dem Brennmaterial bleiben, zu Luftmörtel in Verwendung kommen sollten.

Häufig kommen bei den im Baue begriffenen Gebäuden an den Mörtelfugen weisse, mehlige, oft krystallinische Anflüge zum Vorschein; diese bestehen meistens aus: schwefelsaurem Natron, kohlensaurem Natron, Chlornatrium, kohlensaurem Kali und Chlorkalium.

Solche Anflüge verlieren sich jedoch in kurzer Zeit, oder können durch Abwaschen mit Wasser, welchem man circa $^1/_2\%$ Salzsäure zugesetzt hat, entfernt werden.

IV.

Gyps.

Chemische Zusammensetzung und die verschiedenen Arten des Gypses.

Wie im vorhergehenden Capitel die Verbindung des Kalkes (Calciumoxydes) mit Kohlensäure, so wird in der nachstehenden Abhandlung die Verbindung dieses Oxydes mit Schwefelsäure als schwefelsaurer Kalk dargestellt. Die reine, wasserfreie Verbinbung bildet den Anhydrit, und die wasserhältige den Gyps.

Im allgemeinen Sinne jedoch zählt man den Anhydrit ebenfalls zu den Gypsarten. Der Gyps ist, wie bereits bemerkt, eine Verbindung des schwefelsauren Kalkes mit Wasser, er enthält nämlich 79 Theile schwefelsauren Kalk auf 21 Theile Wasser, oder 1 Aequivalent des ersteren auf 2 Aequivalente Wasser ($CaO\,SO_3 + 2\,H_2O$). Diese zwei Aequivalente Wasser sind jedoch auf verschiedene Weise an den Gyps gebunden, und spielen dem entsprechend auch eine sehr verschiedene Rolle. Während das eine Aequivalent Wasser gewöhnliches Krystallwasser ist, kommt das andere Aequivalent als salinisches Wasser vor, d. i. ein Wasser, das auch durch Salze vertreten sein kann. Dieser Umstand erklärt die verschiedenen Eigenthümlichkeiten im Verhalten, beziehungsweise die Gattungen der Gypse.

Folgende Gattungen seien hier aufgezählt:

1. Der reine Gyps, bestehend aus:

33% Kalkerde,
46% Schwefelsäure und
21% Wasser
100%, und zerfällt in:

a) Blättriger Gyps (Fraueneis, Marienglas, Selinite) begreift die deutlich krystallisirten und grösser individualisirten Massen; die Krystalle sind theils einzeln, oft in freien Krystallgruppen im dichten Gyps oder Thon eingewachsen, theils zu aufgewachsenen Gruppen und Drusen versammelt.

b) Faseriger Gyps; in Lagern und Trümmern von gerad- oder krumm-, doch immer parallelfaseriger Textur, zumal in der Gypsformation.

c) Körniger bis dichter Gyps; schuppig, grobkörnig, bis sehr feinkörnig und dichte Zusammensetzung der Gesteine der meisten Gypsformation bildend.

Der bekannte zu Bildhauerarbeit dienende Alabaster ist eine weisse, durchscheinende Art davon, die sich bei ihrer grossen Weichheit leicht mit dem Messer schneiden und abdrehen lässt.

d) Schaumgyps; staubartige oder fein schuppige, schwach schimmernde, lose oder wenig verbundene Theile.

2. Der Anhydrit ist gänzlich frei von Wasser und besteht aus:

58·5% Schwefelsäure,
41·5% Kalkerde.

Varietäten dieser Gattung sind:

a) Spatiger Anhydrit. Eine krystallisirte und gross- bis grobkörnig zusammengesetzte Varietät mit noch erkennbarer Theilung.

b) Strahliger Anhydrit. Stängliche Zusammensetzungsstücke.

c) Feinkörnig und dichter Anhydrit. Entsteht aus Varietät a) bei abnehmender Grösse der Individuen, kommt gewöhnlich auf Lagerstätten des Steinsalzes und Gypses und in deren Begleitung vor; oft auch in den Thonmassen, die jene Mineralien einschliessen oder begrenzen, ebenso auf einigen Lagern und Gängen mit mancherlei Schwefelmetallen. Ausser andern findet er sich in Kapnik (Siebenbürgen) auf dem Ungarner Stollengang. Der sogenannte Gekrösstein kommt im Thon der Salzlager in Wieliczka und Bochnia (Galizien) vor.

3. Der Polyhalit, von mehr bitterem als salzigem Geschmack und im Wasser unter Abscheidung von Gyps leicht löslich.

Seine Bestandtheile sind:

Schwefelsaure Kalkerde	44·8%
„ Magnesia	20·4%
Schwefelsaures Kali	27·8%
Chlornatrium	0·2%
Eisenoxyd	0·4%
Wasser	6·5%
	100·0%

4. Der Glauberit, welcher nach Brongniart aus:

49% schwefelsaurem Kalk und
51% schwefelsaurem Natron besteht.

Anwendung des Gypses.

Von diesen aufgezählten Gattungen werden nur die ersteren zwei, gebrannt und ungebrannt, zu Bau- und Bildhauerzwecken sowie in der Landwirtschaft verwendet.

In der Bau- und Bildhauerkunst ist seine Anwendung als Alabaster und zu Abgüssen, sowie seine Anwendung zur Bereitung einer mörtelartigen Masse von grosser Bedeutung. Bezüglich dieser Verwendungsarten ist es zum richtigen Verständnis der Technik des Gypses unumgänglich nothwendig, sich mit seinem Verhalten zum Wasser vertraut zu machen, welcher Umstand in dem folgenden Absatze eingehender besprochen wird.

In der Landwirtschaft spielt der Gyps im ungebrannten Zustande als Dünger eine grosse Rolle. Einerseits enthält er selbst wichtige Nahrungsmittel für die Pflanzen, namentlich für Hülsenfrüchte, weiters befördert er die Blattbildung und unterdrückt die Blüthenbildung, daher seine vortreffliche Verwertung als Dünger für Klee und Futterkräuter; anderseits ist seine Wirkung auf den Boden insoferne sehr vortheilhaft, weil er die Kalisalze aufschliesst und selbe in löslicher Form den Pflanzen zuführt. In Folge seines Bindungsvermögens des Ammoniaks und der Ammoniumcarbonate wird er auch auf Stalldünger gestreut, um das Verdunsten des Ammoniaks zu verhindern.

Eine weitere Verwendung des Gypses, nämlich die als Zersetzungsmittel in chemischen Fabriken, welche Verwendungsart bloss auf dem chemischen Bestande des Gypses beruht, kommt der Tendenz dieses Werkes entsprechend, hier nicht weiter in Betracht.

Ueber die Anwendung des Anhydrits sei bemerkt, dass derselbe wohl zu architektonischen Verzierungen verwendet wird, weil er im rohen Zustande eine schöne Politur annimmt, zu technischen Zwecken jedoch nicht verwertet werden kann, weil er mit Wasser keine erhärtende Masse bildet.

Ueber die Erstellung eines brauchbaren Gypsmateriales aus Anhydrit theilt Herr Anton Volly, Geschäftsführer der Puchberger Gypsfabrik dem Verfasser folgendes mit: „Bei meinen Versuchen, den Anhydrit in Gyps überzuführen, habe ich den Anhydrit gepulvert, mit einer schwachen Alaunlösung behandelt, nach einigen Tagen die Masse durch Abdampfen getrocknet und theils im Gypsofen theils in Retorten gebrannt. Die Resultate waren zufriedenstellend. Auch ungebrannter Anhydrit erhärtet bekanntlich, wenn derselbe mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kali angerührt wird. Aetzkali oder kohlensaures Kali wirkt in derselben Weise. Es scheint somit, dass das Ueberführen des Anhydrits in Gyps in der Gypsfabrik bei Hallein auf diese Art stattfindet.“

Eigenschaften des Gypses.

Der Gyps löst sich in beiläufig 400 Theilen Wasser und wird diese Löslichkeit durch Temperaturserhöhungen nicht beeinflusst. Im kochsalzhältigen Wasser löst er sich viel leichter (schon in 122 Theilen) als im reinen, woraus sich auch das reichliche und störende Vorkommen desselben in den Salzsohlen erklärt.

Es ist wahrscheinlich, dass der Gyps späterer Bildungen, wie z. B. die Gypsablagerungen in Nieder-Oesterreich, sich nach und nach aus Wasser niedergeschlagen hat, während in anderen Fällen derselbe aus dem Zusammentreffen von Schwefelsäure — z. B. aus verwitterten Schwefelkiesen — mit kohlensaurem Kalk entstanden sein mag.

Die fremden Beimengungen des Gypses bestehen zumeist nur im kohlensauren Kalk und Thon und wenn solche in geringen Mengen vorkommen, so üben sie auf die Qualität des Gypses keinen Einfluss aus.

Um den Gehalt des Gypses an kohlensaurem Kalk, Thon, Eisenoxyd festzustellen, wird der bei Kalk Seite 88 angeführte Vorgang der chemischen Untersuchung angewendet, wobei zu bemerken ist, dass der Gyps durch Kochen in kohlensauren Alkalien vollkommen lösbar ist.

Im luftleeren Raume über Schwefelsäure auf 100° C erwärmt, verliert der Gyps die Hälfte seines Wassers, das Krystallwasser nämlich und es bleibt $CaO, SO_3 + H_2O$. Bei weiterer Temperaturserhöhung fängt auch das salinische Wasser an wegzugehen und entweicht vollständig noch unter 150° C. Etwas anders verhalten sich die Dinge in freier Luft; der Gyps verliert nämlich an der Luft, bei 100° fast noch gar nichts von seinem Wasser, allein schon bei einer geringen Entfernung über 100° beginnt das Entweichen desselben, ist aber nicht vollendet, ehe man nicht 133° C erreicht hat. Gyps, aus dem man das Wasser bei dieser Temperatur entfernt, zieht, wenn er auf's neue mit Wasser zusammengebracht wird, dasselbe mit grosser Kraft wieder an, indem er in die ursprüngliche Verbindung $CaO, 2\,H_2O$ zurückkehrt. Diese Bindung von Wasser findet schon nach wenigen Minuten statt und zwar, wenn man das passende Verhältnis nicht überschritten hat, unter bemerklicher Wärmeentwicklung.

Wenn der Gyps vor oder nach dem Entwässern gepulvert war, so erstarrt das Pulver, mit Wasser zusammengerührt, rasch zu einer porösen erdigen Masse, welche die Form des Gefässes annimmt, worin sie sich befindet. — Auf diesem Umstande beruht auch die Anwendung des Gypses zum Bildgiessen und zu Mörtel. Es ist jedoch ausdrücklich zu bemerken, dass der Gyps, auf eine Temperatur erhitzt, die zwischen 133° (wo er alles Wasser ver-

loren hat) und seinen Schmelzpunkt liegt, seine Fähigkeit, Wasser anzuziehen und zu erhärten, auf immer verliert.

Er verhält sich in diesem Falle, wie der natürliche wasserfreie Gyps oder Anhydrit, welchem die Erhärtungsfähigkeit ebensowenig zukommt, als der obenerwähnten Verbindung $CaO, SO_3 H_2O$ oder krystallwasserfreien Gyps. Es ist wahrscheinlich, dass die Abweichung im Verhalten des gutgebrannten Gypses und des Anhydrits in einer Molecularverschiedenheit liegt.

Das Brennen, Entwässern des Gypses.

Die Entwässerung oder das Brennen des Gypses und das Anmachen mit Wasser sind zwei Hauptpunkte, welche zuerst erörtert werden müssen.

Die ganz feinen und reinen Sorten Gyps zum Giessen und zu Stuccaturarbeiten pflegt man im Auslande ungebrannt, als feines Pulver in den Handel zu bringen.

Im Inlande wird der rohe Gyps für obige Zwecke früher gemahlen und dann in Kesseln (Fig. 6 der lith. Tafel), deren Beschreibung weiter unten folgen wird, entwässert. Praktische Bildhauer und Gypsgiesser ziehen es als den sichersten Weg vor, das Brennen, worauf sehr viel ankommt, selbst zu besorgen, umsomehr da die Sache an und für sich der niederen dazu erforderlichen Temperatur wegen ungemein erleichtert ist. Es genügt nämlich, das Gypspulver in einem reinen Metallkessel über einem sehr mässigen Feuer zu erhitzen. Nach einiger Zeit sieht man eine Bewegung eintreten; die Masse im Kessel, von dem allenthalben sich entwickelnden Wasserdampfe gleichsam in der Schwebe gehalten, stellt sich wie eine Flüssigkeit in's Niveau; bald bilden sich zahlreiche Krater, durch die der Wasserdampf entweicht und die auf's Neue aufbrechen, wenn sie durch das Umrühren verschüttet werden u. s. f. Aus diesen Bewegungen und der Art, wie sich eine darübergehaltene kalte Glas- oder Metallplatte beschlägt, kann man den Verlauf des Entwässerns sehr scharf beurtheilen und ist dadurch in den Stand gesetzt, den richtigen Augenblick zu erfassen, wann der Gyps die wahre Reife hat. Im Allgemeinen ist das rasche Erhärten des Gypses zu Kunstgüssen eine hervorragende Bedingung. Künstler haben nun die Erfahrung gemacht, dass völlig entwässerter Gyps nicht so rasch gesteht, als Gyps, der nur so lange gebrannt wurde, als das Aufwallen dauerte. In diesem Falle enthält der Gyps noch ungefähr $^1/_4$ von seinem Wasser. Die Ursache, welche dieser Erfahrung zu Grunde liegt, ist bis jetzt nicht ausgemittelt und umsoweniger erklärbar, als halbentwässerter Gyps mit Wasser nicht erhärtet.

Beim Brennen des Gypses im Backofen ist es besser den Gyps vorher nicht zu pulvern, sondern die ausgesuchten reinen Steine in nuss- oder eigrosse Stücke zu zerschlagen, und sie auf die Sohle eines geheizten Brotbackofens zu bringen.

Bekanntlich haben diese Oefen von gewöhnlicher Einrichtung keine besondere Feuerung, sondern nur einen Arbeitsraum, auf dessen Sohle man eine gewisse Menge Holz verbrennt. Das Backen geht alsdann lediglich mittelst der Wärme vor sich, die in der erhitzten Backsteinmasse der Wände aufgespeichert ist. Zum Gypsbrennen gehört ungefähr dieselbe Temperatur, wie zum Brotbacken, d. h. eine Temperatur, bei der man eben noch die Hand einige Secunden hineinhalten kann. So wie die Ofensohle vom Feuer gereinigt und die Beschickung eingetragen ist, verschliesst man das Mundloch. Nach einiger Zeit werden einzelne Stücke als Probe gezogen. Wenn diese auf dem erdigen, weissen Bruche nur noch wenig glänzende, krystallinische, also nicht entwässerte Theile zeigen, so ist die rechte Beschaffenheit eingetreten und die Beschickung muss herausgenommen, um gemahlen und gesiebt zu werden. Da der gebrannte Gyps viel mürber und zerreiblicher ist, als der frische, so gewährt diese Verfahrungsweise allerdings einen Vortheil.

Wo das Brennen mehr im Grossen stattfindet, wie z. B. in Paris, wo ein reiches Gypslager für einen bedeutenden Markt ausgebeutet wird, bedient man sich eigener Gypsöfen zum Brennen. Alle derartigen Oefen sind — abgesehen von einer viel mangelhafteren Leitung der Temperatur — noch mit einem Uebelstande behaftet, der den beiden ersten Fällen ganz fremd ist. Dieser besteht nämlich darin, dass der eingesetzte Gyps mit dem Brennstoffe, oder doch mit der Flamme desselben in unmittelbare Berührung kommt. Bekanntlich entzieht Kohle (auch Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff etc.) dem Gypse in der Glühhitze seinen Sauerstoff ($CaO, SO_3 + 4\,C = CaS + 4\,CO$), so dass Schwefelcalcium zurückbleibt, welches an der Luft, beim Anmachen, den Geruch nach Schwefelwasserstoff entwickelt. (Nach Dr. Knapp.)

Aus dieser Ursache wird in Oesterreich der Gyps vorher vermahlen und sodann durchgehends in metallenen Kesseln entwässert. Die Vorrichtung hiezu ist aus Fig. 6 der lith. Tafel zu entnehmen. *a* ein doppelwandiger Metallkessel (die innere Wandung aus Kupfer), dessen Zwischenraum mit Sand oder Thon ausgefüllt ist, *f* ein metallenes Rohr, vermittelst welchem der entwässerte Gyps in die Fässer gelangt. *b* die Heizthüre zum Feuerraum, *c* Aschenfall, *e* ein Fuchs im ganzen Umfange des Kessels, in welchen durch einige Oeffnungen (wie bei *e* ersichtlich) die Rauchgase gelangen, um bei *d* durch den Schornstein ins Freie herauszutreten. Gewöhnlich werden bei grösserem Betriebe mehrere solcher Kessel in einer Reihe angebracht.

Professor Payen hat schon im Jahre 1831 viele Versuche über das Brennen des Gypses angestellt; er ist dabei zu folgenden Resultaten gekommen:

1. Die geringste Temperatur, bei welcher der Gyps noch mit Vortheil, jedoch weit langsamer, gebrannt werden kann, ist 80° C;

2. Die Temperatur von 110 bis 120° C ist hinreichend, um dem Gyps sein Krystallisationswasser zu entziehen, und ihn vollkommen zu brennen;

3. um das Brennen gleichartiger für alle Theilchen der Substanz zu machen und es zu verbessern, muss man im letzteren Falle den Gyps als Pulver oder in ganz kleinen Stückchen anwenden, daher man auch den bei der Gewinnung des Gesteines abfallenden kleinen Schutt benutzen kann.

Die ganze industrielle Frage dreht sich darum, ob es zweckmässiger und wohlfeiler ist, den Gyps in Pulverform zu brennen, oder in Blöcken, wo dann mehr Brennmaterial erforderlich ist. Jedenfalls ist es nothwendig ein ganz gleichförmiges Product zu erzielen und ein solches, welches aus einem Gemenge von gut und von schlecht gebrannten Gyps besteht.

Wie vorerwähnt, reicht zum Brennen des Gypses nach Payen d. h. zum Austreiben seines Krystallwassers eine Temperatur von 110 bis 120° C hin; bei derselben ist aber ein pulverförmiger Zustand nothwendig, um eine gleichförmige Entwässerung aller Theile schneller zu erzielen.

Alle bisher bekannten Systeme der Gypsöfen und Apparate, so z. B. eiserner Hohlcylinder von Cowlet, welcher nach Art der Kaffeebrenner über dem Feuer sich dreht; dann die Methode von Violett, welcher den gepulverten Gyps mittelst überhitzten Wasserdampf zu brennen versuchte; so wie der Scanegatty's Gypsofen für Steinkohlenfeuerung, der Dumesnil's Gypsofen für Holzfeuerung, lieferten so verschiedene Resultate in Bezug auf die Qualität der Waare und Erzeugungskosten, dass deren nähere Beschreibung für die inländische Gypsindustrie von nur geringem Interesse sein kann.

Das Mahlen des Gypses.

Das Pulvern des gebrannten Gypses hat bei seiner Mürbheit wenig Schwierigkeiten. Es geschieht theils in Stampfmühlen, theils unter stehenden Mühlsteinen (Kollergängen), am häufigsten aber auf Mahlgängen. Auch Walzenmühlen wurden versucht, bewährten sich jedoch nicht.

Es sei hier bemerkt, dass zu Abgüssen von Bildwerken, sowie zu feinen Stuccaturarbeiten ein sehr feines und gleiches Korn erforderlich ist; der Gyps muss zu diesen Zwecken einen gleichmässigen Staub bilden.

Das Giessen.

Die Wärmeentwicklung, welche jedesmal eintrifft, wenn der Gyps Wasser bindet, erklärt sich in dem Uebergang des flüssigen Wassers in festes. Obgleich der Gyps nur etwa $^1/_4$ seines Gewichtes an Wasser wirklich chemisch bindet, so hat er doch die Eigenschaft, noch zu einer festen, zusammenhängenden Masse zu erstarren, wenn er mit einem gleichen Gewichte und mehr, kurz mit so viel Wasser angemacht wird, dass er damit einen Brei bildet. Es entsteht nämlich durch Aufnahme der zwei Aequivalente Wasser aus den Pulvertheilen ein poröses Haufwerk, oder viel mehr Gewebe von Gypskrystallen, welche den Ueberschuss in ihren Zwischenräumen mechanisch aufnehmen und beim Trocknen an die Luft abgeben. Anfangs ist die frischerstarrte noch feuchte Gypsmasse sehr weich, gewinnt aber ihre volle Härte mit dem Austrocknen, wobei sich der im überschüssigen Wasser gelöste Gyps allmälig absetzt und die erstarrten Theilchen noch fester aneinander kittet. Erhärteter Gyps steht in seiner Härte weit unter den gewöhnlichen Steinen und somit jedem Cementkalke nach und kann, obgleich er ziemlich klingend ist, doch leicht mit dem Fingernagel geritzt werden.

Die Fähigkeit des Gypses mit einem grossen Ueberschuss an Wasser noch zu erstarren, ist überaus wichtig, weil er natürlich nur als flüssiger Brei gehörig in die Vertiefung und Feinheit der Form eindringt. Für sehr zarte Formen, z. B. Medaillen, muss der Brei dünnflüssiger sein als für gröbere Formen. Je dünner aber der Gyps angemacht war, um so lockerer und poröser der Guss und umgekehrt. Dieser nützliche Wink erfährt in der Praxis vielfache Berücksichtigung; so weiss man z. B. bei den Gypsformen für die Töpferei den nöthigen Grad von Porosität genau durch einen bestimmten Wasserzusatz hervorzubringen. Die Menge des Wassers hängt aber sehr viel von der jedesmaligen Beschaffenheit des Gypses und von dem Grade des Brennens ab; ebenso die Zeit der Erhärtung. Im Allgemeinen ist diese für gleich stark gebrannten Gyps um so bedeutender, je mehr fremde Theile er enthält (z. B. kohlensauren Kalk) und je verdünnter der Brei war.

Bei einem übermässigen Wasserzusatze nehmen die Gypstheilchen zwar das Nöthige von dem Wasser auf, ohne jedoch einander zu binden; ebenso verliert gebrannter Gyps seine Erhärtungsfähigkeit, wenn er längere Zeit der feuchten Luft ausgesetzt war.

Wird regelmässig erstarrter Gyps in Wasser getaucht, so wird er darin mehr und mehr weich bis zum endlichen Zerfallen und dieserhalb ist ein mit Gypsmörtel ausgeführter Façadenverputz von keiner langen Dauer. Im Inneren der Gebäude bewährt sich solcher gut.

Bekanntlich giesst man zur Vervielfältigung von Kunstwerken etc. den Gyps vielfach in Gypsformen. Damit nun der Abguss nicht mit der Form zusammenwächst, tränkt man die letztere mit Oel oder besser mit einer Salbe aus Oel und Seife, jedoch so, dass nichts davon über die Gypstheile hervorsteht.

Von der Härte und Dichtigkeit, die man dem Gusse zu geben wünscht, von dem Erfordernis einer raschen oder langsamen Erstarrung, von der Feinheit des Gegenstandes und endlich von der Beschaffenheit des Gypses selbst, hängt es ab, ob man ihn zu einem flüssigen oder steiferen Brei anmachen muss.

Herstellung von Gypsformen.

Bei der Nachbildung von Kunstwerken mittelst Gypses handelt es sich zunächst um die Herstellung der Form. Diese hat unbedeutende Schwierigkeiten, wenn der Gegenstand flach und einseitig ist, wie bei Medaillons etc., wo keine einspringende Winkel das Abziehen der Gypsform verhindern. Solche Formen werden aus einem Stücke gemacht.

Bedeutender sind aber die Schwierigkeiten, wenn es die Gestalt des abgeformten Gegenstandes unmöglich macht, ihn aus der Gypshülle (der Form) herauszunehmen, ohne diese zu beschädigen oder zu zerstören, wie bei Statuen etc. In diesem Falle muss die Form aus so vielen Theilen angefertigt werden, dass man jeden einzelnen bequem von dem Modelle abziehen kann. Alle diese Theile zusammengefügt, bilden die Giessform.

Um eine solche Form anzufertigen, begrenzt man den ersten Formtheil auf dem Modell mit einem Thonrande und giesst Gyps ein. Der erstarrte Formtheil wird sodann abgehoben, seine Ränder keilförmig abgeschrägt, in dieselben ringsum halbkugelige Vertiefungen eingegraben, worauf man ihn fettet, wieder auf die betreffende Stelle des Modelles aufsetzt und einen zweiten Formtheil gerade daneben giesst. An jenen kugelförmigen Vertiefungen werden nun Erhabenheiten entstehen, mittelst welcher dann die Formtheile sicher und fest aneinander gepasst werden können. So fährt man fort, bis der ganze Umfang vollendet ist. Eine solche Form liefert bis 80 und mehr gute Abgüsse, ehe die feineren Theile stumpf erscheinen.

Die meisten, besonders grössere Abgüsse werden der Ersparnis und grösserer Leichtigkeit halber hohl gegossen. Zu dem Ende giesst man erst sehr flüssigen Gypsbrei in die Form, die man so lange umschwenkt, bis der Brei eben starr wird und bringt dann als zweite und Verstärkungsschichte die noch nöthige Menge von steiferem Brei ein. Ueberhaupt ist es sehr gerathen, bei besonders feinen Gegenständen und delikaten Formen zuerst einen Anstrich vom feinsten dünnen Gypsbrei mit dem Pinsel zu geben und darauf erst zu giessen.

So bei Münzen, Medaillen; auch natürliche Blätter lassen sich vortrefflich abgiessen, wenn man sie auf einer passenden Unterlage gehörig stützt, dann anstreicht und, wenn sie steif geworden, mit einer dicken Schicht Gyps übergiesst.

Für das Abgiessen von Gegenständen in den genau ursprünglichen Dimensionen ist zu bemerken, dass der Gyps beim Erhärten sich um ungefähr 1% ausdehnt. Diese Ausdehnung wird natürlich compensirt, wenn man aus der Gypsform wieder einen Abguss von Gyps (nicht aber von Metall) macht.

Gypsmörtel.

In jenen inländischen Provinzen, namentlich in West- und Ost-Galizien, wo grosse Mengen Gyps vorkommen und gegenüber den hydraulischen Kalken im Preise sich billiger stellen, wurde der Gyps als Mörtel zum Bau- und zum Façadenverputz angewendet. In der letztgedachten Provinz hat die Erfahrung jedoch gelehrt, dass die mit Gyps hergestellten, oft sehr kostspieligen Façaden, namentlich in Lemberg, jedes Jahr eine umfangreiche Nachbesserung erforderten, weil die dort herrschenden starken Fröste (oft bis 25° R) jeden äusseren Gypsverputz zerstört hatten.

Es sind demnach die klimatischen Verhältnisse für die Anwendung des Gypses zu äusseren Bauarbeiten massgebend, und es ist erklärlich, dass z. B. bei der Anwendung des Gypses in Paris (wo der Gyps in unmittelbarer Nähe der Stadt vorkommt) für ganze Bauten oder Façaden, sowie dessen Anwendung, überhaupt in den südlich gelegenen Ländergebieten, die etwas längere Dauerhaftigkeit nur in dem milderen trockenen Klima zu suchen ist.

In letzterer Zeit wird auch leider in Wien der Gyps zum Façadenverputz vielfach verwendet. Dieser Gyps kommt unter dem Namen Trippolit auf den Wiener Baumarkt und ist mit einem Zusatz von 4—5% Coksstaub grau gefärbt. Für diesen Zweck kann auch eine nicht ganz weisse Gypssorte angewendet werden, weil ja hier nur die graue Farbe von so manchem Bautechniker in Betracht gezogen wird. Dieses Färbungsmittel wurde schon vor 20 Jahren von Thomas in München angewendet, bewährte sich jedoch besser bei Weisskalkverputz und anderen Kalkcarbonaten, zumeist für Sgraffito-Arbeiten.

Während der Gyps für den Verputz im Inneren manche schätzenswerte Vortheile mit sich bringt, so sind anderseits eine Menge Nachtheile für den äusseren Verputz zu verzeichnen, und zwar:

a) verträgt der Gyps nur etwa $^1/_3$ bis $^1/_2$ Sand oder Ziegelmehl, erhärtet damit viel langsamer und schlechter als im reinen Zustande;

b) wie bereits vorbemerkt, wird ein erstarrter Gyps, öfter mit Wasser in Berührung gebracht, mehr und mehr weich bis zum end-

lichen Zerfallen, kann somit den wechselnden atmosphärischen Einflüssen keinen Widerstand bieten;

c) da der Gyps eine grosse Porosität besitzt, so tritt beim Façadenverputz auch der unausweichliche Uebelstand ein, dass solcher in der Winterszeit, nach vorausgegangenen reichlichen Niederschlägen, bei plötzlich eintretenden starken Frösten zersetzt und demzufolge von dem Mauerwerke losgelöst wird.

Diese Uebelstände sind durch zahlreiche Erfahrungen jedem Praktiker bekannt, und es ist somit erwiesen, dass die Anwendung von reinem oder mit Coks gemischten Gyps für Façadenverputz, — wobei hauptsächlich die klimatischen Verhältnisse in Betracht zu ziehen sind, — weder finanziell noch technisch einen praktischen Wert aufweist.

Stuccaturarbeiten.

Den aus Alabaster gebrannten Gyps nennen die Italiener Stucco, und weil sie damit die Decken und Wände der Zimmer bekleiden, wurde die Arbeit Stuccaturarbeit genannt. — Die Begriffe von Stuck sind verschieden und ziemlich unbestimmt. Gewöhnlich versteht man unter Stuckmasse einen Gypsteig, dem zur Verzögerung der zu schnellen Erhärtung Leim, Kalkcarbonat, feiner Sand, Marmorstaub etc. beigemischt ist, und aus welchem man glatte Wandbekleidungen, Simswerk, vorspringende Verzierungen auf Decken, Wänden rein weiss oder gefärbt bildet.

Jetzt hat die Stuccaturkunst weniger zu leisten als im vorigen Jahrhundert. Die Italiener standen hierin am höchsten; am berühmtesten unter ihnen wurden Gioconda und Grato Albertoli.

Von den vielen Arten der Stuckarbeit, wie solche ausserhalb und innerhalb von Gebäuden ausgeführt werden, sollen hier die usuellsten angeführt werden.

Ein sehr schöner Weissstuck wird in folgender Weise angefertigt: Derselbe besteht aus zwei Theilen gutem Weisskalk und einem Theile Gyps und etwas schwachem Leimwasser (der Gyps muss aber vorher schon gehörig eingerührt sein, ehe man ihn zum Weisskalk bringt).

Nachdem der Grundputz, wozu ein Mörtel aus Kalk, feingesiebtem Sand und einer entsprechenden Quantität Gyps zubereitet wird, auf die Mauer getragen worden und derselbe gehörig getrocknet ist, wird der Weissstuck mit einem Aufziehbrett aufgezogen und alsdann mit einer Stahlkelle eben geglättet.

Dieses Aufziehbrett besteht aus Weiss- oder Rothbuchenholz und ist 40 cm lang, 18 cm breit und etwa 4 mm stark. Wird der Weiss-

stuck während der Arbeit zu hart, so muss man ihn mit reinem Wasser annetzen und so weich zu erhalten suchen.

Ist der Stuck ziemlich verbunden und hart geworden, so wird er mit einem weichen Pinsel und reinem Wasser überstrichen, und ist er vollkommen hart geworden, so wird er mit nachfolgender Politur polirt.

Man rührt 140 Gramm Wachs und 35 Gramm Sal tartari (weinsteinsaures Ammoniak unter fortwährendem Rühren) tüchtig durcheinander und giesst sodann ein wenig kochendes Flusswasser hinzu; wird die Masse dick, so giesst man mehr kochendes Wasser hinzu. Dieses Verfahren wiederholt man einige Male bei immerwährendem Rühren und lässt nun die Politur stehen, die beim Erkalten schmalzartig wird.

Diese Politur lässt sich auch bei Ornamenten, Gliederungen aus Gyps und Weissstuck sehr gut zum Poliren mittelst wollener Lappen anwenden. Hiebei ist es aber gut, dass man diese Gegenstände zuvor mit schwachem Leimwasser tränke, um das Einsaugen der Politur zu verhindern.

Auch kann man alten Marmor, wie alten Stuck mit dieser Politur wieder aufputzen und ihnen neuen Glanz geben.

Die Glätte eines solchen Abputzes hindert das Ansetzen des Staubes, daher ein solcher Weissstuck besonders für Kirchen und andere Säle und Räume zu empfehlen ist, wo das öftere Ausweissen zu beschwerlich und zu kostspielig wäre.

Gypsstuck ohne Kalkmörtel.

Damit dieser Stuck schön ausfalle, nimmt der Stuckarbeiter vom besten und schönsten weissen Gyps, der gut gebrannt und fein gesiebt ist, rührt ihn mit Wasser an, in welchem eine solche Quantität guten Leimes aufgelöst ist, dass das Wasser nicht zu klar und nicht zu dick erscheint. Durch die Erfahrung lernt man es bald kennen, welcher Grad von Dicke dem Leimwasser für diese oder jene Art von Gyps zu geben ist. Der Leim kann auch durch andere gallertartige Körper ersetzt werden. Ist der Gyps einmal angerührt, so wird er auf die gewöhnliche Art aufgetragen.

Soll der Stuck das Ansehen des geaderten Marmors erhalten, so lässt man in die Masse Adern ein, die aus angerührtem Gyps gemacht werden, welchem man die beabsichtigte Farbe beigemischt hat. Wenn man verschiedene gefärbte Gypsschichten übereinanderlegt, so wird der Durchschnitt gebändert; wenn man die Lagen durch Knetten und Dehnen verzieht und in einander verwebt, so wird er marmorirt erscheinen. In der That besteht der farbige Stuckmarmor nur aus den Querschnitten solcher aufeinandergelegten

Kuchen. Ist der Stuck trocken, so reibt man ihn zuerst mit Bimsstein, dann mit einem Stein ab, der dazu dient, den Rändern die gehörige Schärfe zu geben und reibt dann den Stuck mit Trippel mit einem Stück Filz; den Glanz aber erhält er durch Reiben mit Seifenwasser, und seine ganze Vollendung erst durch Oel, das so lange eingerieben wird, bis die glänzende Oberfläche wieder hergestellt ist. Vor dem Poliren muss man dafür sorgen, dass alle Flächen vollkommen aufgetragen sind, besonders wenn sie eine grössere Ausdehnung haben. Dieser Gypsstuck lässt sich nur im Inneren und an trockenen Orten anwenden.

Andere Zusammensetzungen von Stuck sind:

a) Berliner Gypsstuck. 1 Theil feiner Sand, 3 Theile Kalk und 4 Theile Gyps, diese werden gut und sorgfältig gemengt und mit Wasser angemacht. Da die Masse langsam erhärtet, so erhält der Stuccaturer Zeit zur Ausarbeitung der Verzierungen. Diese Stuckmasse erlangt aber nur eine geringe Erhärtung und hält die Witterung nicht gut aus.

b) Schon fertigen Kalkmörtel zu gleichen Theilen von Gyps vermischt, kann man auch zu äusseren Gesimsen und Fenstergewänden gebrauchen, da er den Witterungseinflüssen widersteht, jedoch aber nur dann, wenn er völlig austrocknet und mit Oelfarbe überstrichen ist.

c) Graustuck. Statt des Sandes wird feiner Coks- oder Steinkohlenstaub genommen. Diese Mischung hält sich gut, jedoch nicht gegen den Frost, namentlich wenn sie vor demselben feucht geworden.

d) Eisenstuck, besteht aus Gyps und Eisenfeilspänen; wird äusserst fest, aber gelb.

e) Gypsstuck für Ornamente. Gleiche Theile Weisskalk und Gypsmörtel oder 3 Theile Weisskalk, 4 Theile Gyps und 3 Theile reinen feinen Sand. (Nach E. Heusinger von Waldek ex 1863.)

Das Härten des Gypses.

Bei der grossen Weichheit und Ritzbarkeit, folglich geringen Dauer des gegossenen Gypses hat man sich längst nach Mitteln umgesehen, diese Eigenschaft zu verbessern. Die Mittel und Wege, die man nach und nach hiezu gefunden, machen zusammen jene Procedur, welche man gewöhnlich „Härten“ nennt.

Vorerst verdient eine Beobachtung Gay-Lussac's Erwähnung, wornach unter gleichen Umständen der härteste rohe Gyps auch nach dem Brennen den härtesten Guss gibt, und umgekehrt. Eigentliche Härtungsmittel sind, neben dem Leime beim Stucco, besonders die folgenden.

Nach Tissot wird der gebrannte Gyps nach dem Anmachen und Erhärten mehrmals abwechselnd im Wasser getaucht und dazwischen wieder getrocknet. Es scheint dieses Verfahren, welches sich in der Praxis nicht bewährt hat, lediglich auf eine vermehrte Aneinanderkittung der Theile durch Krystallisation hinauszugehen.

Weit besseren Erfolgs und interessanter ist das anfangs von Pauware angegebene, nachher von Greenwood verbesserte Verfahren, Gyps mittelst Alaun zu härten, worüber neuerdings Elsner wichtige Erfahrungen bekannt gemacht hat.

Bei der ersten werden fertige Gypsgüsse mit Alaunlösung behandelt. Eine grosse Büste wurde einen Monat lang in eine Lösung von eisenfreiem Alaun in 12 bis 13 Theilen Wasser von 15° C gelegt, und nach Ablauf dieser Zeit abgespült, und in einem warmen Luftstrome getrocknet. Während sie vorher mit dem Nagel geritzt werden konnte, zeigte sie nunmehr eine bedeutende Härte und färbte durchaus nicht mehr ab, wie sie vorher gethan. Sie ertrug sogar starke Schläge mit einem eisernen Hammer, ohne zertrümmert zu werden. Neben diesem Vorzuge zeigte sich dagegen der Nachtheil einer fleckigen ins Graue gehenden Farbe und einer Unbeständigkeit gegen den Einfluss der Feuchtigkeit. In reines Wasser gesenkt, werden so gehärtete Abgüsse so weich, dass sie leicht Eindrücke der Finger annehmen.

Nach der zweiten Methode, mit Alaun zu härten, behandelt man Gypsblöcke wie sie aus dem Ofen kommen, mit Alaunlösung wie oben — oder rührt gepulverten Gyps mit solcher Lösung an — und brennt dann zum zweiten Male im Gypsofen oder im Kessel (Fig. 6 der Tafel) in gewöhnlicher Weise. Anhaltende gleichmässige Temperatur ist sehr wesentlich dabei. Der gealaunte und zum zweiten Male gebrannte Gyps hat ein mattes, milchweisses oder schwach isabellfarbenes Ansehen. Bei übertriebener Hitze werden einzelne Partien steinhart und sind wirklich todtgebrannt. Richtig gebrannter Alaungyps dagegen erstarrt nach dem Brennen ebenso leicht wie gewöhnlicher Gyps.

Wird das Gypsmehl mit Wasser angemacht, so wird zwar das Wasser gebunden, aber das Product hat keine bemerkenswerte Härte. Diese tritt nur dann gehörig hervor, wenn man das Pulver des gealaunten und gebrannten Gypses nicht mit Wasser, sondern mit einer Alaunlösung von $^1/_{12}$ bis $^1/_{13}$ Alaun anmacht. Gypsabgüsse bleiben, nach dieser Methode gemacht, etwas länger feucht, nehmen aber eine Härte an, die der des Alabasters und Marmors gleichkommt und erhalten besonders an dünnen Theilen und Kanten eine Art Durchscheinheit, welche ihnen das Ansehen dieser Steine gibt. Dickere Platten sind kaum mit Hammerschlägen zu zertrümmern. Die Oberfläche nimmt eine gute Politur an und ist weiss, mit einem

Stich ins Isabellfarbige. Platten, Monate lang allen Unbilden der Witterung im Winter ausgesetzt, bleiben unversehrt und ohne im Mindesten ihre Härte zu verlieren. Die Oberfläche kann mit nassen Tüchern ohne die geringste Beschädigung abgewaschen werden. Weder Eintauchen in kaltes oder stundenlanges Liegen im kochenden Wasser vermag dem gehärteten Gyps etwas von seiner Härte zu benehmen. (Elsner.)

In der chemischen Erforschung des Vorganges der Gypserhärtung durch Alaun ist bis jetzt eine Lücke geblieben. Vielleicht, dass zwischen dem schwefelsauren Kalke (Gyps) und der schwefelsauren Thonerde (Alaun) eine ähnliche Verwandtschaft existirt, als sie zwischen dieser und der schwefelsauren Magnesia bekannt ist.

Eine andere Eigenschaft des Gypses, die möglicher Weise damit in Beziehung steht, ist noch zu erwähnen. Es ist nämlich am Eingange dieser Abhandlung darauf hingewiesen worden, dass ein Aequivalent Wasser im Gyps ein salinisches ist und folglich auch durch Salze vertreten sein kann. Bei der Bindung dieser Salze findet gerade so gut eine Erstarrung statt, wie bei der Bindung mit Wasser, ohne dass übrigens solchen Gyps eine grössere Härte auszeichnet. Lösungen von kohlensaurem, schwefelsaurem oder kieselsaurem Kali bewirken eine weit schnellere Erhärtung als Wasser; bei weinsaurem Natronkali oder Seignettesalz erfolgt sie jedoch augenblicklich. Die erhärtete Masse sieht aus wie gewöhnlicher Gyps, erhärtet aber von Neuem, wenn sie wieder gepulvert und mit der Lösung eines Kalisalzes angemacht wird. Doppeltkohlensaures Kali wird vom Gyps zersetzt, indem Kohlensäure entweicht; Aetzkali zerlegt einen Theil des Gypses, worauf in beiden Fällen Erstarrung erfolgt. Chlorsaures, salpetersaures Kali und die Natronsalze wirken nicht dahin. (Dr. Knapp.)

Leim- oder Stärkfarbeanstriche unlöslich zu machen.

Sorel gibt folgendes Verfahren an, um Leim- oder Stärkefarbanstriche mittelst Zinkoxydchloryd unlöslich zu machen.

Man rührt das reine oder gefärbte Zinkoxyd (Zinkweiss) mit Wasser und ein wenig Leim an und bedient sich dieser Mischung wie einer gewöhnlichen Leimfarbe. Nachdem man den Anstrich so oft wiederholt hat, als man beabsichtigt, und der letzte Anstrich trocken geworden ist, bestreicht man ihn mittelst einer Bürste mit etwas Chlorzinklösung von 25 bis 30° B. Dieser Anstrich ist sehr dauerhaft, ohne Geruch und schnell trocknend; man kann alle zwei Stunden eine Schichte desselben auftragen, weshalb man ein Haus anstreichen kann, ohne zu räumen, und ein Zimmer schon am ersten oder zweiten Tag nach dem Anstreichen wieder bewohnbar wird. Der mit Zinkoxydchloryd gemachte Anstrich widersteht der

Feuchtigkeit, selbst dem siedend heissen Wasser, und kann wie Oelfarbe abgewaschen werden. Er wird vom Schwefelwasserstoff nicht verändert, wirkt antiseptisch und ist auch geeignet das Holz gegen Fäulnis zu schützen, da er dasselbe weniger leicht verbrennlich macht.

Die vorstehende Anstreichfarbe bietet aber den Uebelstand dar, dass man wie bei den Kieselanstrichen zuletzt eine Flüssigkeit auftragen muss, die den Zweck hat, den Anstrich zu fixiren und unlöslich zu machen. Will man dies vermeiden und macht die Anstreichfarbe trockener, so verdickt sie sich so schnell, dass man nicht Zeit hat, sie gehörig aufzutragen. Nun ist es Sorel gelungen durch Zusatz gewisser Stoffe zu der Anstreichfarbe diese Schwierigkeit zu überwinden und die Anwendung derselben leicht zu machen; er theilt darüber Folgendes mit.

Die Flüssigkeit, welche in der neuen Anstreichfarbe den Oelfirniss und das Terpentinöl der Oelfarbe ersetzt, ist eine wässerige Lösung von Chlorzink, in welcher man weinsteinsaures Aetzkali auflöst. Die weinsteinsauren Alkalien besitzen im hohen Grade die Eigenschaft, die Verdickung der Farbe vor dem Auftragen zu verzögern. Man fügt der Flüssigkeit ausserdem, um dem Anstrich Geschmeidigkeit und Zähigkeit zu geben, Leim oder Stärke hinzu. Bei Anwendung von Stärke lässt man dieselbe durch Erhitzen der Flüssigkeit sich in Kleister verwandeln, treibt jedoch das Erhitzen nicht so weit, bis die Stärke in Dextrin oder Zucker übergeht.

Zur Bereitung der Anstreichfarbe verwendet man, welche Farbe dieselbe auch haben soll, die vorerwähnte Mischung und ein Pulver, welches wenigstens grossentheils aus Zinkoxyd (Zinkweiss) bestehen muss. Für färbige Anstriche wird ausser Zinkoxyd auch noch der betreffende Farbstoff zugesetzt. Man kann dieselben Farbstoffe verwenden wie bei Oelanstrichen.

Die Flüssigkeit, welche das Leinöl etc. der gewöhnlichen Anstriche ersetzt, besteht aus:

30	Theilen Chlorzinkauflösung von 55° Beaumé,
1	Theil Weinstein,
1	„ Salzsäure,
4	Theilen Kartoffelstärke,
64	„ Wasser,
100	Theilen.

Die Salzsäure hat in dieser Composition den Zweck, den Niederschlag aufzulösen, welcher sich sonst in der Flüssigkeit bilden würde. Zur Bereitung dieser Flüssigkeit verwendet man einen Kessel aus einem Material, welches von der Salzsäure nicht angegriffen wird und

stellt ihn auf ein mässiges Feuer. Man gibt dann das flüssige Chlorzink, die Salzsäure und den gepulverten Weinstein hinein, rührt das ganze auf, und nachdem sich der Weinstein aufgelöst hat, setzt man die Kartoffelstärke zu, ohne das Umrühren zu unterbrechen. Das Feuer wird dann verstärkt, bis das Gemisch, welches sich anfangs durch das Aufquellen der Stärke verdickt, wieder flüssig geworden ist. Diese Flüssigkeit sollte beiläufig 20° an Beaumé's Aräometer zeigen.

Um die weisse Anstreichfarbe darzustellen, wird diese Flüssigkeit mit gepulvertem Zinkoxyd angerührt, welchem ein wenig schwefelsaurer Baryt oder Kreide zugesetzt werden kann. Für farbige Anstriche setzt man überdies die gewöhnlichen Farbstoffe zu.

Folgende Composition gibt einen glatten und glänzenden Anstrich:

12 Theile Stearinsäure,
1 Theil Bienenwachs,
1 „ Terpentin (Harz),
50 Theile Terpentinöl.

Diese Bestandtheile, welche sich in gelinder Wärme auflösen, werden auf den Anstrich aufgetragen, und nach dem Austrocknen mit einer Bürste oder einem Wolltuchballen polirt.

Eine plastische Masse, welche die Farbe des Elfenbeines hat und wie dieses durchscheinend, dabei biegsam wie Holz ist, kann man in der Weise herstellen, wenn man 50 Gewichtstheile Kartoffelstärke mit 5 Theilen Zinkoxyd mengt. Diese Substanzen werden dann mit einer hinreichenden Menge einer Flüssigkeit verdünnt, welche aus: 50 Theilen Chlorzinklösung von 55° B., 1 Theil Weinstein und 1 Theil Salzsäure besteht. Diese Masse wird zum Giessen von Kunstgegenständen benützt; sie eignet sich sehr gut, um Eisen und andere Metalle in Stein festzukitten, sowie auch für gewisse Zwecke als Ersatzmittel von Gyps, Marmor, Elfenbein, Horn, Holz, Gutta-Percha etc. (Nach E. Heussinger von Waldegg.)

Zum Schlusse dieser Abhandlung sollen von den zwölf in Oesterreich-Ungarn bestehenden Gypsfabriken die ersten und leistungsfähigsten Firmen angeführt werden, von denen auch der Verfasser dieses Werkes die für die bautechnischen Kreise interessanten Daten zugekommen sind.

1. Erste Schottwiener Gypsgewerkschaft des Franz Krenthaler

in Schottwien (Nieder-Oesterreich).

Errichtet 1766.

Benützt einen Alabastergyps für die Fabrikation ihrer Producte. Die Betriebseinrichtung besteht aus Steinbrechern, Pochwerken, Koller- und französischen Mahlgängen nebst Wasserkraft.

2. Erste Puchberger Gyps- und Cementkalk-Fabrik des Johann Clemens Riegler

in Puchberg, Station Ternitz a/d Südbahn (Nieder-Oesterreich). — Fabriks-Niederlage in Wien, I., Rathhausstrasse 21, (Geschäftsführer und Disponent Anton Volly).

Errichtet 1868.

Productionsfähigkeit:

25000 *q* Alabaster- und Stuccatur-Gyps,
5000 „ Dünger-Gyps.
(Auch wird circa 10000 *q* Cementkalk erzeugt).

Die chemische Analyse des fertigen Alabastergypses:

46·00%	Kalk,
50·00%	Schwefelsäure,
1·60%	Natron,
0·40%	Kali,
2·00%	Thonerde,
100·00%	

Zur Entwässerung des Gypses werden Flammöfen und der in Fig. 6 der Tafel skizzirte Apparat und Retortenöfen angewendet. Die Verkleinerung erfolgt vermittelst Steinbrecher nebst Siebvorrichtungen. Eigene Fassdauben und Reifenerzeugung aus eigenen Waldungen. Als bewegende Kraft wird Wasser benützt.

Der grösste Theil des Bedarfes am Wiener, Budapester, Prager und Grazer Platze wird durch diese Firma gedeckt. Auch wird daselbst alaunirter und färbiger Gyps in so vorzüglicher Qualität erzeugt, dass die daraus angefertigten Gegenstände eine solche Härte erlangen, welche von keinem in Oesterreich erzeugten Gypse erreicht wird, weshalb auch der Puchberger Gyps von Bildhauern, Formern und Gypsgiessern sehr bevorzugt wird.

3. Gypsfabrik des Gottfried Göschel in Kapfenberg,

Post- und Bahnstation daselbst (Steiermark).

Errichtet 1864.

Productionsfähigkeit:

28000 *q* Alabaster-Gyps,
45000 „ Stuccatur-Gyps,
40000 „ Dünger-Gyps.

Chemische Analysen, vorgenommen in der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien.

a) Gypsstein:

21·31%	Wasser,
76·03%	schwefelsauren Kalk,
3·05%	Thon,
100·39%	(sehr rein und reichhaltig).

b) Anhydrit:

94·26%	schwefelsaure Kalkerde,
3·02%	Kohlensäure,
0·60%	Kieselsäure,
0·25%	Eisenoxyd,
1·87%	Wasser,
100·00%.	

Betriebseinrichtung: Wasserkraft, Flammöfen, Stampfen, horizontale Mahlgänge und Siebcylinder.

In Folge der ausgezeichneten Qualität des Productes, welches einen europäischen Ruf geniesst, ist der Preis gegenüber den anderen Gypsqualitäten etwas höher, dennoch wird solcher zu allen Kunstarbeiten bevorzugt.

Es bestehen noch Gypsfabriken: in Schottwien, bei Mödling (Nieder-Oesterreich), in Hallein (bei Salzburg), bei Puchberg, bei Reichenhall, bei Türnitz (Nieder-Oesterreich), in Iglo (Ober-Ungarn), bei Eger in Böhmen und im Bezirke Favoriten bei Wien.

V.

Hydraulische Kalke.

Eintheilung der hydraulischen Bindemittel.

Unter dem Namen „hydraulische Kalke“ werden jene zu Bauzwecken verwendeten Bindemittel verstanden, welche zu Mörtel verarbeitet vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung im Wasser sowie an der Luft erhärten, d. i. wasserbeständig — hydraulisch — sind. Sie werden auch Cemente genannt. Die Bezeichnung „Cement“ findet sich mitunter auch auf jene Substanzen angewendet, welche dem fetten Kalke zugesetzt werden, um ihn hydraulisch zu machen. Diese Bezeichnung für hydraulisirende Beimengungen bleibt hier ausgeschlossen, und wird Cement nur im ersteren Sinne gebraucht.

Werden hydraulische Kalke aus Mineralien erzeugt, welche die erforderlichen hydraulisirenden (cementirenden) Bestandtheile in sich enthalten und keiner weiteren Beimengungen bedürfen, um hydraulisch zu wirken, so heissen sie natürliche hydraulische Kalke, natürliche Cemente, im Gegensatze zu den künstlichen Cementen, welche erst nach entsprechender Mischung tauglicher Mineralien Hydraulicität erlangen.

Die zur Erzeugung hydraulischer Kalke geeigneten Mineralien pflegt man hydraulische Kalksteine, Kalkmergel und Cementsteine zu nennen.

Bei der grossen qualitativen und quantitativen Verschiedenheit der in den hydraulischen Kalk- und Cementsteinen vorkommenden Bestandtheile ist es selbstverständlich, dass die natürlichen und künstlichen hydraulischen Kalke je nach der chemischen Zusammensetzung der Rohstoffe ihre Hydraulicität in von einander abweichender Weise äussern.

In der Verwendung zu Mörtel bestehen hauptsächlich die Unterschiede: in der Wasserbeständigkeit erst nach erfolgter Erhärtung an der Luft, der kürzeren oder längeren Dauer der Erhärtung an der Luft und im Wasser, der geringeren oder grösseren Festigkeit des Mörtels nach der Erhärtung, in der Vertragung eines geringeren oder grösseren Sandzusatzes.

Nach den verschiedenen Orten des Vorkommens in der Natur, nach dem Erzeugungsorte und der Erzeugungsweise, nach der chemischen Zusammensetzung, nach dem Verhalten beim Löschen und bei der Verwendung hat man die hydraulischen Kalke verschiedentlich eingetheilt und benannt.

In der Entwicklungsperiode der Cementindustrie begegnet man den Namen: Roman-Cement, Portland-Cement, Perlmooser Portland-Cement, Kufsteiner hydraulischer Kalk, Medina-, Vassy-, Ulmer-, Keene-, Porian-Cemente, kurz hydraulischen Kalken, Cementkalken, Roman-Cementen, Cementen, Portland-Cementen, die ebensoviel Beinamen tragen, als es Erzeugungsorte oder Erfinder gibt; dabei aber mehr oder weniger die Eigenschaften nicht besitzen, die sie der Bezeichnung nach z. B. als Roman-, Portland- oder schlechtweg als Cement besitzen sollten.

Es entstanden hiedurch solche Begriffsverwirrungen und störende Verwechslungen, dass man selbst in bautechnischen Kreisen oftmals im Unklaren blieb, in welche Kategorie dieser oder jener Cement eingereiht werden soll.

Zu dieser Begriffsverwirrung haben nicht nur die Cementfabrikanten, sondern auch die englische, französische und deutsche Cementliteratur ihr Schärflein beigetragen, da eine allgemeine einheitliche Unterscheidung und Benennung bisher nicht zur Geltung gekommen ist.

Der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein hat sich nach den eingehendsten Studien dafür entschieden, dass die Eintheilung der hydraulischen Bindemittel auf Grund ihres Verhaltens beim Löschen und des fertigen Productes die einfachste, allgemein und dem Baugewerbe insbesonders verständlichste Lösung dieser Frage sei und demgemäss anschliessend an das in der Einleitung diesfalls bereits Erwähnte, vier Kategorien aufgestellt:

I. Hydraulische Kalke,
II. Cement-Kalke,
III. Portland-Cemente,
IV. Hydraulische Zuschläge,

deren charakteristische Eigenschaften und Verhalten in Folgendem gekennzeichnet ist:

Hydraulischer Kalk

ist ein in Stücken oder Pulverform auf den Markt gebrachter magerer Kalk, welcher die Eigenschaft besitzt, einige Zeit nach seiner Verwendung, im Wasser zu erhärten.

Wenn die Stücke im frisch gebrannten Zustande mit Wasser besprengt werden, so zerfallen sie unter starker Wärmeentwicklung

in ein feines weiches Pulver, welches zur Mörtelbereitung verwendet wird. Dieses, auch durch längeres Aussetzen der frisch gebrannten Steine an der Luft von selbst entstehende weiche Pulver, ist mehlig und von gelblich-weisser Farbe.

Der hydraulische Kalk kann auch sofort nach dem Brennen mit Wasser zu Kalkbrei abgelöscht, und in diesem Zustande zu Mörtelbrei verwendet werden.

Der hydraulische Kalkmörtel erhärtet langsam an der Luft und wird nach einiger Zeit wasserbeständig; er wird hauptsächlich zu Mauerwerk an feuchten Orten verwendet, und auch zu Bauten unter Wasser, in der Regel aber nur dann, wenn die Erhärtung schon zum Theile an der Luft, vor dem Wasserzutritte, stattgefunden hat.

Cement-Kalk

(Roman-Cement, hydraulischer Cement) ist ein Kalk mit so wesentlich hydraulischen Eigenschaften, dass das aus den gebrannten Steinen durch Mahlen künstlich erzeugte Pulver unter Wasser anzieht, und in ganz kurzer Zeit erhärtet.

Wenn diese gebrannten Steine der Luft ausgesetzt, oder mit Wasser besprengt werden, zerfallen dieselben nicht, sondern müssen vor ihrer Verwendung erst gemahlen werden.

Die Structur des auf diesem Wege gewonnenen Pulvers ist körnig, die Farbe gelblich in verschiedenen Nuancen bis zum Braunen, und dunkler als die der hydraulischen Kalke.

Beim Anziehen erwärmt sich der Cement-Kalk schwach; derselbe soll volumbeständig sein, und darf der Luft oder dem Wasser ausgesetzt, nicht treiben, rissig werden oder abblättern; er hat die kürzeste Abbindezeit unter den hydraulischen Bindemitteln.

Der mit Cement-Kalk erzeugte Mörtel eignet sich besonders zu Bauten unter Wasser.

Portland-Cement

ist ein in bestimmten Verhältnissen aus Thon und Kalk zusammengesetztes Material, welches bis zum beginnenden Schmelzen (Sintern) gebrannt, und dann gemahlen wird.

Der zur Erzeugung des Portland-Cementes erforderliche hohe Brenngrad, welcher die grössere Festigkeit dieses Materiales zur Folge hat, ist auch die Ursache, dass dieser Cement specifisch bedeutend schwerer ist als hydraulischer Kalk und Cementkalk.

Der Portland-Cement hat eine graue Farbe, und eine blättrige scharfe Structur.

Der mit Portland-Cement erzeugte Mörtel zeichnet sich vor den anderen hydraulischen Mörteln durch bedeutend grössere Festigkeit aus, und behauptet diese Eigenschaften sowohl bei seiner Verwendung an der Luft als unter Wasser.

Portland-Cement zieht in der Regel langsamer an als Cementkalk, erreicht aber in viel kürzerer Zeit namhaft höhere Festigkeit, Luft- und Wasserbeständigkeit als der Cementkalk, welche Eigenschaften stetig zunehmen.

Beim Abbinden darf Portland-Cement sich nicht erwärmen; er soll volumbeständig sein, und der Luft oder dem Wasser ausgesetzt, nicht treiben, rissig werden oder abblättern.

Portland-Cement wird zu allen jenen Bauarbeiten verwendet, bei welchen Wasser- und Wetterbeständigkeit, sowie grosse Festigkeit und Dichtheit Haupterfordernisse sind, und eignet sich in Folge der längeren Abbindezeit vorzugsweise auch zu solchen Arbeiten, bei welchen die Verwendung des Mörtels nur langsam stattfinden kann.

Hydraulische Zuschläge.

Die hieher gehörenden Puzzuolanen, Santorinerde, Trass (oder Duckstein) u. s. f. sind zumeist vulkanische Massen mit geringem Kalkgehalt, die in der Natur in Pulverform oder als Gestein vorkommen.

Die hydraulischen Zuschläge geben für sich allein keinen Mörtel, liefern dagegen, gemahlen dem Fettkalke zugesetzt, ein hydraulisches Bindemittel, das zwar langsam erhärtet, aber in seiner Festigkeit stetig zunimmt, so dass es nach mehreren Monaten der Festigkeit von Portland-Cement-Mörtel nahekommt.

Es würde sicherlich nur fördernd wirken, wenn die vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine aufgestellten Bezeichnungen allgemeinen Eingang finden, und sich im deutschen Sprachgebrauche die einheitliche Benennung Bahn brechen würde.

Geschichtliches über Cement.

Schon die alten Römer kannten die hydraulischen Eigenschaften der Puzzuolane, eines vulkanischen Productes, welches zusammenhängende Hügel von ziemlicher Ausdehnung in der Gegend von Rom bis Viterbo und Bolsena, und um Neapel herum, so bei Puzzuoli (woher der Name Puzzuolana stammt) bildet. Auch der Trass am Rhein war im dritten Jahrhundert den Römern bekannt.

Sie bereiteten ihren vielbewunderten Cementmörtel aus einem Gemenge von gebranntem, theils trocken pulverisirten, theils zu Brei gelöschten Aetzkalk, Sand und den erwähnten vulkanischen Producten. Die Härte dieser Mörtel in den bis zum heutigen Tage bestehenden Mauerwerken ist jedoch nicht ausschliesslich den kieselsäurehaltigen vulkanischen Producten, sondern auch dem Alter zuzuschreiben. Auf Seite 105 ist nachgewiesen, wie die Erhärtung des Luftmörtels vor sich geht; daraus lässt sich auch auf die principielle Ursache der Erhärtung des römischen Cementmörtels schliessen.

Bis zu Anfang dieses Jahrhunderts hielt man Puzzuolane und Trass als einzig bewährtes Mittel für hydraulischen Mörtel.

Die ersten Vorläufer in dem Bestreben, sich von der Zinsbarkeit gegenüber der Puzzuolane und dem Trass loszumachen, tauchten in England auf.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts warf sich der Ingenieur Smeaton, der geniale Wiedererbauer des Leuchtthurmes von Edystone bei Plymouth, nachdem bereits zwei kolossale Thürme von der stürmischen See verschlungen worden waren, mit allem Eifer auf die Untersuchung von Kalk und Mörtel, um für den Bau dieses Leuchtthurmes das beste Bindemittel herauszufinden. Er gelangte dadurch zu dem Resultate, dass nur jene Kalksteine, welche in Säuren aufgelöst, einen nach seiner Ansicht entsprechenden thonigen Rückstand hinterlassen, sich zu Mörtel für Wasserbauten eignen.

Dadurch gab Smeaton den Fingerzeig, dass der reinste Kalkstein nicht der beste für Mörtel sei, namentlich für Wassermörtel.

Im Jahre 1796 nahm James Parker ein Patent auf die Erzeugung eines Cementes, welchen er aus den an den Meeresküsten Englands vorkommenden thonerdehaltigen Kalknieren durch Brennen und nachheriges Pulverisiren erzeugte. Parker nannte sein Product „Roman-Cement“, weil die Kalksteinnieren, woraus er sein hydraulisches Product gewonnen, in der Farbe der römischen Puzzuolane ähnlich waren.

Im Jahre 1824 liess sich der Maurer Apsdin ein Patent auf die Erzeugung eines Cementes ertheilen, welcher aus einer Mischung von Kalk und Thon bestand und bis zur Sinterung gebrannt wurde — und da sein Product eine Aehnlichkeit mit der Farbe des in England als Baumaterial angewendeten Portlandsteines (Portlandstone) hatte, nannte er es „Portland-Cement“.

Einige Jahre später hat W. Pasley einen Cement durch praktisch ermitteltes Mischungsverhältnis des blauen Thones vom Medwayflusse mit Kreidekalk, und durch Brennen dieser Masse bis zum Stadium der Sinterung erstellt, welches Verfahren ein vorzügliches Product lieferte.

Nun entwickelte sich in England dieser Industriezweig rasch und zu einer solchen Ausdehnung, dass der englische „Portland-Cement“ sich des besten Rufes nicht nur in Europa, sondern in allen Welttheilen erfreute, und den Roman-Cement in den Hintergrund drängte.

Ausser England hat auch Frankreich der Erzeugung hydraulischer Kalke sein Augenmerk zugewendet.

Beim Wechsel dieses Jahrhundertes fand der Ingenieur Lesage an der Boulogner Küste Steine, welche durch scharfes Brennen einen für Wasserbauten geeigneten Mörtel ergaben; später entdeckte der Bergingenieur Descotils einen natürlichen hydraulischen Kalk bei Senonches, welcher sich ebenfalls für Wasserbauten tauglich erwies; und der letztere Fall gab dem zur Berühmtheit gelangten französischen Ingenieur Vicat die Veranlassung, hydraulische Kalke künstlich aus Kalk und Thon zu erzeugen, wobei er so glücklich war, auf praktischem Wege die richtigen Verhältnisse von Kalk und Thon derart zu treffen, dass seine Producte einen vorzüglichen Cement lieferten.

Vicat verwendete seinen Cement schon 1816 zur Betonirung der grossen Brücke von Souillac über die schiffbare Dordogne, welcher Bau ihm seitens der französischen Regierung übertragen wurde.*)

Vom Jahre 1818 an begann, angeregt durch die Erfolge Vicat's ein regeres Forschen nach Cementen; doch bewegte sich dasselbe, weil auf rein empirische Versuche angewiesen, fort im Ungewissen, bis endlich 1828 der Oberbergrath Fuchs in München die erste wissenschaftliche Theorie von der Wirkung hydraulischer Kalke fand, und damit die Wege vorzeichnete, wie hydraulische Kalke sicher erprobt und bereitet werden können. Er wies auf die weitverbreiteten Mergellager hin, welche natürliche hydraulische Kalke liefern und das Mittel bieten, sich von fremdländischen Beimengungen unabhängig zu machen.**)

Von da an nahm der Fortschritt der Cementfabrikation in Deutschland stetig zu, und Männer der Wissenschaft, wie Pettenkofen, Kuhlmann, Winkler, Feichtinger, Bleibtreu, Ziurek, Menger,

---

*) Vicat hat der französischen Regierung 1818 bis 1845 durch Anwendung des Betonbaues bei Hafen-, sonstigen Wasser- und Landbauten 69 Millionen Francs erspart. 1845 erhielt Vicat über Antrag Arrago's für seine Verdienste eine jährliche Pension von 6000 Francs.

**) Es sei hier bemerkt, dass Fuchs für seine grossen Verdienste keine weitere Anerkennung, als die Auszeichnung mit einer holländischen Medaille fand.

W. Michaelis etc. trugen durch ihre Untersuchungen und gemeinnützigen Rathschläge nicht wenig dazu bei, die Cementindustrie auf ihren heutigen Stand der rationellen Fabrikation und Vollkommenheit zu bringen.

Auch in Oesterreich-Ungarn begannen zu dieser Zeit bescheidene Versuche, sich von den ausländischen Producten zu emancipiren, doch konnte sich dieser Industriezweig längere Zeit hindurch nicht auf das Niveau der Concurrenzfähigkeit erheben, da über das Vorkommen von Rohstoffen und deren Eigenschaften ausreichende Untersuchungen und Erfahrungen dazumal noch nicht gesammelt waren.

Seit mehr als drei Decennien steht jedoch Oesterreich-Ungarn mit der Fabrikation und Qualität seiner Kalkproducte den ausländischen Producten vollkommen ebenbürtig da und ist auch in der Lage, nicht nur seinen Bedarf durch inländische Producte vollständig zu decken, sondern auch ein bedeutendes Quantum nach dem Orient zu versenden.

Um den Aufschwung der Cementindustrie in Oesterreich-Ungarn haben sich besonders verdient gemacht: Haidinger, Director der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien, Franz Ritter von Hauer, gegenwärtig Director der k. k. geologischen Reichsanstalt, Professor Dr. Franz Ragsky, der k. k. Bergrath Johann Čžjžek, Dr. Reuss, L. Zeuschler, M. V. Lippold, Johann von Mihalik,*) kön. ung. Bauinspector, Professor Josef Szabó, Max von Hantken etc.

Wie sehr die k. k. geologische Reichsanstalt in Wien von der Wichtigkeit der hydraulischen Kalke zur Förderung des Bauwesens durchdrungen war, bezeugt ein Vortrag des Herrn Professors Dr. Ragsky in der Sitzung vom 11. November 1851, aus welchem ein kurzer Auszug hier Platz finden möge.

Herr Dr. Ragsky theilt seine Untersuchungen über den hydraulischen Kalk von Stollberg (Nieder-Oesterreich) mit und erwähnt, dass bei der Unentbehrlichkeit hydraulischer Kalke oder Cemente zu Wasserbauten, die Auffindung der hydraulischen Kalke in verschiedenen Theilen des Landes von grösster Wichtigkeit sei, zumal noch immer bedeutende Summen für dieses Material ins Ausland gehen. Er sei vom Herrn Director veranlasst worden, die inländischen hydraulischen Kalke zu studiren, um dieselben allgemein bekannt zu machen und auf ihre Vervollkommnung hinzuarbeiten.

Als besten Beweis, dass man hinsichtlich der hydraulischen Kalke nicht bloss an das natürliche Vorkommen derselben gewiesen

*) Verfasser eines umfassenden Werkes über Betonbauten und hydraulische Kalke, baute im Jahre 1855 die grossartige Franzens-Canal-Schleusse an der Donau in Bezdan (Ungarn) in der sehr kurzen Zeit von 90 Tagen, womit er dem Lande eine namhafte Summe ersparte.

ist, sondern dass bei ihrer Bereitung die Kunst sehr viel vermag, führt Ragsky den englischen Portland-Cement an, der zu den besten bis jetzt bekannten hydraulischen Kalken gehöre und eine künstliche Mischung sei.

Ferner hob er hervor, dass der wichtigste Bestandtheil, welcher den hydraulischen Kalksteinen die bindende Kraft verleiht, das Kieselerdehydrat sei, welches bei ihnen wie bei vielen anderen Mineralmassen den Kitt bilde; die übrigen Bestandtheile: Thonerde, Magnesia etc. seien von untergeordneter Wichtigkeit. Alkalien wirken dagegen insoferne günstig, als sie die Kieselerde löslich machen. Oesterreich besitzt manche sehr gute hydraulische Kalke, welche nach und nach einer genauen Analyse unterzogen werden sollen.

Den stärksten Impuls, sich um wohlfeile hydraulische Bindemittel umzusehen, gab in der Neuzeit der gebieterische Drang zur Schaffung von Nutzbauten, Hafen- und Canalbauten, insbesonders von Eisenbahnen. Das moderne Bauwesen hätte gewiss nicht so Grossartiges innerhalb eines halben Jahrhunderts zu Stande bringen können, wenn sich ihm nicht sozusagen überall Fundgruben von hydraulischen Kalken erschlossen hätten.

Die hydraulischen Kalke und Cemente sind aber nicht bloss für Wasserbauten, sondern auch für Freibauten eine wahre Nothwendigkeit geworden. Die rasche Erhärtung gewährt den Vortheil, schneller und sicherer zu bauen, als mit Fettkalk, und dabei die gesundheitsschädliche Feuchtigkeit aus den Wohnräumen zu bannen. Es ist daher begreiflich, dass die Verwendung von hydraulischen Kalken zu Mörtel im gesammten Bauwesen eine viel bedeutendere Rolle zu spielen berufen ist, als der langsam erst nach vielen Jahren erhärtende Luftmörtel.

Chemische Zusammensetzung der hydraulischen Kalke im Allgemeinen.

Sowohl durch die Theorie als durch die Praxis ist es festgestellt, dass Kalke mit 13 bis 20% in Salzsäure unlöslicher Silicate löschbare hydraulische (magere) Kalke, — solche mit 21 bis 50%, Cementkalke geben, unter welch' letzteren wieder jene die besten sind, die zwischen 27 bis 35% Thonerdesilicate enthalten, und falls ihre Bestandtheile in einem möglichst feinen und sehr gleichmässig zertheilten Zustande sich vorfinden, zur directen Portland-Cementfabrikation geeignet sind.

Die verschiedenen chemischen Zusammensetzungen der für hydraulische Kalke mehr oder weniger geeigneten Kalkmergelspecies und anderer für die Cementfabrikation geeigneten Mineralien mögen hier als Beispiel angeführt werden.

Post-Nr.	Localität	In Salzsäure unlösliche Silicate	Kieselsäure	Thonerde und Eisenoxyd	Thonerde	Eisenoxyd	Kohlensaurer Kalk	Kohlensaure Magnesia	Kali und Natron	Schwefelsaurer Kalk	Wasser	Organische Substanzen und Wasser	Würde sich eignen für:	Analytiker
1	Spitz a. d. Donau } Ober- und Nieder-	24,18	·	1,33	·	·	73,67	Spur	·	·	·	·	Portl.	Pollak
2	Drosendorf · · · } Oesterreich nördlich	19,11	·	2,30	·	·	75,00	4,40	·	·	·	·	hydr.	Mrázek
3	Hardeg · · · · · } der Donau	23,60	·	1,00	·	·	73,60	0,50	·	·	·	·	Cemtk.	C. v. Hauer
4	Schärding am Turach-See, Ob.-Oest. ·	·	26,14	·	7,78	1,89	60,00	2,95	Spur	·	1,24	·	„	—
5	Wiesenbach, Nied.-Oest. · · · · · ·	26,60	·	4,00	·	·	68,00	1,40	·	·	·	·	„	John
6	Neuberg bei Maria-Zell · · · · · ·	·	26,77	·	2,37	8,20	59,97	1,86	·	·	0,68	·	„	C. v. Hauer
7	Gmunden, Umgebung · · · · · · ·	35,20	·	3,25	·	·	32,47	29,08	·	·	·	·	„	John
8	Kammer, Erzh. Oest. · · · · · · ·	28,46	·	6,84	·	·	64,70	Spur	·	·	·	·	„	„
9	dto. dto. · · · · · · · ·	14,43	·	4,23	·	·	81,34	„	·	·	·	·	hydr.	„
10	Möttnig in Krain · · · · · · · ·	26,95	·	1,80	·	·	62,28	8,97	·	·	·	·	Cemtk.	„
11	dto. dto. · · · · · · · ·	35,59	·	1,65	·	·	55,47	7,29	·	·	·	·	„	„
12	Eperies, Ob.-Ungarn · · · · · · ·	28,50	·	·	5,70	·	59,50	3,00	·	·	·	·	„	k k.geol.R.-A.
13	Lemberg (Kreidemergel) · · · · · ·	25,50	·	3,50	·	·	70,30	0,70	·	·	·	·	Portl. u. Cementk.	—
14	Lychwin bei Tarnow · · · · · · ·	48,20	·	4,70	·	·	43,90	3,20	·	·	·	·	*)	John
15	Josefberg bei Budapest · · · · · ·	13,00	·	5,20	·	·	44,79	34,73	·	1,26	·	0,94	**)	Dr. F. Linke
16	dto. dto. · · · · · ·	18,67	·	5,41	·	·	43,59	29,50	·	1,24	·	1,18	„	„
17	dto. dto. · · · · · ·	20,22	·	3,14	·	·	73,80	0,82	·	0,37	·	1,29	„	„
18	dto. dto. · · · · · ·	24,22	·	3,63	·	·	39,15	31,15	·	0,41	·	1,71	„	„
19	Mariaschein in Böhmen · · · · · ·	15,00	·	·	·	·	85,00	·	·	·	·	·	***)	—
20	Radotin in Böhmen · · · · · · ·	12,25	·	·	·	1,54	84,64	0,84	Spur	·	0,65	·	†)	J. Kutschera
21	dto. dto. · · · · · · ·	·	82,50	·	2,50	·	9,00	2,50	3,00	·	·	·	„	—
22	Prag, Umgegend · · · · · · · ·	75,00	·	2,50	·	·	22,50	·	·	·	·	·	††)	—
23	Lábatlan bei Gran · · · · · · · ·	·	17,41	·	22,38	4,18	49,69	·	0,21	·	·	2,18	†††)	Dr. Werner

*) Thonmergel. Gebrannt und dem fetten Kalk zugesetzt, gibt ein brauchbares hydraulisches Bindemittel.
**) 15, 16, 18 dolomitische Mergel, 17 Kalkmergel (Neogen). Wenn die ersteren schwach und der letztere normal gebrannt und in bestimmten Verhältnissen zusammengemengt werden, so erhält man einen vorzüglichen Cementkalk.
***) Plenärkalk, wird mit Zusatz von Thon zur künstlichen Portland-Cementfabrikation verwendet.
†) 20, Petrefactenreicher Knollenkalk (Silur) und 21, Diabas (Grünstein) werden zur Portland-Cementfabrikation daselbst verwendet.
††) Pläner. Mit Kalkzusatz eignet sich derselbe zur Portland-Cementerzeugung.
†††) Thonmergel, im gebrannten Zustande analysirt. Gibt einen minder geschätzten Cementkalk.

Untersuchung der Kalksteine in Bezug auf ihre Hydraulicität.

Sollen die hydraulischen Eigenschaften eines gebrannten Kalksteines aus dem noch ungebrannten theoretisch ermittelt werden, so gibt in erster Linie eine genaue chemische Analyse darüber Aufschluss; welchen Rang aber das aus dem noch ungebrannten Stein zu erstellende Product in der Reihe der Cemente einnehmen wird, bleibt selbst nach der chemischen Untersuchung noch unentschieden, da dies nicht nur von der chemischen Zusammensetzung, sondern auch von der physikalischen Beschaffenheit der einzelnen Bestandtheile abhängig ist. Ein weiterer Grund zur chemischen Untersuchung des rohen Kalksteins ist der, die Veränderungen und das Verhalten der Thonerdebestandtheile in Bezug auf ihre Qualität und Quantität, während des Brennens und im Wasser in Verbindung mit Kalk zu ergründen, um durch schickliche Wahl bei Benützung der Rohstoffe sich ergebende Schwierigkeiten in der Fabrikation zu beseitigen.

Die thatsächliche Qualität eines hydraulischen Bindemittels muss auch noch durch Versuche auf seine Festigkeit und durch längeres Beobachten seines Verhaltens an der Luft und im Wasser festgestellt werden; denn es ist ganz gewiss, dass zwei hydraulische Kalke von ganz gleicher Güte eine gänzlich verschiedene percentische Zusammensetzung besitzen können, und umgekehrt.

Es ist daher rathsam, die Durchführung sehr genauer Analysen, namentlich bei künstlicher Portland-Cementfabrikation, wo die etwaigen Zuschläge festgestellt werden sollen, einem speciellen Chemiker oder einer chemischen Versuchsanstalt zu übertragen.

Minderwichtige Analysen können jedoch nach der auf Seite 88 gegebenen Anleitung selbst durchgeführt werden.

Bestandtheile der Thonerdesilicate und ihre Bedeutung als Hydraulefactoren.

Bei der Verwitterung feldspathaltiger Gesteinsmassen, z. B. Granit, Porphyr, Syenit, Grünstein (Diabas) etc., bildet sich ein wasserhaltiges Thonerdesilicat, das unter dem Namen Thon allgemein bekannt ist und bei den ältesten Culturvölkern eine eminente technische Bedeutung hatte. Ausser seinem Hauptbestandtheil, das ist die kieselsaure Thonerde, welche von Salzsäure nur sehr wenig angegriffen wird, enthält der Thon gewöhnlich noch andere Beimengungen, deren Anwesenheit jedoch theils durch andere Gesteine bedingt ist, theils auch in dem Grade der Verwitterung seines Urgesteines zu suchen ist.

Der eigentlich wirksame und wertvolle Bestandtheil in dem Thonerdesilicat ist die Kieselsäure (SiO_3 = 3 Gewichtstheile Sauer-

stoff auf 1 Gewichtstheil Kieselerde), welche das Hauptagens bildet. Dazu ist jedoch vor Allem nöthig, dass die Kieselsäure in einer durch Kalk leicht angreifbaren, leicht aufschliessbaren Form vorhanden ist, wie selbe in gewissen natürlich vorkommenden hydratischen Kieselsäuren bietet, z. B. in Hyalith, Feuerstein, Infusorienerde und anderen Mineralien, namentlich in den wasserhältigen Silicaten.

Schon ein blosses Gemenge von solcher Kieselsäure und gutem fetten Kalk besitzt unter Wasser eine enorme Erstarrungsfähigkeit, und erlangt schon nach einigen Tagen die Festigkeit und Härte eines Steines; in der Regel begnügt man sich aber nicht damit, sondern zieht ein anderes auch durch Salzsäure nur schwer angreifbares Thonerdesilicat hinzu, welches die Festigkeit ungemein erhöht, es ist das die Thonerde (Al_2O_3).

In der Mehrzahl der Fälle reichen in der That diese zwei Hauptbestandtheile: Kieselsäure und Thonerde aus, um den Kalk in einen hydraulischen Mörtel zu verwandeln.

Es sei hier bemerkt, dass in jedem Thon fast ohne Ausnahme ein Theil der Thonerde durch das Eisenoxyd vertreten ist. Je grösser daher die relative Menge des Silicates ist, desto wirksamer erweist sich der Thon zur Erzeugung eines Cementes. Die fremden Beimengungen, wie z. B. das Eisenoxyd, die Thonerde, Alkalien, Kalk, das Manganoxyd, die freie Kieselsäure in Form von Quarz oder als Hydrat, können jedoch nicht immer als nutzlos angesehen werden, sondern sind in manchen Fällen sogar nothwendig.

Wie oben erwähnt, entsteht die Thonsubstanz durch die Verwitterung feldspathaltiger Gesteine; vergleicht man nun die Analysen dieser Gesteine mit jenen der aus denselben entstandenen Thonarten, so zeigt sich, dass die Verwitterung eigentlich grösstentheils in der Entziehung der Alkalien besteht.

Durch die gänzliche oder theilweise Entziehung der Alkalien sind diese neu gebildeten Thonerdesilicate strengflüssig geworden, und besitzen, was sehr zu berücksichtigen ist, eine grössere Acidität.

Jeder Thon enthält mit geringen Ausnahmen kleine Partikelchen der ursprünglichen Mineralien, welchen er seine Entstehung verdankt, und ist sehr oft der Glimmer schon mit freiem Auge ersichtlich. Es scheint daher, dass der Alkaligehalt eines Thones zumeist diesen noch unzersetzten Mineralien zugeschrieben werden muss.

Jene Thone, welche einen grossen Gehalt an **kiesel**saurer Magnesia besitzen, sind für die Portland-Cementfabrikation nicht zu empfehlen; hingegen ist ein mässiger Gehalt an **kohlen**saurer Magnesia nicht schädlich, weil dieselbe in der Hitze und im Wasser wie der Kalk auf die Silicate reagirt. Es ist daher wohl zu unterscheiden, in welcher Form die Magnesia in einem Thone vorkommt,

ob als kohlensaures oder kieselsaures Salz, und es ist die Behauptung, dass ein Magnesiagehalt der Güte eines Cementes oder eines natürlichen hydraulischen Kalkes schädlich sei, insoferne unrichtig, als dieselbe nur bezüglich der kieselsauren Verbindung gelten kann.

Das kohlensaure Manganoxydul und das Manganoxyd findet man im Thone in der Regel nur in geringen Mengen. Diese Mangan-Verbindungen verrathen sich nach erfolgtem Brande des Cementes durch intensiv grüne Flecken an der Oberfläche desselben, welche Flecken vom gebildeten mangansauren Kalke herrühren.

Dieses Metalloxyd ($Mn_2 O_3$) wirkt ebenfalls als vorzüglicher Hydraulefactor.

Von besonderer Wichtigkeit kommt noch das Verhältnis des Thones zur Kieselsäure in Betracht. Jene Thone, welche 20 bis 40% Thonerde ($Al_2 O_3$) und 80 bis 60% Kieselsäure ($Si O_3$), beide Bestandtheile in leicht aufschliessbarem Zustande enthalten, sind die bestgeeignetsten für die Herstellung guter hydraulischer Bindemittel.

Ausser der nun geschilderten Entstehungsart hydraulischer Mörtel gibt es noch viele andere. So z. B. hydraulificirt die kohlensaure Magnesia ($MgO\ CO_2$) den Kalk in hohem Grade und geben daher dolomitische Kalke, so wie reine Dolomite Materialien für sehr gute Cemente.

Ofensysteme

mit Rücksicht auf die bei den österreichisch-ungarischen Cementfabriken bestehenden.

Bei denjenigen technisch-chemischen Processen, welche hohe Temperaturen bedingen, bestehen die Heizanlagen aus Herd-, Schacht- (Hoch-) oder Flammen-Oefen mit oder ohne Gebläse.

Bei den Schacht- oder Hochöfen wird der Kalkstein, Kalkmergel oder die Portland-Cementmasse mit dem Brennstoffe gemengt (gattirt), während bei den Flamm- oder sogenannten Feldöfen das Brenngut nur der Feuerflamme ausgesetzt wird.

Obwohl im Auslande in den letzten Decennien viele und mitunter vortheilhafte Ofensysteme in der Kalk- und Cementindustrie Eingang gefunden haben, ist dies bei der gleichnamigen inländischen Industrie weit spärlicher der Fall gewesen.

Von allen den neuen und verbesserten Ofenconstructionen hat sich bloss das Hoffmann'sche Ringofensystem, jedoch mehr in den Ziegeleien, als bei den Kalk- und Cementfabriken eingebürgert.

Der Steinmann'sche Kalk-Schachtofen mit Gasfeuerung hat fast in allen österreichisch-ungarischen Rübenzuckerfabriken,

welche die aus dem Kalkstein gewonnene Kohlensäure zur Saturation und den Aetzkalk zur Scheidung des Zuckersaftes verwenden, eine allgemeine Aufnahme gefunden, während man in der Kalk- und Cementindustrie über einige schüchterne Versuche mit der Gasfeuerung nicht hinausgekommen ist; und so blieb leider auch dieses Feuerungssystem, welches für die Calcinirung so mancher inländischen Kalk- und Kalkmergel-Species, deren eigenthümliches Verhalten im Feuer bei der Cementkalkfabrikation beschrieben wird, von hoher wertvoller Bedeutung geworden wäre — bis heute noch ganz unbeachtet.

Dass bei Anwendung der Gas- oder gut construirten Flammenöfen für die Calcinirung der obgedachten Gesteinsarten eine Menge Vortheile sich darbieten, welche die etwa sich höher stellenden Anlagekosten und die präcisere Bedienung solcher Heizanlagen bei Weitem überwiegen, steht über alle Zweifel erhaben.

Obwohl ein richtig gewählter und gut construirter Brennofen zu den Hauptfactoren in der Kalk- und Cementindustrie gezählt wird, so muss zum vollständigen Gelingen der Fabrikation hier noch besonders der allgemeine Grundsatz hervorgehoben und auch festgehalten werden, dass eine nicht zweckentsprechend erbaute Anlage, ein in den Händen eines Fachunkundigen geführter Betrieb und demzufolge eine schlechte Qualität des Productes — die Existenz so mancher mit grossen Kosten erbauten Anlage in Frage stellen.

Es kann daher nicht verschwiegen werden, dass bei vielen inländischen Cementfabriken gerade gegen diesen Grundsatz sehr gesündiget wird und eine ganz und gar unrichtige Sparsamkeitssucht herrscht. So wird z. B. schon bei dem Bau der Anlage, namentlich der Cementöfen, ein Hauptfehler dadurch begangen, dass man den ganzen Bau, statt einen speciellen Fachmann zu Rathe zu ziehen, allein einem Bau- oder Maurermeister überlässt, der wohl in seinem Fache ganz tüchtig sein kann, aber von dem eigentlichen Wesen des Cementes und seiner Fabrikation entweder gar keine oder nur oberflächliche Kenntnis besitzt. Eine weitere ganz irrationelle Sparsamkeit wird auch noch in dem Betriebe eingeführt. Ganz richtig sucht man wohl einen erfahrenen Cementtechniker oder Chemiker mit der ganzen Leitung zu betrauen, bietet ihm jedoch eine Besoldung, die über die Höhe eines gewöhnlichen Taglohnes nicht hinausgeht. Unter solchen Umständen wird es natürlich keinem speciellen, wissenschaftlich gebildeten und zugleich praktischen Fachmanne einfallen, seine Kenntnisse und Fähigkeiten zu verwerten und die Betriebsleitung wird dann einem Aufseher übertragen, weil dessen Ansprüche mit dem Sparsamkeitssinne des Fabrikanten eher in Einklang zu bringen sind.

Dass unter solchen Umständen die Qualität der Waare und die Existenz einer solchen Fabrik, die, wenn sie sich auch mühevoll

erhält, doch nur mit sehr geringem oder gar keinem Nutzen arbeitet, ganz auf's Spiel gesetzt wird, muss auch dem Unbefangenen zur Genüge begreiflich sein.

Anderseits muss aber bemerkt werden, dass bei den meisten dieser Industrie-Etablissements nicht Sparsamkeit, Indolenz oder Apathie die Ursachen sind, dass anerkannt gute Ofensysteme im Inlande fast noch keinen Eingang finden. Es sprechen dafür andere Gründe, welche hier durch einige aus der Praxis entnommene Beispiele aufgeklärt werden sollen.

Bekanntlich beruhen die meisten dieser neuen Ofensysteme — eine gewissenhafte und präcise Leitung und Ueberwachung vorausgesetzt — auf der Brennstoffersparnis, auf einer raschen und grossen Productionsfähigkeit und speciell bei der Gasfeuerung auf der Gewinnung eines nicht durch Asche und sonstige schädliche Kohlengase verunreinigten daher minder geschätzten Kalk- oder Cementproductes.

Es frägt sich nun: Bietet die Einführung solcher neuen oder verbesserten Ofensysteme ausnahmslos in jedem Etablissement praktische und finanzielle Vortheile?

Bevor aber diese Frage beantwortet wird, muss ein Rückblick auf die inländischen Verhältnisse geworfen und erörtert werden, mit welchen Factoren die österreichisch-ungarische Kalk- und Cementindustrie zu rechnen hat.

In der Entwicklungsperiode der inländischen Cementindustrie fand der vorzügliche Kufsteiner hydraulische Kalk (Cementkalk) zu allen Wasser- und Landbauten eine so allgemeine und beliebte Anwendung, dass die später neu entstandenen, mit verhältnismässig sehr geringen Kosten erbauten Cementfabriken sich nur auf die Erzeugung dieser allgemein eingeführten Cementsorte verlegt haben. Portland-Cement wurde allerdings anfangs in grossen Quantitäten vom Auslande eingeführt, da man jedoch fand, dass in Oesterreich-Ungarn diese Cementgattung ohne künstliche Mischung erstellt werden kann und die Einrichtung hiezu, namentlich dort, wo eine Cementfabrik schon bestand, mit wenigen Kosten durchgeführt werden konnte, so war in Anbetracht des geringen Anlagecapitales und der einfachen Fabrikationsweise bei beiden Cementsorten keine Concurrenz mehr zu befürchten, — mithin lag auch in den meisten Fällen keine absolute Nothwendigkeit vor, durch Aufbau neuer mitunter kostspieliger, wenngleich auch vortheilhafterer Ofensysteme das ursprüngliche Anlagecapital einerseits zu belasten, um anderseits durch etwas billigere Erzeugung in dem neuen Ofen die Zinsen des vermehrten Anlagecapitales wieder hereinzubringen.

Weiters sei bemerkt, dass in Oesterreich-Ungarn circa 400 Kohlenwerke bestehen, die zumeist eine billige Kohle liefern — ja die billigste

Kohle des Continentes liefern könnten -- wenn das, Haus und Industrie schädigende, wie bekannt in Privathänden ruhende Kohlenmonopol nicht bestünde und wenn ferner die inländischen Bahn- und Schifffahrts-Tarife den ausländischen sehr billigen gleich gehalten würden. Nicht unerwähnt kann bleiben, dass den meisten Industriellen auch noch theilweise billiges Brennholz und Wasserkraft zur Verfügung stehen.

Fast sämmtliche 33 Cementfabriken Oesterreich-Ungarns produciren hydraulische und Cementkalke. der grössere Theil davon auch Portland-Cement in directer Weise aus Kalkmergel oder aus künstlich zusammengesetzten Mischungen, wobei noch zu erwähnen kommt, dass fast die Hälfte dieser Fabriksanlagen nur für den Local- und Provinzbedarf eingerichtet sind.

Diese obangeführten Verhältnisse lassen ohne jedweden weiteren Commentar errathen, dass im Inlande nur jene Erfindungen und Verbesserungen von Ofensystemen Aufnahme finden können, die nachweisbar merkliche praktische und finanzielle Vortheile im Verhältnisse zu den Anlagekosten bieten.

Somit ist es erklärlich, dass namentlich bei den kleineren für den localen Bedarf eingerichteten Fabriken die gegenwärtig bestehenden Schacht- und Flammenöfen, deren Beschreibung weiter unten folgt, sich noch lange Zeit hindurch behaupten werden.

Ein und dasselbe Ofensystem kann in Folge örtlicher Verhältnisse ganz divergirende Resultate ergeben, und möge nachstehende Thatsache als Beispiel dienen.

Eine österreichisch-ungarische grosse Gewerkschaft benützt zum Cement- und Kalkbrennen einen oblongen Ringofen mit 14 Abtheilungen (Kammern) à 24 m^3 Inhalt, wie solcher in Figur 4 und 5 der lithographirten Tafel skizzirt erscheint.

Die Anlagekosten dieses Ringofens haben mit Rücksicht auf den sehr schwierigen Bau einen Kostenaufwand im Ganzen von circa fl. 26.000.— erfordert.

Der Brand einer Abtheilung dauert bei Kalk 20 bis 24 und bei Cementkalk 16 bis 20 Stunden. Als Brennmaterial wird ein Steinkohlenklein mit einem Brennwert von 6400 Wärmeeinheiten verwendet und der Verbrauch an Kohle stellte sich nach einem jährlichen Durchschnitte nach sehr genau geführten Aufzeichnungen bei Kalk auf 26 kg und bei Cementkalk auf 20 kg pr. 100 kg gebrannten Materiales heraus.

Da diese Gewerkschaft bei grösserem Bedarfe auch ihre alten continuirlichen und periodischen in der Gegend zerstreut liegenden Schacht- und Feldöfen zum Kalk- oder Cementbrennen zeitweilig in Anspruch nehmen musste, so konnten Brennstoffverbrauch und Erzeu-

gungskosten auch hier nach genau geführten Büchern ermittelt werden. Es stellte sich der Kohlenverbrauch bei den letzteren Ofensystemen allerdings um 3 bis 5% höher, dagegen wurde dieser Mehrverbrauch durch die einfachere Betriebsmanipulation, beziehungsweise durch geringere Anzahl und billigere Arbeitskräfte reichlich gedeckt.

Ausserdem darf nicht vergessen werden, dass im Ringofen, wo Kohle und Kalk einerseits in unmittelbarer Berührung, anderseits der strahlenden oder durchziehenden Hitze — analog der Brennmethode in Schachtöfen mit Gattirung — ausgesetzt sind, ungare und todtgebrannte Stücke nicht zu vermeiden sind, die zuweilen 10 bis 15% der Beschickung betragen.

In den Feldöfen mit hartem Holze erbrannter Weisskalk stellte sich per 100 kg nur um 10 Kreuzer höher als der im Ring- oder Schachtofen calcinirte, wobei zu bemerken kommt, dass der sogenannte Holzkalk, weil rein und nicht verschlackt, dem mit Steinkohle erbrannten vorgezogen wurde.

In diesem speciellen Falle konnte dem Ringofen nur der einzige Vortheil einer grösseren continuirlichen Production abgerungen werden, welche Errungenschaft aber circa fl. 26.000.— an Anlagecapital erfordert hat.

Eine andere kleinere Gewerkschaft, welche in der glücklichen Lage sich befindet, mehrere tausend Joch Buchenwaldungen in der unmittelbaren Nähe der Fabriksanlage zu besitzen, hat durch Aufstellung eines Hoffmann'schen oblongen Ringofens bedeutende Vortheile erlangt. Die Anlage dieses mit 12 Abtheilungen à 18 m^3 erbauten Ofens kostete fl. 12.000.— ö. W. Hier war thatsächlich eine 25%ige Ersparnis an Brennholz gegenüber den früheren Feldöfen erzielt und da der Kalkmergel von vorzüglicher chemischer Zusammensetzung war, wurde die Möglichkeit geboten, auch Portland-Cement zu erzeugen, was in gewöhnlichen Feld- oder Schachtöfen mit Holzfeuerung nie vollkommen gelungen wäre.

Eine nicht unbedeutende, in einer cisleithanischen Provinz gelegene Kalkgewerkschaft hat sich entschlossen, behufs einer grösseren Kalkproduction einen Ringofen zu erbauen. Nach vollendetem Baue wurden von dem Erbauer mit aller beim Ringofenbetriebe gebotenen Umsicht mehrere Wochen lang Probebrände vorgenommen, welche den gehegten Erwartungen jedoch nicht entsprochen haben. Eine Ersparnis an Brennmaterial (Braunkohle) wurde nicht erzielt und bestand der Hauptübelstand darin, dass ein beträchtlicher Theil des Weisskalkes theils verschlackt, theils ungar blieb und die Gewerkschaft der Gefahr ausgesetzt war, mit diesem minderwertigen Producte auf dem Baumarkte sich nicht behaupten zu können.

Dieser Ofen wurde abgetragen und die Gewerkschaft arbeitet gegenwärtig wieder wie früher auf ihren alten grossen Flammenöfen, ähnlich dem in Rüdersdorf bei Berlin bestehenden Ofensysteme, unter den gegebenen Verhältnissen sehr günstig.

Dieser Versuch muss wohl als ein sehr theuerer und obendrein als ein misslungener bezeichnet werden, der ganz unterbleiben hätte können, weil die obgedachte Kalkspecies vermöge ihrer chemischen Zusammensetzung nur eine länger andauernde Flammenhitze verträgt, die im Ringofen mit fossiler Kohle nicht gut erreichbar war. Allerdings hätte man im Ringofen ganz gute Resultate erzielen können, wenn statt Kohle Holz angewendet worden wäre, in welchem Falle jedoch der hohen Holzpreise wegen die Erzeugungskosten das Niveau der Verkaufspreise weit überholt hätten.

Der obige Fall liefert ebenfalls mehrere interessante Momente über so manche zuvor bemerkte nicht zu entschuldigende Fehler, die in diesem Industriezweige festwurzeln. Einerseits ist wohl der Beweis gegeben, dass im Inlande viele Industrielle für Verbesserungen keine finanziellen Opfer scheuen, anderseits ist es aber wieder bedauerlich, dass solche Experimente ohne jede Fachkenntnis vorgenommen werden, daher gewöhnlich misslingen und noch die bösen Folgen nach sich ziehen, dass in Fällen, wo locale und chemisch-technische Verhältnisse thatsächlich günstige Resultate gestatten würden, solche Verbesserungen unterlassen werden, weil die meisten (namentlich die weniger fachkundigen) Industriellen durch die jeweiligen Misserfolge jede Neuerung oder Verbesserung scheuen.

Beschreibung der Kalköfen.

In der inländischen Cementfabrikation findet zumeist das System der runden Schachtöfen (Fig. 1 der lithograph. Tafel) Verwendung und kann der Betrieb in diesen Oefen entweder periodisch (zeitweise) oder continuirlich (ununterbrochen) stattfinden.

Selbstverständlich ist der continuirliche Betrieb vortheilhafter als der periodische, weil bei letzterem nach beendetem Brande bis zur nächsten Füllung der Ofen sich abkühlt und bei einem neuen Brande mit einem nicht unbeträchtlichen Aufwande von Brennmaterial wieder erhitzt werden muss, — welcher Nachtheil auch bei Ringöfen nicht ausgeschlossen ist, — und ferner, weil die Hitze des gebrannten Kalkes oder Cementes während der Abkühlung des Ofens auch verloren geht.

Bei continuirlichem Schachtofenbetrieb wird die einströmende atmosphärische Luft durch das am Roste *d*, beziehungsweise unterhalb der Brennzone *c* in der Abkühlung begriffene Brenngut erwärmt und gelangt als heisse Luft in die Brennzone oberhalb *c*. Durch die aus

dieser Brennzone abziehenden heissen Gase wird der bis zur Gicht *c* geschichtete (gattirte) Kalkstein oder Kalkmergel und Brennstoff vorgetrocknet, beziehungsweise vorgewärmt. Die Ofenwände der Brennzone werden stets in gleicher Temperatur erhalten.

Die Dimensionen dieser Ofengattung sind sehr verschieden und variiren von 8 bis 16 m Höhe mit einem Durchmesser und zwar am Rost zwischen 1·30 bis 1·65 m, in der Brennzone 2·50 bis 3·25 m und an der Gicht 1·60 bis 2·00 m.

Die innere Ausmauerung wird gewöhnlich aus feuerfestem Materiale ausgeführt, wobei sehr darauf gesehen werden muss, dass die Fugen zwischen den Ziegeln auf das Minimum beschränkt werden.

Die Schachtöfen mit geringeren Dimensionen werden bei den meisten für den Localbedarf mit 3 bis 5 solcher Oefen eingerichteten Etablissements, bei welchen sich der Betrieb nach den einlaufenden Bestellungen richtet, vorgezogen.

Es ist einleuchtend, dass die Oefen grösserer Dimensionen gegenüber den kleinen die Vortheile einer vollkommeneren Ausnützung der abziehenden Hitze bieten.

Der Brennstoffverbrauch richtet sich bekanntermassen je nach der Qualität der Kohle. Es sei hier beispielsweise angeführt, dass bei continuirlichem Betriebe eines kleinen Schachtofens zum Erbrennen eines Cementkalkes aus einem Kalkmergel der Gosauformation je nach der Jahreszeit 8 bis 10 kg einer Steinkohle von 6600 Wärmeeinheiten auf 100 kg des calcinirten Productes erforderlich sind, und dass in dem obbezeichneten Ofen 10000 kg Cementkalk in je 24 Stunden erbrannt werden können.

Ein Ofen alten Systemes für Flammenfeuerung, welcher in Fig. 2 der Tafel abgebildet ist, wird noch in einigen inländischen Cementfabriken zumeist für den kleinen Betrieb verwendet. Gewöhnlich sind 2 oder 4 solcher Oefen in Einem gebaut (zusammengekuppelt) und erhalten einen gemeinschaftlichen Rauchschlot.

Der Schacht des Ofens, 8 m hoch, hat eine quadratische Form von 1·20 m Seitenlänge, ist von der Ofensohle *g* bis zur Gicht *d* von gleicher Dimension und nur mit einer Rostfeuerung *a* versehen, *b* Aschenfall, *g* Abzug für den calcinirten Cementkalk, *f* provisorisch zugemauerte Oeffnung, welche dazu dient, um bei etwaigen Stauungen des Brenngutes mit einer eisernen Stange das Hinabgleiten nachzuhelfen, *h* Paternoster-Werk zur Beschickung des Ofens, falls solcher in einer Ebene und nicht an einer Berglehne angebaut ist.

Für kleinen Betrieb haben diese Oefen den Vortheil, dass der continuirliche Betrieb beliebig unterbrochen werden kann. Befindet sich der Ofen im Gange (Betriebe), so liegt der calcinirte in der Abkühlung befindliche Cementkalk in dem unteren Theile des Schachtes

zwischen *g e*, der zum Garbrennen bestimmte in der Brennzone *e c* und der noch halbcalcinirte und rohe Kalkstein in der Vorwärmzone *c d*. Bei dem Abzuge *g* und bei der Einfüllöffnung *d* sind eiserne gut schliessbare Thüren angebracht, welche nur im Bedarfsfalle geöffnet werden.

Der vorstehend beschriebene Ofen liefert bei continuirlichem Betriebe in 24 Stunden 5000 bis 6000 kg gut erbrannten hydraulischen oder Cementhalk — und bei Anwendung einer Lignitkohle von 3800 Wärmeeinheiten stellt sich der Brennstoffverbrauch auf circa 16 kg per 100 kg des calcinirten Productes.

Bei den grösseren inländischen Kalkgewerkschaften wird dieses Ofensystem mit Vorliebe benützt, weil der Kalk, in solchen Oefen erbrannt, eine reinere und deshalb gesuchte Waare liefert. Es ist selbstverständlich, dass bei grossen Kalkfabriken die Flammenöfen in Form und Grösse von dem skizzirten etwas abweichen; sie werden gewöhnlich in runder Schachtform von 14 bis 16 m Höhe und mit 2 bis 3 Feuerungen hergestellt. Es steht ausser allem Zweifel, dass dieses System für Weisskalk-Calcinirung sehr viele praktische Vortheile aufweist, was sich schon aus dem einzigen thatsächlichen Beispiele erklärt, dass auf der altrenommirten Kalk- und Cementgewerkschaft der Firma E. Tichy & Söhne in Kaltenleutgeben bei Liesing in Nieder-Oesterreich unter den dort bestehenden 13 Hochöfen 10 Oefen mit Flammenfeuerung, speciell für Weisskalkerzeugung im steten Betriebe stehen, wobei hervorgehoben werden muss, dass die Brände derart vorzüglich ausfallen, dass ein ungares oder todtgebranntes Stück Kalk zu den Seltenheiten gehört. Als Brennmaterial wird ein steiermärkischer Lignit bester Gattung verwendet.

Die Abbildung eines Ringofens zeigt Fig. 4 und 5 der Tafel. Er besteht aus einem im Grundriss oblongen, im Querschnitt beliebig geformten Ofencanal, der zwar an verschiedenen Punkten von aussen zugänglich und beschickbar und an ebenso vielen Punkten gegen den ausserhalb des Ofens stehenden Schornstein *h* verschliessbar, im übrigen aber frei ist.

Die einzelnen in Fig. 4 ersichtlichen Constructionstheile bestehenden aus *b d* dem Ofencanal, welcher mittelst Einfahrtsthüre *n*, deren je eine bei jeder Abtheilung (Kammer) — nach der vorliegenden Skizze zusammen 14 — vorhanden ist, von allen Seiten zugänglich und befahren wird, *i* Fuchs, durch welchen die Rauchgase aus dem Ofencanal in den Rauchcanal *k* und von da in den Schornstein *h* gelangen, *r* Abschlussventile, sogenannte Glocken, welche durch Heben oder Senken die Verbindung der Füchse *i* mit dem Rauchcanal *k* herstellen oder absperren, *m m m* Befeuerungslöcher (Schürlöcher) in der Decke des Ofens angebracht und mit eisernen Deckeln verschlossen.

In der oberen, zur Hälfte skizzirten Ansicht des Ringofens Fig. 5 sind *a b c d e f* die einzelnen Abtheilungen (Kammern) des Ofencanals mit je einer Einfahrtsthür, *i i i i* Füchse für den Abzug der Rauchgase aus den Kammern in den Rauchcanal *k* und durch den Verbindungscanal *g* in den Schornstein *h*, bei *f* obere Ansicht der Befeuerungslöcher (Schürlöcher); ferner sind zu bemerken die angedeuteten Gurtbogen bei jeder Einfahrtsthür, welche als Falz zum Anlegen der eisernen Wand (bei älteren Constructionen bestand ein Schieber) dienen.

Denkt man sich nun den Querschnitt des Ofencanals Fig. 4 *b d* mittelst der eisernen Wand (Schiebers) an irgend einer Stelle (am Gurtbogen angelegt und mit Lehmmörtel lutirt) geschlossen, die zunächst davor gelegene Eingangsthür und den zunächst dahinter liegenden Fuchs gegen den Rauchcanal geöffnet, alle übrigen Eingänge und Füchse aber geschlossen, und im Schornstein eine aufsteigende Luftsäule, so wird ein Luftzug entstehen, der aus der Atmosphäre durch die geöffnete Thür in den Ofen tritt, diesen seiner ganzen Länge nach bis auf die andere Seite des Schiebers durchstreicht, um durch den dort geöffneten Fuchs in den Schornstein zu treten.

Denkt man sich ferner den Ofencanal mit den zu brennenden Gegenständen: Ziegel, Kalkstein etc. gefüllt, und zwar derart, dass der Luftzug in der ersten Hälfte dieses Canals bereits fertig gebrannte, in der Abkühlung begriffene Steine durchstreicht, sodann das Feuer speist (welches durch Einstreuen des Brennmaterials durch die Schürlöcher in die glühenden Steinmassen von oben unterhalten wird) und auf der letzten Hälfte des Ofencanals durch noch nicht gebrannte Steine zieht, um dann durch den offenen Fuchs in den Schornstein zu entweichen, so ist es erklärlich:

a) dass die in die offene Thür eindringende atmosphärische Luft auf dem ersten Theile ihres Weges im Ofen, weil sie die fertig gebrannten Steine abkühlt, sich in hohem Grade erhitzt; daher

b) im Stande ist, den Effect des Feuers in eben dem und (wegen der dann erfolgten Zersetzung der schwer entzündlichen Gase) in noch höherem Grade zu vermehren, während

c) die durch das Feuer unverbrannt streichende Luft, sowie die gasförmigen Verbrennungsproducte auf ihrem übrigen Wege durch den Ofen bis zum Schornstein noch eine Menge Wärme an die noch ungebrannten Steine absetzen und dieselben bis zu einer solchen Temperatur vorwärmen und erhitzen, dass nur eine kurze Brennzeit und eine geringere Menge Brennmaterial erforderlich sind, um die Steine vollständig gar zu brennen.

Da nun die der offenen Thür zunächst stehende Kammer und die darin bereits ausgebrannten Steine am meisten abgekühlt, also

zum Herausziehen tauglich sein werden, so kann man sie durch frische ungebrannte ersetzen; der Abschluss des Ofens wird mittelst des Schiebers vor der nächsten Thür hinter den frisch eingesetzten Steinen erfolgen, diese Thür geöffnet und die hervorgehende geschlossen. Ebenso wird der nächste Fuchs geöffnet, der geöffnet gewesene geschlossen und somit das Feuer vorwärts geschoben.

Durch stetige Wiederholung dieses Vorganges macht das Feuer wiederkehrend in der in Fig. 5 angedeuteten Pfeilrichtung die Runde im Ofen, wie auch gleichzeitig das Ausziehen und Einsetzen der Steine ringsum ohne Unterbrechung stattfindet; und bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dass, um diese beiden letzten Manipulationen gleichzeitig vornehmen zu können, die zwei ersten Thüren (bei Ringöfen mit 16 bis 20 Kammern oft mehrere) die eine für das Ausziehen, die andere für das Einsetzen, zu gleicher Zeit offen stehen können.

Es sei hier bemerkt, dass die Einfahrtsthüren mittelst Sand und, wie in der Abbildung Fig. 5 ersichtlich, in eine Nute herabzulassender Einsatzbretter nach Aussen und mit in Lehmmörtel oder trocken gelegter Ziegelmauer nach Innen, möglichst dicht verschlossen werden.

Das Feuer brennt, wie oben bereits erwähnt, an der dem Schieber entgegengesetzten Stelle des Ofens; es enthält also der Ofen vom Feuer an bis zur offenen Einfahrt fertig gebrannte, in allmäliger Abkühlung befindliche Kalk- oder Cementsteine, während der andere Theil noch ungebrannte, in allmäliger Anwärmung begriffene enthält.

Der Schieber befindet sich stets an der kühlen Stelle des Ofencanals, ist wie schon gesagt aus Eisenblech und gewöhnlich aus drei Theilen bestehend angefertigt.

Die Befeuerung dieses Ofens geschieht von oben mittelst Einstreuens des Brennmaterials zwischen die glühenden Steine, wozu senkrechte Canäle (Schürlöcher) im Gewölbe, Fig. 4 *mmm* vorhanden sind. Sie gründet sich auf die Thatsache, dass die vollkommenste Verbrennung stattfindet:

1. wenn das Brennmaterial in möglichst hoher Temperatur zersetzt wird, indem sich dann vorzugsweise die leicht brennbaren Gase, namentlich die Kohlenwasserstoffgase bilden, dagegen die sich etwa bildenden schwerer entzündlichen Kohlenoxyde in dieser höheren Temperatur ebenfalls zur Verbrennung gelangen;

2. wenn es an der zur vollständigen Verbrennung erforderlichen Luft nicht fehlt und

3. wenn die Speisung des Feuers mit möglichst heisser Luft erfolgt.

Es ist selbstverständlich willkürlich, wie viele Abtheilungen man dem Ofen geben will, doch geht es nicht gut an, weniger Ab-

theilungen als acht zu nehmen, weil in einem achttheiligen Ofen eine Abtheilung jeden Tag geleert und gleich wieder vollgesetzt werden muss; drei Abtheilungen kühlen, eine ist im Feuer und drei sind im Vorwärmen; jede Abtheilung benöthigt einen halben Tag Zeit zum Einsetzen, drei Tage zum Vorwärmen, einen Tag zum Brennen, drei Tage zum Kühlen und einen halben Tag zum Aussetzen. Man darf sich nicht etwa vorstellen, dass das Feuer mit einem Male in einer Abtheilung einen Tag lang brennt und dann plötzlich den folgenden Tag in die andere Abtheilung gebracht wird, sondern der Uebergang desselben von einer Kammer in die andere findet allmälig statt, indem das Feuer schrittweise vorwärts rückt.

Die Glut zieht dem Feuer voran, und wenn man in einem Heizloche die eingesetzten Steine von oben bis unten glühend und vorzugsweise auch den Herd hellscheinend sieht, so ist ein solches Heizloch (Schürloch) fähig, beheizt zu werden. Die Beheizung geschieht in sehr kurzen Zeitintervallen nach der Uhr.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass das Anzünden und Inbetriebsetzen des Ofens von seinem normalen Betriebe abweicht. Zu diesem Zwecke wird, wenn 3—5 Abtheilungen mit Kalk oder Cementstein eingesetzt worden sind, im Ofencanal eine sogenannte Schildwand mit drei Rostfeuerungen aufgemauert, an der entgegengesetzten Seite der Schieber aufgestellt, der Fuchs der letzteren Abtheilung geöffnet, und sodann mit der Feuerung unten allmälig begonnen. Befinden sich die Kalksteine der ersten Abtheilung in voller Glut, so wird mit der Feuerung von oben fortgesetzt, die Schildwand nach zwei bis drei Tagen abgetragen und die Befeuerung des Ofens tritt in den normalen Betrieb ein.

Die vorstehende Ofenbeschreibung identificirt sich mit dem auf Seite 141 bereits zur Sprache gebrachten Ringofen, dessen Construction und die Brennmethode hier nur eingehender skizzirt wurde.

Portland-Cement-Ofen für kleinen Betrieb und für Lignitbenützung.

Vor ungefähr einem Decennium wurde dem Verfasser ein Kalkmergel-Muster eingesendet, dessen Untersuchung zu dem günstigen Resultate führte, dass aus diesem Mergel auf directem Wege ein Portland-Cement erstellt werden konnte. Da dem Fabriksbesitzer ein richtiges Erbrennen des Productes nicht recht gelingen wollte, so wurde der Verfasser zur Durchführung eines rationellen Brandes eingeladen.

Es sei hier vorausgeschickt, dass der Fabrikseigenthümer zu seinen früheren Versuchen englischen Coks angewendet hatte, da dieser jedoch sehr hoch im Preise stand, so wählte der Verfasser trotz vieler

Bedenken des Eigenthümers unter den in dieser Gegend vorkommenden Kohlensorten einen mit dem geringsten Aschengehalte billigsten Lignit mit einem Brennwerte von 3775 Wärmeeinheiten aus. Weil dieser Lignit im lufttrockenen Zustande circa 24% Wassergehalt enthielt, der vorhandene Schachtofen nur 8 m hoch war und der Kalkmergel eine rasche intensive und eine genau begrenzte Temperatur erforderte, so musste in erster Reihe zu einer Adaptirung des Ofens geschritten werden, welche auch an einem der zwei ohne Schornstein bestandenen Oefen in der in Fig. 3 dargestellten Form durchgeführt wurde. Gleichzeitig muss bemerkt werden, dass aus finanziellen Rücksichten für die innere Ausmauerung des Ofens gar kein feuerfestes Materiale verwendet werden konnte, was aber durchaus kein Hindernis war, diese Aufgabe vollkommen zu lösen, wie aus nachstehender Skizzirung hervorgeht.

Die Dimensionen und Constructionsbestandtheile des Ofens Fig. 3 sind folgende: *a* der Aschenfall 1 m und *b* ein runder Ofenschacht 8 m hoch mit einem Durchmesser am Rost 1·15 m, in der Brennzone 2·10 m, an der Gicht 1·30 m, *c* der Fuchs mit einem Blechschuber, *g* der Schornstein 8 m hoch, quadratisch und von 0·5 m Seitenlänge = 0·25 m^2 Querschnittsfläche im Lichten, *d* eiserner Deckel dicht anschliessend an das Gichtplateau mit einer kleinen regulirbaren Oeffnung und mit zwei Handhaben.

Die Luftzugsgeschwindigkeit in dem bereits beschickten Ofenschachte zeigte nach dem Fuess'schen Luftzugmesser 3·5 m per Secunde, wobei bemerkt wird, dass die Querschnittsfläche der Zwischenräume zwischen Kohle und Stein grösser war als die des Schornsteines.

Der oben dimensionirte Ofen entspricht einem Rauminhalte von rund 18 m^3.

Aus dem per je 1 Raummeter ermittelten Gewichte von Kalkmergel und Lignit, beide in faustgrossen Stücken zerkleinert und mit Rücksicht auf den Brennwert des Lignits wurde angenommen, dass 6500 kg dieses Brennstoffes bei 7100 kg obiger Kalkmergelspecies eine richtige Sinterung hervorbringen sollten, und dass Lignit und Kalk insgesammt einen Raum von 7 m Höhe im Ofen in Anspruch nehmen werden.

Da es sich nunmehr auch darum handelte, die einzelnen Lagen (Schichten) von Lignit und Kalk in den Ofenzonen in entsprechend richtigen Verhältnissen und in nicht zu grossen oder kleinen Lagen zu vertheilen, um einen gleichmässigen Brand zu erzielen, ferner auch zu berücksichtigen war, dass die ersten zum Brand gelangenden Kohlenlagen einen beträchtlichen Theil ihrer Wärme an den Ofen selbst und an das nicht vorgewärmte Material abgeben müssen, so wurde, um bei dem nächsten Brande etwaige Fehler sofort beheben zu

können, eine Skizze (Längenschnitt) des Ofenschachtes angefertigt und nach einer approximativen Berechnung die einzelnen Kohlen- und Steinschichten nach Gewicht, Höhe und Verhältnis genau eingezeichnet.

Das ganze obangegebene Quantum Lignit und Kalkmergel wurde in je 13 Lagen vertheilt, deren wichtigere Gewichtsverhältnisse hier angeführt werden sollen.

Vorerst kam auf die Rostfläche eine kleine Lage Holzspäne, sodann folgte die erste Lage von Lignit und Kalkmergel im Verhältnisse 2 : 1, die zweite 1 : 1, die dritte 0·9 : 1, die siebente 0·65 : 1, von da ab gegen die Gicht wurde das Verhältnis an Kohle grösser, so dass bei der obersten Lage noch 1 : 1 angenommen wurde.

Vergegenwärtigt man sich den so beschickten Ofen während des Brandes und das damit verbundene Verbrennen der Kohle, die Sinterung des Brenngutes und in Folge beider das successive Setzen der ganzen Ofenbeschickung etc., so sind die so divergirend angenommenen Verhältnisse zwischen Lignit und Kalkmergel in den einzelnen Lagen leicht erklärbar.

Es wurde zuvor bemerkt, dass der gedachte Kalkmergel eine rasche und intensive Hitze erfordert. Ein rasches Brennen war mit Rücksicht auf die vorerwähnte Luftzuggeschwindigkeit allerdings bei Anwendung von Coks oder guter Steinkohle möglich, jedoch musste hier auch noch ausser der Kohlensäure des Kalkes das beträchtliche im Lignit vorhandene Quantum Wasser in Betracht gezogen werden. Die erstere, ein specifisch schweres Gas, repräsentirt eine Gewichtsmenge von 2200 kg, das letztere eine solche von 1500 kg Wasser, beziehungsweise Wasserdampf, welch' beide chemischen Verbindungen bekanntlich die Luftzugsgeschwindigkeit sehr beeinträchtigen.

Inwiefern die grosse Menge Wassers im Lignit störend auf den Gang eines raschen Brandes bei kleinen Schachtöfen mit nicht genügendem Luftzuge einwirkt, möge hier als Beispiel dienen, dass bei den früheren, durch den Fabriksbesitzer vorgenommenen Versuchen in einem Falle das Ofenfeuer am dritten Tage nach dem Anzünden durch den entwickelten und keinen Ausweg findenden Wasserdunst erstickte und selbstverständlich der Ofen entleert werden musste, im anderen Falle der Brand volle zehn Tage gedauert hat, ohne ein günstiges Resultat erzielt zu haben. Ein Gebläse oder ein Exhaustor hätten allerdings bei dieser primitiven Heizanlage ein rasches Brennen bewirkt, doch stand hier abermals der Kostenpunkt hemmend im Wege.

Um die Brennmethode, welche in diesem speciellen Falle bei dem obbeschriebenen Ofen vom Verfasser angewendet wurde, zu erklären, wird die Skizze Fig. 3 der Tafel für die nachstehende Beschreibung nochmals vorgeführt.

Die Communication des Schornsteins mit dem beschickten Ofen wird durch Oeffnen des Fuchses bei *c* und Sperre des gegenüber befindlichen mittelst eines Blechschubers hergestellt. Auf der obersten Steinlage bei *c* wird mit Holzabfällen ein Feuer, dessen Zweck weiter unten aufgeklärt erscheint, durch circa eine halbe Stunde unterhalten, sodann die Holzlage am Rost angezündet.

In dem Momente, als die ersten Gichtgase mit dem oberen Feuer (Glut) in Contact treten, entzünden sich solche und suchen in Folge des vorgewärmten Schornsteines auch durch diesen hinaus zu gelangen.

Nunmehr wird die Gichtöffnung mit dem Deckel *d* verschlossen, jedoch die in dem Deckel befindliche regulirbare Oeffnung, welche gegenüber dem Fuchs situirt werden muss, aus dem Grunde anfangs ganz geöffnet, um einen möglichst grossen Luftzutritt zu den Gichtgasen, welche nur unter Zutritt der atmosphärischen Luft verbrennbar sind, zu gestatten.

Das Anzünden eines Feuers an der Gicht bezweckt zunächst die Verbrennung der Gichtgase und basirt sich darauf, dass die Producte der trockenen Destillation, deren gasförmige Verbindungen an anderer Stelle eingehender erörtert wurden, nur bei höheren Temperaturen, als der, bei welcher sie sich entwickeln, verbrennbar sind. Das Kohlenoxydgas, welches mit den übrigen Verbrennungsgasen entweicht, vermag sich jedoch nur dann unter Zutritt der atmosphärischen Luft zu entzünden, wenn solches mit einer bedeutenden Temperatur zur Ofengicht gelangt. Im vorliegenden Falle, wo das Kohlenoxydgas und die Producte der trockenen Destillation durch noch nicht vorgewärmte Schichten von Kohle und Stein ihren Weg zur Ofengicht nehmen müssen, langen sie an dieser mit so niedriger Temperatur an, dass eine Selbstentzündung des Kohlenoxydgases und somit die gleichzeitige Verbrennung der Producte der trockenen Destillation ausgeschlossen ist.

Durch die Verbrennung der Gichtgase hat der Verfasser den Zweck — eine sehr rasche gleichmässige Luftströmung, demzufolge eine intensive Hitze im Ofenschachte hervorzubringen — in so hohem Masse erreicht, dass der ganze Brand in 20 Stunden beendet war und dass aus diesem ersten Versuche, welcher als Norm für weitere Erzeugung beibehalten wurde, auch eine richtige und vollkommen egale Sinterung des Portland-Cementes resultirte.

Der weitere Betrieb des Ofens findet in folgender Weise statt. 12 Stunden sind erforderlich zur Beschickung, 20 Stunden zur Calcinirung, 12 Stunden für das Abkühlen und Entleeren und 4 Stunden für etwaige innere Reparaturen des Ofens, zusammen 48 Stunden, in welcher Zeit in dem so reconstruirten Ofen und nach der obbezeichneten

Brennmethode das weiter unten angemerkte Quantum Portland-Cement erbrannt werden kann.

Inwieferne die innere, aus gewöhnlichen Bauziegeln hergestellte Schachtwand sich bewährt hat, findet seine Erklärung darin, dass bei dem ersten Brande schon der gesinterte Portland-Cement mit den schmelzenden Ziegeln — welcher Fall nur in der unteren Hälfte des Ofenschachtes eingetreten ist — sich so innig verband, dass diese Masse eine starke Kruste bildete, welche möglichst egal ausgemeisselt und in dieser Art das feuerfeste Material vollkommen ersetzt hat.

Bei den nachfolgenden Bränden wurde zeitweise die Nachmeisselung der ungleichen Stellen, sowie eine partielle Ausbesserung mit einem feuerfesten Tegel vorgenommen.

Um die Erzeugungskosten festzustellen, wurde das Ergebnis dreier Brände durch Abwage des erbrannten Productes constatirt und im Durchschnitt gefunden, dass die

7100 kg Kalkmergel 4400 kg gut erbrannten Portland-Cement I. Qualität,
400 kg minderer Sorte und
100 kg halbbrauchbares Product

ergaben, und dass die Erzeugungskosten bei einer umsichtigen und fachmännischen Leitung des Betriebes einschliesslich sämmtlicher Regiespesen und des Fassgeschirres per 100 kg brutto auf ö. W. fl. 1.60 bis 1.75 sich herausgestellt haben.

Würden die Gichtgase durch entsprechende Ableitung eine Verwendung, z. B. für das Cementkalkbrennen, gefunden haben, so hätten sich die Erzeugungskosten um etwa 16% niederer gestellt.

Endlich sei noch bemerkt, dass die Gichtgase nur während der ersten 8—10 Stunden und zwar in einer solchen Menge sich entwickelt haben, dass die bereits mit atmosphärischer Luft gemengten Gase mit einer mehrere Meter hohen Flamme zum Schornstein herausschlugen, was übrigens einleuchtend ist, wenn man bedenkt, dass der Verbrennungsprocess und die trockene Destillation des Brennstoffes im Ofenschachte in rascher Aufeinanderfolge stattfand.

Nach einer approximativen Berechnung dürfte das Quantum des letztgedachten Gasgemenges circa 30000 m^3, beziehungsweise etwa 2000 kg Lignit repräsentiren.

Es ist nicht die Absicht des Verfassers, die vorstehend skizzirte Heizanlage als eine bedeutende Erfindung hinzustellen, es soll vielmehr damit der Beweis erbracht werden, dass mit Umsicht und Fachkenntnis selbst bei kleinen Anlagen und mit geringen Kosten eine rationelle Erzeugung erreicht werden kann.

In den grösseren inländischen Cementfabriken werden für die Calcinirung von Portland-Cement theils kleinere, theils grössere

Schachtöfen, letztere bis zu 24 m Höhe (wie solche auch im Auslande anzutreffen sind) angewendet, bei welchen aber die Beschickung nicht über die halbe Höhe des Ofens hinaufreicht.

Es hat sich jedoch in der Praxis erwiesen, dass Schachtöfen von kleineren Dimensionen beim Betriebe namhafte Vortheile für sich haben.

Gebläse werden nur von einigen inländischen Cement-Gewerkschaften bei Portland-Cementbränden angewendet.

Als Brennmaterial wird im Allgemeinen Steinkohle oder Coks benützt.

Unter den vielen aufgetauchten Projecten, die den Zweck verfolgen, ein continuirliches Brennen von Portland-Cement in Schachtöfen praktisch einzuführen, erregt die nachfolgende Idee, welche der Verfasser vor mehreren Jahren aus dem Munde eines englischen Fachmannes vernommen hat, einiges Interesse. Dieses Project besteht darin, die innere aus feuerfesten Ziegeln gegenwärtig im Gebrauche stehende Wandung des Ofenschachtes entweder durch eine eng zusammenhängende, aus starken eisernen Wasserleitungsröhren angefertigte Spirale oder durch einen doppelwandigen eisernen Cylinder zu ersetzen.

In die Rohre, beziehungsweise in die Zwischenwandung des Cylinders soll von unten hinauf kaltes Wasser zugeführt, an der Gicht das heisse abgeleitet und zur Dampfkesselspeisung oder zu anderen technischen Zwecken verwendet werden.

Eine analoge, jedoch abstracte Einrichtung findet sich wohl bei Schmelz-Hochöfen vor.

Der leitende Gedanke bei diesem Projecte war der, durch die Circulation des Wassers die innere Schachtwandung auf einer so niedrigen Temperatur zu erhalten, dass ein Anschmelzen der gesinterten Portland-Cementmasse an die Wandung unmöglich gemacht werde und demzufolge ein gleichmässiges Setzen des Brenngutes und ein regelmässiges Nachfüllen des Ofens, beziehungsweise ein continuirliches Brennen zur That werden könnte.

Ob und welche Versuche in dieser Richtung gemacht worden sind und mit welchem Erfolg, ist dem Verfasser nicht bekannt.

Der Brennprocess bei hydraulischen und Cement-Kalken.

Der Brennprocess eines hydraulischen Kalkes erfordert viel mehr Aufmerksamkeit und Fachkenntnis als dies beim gewöhnlichen Luftkalke nothwendig ist.

Durch das Brennen wird zunächst aus dem hydraulischen Kalke das mechanisch gebundene Wasser und die Kohlensäure (CO_2) aus-

getrieben. Die Austreibung der letzteren beginnt in der Regel bei circa 450°, die vollständige Entkohlensäuerung und Silicatbildung erfolgt jedoch erst bei einer Temperatur von circa 1000° C. Das Residium ist kieselsaurer Thon und Aetzkalk, ersterer aber durch den Kalk aufgeschlossen und die Verbindung so gelockert, dass beim nachträglichen Behandeln mit Wasser eine viel gründlichere Einwirkung stattfindet, als dies ohne jener Aufschliessung durch den Kalk im Feuer erfolgen könnte.

Der dunkle Punkt ist nur die bis jetzt noch nicht genau bekannte Art jener Aufschliessung, welche beim Hineinziehen der bekannten chemischen Vorgänge nicht befriedigend erklärt werden kann.

Um diesen Punkt aber nicht ganz unerörtert zu lassen, wird weiter unten eine bildliche Darstellung des chemischen Vorganges wie sich solcher während des Brennprocesses gestalten dürfte, oder höchst wahrscheinlich thatsächlich sich vollzieht, vorgeführt werden.

Ganz sicher steht nur fest, dass durch das Brennen sich noch keine chemische Verbindung des Kalkes mit dem Thonerdesilicat gebildet hat, da in diesem Falle der Cement einfach unbrauchbar sein würde, in dem ja die Erhärtung des Mörtels darauf beruht, dass eine solche Bindung der Kieselsäure durch den Kalk erst bei seiner Anwendung statt habe. Mit Sicherheit kann man auch sagen, dass erst beim Anmachen mit Wasser der Aetzkalk sich lösche und dann mit der kieselsauren Thonerde sich so umsetzt, dass ein Doppelsilicat von kieselsaurer Thonerde = kieselsaurer Kalkerde resultirt, und dass im Allgemeinen diese Bildung sehr befördert wird durch das Zusammenbrennen der beiden Gemengtheile.

Theoretische Ansichten über die Aufschliessung der Thonerdesilicate während des Brennens.

Es wurde schon früher erklärt, dass jeder hydraulische Kalk ein Gemenge von Kalk und Thon (Thonerdesilicat) ist; für die Wirkung ist es ganz gleichgiltig, ob der Kalk in Verbindung mit Kohlensäure oder im ätzenden Zustande gedacht wird. Auch ist es gleichgiltig, ob das zur Calcinirung bestimmte Material — Kalkmergel oder künstliche Cementmasse — 13—30 oder 45 Procent Thonerdesilicate enthält.

Die Aufschliessung der Letzteren erfolgt, sobald das Verhältnis des Kalkes innerhalb der zulässigen Grenzen sich bewegt, in ganz gleicher Weise, nur die Qualität des erbrannten Productes (hydraulischer Kalk, Cementkalk oder Portland-Cement) wird begreiflicherweise nach Massgabe des Gehaltes an Thonerdesilicat und des normalen oder höheren Hitzgrades sehr verschieden sein.

Dieses vorausgeschickt, kann die Aufschliessung der Thonerdesilicate während des Brennprocesses in folgender Weise gedacht werden.

Nimmt man an, Fig. 2 wäre der Durchschnitt einer Cementmasse, so kann man sich die chemischen Individuen so angeordnet denken, dass Alles, was man unter Thonerdesilicat begreift, in mikroskopisch kleinen Kugeln *a* vereinigt ist, welche von kohlensaurem oder ätzendem Kalke *b* umgeben sind.

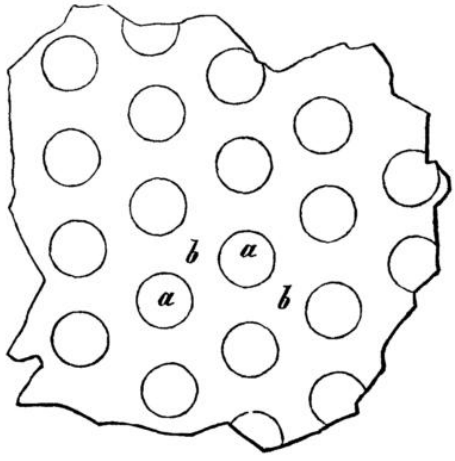


Fig. 2.

Nach diesem Bilde wird es möglich sein die chemisch-physikalischen Processe zu erklären, welche sowohl in der Hitze als auch im Wasser zwischen den componirenden Elementen des Cements vor sich gehen, und auch später die Qualität und Quantität dieses Productes beeinflussen.

Wählt man beispielsweise den einfachsten Fall: es bestände der thonerdehältige Bestandtheil des natürlichen oder künstlichen hydraulischen Kalkes, bloss aus einem chemischen Individuum, z. B. aus einem Feldspat (Verbindungen von Aluminiumsilicat mit Alkalisilicaten, — Hauptbestandtheil des Granit, Syenit, etc. — durch Verwitterung der letzteren entsteht der Thon), so wird, wenn man diese Cementmasse einer Hitze aussetzt, bei Anwendung des kohlensauren Kalkes, d. h. wenn die Thonerde-Kügelchen *a* im kohlensauren Kalk eingelagert sind, die Kohlensäure, — bei Anwendung von Aetzkalk (Einlagerung der Kügelchen im Aetzkalk), das Wasser herausgetrieben.

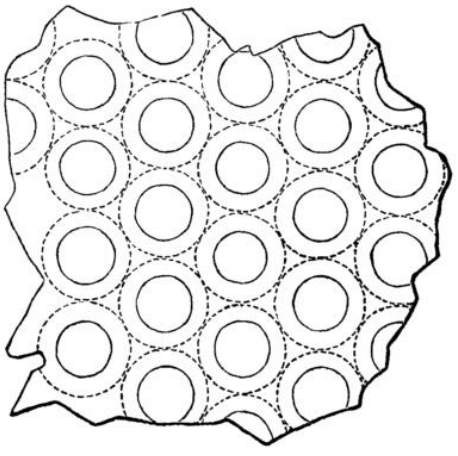


Fig. 3.

Je mehr sich die Hitze dem Schmelzpunkte dieses Thonerdesilicates nähern wird, desto weicher werden die Kügelchen werden, und der Aetzkalk wird sofort auf dieselben zu wirken beginnen. Diese chemische Action wird am meisten be-

günstigt sein, wenn die Kügelchen des Thonerdesilicates sich im vollen Flusse befinden werden und somit den sie umgebenden Kalk auflösen. Die im Fluss befindlichen Kügelchen vergrössern durch Aufnahme von Kalk ihr Volumen immer mehr, bis sie endlich so gross sind, dass sie sich gegenseitig berühren, welcher Zustand durch Fig. 3 versinnlicht wird.

Die Menge des Kalkes wird natürlich in Folge Auflösung durch die Thonerde in demselben Masse geringer, als sich die Thonerdesilicat-Kügelchen vergrössern.

Um diese Veränderung bei der Cementmasse oder beim Kalkmergel hervorzurufen, wird ein Hitzgrad je nach der Dichte des Gesteines oder der künstlichen Cementmasse und je nach den leichter oder schwerer aufschliessbaren Componenten, zwischen 900 bis 1200° C erforderlich sein.

Dieses ist auch das ungefähre Stadium der Hitze, bis zu welchem ein hydraulischer Mergel gelangen muss, um daraus einen hydraulischen oder Cementkalk zu erhalten.

Untersucht man nun die so erbrannte (calcinirte) Cementmasse in Bezug auf die chemische und physikalische Veränderung, welche dieselbe erlitten hat, so findet man folgendes:

1. Das Thonerdesilicat ist durch Kalkaufnahme basischer, d. h. es ist aufgeschlossen worden;

2. der Rest des Kalkes (freier Kalk), welcher in den Räumen der sphärischen Zwickel, Fig. 3, seinen Platz einnimmt und nicht gebunden wurde, ist von dem durch Aufnahme von Kalk basisch gewordenen (aufgeschlossenen) Thonerdesilicaten eingeschlossen worden.

Die Quantität des Kalkes der von dem Silicate in einer bestimmten Zeit aufgenommen werden kann, hängt ab:

a) von der Höhe der Temperatur,

b) von der Acidität des Silicates, und

c) bei einem bestimmten Hitzgrade von dem Schmelzpunkte des Silicates.

Da nun der Schmelzpunkt des Thonerdesilicates eine Function seiner chemischen Zusammensetzung ist, so lassen sich die zwei letzteren Punkte in einen vereinen, indem man sagen kann: die Menge des Kalkes, welche sich in der Hitze während einer bestimmten Zeitdauer mit dem Silicate verbinden kann, hängt auch von der richtigen chemischen Zusammensetzung des Silicates ab.

Mit Hinblick auf den Punkt 2 ist es daher erklärlich, dass hydraulische (sogenannte magere) Kalke, welche eine geringe Menge (13 bis 20%) von Thonerdesilicat enthalten, einen Ueberschuss an Aetzkalk (freien Kalk) haben müssen, und dem letzteren Umstande

ist es zuzuschreiben, dass solche Kalke in Folge des Kalküberschusses sich trocken löschen, langsam und nur an der Luft abbinden, 2 bis 4 Theile Sandzusatz annehmen und gute hydraulische Mörtel geben.

Dagegen geben Cementkalke mit 21 bis 50% Thonerdesilicaten im Allgemeinen bessere hydraulische Mörtel — insbesonders jene, welche im ungebrannten Zustande 27 bis 35% Thonerdesilicate enthalten — das beste Product.

Für letzteren Fall spricht der Umstand, dass circa 30% Thonerdesilicat und 70% kohlensaurem Kalk in eine richtige chemische Verbindung eingehen oder mit anderen Worten, dass in diesem Verhältnisse der Kalk das Thonerdesilicat im richtigen Masse aufzuschliessen vermag, vorausgesetzt, dass Thon und Kalk im feinen und innig gemengten Zustande sich befinden.

Weniger Kalk ist stets zum Nachtheile der Qualität des Cementkalkes und muss daher der erfahrungsmässige Grundsatz beibehalten werden, dass gute für den Bau in jeder Richtung hin vortheilhafte Cementkalke nur innerhalb dieser angegebenen Grenzen zu suchen sind.

Jene in der Natur vorkommenden Kalkmergel, welche sich der äussersten Grenze von 50% Thonerdesilicaten nähern, geben nur minder geschätzte Cementkalke, weil wegen Mangel an Kalk die Thonerdesilicate nicht vollkommen aufgeschlossen werden können, mithin als inerte Masse im Ueberschuss verbleiben.

Damit erklärt es sich auch, dass derlei Cementkalke nur einen sehr geringen zumeist aber gar keinen Sandzusatz vertragen.

Wirkungen der Hitze auf die Thonerdesilicate während des Brennprocesses.

Um über die Reaction, welche der Kalk und die Thonerdesilicate im Feuer und dann im Wasser aufeinander ausüben, ins Klare zu kommen, ist es zunächst nothwendig, ihr gegenseitiges Verhalten im Feuer zu verfolgen, wie die Thonerdesilicate durch die Kalkaufnahme in jenen Zustand versetzt werden, in welchem sie geeignet sind, den Kalk auf nassem Wege (als Mörtel) noch weiter aufzunehmen und so ein hydraulisches Bindemittel zu bilden.

Es sei hier wiederholt bemerkt, dass der chemische Vorgang im Feuer bei hydraulischem und Cementkalke vom Portland-Cemente insoferne abweicht, als letzteres Product einem höheren Hitzgrade (circa 1800° C) und zwar jenem bis zum Stadium der Sinterung exponirt wird, wodurch eine vollständigere Aufschliessung der Thonerdesilicate durch den Kalk stattfindet und in Folge dessen das so erstellte Bindemittel im Wasser und an der

Luft eine ausserordentliche Festigkeit gegenüber den Cementkalken erlangt.

Der letztere Vorgang wird in der Abhandlung: „Ueber die Ursachen des Zerfallens der Portland-Cementmasse“ besonders berücksichtigt werden.

Den Fall angenommen, der Thon einer künstlichen Cementmasse oder eines Kalkmergels wäre ein Gemenge mehrerer chemischen Individuen, er enthielte ausser einem Thonerdesilicate secundärer Bildung noch unzersetztes Mineral, z. B. Feldspat und Glimmer, ferner Eisenoxyd, Thonerde, endlich Kieselsäure als Hydrat oder in Form von Quarz.

Wird eine solche künstliche oder natürliche Cementmasse der Hitze ausgesetzt, so entweicht zuerst das Wasser des Thones und des Kalkhydrates (oder die Kohlensäure des kohlensauren Kalkes) und bei der successiven Steigerung der Hitze wird ein Erweichen desjenigen Silicates eintreten, welches unter allen Thonbestandtheilen den niedrigsten Schmelzpunkt besitzt, in diesem speciellen Falle ist es der Feldspat und Glimmer. Durch das Flüssigwerden dieser Silicate beginnt sofort die Einwirkung des Kalkes auf dieselben und es resultirt eine basischere Verbindung, deren Schmelzpunkt niedriger als der des ursprünglichen Silicates liegt, so dass sich selbst bei gleichbleibender Hitze dieser Theil in vollem Fluss setzen wird.

In diesem Momente, wo die chemische Action durch das Flüssigwerden eines Körpers wesentlich unterstützt wird, treten sämmtliche Bestandtheile in chemische Wechselwirkung, und das schmelzende Silicat, dessen Constitution sich fortwährend ändern muss, löst die ihn umgebenden Körper — wie schmelzender Borax die Metalloxyde — auf.

Die Intensität der Einwirkung des schmelzenden Silicats auf den einen oder den anderen Bestandtheil hängt ganz von seiner chemischen Constitution ab; denn je mehr freie Kieselsäure dasselbe aufgenommen hat, desto leichter wird es den Kalk und die Metalloxyde auflösen, und je mehr es sich mit Kalk sättigen konnte, desto leichter wird die Kieselsäure in Verbindung treten können. Besitzt nun ein Thon einen grossen Gehalt an freier Kieselsäure oder sind die kieselsauren Verbindungen desselben nicht hinreichend mit Basen, wie z. B. Kali, Natron, Eisenoxydul, Eisenoxyd, Manganoxydul und Thonerde gesättigt, so ist eine zu grosse Kalkaufnahme in der Hitze kaum zu vermeiden und kann diese Aufnahme so weit gehen, dass selbst bei verhältnismässig geringer Hitze und Brenndauer ein Todtbrennen erfolgt.

Wesentlich günstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn neben der freien Kieselsäure eine entsprechende Menge von Eisenoxyd und

Thonerde im freien Zustande vorhanden ist, und zwar aus dem Grunde, weil es der Kieselsäure nicht gestattet ist, sich bloss mit dem Kalk zu sättigen, sondern es findet dann auch eine Aufnahme der genannten Oxyde statt.

Ob die chemische Verwandtschaft dieser Oxyde zur Kieselsäure in der Hitze grösser ist als die zum Kalke, wie dies Professor Pettenkofen ausgesprochen hat, um die geringere Kalkaufnahme zu erklären, beruht nach Zulkowsky nur auf Annahme. Ohne Zuhilfenahme einer hypothetischen Voraussetzung lässt sich die günstige Wirkung dieser Metalloxyde dahin erklären, dass sie durch ihre Gegenwart den Kalk gleichsam verdünnen, wodurch die chemische Einwirkung der Kieselsäure auf eine grössere Anzahl von Basen vertheilt wird.

Was über chemische Verwandtschaft und über Sättigungscapacität im Allgemeinen bekannt ist, passt nicht sehr für die Kieselsäure und ihre Verbindungen, und daher kommt es, dass in Folge der Ungewissheit, die darüber herrscht, nur Vermuthungen aufgestellt werden können.

Wenn z. B. eine Lösung von einem Aequivalent Kali und einem Aequivalent Natron mit einem Aequivalent Schwefelsäure zusammengebracht wird, so bildet sich nicht ein halbes Aequivalent schwefelsaures Kali und ein halbes Aequivalent schwefelsaures Natron, sondern die Schwefelsäure folgt der grösseren Verwandtschaft zum Kali und bildet bloss ein Aequivalent schwefelsaures Kali. Nimmt man ein Aequivalent Kali und drei Aequivalente Thonerde — zwei Körper, welche so gerne ein Doppelsalz bilden — so bildet sich durch Hinzugabe von einem Aequivalent Schwefelsäure nur ein Aequivalent schwefelsaures Kali und kein Alaun. Ganz anders ist es bei der Kieselsäure, denn wenn man in ein schmelzendes Gemenge von einem Aequivalent Kali und einem Aequivalent Natron Kieselsäure in beliebigen Mengen einträgt, so wird die Kieselsäure stets zur Hälfte an das Kali und zur Hälfte an das Natron gebunden sein.

Diese und viele andere Erscheinungen erschweren es daher ungemein, sich über die Verwandtschafts-Verhältnisse der Kieselsäure zu den Basen ein richtiges Bild zu verschaffen.

Gerade der Umstand, dass die Kieselsäure — mit mehreren Basen in der Hitze zusammengebracht — nicht die stärkste Base zuerst, sondern mehrere gleichzeitig auflöst, macht, dass, falls der Thon neben freier Kieselsäure auch Thonerde und Eisenoxyd im freien Zustande enthält, sich dieselbe (die Kieselsäure) nicht mit Kalk allein sättigen kann.

Man kann daher auch schon aus theoretischen Gründen die Behauptung a priori aufstellen, dass diese Oxyde durch ihre Anwesenheit die zu grosse Aufnahme von Kalk verhindern.

Beträgt die Menge der freien Thonerde und des Eisenoxydes mehr als die Silicate des Thones in der Hitze aufnehmen können, so bleibt der Rest als wirkungsloser Bestandtheil des Cementes zurück und verhindert so durch seine Anwesenheit die Adhäsion bei der Erhärtung unter Wasser.

Je grösser der Alkaligehalt eines Thones ist, desto geringer wird die Sättigungscapacität des schmelzenden Silicates dem Kalke gegenüber sein und desto geringer ist die Gefahr eines Todtbrennens zu befürchten. Aus diesem Grunde ist es erklärlich, warum Feldspat und überhaupt die stark alkalihältigen Mineralien so vorzügliche Producte geben. Durch Zusatz von nur 3% Feldspat zur Cementmasse ist man im Stande, die hydraulischen Eigenschaften derselben um ein Bedeutendes zu erhöhen.

Wie man aus allem dem ersieht, kommt es beim Brande eines hydraulischen Bindemittels hauptsächlich darauf an, die Thonerdesilicate des Thones durch Aufnahme von Kalk aufzuschliessen, jedoch soll aber die Menge des aufgenommenen Kalkes eben nur so viel betragen, als zur Aufschliessung unumgänglich nothwendig ist. Wie gross dieses Minimum ist, ist bisher nicht festgestellt und ohne Zweifel von individuellen Eigenschaften der Rohmaterialien abhängig.

Um die übrigen Beimengungen, wie die Kieselsäure, das Eisenoxyd, die Thonerde etc., nutzbar zu machen, damit sie nicht durch ihre Dazwischenlagerung die Adhäsion verhindern, ist es nothwendig, sie zu zwingen, sich gegenseitig zu verschlacken (was bei Portland-Cement-Brennen durch den höheren Hitzgrad erzielt wird), wodurch ein secundäres Silicat gebildet wird, auf welches der noch frei gebliebene Kalk im Wasser reagirt.

Eine Ausnahme hievon machen die Alkalien; denn wie gross auch die Menge sein mag, welche der Fluss in Verbindung enthält, die Sättigungscapacität dieses Silicates ist im Wasser dem Kalke gegenüber gerade so gross, als ob diese Alkalien gar nicht vorhanden wären. Während diese Alkalien in der Hitze ihren Platz dem Kalke streitig machen, werden sie im Wasser hingegen von demselben mit grosser Leichtigkeit verdrängt (substituirt) und gehen in Lösung über, daher auch ein Wasser, in welchem sich hydraulischer Mörtel längere Zeit befindet, sich schlüpfrig anfühlt, weil die Alkalien im ätzenden Zustande darin enthalten sind.

Versuche, welche C. Zulkowsky mit vielen Thonarten angestellt hat, haben gelehrt, dass solche Thonarten, welche nahezu 10% freie Thonerde enthielten, zur Erzeugung eines künstlichen Portland-Cementes nicht tauglich waren; das Eisenoxyd hingegen wirkte in dieser Quantität noch schädlicher ein, und Thone, deren hoher Eisenoxydgehalt sich schon durch die Farbe bemerkbar machte,

ergaben die schlechtesten Resultate. Als Beleg hiefür dienen nachfolgende Analysen:

Thon Nr. 1 enthielt 56% Kieselsäure,
1,984 Eisenoxyd } im freien Zustande.
3,809 Thonerde }
Thon Nr. 2 enthielt 56% Kieselsäure,
5,578 Eisenoxyd } im freien Zustande.
5,621 Thonerde }
Thon Nr. 3 enthielt 56% Kieselsäure,
7,5 Eisenoxyd } im freien Zustande.
6,2 Thonerde }
Thon Nr. 4 enthielt 56% Kieselsäure,
9,41 Eisenoxyd } im freien Zustande.
5,66 Thonerde }

Die Qualität des aus Thon Nr. 1 und 3 erhaltenen Cementes war mittelmässig, aus Nr. 2 sehr gut, aus Nr. 4 sehr schlecht.

Sämmtliche Thonarten enthielten merkwürdigerweise dieselbe Kieselsäuremenge (56%) und fast dieselbe Menge an in Salzsäure unlöslicher Thonerde, (12,3 bis 12,7). Der unlösliche Theil enthielt nur sehr geringe Mengen von Eisenoxyd.

Es wurde bisher stillschweigend vorausgesetzt, dass der Thon hinreichend viel Alkali oder andere das Schmelzen begünstigende Basen enthält, um in der Hitze in Fluss zu gerathen; ist das nicht der Fall, so kann die Verschlackung der freien Basen nicht so leicht stattfinden, und wenn dieses Schmelzen durch einen enormen Hitzgrad erzielt werden soll, so ist ein Todtbrennen in der Praxis nicht zu verhindern. Eine solche bei einer zu heftigen Hitze hervorgebrachte Schmelzung geschieht immer nur auf Kosten der ganzen Kalkmenge.

Ausser den Alkalien ist es vorzüglich das Eisenoxydul (Fe O) und nicht das Eisenoxyd ($Fe_2 O_3$), welches den Schmelzpunkt eines Thones sehr bedeutend erniedrigen kann; denn es ist bekannt, dass das Singulosilicat des Eisenoxyduls eine der leichtflüssigsten kieselsauren Verbindungen bildet. Ein Zusatz von Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, Thonerde oder Kieselsäure macht es sofort strengflüssiger.

So z. B. ist der Arfvedsonit, eine Verbindung der Kieselsäure mit Eisenoxydul, so leichtflüssig, dass er in der Kerzenflamme zu schmelzen beginnt. Durch successive Oxydation dieses Minerals in der äusseren Löthrohrflamme steigt der Schmelzpunkt desselben bedeutend, und daraus folgt, dass durch Reduction dieses oxydirten Minerals der Schmelzpunkt erniedrigt werden müsse.

Während des chemischen Processes, welcher in der Hitze stattfindet, findet höchst wahrscheinlich in dem Masse, als das schmelzende

Silicat sich mit der freien Kieselsäure, der Thonerde und dem Eisenoxyd verbindet, eine Erhöhung des Schmelzpunktes statt, und es wird Fälle geben, wo die herrschende Temperatur des Ofens nicht hinreichen wird, das sich bildende Silicat flüssig zu erhalten. Es tritt sodann ein Moment ein, wo der Fluss immer zäher wird, und da in einem solchen Falle die Cohäsionsverhältnisse eine regere chemische, Thätigkeit zwischen den einzelnen chemischen Individuen schwächen oder ganz aufheben, so bleiben das Eisenoxyd, die Thonerde und die freie Kieselsäure zum grossen Theil als wirkungslose Bestandtheile des Portland-Cementes zurück.

Da zur gänzlichen Verschlackung der sogenannten Nebenbestandtheile ein niedriger Schmelzpunkt gehört und nicht allein die Bedingung, dass das Eisenoxyd, die Thonerde etc. in einem gewissen stöchiometrischen Verhältnisse stehen, so lag der Gedanke nahe, dass man durch Zuschläge, welche den Schmelzpunkt erniedrigen, in manchen Fällen ein ungleich besseres Resultat erzielen müsse.

Dies ist auch vollkommen gelungen. Puddelschlacken, als feines unfühlbares Pulver der Cementmasse beigemengt, bewirkten sofort die Bildung des Flusses, wenn dies ohne deren Hinzugabe nicht erreicht werden konnte. Die Menge dieses Zuschlages betrug nicht mehr als 3—5% und die Analyse desselben ergab auf 62% Eisenoxydul 18% Kieselsäure. Während der Portland-Cement vordem erdig aussah und eine braunrothe Farbe besass, wurde er durch diesen Zusatz sogleich schön schwarzgrün gefärbt. Dasselbe geschah bei Anwendung von Feldspat, in einigen Fällen durch fein geschlämmten Colcothar (englisches Roth). Durch Zusatz von Kochsalz sank der Schmelzpunkt so tief herab, dass von drei Proben keine einzige richtig gebrannt werden konnte, indem die Masse vollkommen zusammenschmolz.

Auf die grössere oder geringere Schmelzbarkeit des Thones hat schon Professor Pettenkoffer in München ein grosses Gewicht gelegt und deshalb den Alkalien eine grosse Rolle zugewiesen.

Versuche C. Zulkowsky's haben dargethan, dass auch das Eisenoxydul dadurch, dass es den Schmelzpunkt des Thones bedeutend herabstimmen kann, den Impuls zu einer regeren chemischen Wechselwirkung, zu einem vollständigen Verschlacken aller Thonbestandtheile — natürlich unter Aufnahme von Kalk — geben kann.

Weil es eine erwiesene Thatsache ist, dass eine oxydirende Flamme der Güte eines Cementes nicht so zuträglich ist als eine reducirend wirkende, so darf man vielleicht nicht ohne Grund annehmen, dass durch Ueberführung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd, eine Erhöhung des Schmelzpunktes und daher ein geringerer Grad der Verschlackung die Folge ist, und wird man auch von der Wahrheit nicht zu ferne sein, wenn man noch dazu die Ver-

muthung ausspricht, dass eine reducirend wirkende Flamme, d. i. eine mit Kohlenoxyd- und Kohlenwasserstoffgas geschwängerte, glühende Atmosphäre das Eisenoxyd einer Cementmasse zu Eisenoxydul reduciren und daher eine leichtere Schmelzung begünstigen kann.

Im Vorhergehenden wurde hauptsächlich jener Bestandtheile gedacht, welche unter dem Namen Thon zusammengefasst werden, dabei aber stillschweigend vorausgesetzt, dass der Kalk des natürlichen oder künstlichen hydraulischen Kalkes frei von Magnesia sei und wurde auch schon früher bemerkt, dass stark magnesiahaltige Kalke (namentlich Dolomite) zur Erzeugung eines Portland-Cementes (hydraulische und Cementkalke ausgenommen) sich nicht eignen. Da nun aus alldem klar hervorgeht, dass zur Erreichung eines guten Resultates der natürliche hydraulische Kalk oder die Cementmasse keine solche Substanzen enthalten darf, welche der leichteren Schmelzbarkeit der sich bildenden Silicate hinderlich sind, so kann keinen Augenblick gezweifelt werden, durch welche Eigenschaften die Magnesia nachtheilig ist.

Es gibt wenige Basen, welche so schwer schmelzbare Verbindungen mit der Kieselsäure geben wie die Magnesia und da sich in der Hitze nicht nur der Kalk, sondern auch die Magnesia mit den Thonsilicaten verbinden, so entstehen solche schwer schmelzbare Verbindungen, dass eine Verschlackung der Thonbestandtheile nur bei den höchsten und schwer erreichbaren Temperaturen möglich ist.

Letzteres ist auch die Ursache, dass dolomitische Mergel bei einer Temperatur (von circa 500° C) calcinirt werden, welche hinreichend ist, nur die Kohlensäure der Magnesia auszutreiben. Bei so erstellten Cementkalken ist dann die Magnesia der cementirende Bestandtheil.

Versuche, welche der Verfasser mit einem dolomitischen Mergel aus Tirol vorgenommen hat, ergaben, dass bei einem Gehalte von 8% kohlensaurer Magnesia die Flussbildung, d. i. ein richtiges Brennen der Portland-Cementmasse, noch möglich war, während bei einem Gehalte von 14% die Masse wohl etwas gesintert, aber ein erdiges rostgelbes Aussehen erhielt und das Product nur eine geringe Bindekraft besass.

Wenn daher zur Erzeugung eines Portland-Cementes solche Rohmaterialien verwendet werden müssen, die einen namhaften Gehalt von kohlensaurer Magnesia besitzen, so erscheint es empfehlenswert, dass die Dauer der Hitze durch die Intensität ersetzt werde, damit die Magnesia keine Zeit habe, sich in grösseren Mengen mit den Thonsilicaten zu verbinden.

Verhalten mancher inländischer Kalkmergel während des Brennprocesses.

Ein eigenthümliches Verhalten mancher Kalkmergel während des Brennprocesses in Folge ihrer chemischen Zusammensetzung soll an dieser Stelle näher erörtert werden. Manche Kalkmergel erfordern eine heftige und kurze, andere hingegen eine langsam gesteigerte, zuletzt heftige Hitze. Endlich gibt es auch solche, die keinen höheren Hitzgrad vertragen können, ohne sofort in Fluss zu gerathen. Für die letzteren gibt es gar kein Mittel, um sie richtig zu brennen, denn werden sie schwach gebrannt, so bleibt der Cement roh und liefert einen schlechten hydraulischen Mörtel; wird die Temperatur aber nur im geringen Grade überschritten, so beginnt der Kalkmergel sogleich zu schmelzen, und alle hydraulischen Eigenschaften gehen verloren. Es findet vom rohen zum geschmolzenen Zustande fast gar kein Uebergang statt, — und setzt man ein derartiges Stück einer sehr langsam gesteigerten Hitze aus, so beginnt der Kalkmergel an seiner Aussenseite zu verglasen, während das Innere desselben noch ganz roh ist. Die Glaskruste ist aber von dem rohen Kerne ganz scharf getrennt, ein Zeichen, dass die Hitze gar keinen Mittelzustand zwischen diesen beiden Extremen zu schaffen vermag.

Diese letztere Erscheinung kommt bei vielen Kalkmergelspecies namentlich bei Aptychen-Kalkmergeln vor, bei welchen das Gestein nach dem Schmelzen eine eigenthümliche schwefelgelbe Farbe annimmt und gänzlich unbrauchbar wird.

Es kommt öfter vor, dass die guten Eigenschaften eines Kalkmergels durch das Calciniren in nicht entsprechenden Brennöfen vielfach vermindert werden, so z. B. ist eine neutrale oder reducirend wirkende Flamme für die Güte mancher Cemente weit zuträglicher, als eine oxydirend wirkende, welch' letztere die hydraulischen Eigenschaften eines Cementes nicht unerheblich verschlechtert, und folgt daraus von selbst, dass bei der Construction der Oefen und der Art ihrer Bedienung auf diese Thatsache ein besonderes Gewicht gelegt werden müsse, welcher Umstand bei der Beschreibung der einzelnen Ofensysteme eingehender besprochen wurde.

Durch ein oxydirendes Feuer erhält der Cement zumeist eine rostbraune Farbe, indem das Eisenoxydul, welches in den Rohmaterialien fast nie fehlt und auch nie fehlen soll, in Eisenoxyd übergeht; diese Farbe ist auch in den meisten Fällen ein charakteristisches Kennzeichen der geringeren Qualität.

Dass dieses Braunwerden in der That die Wirkung einer oxydirend wirkenden Hitze ist, kann an einem Stücke des Kalkmergels oder der Cementmasse beobachtet werden, welches nach richtigem Erbrennen

noch eine Zeitlang in der Hitze verblieb. Gewöhnlich findet sich bei einem solchen Stücke in der Mitte des Querschnittes eine normale Cementkalk-Farbe (bei Portland-Cement eine schwarzgrüne), während der äussere Rand einen rostbraunen Ring zeigt.

Diese Erscheinung beweist also, dass die erwähnte Farbenänderung thatsächlich das Resultat einer Oxydation war, welche von Aussen gegen das Innere concentrisch vor sich gegangen ist.

Ist die reducirend wirkende Flamme einerseits für die Güte des Cementes zuträglicher, so erscheint dieselbe für manche der vorgedachten Kalkmergelspecies geradezu nachtheilig, namentlich aber dann, wenn man auf die Kohlenqualität, — in deren Wahl man stets rationell zu Werke gehen soll, — keine Rücksicht genommen hat.

Das folgende auf Thatsachen gestützte Beispiel wird hierüber einen interessanten Aufschluss geben.

Wenn die Braun- oder Steinkohle viel Schwefel enthält und im Ofen ein stark reducirendes Feuer herrscht, so bildet sich aus dem Schwefel und dem Eisenoxyd durch die Einwirkung der Hitze „einfach Schwefeleisen", welches sich in die Masse des Cementes einschmilzt. Dieses geschieht um so leichter, je backender die Kohle ist. Der auf diese Weise erstellte Cement enthält demnach „Schwefeleisen" beigemengt, welches sich dann im Inneren des hydraulischen Mörtels durch Vermittlung des Wassers zu Eisenvitriol (schwefelsaures Eisenoxydul) oxydirt. Dieses Salz wird jedoch durch den Aetzkalk sogleich zersetzt, und es bildet sich „Eisenoxyduloxyd".

Ein solcher Mörtel bindet zwar gut, die äussere Rinde erhält auch nicht selten eine ziemliche Härte, aber das Innere wird gar nicht fest, ja es wird sogar weicher, wenn es vor dem geschilderten Process, nämlich vor der Zersetzung des Eisenoxyduloxydes durch den Aetzkalk schon eine grössere Härte besass.

Die Bruchfläche eines solchen Cementkalkes ist durch das Eisenoxyduloxyd schwarzblau gefärbt und erhält an der Luft eine rostgelbe Farbe.

Daraus geht nun hervor, dass durch Dazwischenlagerung der genannten Verbindungen die Adhäsion der einzelnen Theilchen wesentlich gehindert wird.

Darstellung des Portland-Cementes.

Zur künstlichen Darstellung des Portland-Cementes wird Kalk ($CaO\ CO_2$) und Thon, jedes im feinst zertheilten Zustande benützt und wird der Kalk wo thunlich nur in Form von Kreide, Plenärkalk, Aetzkalk oder selbst Kalkabfälle in Verwendung ge-

nommen, weil er in dieser Form meist aus den weichen Schalen abgestorbener mikroskopischer Organismen bestehend sehr weich und nicht krystallinischer Natur ist, der mechanischen Verarbeitung daher wesentlich weniger Schwierigkeiten entgegenbringt, als der krystallinische Kalkstein. Während Kreide, Kreidemergel, Plenärkalk durch blosses Mahlen oder Schlämmen in ein äusserst feines Pulver verwandelt werden können, bedarf es bei dem Kalkstein zu dessen Verschrottung schon schwerer Steinbrechmaschinen und Walzwerke. Ursprünglich wurde der Cementmörtel in England auch aus Kreide und Chausséestaub zusammengesetzt und die Mischung calcinirt; später fand man, wie eingangs bemerkt, dass auch der äusserst fein zertheilte blaue Thonschlamm der Themse vermischt mit Kalk einen ausserordentlich festen Cement gibt.

In beiden Fällen ist es die natürliche feinste Vertheilung beider Materialien, Strassenstaub und Flussschlamm, welche sie für die Cementfabrikation so besonders auszeichnet.

Gegenwärtig werden die Rohmaterialien zur Cementfabrikation entweder auf nassem oder trockenem Wege vorbereitet; bei ersterer Methode wird die feinst gemahlene, geschlemmte Kreide oder Aetzkalk mit dem Thone (als feinen Schlamm) auf das Innigste gemengt, am besten auf gewöhnlichen Thonschneidern; oder man mahlt Thon und Kalk auf Kollermühlen unter reichlicher Wasserzuführung zusammen. Hiebei wird ein hinreichend zartes Pulver abgeschlämmt, welcher Schlamm vom Wasser befreit sodann in die Messermaschine (Thonschneider) gelangt und, um die nöthige Consistenz zu erhalten, mit trocken pulverisirten Massen gleicher Art versetzt wird.

Auf trockenem Wege mahlt man Kalk und Thon trocken jedes für sich und mischt sie dann, oder aber pulverisirt sie beide gleichzeitig. Die Pulver gehen dann, mit etwas Wasser vermischt, durch Thonschneider.

Die auf die eine oder andere Art bereitete Cementmischung wird in Ziegelformen gebracht, wenn möglich gepresst, getrocknet, bis zur Sinterung gebrannt und sodann vermahlen.

Um zu guten Fabrikations-Resultaten zu gelangen, muss man vorerst eine grössere Anzahl von Versuchen anstellen, die verschiedenst combinirten Mischungen brennen und die so erhaltenen Cemente analysiren und praktischen Proben unterwerfen.

Da sich das Mischungsverhältnis stets nach der chemischen Zusammensetzung der componirenden Bestandtheile richtet, so ist es auch nicht möglich, hierin eine bestimmte Weisung zu ertheilen.

In der Regel ist man von dem richtigen Verhältnisse nicht weit entfernt, wenn man auf 30 Theile ganz trockenen Thon 70 Theile

kohlensauren Kalk oder auf 23 Theile trockenen Thon 31 Theile frisch gebrannten Kalk (Aetzkalk) nimmt; vorausgesetzt, dass der Thon keine kohlensaure Erden und der Kalk keine thonigen Beimengungen enthält.

Die künstliche Darstellungsweise des Portland-Cementes, so sehr man ihr auch gewisse Vortheile nicht absprechen kann, wird in Oesterreich-Ungarn nur in einigen Cementfabriken angewendet, weil, wie schon früher bemerkt, das natürliche Vorkommen von Kalkmergeln in so richtigen chemischen Zusammensetzungen und an so vielen Orten zu verzeichnen ist, dass es sehr unökonomisch wäre, diese Rohstoffe nicht auszubeuten.

Die Grenzen, innerhalb welcher sich die chemische Zusammensetzung der künstlichen und natürlichen Portland-Cemente bewegt, sind aus den nachstehenden Analysen vorzüglicher in- und ausländischer Cemente ersichtlich. (Siehe Tabelle Seite 168).

Der Brennprocess bei Portland-Cement.

Wenn ein Körper durch die Hitze in einen halbgeschmolzenen Zustand gerathen ist, so sagt man, er ist „gefrittet“ worden.

Bei jenem Momente des Aufschliessungsprocesses der Thonerdesilicate, welcher in dem früheren Abschnitte über die „Theoretischen Ansichten des Aufschliessungsprocesses der Thonerdesilicate während des Brennens“ durch Fig. 3 dargestellt ist — wo das Thonerdesilicat durch Aufnahme von Kalk basischer geworden ist (die weich gewordenen Thonerdekügelchen *a* vergrössern sich bis zur gegenseitigen Berührung) und der Rest des Kalkes von dem Kalkthonerdesilicat eingeschlossen wird, kann man die Art dieser Veränderung, welche die Cementmasse bei normalem Brande erfahren hat, ebenfalls mit „fritten“ bezeichnen.

Wenn jedoch die soeben erwähnten im Flusse befindlichen Thonerdekügelchen einer weiteren höheren Temperatur von circa 1800° C ausgesetzt werden, so tritt wieder ein Moment ein, in welchem diese Cementmasse bis auf circa Zweidrittel ihres ursprünglichen Volumens schwindet, „sintert“ und ein Schlacken ähnliches Aussehen erhält. Die Masse wird sodann grau und nimmt in Folge der Bildung eines Calciumferrates oder Ferrosilicates einen Stich ins Grüne an.

Eine in diesen Zustand übergeführte künstliche Cementmasse oder ein Kalkmergel gibt jenes Product, welches mit dem Namen „Portland-Cement“ bezeichnet wird.

Die Masse eines jeden richtig gebrannten natürlichen oder künstlichen Portland-Cementes hat eine Aehnlichkeit mit der Masse des Porcellains — wenn man die Heterogenität derselben vergleicht,

Post-Nummer	Portland-Cemente	In 100 Theilen des gebrannten Kalkes												Analytiker
		Kalk	Magnesia	Kieselsäure	Thon	Eisenoxyd	Mangan	Kali	Natron	Schwefelsäure	Wasser	Kohlensäure	Sand	
1	Englischer Robins-Portland	53,22	0,80	23,00	7,55	5,04	·	0,98	1,70	1,56	0,98	2,48	2,68	Pettenkoffer
2	„ Wyatt-Portland	59,06	0,82	24,07	6,92	3,41	·	0,73	0,87	2,65	·	·	1,47	Michaëlis
3	Französischer Boulogner Portland	61,75	·	25,10	7,25	4,50	·	·	0,40	·	·	·	1,00	Vicat
4	„ Poully Roman	49,60	·	26,00	10,00	5,10	·	·	1,19	0,85	·	7,26	·	„
5	Preussischer Stern-Portland	61,64	·	23,00	6,17	2,13	·	·	·	·	·	·	·	Michaëlis
6	„ Bonner Portland	57,83	1,35	23,81	9,38	5,22	·	0,59	0,71	1,11	·	·	·	Hopfgarten
7	Oesterreich. Perlmooser Portland	60,81	2,89	22,63	7,06	2,42	·	1,54	1,29	0,47	0,60	0,33	·	Prof. Bauschinger
8	„ Judendorfer Portland	64,50	2,25	21,92	5,88	3,60	·	0,50	1,00	·	·	0,35	·	—
9	Ungarischer Eperieser Portland	63,57	0,73	23,61	6,09	4,07	·	0,70	1,15	·	·	·	·	Hauenschild

Nummer 1 bis 6 sind künstlich, 7, 8 und 9 direct aus Kalkmergel erstellte Portland-Cemente.

Sowohl die Grundmasse des Porcellains, als auch jene des Portland-Cementes ist ein Körper, der nicht geschmolzen erscheint und dennoch von einer geschmolzenen Masse eingeschlossen ist. Beim Porcellain nennt man dieses geschmolzene Silicat, welches demselben den gewissen Grad von Halbdurchsichtigkeit verleiht, den Fluss.

Diese Benennung des geschmolzenen Silicats, welches die Grundmasse einhüllt, lässt sich demnach auch im Allgemeinen auf die Cementkalke übertragen.

Bei jedem hydraulischen Kalke wird, falls den chemischen Bedingungen bezüglich der Rohstoffe und ihrem Mischungsverhältnisse Rechnung getragen wurde, nach einem, dem zu erstellenden Producte entsprechend richtig ausgeführten Brande, der Fluss das Innere des Kalkes in geringerem oder stärkerem Grade durchziehen, und das äussere Aussehen der gebrannten Cementmasse variirt sodann je nach der Stärke der Flussbildung.

Ist die Menge des Flusses gering, wie dies beim Brennen der hydraulischen und Cementkalke verlangt wird, so sieht die Cementmasse erdig, mehr oder weniger grünlich, gelb oder lichtbraun aus, und das specifische Gewicht ist gegenüber dem Rohstoffe in Folge des hygroskopischen Wasserverlustes und der Kohlensäure geringer geworden.

Je stärker die Flussbildung, desto dunkler ist die Farbe, desto grösser die Cohäsion, und die Cementmasse sieht endlich bei vermindertem Volumen (indem sie zusammensintert und specifisch schwerer wird) einer schwarzgrünlichen, matt aussehenden porösen, theilweise mit Schwundrissen durchzogenen Schlacke ziemlich ähnlich.

Das folgende Bild Fig. 4 vergegenwärtigt eine noch nicht vollständige Sinterung der Portland-Cementmasse. Fig. 5 ein vollkommen gesintertes Stück der Masse, in welch' letzterem die sphärischen Zwickel mit dem nicht gebundenen Kalke, wie dies in Fig. 3 und 4 noch ersichtlich, verschwunden sind.

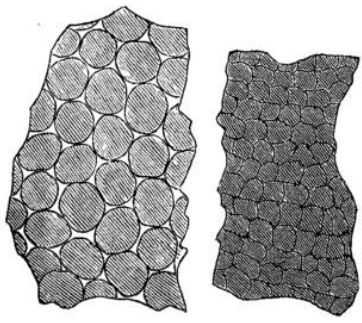


Fig. 4. *Fig. 5.*

In jedem Falle steht ein Cement, welcher den gedachten Fluss in geringer Menge enthält, bezüglich seiner hydraulischen Eigenschaften, weit hinter jenem zurück, bei dem sich derselbe stark, respective im richtigen Masse entwickelt hat.

Auf diesem erfahrungsgemässen Grundsatz beruht auch die eminente Festigkeit der Portland-Cemente gegenüber den hydraulischen und Cementkalken.

Ursachen des Zerfallens der erbrannten Portland-Cementmasse.

Manche Thonarten verleihen den aus denselben erzeugten Portland-Cementen die sehr sonderbare Eigenschaft, dass solche nach erfolgtem Brande während des Abkühlens zerfallen.

Diese Erscheinung ist wohl jedem Cementfabrikanten bekannt und tritt nicht nur bei Portland-Cementen, sondern auch bei einzelnen überbrannten Stücken eines aus Kalkmergel erbrannten Cementkalkes auf.

Diese Erscheinung äussert sich bekanntlich auf folgende Weise:

Wenn eine Partie des Cementes aus dem Ofen herausgeschafft wird, so zeigt es sich manchmal, dass während des Abkühlens die Oberfläche des Haufens sich mit einem feinen aschgrauen Mehle zu bedecken anfängt, dessen Menge concentrisch gegen das Innere in rapidem Masse zunimmt. Erscheint der Haufen von dem Mehle völlig überdeckt, so bemerkt man ein Vibriren der Mehldecke, als wenn die Theilchen mit einer gewissen Gewalt von dem Ganzen losgetrennt würden. Die Art dieser eigenthümlichen Bewegung lässt sich ungefähr versinnlichen, wenn man sich einen grossen Haufen lebender Milben vorstellen würde.

Ist nun der Cement so weit abgekühlt, dass man denselben ohne Gefahr anfassen kann, so ist ungefähr $^3/_4$ seines Gewichtes in ein sehr zartes Pulver zerfallen und der Rest besteht aus Stücken, deren Grösse die einer Nuss selten übersteigt.

Nach vorgenommenen Untersuchungen besitzt das Mehl die nämliche procentische Zusammensetzung wie der unzerfallene Portland-Cement und liefert einen Mörtel, der nicht die mindeste Härte erlangt, während der unzerfallene Cement einen, wenn auch nicht vorzüglichen, so doch weitaus besseren hydraulischen Mörtel liefert. — Woher diese Anomalie?

Der Schlüssel zur Erklärung dieses entgegengesetzten Verhaltens ergibt sich sogleich, wenn man die absoluten Gewichte gleicher Volumina untersucht. Eine Tonne des zerfallenen Cementes wiegt 100 kg, eine Tonne des unzerfallenen wiegt im gemahlenen Zustande fast das Doppelte.

Es ist schon von mehreren Chemikern auf das bestimmteste nachgewiesen worden, dass die Dichte (des Cementkalkes nur bis zu einem gewissen Grade, in der Regel 840 bis 900 kg per 1 m^3 locker oder gesiebt gemessen — und die des Portland-Cementes nicht unter 1250 kg per 1 m^3 lose gesiebt) einen der wirksamsten Factoren bei dessen Erhärtung bildet, und ist es über allen Zweifel erhaben, dass zu leichte **silicathältige** Cemente in Folge

ihrer geringen Dichte die Widerstandsfähigkeit gegen chemische, wie gegen mechanische Einflüsse nicht in jenen Massen erreichen können, als dies bei dichteren, mithin specifisch schweren silicathältigen Cementen der Fall ist.

Es ist durchaus nothwendig, sich dieser Thatsache immer zu erinnern, wenn man es mit der Production oder Verarbeitung der hydraulischen Bindemittel zu thun hat, denn nicht Alles darf man von der chemischen Action der Bestandtheile erwarten. Man ist sehr leicht geneigt, bei solchen abnormen Erscheinungen sofort die chemischen Kräfte als die allein wirkenden zu bezeichnen, ohne zu bedenken, dass Affinität und Cohäsion durchaus nicht genöthigt sind, parallel zu gehen.

Merkwürdig bleibt es, dass nach Versuchen C. Zulkowsky's dieselbe Cementmasse im Gebläseofen gebrannt, die Eigenschaft des Zerfallens nicht besass, und dass dieses eigenthümliche Verhalten bei den zahllosen Versuchen, die im Kleinen mit den verschiedenartigsten Thonsorten durchgeführt wurden, niemals beobachtet werden konnte.

Je grösser der Kalkgehalt einer künstlichen Cementmasse oder eines Kalkmergels ist, desto schwerer sintern dieselben im Feuer zusammen und nimmt die Fähigkeit des Zusammensinterns mit dem Gehalte an Thon stets zu. So unbedingt nothwendig ein starkes Zusammensintern für die Güte des Cementes ist, so darf man sich dennoch nicht bestimmen lassen, die gewünschte Eigenschaft durch einen hohen Thonzusatz zu erzwingen, weil dies nur auf Kosten seiner Güte geschehen könnte.

Auch ist wohl zu beachten, dass zwischen zwei bestimmten Rohmaterialien nur ein einziges Verhältnis gibt, die relativ stärksten hydraulischen Eigenschaften zu erzielen und dieses Verhältnis muss sehr genau eingehalten werden, denn jede Abweichung straft sich sogleich durch eine weit geringere Qualität des Cementes.

Erfordert nun die Cementmasse eine hohe Temperatur, so müssen die Oefen derart eingerichtet sein, dass die nöthige Hitze ohne Schwierigkeiten erreicht werden kann.

Vielseitige Beobachtungen haben auch gezeigt, dass beim Brennen des Portland-Cementes in Schachtöfen mit nicht genügendem Luftzug — daher eine wohl intensive aber langsame Verbrennung des Brennstoffes (nach einigen französischen Werken ein sogenanntes vulkanisches Feuer) — das Zerfallen in höherem Masse erfolgte als in solchen mit starkem Luftzuge.

Ueber die weiteren Ursachen des Zerfallens des Portland-Cementes während des Abkühlens wird ferner bemerkt, dass diese Erscheinung

immer nur an stark gebrannten und dennoch wenig Fluss besitzenden Stücken wahrzunehmen ist.

Schwach gebrannte Stücke, welche mürbe sind und einen geringen Schwund erlitten haben, zerfallen nicht. Ist der Ofen derart construirt, dass der Cement Gelegenheit hat, sehr langsam abzukühlen, so ist das Zerfallen ebenfalls weit geringer.

Wenn man bedenkt, dass, in je geringerem Grade die Flussbildung, d. i. die gegenseitige Verschlackung der Individuen erfolgen konnte, desto grösser die Heterogenität des Cementes und der Zusammenhang der Theilchen sein müsse, so ist die Erklärung dieses Verhaltens keinen besonderen Schwierigkeiten ausgesetzt.

Man ist berechtigt, jedem Individuum einen anderen Ausdehnungs-Coefficienten zu vindiciren und wenn man die Spannung berücksichtigt, welche bei namhafteren Temperaturdifferenzen zwischen den Theilchen entstehen muss und bedenkt, wie gering der Zusammenhang derselben wird, so erscheint dieses Phänomen als natürliche Folge ungleichartig wirkender Molecularkräfte.

Bei schwach gebrannten Stücken muss die Spannung der Theilchen schon a priori nur unbedeutend sein und in der That zerfällt ein solcher Cement nicht.

Als Resultat aller bisher angegebenen Betrachtungen und Untersuchungen stellt sich heraus, dass im Allgemeinen angenommen, ein natürlicher oder künstlicher hydraulischer Kalk kein einziger homogener Körper, sondern im einfachsten Falle ein Gemenge zweier ist. Der erste ist der Kalk, der zweite ein Thonerdesilicat; der Fluss, in welchem sowohl der Kalk als auch die Thonerde durch vicarirende Verbindungen ersetzt sind oder ersetzt sein können.

Kennzeichen eines guten Portland-Cementbrandes und allgemeine Regeln zur Erstellung eines guten Portland-Cementes.

Wenn man den Cement während der Darstellung in seiner grössten Hitze jedoch vor dem Eintritte der Sinterung beobachten kann, wie dies z. B. die stehenden Flammenöfen oder Ringöfen gestatten, so bemerkt man, dass er einen gewissen Grad von Weichheit besitzt, denn ein Stoss mit einer Eisenstange verursacht keinen oder doch nur einen solchen Schall, welcher auf ein Hartsein dieser Masse nicht schliessen lässt. Erst während der Sinterung geräth die Masse bei gleichzeitiger Schwindung ihres Volumens bis auf $^2/_3$ der rohen Cementmasse, in einen zähen Zustand, welcher mit einem gelinde erwärmten Siegelwachse oder einem plastischen Töpferthone verglichen werden kann.

Dies ist das Stadium, bis zu welchem Grade ein richtig erbrannter Portland-Cement gelangen muss. Bei Hochöfen (Schachtöfen) lässt sich dieser Vorgang selbstverständlich nicht verfolgen.

Der Anblick, den die, einer hohen Hitze ausgesetzte Cementmasse dem Beschauer gewährt, ist überraschend schön, weil das dem Kalke in der Glühhitze eigenthümliche phosphorische Leuchten, die Helle der im bläulich grünlichen Lichte glühenden Masse ungemein erhöht.

Betrachtet man die Bruchfläche eines richtig erbrannten Portland-Cementes mit der Loupe, so bemerkt man auf dieser Fläche eine Unzahl von Höhlungen und stänglichen Erhabenheiten in den mannigfaltigsten Formen und Farben, von welch' letzteren die schwarzgrüne vorherrscht. Die Bruchfläche sieht daher einer mit Stalaktiten bekleideten Höhlenwand nicht unähnlich und die erhabenen, gleichsam verfilzten Theilchen besitzen alle Eigenschaften, aus denen sich schliessen lässt, dass sie früher geschmolzen waren. Dem freien Auge hingegen erscheint die Bruchfläche immer matt. Dies sind nun die Kennzeichen eines richtig ausgeführten Brandes und eines richtigen Mischungsverhältnisses bei guten Rohmaterialien.

Lässt man aber die Cementmasse einer solchen heftigen Hitze zu lange ausgesetzt, so nimmt das matte Aussehen, die Schärfe der Bruchfläche beständig ab und endlich tritt der Moment ein, wo der Cement vollständig schmilzt und sich in Fäden ziehen lässt. In diesem Zustande erscheint er nicht mehr schwarzgrün, sondern braun oder schwarz, im Bruche homogen, glatt und muschlig; alle Eigenschaften, die man von einem Portland-Cemente fordert, sind verschwunden; er verhält sich wie gepulverter Quarz und ist gänzlich unbrauchbar.

Nach allen den vorangeführten Betrachtungen gelangt man zu dem Schlusse, dass die Darstellung eines guten Portland-Cementes beziehungsweise auch eines guten Cementkalkes sich auf nachstehende Grundsätze und Regeln basirt, und zwar:

Die hydraulischen Eigenschaften sind ganz und gar von der chemischen Zusammensetzung des Flusses, von dem Verhältnisse desselben zum Aetzkalk, und von dem specifischen Gewichte der Rohmaterialien abhängig. Die Kalkaufnahme, welche im Feuer vollständig erfolgt wäre, wenn die Cementmasse bis zur Verglasung in der Hitze belassen worden wäre, ist unterbrochen worden und setzt sich im Wasser beziehungsweise in der Mörtelmasse fort. Durch die Kalkaufnahme in der Hitze wird das Silicat in denjenigen Zustand versetzt, in welchem es geeignet ist, den Kalk auf nassem Wege aufzunehmen (es wird aufgeschlossen, in amorphen Zustand überführt). Je geringer nun die Menge des Kalkes sein kann, welcher sich in

der Hitze mit den Thonsilicaten nothwendigerweise zu verbinden hat, um die Aufschliessung und gänzliche Verschlackung herbeizuführen, desto grösser wird die Sättigungscapacität des Flusses und desto energischer die Einwirkung des Kalkes bei der Erhärtung im Wasser (als Mörtelmasse) auf denselben sein.

Wertstellung der Cemente.

Erscheinungen und deren Ursachen während des Erhärtens der Cementmörtel.*)

Wenn ein frischgebrannter guter Cementkalk oder Portland-Cement im gepulverten Zustande mit Wasser zu einem Mörtel angemacht wird, so tritt bald ein Moment ein, wo derselbe immer steifer wird und sich endlich nicht mehr formen lässt, ohne zu zerbröckeln.

Den Uebergang aus dem plastischen Zustande in den starren nennt man das Binden, und muss die Verarbeitung des Mörtels natürlich mit der nöthigen Eile geschehen, um dieses Binden schon während der Arbeit zu verhindern. Beim Befühlen gibt sich gleich nach erfolgter Bindung oft ein Erwärmen des Mörtels kund, welches jedoch nicht so stark sein darf, dass es der Hand unbequem wird; denn dann war entweder der Brand zn schwach oder es ist der Kalkgehalt des Kalkmergels oder der Cementmasse zu gross.

Wird der Cementstein nur bis zur Rothgluth erhitzt, welcher Hitzgrad bloss das Hydratwasser des Aetzkalkes entfernt, ohne dass der Thon eine wesentliche Aenderung erlitten, so tritt beim Anmachen mit Wasser eine so starke Erwärmung ein, wie sie beim Ablöschen des gewöhnlichen Kalkes zu sehen ist. Dieser Mörtel bindet nur schwach oder gar nicht, bleibt schwammig wie Kalkbrei und zerfällt sogleich, wenn er selbst nach längerer Zeit unter Wasser gebracht wird.

Wenn die Cementmasse oder der Kalkmergel einem etwas grösseren Hitzgrade ausgesetzt wird, so tritt wohl eine Besserung ein; der Mörtel erwärmt sich nicht mehr so stark, bindet wohl auch, bekommt aber Risse nach allen Seiten und zerfällt im Wasser.

Bei einem normal gebrannten Cemente kommen oft Risse zum Vorschein, welche, wenn sie Luft- oder Schwindungsrisse sind, gewöhnlich schon in den ersten Stunden nach dem Abbinden entstehen, während Treibrisse erst nach Tagen oder gar Wochen bemerkbar werden.

Nach einem richtigen Brande und bei einer richtigen chemischen Zusammensetzung eines Cementkalkes ist die Erwärmung nur sehr

*) Nach C. Zulkowsky.

mässig, weil ein grosser Theil des Kalkes gebunden und der Rest mit einer Hülle der verglasten Silicate umgeben ist, welche nur eine successive Hydratisirung des Kalkes gestattet, wodurch die Wärme nur allmälig frei wird.

Ist die Kalkmenge des Portland-Cementes oder Cementkalkes zu gross, so tritt selbst nach starkem Brande eine heftige Erwärmung des Mörtels ein, oder es macht sich dann im Wasser ein Abblättern der äusseren Rinde bemerkbar. Das Innere erhält in diesem Falle keine Härte und bleibt so weich wie gewöhnlicher Luftmörtel.

Ist der Brand zu heftig und zu andauernd gewesen, so erfolgt entweder eine schwache oder gar keine Bindung mehr und der Mörtel zerfällt im Wasser theilweise oder ganz.

Ist der Portland-Cement oder Cementkalk nicht mehr frisch, so tritt das Binden nicht mehr so rasch ein, und ist auch ein Erwärmen nicht wahrnehmbar.

In solchen Fällen darf der Mörtel nicht eher ins Wasser gelegt werden, als bis er an der Luft schon etwas fest geworden ist, weil durch ein frühzeitiges Eintauchen ein Zerfallen desselben herbeigeführt wird, trotzdem der Portland-Cement oder Cementkalk in vielen Fällen noch recht gut verwendbar gewesen wäre, und die Maximalhärte des frischen erreicht hätte.

Legt man einen frisch angemachten Mörtel in gewöhnliches Brunnenwasser, so bildet sich stets um denselben eine weisse flockige Masse, welche gleichsam aus dem Inneren des Mörtel herauszuwachsen scheint. Dieser Flaum entsteht in Folge einer Zersetzung der im Wasser gelösten Salze durch den Aetzkalk des Mörtels, welcher die Thonerde, das Eisenoxyd und die Bicarbonate niederschlägt.

Die Zunahme an Härte schreitet von Aussen nach Innern vor, und wird namentlich die äussere Rinde stets etwas härter als das Innere des Mörtels sein.

Erhält der hydraulische Mörtel eines Cementes im Wasser nach einiger Zeit Treibrisse, so stehen dessen Verwendung grosse Hindernisse im Wege; diese Risse sind nicht allein die Folgen eines zu schwachen Brandes oder einer ungleichförmigen Zusammensetzung, sondern sie entstehen auch dann, wenn der Kalk (bei künstlichen Mischungen und bei manchen Kalkmergel) griesig, also nicht hinreichend fein war. Im letzteren Falle bemerkt man die groben Theile des Aetzkalkes sowohl an der Cementmasse als auch an dem gebrannten Cemente in Form weisser Punkte, welche das Innere desselben durchziehen.

Die Temperatur des Wassers ist bei dem Erhärten von grossem Einfluss und es unterliegt keinem Zweifel, dass eine mässige etwa

30 — 40° C betragende Wärme dasselbe sehr unterstützt. Höhere Temperaturen beeinträchtigen das Erhärten merklich.

Bei grosser Kälte des Wassers oder während der rauhen Jahreszeit erfordert das Binden eine ungewöhnlich lange Zeit im Vergleich zu jener, welche bei warmer Witterung beobachtet werden kann, und es ist jedem Praktiker erinnerlich, dass in den Wintertagen **alle hydraulischen Producte** eine merkliche Abnahme ihrer Qualität zeigen.

Von der Thatsache, dass ein höherer Wärmegrad das Binden der hydraulischen Mörtel sehr unterstützt, kann man in manchen Fällen eine nützliche Anwendung machen.

Wenn ein hydraulisches Product entweder von der Natur aus oder durch langes Liegenlassen eine schwache Bindungskraft zeigt, so braucht man zum Anmachen des Mörtels nur lauwarmes Wasser von etwa 40° C zu nehmen und die günstige Wirkung zeigt sich sofort in einem weit rascheren Anziehen desselben.

Derartige Proben, welche mit schwach bindenden Cementsorten angestellt wurden, ergaben die günstigsten Resultate. So z. B. trat das Binden eines hydraulischen Mörtels, mit kaltem Wasser angemacht, in einer halben Stunde, mit warmen hingegen in vier Minuten ein; die Bindefestigkeit war aber bei dem mit kalten Wasser angemachten Mörtel immerhin eine grössere.

Professor Lunge (Zürich) bemerkt, dass es auch durchaus nicht gleichgiltig ist, was für ein Wasser man zur Mörtelbereitung anwendet; ein möglichst klares und gleichzeitig hartes Wasser ist dem weichen zu bevorzugen, weil man gefunden hat, dass das Zerreissungsgewicht des mit ersteren angemachten Cementes 48,3 im zweiten Falle bloss 43,2 betragen hat.

Ueber die Erscheinungen, welche bei Cementen zu Tage treten, die in Schachtöfen und mit Kohlen von hohem Schwefelgehalt bei einem stark reducirten Feuer gebrannt sind, wurde bereits Seite 165 Erwähnung gethan.

Während der Erhärtung eines jeden hydraulischen Mörtels geht eine Farbenänderung desselben vor sich, jeder erhält ohne Ausnahme eine lichtere Farbe, und ist dieser Farbenübergang am auffallendsten bei den gelbbraunen Cementen, bei welchen der Mörtel nicht selten nach und nach einen grauen Farbenton annimmt.

Ferner macht Zulkowsky die Bemerkung, dass er einmal durch ein fehlerhaftes Brennen einen Cement erhalten, welcher eine völlig rostgelbe Farbe besass; der daraus erhaltene hydraulische Mörtel nahm in dem Masse an Härte zu, als diese Farbe verschwand und nach wenigen Wochen, als das Maximum seiner eigenthümlichen Härte eintrat, besass derselbe eine schöne steingraue Farbe.

Diese Farbenwandlung darf nicht wundern, denn sie entstand in Folge einer chemischen Action, indem aus dem ursprünglichen Silicate (dem Flusse) durch Kalkaufnahme ein neues gebildet wurde, welches immerhin eine andere Farbe besitzen kann.

Ueber den Einfluss des Wassers und der Atmosphäre auf die Festigkeit und Dauerhaftigkeit der hydraulischen Mörtel.

Zwei Agentien sind es, welche eine beständige Veränderung auf die hydraulischen Mörtel ausüben; diese sind: das Wasser und die Atmosphäre oder vielmehr die Kohlensäure derselben und sollen nun vorerst die Einflüsse des Wassers eingehend besprochen werden.

Eine mechanische Veränderung durch dasselbe bewirkt der Frost, indem das in den porösen hydraulischen Mörteln vermittelst Capillarattraction enthaltene Wasser bei dem Gefrieren durch seine hiebei stattfindende Volumvergrösserung ein Zerklüften der Mörtelmassen herbeiführt.

Die chemischen Einwirkungen des Wassers zu erörtern und zu begründen, ist es nothwendig, sich vor Allem ein Bild von dem Löslichkeitsverhältnisse der im hydraulischen Mörtel gebildeten Silicate zu machen. Ueber dieselben hat Feichtinger in München Untersuchungen angestellt, die wichtig genug sind, um einer eingehenden Prüfung unterzogen zu werden.

Es wurden nämlich 15 Gramm eines Cementmörtels in fein gepulvertem Zustande zwei Monate hindurch mit destillirtem Wasser behandelt, wobei 60 Liter Wasser verbraucht wurden; es gingen 1,542 Gramm in Lösung über und diese enthielt

1,408	Gramm	Kalk,
0,032	„	Thonerde und
0,102	„	Kieselsäure
1,542	Gramm.	

Feichtinger findet diese Löslichkeit überraschend gross und fragt, wie es denn kommen mag, dass trotz derselben die ältesten Wasserbauten, welche mit hydraulischem Mörtel ausgeführt wurden, dem Wasser noch vollkommen Widerstand leisten.

Um diese Abnormität zu erklären, ist Feichtinger der Ansicht, dass die Kohlensäure des Wassers auf der Oberfläche der hydraulischen Mörtel eine Schichte von kohlensaurem Kalk bildet, welche das Innere vor Zerstörung schützt.

Zulkowsky bemerkt, dass diese Meinung nicht stichhältig sei, und dass es durchaus nicht nothwendig erscheine, sogleich chemische

Kräfte zur Erklärung dieser abnormen Erscheinung zu Hilfe zu nehmen.

Wenn in 60 Liter, das sind 60000 Gramm reinen Wassers 1,542 g des hydraulischen Mörtels löslich sind, so wird ein Theil desselben von 39000 Theilen Wasser gelöst.

Mehrere Thatsachen sprechen dafür, dass das Löslichkeitsverhältnis dieser Kalksilicate geringer sein müsse; dagegen löst sich ein Theil kohlensaurer Kalk schon in 10600 Theilen Wasser. (Fresenius.)

Es scheint ausserdem aus der Abhandlung hervorzugehen, dass die fixen Bestandtheile der 60 Liter destillirten Wassers nicht in Rechnung gebracht wurden, was bei Löslichkeitsbestimmungen schwer löslicher Körper nicht verabsäumt werden darf, wenn genaue und verlässliche Zahlen erhalten werden sollen.

Da ferner in jedem hydraulischen Mörtel Kalkhydrat vorhanden ist, so ist die gefundene Kalkmenge zu gross und es müsste die Quantität des Kalkhydrates von der Gesammtmenge des Gelösten abgezogen werden, um das richtige Resultat zu erhalten.

Die Gegenwart des freien Kalkes in dem hydraulischen Mörtel war wohl Feichtinger bekannt, denn er sagt auf Seite 13 seiner Abhandlung:

„Ob indess das reine Wasser oder das Kalkwasser (da in jedem hydraulischen Mörtel freier Kalk vorhanden ist) die Lösung der in den hydraulischen Mörteln enthaltenen Kalk- und Kalkthonerdesilicate bewirkt, konnte ich nicht feststellen; ich behalte mir indess noch nähere Versuche vor.“

Aus dem angegebenen Gange der Analyse geht aber deutlich hervor, dass darauf keine Rücksicht genommen wurde, und es kann aus dem darüber Angeführten angenommen werden, dass die Löslichkeit dieser Silicate geringer ist, als dies aus dem oberwähnten Versuche hervorzugehen scheint.

Wenn ein Körper einem lösenden Medium beständig ausgesetzt ist, so ist nicht das Löslichkeitsverhältnis allein für seine Dauerhaftigkeit (Widerstandsfähigkeit gegen den lösenden Einfluss) massgebend, weil ja nur die Zeit berücksichtigt wird, binnen welcher die Lösung erfolgt, und diese hängt zum grossen Theil auch von der Aggregation, Structur, Dichte etc. dieses Körpers ab.

Das Glas z. B. wird in Form eines sehr feinen Pulvers vom Wasser merklich gelöst und doch scheut man sich nicht die genauesten quantitativen Analysen in Glasgefässen auszuführen. Wird ein Stück Candiszucker und ein gleiches Gewicht des gewöhnlichen Raffinadzuckers in das Wasser gegeben, so ist, wie bekannt, die Differenz in der Zeit, binnen welcher die Lösung derselben erfolgt, eine sehr grosse!

Aus diesen zwei Beispielen folgert. dass, wenn ein Körper so beschaffen ist, dass er den lösenden Agentien viele Angriffspunkte zu bieten vermag, er stets leichter, das heisst in kürzerer Zeit gelöst sein wird, als wenn dies nicht der Fall wäre. Dies beweist das gepulverte Glas und der poröse Zucker, welcher, eine grosse Oberfläche bietend, ein viel leichteres Eindringen des Wassers gestatten als das massive Glas oder der krystallisirte Candiszucker.

Aus dem Löslichkeitsverhältnisse der Silicate eines hydraulischen Mörtels, welches sich approximativ aus Feichtinger's Versuchen ergibt, ist man jedoch noch nicht berechtigt, einen Schluss über die Dauerhaftigkeit des Mörtels im Wasser zu ziehen. Die absolute Menge des Gelösten (das Kalkhydrat mit eingerechnet) ist nur scheinbar gross, weil der hydraulische Mörtel nicht als feines Pulver, sondern als feste compacte Masse dem Wasser Widerstand zu leisten hat; dagegen sind zur Beurtheiluug der Dauerhaftigkeit eines hydraulischen Mörtels mehrere Parallelversuche mit anderen Gesteinen nothwendig, deren Widerstandsfähigkeit gegen den lösenden Einfluss des Wassers hinlänglich bekannt ist.

Da nun der kohlensaure Kalk ein weitaus grösseres Löslichkeitsverhältnis besitzt, als die Silicate des hydraulischen Mörtels und die Art des Vorkommens derselben im besagten Mörtel seine Beschaffenheit den Silicaten gegenüber bezüglich der Widerstandsfähigkeit nicht bevorzugt, so ist auch nach Zulkowsky's Ansicht kein Grund vorhanden, der Kohlensäure des Wassers die Conservirung des hydraulischen Mörtels zuzuschreiben.

Wenn ein hydraulischer Mörtel im plastischen Zustande einem Drucke ausgesetzt wird, wie dies z. B. immer der Fall ist, wenn er als Bindemittel zum Vermauern in Verwendung kommt, so wird seine Dichte und sein Festigkeitsvermögen erheblich vergrössert.

Je dichter aber derselbe ist, desto geringer die Summe der hohlen Räume, folglich auch die Wassermenge, welche der Mörtel zu absorbiren vermag und desto schwerer findet ein Austausch oder eine Mischung des eingeschlossenen Wassers mit demjenigen statt, welches den Mörtel äusserlich umgibt. Ein Auslaugen des Inneren wird also dadurch erschwert und das Löslichkeitsverhältnis des hydraulischen Mörtels bietet noch Garantien genug, dass man für die dem Wasser unmittelbar ausgesetzte Oberfläche nicht zu fürchten braucht. Nachdem bereits erprobt worden, dass ein guter hydraulischer Mörtel weit weniger Wasser absorbirt, als viele der besten Bausteine, so ist auch anzunehmen, dass die geringe Einwirkung des Wasser auf hydraulischem Mörtel sich ganz ungezwungen auf die eben erwähnten Thatsachen zurückführen lässt.

Die Menge des Wassers, welche zum Anmachen des

hydraulischen Mörtels verwendet wird, ist durchaus nicht gleichgiltig und es kann nicht genug aufmerksam gemacht werden, diese Menge immer nur auf ein Minimum zu beschränken.

Je dünner ein hydraulischer Mörtel angemacht wird, desto geringer das specifische Gewicht der erhärtenden Masse, d. h. desto mehr nimmt die Masse ab, welche in einer Volumseinheit enthalten war.

Es ist selbstverständlich, dass die absolute und relative Festigkeit eines hydraulischen Mörtels geringer werden muss, wenn in einem bestimmten Volumen die Masse eines Körpers abnimmt.

Mit der Abnahme des specifischen Gewichtes nimmt natürlicherweise die Porosität zu, folglich tritt eine Verminderung der Widerstandsfähigkeit gegen den lösenden Einfluss des Wassers und der mechanischen Einwirkung des Frostes ein.

Bei allen hydraulischen Arbeiten, bei welchen eine rasche Aufsaugung des dem Mörtel überschüssig zugesetzten Wassers stattfindet, ist der schädliche Einfluss des letzteren wenig oder gar nicht bemerkbar und zwar namentlich dann, wenn innerhalb der Zeit, binnen welcher der Mörtel aus dem plastischen in den starren übergeht, die Aufsaugung vollständig erfolgen kann.

Mit der Abnahme des specifischen Gewichtes nimmt auch die Festigkeit eines hydraulischen Mörtels in weit höherem Grade ab, und durch Unkenntnis und Nachlässigkeit in der Mörtelbereitung können die hydraulischen Eigenschaften bis zur Unkenntlichkeit herabgestimmt werden.

Daraus erhellt zur Genüge, wie nothwendig es ist, bei vergleichenden Proben über die absolute und relative Festigkeit verschiedener hydraulischer Mörtel sich dieser angeführten Thatsachen immer zu erinnern und die Dichte jedesmal zu berücksichtigen.

Die Kohlensäure des Wassers und der Atmosphäre ist auch ein Agens, welches den hydraulischen Mörtel fortwährend verändert und diese Zersetzung scheint begünstigt zu werden, wenn derselbe der Luft und dem Wasser abwechselnd in nicht zu grossen Zeitintervallen ausgesetzt ist. Die Kohlensäure äussert ihre Wirkung auf den freien und auch auf den an Kieselsäure gebundenen Kalk, indem es denselben allmälig in ein kohlensaures Salz verwandelt.

Feichtinger's Versuche haben gezeigt, dass die Zersetzung des gebundenen Kalkes nicht vollständig erfolgt, und dass ungefähr ein Drittel desselben der Einwirkung der Kohlensäure widersteht. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass auch mit der Zunahme an Dichte eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Kohlensäure resultirt.

Eine Ueberzeugung hievon kann man sich leicht in der Weise verschaffen, dass man aus besonders dünn angemachten Cementmörtel einen Cylinder giesst. Der unterste Theil, welcher einem grösseren Drucke ausgesetzt war, besitzt nach dem Erstarren die grösste Härte, und diese nimmt gegen das obere Ende hin stetig ab. Der oberste Theil bleibt so mürbe, dass man mit dem Nagel ohne Mühe einzelne Stücke abbröckeln kann.

Wenn dieser Cylinder einige Monate hindurch — mit Wasser theilweise bedeckt — liegen bleibt, so erhält er bis in das Innere eine völlig weisse Farbe. Mit Säuren übergossen, braust die Masse sehr stark auf, denn der grösste Theil des schon gebundenen Kalkes hat sich in kohlensauren Kalk umgewandelt.

Daraus ergibt sich auch, dass Beton-Mauerwerke — oder aus Beton angefertigte Trottoirplatten, Werksteine etc. in Folge des Stampfens, Schlagens (Comprimirung) der Beton-Mörtelmasse in kurzer Zeit eine enorme Härte und Festigkeit erlangen.

Ueber den Einfluss der im Meerwasser gelösten Salze auf hydraulische (silicathältige) Mörtel.

Die in dem Seewasser gelösten Salze wirken auf einen jeden Körper ein, der mit chemischer Affinität begabt ist, umsoweniger werden sie sich daher gegen den hydraulischen Mörtel indifferent verhalten, nachdem derselbe eine bedeutende Menge freien Kalkes enthält.

Die Einwirkung des Seewassers hat namentlich bei Betonbauten, welche mit hydraulischen Mörtel in mehreren Häfen ausgeführt wurden, zu solchen Misserfolgen geführt, dass sich mehrere der erfahrensten Ingenieure, besonders aber Vicat, Noël und Néhou, bewogen fanden diese Frage einem besonderen Studium zu unterwerfen.

Das Seewasser enthält im Allgemeinen die Basen: Natron, Kali, Magnesia und Kalk in Verbindung mit Kohlensäure, Chlor und Schwefelsäure.

Es ist bekannt, dass das Erhärten des hydraulischen Mörtels die Folge einer chemischen Verbindung des Aetzkalkes mit dem im Feuer gebildeten Flusse ist und zwar sowohl direct als auch durch Substitution.

Wenn nun eine oder die andere dieser Substanzen von den im Seewasser gelösten Salzen alterirt wird, während die chemische Einwirkung dieser Bestandtheile im vollen Gange ist, so resultirt daraus folgerichtig, dass das Erhärten mehr oder weniger beeinträchtigt werden müsse.

Es lässt sich wohl voraussetzen, dass das Thonerdesilicat (der Fluss) des Cementes von diesen Salzen kaum eine Aenderung erfahren dürfte, aber anders verhält es sich mit dem Kalke.

Chlornatrium und Chlorkalium wirken auf den Aetzkalk wenigstens nicht in bemerkbarer Weise ein; die schwefelsauren Verbindungen der Alkalien hingegen bewirken eine Bildung von Gyps, durch welche ein Aufblähen und Abblättern des hydraulischen Mörtels herbeigeführt wird; abgesehen davon, dass das Erhärten schon durch Entziehung des Aetzkalkes beeinträchtigt wurde.

Chlormagnesium wird durch den Aetzkalk zersetzt; es bildet sich Magnesiahydrat und Chlorcalcium. Die Cohäsion des hydraulischen Mörtels wird durch dieses Salz vermindert, die Masse dagegen nicht zertrümmert, weil das Magnesiahydrat nicht krystallinisch ausscheidet.

Die schwefelsaure Magnesia wirkt sehr energisch, die Producte der Zersetzung sind Gyps und Magnesiahydrat, beide schwer löslich. Der hydraulische Mörtel wird durch dieses Salz besonders stark angegriffen.

Diese hier besprochenen Einwirkungen beziehen sich auf Mörtelmassen, welche nach erfolgter Bindung sogleich oder doch in kurzer Zeit dem Seewasser ausgesetzt werden, wo also die chemische Action zwischen Kalk und Thonerdesilicat im vollen Gange ist.

Wird aber schon ein im süssen Wasser gänzlich erhärteter hydraulischer Mörtel im Seewasser untergetaucht, so beschränkt sich die Einwirkung zumeist nur auf den noch im Ueberschusse befindlichen Aetzkalk, weil sich der grösste Theil desselben schon mit dem Thonerdesilicat verbunden hat. Es darf jedoch nicht geleugnet werden, dass einige dieser Salze auch auf das Silicat, welches sich bei der Erhärtung durch Verbindung des Flusses mit dem Kalke bildet, eine zersetzende Einwirkung ausüben, welche jedoch nicht so gross ist und die Dauer des hydraulischen Mörtels nicht ganz gefährdet.

Die Einwirkung obbenannter Salze ist somit chemischer und die der Zersetzungsproducte mechanischer Natur. Chemischer Natur, durch das Entziehen einer grossen Menge Kalk aus dem Mörtel, wodurch seine Wirkung überhaupt beeinträchtigt wird und mechanischer Natur, weil sich die schwer löslichen Zersetzungsproducte zwischen die einzelnen Theilchen der Masse lagern und eine Trennung derselben bewirken. Das Herauskrystallisiren des Gypses wirkt ähnlich wie der Frost, da der Uebergang des gelösten Körpers in den festen Zustand mit einer Vergrösserung seines Volumens verbunden ist und dadurch eine Zerklüftung herbeigeführt wird.

Vergleicht man die chemische Zusammensetzung des Wassers der Bienenmeere untereinander und mit dem des Oceans, so findet man bedeutende Differenzen hinsichtlich des Verhältnisses, in welchem die bereits genannten Salze darin vorhanden sind. So z. B. enthält das Wasser in 1000 Theilen:

	Canal la Manche nach Schweitzer	Mittelländ. Meer nach Laurent	Nordsee nach Clemm
Chlornatrium	27,06	27,22	24,84
Chlorkalium	0,77	0,01	1,35
Chlormagnesium	3,66	6,14	2,42
Schwefelsaure Magnesia .	2,30	7,02	2,06
Schwefelsaurer Kalk . .	1,40	0,15	1,20
Kohlensaurer Kalk . . .	0,03	0,20	0,00
Brommagnesium	0,03	0,00	0,00
Salzgehalt	35,25	40,74	31,87

Man sollte meinen, dass die salinische Einwirkung des Meerwassers an den Orten einer grösseren Verschiedenheit in dem Mischungsverhältnisse der darin gelösten Salze eine ungleiche müsste sein und nach den drei angeführten Analysen sollte das Wasser des mittelländischen Meeres — wegen des weitaus grösseren Gehaltes an Chlormagnesium und schwefelsaurer Magnesia — die Mörtelmassen weit stärker angreifen als das Wasser des Canal la Manche.

Die Versuche, welche Vicat und Néhou ausgeführt hatten, haben indessen gezeigt, dass das Wasser des Oceans an den Küsten des Canal la Manche, obgleich weniger gesättigt mit schwefelsaurer Magnesia, doch ziemlich eben so wirkt, wie das Wasser des mittelländischen Meeres.

Fasst man diese Ergebnisse zusammen, so gelangt man zu der Folgerung, dass ein hydraulischer Kalk, welcher sich im Süsswasser vollkommen bewährt, im Seewasser seine Dienste dennoch versagen könne, dass also für Marinebauten ein ganz specieller hydraulischer Kalk angewendet werden müsse.*)

Wie aus Vorstehendem zu ersehen, ist zur Erzeugung eines **silicathältigen Cementes** für Marinebauten der Kunst ein sehr beschränkter Spielraum zugewiesen.

Ueber die Sandzusätze beim hydraulischen Mörtel.

In den meisten Fällen wird dem hydraulischen Mörtel eine grössere oder geringere Menge Sand beigemengt, welche innerhalb

*) Ein solches Baumaterial scheint in dem k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk gefunden zu sein. Auch wurde für diesen Zweck ein Baryt-Cement versucht. Siehe Notizblatt des Deutschen Vereines von Dr. H. Seger, 1872, IV. Heft Seite 293. A. d. V.

gewisser Grenzen gehalten werden muss, wenn man einen bestimmten Zweck erreichen will, da, wie sich von selbst versteht, die Widerstandsfähigkeit des hydraulischen Mörtels gegen mechanische und chemische Einflüsse mit der Zunahme des Sandes abnehmen muss. Die Menge des Sandzusatzes richtet sich auch nach den individuellen Eigenschaften des verwendeten hydraulischen Kalkes, denn zwei hydraulische Kalke, deren Mörtel bezüglich ihrer relativen und absoluten Festigkeit keine Unterschiede zeigen können, differiren — mit gleichen Sandzusätzen — oft erheblich in ihren Eigenschaften.

Diese Beimengung, welche auch manchmal aus Gründen der Sparsamkeit geschieht, erfordert, dass der hiezu verwendete Sand gewisse Eigenschaften besitzen müsse, wenn man nicht Gefahr laufen will, den beabsichtigten Zweck zu verfehlen.

In keinem Punkte geschehen in der Praxis so viele Missgriffe als eben da; denn es scheint kaum glaublich, welchen Einfluss die Grösse, Form und die Reinheit des Sandes auf das Erhärten und die Widerstandsfähigkeit des hydraulischen Mörtels ausübt.

Da der Sand mit dem hydraulischen Kalk zuerst im trockenen Zustande sorgfältig gemengt wird, so ist es nothwendig, dass der Sand vollkommen trocken sei, weil der hydraulische Kalk durch Wasseranziehung stellenweise erhärtet, und ein bröckliges Gemenge darstellt, welches sich im Wasser nicht vollständig zertheilen lässt. Ein solches Mittel erhält auch nicht mehr seine eigenthümliche Festigkeit.

Feiner Flusssand, auch Flugsand, dessen Körnchen durch die mechanische Einwirkung des Wassers rund geworden sind, eignet sich zur Mörtelbereitung nicht, denn ein mit obbezeichneten Sandgattungen zubereiteter hydraulischer Mörtel bindet und erhärtet so langsam, und erhält nicht selten eine so geringe Cohäsion, dass schon manche Praktiker sich bewogen fanden, die Ursache nur in einer schlechten Beschaffenheit des Cementes zu suchen.

Dies ist namentlich dann der Fall, wenn der Sand theilweise fein, d. h. staubiger Natur ist.

Ist der Sand rein, scharf anzufühlen und von mittelgrossem Korn, etwa solchen wie die Prüfungsnormen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines für die Anfertigung der Zugfestigkeits-Probekörper vorschreiben, so tritt das Binden und das Erhärten oft so rasch ein, als hätte man den Cement ohne Zusatz angewendet; ist der Sand hingegen eisenschüssig oder mit Thon verunreinigt (wie solcher häufig bei den Wiener Bauten aus ökonomischen Gründen angewendet wird), so ist er gar nicht zu verwenden, weil das Binden oft gar nicht zu erwarten ist und die Cohäsion auch nicht den gewünschten Grad erreicht. Ebenso wesentlich ist die Grösse der Sand-

körner, denn bei einem gewissen Grade der Feinheit tritt eine merkliche Verminderung der Cohäsion ein. Sand, welcher in einer Achatschale zum feinsten Mehle gerieben worden, gibt mit hydraulischem Kalke einen Mörtel, der äusserst langsam bindet und eine sehr geringe Festigkeit erhält. Diese Festigkeit steigt dann progressiv mit der Grösse der Sandkörner bis zu einer gewissen Grenze, welche wieder nicht überschritten werden darf.

Ursachen des schnellen und langsamen Abbindens der Cementkalke.

Der Verfasser dieses Werkes hat sich während seiner langjährigen Praxis über die Ursachen des schnellen und langsamen Abbindens eines Cementkalkes eingehender beschäftigt und es sollen die Resultate seiner Beobachtungen, welche mit Hinblick auf die Prüfungsnormen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines einiges Interesse bieten dürften, hier näher besprochen werden.

Bei den bekanntermassen unendlich mannigfachen chemischen Zusammensetzungen der inländischen zur Cementkalk-Erzeugung verwendeten Kalkmergelspecies, wovon früher schon verhandelt wurde, muss bei der Calcinirung — um zu guten Resultaten zu gelangen — den Verhältnissen zwischen Kalk und Thonerde Rechnung getragen werden.

In der Voraussetzung, dass unter den Thonerdesilicaten der Thon ($Al_2 O_3$) und die Kieselsäure ($Si O_3$) in den gewissen richtigen Verhältnissen besteht, wird in der Regel ein Kalkmergel mit 21 bis 26% und mit 36 bis 50% Thonerdesilicaten aus begreiflichen — und bereits erklärten — Gründen schwächer, jener aber mit 27 bis 35% normal gebrannt sein, woraus sich abermals erklärt, dass eine normale, also richtige chemische Zusammensetzung — demzufolge ein bevorzugtes Product — auch einen normalen Brand erfordert.

Eine unter diesen strikte begrenzten Bedingungen durchgeführte Calcinirung gibt einen schnell bindenden Cementkalk und es wird nur bei einigen selten vorkommenden vorzüglichen Kalkmergelspecies — deren Product für Ornamentabgüsse bestimmt ist — ein rasches Brennen angewendet.

Die Prüfungsnormen verlangen für diese Cementkalksorte, ohne Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung, einen Zugfestigkeits-Coefficienten nach 7 und 28 Tagen von 1·5, beziehungsweise 4 kg pro □cm.

Durch längeres Ablagern wird bekanntlich sowohl der Cementkalk als auch der Portland-Cement langsam bindend. Die

Ursache liegt in der Einwirkung der Atmosphäre auf das gemahlene Product.

Der Grad des langsamen Abbindens nach einem bis zu einer zulässigen Grenze erfolgten Ablagerns hängt unbedingt mit der chemischen Zusammensetzung des Cementkalkes zusammen, so z. B. wird ein Cementkalk mit 21 bis 26% Thonerdesilicate — weil hier der Kalk noch im grossen Ueberschuss (nahe der Grenze der mageren Kalke) vorhanden ist, — äusserst langsam, derjenige mit 27 bis 35% in bedeutend geringerem Masse und der mit 36 bis 50% fast unmerklich langsam bindend.

Ein langsames Abbinden tritt aber bei allen jenen Cementkalken ohne Rücksicht auf das percentuelle Verhältnis zwischen Kalk und Thonerdesilicaten auch dann ein, wenn in dem Thonerdesilicat der Thon ($Al_2 O_3$) und die Kieselsäure ($Si O_3$) in einem ungünstigen Verhältnisse zu einander stehen, so z. B. erfordert der in der Tabelle Seite 135 Post 23 angeführte Lábatlaner Cementkalk, welcher im gebrannten Zustande nur 17,41% Kieselsäure gegenüber 22,37% Thon enthält, einen Zeitraum von mehreren Stunden ja Tagen zum Abbinden, welch ungemein langsames Abbinden nur in dem höchst ungünstigen Verhältnisse zwischen Kieselsäure und Thon seinen Grund hat. Es ist erwiesen, dass ein aus reiner Thonerde ($Al_2 O_3$) also frei von Kieselsäure oder von jenen Silicaten, welche die Stelle der Kieselerde vertreten, mit Kalk erstellter Cementkalk unter Wasser gar nicht und an feuchten Orten äusserst langsam und mit sehr geringer Festigkeit erhärtet.

Dass Cementkalke von so unrichtigen chemischen Zusammensetzungen selbst in dem Falle, wenn sie die bestimmte Zugfestigkeit nach den Prüfungsnormen erlangen, zu den verlässlichen und brauchbaren Cementkalken nicht eingereiht werden können, ist erklärlich.

Für diese, entweder durch Ablagerung oder in Folge unrichtiger chemischer Zusammensetzung langsam bindend gewordene Cementkalke schreiben die Prüfungsnormen eine höhere Zugfestigkeit nämlich 3 beziehungsweise 6 kg pro □cm vor.

Es muss daher angenommen werden, dass bei Aufstellung der Prüfungsnormen für Cementkalke hauptsächlich von dem leitenden Gedanken ausgegangen wurde, dass die Ursachen des langsamen Abbindens und die damit verbundene bessere Qualität eines Portland-Cementes auch bei Cementkalken massgebend sein müssen.

Ebenso erscheint die Beurtheilung der Cementkalke nach den Zugfestigkeitsresultaten nicht die am glücklichsten gewählte Methode. Der Verfasser hat in einem längeren Artikel in dem „österr.-ung. Thonwaaren-Techniker“ ex 1879, Nr. 2 als er zur Kenntnis gelangte, dass der österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein

Prüfungsnormen für Cementkalke aufzustellen Willens ist, unter vielen anderen Bemerkungen auch darauf hingewiesen, dass die Festigkeitsermittlungen auf Druck und nicht auf Zug fixirt werden sollen.

Wie täuschend und nachtheilig eine Zugfestigkeitsprobe für Consumenten und Fabrikanten sein kann, ergibt sich aus dem einfach gewählten ämtlichen Resultate zweier inländischer schnell bindenden, nicht abgelagerten Cementkalke:

Tradigister Cementfabrik.

Nach	7	Tagen	Zugfest.	2,86 kg	Druckfest.	52,80 kg
„	28	„	„	6,72 „	„	72,23 „

E. Tichy & Söhne, Kalk- und Cementfabriken in Kaltenleutgeben Nieder-Oesterreich.

Nach	7	Tagen	Zugfest.	5,13 kg	Druckfest.	32,10 kg
„	28	„	„	8,58 „	„	48,77 „

Es ist demnach zu hoffen, dass der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein, dem die Bestrebung und anerkennenswerte gewissenhafte Thätigkeit in dieser Richtung hin nicht abgesprochen werden kann, bei allfälliger Aufstellung neuer Prüfungsnormen für Cementkalke diese schwebende Frage in — für Fabrikanten und Consumenten — befriedigender Weise lösen wird.

Beton- oder Concretbau-Mörtel.

Beton- oder Concretbau nennt man das Verfahren, wonach aus Betonmörtel d. h. aus einem Gemenge von Cement, Sand, Schotter und Wasser, Fundirungen bei Wasserbauten, Gebäuden, Mauern etc. durch Stampfen des Betonmörtels hergestellt werden.

Diese Baumethode wurde auch im In- und Auslande auf ganze Gebäude (auch Strassenbrücken, Wasserleitungscanäle, Durchlässe etc.) ausgedehnt und findet man in Frankreich, Deutschland, besonders in England vier bis fünf Stock hohe Gebäude in Beton ausgeführt.

Die Mischungsverhältnisse sind verschieden und richten sich hauptsächlich nach der Wichtigkeit des Bauobjectes.

So z. B. würde zu 1 m³ gestampfter Betonmauer bei einem Mischungsverhältnisse 1 : 6 erforderlich sein:

0,2 m³	Cementkalk,
0,4 „	Sand,
0,8 „	Schotter,
0,2 „	Wasser,
1,6 „	Gesammtmaterial,

welche in Betonmauerwerke 1 m³ starre Masse geben.

Die augenscheinliche Schwindung erklärt sich dadurch, dass feinkörnigere Materialien die Zwischenräume der gröberen Körner, beide zusammen wieder die Schotterzwischenräume ausfüllen, das Wasser ganz aufgesogen, und der lockere Zusammenhang des Betonmörtels durch das Stampfen zusammengepresst wird, wodurch das Volumen überhaupt verringert wird.

Die Bereitung des Betonmörtels wird bei kleineren Bauten durch Handarbeit, bei grösseren Bauobjecten durch Anwendung von eigens hiezu aufgestellten Mörtelmaschinen, deren Construction in der Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines ex 1865 Heft 2 und 3, so wie in anderen Fachwerken beschrieben sind, vorgenommen.

Nachstehends folgen die vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine aufgestellten Prüfungsnormen für Portland-Cement und Cementkalk, deren Abdruck seitens des Vereines freundlichst gestattet wurde.

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement.

I.

Portland-Cement ist nach dem Gewichte mit Preisstellung für 100 kg Brutto zu handeln.

Es sollen die Fässer mit Normalgewicht in den Handel gebracht, und zwar mit 250 kg Brutto- und 238 kg Netto-Gewicht per Fass.

Die Lieferung in Säcken ist zulässig und sollen diese ein Normalgewicht von 50 kg Brutto erhalten.

Streuverluste, sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewichte können bis zu 2% nicht beanständet werden.

Die Fässer und Säcke sollen die Firma der betreffenden Fabrik und die Bezeichnung des Brutto-Gewichtes tragen.

Erklärungen zu I. Aus Rücksichten für die einfachere Uebernahme und zur Hintanhaltung von Unzukömmlichkeiten erscheint es als nothwendig, ein einheitliches Gewicht der Packung der Fässer und Säcke, in denen Portland-Cement geliefert wird, vorzuschreiben.

Die in England übliche Packung der Fässer zu 180 kg Brutto ist jetzt auch für Deutschland eingeführt, obwohl dort bisher auch Fässer mit 200 kg Brutto-Gewicht gebräuchlich waren.

Das für Oesterreich angenommene Brutto-Gewicht der Fässer von 250 kg entspricht jedoch am besten dem bisherigen Durchschnittsgewichte der österreichischen Packung und wird eine Verwechslung mit den Normalfässern der deutschen Packung zu 180 kg Brutto wegen der erheblichen Gewichtsdifferenz nicht möglich sein.

40 Fass österreichischer Packung machen daher eine Waggonladung von 10.000 kg aus.

Die im Auslande übliche Bezeichnung „Tonne“ anstatt „Fass“ wird nicht angenommen, weil dadurch Verwechslungen des Volumens mit dem Gewichte Tonne (1000 kg) entstehen können.

Für die Säcke empfiehlt sich aus Gründen der leichteren Manipulation und der inländischen Gepflogenheit das Brutto-Gewicht von 50 kg, so dass fünf Säcke im Brutto-Gewichte einem Fass gleichkommen.

II.

Je nach der Art der Verwendung kann Portland-Cement als langsam oder rasch bindend verlangt werden.

Langsam bindende Portland-Cemente sind solche, welche ohne Sandzusatz nicht vor einer halben Stunde abbinden.

Erklärungen zu II. Um die Bindezeit eines Portland-Cementes zu ermitteln, rühre man den reinen Cement mit Wasser zu einem steifen Brei an und bilde auf einer Glasplatte einen etwa 1·5 cm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen.

Sobald der Kuchen so weit erstarrt ist, dass derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel oder mit einem Spatel widersteht, ist der Cement als abgebunden zu betrachten.

Da das Abbinden von Portland-Cement durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflusst wird, insoferne höhere Temperatur dasselbe beschleunigt, niedere Temperatur dasselbe verzögert, so sollen die Versuche, um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von etwa 15—18° C vorgenommen, oder wo dies nicht möglich ist, die jeweiligen Temperaturverhältnisse immer in Berücksichtigung gezogen werden.

Während des Abbindens darf langsam bindender Portland-Cement sich nicht wesentlich erwärmen, wogegen rasch bindende Cemente eine merkliche Temperaturerhöhung aufweisen können.

Portland-Cement wird durch längeres Lagern in der Regel langsamer bindend, vorzugsweise aber in seinem ganzen Verhalten zuverlässiger, und gewinnt bei trockener Aufbewahrung eher an Güte, als dass er an seiner Qualität Einbusse erleidet. Contract-Bestimmungen, welche nur frische Waare vorschreiben, sollten daher in Wegfall kommen.

Für die meisten Zwecke kann langsam bindender Cement angewendet werden und es ist diesem der leichteren und zuverlässigen Verarbeitung und seiner höheren Bindekraft wegen der Vorzug zu geben.

III.

Portland-Cement soll sowohl an der Luft, als wie auch unter Wasser volumbeständig sein.

Als entscheidende Probe soll gelten, dass ein dünner auf einer Glasplatte ausgegossener Kuchen von reinem Portland-Cement, nach der Abbindung unter Wasser gelegt, auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

Erklärungen zu III. Der zur Bestimmung der Bindezeit angefertigte Kuchen wird mit der Glasplatte unter Wasser gebracht.

Bei rasch bindenden Cementen kann dies schon nach $^1/_4$ bis 1 Stunde nach dem Anmachen der Probe geschehen, bei langsam bindenden dagegen darf es, je nach ihrer Bindezeit, erst nach längerer Zeit, bis zu 24 Stunden nach dem Anmachen, stattfinden.

Zeigen sich nun nach den ersten Tagen, oder nach längerer Beobachtungszeit, an den Kanten des Kuchens Verkrümmungen oder Risse, so bedeutet dies unzweifelhaft „Treiben des Cements an, d. h. es findet in Folge einer allmäligen Lockerung des zuerst gewonnenen Zusammenhanges, unter Volumenvermehrung, eine Abnahme der Festigkeit statt, welche bis zum gänzlichen Zerfallen des Cementes führen kann.

IV.

Portland-Cement soll so fein als möglich gemahlen sein.

Keinesfalls darf derselbe auf einem Siebe 900 Maschen per Quadrat-Centimeter mehr als 20% Rückstand hinterlassen.

Erklärungen zu IV. Da Portland-Cement fast nur mit Sand, und in vielen Fällen mit hohem Sandzusatze verarbeitet wird, die Festigkeit eines Mörtels aber um so grösser wird, je feiner der dazu verwendete Cement gemahlen ist — weil dann mehr Theile des Cementes zur Wirkung kommen — so ist die feine Mahlung des Cementes von nicht zu unterschätzendem Werte

Es erscheint daher angezeigt, die Feinheit des Kornes durch ein Sieb von obiger Maschenweite einheitlich zu controliren, umsomehr als erwiesen ist, dass feinere Mahlung die geringere Qualität des Cementes an sich, bei Sandmischungen insbesondere, mehr als ausgleichen kann.

Es wäre indess irrig, wollte man aus der feinen Mahlung allein auf die Güte eines Cementes schliessen.

V.

Die Bindekraft von Portland-Cement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden.

Die Prüfung soll auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen und zwar an Probekörpern von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitte und mit richtig construirten Zerreissungs-Apparaten.

Die Zerreissungsproben sind an Probekörpern von 5 □cm Querschnitt der Bruchfläche vorzunehmen.

Für die Probekörper ist die Form angenommen, welche in naturgrosser Zeichnung zu ersehen ist.

Erklärungen zu V. Obgleich in der Praxis Portland-Cement fast nur auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen wird, so ist doch wegen der Kostspieligkeit der bis jetzt bekannten Apparate und schwierigeren Ausführbarkeit der Proben von der Prüfung auf Druckfestigkeit Abstand genommen und die weit leichtere und einfachere Prüfung auf Zugfestigkeit gewählt worden, umsomehr als die vorgeschriebenen Proben vor Allem die leicht ausführbare Vergleichung der Eigenschaften des zum Baue gelieferten Cementes bezwecken sollen und die Zugfestigkeit einen genügenden Schluss auf die Druckfestigkeit zulässt.

VI.

Die Proben auf Zugfestigkeit sollen an Körpern, welche aus einem Gewichtstheile Portland-Cement und drei Gewichtstheilen Sand angefertigt wurden, vorgenommen werden.

Die Zerreissungsproben haben nach 7 Tagen und 28 Tagen Erhärtungsdauer stattzufinden.

Die Probekörper müssen die ersten 24 Stunden an der Luft von da ab bis unmittelbar vor Prüfung unter Wasser aufbewahrt werden.

Als Minimal-Zugfestigkeit wird für die Probe nach 7 Tagen 8 kg, nach 28 Tagen 12 kg per □cm festgesetzt.

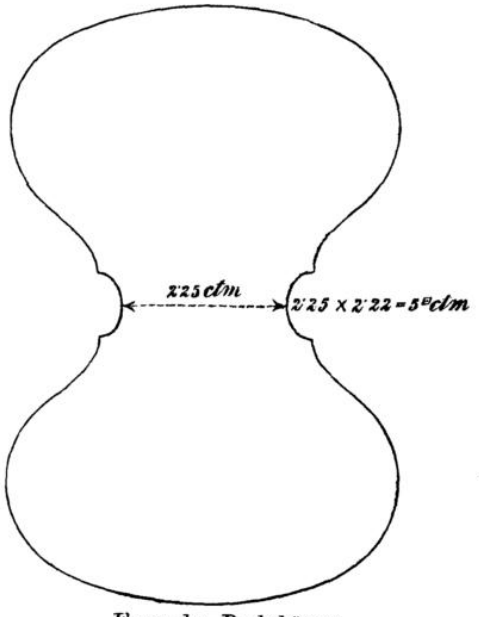
Der zur Anfertigung der Probekörner zu verwendende Normalstand soll aus quarzigem, reinem Sande in der Weise gewonnen werden, dass man den in der Natur vorkommenden entsprechenden Sand durch ein Sieb von 64 Maschen per □cm siebt, dadurch die gröbsten Theile ausscheidet und aus dem so erhaltenen Sand mittelst eines Siebes von 144 Maschen per □cm noch die feinsten Theile entfernt, so dass der Rückstand auf letzterem Siebe der Normalstand ist.

In Fällen, wo sich kein geeigneter natürlicher Sand vorfindet, kann der Sand durch Pochen von Quarz (Kieseln) erzeugt werden.

Der Wasserzusatz wird mit 10% des Gewichtes der Trockensubstanz bestimmt, insoferne nicht ein Fabrikat ein anderes Verhältnis für sein Product empfiehlt. In diesem Falle muss jedoch vor der Probevornahme der geeignete Wasserzusatz vom Fabrikanten angegeben werden.

Jeder Prüfung sind zehn Probekörper zu unterziehen, die Durchschnittsziffer aus den sechs höchsten Resultaten ist als die massgebende anzusehen.

Bei schnell bindenden Cementen können die obigen Zugfestigkeiten nicht beansprucht werden.



Form der Probekörper.

Erklärungen zu VI. Die Probekörper sind zur Erzielung von möglichst gleichlautenden Resultaten auf folgende Art anzufertigen:

Man legt auf eine zur Anfertigung der Probe dienende Glasplatte fünf mit Wasser getränkte Blättchen Fliesspapier und setzt hierauf fünf vorher gut gereinigte und mit Wasser angenetzte Formen.

Dann wiegt man 250 g Portland-Cement und 750 g trockenen Normalsand ab und mischt beides in einer Schale gut durcheinander.

Hierauf bringt man 100 g Wasser hinzu und arbeitet die ganze Masse mit einem Spatel so lange durch, bis dieselbe ein gleichmässiges Ansehen zeigt.

Man erhält auf diese Weise einen sehr steifen Mörtel, welcher das Aussehen von frisch gegrabener feuchter Erde hat und sich in der Hand gerade noch ballen lässt.

Mit diesem Mörtel werden die Formen auf einmal so hoch angefüllt, dass sie stark gewölbt voll werden; nun schlägt man mittelst eines eisernen Anmachspatels (im Gewichte von circa 150—200 g), anfangs schwach, den überstehenden Mörtel in die Form so lange ein, bis derselbe elastisch wird und an seiner Oberfläche sich Wasser zeigt. Das bis zu diesem Moment fortgesetzte Einschlagen ist unbedingt erforderlich.

Ein nachträgliches Aufbringen und Einschlagen von Mörtel ist nicht statthaft, weil die Probekörper gleiche Dichtigkeit erhalten müssen.

Man streicht nun das die Form überragende Material mit einem Messer ab und glättet mit demselben die Oberfläche.

Nachdem die Probekörper hinreichend erhärtet sind, löst man durch Oeffnen der Schrauben oder Klammern die Formen behutsam ab und befreit die Probekörper von dem noch etwa anhaftenden Fliesspapier.

Das Cement-Comité des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines:

Dr. G. Rebhann,
Obmann.

E. Gaertner,
Obmann-Stellvertreter.

F. Berger,
Schriftführer.

J. Chailly,
O. Merz,
F. Stach,
Dr. A. Curti,
W. Renschler,
Dr. E. Teirich,
J. Ritter v. Klink,
H. Schmidt,
H. Wehrenpfenning.

Vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein berathen und genehmigt in den Geschäftsversammlungen am 9. und. 30. November 1878, laut Protokoll Nr. 1942 und 2111 ex 1878.

Wien, am 3. December 1878.

Der Vereinsvorsteher:
Carl Pfaff, m. p.

Der Vereinssecretär:
E. R. Leonhardt, m. p.

Bestimmungen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Cementkalk.

I.

Cementkalk ist nach dem Gewichte mit Preisstellung für 100 kg Brutto zu handeln.

Es ist wünschenswert, dass die Fässer mit Normalgewicht in den Handel gebracht werden, und zwar mit 250 kg Brutto- und 238 kg Nettogewicht per Fass.

Die Lieferung in Säcken ist zulässig und haben diese ein Normalgewicht von 50 kg Brutto zu erhalten.

Streuverluste, sowie etwaige Schwankungen im Einzelgewichte können, bei Lieferung in Normalfässern oder in Säcken, bis zu 2% nicht beanständet werden.

Die Fässer und Säcke sollen die Firma der betreffenden Fabrik, die Bezeichnung des Bruttogewichtes und das Datum der Füllung tragen.

Erklärungen zu I. Die Lieferung in Fässern mit einheitlichem Gewichte ist wegen der Vereinfachung im Handel und in der Uebernahme sehr wünschenswert, es unterbleibt jedoch dermalen die obligatorische Bestimmung der Lieferung in Fässern mit Normal-Gewicht, weil nach Angabe der Fabrikanten die Herstellung der Gebinde und dadurch auch der Preis des Materiales vertheuert würde.

Das als wünschenswert bezeichnete Normal-Gewicht von 250 kg Brutto entspricht dem Durchschnittsgewichte der bisherigen österreichischen Packung. Für die Lieferung in Säcken wird ein einheitliches Gewicht zur Vorschrift gemacht.

Das festgesetzte Gewicht von 50 kg Brutto ist in Uebereinstimmung mit der inländischen Gepflogenheit, so dass fünf Säcke im Brutto-Gewichte einem Normal-Fasse gleichkommen.

Die Angabe des Zeitpunktes der Füllung der Fässer und Säcke wird deswegen verlangt, weil während der Lagerung Gewichts-Vermehrungen durch Wasseraufnahme stattfinden können.

II.

Je nach der Art der Verwendung kann Cementkalk rasch oder langsam bindend verlangt werden.

Rasch bindende Cementkalke sind solche, welche zum Anbinden an der Luft (ohne Sandzusatz) höchstens 15 Minuten benöthigen.

Erklärungen zu II. Um die Bindezeit eines Cementkalkes zu ermitteln, rühre man den reinen Cementkalk mit etwa 45 Gewichts-Percent Wasser zu einem steifen Brei an, und bilde auf einer Glasplatte einen ungefähr 1·5 Ctm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen. Sobald der Kuchen soweit erstarrt ist, dass derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel oder mit einem Spatel widersteht, ist der Cementkalk als abgebunden zu betrachten.

Da das Abbinden von Cementkalk durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflusst wird, insoferne höhere Temperatur dasselbe beschleunigt, niedrige Temperatur dasselbe verzögert, so sollen die Versuche, um zu vergleichbaren Resultaten zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von etwa 15 bis 18° C vorgenommen, oder, wo dies nicht möglich ist, die jeweiligen Temperaturverhältnisse immer in Berücksichtigung gezogen werden.

Da Cementkalk durch längeres Lagern in der Regel langsamer bindend wird, so empfiehlt es sich die Dauer der Lagerzeit zu notiren, ebenso wie den Wasserzusatz, da derselbe, je nachdem er grösser oder geringer ist, die Abbindezeit vergrössert oder verringert.

Es ist besonders darauf zu achten, dass bei bekannt schnell bindenden Cementkalken der Wasserzusatz und die Mischung sehr rasch geschieht.

Während des Abbindens darf langsam bindender Cementkalk sich nicht wesentlich erwärmen, wogegen rasch bindender Cementkalk eine merkliche Temperaturerhöhung aufweisen kann.

III.

Cementkalk soll sowohl an der Luft, als auch unter Wasser volumbeständig sein.

Als entscheidend hierüber sollen zwei Proben gelten, welche mit je einem dünnen, auf eine Glasplatte ausgegossenen Kuchen von reinem Cementkalk auszuführen sind. — Bei der einen Probe wird der Kuchen an der Luft gelassen, bei der anderen Probe wird der zweite Kuchen unmittelbar nach erfolgter Abbindung unter Wasser gelegt. Auch nach längerer, 28 Tage betragender Beobachtungszeit dürfen diese Probekuchen durchaus keine Verkrümmungen oder Risse zeigen.

Erklärungen zu III. Strenge genommen sind Cementkalke nicht absolut volumbeständig, allein die Veränderungen im Volumen der anerkannt guten Cementkalke sind so unbedeutend, dass dies für praktische Zwecke Volumbeständigkeit genannt, und dieselbe daher auch in diesem Masse verlangt werden kann.

Zur Abführung der entscheidenden Proben werden die Probekuchen in der für Bestimmung der Bindezeit angegebenen Weise angefertigt, und bei der Wasserprobe sammt der Glasplatte unter Wasser gebracht.

Zeigen sich während der obenbezeichneten Zeit Verkrümmungen oder Risse an den Kuchen, so deutet dies unzweifelhaft eine über die zulässige Grenze eingetretene Volumveränderung an, und es findet in Folge einer allmäligen Lockerung des zuerst gewonnenen Zusammenhanges eine Abnahme der Festigkeit statt, welche bis zu gänzlichem Zerfallen des Cementkalkes führen kann.

Die Zeit von 28 Tagen wird deshalb als Maximum der Beobachtungsdauer angenommen, weil innerhalb dieses Zeitraumes die verschiedenen vorschriftsmässigen Erprobungen beendet sind

Es empfiehlt sich das absolute Gewicht der Probekuchen sofort nach ihrer Anfertigung, und sodann wenigstens während der Dauer von 28 Tagen täglich zu notiren, weil sich aus den Gewichtsveränderungen der Wasserverlust und auch die Wiederaufnahme von Wasser ergibt, woraus ein Schluss auf die Festigkeit und die raschere oder langsamere Zunahme derselben gezogen werden kann.

IV.

Cementkalk soll so fein als möglich gemahlen sein.

Keinesfalls darf derselbe auf einem Siebe mit 900 Maschen pro □cm und einer Drahtstärke von 0·10 mm, mehr als 20% Rückstand hinterlassen.

Erklärungen zu IV. Da Cementkalk fast nur mit Sandzusatz verwendet wird, die Festigkeit des Mörtels aber um so grösser, je feiner der dazu verwendete Cementkalk gemahlen ist, weil dann mehr Theile des Bindemittels zur Wirkung kommen, so ist die feine Mahlung des Cementkalkes von ganz besonderem Werte.

Es erscheint daher angezeigt, die Feinheit des Kornes durch ein Sieb von mindestens obiger Maschenweite einheitlich zu controliren, umsomehr als erwiesen ist, dass feinere Mahlung die geringere Qualität an sich, bei Sandmischungen insbesondere mehr als ausgleichen kann.

Es wäre indess irrig, wollte man aus der feinen Mahlung allein auf die Güte eines Cementkalkes schliessen.

V.

Die Bindekraft von Cementkalk soll durch Prüfung einer Mischung von Cementkalk und Sand ermittelt werden.

Die Prüfung soll auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen und zwar an Probekörpern von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitte, und mit richtig construirten Zerreissungs-Apparaten.

Die Zerreissungsproben sind an Probekörpern von 5 □cm Querschnitt der Bruchfläche vorzunehmen.

Für die Probekörper wird jene Form angenommen, wie solche auf Seite 191 ersichtlich ist.

Erklärungen zu V. Obgleich in der Praxis Cementkalk vorwiegend auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen wird, so wird doch wegen der Kostspieligkeit der bis jetzt bekannten Apparate und schwierigeren Ausführbarkeit der Proben, von der Prüfung auf Druckfestigkeit Abstand genommen und die weit leichtere und einfachere Prüfung auf Zugfestigkeit gewählt, umsomehr, als die hier empfohlenen Proben vor allem die leicht ausführbare Vergleichung der Eigenschaften der zu den Bauten gelieferten Cementkalke bezwecken sollen und die Zugfestigkeit einen genügenden Schluss auf die Druckfestigkeit zulässt.

VI.

Die Proben auf Zugfestigkeit sollen an Körpern, welche aus einem Gewichtstheile Cementkalk und drei Gewichtstheilen Sand angefertigt wurden, vorgenommen werden.

Die Zerreissungsproben haben nach 7 Tagen, und nach 28 Tagen Erhärtungsdauer stattzufinden.

Die Probekörper müssen die ersten 24 Stunden an der Luft, von da ab bis unmittelbar vor der Prüfung unter Wasser aufbewahrt werden.

Als Minimal-Zugfestigkeiten werden, für die Probe nach 7 Tagen — für schnell bindende Cementkalke 1·5 kg, und für langsam bindende 3·0 kg; nach 28 Tagen — für schnell bindende Cementkalke 4·0 kg, für langsam bindende 6·0 kg pro □cm festgesetzt.

Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass raschbindende Cementkalke die Festigkeits-Coefficienten, welche für langsam bindende festgesetzt sind, erreichen oder übertreffen können.

Der zur Anfertigung der Probekörper verwendete Normalsand soll aus quarzigem, reinem, gewaschenem Sande in der Weise gewonnen werden, dass man den in der Natur vorkommenden entsprechenden Sand durch ein Sieb von 64 Maschen pro □cm und 0·22 mm Drahtstärke siebt, dadurch die gröbsten Theile ausscheidet, und aus dem so erhaltenen Sande mittelst eines Siebes von 144 Maschen pro □cm und 0·18 mm Drahtstärke noch die feinsten Theile entfernt, so dass der Rückstand auf letzterem Siebe der Normalsand ist.

In Fällen, wo sich kein geeigneter natürlicher Sand vorfindet, kann der Sand durch Pochen von Quarz (Kieseln) erzeugt werden.

Der Wasserzusatz wird mit 12% des Gewichtes der Trockensubstanz bestimmt insoferne nicht ein Fabrikant ein anderes Verhältnis für sein Product bedingt.

In diesem Falle muss jedoch vor der Probevornahme der geeignete Wasserzusatz vom Fabrikanten angegeben werden.

Jeder Prüfung sind 10 Probekörper zu unterziehen; die Durchschnittsziffer aus den sechs höchsten Resultaten ist als die massgebende anzusehen.

Erklärungen zu VI. Die Probekörper sind zur Erzielung von möglichst vergleichbaren Resultaten folgender Art anzufertigen:

Man legt auf eine zur Anfertigung der Probe dienende Glasplatte fünf mit Wasser getränkte Blättchen Fliesspapier und setzt hierauf fünf vorher gereinigte und mit Wasser angenetzte Formen. Dann wiegt man 250 g Cementkalk und 750 g trockenen Normalsand ab und mischt beides in einer Schale gut durcheinander. Hierauf bringt man 120 g Wasser hiezu, oder dasjenige Quantum, welches dem vom Fabrikanten verlangten Verhältnisse entspricht und arbeitet die ganze Masse mit einem Spatel so lange durch, bis dieselbe ein gleichmässiges Ansehen zeigt.

Man erhält auf diese Weise einen sehr steifen, trockenen Mörtel, welcher das Aussehen von frisch gegrabener Erde hat. Mit diesem Mörtel werden die Formen auf einmal so hoch angefüllt, dass sie stark gewölbt voll werden.

Man schlägt nun mittelst eines eisernen Anmach-Spatels (im Gewichte von circa 150—200 g), anfangs schwach, den überstehenden Mörtel in die Formen so lange ein, bis derselbe fest eingepresst ist und an seiner Oberfläche sich Feuchtigkeit zeigt. Ein bis zu diesem Momente fortgesetztes Einschlagen ist unbedingt erforderlich. Ein nachträgliches Aufbringen und Einschlagen von Mörtel ist nicht statthaft, weil die Probekörper von gleicher Dichtigkeit hergestellt werden sollen.

Man streiche nun das die Form überragende mit einem Messer ab und glätte mit demselben die Oberfläche.

Nachdem die Probekörper hinreichend erhärtet sind, löst man durch Oeffnen der Schrauben oder Klammern die Formen ab und befreit die Probekörper von dem noch anhaftenden Fliesspapier.

Bei rasch bindendem Cementkalke ist besondere Sorgfalt in der Richtung erforderlich, dass die Abbindung des Mörtels noch nicht stattgefunden hat, ehe die Herstellung des Probekörpers erfolgt ist.

Es empfiehlt sich, die absoluten Gewichte der Probekörper nach ihrer Anfertigung und sodann täglich bis zum Ablauf der Prüfungsdauer zu ermitteln, sowie den zur Anmachung derselben verwendeten Wasserzusatz genau zu notiren, und zwar aus dem in der Erklärung zu Punkt III angeführten Grunde.

Wo sich die Gelegenheit dazu bietet, ist es angezeigt, auch Festigkeitsproben auf die Weise vorzunehmen, dass die Probekörper nur an der Luft erhärten und bei weiteren Parallelproben sofort nach deren Anfertigung (mit den Formen) unter Wasser gebracht werden.

Das Cement-Comité des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines:

Rebhann Ritt. v. Aspernbruck m. p.
Obmann.

E. Gaertner m. p., Obmann-Stellvertreter.	Franz Berger m. p., Schriftführer.
Adolf Br. Pittel m. p.,	N. Bode m. p.
J. Chailly m. p.	F. Stach m. p.
Jos. Schurz m. p.	Julius R. v. Kink m. p.
H. Schmidt m. p.	Teirich m. p.

Vom österreichischen Ingenieur- und Architektenverein in der Geschäftsversammlung vom 10. April 1880 laut Protokoll G. Z. 762 ex 1880 angenommen.

Wien, am 18. April 1880.

Fr. Schmidt, Vereinsvorsteher.	E. R. Leonhardt, Vereinssecretär.

Cementfabriken

in Oesterreich-Ungarn mit Rücksicht auf ihre Producte und Leistungsfähigkeit.

Um ein Gesammtbild der österreichisch-ungarischen Cementfabriken im vorliegenden Werke den bautechnischen Kreisen vorführen zu können, hat der Verfasser zu diesem Zwecke ein Circulär, worin die Tendenz des Werkes angedeutet wurde, nebst einem Fragebogen an die 33 inländischen Cementfabriken mit dem Ersuchen versendet, ihm die entsprechenden Daten zur Verfügung zu stellen.

Leider hat ein Theil, zumeist der kleineren Etablissements, dieses Ansuchen ignorirt, was nur darin seinen Grund haben dürfte, dass in vielen Cementfabriken der altherkömmliche Usus noch besteht, das strengste Geheimnis über die chemische Zusammensetzung des Productes, die Fabrikseinrichtung etc. zu wahren.

Demzufolge werden nur die bedeutenderen Cementfabriken, welche in Würdigung der österreichisch-ungarischen Interessen mit anerkennenswerter Bereitwilligkeit die Daten zur Verfügung gestellt haben, nachstehends angeführt.

Von den anderen, unter welchen viele nur auf den Local- oder Provinzabsatz angewiesen sind, werden die Erzeugungsorte am Schlusse der Abhandlung verzeichnet.

Die Productionsfähigkeit, Festigkeitsresultate der Portland-Cemente und Cementkalke, Auszeichnungen, Niederlagen etc. der in der Tabelle 200—201 angeführten Cementfabriken.

ad Post **1.**

Firma: Em. Tichy & Söhne, k. k. Hoflieferanten.

Cement- und Kalkfabriken in Kaltenleutgeben und Perchtoldsdorf, Nieder-Oesterreich.

Comptoir: Wien, IV., Mozartplatz.

Errichtet: 1860 und 1880.

Productionsfähigkeit:

50,000	*q*	künstlicher Portland-Cement.
150,000	„	Cementkalk,
100,000	„	Weisskalk,
20,000	m^3	Schlögel- oder Gebirgsriesel-Schotter und
10,000		Baustein.

Laut ämtlichem Zeugnis der Versuchsstation, Wien, ddto. 20. März 1882, G. Z. 80286/VI haben die vorgenommenen Proben mit Kaltenleutgebener Portland-Cement folgende Resultate ergeben:

Gewicht: lose gesiebt 1294 kg pro 1 m^3.

Abbindezeit:

15 Stunden an der Luft, 36 Stunden unter Wasser.

Siebrückstand: 16,6 Procent.

Volumbeständigkeit: vollkommen.

Zugfestigkeit:

nach 7 Tagen 8,85, nach 28 Tagen 12,88 kg pro cm^2.

Druckfestigkeit:

nach 7 Tagen 63,65, nach 28 Tagen 84,81 pro cm^2.

Laut weiterem Zeugnis dieser Versuchsstation, Wien, ddto. 11. Jänner 1886, G. Z. 376525/VI ergaben die vorgenommenen Proben mit dem Kaltenleutgebener rasch bindenden Cementkalke folgende Resultate:

Gewicht: lose eingesiebt 815 kg pro 1 m^3.

Abbindezeit:

8 Minuten an der Luft, 25 Minuten unter Wasser.

Siebrückstand: 15 Procent.

Volumbeständigkeit: vollkommen.

Zugfestigkeit:

nach 7 Tagen 5,13, nach 28 Tagen 8,58 kg pro cm^2.

Druckfestigkeit:

nach 7 Tagen 32,10 und nach 28 Tagen 48,77 kg pro cm^2.

Als Motor dienen 2 Dampfmaschinen, 1 Locomobil und 1 Wasserwerk von zusammen 60 Pferdekräften. Die Calcinirung des Portland-Cementes, Cementkalkes und Weisskalkes findet in 13 Hoch- und 1 Dietz'schen Ofen statt. Als Verkleinerungs-Maschinen dienen: 1 amerikanischer Pulverisator, 3 Steinbrecher, 4 Koller- und 5 Mahlgänge. Die Fässer werden mittels Säge-Maschinen in eigener Fabrik erzeugt.

ad Post **2.**

Cementfabrik des Adolf Baron Pittel

in Weissenbach a/d Triesting, Nieder-Oesterreich. Comptoir: Wien, IV. Margarethenstrasse 2.

Errichtet: 1869.

Productionsfähigkeit:

100,000 *q* Cementkalk.

Der Betrieb ist auf Dampf- und Wasserkraft eingerichtet. Die Calcinirung des Cementkalkes wird in Schachtöfen und das Zerkleinern des Productes mittelst Steinbrecher, Steinbrechwalzen und horizontalen Mahlgängen bewerkstelligt.

ad Post **3.**

Alex. A. Curti.

Cementfabriken in Ober-Piesting, Post: Piesting, Nieder-Oesterreich, und Winzendorf, Post: Wiener-Neustadt, Nieder-Oesterreich.

Errichtet: 1848 in Winzendorf und 1869 in Ober-Piesting.

Productionsfähigkeit:

40,000 *q* künstlichen und
20,000 „ direct von Kalkmergel erbrannten Portland-Cement,
100,000 „ hydraulischen Kalk,
250,000 „ Cementkalk und
100,000 „ Weisskalk.

Post-Nummer	Firma	Cementgattung	im — Zustande	Kalk	Magnesia	Kieselsäure	Thonerde	Manganoxyd	Eisenoxydul	Eisenoxyd	Kohlensäure	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Kali, Natron	Wasser und organische Substanzen	Sand
	Nieder-Oesterreich.															
1	Em. Tichy & Söhne in Kaltenleutgeben und Perchtoldsdorf; k. k. Hoflieferanten. Compt. Wien, IV. Mozartplatz	P. C.	gebr.	61,11	1,60	24,37	7,69	·	3,40	·	0,23	·	·	1,60	·	·
		C. K.	roh	66,80	1,19	22,41	5,35	·	·	3,05	·	·	·	1,20	·	·
		W. K.	roh	98,25	0,80	0,46	·	·	·	0,25	·	·	·	·	0,24	·
2	Adolf Baron Pittel in Weissenbach an der Triesting; Compt. IV. Margarethenstrasse 2	C. K.	roh	64,39	1,91	21,75	5,87	·	2,46	·	·	0,02	0,06	1,34	2,50	·
3	Alex. A. Curti in Piesting und Winzersdorf, Post: Wiener Neustadt	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
4	Lilienfelder Cement-Gewerkschaft Förster & Comp. in Lilienfeld*)	C. K.	gebr.	50,37	4,32	38,32	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
5	Tradigister Cementfabrik von Victor Mohor, Post: Rabenstein	C. K.	roh	68,00	0,53	21,20	4,95	0,45	3,10	·	·	0,13	·	1,47	0,37	·
6	Franz Leithe in Waidhofen a. d. Ybbs	C. K.	roh	68.90	·	26,50	·	·	·	3,20	·	·	·	1,40	·	·
7	Ernst Korb, Steinwandleitner, Cement-Gewerkschaft, Post: St. Veit a d. Gölsen	C. K.	roh	59,00	0,09	29,00	6,20	·	·	2,80	·	·	·	2,81	·	0,10
	Böhmen.															
8	Max Herget in Prag, Kleinseite. Fabriken: Radotin, Slichow, Bubenč	P. C.	gebr.	64,70	0,84	24,66	6,10	·	·	2,00	·	·	·	1,02	0,68	·
		H. K.	roh	86,94	0,25	8,40	1,76	·	·	1,14	·	·	·	0,16	0,35	1,00
		W. K	roh	97,70	·	0,98	0,62	·	·	·	·	·	·	0,05	0,25	0,30

	Mähren.																
9	Kurowitzer Cementfabrik Sr. Excell. d. Grafen C. M. v. Seilern & Comp. in Tlumatschau **)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	Tirol.																
10	Actien-Gesellschaft der k. k. a. p. hyd. Kalk- u. Portland-Cementfabrik zu Kufstein, Perlmoos etc. Compt. Wien, IV. Wienstrasse 3	P. C.	roh	60,81	2,89	22,63	7,06	.	.	2,42	.	.	.	2,83	0,60	.	
		C. K.	gebr.	55,32	1,50	21,84	7,60	.	.	5,12	3,70	1,96	.	1,50	.	1,30	
11	Erste Leukenthaler Cementfabrik in St. Johann, Tirol	C. K.	gebr.	61,90	5,52	21,92	6,88	.	.	3,00	.	.	.	0,86	.	.	
	Steiermark.																
12	Judendorfer Cementfabrik Josef Priebsch, in Judendorf, Südbahnstation	P. C.	gebr.	66,50	2,25	20,92	4,88	.	.	3,60	.	.	0,35	1,50	.	.	
		C. K.	roh	55,50	2,35	28.10	7,40	.	.	3,84	.	.	.	2,16	.	0,65	
13	K. k. pr. Cementfabrik der Trifailer Kohlenwerks-Gesellschaft in Trifail	P. C.	roh	63,96	.	24,48	8,44	.	.	3,12	.	.	.	.	.	.	
		C. K.	roh	56,47	.	28,00	10,21	.	.	5,19	.	.	.	0,13	.	.	
	Galizien.																
14	Cement- und Kalkfabriken des Grafen C. Lasocki in Dębniki bei Krakau, Post: Zwierzyniec	C. K.	gebr.	60,8	.	23,75	6,8	.	.	7,5	.	.	.	1,15	.	.	
	Ungarn.																
15	K. u. k. a. pr. Portland- u. hydr. Kalkfabrik des Jos. Csik in Beocin	P. C.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
		C. K.	gebr.	52,51	8,9	20,97	6,9	.	.	4,6	.	0,2	.	2,4	4,52	.	
16	Ob. Verwaltung der pr. österr.-ungar. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft. Bahn- und Poststation in Oravitza (Banat)	C. K.	gebr.	57,09	1,50	22,81	7,42	.	.	5,84	2,13	.	.	2,40	1,53	.	
17	Benczur's Cementfabrik in Mogyoroska. Post: Fek. Patak, Ob. Ungarn	P. C.	gebr.	65,42	0,73	23,61	6,09	.	.	4,17	.	.	.	.	.	.	
		C. K.	roh	59,50	3,00	26,00	5,70	.	.	2,00	.	.	.	0,50	.	.	
18	Josefberger Cementfabrik in Budapest. Post: Kaiserbad	C. K.	gebr.	65,49	1,19	20,45	4,82	.	.	2,76	2,94	0,35	.	.	2,00	.	

*) Ausführliche Analyse befindet sich bei der Beschreibung der Fabrik.
**) Die Analysen, welche in München ausgeführt werden, sind bis zur Drucklegung des Werkes nicht beendet worden.

ad Post **4.**

Lilienfelder Cement-Gewerkschaft

Firma: Förster & Comp.

in Lilienfeld, Post- und Bahnstation Lilienfeld in Nieder-Oesterreich. Repräsentant: P. Hausner in Wien, IV., Margarethenstrasse 24.

Errichtet: 1872.

Productionsfähigkeit:

150000 *q* Cementkalk.

Der Befund der Probirstation der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien über diesen Cementkalk lautet:

G. Z. 9132/VI

In Erledigung des diesfälligen Ansuchens, de präs. 11. Jänner 1882 wird das Ergebnis der vom Stadtbauamte vorgenommenen Probe des von der Lilienfelder Cement-Gewerkschaft Förster & Comp. erzeugten Cementkalkes in Folgendem bekanntgegeben:

1. Das Gewicht dieses Cementkalkes beträgt in festem Zustande 135·40 Kilogramm und im lose gesiebten Zustande 88·92 Kilogramm per Hektoliter.

2. Die Abbindezeit beträgt an der Luft 20 Minuten und unter Wasser 28 Stunden.

3. Hat sich dieses hydraulische Bindemittel als volumbeständig erwiesen.

4. Der Sieberückstand auf dem 900 Maschensiebe beträgt 5·5%.

5. Die in einem Mischungsverhältnisse von einem Theile des hydraulischen Bindemittels und drei Theilen Normalsand mit 17% Wasserzusatz angefertigten Probekörper ergaben nach 7 Tagen eine Zugfestigkeit von 5·08 Kilogramm und nach 28 Tagen eine solche 15·51 Kilogramm per Quadratcentimeter Querschnitt.

6. Die in dem gleichen Mischungsverhältnisse angefertigten Probekörper ergaben nach 7 Tagen eine Druckfestigkeit von 70·40 Kilogramm und nach 28 Tagen eine solche von 134·56 Kilogramm per Quadratcentimeter Querschnitt.

Wien, am 8. März 1882. Für den Magistrats-Director:

A. Bukowsky, Magistratsrath.

Gutachten

des k. k. technischen und administrativen Militär-Comités über den hydraulischen Kalk aus der Fabrik der Lilienfelder Cement-Gewerkschaft im Vergleiche zu dem Kufsteiner hydraulischen Kalk.

Beide Cementgattungen sind von lichtbraungelber Farbe, unter dem Mikroskop betrachtet von vollkommen homogener Mischung, dichtem Zusammenhange und frei von fremdartigen Beischlüssen.

Bei dieser Vorprobe schon erwies sich der Lilienfelder Cement als bedeutend feiner gemahlen und zeigte eine geringere Menge quarziger Antheile als dies bei dem Kufsteiner Cement der Fall war.

Die chemische Analyse des Kufsteiner Cementes ergab:

Wassergehalt	0·60	Percent
Organische Substanz . .	—	„

Für wasserfreie Substanz:

in Salzsäure löslich . . .	70·04	Percent
„ „ unlöslich . .	30·05	„

In Salzsäure löslicher Antheil:

Kohlensäure	6·90	Percent
Kieselsäure	1·51	„
Schwefelsäure	1·87	„
Kalk	44.28	„
Magnesia	1·24	„
Thonerde	6·84	„
Eisenoxyd	4·17	„
Alkalien	3·23	„
	70·04	Percent

In Salzsäure unlöslicher Antheil:

Kieselsäure	16·27	Percent
Kalk	1·81	„
Magnesia	Spur	
Thonerde	1·18	„
Eisenoxyd	0·47	„
Alkalien	0·59	„
Thon und Sand	9·73	„
	30·05	Percent

Im Ganzen daher:

Kohlensaurer Kalk . . .	15·68	Percent
Schwefelsaurer Kalk . .	3·17	„
Kalk	36·01	„
Magnesia	1·24	„
Thonerde	8·02	„
Eisenoxyd	4·64	„
Alkalien	3·82	„
Kieselsäure	17·78	„
Thon und Sand	9·73	„
	100·09	Percent

Dieselbe Analyse, für Kohlensäure freie Substanz gerechnet, ergibt:

Schwefelsäure	2·01	Percent
Kalk	49·43	„
Magnesia	1.33	„
Thonerde	8·60	„
Eisenoxyd	4·99	„
Alkalien	4·12	„
Kieselsäure	19·07	„
Thon und Sand	10·45	„
	100·00	Percent

Vom Lilienfelder Cement wurden zwei Analysen vorgenommen, entsprechend der aus dem oberen Drittel (Analyse I) und der aus der Mitte des Fasses (Analyse II) entnommenen Substanz:

Wassergehalt	0·55	Percent
Organische Substanz	—	„

Für wasserfreie Substanz:

	I		II	
In Salzsäure löslich	85·31	Percent	80·07	Percent
„ „ unlöslich	15·09	„	19·38	„

In Salzsäure löslicher Antheil:

	I		II	
Kohlensäure	3·42	Percent	3·72	Percent
Schwefelsäure	0·43	„	0·43	„
Kieselsäure	18·71	„	14·68	„
Kalk	44·57	„	45·09	„
Magnesia	0·99	„	0·79	„
Thonerde	9·91	„	9·61	„
Eisenoxyd	6·06	„	4·44	„
Alkalien	1·22	„	1·31	„
	85·31	Percent	80·07	Percent

In Salzsäure unlöslicher Antheil:

	I		II	
Kieselsäure	5·87	Percent	9·34	Percent
Thon und Sand	6·97	„	6·97	„
Kalk	0·79	„	0·88	„
Thonerde	0·99	„	1·42	„
Eisenoxyd und Magnesia	Spur		Spur	
Alkalien	0·47	„	0·77	„
	15·09	Percent	19·38	Percent

Im Ganzen daher (im Mittel) und der Uebersichtlichkeit halber die Resultate für Kufsteiner Cement ebenfalls angeschrieben:

	Lilienfelder Cement		Kufsteiner	
Kohlensaurer Kalk	8·11	Percent	15·68	Percent
Schwefelsaurer Kalk	0·73	„	3·17	„
Kalk	40·83	„	36·01	„
Magnesia	0·89	„	1·24	„
Eisenoxyd	5·25	„	4·64	„
Thonerde	10·97	„	8·02	„
Alkalien	1·88	„	3·82	„
Kieselsäure	24·30	„	17·78	„
Thon und Sand	6·97	„	9·73	„
	99·93	Percent	100·09	Percent

Dieselben Analysen für Kohlensäure freie Substanz gerechnet ergeben:

	Lilienfelder Cement		Kufsteiner	
Kalk	47·39	Percent	49·43	Percent
Magnesia	0·92	„	1·33	„
Eisenoxyd	5·44	„	4·99	„
Thonerde	11·38	„	8·60	„
Alkalien	1·95	„	4·12	„
Kieselsäure	25·22	„	19·07	„
Schwefelsäure	0·47	„	2·01	„
Thon und Sand	7·23	„	10·45	„
	100·00	Percent	100·00	Percent

Um die Gesammtmenge der durch den Brennprocess des Rohmateriales (Mergel) aufgeschlossenen Kieselsäure zu ermitteln, und um beurtheilen zu können, in wie weit derselbe richtig durchgeführt wurde, muss der in Salzsäure unlösliche Rückstand mit Alkalien aufgekocht werden.

Derselbe besteht aus quarziger (unaufgeschlossener), opalartiger (aufgeschlossener) Kieselsäure, aus Thon und endlich aus Antheilen der durch das Brennen in die unlösliche Modification überführten Thonerde und Eisenoxyd. — Während die quarzige Kieselsäure und die noch genannten Bestandtheile in Alkalien unlöslich sind, löst sich die opalartige, also aufgeschlossene Kieselsäure leicht bei Gegenwart von Alkalien. Der hiedurch in Lösung übergangene Antheil, vermehrt um jene Menge der Kieselsäure, die sich in der salzsauren Lösung befindet, ergibt die Gesammtmenge der Kieselsäure, die am Erhärtungsprocesse des Cements durch Bildung von Kalksilicat theilnimmt. Aus

den Analysen der beiden Cemente, bezogen auf kohlensäurehältige, wasserfreie Substanz, ersieht man, dass die aufgeschlossene Kieselsäure für Kufsteiner Cement 17·78 Percent, für Lilienfelder Cement im Mittel 24·30 Percent, der thonige und sandige Antheil für ersteren 9·73 Percent, für letzteren 6·97 Percent beträgt. Zieht man ferners die Menge der Kohlensäure für Lilienfelder mit 3·57 Percent (entsprechend 8·11 Percent Kalkcarbonat), für Kufsteiner Cement mit 6·90 Percent (entsprechend 15·68 Percent Kalkcarbonat) in Erwägung, so erhellt, dass der erstere rationeller gebrannt wurde, dass dessen thoniger und sandiger Antheil geringer ist; dieser letztere Umstand hat weiters den Vortheil im Gefolge, dass bei der bedeutend sorgfältigeren Mahlung und Siebung des Lilienfelder Cementes, wie das später ausführlich dargethan werden wird, die Einwirkung des Kalkes während des Erhärtens mit verhältnismässig grösserer Leichtigkeit vor sich geht, daher ein grösserer Theil am Erhärtungsprocesse theilnehmen kann.

Der vorhandene Gyps mit 3·17 Percent im Kufsteiner und 0·73 Percent im Lilienfelder Cemente ist durch Oxydation des ursprünglich vorhandenen Schwefelkieses und Umsetzung der Schwefelsäure mit Kalk entstanden, kann jedoch in dieser geringen Menge die Qualität des Cementes nicht wesentlich alteriren.

Die übrigen Bestandtheile der untersuchten Cemente zeigen eine annähernde Uebereinstimmung; der grössere Antheil der Thonerde im Lilienfelder Cement (10·97 Percent) gegen 8·02 Percent im Kufsteiner Cement spricht nur zu Gunsten des ersteren, weil die Thonerde hier gleichwertig mit Kieselsäure ist und bei der Erhärtung Kalk-Aluminat bildet; dagegen stellt sich der Gesammt-Kalkgehalt, bezogen auf kohlensäurefreie Substanz im Lilienfelder Cemente mit 47·39 Percent etwas niedriger als im Kufsteiner Cement mit 49·43 Percent. Die Alkalien überwiegen im Letzteren und erhöhen daher dessen Schmelzbarkeit.

Der untersuchte Lilienfelder Cement, in die Kategorie der sogenannten „Roman-Cemente“ zählend, weil aus dem natürlich vorkommenden Mergel durch Brennen dargestellt, muss daher, wie dessen Vergleich mit dem Kufsteiner hydraulischen Kalke ergibt, in die Kategorie der „stark hydraulischen Kalke“ und dem Kufsteiner Cement als vollkommen ebenbürtig eingereiht werden. Um den Grad der Zerkleinerung zu prüfen, wurden beide Cement-Gattungen durch ein Messingsieb mit 900 Maschen per Quadrat-Centimeter durchgesiebt; die Siebung wurde mit je 0·5 kg ausgeführt und ergab folgende Resultate.

Kufsteiner Cement:

von 0·5 kg sind 99 Gr. = 19·8 Percent zu grob
„ 0·5 „ „ 98 „ = 19·6 „ „ „

Lilienfelder Cement:

von 0·5 kg sind 60 Gr. = 12 Percent zu grob
„ 0·5 „ „ 60·5 „ = 12·1 „ „ „

Der Kufsteiner enthält daher rund 20 Percent, der Lilienfelder Cement nur 12 Percent gröbere Sieb-Rückstände.

Um die Bindezeit der Cemente zu ermitteln, wurde der reine Cement mit Wasser zu einem steifen Brei angemacht und auf einer Glasplatte ein etwa 1·5 cm dicker, nach den Rändern hin dünn auslaufender Kuchen gebildet. Um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, wurden die Versuche bei mittlerer Temperatur der Luft und des Wassers vorgenommen. Innerhalb 5 Minuten waren die geformten Kuchen beider Cement-Gattungen abgebunden, d. h. dieselben konnten einem leichten Drucke mit dem Fingernagel oder mit einer Spatel widerstehen; während des Abbindens erfuhren dieselben eine merkliche Temperaturs-Erhöhung. Unter Berücksichtigung der oben angeführten Bindezeit und der hiebei auftretenden merklichen Erwärmung muss der Lilienfelder Cement als ein rasch bindender bezeichnet werden. — Unter Beimengung von zwei Theilen Sand zeigen beide Cemente in Bezug auf Erhärtungsdauer ein gleiches Verhalten und können nach zwei Stunden als abgebunden betrachtet werden. Die mit Wasser zu einem Brei angemachte Masse von Cement und Sand erweist sich jedoch beim Lilienfelder Cement als fetter und daher auch plastischer.

Aus diesem Umstande lässt sich folgern, dass der Lilienfelder Cement ohne Beeinträchtigung seiner sonstigen Eigenschaften einen verhältnismässig grösseren Sandzusatz verträgt.

Die zur Bestimmung der Bindezeit ohne Sandzusatz angefertigten Kuchen wurden zur Prüfung ihrer Volumbeständigkeit nach einer halben Stunde mit der Glasplatte unter Wasser gebracht. Die nach einiger Zeit von der Glasplatte abgelösten Kuchen zeigen auf der Glasseite und im Bruche ganz gleichmässige Färbung, dichte Struktur, nach sechstägigem Liegen im Wasser konnten weder Verkrümmungen der Kanten, noch Risse und Sprünge nachgewiesen werden. Da also keine Volums-Vermehrung stattfand, muss der fragliche Cement als vollkommen volumbeständig bezeichnet werden. — Wie bereits angeführt, zeigt die chemische Analyse hinlängliche Uebereinstimmung der Zusammensetzung des proponirten Cementes mit dem Kufsteiner hydraulischen Kalke, ja sie erweist sogar eine raschere Aufschliessung der natürlichen Kalkart, die im Vereine mit der feineren Zerkleinerung des fertigen Productes dem Erhärtungsprocesse nur förderlich sein kann.

Wien, den 20. December 1878.

Verzeichnis

einiger Bauten, zu welchen der Lilienfelder hydraulische Cementkalk (Roman-Cement) verwendet wurde.

K. k. Hofburg in Wien.
Schloss Sr. kais. Hoheit des Herrn Erzh. Wilhelm in Baden.
Beamtenhaus Sr. kais. Hoheit des Herrn Erzh. Albrecht in Wien.
Schloss des Herrn Baron Rothschild in Reichenau.
Palais Ihrer Durchlaucht der Frau Fürstin Mensdorff-Ditrichstein in Wien.
Wohnhaus Ihrer Durchlaucht der Frau Fürstin Arenberg in Wien.
Befestigungen in Krakau.
Befestigungen in Przemysl.
Caserne in Göding.
Caserne in Bisenz.
Communalschule in der Josefstädterstrasse in Wien.
„ „ „ Nikolsdorferstrasse „
„ „ „ Karolygasse „
„ „ „ Zollergasse „
Städt. Waisenhaus in der Josefstädterstrasse in Wien.
Burggassen-Linienamt in Wien.
Städt. Wohnhaus in der Schönlaterngasse in Wien.
Gemeindehaus in Fünfhaus.
Kirche in Scheiblingkirchen.
Beamtenwohnhäuser in St. Pölten.
Bauten des Herrn Jelinek in Seelowitz.
Bauten des Herrn Weiss in Brünn.
Bauten des Herrn Pisetta in Waagneustadtl.
Bauten der Wiener Baugesellschaft in Wien.
Bauten der Union-Baugesellschaft in Wien.
Bierbrauerei in Pottenbrunn.
Etablissement Krupp in Traisen.
Schlossbau in Loosdorf.
Gebäude des Giro- und Cassen-Vereines in Wien.
„ der k. k. pr. Länderbank in Wien.
„ der k. k. pr. Boden-Credit-Anstalt in Wien.
Maria Theresia-Hof in Wien.
Canalbau in der Josefstädterstrasse in Wien.
„ „ „ Margarethenstrasse „
„ „ „ Sennefeldergasse „
„ „ „ Gumpendorferstrasse „
„ am Kirchenplatz in Fünfhaus.
Sämmtliche Baureparaturen der Commune Wien.

Die Bahnerhaltungsarbeiten der k. k. Direction für Staatseisenbahnbetrieb.

Die Bahnerhaltungsarbeiten der k. k. pr. Kaiser Ferdinands-Nordbahn.

Ueber 2000 Privatbauten in Wien und Umgebung.

Zeugnisse.

Centrale der Eisenbahnbau-Unternehmung Carlo Ronchetti.
IV. Bezirk, Technikerstrasse Nr. 5.

Nr. 1480. Wien, am 8. Nvbr. 1878.

An die
Lilienfelder Cement-Gewerkschaft
in Lilienfeld.

Indem wir hiermit bestätigen, dass wir bei dem Baue der Eisenbahn Leobersdorf-St.-Pölten und Scheibmühl-Schrambach der n.-ö. Südwest-Bahnen in den Jahren 1875 bis 1877 zu allen Bauobjecten *) den erforderlichen hydraulischen Kalk aus Ihrer Cementfabrik in Lilienfeld bezogen haben, constatiren wir mit Vergnügen, dass wir Ihr Fabrikat stets von gleich vorzüglicher Qualität gefunden haben und auch in Bezug sowohl auf die Pünktlichkeit der Lieferungen für die ganze 83 km lange Strecke, als auch auf die Preiswürdigkeit vollkommen zufriedengestellt worden sind, so dass wir Ihr Fabrikat allerwärts auf das Beste empfehlen können.

Achtungsvoll C. Ronchetti.

Wien, am 10. Decbr. 1878.

An die löbliche
Lilienfelder Cement-Gewerkschaft
in Lilienfeld.

Bestätige Ihnen mit Vergnügen, dass der von Ihnen bezogene hydraulische Kalk aus Ihrer Fabrik zum Zwecke des Bahnbaues der unter meiner Leitung als Chef der Staats-Aufsicht stehenden n.-ö. Südwest-Bahnen vom Jahre 1875 bis Ende 1877 als vorzüglich geeignet befunden wurde, so dass ich die Verwendung dieses ausgezeichneten Fabrikates bestens empfehlen kann, da es alle Eigenschaften besitzt, die man an ein solches Fabrikat stellt.

Achtungsvoll Carl Pleniger,
gew. Ober-Ingenieur der k. k. General-Inspection der österr. Eisenbahnen.

*) Die hervorragenden sind: Ein Tunnel bei Kaumberg, fünf Brücken über die Triesting, eine grosse Brücke über die Traisen bei Wilhelmsburg, dann viele Durchlässe, Uferschutzbauten, Wasserabzugsgräben etc. und endlich die Hochbauten.

K. k. Genie- und Befestigungs-Bau-Direction zu Krakau.

Vertrag.

Nachdem der k. k. Befestigungs-Bau-Direction für Galizien mittelst Befehlschreibens Nr. 323 v. 15. Dec. 1882, im Sinne des mit Befehlschreiben Nr. 321 bekanntgegebenen Reichs-Kriegsministerial-Erlasses, Abth. 8, Nr. 5205 v. 8. Dec. 1882, das über die Lieferung des Cementkalkes für Bauarbeiten auf den Werken Nr. 45, 47, 48, 50 und 51 bis zur Vollendung derselben von der Lilienfelder Cement-Gewerkschaft Förster & Comp. eingereichte Offert zum Vertragsabschlusse genehmigt hat, so schliesst Herr . . . . . mit der k. k. Genie- und Befestigungs-Bau-Direction zu Krakau. Namens der Militärverwaltung hiermit den förmlichen Vertrag ab und verpflichtet sich etc. etc.

K. k. Genie-Direction in Przemysl.

Nr. 2202. Przemysl, am 17. August 1883.

An die

Lilienfelder Cement-Fabrik

in Lilienfeld.

Zum Baue des Werkes VII, nächst Pralkowic sind noch 17 Wagenladungen Ihres Cementkalkes erforderlich. Sie werden daher ersucht, nach Erhalt dieses Schreibens 3—4 Wagenladungen sofort und bis zur Completirung des obigen Bedarfes jede folgende Woche ein gleiches Quantum anherzusenden. Zur Spedirung folgen 17 Stück Militär-Frachtbriefe. — Ferners theile ich mit, dass Samstag, den 18. d. M., der für den bisher gelieferten Cement entfallende Betrag von fl. 1485.03 mittelst zu retournirenden Recepisse an Ihre Adresse nach Lilienfeld abgeht.

P. v. Forstner, Hauptmann.

Franz Pirko, Pottenbrunn, a. d. Westb., N.-Oe.

Pottenbrunn, den 30. Decbr. 1882.

Löbliche Cement-Gewerkschaft

Lilienfeld.

Da ich vorläufig keinen Bedarf mehr an Ihrem Producte habe, danke ich Ihnen für die prompte und reelle bewiesene Ausführung meiner gemachten Bestellungen und werde im etwa weiteren Bedarfsfalle mich nicht nur Ihrer werten Firma bedienen, sondern auch, wo mir Gelegenheit wird, Sie auf das Wärmste empfehlen.

Anlässlich des Jahreswechsels Ihnen das Beste wünschend, zeichne

Hochachtungsvoll

Franz Pirko, m. p.

Berlin, den 5. Febr. 1886.

Herrn Heinr. v. Förster (in Firma Lilienfelder Cem.-Gewerkschaft).

Soeben nach mehrwöchentlicher Abwesenheit im Auslande hieher zurückgekehrt, finde ich Ihren lieben Brief vom 21. Januar vor und beeile mich, Ihnen die gewünschten Resultate nach meinem Briefe vom 26. Februar 1884 zu wiederholen und zugleich noch die weiteren, damals nicht angegebenen Festigkeiten nachzutragen:

Lilienfelder Roman-Cement.

Mischung: 1 Gewth. Cement, 3 Gewth. Normalsand.

Alter	Zugfestigkeit (per Quadratcentimeter Querschnitt)	Druckfestigkeit (per Quadratcentimeter Querschnitt)
28 Tage	13.55 Ko.	67.70 Ko.
90 „	24.50 „	164.16 „
365 „	27.50 „	323.76 „

Das leistet mancher Portland-Cement nicht!

. . . . . .

. . . . . .

Mit den besten Grüssen

Ihr ergebener Dr. W. Michaëlis.

Die obige Fabrik arbeitet mit Wasserkraft, und besitzt als Betriebseinrichtung 6 Schachtöfen, 2 Koller- und 4 Mahlgänge, 1 Desintegrator nebst mehreren Siebvorrichtungen.

Auch beabsichtigt sie demnächst die Portland-Cementfabrikation einzuführen.

ad Post **5.**

Tradigister Cementfabrik des Victor Mohor,

Post: Rabenstein, Nieder-Oesterreich. Bahnstation: Scheibmühl oder St. Pölten.

Errichtet: 1850, adaptirt: 1872, vergrössert: 1883.

Productionsfähigkeit:

120000 *q* Cementkalk und
10000 „ Weisskalk,
30000 „ k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk. *)

Laut ämtlichen Zeugnissen der Versuchsstation des Magistrates der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien, Z. 347643 ex 1883 und Z. 310650 ex 1884 war das Ergebnis der vorgenommenen zwei Proben des Tradigister Cementkalkes Folgendes:

*) Nach Patent: „Tarnawski“, siehe die nächste Abhandlung über k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk.

Gewicht:
lose gesiebt 875 und 954 kg pro 1 m³.

Abbindezeit:
an der Luft 30 und 8 Minuten,
im Wasser 45 „ 12 „

Siebrückstand:
6,5 und 22 Procent.

Zugfestigkeit:
nach 7 Tagen 2,52 und 2,86 kg per cm²,
„ 28 „ 4,60 „ 6,72 „ „ „

Druckfestigkeit:
nach 7 Tagen 63,43 und 52,80 kg per cm²,
„ 28 „ 101,93 „ 72,23 „ „ „

Ueber die vorzügliche Qualität des Tradigister Cementkalkes geben unter anderen folgende Zeugnisse Aufschluss:

Fr. Tomaschek, Bauunternehmung.

Wien, am 26. December 1885.

An Herrn Victor Mohor, Tradigister Cementfabrik.

Post: Rabenstein, Nieder-Oesterreich.

Anlässlich unseres Rechnungsabschlusses theile ich Ihnen über Ihre Anfrage, wie ich mit Ihren Lieferungen von Cementkalk bei dem Baue der St. Pölten—Tulnerbahn zufrieden war, gerne Folgendes mit:

Die Qualität Ihres Fabrikates, das mir schon vor dessen Verwendung durch die Bahnerhaltung der k. k. Staatsbahnen bekannt war, ist eine durchwegs gleichmässige, sehr gute und den besten niederösterreichischen und Kufsteiner Fabrikaten, die ich bisher bei den verschiedenen Bauten verwendet habe, vollkommen gleichzustellen und es erlangte Ihr Cementkalk nicht nur meine, sondern auch der Bauleitung vollste Zufriedenheit.

Nicht unerwähnt darf ich lassen, dass die Lieferungen, die Sie unter ziemlich schwierigen Verhältnissen und bis zu den einzelnen Objecten bewerkstelligt haben, stets prompt und verlässlich waren, so dass nie ein Mangel und dadurch eine Verzögerung in der Arbeit eingetreten war, was bei der kurz bemessenen Bauzeit und bei dem Umstande, als der grösste Theil der Objecte auf einmal in Angriff genommen worden war, nur berechtigte Anerkennung gefunden hatte.

Achtungsvoll

Fr. Tomaschek,
Bauunternehmer.

Bauunternehmung Brüder Redlich & Berger.

Nr. 465/II. Iglau, am 5. October 1886.

Herrn Victor Mohor in Tradigist.

Es gereicht uns zum Vergnügen Ihnen mittheilen zu können, dass wir mit den von Ihnen bezogenen und beim Baue der k. k. Staatsbahnlinie Iglau—Wolframs (Theilstrecke der böhm.-mähr. Transversalbahn) verwendeten Cementkalk bestens zufrieden waren, da selber allen Anforderungen, die man an einen guten Cementkalk stellen kann, vollkommen entspricht.

Da Sie überdies Ihren Verbindlichkeiten in Bezug auf prompte Ablieferung vollständig gerecht wurden, können wir Ihre geehrte Firma Jedermann auf das Beste empfehlen.

Achtungsvoll

pr. Bauunternehmung: Brüder Redlich & Berger,

Klimpfinger, Ober-Ingenieur.

Ferner wurden grössere Lieferungen für die Bukowinaer Localbahnen, dann für die Galizische Transversalbahn effectuirt.

Die Fabrik ist auf Wasser- und Dampfkraft eingerichtet und besitzt drei grosse Schacht- und mehrere Feldöfen. Zur Verkleinerung des Cementes dienen Steinbrecher, Walzen, Mahlgänge etc. Die Fässer werden mittelst eigenem Daubensägewerke hergestellt.

ad Post **6.**

Cementfabrik des Franz Leithe

in Waidhofen a/d. Ybbs, Nieder-Oesterreich.

Errichtet: 1869.

Productionsfähigkeit:

80000 *q* Cementkalk.

Gewicht:

lose gesiebt 865 kg pro 1 m^3.

Als Motor wird eine Wasserkraft von 60 Pferdestärken ausgenützt; die Calcinirung wird in drei grossen Schachtöfen vorgenommen, und die Zerkleinerung erfolgt mittelst einem Kollergang und vier horizontalen Mahlgängen. Die Fasserzeugung erfolgt mittelst Sägewerk.

ad Post **7.**

Steinwandleitner Cement-Gewerkschaft des Ernst Korb

bei St. Veit a/d. Gölsen, Nieder-Oesterreich.

Errichtet: 1885.

Productionsfähigkeit:

100000 *q* Cementkalk.

Gewicht:

lose gesiebt 980 kg per 1 m³.

Zum Betriebe dienen 5 Schachtöfen, 1 Steinbrecher und Walzen, 3 Mahlgänge und eine Wasserkraft von 50 Pferdekräften.

ad Post **8.**

Max Herget

in Prag, Kleinseite. (Vertretung in Wien: IV., Margarethenstrasse Nr. 2, Comptoir: Br. Pittel.) Portland-Cementfabrik in Radotin, Kalkfabrik in Slichow und Ziegelwaarenfabrik in Bubenč.

Die Firma besteht seit 1780.

Productionsfähigkeit:

180000 *q* Portland-Cement,
170000 „ hydraulischen, löschbaren, sogenannten Neustädter Kalk, und
40000 „ Weisskalk

Als Motor wird Dampfkraft benützt, die Brennvorrichtungen bestehen aus Ring-, Schacht- und Flammenöfen; zur Verkleinerung des Portland-Cementes werden Steinbrecher und horizontale Mahlgänge angewendet.

In Folge der vorzüglichen Qualität des Weisskalkes wird solcher fast in ganz Mähren für landwirtschaftliche Zwecke in enormen Quantitäten verwendet. Für diese Provinz und die ganze östliche Grenze Böhmens sind die Bestellungen an die allbekannte Firma: Ferdinand Hruza in Iglau in Mähren (Niederlage aller Dünge- und Meliorations-Mittel) zu richten.

ad Post **9.**

Kurowitzer Cementfabrik Seiner Excellenz des Grafen Max von Seilern & Comp.

in Tlumatschau in Mähren (Nordbahnstation).

Errichtet: 1873. Vergrössert 1886.

Productionsfähigkeit.

60000 *q* künstlichen Portland-Cement,
10000 „ direct von Kalkmergel erbrannten Portland-Cement,
100000 „ Cementkalk.

Die bei der Versuchsstation der k. k. Reichshaupt- und Residenzstadt Wien durchgeführten Probe-Versuche ergaben nachstehende überraschende Resultate:

G. Z. 214801/VI.

Ueber das gestellte Ansuchen wurde die ämtliche Prüfung des laut Ursprungscertificates vom 12. Juni 1886, beziehungsweise vom 3. Juli 1886 aus der Kurowitzer Cementfabrik Sr.

Excellenz des Grafen Max von Seilern & Comp. in Tlumatschau stammenden Portland-Cementes, beziehungsweise Cementkalkes in der städtischen Probieranstalt für hydraulische Bindemittel vorgenommen und hat dieselbe folgende Resultate ergeben:

I. Portland-Cement.

1. Das Gewicht beträgt per Hectoliter im eingestampften Zustande:

163·80 Kilogramm

in einem Litergefässe von 10 Centimeter Höhe lose eingesiebt:

120·70 Kilogramm per Hectoliter.

Das Gewicht des bei Herstellung der Probekörper verwendeten Normalsandes betrug:

130 Kilogramm per Hectoliter

im lose eingefüllten Zustande.

2. Die Abbindezeit an der Luft beträgt 8 Stunden und unter Wasser 12 Stunden, d. h. der Portland-Cement ist ein langsam bindender.

3. Der Siebrückstand auf dem 900 Maschensiebe beträgt 2%, der Portland-Cement ist mithin sehr fein gemahlen.

4. Bestand dieser Portland-Cement die vorgeschriebene Kuchenprobe, sowohl an der Luft, als auch unter Wasser und ist somit volumbeständig.

5. Die in einem Mischungsverhältnisse von 1 Gewichtstheil Portland-Cement und 3 Gewichtstheilen Normalsand unter Zusatz von 10% Wasser angefertigten Probekörper ergaben eine Zugfestigkeit:

nach 7 Tagen von 15·90 Kilogramm,
„ 20 „ „ 20·43 „

per Quadrat-Centimeter Querschnitt.

6. Die in gleichem Mischungsverhältnisse angefertigten Probekörper für die Druckfestigkeit ergaben

nach 7 Tagen 76·27 Kilogramm,
„ 28 „ 128·70 „

per Quadrat-Centimeter Querschnitt.

II. Der Cement-Kalk.

1. Das Gewicht beträgt per Hectoliter im eingestampften Zustande:

123·40 Kilogramm

in einem Litergefässe von 10 Centimeter Höhe lose eingesiebt:

83·10 Kilogramm per Hectoliter.

Das Gewicht des bei Herstellung der Probekörper verwendeten Normalsandes betrug:

130 Kilogramm per Hectoliter

im lose eingefüllten Zustande.

2. Die Abbindezeit an der Luft beträgt 45 Minuten und unter Wasser 1¼ Stunden, d. h. der Cementkalk ist ein langsam bindender.

3. Der Siebrückstand auf dem 900 Maschensiebe beträgt 15%, der Cementkalk ist also fein gemahlen.

4. Bestand dieser Cementkalk die vorgeschriebene Kuchenprobe sowohl an der Luft, als auch unter Wasser und ist somit volumbeständig.

5. Die in einem Mischungsverhältnisse von 1 Gewichtstheil Cementkalk und 3 Gewichtstheilen Normalsand unter Zusatz von 13% Wasser angefertigten Probekörper ergaben eine Zugfestigkeit:

nach 7 Tagen von 3·43 Kilogramm,
„ 28 „ „ 8·43 „

per Quadrat-Centimeter Querschnitt.

6. Die in gleichem Mischungsverhältnisse angefertigten Probekörper für die Druckfestigkeit ergaben

nach 7 Tagen 31·53 Kilogramm,
„ 28 „ 52·80 „

per Quadrat-Centimeter Querschnitt.

Wien, am 21. August 1886.

Der Magistrats-Director:
Bittmann m. p.

Zum Betriebe wird Dampfkraft, zur Calcinirung des Productes Schachtöfen grösserer Dimensionen und zur Verkleinerung, eventuell Vermahlung der Producte 2 Paare Steinbrechwalzen und 7 horizontale Mahlgänge nebst Siebvorrichtungen angewendet.

Da einerseits bei der jüngst vorgenommenen Vergrösserung des Etablissements nur die bewährtesten Fabriks-Einrichtungen ins Auge gefasst wurden, wodurch eine billige und rationelle Production ermöglicht ist, anderseits durch die so günstige chemische Zusammensetzung des Rohmateriales ein vorzügliches Product erreicht wird, so ist es auch erklärlich, dass demzufolge die Kurowitzer Cementproducte nicht nur am Wiener Platze Eingang gefunden, sondern auch bei den entlegendsten Eisenbahn- und Privatbauten bevorzugt werden.

ad Post **10.**

Actien-Gesellschaft der k. k. priv. hydraulischen Kalk- und Portland-Cementfabrik

zu Perlmoos (vormals Angelo Saullich). Sitz: in Wien, IV., Wienstrasse 3.

Errichtet: 1858.

Fabrikationsorte: Perlmoos, Kirchbichel, Kufstein, Häring und Hallein.

Productionsfähigkeit:

350000 *q* direct von Kalkmergel erbrannten Portland-Cement und

750000 „ Cementkalk.

Gewicht:

Portland-Cement lose gesiebt 1350 kg pro 1 m³ (135 kg pro Hectoliter).

Cementkalk lose gesiebt 900 kg pro 1 m³ (90 kg pro Hectoliter).

Zum Betriebe wird in Kirchbichel und Perlmoos Dampf-, in Kufstein, Hallein Wasserkraft verwendet.

Die Calcinirung der Producte wird in 42, theilweise privilegirten Schachtofen-Systemen vorgenommen.

Zur Verkleinerung, beziehungsweise Vermahlung dienen 2 Steinbrecher, 3 Walzen-Garnituren, 6 Paar Kollergänge, 16 horizontale Mahlgänge mit diversen Sieb- und Homogenisirungs-Vorrichtungen.

Auszeichnungen:

1863 von Sr. Majestät Kaiser Franz Josef I. mit dem goldenen Verdienstkreuz mit der Krone.

1863 vom hohen k. k. Staatsministerium mit einem Anerkennungsschreiben für die günstigen Resultate bei Cementproben.

1863 vom niederösterreichischen Gewerbevereine mit der grossen goldenen Preismedaille.

1862 bei der Londoner Weltausstellung mit der Preismedaille.

1860 Wien, Gartenbau-Gesellschaft, grosse silberne Medaille.

1861 Linz, Ausstellung der Landwirtschafts-Industrie.

1863 Wien, „ „ „
1864 Linz, „ „ „
1865 Krems, „ „ „
1866 Wien, „ „ „
} grosse silberne Medaille.

1867 Paris, die erste grosse silberne Medaille der Gruppe VI., Classe 65.

1873 bei der Wiener Weltausstellung die Verdienst- und Fortschrittsmedaille.

1880 grosse goldene Preismedaille des niederösterreichischen Gewerbevereines.

1880 bei der Landesausstellung in Graz, Verdienstmedaille.

1882 Triest, Ehrendiplom und grosse goldene Medaille.

Dass der Perlmooser Portland-Cement und der Kufsteiner Cementkalk (unter dem ursprünglichen Namen Kufsteiner hydraulischer Kalk bekannt) einen Weltruf geniesst, und dass

ferner dieses grossartig angelegte Etablissement sowohl die kleinste als die grösste Bestellung prompt effectuirt, ist in allen bautechnischen Kreisen zur Genüge bekannt und es wäre überflüssig, diese Producte hier noch besonders hervorzuheben.

ad Post **11.**

Erste Leukenthaler Cementfabrik
in St. Johann in Tirol, Bahnstation St. Johann, Poststation Erpfendorf.
Errichtet: 1873.

Productionsfähigkeit:
60000 *q* Cementkalk.

Erzeugung von Cementpflastersteinen, Flurplatten, 20000 *q* hydraulischen löschbaren Kalk, ferner Trottoirplatten, russische Kaminziegel, und als Specialität Schweizer Dach-Falzziegel.

Gewicht:
Cementkalk lose gesiebt 830 kg pro 1 m^3

Die Qualität des Productes steht bei Weitem höher, als es die Prüfungsnormen des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines vorschreiben.

Eine grosse Wasserkraft (von der Ache abgeleitet) steht zur Verfügung. Die Calcinirung des Productes wird in eigens construirten Schachtöfen vorgenommen und zur Zerkleinerung, eventuell Vermahlung dienen Koller- und horizontal laufende Mahlgänge mit Siebvorrichtungen.

Die Fässer werden mittelst Sägewerk in der Fabrik erzeugt.

ad Post **12.**

Judendorfer Cementfabrik des Josef Priebsch
in Judendorf, Südbahnstation, Steiermark.
Errichtet: 1868.

Productionsfähigkeit:
40000 *q* direct von Kalkmergel erbrannten Portland-Cement,
20000 „ Cementkalk.

Gewicht:
Portland-Cement lose gesiebt 1300 kg pro 1 m^3.
Cementkalk lose gesiebt 900 kg pro 1 m^3.

Prüfungsresultate:

Eidgenössische Prüfungsanstalt für Baumaterialien in Zürich.

a) Portland-Cement, volumenbeständig, normale Feinheit der Mahlung, Zugfestigkeit (Mörtel 1:3) nach 28 Tagen 34 kg pro cm^2, Druckfestigkeit nach 28 Tagen 233 kg pro cm^2.

Prüfungsanstalt des Wiener Magistrates.

b) Portland-Cement, langsam bindend, 6 Stunden, volumenbeständig, fein gemahlen, Zugfestigkeit (1:3) nach 28 Tagen 17 kg pro cm^2, Druckfestigkeit 109 kg pro cm^2.

In Roman-Cement fanden grössere Ablieferungen statt: Für die Grazbach-Einwölbung, für die in neuerer Zeit vorkommenden grösseren Canalisirungs-Arbeiten in Graz, in Portland-Cement: für den Vergrösserungsbau (Cellulose-Anlage) der Papierfabrik in Gratwein (Actien-Gesellschaft Leykam-Josefsthal), für den Bau der Lagerhäuser der steiermärkischen Escompte-Bank in Marburg, für den Bau eines Zinshauses der steiermärkischen Sparcassa in Graz (Schmidtgasse), für den Bau des Gebäudes der Post- und Telegraphen-Anstalt in Graz.

Auszeichnungen:

Ehrenpreis des k. k. Handelsministeriums auf der Landes-Ausstellung in Graz 1880.

Die Erzeugung von Cementpflaster- und Trottoirplatten, Cementdachziegel, Cementguss für Bauzwecke wird mit gutem Erfolge betrieben.

Niederlage in Graz, Annenstrasse 46.

ad Post **13.**

K. k. priv. Cementfabrik der Trifailer Kohlenwerks-Gesellschaft

in Trifail, Steiermark.

Gegründet: 1875.

Productionsfähigkeit:

60000 *q* Portland-Cement mit einem Gewichte (in fast eingerütteltem Zustande) von 1790 kg und

120000 „ Roman-Cement im Gewichte von 1225 kg per 1 m^3.

Zu den Betriebseinrichtungen gehören 1 Locomobile, 1 Dampfmaschine von 200 Pferdekräften, 1 Ringofen, 1 Doppel-Etageofen, 2 Schachtöfen, 3 Steinbrecher, 3 Paar Doppelwalzen und 10 horizontale Mahlgänge.

ad Post **14.**

Erste galizische Cementkalk-, Ziegel- und Weisskalkfabrik des Czesław Grafen Lasocki

in Dębniki bei Krakau, Post Zwierzyniec.

Errichtet: 1884.

Productionsfähigkeit:

70000 *q* Cementkalk und

100000 „ Weisskalk.

Die Portland-Cementfabrikation wird in der nächsten Zeit eingeführt, da, wie es auch aus der eingangs angeführten geologischen Beschreibung der Umgebung von Krakau zu entnehmen, ein vorzügliches Rohproduct zur Hand ist.

Gewicht:

Cementkalk lose gesiebt 950 kg pro 1 m³.

Das Product entspricht den vom österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine vorgeschriebenen Normen vollkommen.

Die Fabrikseinrichtung besteht aus einer Dampfmaschine, Schacht- und Flammenöfen, Steinbrechern und horizontalen Mahlgängen mit Siebvorrichtungen.

ad Post **15.**

Erste k. u. k. a. pr. Syrmier Portland-Cement und hydraulische Kalkfabrik des Josef Csik

in Beocin. Comptoir und Niederlage in Budapest, Rudolfs-Quai Nr. 8.

Errichtet: 1847.

Gewicht:

Portland-Cement 1344 kg pro 1 m³ und
Cementkalk 544 bis 633 „ „ 1 m³.

Zum Betriebe wird Dampfkraft, zur Calcinirung eigens construirte Oefen, und zur Vermahlung Steinbrechwalzen und Mahlgänge angewendet.

ad Post **16.**

Oberverwaltung Oravicza der priv. österreichisch-ungarischen Staatseisenbahn-Gesellschaft.

Bahn- und Poststation Oravicza (Süd-Ungarn).

Errichtet: 1870.

Productionsfähigkeit:

30000 *q* Cementkalk,
10000 „ hydraulischer Kalk und
40000 „ Weisskalk.

Gewicht:

Cementkalk lose gesiebt 810 kg pro 1 m³ und
hydraulischer Kalk lose gesiebt 750 kg pro 1 m³.

Die Qualität des Cementkalkes entspricht den inländischen festgestellten Prüfungsnormen.

Die Calcinirung der Producte wird, und zwar in Krassova im Ringofen, in Lissava und Pojana Juli in Schachtöfen vorgenommen. Die Vermahlung erfolgt in Oravicza mittelst drei horizontalen Mahlgängen, wozu Dampfkraft angewendet wird.

Die Fabrikate dieses Etablissements finden ihren Absatz zumeist nach dem Orient, namentlich wurden dieselben in grossen Quantitäten beim Bau der grossen Eisenbahnbrücke über die Save bei Belgrad, und fast zu den sämmtlichen Neubauten in Szegedin mit sehr gutem Erfolge angewendet.

ad Post **17.**

Benczur's Cementfabrik

in Mogyoróska, Poststation Feketepatak (via Eperies) Ober-Ungarn. (Bahnstationen: Eperies der Kaschau-Oderberger Bahn, und Örmezö der Ersten ungarisch-galizischen Eisenbahn.)

Errichtet: 1854.

Productionsfähigkeit:

20000 *q* Portland-Cement, directe von Kalkmergel erbrannt, im Gewichte von 1350 kg lose gesiebt pro 1 m^3 und

40000 „ Cementkalk lose gesiebt 900 kg per 1 m^3.

Die Calcinirung des Portland-Cementes wird in Schachtöfen, die des Cementkalkes in Ringofen vorgenommen. Zum Betriebe wird Dampfkraft und zum Verkleinern der Producte Brechwalzen und horizontale Mahlgänge angewendet.

ad Post **18.**

Josefberger Cementfabrik

in Budapest, Vorstadt: Neustift (bei Alt-Ofen), Postamt: Kaiserbad.

Errichtet: 1879.

Productionsfähigkeit:

150000 *q* Cementkalk.

Gewicht:

lose gesiebt 860 kg pro 1 m^3.

Die Fabrikseinrichtung besteht aus einer Dampfmaschine, Schachtöfen, Steinbrecher und horizontalen Mahlgängen.

Es bestehen noch folgende Cementfabriken: In Podol bei Prag, Mariaschein bei Teplitz, in Bludenz, Gartenau im Salzburgischen, Tüffer, Sagor, Steinbrück, Stein bei Laibach, Eisenkappel in Kärnten, Straża in Bukowina, St. Andrae in Istrien, Labatlan und Czerewitz in Ungarn und bei Szczakowa.

VI.

Dolomit-Cement

und

k. k. a. priv. Albolith-Cementkalk.

Unter der Benennung Dolomit wird im Allgemeinen ein aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$) zusammengesetztes Kalkfossil verstanden.

Da jedoch die kohlensaure Magnesia in diesem Mineral in sehr verschiedenen Verhältnissen vorkommt, so sei hier vorausgeschickt, dass bei einem Verhältnis von etwa 10—12% Magnesiagehalt auf 90—88% Kalk, dieses Gestein als „dolomitischer Kalk", bei einem höheren Gehalt von Magnesia, — Dolomit — und wenn seine Zusammensetzung aus

54,3% kohlensauren Kalk und

45,7% kohlensaurer Magnesia, d. h. aus einem Molecüle kohlensaurer Kalkerde und aus einem Molecül kohlensaurer Magnesia besteht, mit dem Ausdruck „typischer Dolomit" bezeichnet wird.*)

Bei einem höheren Gehalt an Magnesia erhält dieses Mineral den Namen „Magnesit".

Sowohl dolomitische Kalke als Dolomite enthalten zumeist geringe Mengen von Thon, Kieselsäure, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Kali, Natron etc. Wenn jedoch die Menge an Thon, Kieselsäure, Eisenoxyd etc. 15 bis 30% erreicht, so werden solche „dolomitische Mergel" genannt.

Schon vor 60 Jahren machte Macleod und Vicat die Entdeckung, dass Magnesia, beziehungsweise Dolomit, hydraulische Eigenschaften besitzen. Erst in den letzten Decennien wurde durch Deville, Pasley, Redtenbacher, Hauenschild u. m. A. nachgewiesen, dass aus diesen Mineralien unter gewissen Beobachtungen bei der Calcinirung sich ein für Bauzwecke geeignetes Bindemittel erzeugen lässt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass die Fabrikation dieser Bindemittel noch nicht so

*) Erwähnenswert ist das Vorkommen des Quecksilbererzes als Zinnober im Dolomit und Kalkspat in Idria (Krain).

weit sichergestellt war, um ein vollends taugliches und verlässliches Product für Bauzwecke zu erhalten. Dieses war auch die wesentliche Ursache, dass im Inlande der Dolomit-Cement in der Bautechnik fast keine Anwendung fand, obwohl dieses Product bei richtiger Fabrikation, wovon an anderer Stelle eingehender abgehandelt wird, berufen erscheint, nunmehr in ausgedehnter Weise, sowohl bei Tagbauten als auch in der Landwirtschaft eine grosse Verwendung zu finden, namentlich aber im maritimen Bauwesen — wo die silicathältigen Cemente dem Seewasser nicht genügenden Widerstand leisten können — geradezu epochemachend zu werden verspricht.

Um über das Wesen der dolomitischen Kalke, Dolomite und Magnesite, deren Entstehung, deren Vorkommen in den verschiedenen Zuständen und Bedingungen sich einige Klarheit zu verschaffen, erscheint es von Interesse eine diesbezügliche Abhandlung aus dem Werke: „Die Dolomitberge in Tirol, Kärnten, Krain und Friaul von Josiah Gilbert und G. C. Churchill, Mitglieder der geologischen Gesellschaft in London. Aus dem Englischen übersetzt von Gustav Adolf Zwanziger“*) hier vorauszuschicken, wobei auf das geologische Vorkommen dieser Mineralien in Oesterreich-Ungarn auf die bereits am Eingange dieses Werkes skizzirte Abhandlung hingewiesen wird.

„Leopold von Buch war 1822 der Erste, welcher die wissenschaftliche Aufmerksamkeit auf das eigenthümliche Aussehen der Dolomite von Süd-Tirol lenkte. Die häufige Nachbarschaft von Augitporphyr; die zahlreichen Adern dieses Gesteines, welche den Dolomit durchbrechen; das Ansehen, welches viele davon besitzen, als ob sie plötzlich von unten in ihre jetzige Lage heraufgestossen worden wären; ihre chemischen Eigenschaften, gänzliche Abwesenheit von Schichtung**) und ihr krystallinisches, oft zelliges Gefüge waren die Beweggründe, welche ihn zu der Ansicht brachten, dass diese Berge durch vulkanische Kraft emporgehoben seien und Magnesiadampf, welcher aus den geschmolzenen vulkanischen Felsmassen in den darüberliegenden Kalkstein eindrang, aus kohlensaurem Kalk in Dolomit verwandelt worden wären. Die Veröffentlichung der Briefe von Buch's war die Losung zum Beginne einer langen Reihe von Streitfragen, welche viele geologische Besuche der Gegend zur Folge hatten. Der Chemiker versetzte jedoch dieser Ansicht den Todesstoss durch den Beweis, dass, abgesehen von anderen Schwierigkeiten, Magnesia in

*) Klagenfurt, 1865. Druck und Verlag von Bertschinger & Heyn.

**) Dolomite kommen auch in sehr regelmässigen Schichtungen vor, wovon an anderer Stelle Erwähnung gethan wird. A. d. V.

Dampfform eine reine Unmöglichkeit sei. Richthofen geht so weit, beizufügen, dass v. Buch diese Ansicht niemals ausgesprochen haben würde, wenn er je einen einzigen Dolomitberg mit Sorgfalt untersucht hätte!

Die Ansicht des L. v. Buch bildete den Streitgegenstand zwischen französischen und deutschen Geologen für länger als ein Menschenalter. Viel Tinte wurde während desselben verbraucht, ohne dass man zu einer zufriedenstellenden Lösung kam.

Richthofen ist einer der neueren Bereicherer dieser Literatur und er bringt eine Ansicht vor, welche eine Theilung der Frage in zwei Hälften erfordert. Wir haben zuerst zu fragen, was ist der Ursprung dieser Berge als solcher? und dann, was ist der Ursprung der Felsart Dolomit, aus welcher sie hauptsächlich bestehen? Wir müssen uns, ohne in die Einzelnheiten dieses langen Streites einzugehen, darauf beschränken, die Meinung, welche Richthofen für die Erklärung der Eigenthümlichkeiten dieser Berge, wenigstens der aus Schlern-Dolomit bestehenden beibringt, anzuführen. Er sagt: „Der Schlern ist ein **Korallenriff**, und die ganze Schlern-Dolomit-Formation ist auf gleiche Weise durch thierische Thätigkeit entstanden."

Das Folgende sind einige jener Thatsachen, auf welche Richthofen aufmerksam macht, um seine Ansicht zu begründen, indem er den Schlern als Beispiel annimmt. Zuerst seine auf allen Seiten steil abfallende Form; seine Absonderung von ähnlichen Massen in der Nähe; die Unmöglichkeit, dass eine solche Gestalt durch Abwaschung erzeugt worden sein könnte, als eine zu grosse Zerstörung auf der einen und eine zu gute Erhaltung auf der anderen Seite einschliessend, wenn man den Schlern und den Lang-Kofel als eine zusammenhängende Ablagerung annimmt. Dann die ungestörten Schichten, auf welchen der Schlern ruht, und die ebenso ungestörten Raibler-Schichten auf seinem Gipfel zeigen an, dass der dazwischen liegende Dolomit seit seinem Entstehen keine besonderen mechanischen Veränderungen erlitten hat. Die ungleiche Mächtigkeit der verschiedenen Massen unterstützt diese Ansicht bedeutend. Der Dolomit des Schlern und der Sella konnten niemals höher gewesen sein als heutzutage, da sie an beiden Orten mit Raibler-Schichten bedeckt sind, während die oberen Theile des höheren Rosengartens, Lang-Kofels und der Marmolata der Verwitterung preisgegeben waren.

Der ursprüngliche örtliche Charakter der Schlern-Dolomit-Formation zeigt sich noch in einem anderen mit der Ablagerungsart der Raibler-Schichten im Zusammenhange stehenden Umstande. Beispiele anderer Niederschläge zeigen, dass während dieser Zeit die Gegend langsam sank und keine heftige Umwälzung eintrat. Nun findet man

die Raibler-Schichten — welche die Thierwelt eines seichten Meeres enthalten — nicht nur auf dem Gipfel des Schlern, der niedrigeren Wänden der Sella und Guerdenazza, sondern auch in zwei Flecken auf dem Tuffe, am Fusse dieser Gebirgsstöcke, Tausende von Fussen tiefer. Diese grossen Höhenunterschiede in so geringen Entfernungen und bei ungestörten Schichten lassen sich nach Richthofen schwer anders als durch die Annahme riffbildender Korallen erklären. Richthofen stellt einen Vergleich zwischen dem Wachsen und den Lebensbedingungen der riffbildenden Korallen in den tropischen Meeren der Neuzeit an, wie sie von Darvin, Dona und Jukes beobachtet wurden, mit jenen angenommenen Korallenriffen der Trias in Süd-Tirol. Die Korallenthiere lieben besonders, ohne jedoch darauf beschränkt zu sein, Gegenden erloschener unterseeischer vulkanischer Thätigkeit, wo oft auf die vorhergehende Hebungszeit eine solche langsamere Senkung eintritt. Süd-Tirol war während dem letzten Zeitraume der Trias in ähnlichem Zustande und das Meer war mit den Erzeugnissen der Zersetzung vulkanischer Stoffe erfüllt. Sie sind in ihrem Wachsthume bis zur Tiefe von 120 Fuss unter dem Meeresspiegel beschränkt und dennoch werden durch die fortgesetzte langsame Senkung des Meeresgrundes, Riffe von ungeheurer Tiefe gebaut. Nach Tiefenmessungen im stillen Meere ist es erwiesen, dass daselbst Korallenriffe sind, deren Tiefe der Höhe der Süd-Tiroler Dolomitstöcke gleichkommt. Wenn das stille Meer trocken gelegt oder seine Riffe mit ihrem Fusse über den Seespiegel gehoben würden, möchte nicht von dem höchsten Riffe aus der Anblick ihrer Bergkämme und vieler in der unmittelbaren Nähe erloschener Vulkane, eine Aehnlichkeit mit der jetzigen Gebirgsbildung Süd-Tirols darbieten?

Die versteinerten Thierreste der Raibler-Schichten haben eine grosse Aehnlichkeit mit jenen Korallen-Resten, welche sich noch jetzt auf der Leeseite (die vom Winde abgewandte Seite) der heutigen Korallenriffe in der Bildung befinden. In diesen Lagen sieht man Korallensand, Bruchstücke von Korallen, Muscheln und Seeigeln, welche von der Brandung zermalmt und von der Flut hinweggeschwemmt, in regelmässigen Schichten in dem stilleren Wasser der Leeseite abgesetzt werden. Diese Schichten kitten sich zu hartem krystallinischen Fels zusammen, welcher oft weiss, zuweilen aber auch von Eisenoxyd roth gefärbt ist. Die Raibler-Schichten auf dem Schlern bestehen aus ähnlichen Bruchstücken, begleitet von den harten Schalen der Gasteropoden und gewissen fremdartigen Muscheln. Während auf der einen Seite Ammoniten und andere Schalthiere des tiefen Meeres in den Raibler-Schichten auf dem Gipfel des Schlern gänzlich fehlen, sind es gerade diese und keine anderen Formen, welche in den Raibler-Schichten, auf Fusse der Seiser-Alpe gefunden wurde.

Ein anderer Beweis zu Gunsten der Korallenriffansicht liegt in den Eigenschaften gewisser Schichtenablagerungen, welche sich an mehreren Orten am Fusse der Dolomitstücke und anderer nicht weit entfernt davon finden.

Versteinerte und gut erhaltene Korallen findet man oft in den Schichten von Korallenkalk in England, Europa und Nord-Amerika.

Dana erwähnt S. 272 seines Buches ein Beispiel an den Rhio-Fällen in der Nähe von Luisville, wo solche Favosites von einem Durchmesser von 5 bis 6 Fuss im Durchschnitte gefunden werden, „fasst so vollständig, als ob sie noch von ihren blumenartigen Polypen bewohnt würden“. Das Riff, zu dem sie gehören, scheint aber auf den Anblick der Landschaft keinen Einfluss zu haben.

Der zweite Theil der Hauptfrage, was ist der Ursprung des Dolomitgesteins? war, wie wir schon erwähnten, lange Zeit eine sehr streitige. Sie gehört zu anderen grossen Fragen ähnlicher Art, wie z. B. der Ursprung und die Entstehungsbedingungen der Steinkohle, des Gypses und des Steinsalzes, wo die Hilfe der Chemie als Schwesterwissenschaft zur Lösung der von der Geologie gestellten Fragen in Anspruch genommen werden muss. Das dies vergleichsweise erst in neuerer Zeit thatsächlich möglich ist, so blieb gerade dieser Theil der Wissenschaft etwas hinter den anderen zurück. Es ist daher bei dem gegenwärtigen Stande dieser Fragen unmöglich, mehr als eine sehr allgemeine Uebersicht der möglichen Umstände, unter welchen sich Dolomit bildete, zu geben.

Die Zusammensetzung des Dolomits wird man besser verstehen, wenn man sie mit jenen seiner beiden Glieder vergleicht.

Das erste, Calcit oder kohlensaurer Kalk, hat folgende Zusammensetzung:

In 100 Theilen sind enthalten:	Kohlensäure .	43,87%
	Kalk	56,13 „
		100,00%

Dieses so wohl bekannte Mineral kommt äusserst häufig in der Natur vor und wird fast in allen Gegenden der Erde in den ältesten bis zu den jüngsten Bildungen gefunden.

Das zweite, Magnesit oder kohlensaure Magnesia, hat folgende Zusammensetzung:

In 100 Theilen sind enthalten:	Kohlensäure .	52,38%
	Magnesia . .	47,62 „
		100,00%

Dieses seltener vorkommende Mineral wurde früher wenig beachtet, dürfte aber nunmehr auf Grund neuerer Versuche berufen sein, in der Bautechnik eine sehr hervorragende Rolle zu spielen.

Dolomit oder Magnesiakalk ist das Erzeugnis der chemischen Vereinigung von kohlensaurem Kalk mit kohlensaurer Magnesia. Seine regelmässige (typische) Zusammensetzung enthält in 100 Theilen:

Kohlensauren Kalk (CaO, CO_2) . . .	54,3%
Kohlensaure Magnesia (MgO, CO_2) .	45,7 „
	100,00%

Der Dolomit weicht in Härte und specifischer Schwere nicht sehr von gewöhnlichem Kalksteine ab, kann aber durch die verhältnismässige Schwierigkeit, mit der er in Säuren aufbraust, unterschieden werden.

Man findet den Dolomit in verschiedenen Zuständen und Bedingungen. Das Verhältnis der kohlensauren Magnesia wechselt fast endlos. Wenn nur eine kleine Menge davon vorhanden ist, z. B. unter 10 oder 12%, so nennt man das Gestein dolomitischen Kalk. Oft hat er ein zuckerartiges krystallinisches Gefüge, oft ist er derb mit muschligem (auch rhomboëdrischem) Bruche. Der Ausdruck Dolomit wird oft nur auf diese Zustände beschränkt. Er ist oft aber auch zellig, schiefrig oder auch erdig. Er kommt vor oft deutlich geschichtet und wieder, z. B. auf der Seiser-Alpe, ohne eine Spur von Schichtung. Es sind Beispiele vorhanden von Dolomitmassen, welche in der Reihe von Schichten von gewöhnlichem kohlensaurem Kalk abwechseln. Dana erwähnt ein solches (S. 84), wo gewisse Versteinerungen (Orthoceras), welche sich bei der chemischen Prüfung als dolomitisch erwiesen, da sie bis zu 38% kohlensaurer Magnesia enthielten, in gewöhnlichem Kalkfels eingebettet waren.

Obwohl diese Felsart in auffälliger Weise in den Bergen der südöstlichen Kalkalpen auftritt, so ist sie doch keineswegs auf dieses Gebiet beschränkt. Man findet sie im Westen des Etschthales längs dem Fusse der Adamello- und Ortler-Gruppe, ein unterbrochenes Band läuft in der Lombardie westwärts bis zum See von Lugano, wo der Dolomitberg Monte Salvadore leicht zu besteigen und eine schöne, abwechslungsreiche Alpenrundschau gewährt. In den nordöstlichen Kalkalpen bestehen die Schichten des mittleren Keupers, einer jüngeren Stufe der Triasformation, fast gänzlich aus Dolomit („Haupt-Dolomit“) und laufen in langen, schmalen, parallelen Linien von Westen nach Osten, vom Rheinthale bis in das Salzburger Land und darüber hinaus. Doch bloss in Vorarlberg und in den Thälern des Lech und der Ill, wo die kühnen Pyramiden des Hochvogels und des Biberkopfs, sowie die Wände der Mädelergabel und des wilden Männles sich über ihre Nachbarn erheben, sowie im Kaiser-Gebirge bei Kufstein wird der Reisende an die berühmteren Berge des Südens erinnert. Auch in

den Kalklagern, welche den westlichen Rand des Brenner-Passes umsäumen, kommt Dolomit vor. Endlich findet man in den Schichtengesteinen, welche den Zwischenraum der Selvretta und Ortler-Gruppe ausfüllen, das heisst in den Triasschichten des unteren Engadin, echte Dolomitlandschaft.

Dolomitbruchtheile findet man jedoch westlich bis zum St. Gotthard-Passe und selbst in den See-Alpen und jene des Dauphine; doch im Allgemeinen ist die Felsart, sowie die Triasformation, zu welcher sie in den Alpen vorherrschend, wenn nicht ausschliesslich gehört, auf die östlichen Alpen beschränkt.

Ansichten über die Entstehungsweise des Dolomits.

Von den zahlreichen Ansichten, welche über die Entstehungsweise des Dolomites laut wurden, können einige, obwohl sie verschieden sind, durch ein ihnen gemeinsames Merkmal zusammengestellt werden, nämlich, dass die See bei ihrem Entstehen in kochendem Zustande gewesen sei. Zur Vervollständigung dieser Ansicht sollten deren Urheber aber auch erklären, wie eine so hohe Wärme möglich war.

Ohne einen solchen Zustand zu verlangen, zeigt uns Sterry Hunt bei der geologischen Aufnahme Canadas in einer Reihe von Versuchen über diesen Gegenstand, enthalten in einem Aufsatze „im amerikanischen Tagblatte für Wissenschaft“ 1859, dass die Lösungen doppeltkohlensauren Natrons im Meerwasser zuerst den darin aufgelösten kohlensauren Kalk und darauf die Magnesia in doppeltkohlensaurer Form niederschlagen; zuletzt würden als Ergebnis der unmittelbaren Veränderungen, wässerige und kohlensaure Magnesia unter Hitze und Druck, wenn kohlensaurer Kalk vorhanden, langsam Dolomit bilden. „Die Vereinigung des kohlensauren Kalkes mit kohlensaurer Magnesia ist von einer Verdichtung begleitet, welche, im Falle die Ablagerung schon etwas fest wäre, Sprünge und Höhlungen in der Masse erzeugen würde. Sollten die Dolomitschichten später der Einwirkung durchsickernden kohlensäurehaltigen Wassers ausgesetzt sein, so würde der Ueberschuss von kohlensaurem Kalk und alle kalkigen Versteinerungen aufgelöst werden, wodurch die Masse noch poröser würde, sowie nur die Abdrücke der Versteinerungen zurückbleiben.“

„Der niederste Wärmegrad, bei welchem wässerige Magnesiaablagerungen in Magnesit und Dolomit verwandelt werden können, ist noch festzustellen.“

Diese Versuche Hunt's zeigen die Möglichkeit der Entstehung von Dolomit durch ursprüngliche Absetzung aus dem Meerwasser, doch sind wir nicht genau unterrichtet, ob er den ganzen Versuchs-

kreis künstlicher Dolomiterzeugung bei mässiger Wärme auf dem von ihm angegebenen Wege vollendet hat.

In einigen Fällen, wo Dolomit in der Natur vorkommt, sind wir fast genöthigt, an die Möglichkeit seiner Entstehung nicht nur auf dem Wege ursprünglicher Füllung, sondern auch als das Ergebnis späterer Einwirkung des Seewassers auf den gewöhnlichen kohlensauren Kalk zu glauben — mit anderen Worten — durch metamorphische Kraft. Sollte Richthofen's Ansicht von dem thierischen Ursprunge des Schlern-Dolomits richtig sein, so muss man zu einer Art dieser Kraft seine Zuflucht nehmen, um die Veränderungen, welche an diesen sogenannten Korallenriffen stattfanden, zu erklären. Aus den Untersuchungen Forchhammer's und Professors Silliman geht hervor, dass frische Korallen nur eine sehr geringe — nach den verschiedenen Arten wechselnde — Menge Magnesia enthalten. Doch wurden von Dana auf dem gehobenen Koralleneilande Matna oder Aurora im Norden von Tahiti gesammelte Korallen von Hunt und Silliman untersucht, welche in einem Falle 5, in einem anderen bis 38% kohlensaure Magnesia enthielten. Dana beobachtete nicht, dass die Korallen einer Wirkung der Wärme unterworfen gewesen seien.

Solche Thatsachen zeigen eine Einwirkung des Meerwassers auf den kohlensauren Kalk der frischen Korallen, durch welche ein Theil desselben aufgelöst und von einem gleichen Theile kohlensaurer Magnesia, welche im Meerwasser aufgelöst ist, ersetzt wird.

Ebenso deuten sie darauf hin, dass noch heutzutage in Korallenriffen die Bildung des Dolomits vor sich geht. Wenn man Stücke von den tieferen und älteren Theilen des Riffes erlangen und untersuchen könnte, welche man dann mit anderen Stücken von den oberen und jüngeren Theilen desselben Riffes vergliche, so ist es wahrscheinlich, dass in die Frage einiges Licht käme.

Wir wollen dies nun bei dem Schlern-Dolomite anwenden. Richthofen sagt, dass der Ammonites globosus im Schlern in Gestalt einer regelmässigen Spirale eingelagert ist, welche die gewöhnlichen hohlen, mit Dolomitkrystallen gestreiften Schalenkammern enthält, während die Scheidewände der Kammern eine Verlängerung der allgemeinen Dolomitmasse sind. Der ursprüngliche Stoff der Schale, kohlensaurer Kalk, ist verschwunden und ein Steinkern von Dolomit hat seine Stelle eingenommen. Ist das nicht eine Andeutung, welche Veränderungen in der ganzen Masse des Berges vor sich gegangen sind ?

Darvin fand auf dem Keeling-Atoll im indischen Meere Beweise von Veränderungen im Stoffe der Korallen. Auf der Leeseite des Atolls waren Korallenbruchstücke in grosser Menge angehäuft und durch im

Seewasser sich auflösenden Kalk zu einer festen Masse zusammengekittet. In verschiedenen Theilen dieser Masse gingen die veränderten Korallen allmälig in einen krystallinischen Kalkspat über — so allmälig, dass Darvin selbst mit einer Loupe die Grenze zwischen der veränderten Koralle und dem Kalkspat nicht erkennen konnte. Die zusammengekittete Masse war sehr hart und klang unter dem Hammer. Diese grosse Härte sowie der Klang sind Eigenschaften, welche an den krystallinischen, zelligen Schlern-Dolomit erinnern. Es scheint nicht, dass dieser Kalkspat chemisch untersucht wurde.

Die Dolomite der Zukunft werden wahrscheinlich in den verschiedenen Korallengegenden des stillen und indischen Meeres, sowie an der nordöstlichen Küste von Australien zu suchen sein.

Gustav Adolf Zwanziger bemerkt weiter, dass, als die „Korallenriffbildung", wenn eine solche vorhanden war, zu ihrem Ende kam, eine Zeit allmäliger Hebung auf die vorhergehende langsame Senkung folgte. Die Hebung schritt allmälig von Südwest nach Nordost vor, so dass die Mendola früher als der Schlern und der Schlern früher als die Sella sich erhob, während beim Ampezzo die Senkung noch fortdauerte. Dies zeigt die verschiedene Dicke der Liasschichten. Am Schlern sind sie weniger als 100 Fuss dick, am Sella-Plateau mehr als zehnmal dicker, am Civita, Pelmo und Antelao erreichen sie die Mächtigkeit von mehreren tausend Fuss.

Mit diesen bruchstückartigen und örtlichen Ablagerungen der unteren Lias endet die geologische Geschichte des westlichen Dolomitgebietes. Die folgenden Senkungen, welche in den umgebenden Gebieten Felsen von späterer Bildung entstehen liessen, waren ohne Einfluss darauf, ausgenommen insoweit, dass allgemeine Höhenveränderungen stattfanden, welche aber das Meer nicht mehr eindringen liessen. In Hinkunft war es den „Wirkungen des Himmels" überlassen, ununterbrochen an der Abtragung der Oberfläche zu arbeiten.

Entdeckung des Dolomits.

Es erübrigt noch ein mit dem Gegenstande unseres Buches in Verbindung stehender Punkt aufgeklärt zu werden, nämlich die Geschichte des Franzosen Dolomieu, dessen Name oft mit leichter Aenderung vorkommt. Unsere Leser wurden schon darauf aufmerksam gemacht, dass sein Name dazu benützt wurde, um das Mineral, den Fels, welcher aus diesem Material besteht, und die Berge, welche daraus gebaut sind, zu bezeichnen. Einige denselben betreffende Einzelnheiten werden diesen Abschnitt passend enden.

Dieudonné Guy Silvain Tancred de Gralet de Dolomieu — denn unser mineralogische Freund scheint so viele Namen gehabt zu haben, wie eine spanische Fürstin, — wurde am 24. Juni 1750 im

Dauphiné geboren. Er wurde noch sehr jung ein Mitglied des Ordens der Ritter des hl. Johann zu Malta. Nachdem er wegen einem Duelle zum Tode verurtheilt war, verschaffte ihm die Verwendung seiner Freunde mit Schwierigkeiten die Begnadigung des Papstes. Er trat in das Heer ein und widmete seine Mussestunden dem Studium der Chemie und Geologie. 1775 wurde er correspondirendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften, was ihn veranlasste, aus dem Heere zu treten und sich bloss mehr mit der Wissenschaft zu beschäftigen.

Im Jahre 1791 richtete er von Malta aus einen Brief an seinen Freund Picot de la Peyrouse, Präsident von Toulouse, welcher die erste Anspielung auf das Gestein, welches später seinen Namen tragen sollte, enthält. Der Brief ist vom 30. Jänner 1791 und beginnt mit der Beobachtung, dass er „lange schon erkannt habe, dass das Aufbrausen mit Säuren nicht immer ein wesentliches Merkmal des Kalkes sei, obwohl diese Eigenschaft von allen Naturforschern als das sicherste Kennzeichen dieses Gesteines angegeben werde".

Ebenso theilt er seinem Freunde mit, dass einige Statuen des alten Rom von schönem, weissem, sehr hartem und schwerem Marmor nach einigen Minuten nur leicht mit Säuren aufbrausten. Felsen von dieser Eigenschaft hatte er während der achtzehn Monate seiner Reise mit seinem Freunde Flerévian de Belleville entdeckt. Er fand sie an der Strasse zwischen Botzen und Trient im Süden des Porphyrgebietes. Sie lagen in wagrechten versteinerungführenden Schichten von weisslicher Farbe und waren voller Höhlungen, welche rhombische Krystalle enthielten. Dieser Brief wurde später in dem 39. Bande des „Journal de Physique" in Paris abgedruckt.

Bei der Errichtung der Bergbauschule 1795 nahm er die Stellung eines Professors der Geologie und Bergwerksinspectors an, und wurde bald darauf zum wirklichen Mitgliede der Nationalanstalt für Wissenschaften und Künste ernannt.

Er befand sich auch in dem Kreise jener Gelehrten, welche den Heereszug nach Egypten begleiteten. Bei seiner Rückkehr entkam er mit genauer Noth einem Schiffbruch bei Tarent, nur um in die Klauen der Rückschrittspartei in Neapel zu fallen. Er wurde jedoch weder von seinen Freunden, noch von seiner Regierung vergessen. Während seiner Gefangenschaft wurde er zum Nachfolger Daubentons am Museum für Naturgeschichte ernannt und in dem Vertrage nach dem Siege bei Marengo zwischen der französischen Regierung und dem Könige von Neapel wurde ausdrücklich festgesetzt, das Dolomieu seinem Vaterlande zurückgegeben werde.

Er starb allgemein betrauert auf dem Familiensitze Drée bei Maçon am 27. November 1801. Seine Sammlungen wurden Eigenthum seines Bruders, des Marquis de Drée.

In dem Jahre nach seinem Tode erschien in Paris ein dünner Band in Duodez unter dem Titel „Tagebuch der letzten Reise des Bürgers Dolomieu in den Alpen von T. C. Bruun Neorgard". Der Verfasser war eine Däne, welcher mit dem französischen Geologen die West-Schweiz, den Simplon und den St. Gotthard bereiste.

Beim Herabsteigen an der Südseite des St. Gotthard bemerkt der Verfasser (S. 42): „Airolo hat eine sehr hübsche Lage. Von hier aus machten wir einen Ausflug in das Val Carnaria, eine Meile weit.

Bei der Untersuchung seiner Wände fanden wir Gyps in grosser Menge, mit Glimmer, zum grössten Theile von der Luft angegriffen. Der Dolomit war sehr rein."

Dolomit wird noch an zwei oder drei anderen Stellen des Buches erwähnt, ohne Andeutung, dass der Name neu sei. Es ist daher wahrscheinlich, dass der Name schon einige Jahre früher gebräuchlich war — vielleicht nicht viel später als nach der Veröffentlichung des Briefes vom Jahre 1791.

Der Mineralog Werner war mit Dolomieu sehr befreundet und sie schrieben einander fleissig. Es ist möglich, dass der Name zuerst von Werner angewandt wurde.

Fournet sagt in seiner „Geschichte des Dolomites" ausdrücklich, dass der Name Dolomieu's dem Gesteine wegen der Beobachtungen gegeben worden sei, welche er über sein Vorkommen in Tirol gemacht und dass die neue Bezeichnung bald alle alten verdrängte, welche theilweise im Gebrauche waren, wie „Bitterspat" nach Emmerling; „rhombischer Spat" nach Werner; „Muricalcit" nach Kirwan; „Magnesiaspat" nach Bergmann und „Magnesia und kohlensaurer Kalk" nach Hauy.

Sowohl aus dem Obbesagten als auch nach den neuesten Forschungen geht hervor, dass Dolomit und Magnesit sich theils durch directen Absatz aus Wasser, theils durch Umwandlung aus Kalkstein unter verschiedenen Bedingungen bildet. In letzterem Falle kann dies erfolgen, wenn Wasser mit doppeltkohlensaurer Magnesia in Lösung — zumeist den Quellen entstammend, — die Kalkmassen durchdringt, und die Magnesia gegen Kalkerde umtauscht und das Doppelsalz zurücklässt, oder, dass kohlensäurehältiges Wasser den Kalk auflöst, wegführt, und Magnesia oder Dolomit zurücklässt; endlich entstehen Dolomite auch durch die Einwirkung der im Meerwasser enthaltenen Magnesiasalze auf die in Bildung begriffenen Kalksteine.

Der Dolomit ist sehr brüchig, häufig deutlicher krystallisirt als der Kalkstein und besteht aus regellos durcheinanderliegenden und nur lose zusammenhängenden rhomboëdrischen Krystallchen.

Die sogenannte Dolomitasche findet sich in Rauchwacken vor. Diese sind Kalksteine oder Dolomite (Zellenkalk, Zellendolomit) von einem zerfressenen schwammartigen Ansehen und von Hohlräumen durchzogen, in welch' letzteren die Dolomitasche als weisses, aus reinem Dolomit bestehendes Pulver eingeschlossen vorkommt.

Nachstehend folgt ein Verzeichnis über die in Oesterreich-Ungarn vorkommenden beachtenswerteren Fundstätten von Dolomiten und Magnesit (siehe Tabelle Seite 234), wobei zu bemerken ist, dass die dolomitischen Kalke und Mergel hier ausgeschlossen wurden, weil über erstere bei Weisskalken über letztern bei Cementkalk bereits abgehandelt worden ist.

Wie am Eingange dieser Abhandlung bereits erwähnt wurde, ist es sichergestellt, dass sowohl aus Dolomit als aus Magnesit ein für Bauzwecke sehr taugliches Bindemittel erstellt werden kann.

Dass bis nunzu die aus diesen Mineralien erstellten Producte in der Bautechnik namentlich im Inlande sich nicht Bahn brechen konnten, liegt wohl darin, dass zu den vielen Versuchen nicht immer ein vollends taugliches Product und eine noch nicht sicher gestellte Fabrikationsweise angewendet wurde, wobei auch eine unrichtige Behandlung bei der Mörtelbereitung, zumeist zu nicht zufriedenstellenden Resultaten beigetragen hat. Ein weiterer allbekannter Umstand ist darin zu suchen, dass dieser neue Bauartikel gleich vielen anderen grossen und kleinen Erfindungen und Neuerungen den gewissen unvermeidlichen Läuterungsprocess durchmachen muss, um seine Rechte als thatsächlich vorzügliches Mörtelmateriale geltend zu machen.

Vor mehreren Decennien hat Professor Redtenbacher in Wien sehr eingehende Studien und Versuche mit Dolomit angestellt und gelangte zu so glänzenden Resultaten, dass auf Grund dieser und unter der Leitung Hauenschild's im Jahre 1872 eine „Weiss-Cement-Actien-Gesellschaft" in Mödling Nieder-Oesterreich ins Leben gerufen wurde. Dieses Etablissement konnte sich in Folge der im Jahre 1873 eingetretenen finanziellen Krise nicht lange behaupten.

Ueber dieses Product beziehungsweise über „dolomitische Cemente" und ihre Bedeutung für Bauwissenschaft und Architektur, hielt H. Hauenschild im Jahre 1873 einen sehr interessanten Vortrag, dessen Reproduction umsomehr hier Platz finden soll, als seine theoretischen Anschauungen mit den bisher gemachten praktischen Erfahrungen bis auf einige Punkte, über welche Hauenschild zu jener Zeit noch keine richtige Anschauung erlangen konnte, übereinstimmen.

Post-Nr.	Localität	In Salzsäure unlösliche Silicate	Kieselsäure	Eisenoxyd	Eisenoxyd und Thonerde	Kohlensaurer Kalk	Kohlensaure Magnesia	Kohlensaures Eisenoxydul	Phosphorsaures Eisenoxyd: Kalk	Phosphorsaures Eisenoxyd: Eisen	Kohlensaures Kali	Kohlensaures Natron	Chlor	Analytiker
1	Weiss-Cement-Actien-Gesellschaft in Mödling, Nied.-Oest.	.	.	.	.	57,39	37,96	.	.	.	.	.	.	—
2	Losenstein bei Steyr in Ob.-Oest.	.	7,2	1,5	.	52,1	38,0	.	.	.	.	.	.	k. k. geol. R. A.
3	Gross Turrach-See bei Schärding in Ob.-Oest.	6,15	.	3,10	.	51,50	38,87	.	.	.	.	.	.	dto.
4	Altenreuth bei Drosendorf, Nied.-Oest.	6,7	.	.	.	51,4	39,1	.	.	.	.	.	.	C. v. Hauer
5	Tradigist, Nied.-Oest.	.	.	.	.	58,04	41,8	.	.	.	0,16	.	.	Dr. Linke
6	Holigstein bei Nied.-Hollabrunn	1,23	.	.	.	53,05	34,73	11,6	.	.	.	.	.	John
7	Canzonali bei Predazzo in Tirol	.	.	.	.	80,8	18,4	.	P 05	0,6	.	.	.	k. k. geol. R. A.
8	Gaisberg bei Brixen in Tirol	1,2	.	.	12,8	56,2	28,0	.	.	.	.	.	Spur	dto.
9	Kogel bei Brixlegg	.	.	.	.	54,0	37,0	12,0	.	.	.	.	.	dto.
10	Kundl im Unter-Innthale	3,5	.	.	.	56,6	36,8	3,4	.	.		.	.	dto.
11	Costa di Vent. Süd-Tirol	Spur	.	.	.	56,88	43,12	.	.	.	.	.	.	John
12	Umgegend von Eperies	2,14	1,23	.	.	54,12	42,18	.	0,39	0,35	0,17	0,11	.	Dr. Ulbricht
13	Neudorf bei Theben	4,10	.	.	1,72	57,10	37,08	.	.	.	.	.	.	John
14	Borsek in Siebenbürgen	.	.	.	.	52,0	45,0	3,0	.	.	.	.	.	Aus dem Werke des M. J. Ackner Mineralogie Siebenbürgens.
15	In Waidahunyad und in Szebes bei Hermannstadt	.	.	.	.	52,0	46,5	0,5	.	.	.	.	.	dto.
16	Horn in Nied.-Oest.	.	.	.	.	.	95,1	4,2	.	.	.	.	.	John
17	Semmering bei Gloggnitz in Nied.-Oest.	.	1,29	.	.	3,89	89,22	5,10	.	.	.	.	.	k. k. geol. R. A.
18	Mitterdorf in Steiermark	.	0,76	.	.	1,40	94,75	3,42	.	.	.	.	.	—
19	Tragössthal bei Bruck an der Mur in Steiermark	0,09	.	.	.	Spur	99,22	0,69	.	.	.	.	.	C. v. Hauer

Der Vortrag Hauenschild's lautet:

„Zur Präcisirung der mir vorliegenden Aufgabe erlaube ich mir vorauszuschicken, dass ich unter dolomitischen Cementen nur jene verstehe, welche ihre Wirksamkeit lediglich dem Gehalte an Magnesia und Kalk verdanken, also aus kieselsäurearmen Dolomiten erbrannt sind und schliesse von meiner Betrachtung jene zahlreiche Classe sogenannter dolomitischer Cemente aus, deren Leistungsfähigkeit durch Hydrosilicatbildung bedingt wird, die also aus kieselsäurereichen magnesiahältigen Mergeln erbrannt werden.

Letztere Classe war es, welche die magnesiahältigen Cemente in Misscredit brachte; dieses Misstrauen war auch theilweise berechtigt, denn in der Regel werden dolomitische Mergel so stark gebrannt, dass ihr Magnesiagehalt die Anhydritform annimmt, gar nicht oder erst im Laufe der Zeit Wasser aufzunehmen im Stande ist.

Die Folge davon ist, dass solche Cemente entweder an Bindekraft einbüssen, da ihr Magnesiagehalt als inerte Masse wirkt, oder dass sie auch später zu treiben beginnen und sich dann ähnlich verhalten, als ob ihnen überbrannter Gyps beigemengt wäre. Zwar fanden manche Fabrikanten Mittel, diese Uebelstände ganz oder theilweise zu vermeiden, aber allgemeinen Eingang vermochten sich wenigstens bei uns dieselben nicht zu verschaffen; ich habe bei Gelegenheit der Prüfungscommission der Hochquellenleitung für hydraulische Kalke die Erfahrung gemacht, dass Fabrikanten den bedeutenden Magnesiagehalt ihrer Cemente absichtlich verschwiegen, um nicht concurrenzunfähig zu werden.

Indessen wurden schon seit Längerem und unabhängig von einander Studien über die verkittenden Eigenschaften der Magnesia gemacht, und zwar besonders von Deville, Pasley, Michaëlis und auf Anregung meines verstorbenen Lehrers Redtenbacher, von mir.

Dieselben führten von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend im Wesentlichen zu den gleichen Resultaten: die Magnesia sowohl an und für sich als auch in Verbindung mit Kalk (als Dolomit) besitzt hervorragende cementirende Eigenschaften.

Namentlich brachten auch meine vergleichenden praktischen Proben die sonderbare Thatsache ans Tageslicht, dass die reine Magnesia aus Magnesit erbrannt, bei weitem nicht so kräftig kittend wirkt, also viel weniger Sand verträgt, als in Verbindung mit Kalk aus Dolomit erbrannte.

Während man glauben sollte, dass der im gebrannten Dolomit seiner Kohlensäure noch nicht beraubte Kalkgehalt als inerte Masse die Bindekraft beeinträchtigen sollte, findet in Wirklichkeit das Gegentheil statt, ja während gebrannter Magnesit nur das Anderthalbfache bis höchstens Zweifache seines Volumens an Sand verträgt,

bildet mit dem 6—8fachen Volumen Sand bereiteter gebrannter Dolomit noch so festen Massen, dass sie an Tragfähigkeit den mit drei Theilen Sand gemengten Roman-Cementen vollkommen entsprechen.

Die Ursache dieser abnormen Erscheinung kann offenbar nur in dem Kalkgehalte der Dolomit-Cemente liegen, und wirklich gelang es mir, dieselbe aufzufinden.

Das Kalkcarbonat wird durch Erhitzung bis nahe an die Grenze seiner Zersetzung physikalisch umgewandelt, es bildet sich aus dem krystallinischen amorphes Kalkcarbonat, welches ähnlich wie die amorphe Kieselsäure Wasser aufzunehmen im Stande ist und krystallwasserhältigen kohlensauren Kalk bildet, der leicht vorstellbarer Weise verkittend wirken muss. Dass derselbe in der Natur wirklich existirt, ist auch von Rammelsberg nachgewiesen worden, und zum ersten Male wird jetzt ein in der Theorie der Chemie neues Factum praktisch richtig.

Theoretisch besteht demnach mit Wasser angemachter Dolomit-Cement aus Magnesiahydrat und wasserhaltigem Kalkcarbonat. Beide sind im Wasser unlöslich und darauf beruht auch die Eigenschaft der Dolomit-Cemente wasserbeständig zu sein.

An der Luft erhärtet, nimmt aber das Magnesiahydrat analog dem Kalkhydrat mit Begierde Kohlensäure auf und verwandelt sich allmälig in Magnesia-Carbonat. Daraus erklärt sich auch die eminent grosse Festigkeit, welche Verputz mit Dolomit-Cement an der Aussenseite von Mauern und insbesondere an der Wetterseite annimmt.

Gerade der Umstand, dass die Kohlensäure der Luft hier conservirend einwirkt, während sie bekanntlich bei allen Silicat-Cementen destruirend wirkt, verschafft den Dolomit-Cementen bei Verwendung zu Hochbauten gegenüber den letzteren einen absoluten, nicht hoch genug anzuschlagenden Vortheil.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass Verputzflächen mit Cement die Tendenz zum Abblättern besitzen; die Kohlensäure, welche namentlich aus bewohnten Räumen durch die Mauern diffundirt, verdichtet sich in den Poren des Verputzes, die Kieselsäure wird durch die Kohlensäure aus ihrer Verbindung mit dem Kalke verdrängt, es tritt eine moleculare Dislocation ein, welche sich in einer gewissen Spannung der ganzen Masse, bei starken Temperaturveränderungen in Haarrissen und demnächst durch eindringendes Wasser in Abblättern namentlich nach eingetretenem Frost, offenbart.

Praktisch bedeutend ist auch die bekannte Eigenschaft der Magnesia, mit Ammoniak eine krystallinische, vollkommen unlösliche Verbindung einzugehen.

In Stallungen, Aborten und Canälen entwickeln sich bedeutende Quantitäten Ammoniak, welche an der Luft zu Salpetersäure oxydirt, die Ursache des Mauerfrasses werden. Die grosse Verwandtschaft der Magnesia zum Ammoniak bewirkt nun schon unmittelbar eine Verbindung derselben, bevor sich Salpetersäure bildet und verhindert hierdurch den Mauerfrass auf die einfachste Weise.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Dolomit-Cemente für die Bauwissenschaft von hohem Interesse sind und dass sich theoretisch nur Gutes von ihnen erwarten lässt.

Was die Bedeutung der Dolomit-Cemente für den praktischen Architekten anbelangt, so ergibt sich dieselbe theilweise schon aus dem Gesagten und wird durch jahrelange praktische Erfahrungen nach verschiedenen Richtungen hin bestätigt.

Gegenüber dem Cementputz ist hervorzuheben, dass die Eigenschaft des reinen Dolomit-Cementes, eine schöne weisse Farbe zu besitzen, welche leicht alle Farben rein und feurig annimmt, ihn zu Flächenornamentik besonders empfiehlt und dem genialen Architekten ein willkommenes Mittel an die Hand gibt, seine Ideen ästhetisch wirksam zu gestalten. Allerdings ist gegenwärtig das naheliegende Problem, plastische Ornamente aller Färbungen daraus darzustellen, praktisch noch nicht vollständig gelöst, da der Dolomit-Cement nicht so rasch und mit grossem Wasserzusatz erhärtet wie andere Cemente, jedoch liegen vielversprechende Versuche vor, die in kurzer Zeit zum Ziele führen werden.

Als Mörtel verwendet, besitzt der Dolomit-Cement unschätzbare Eigenschaften, da er trotz sehr bedeutendem Sandzusatz — in praxi das 5—6fache seines Volumens — in kurzer Frist eine Härte und Tragfähigkeit erlangt, wie sie Luftmörtel gewöhnlicher Art nie zu erreichen vermag. Vergleichende Festigkeitsproben mit altrömischen Mörtelmassen aus der Campagna ergaben das schöne Resultat, dass bloss 30 Tage alter Dolomit-Cement sich durchwegs um das Doppelte bis Dreifache übertraf.

Im Allgemeinen erreichen die Dolomit-Cemente im Durchschnitte von 36 Festigkeitsproben:

Rückwirkende Festigkeit 148 kg pro cm^2.

Höchste Zahl = 209 kg pro cm^2.

Absolute Festigkeit aus der relativen mittelst der Michaëlis'schen Formel

$$K = \frac{Pl.\ 2{,}55}{b\ h^2}$$ berechnet: 16,5 kg pro cm^2.

Höchste Zahl: 19,8 kg pro cm^2.

Demgemäss übertreffen sie wirklich an Festigkeit weitaus die meisten Cemente und werden nur von den besten Portland-Cementen

überholt, indem unter 60 vergleichenden Versuchen nur 12 die obigen Zahlen übertrafen.

Dabei kommt in Betracht, dass bei der Bereitung des Dolomit-Cement-Mörtels weniger verdorben werden kann, wie bei rasch abbindenden Cementen, da die Masse im Mörtelkasten nicht unter 24 Stunden erstarrt.

Jedoch ist es auch hier wie bei allen Cementen rathsamer, die Ziegel zu benetzen und den Mörtel steif anzumachen als in Suppenform aufzugiessen.

Da sich ferner, wie aus den Angaben über den Brennprocess hervorgeht, die Erzeugungskosten ceteris paribus absolut niedriger stellen als bei anderen Cementen, und aus einem Centner Dolomit-Cement 8—9 Cubik-Fuss Mörtel dargestellt werden, so lohnt es sich consequentermassen, ihn statt des gewöhnlichen Luftmörtels bei Hochbauten zu verwenden.

Für unsere rasch bauende Zeit ist schliesslich noch der Umstand ausserordentlich wichtig, dass Mauern aus Dolomit-Cement in unglaublich schneller Zeit austrocknen und bewohnbare Räume abgeben; es ist durch Erfahrung festgestellt, dass Wohnungen in zehnfach kürzerer Zeit beziehbar werden, als mit gewöhnlichem Luftmörtel gebaute.

Gegenüber den hydraulischen Cementen ist die Verwendung zu Bauten in lebendigem Wasser versagt, da dass Abbinden nicht rasch genug stattfindet; zu solchen Bauten jedoch, welche erst nach einiger Zeit mit Wasser in beständige Berührung kommen, dem Dolomit-Cemente Zeit zum Abbinden lassen, eignet er sich um so besser, als seine Wasserdichtigkeit so gross ist, dass z. B. eine Platte von 1 cm Dicke eine Wassersäule von 2 Klafter trug, ohne Tropfen durchzulassen.

Möchten meine Beobachtungen und Erfahrungen, die ich soeben mitzutheilen die Ehre hatte, Anstoss geben zur Erprobung derselben und möchte durch Einführung eines in seiner Anwendung vielseitigen, in seinen Eigenschaften vorzüglichen Baumaterials dem gemeinen Wohle ein Dienst erwiesen werden, woran ich bei dem erleuchteten Streben unserer gesammten Bauwelt keinen Augenblick zweifle, dann wäre allerdings die gegründete Hoffnung vorhanden, dass sich die Worte Redtenbacher's auf seinem Todtenbette bewahrheiten: „Der Dolomit-Cement wird für die Baukunst seiner Zeit epochemachend sein.“

So sehr eingehend und präcise in diesem Vortrage die Calcinirung und die Eigenschaften des Dolomit-Cementes klargelegt wurden, so konnte es dennoch bei der fabriksmässigen Darstellung (in Mödling) nicht recht gelingen, ein für Bauzwecke vollends taugliches

und verlässliches Product zu erstellen, da das calcinirte Mineral, zu Mörtel angemacht, sich einerseits sehr stark erwärmte, anderseits erst nach 1 bis 2 Tagen erstarrte, mithin als minderwertiges Bindematerial angesehen wurde.

Diese Eigenschaften des sehr hohen Erwärmens und des sehr langsamen Erstarrens gegenüber dem schnelleren Abbinden und Festwerden der hydraulischen und Cement-Kalke haben in den bautechnischen Kreisen vielfache — jedoch zum Theil unbegründete — Bedenken gegen die Verwendbarkeit der dolomitischen Cemente wachgerufen.

Während der langjährigen Praxis als Cement-Techniker widmete der Verfasser dem Dolomite ein besonderes Augenmerk und es gelang ihm endlich die Verkalkung desselben in einer Weise, dass sein Fabrikat — nicht nur mit hydraulischen, sondern auch mit Cementkalken und mit Stuccatur-Gyps — sowohl hinsichtlich des Preises als der Qualität ungescheut in Concurrenz zu treten vermag.

Auf das vom Verfasser entdeckte Verfahren zur Erzeugung des mit dem Namen „Albolith-Cementkalk“ bezeichneten Fabrikates ist ihm ein ausschliessliches Privilegium verliehen worden.

Eigenschaften des k. k. a. priv. „Albolith-Cementkalkes“.

Der „Albolith-Cementkalk“, welcher wie die Cementkalke im gemahlenen Zustande in weisser Naturfarbe oder in beliebigen Farbennuançen zur Verwendung gelangt, besitzt alle jene Eigenschaften in vorzüglichem Grade, welche an die für Bauzwecke tauglichen Kalke gestellt werden; derselbe bindet je nach der Erzeugungsart oder Convenienz rasch oder langsam ab, erwärmt sich, zu Mörtel angemacht, gar nicht oder nur unbedeutend, ist hydraulisch, somit für Maurerwerke vom Fundament an verwendbar, eignet sich vorzüglich zu Stuccaturarbeiten so wie zu Ornamentabgüssen als sehr willkommener Ersatz für Gyps, — namentlich aber empfiehlt er sich zum Verputz von Façaden und inneren Wohnräumen; — zum Verputz von Façaden, weil er vermöge seiner weissen Grundfarbe alle Farbentöne annimmt, somit das kostspielige Färbeln oder Tünchen entbehrlich macht; — und zum inneren Verputz, weil er der Erzielung von Trockenheit in Wohnräumen weit förderlicher ist als der Weisskalk; denn aus den mit Weisskalkmörtel verputzten scheinbar trockenen Wänden in Neubauten wird durch die ausgeathmete Kohlensäure der Bewohner wieder Wasser aus-

geschieden, während bei Anwendung von „Albolith-Cementkalk“ ein solcher gesundheitsschädlicher Vorgang in Folge der diesem Cemente inwohnenden hydraulischen Eigenschaft nicht stattfinden kann.

Die Bereitung des Mörtels aus Albolith-Cementkalk erfolgt in derselben Weise wie aus anderen Cementkalken, wobei auch hier der Grundsatz aufrecht erhalten werden muss, nicht mehr Mörtel anzumachen, als in den nächsten 1 bis 2 Stunden verarbeitet werden kann.

Der reine Albolith-Cementkalk nimmt auf 1 Volumtheil (leicht geschüttet) 0·42 bis 0·50 Volumtheile Süss- oder Meerwasser an und bildet sodann eine plastische teigartige Mörtelmasse. Bei Sandzusatz wird die Mörtelmasse dünnflüssiger angemacht. Ziegeln, poröse Mauersteine müssen vor der Verwendung mit Wasser entsprechend befeuchtet werden.

Beim Verputz — bei alten Mauern muss der alte Putz vollständig entfernt werden — und in beiden Fällen muss das Mauerwerk vorher in reichlicheren Massen als bei Cementkalkarbeiten mit Wasser besprengt werden. Für den Verputz genügt eine Mischung von 2 bis 3 Volumtheilen groben reinen Flusssand als erster Anwurf und eine Mischung von durchgeworfenen Flusssand von $^1/_2$ bis 1 Volumtheil auf 1 Volumtheil Albolith-Cementkalk, als feiner Verputz. Ueberzieht man den glatten Verputz mit einer 2 bis 3 mm starken Schichte von reinem steif zubereitetem (plastischen) Albolith-Cementkalk-Mörtel, so erhält man eine ausserordentlich glatte, daher sehr widerstandsfähige, marmorartige, schöne weisse Verputzfläche; wird aber getonter (färbiger) Albolith-Cementkalk für den letzteren Zweck angewendet, so verbleibt die Verputzfläche entsprechend der angewendeten Farbe und ist ein Tünchen oder Färbeln überflüssig. Ein solcher Verputz kann zeitweise von dem sich angesetzten Staub etc. durch Abwaschen mit gewöhnlichem Wasser gereinigt werden.

Es sei hier noch die bekannte Thatsache erwähnt, dass nicht die Dicke der Mörtelschicht eine grössere Festigkeit bewirkt, sondern je dünner der Mörtel im Mauerwerk (ebenso beim Verputz) aufgetragen wird, desto fester erstarrt er, indem sich jeder Kalkmörtel ebenso auch der Albolith-Cementkalk mit den Mauersteinen sowohl als mit dem Sande rascher chemisch verbindet.

Wie aus dem Vorgesagten klar hervorgeht, kann der Albolith-Cementkalk in jeder Richtung hin auch den Gyps ersetzen, somit bietet er für Stuccaturarbeiten den Vortheil, dass er — abgesehen des um 100% billigeren Preises in Folge des sehr geringen specifischen Gewichtes — für Stuccatorung mit 1—2 Volumtheilen reinen Sandzusatzes angewendet werden kann. Da ein mit reinem Albolith-

Cementkalk-Mörtel hergestellter feiner Verputz durchs Glätten einen sehr schönen Glanz und Härte erlangt, so ist anzunehmen, dass dieses Material für Stuccolustro eine beliebte Verwendung finden wird. Gyps verträgt bekanntlich höchstens den dritten Theil Sand und wird von Stuccaturern theils mit Sand, theils mit Weisskalk oder Leim etc. zu dem Zwecke gemischt, um ihn langsam bindend zu machen.

Für Façaden-Verputz eignet sich, wie an anderer Stelle schon bemerkt, der Gyps gar nicht, weil solcher nicht wasserdicht, im Winter nach Aufnahme von Regenwasser vom Frost zersetzt wird, daher auch nicht wetterbeständig ist.

Seitens der Union-Baugesellschaft wurden über Veranlassung des Herrn Baudirectors Ritter von Beck und unter Intervention des Herrn Bauinspectors Josef Gratzer mit diesem Baumateriale Versuche in der oberwähnten Weise und mit folgenden Mischungsverhältnissen vorgenommen, wobei sich der Verbrauch an Albolith-Cementkalk pro 1 m² Fläche und 12 mm starken Verputz in nachstehenden Mengen ergab, und zwar:

bei	1 : 6	Gewichtstheile Sandzusatz	3·37	kg	Albolith-Cementkalk
„	1 : 5	„ „	3·93	„	„
„	1 : 4	„ „	4·71	„	„
„	1 : 3	„ „	5·89	„	„
„	1 : 2	„ „	7·78	„	„
„	1 : 1	„ „	11·77	„	„
„	1 : 0	(und bei 2 mm starkem feinen Verputz)	2·00	„	„

Normal-Probekörper, welche öfter unter Wasser lagen, haben nach sechs Monaten folgende Zugfestigkeiten aufgewiesen:

						pro □cm	
1	Theil	Albolith-Cementkalk	mit 3	Gewichtstheilen	Flusssand	12·5	kg
1	„	„	„ 5	„	„	8·6	„
1	„	„	„ 10	„	„	7·5	„

Schliesslich muss noch bemerkt werden, dass trotz dem raschen Abbinden des Albolith-Cementkalkes diesem die Verwendung zu Bauten in lebendigem Wasser versagt ist; zu solchen Bauten jedoch, welche nach einiger Zeit mit Wasser in beständige Berührung kommen, eignet sich der Albolith-Cementkalk um so besser, als seine Wasserdichtigkeit sehr gross ist. Dagegen wird die Erhärtung ausserordentlich gefördert, wenn Maurerarbeiten mit diesem Producte hergestellt, namentlich im Sommer, öfter mit Wasser besprengt werden.

Die Festigkeit des Albolith-Cementkalk-Mörtels kann durch einen 5—10% Zusatz von Ammoniak (Salmiakgeist) oder einer 3—5% Lösung von Chlormagnesium bedeutend erhöht werden.

In letzterem Falle bilden sich Doppeloxydchloride, d. h. Doppel-

verbindungen von Magnesium mit Chlormagnesium, die sehr feste chemische Verbindungen sind und steinharte Massen bilden, welche dem zersetzenden Einfluss der Atmosphärilien, Luft, Kohlensäure, Regen etc. den grössten Widerstand entgegenstellen.

Dieselbe höhere Festigkeit dieses Mörtels wird auch durch Anmachen desselben mit Meerwasser erreicht, welcher Umstand ebenfalls ein Resultat zahlreicher Versuche des Verfassers bildet und seinen Grund in dem Gehalte des Meerwassers an Chlormagnesium findet. Ein mit Seewasser (aus dem adriatischen Meere) bereiteter Albolith-Cement-Mörtel erlangte sowohl an der Luft als im Meerwasser einen bedeutend höheren Grad an Festigkeit als ein solcher mit Süsswasser angemachter.

Mit Aetzkalk geht der Albolith-Cementkalk ebenfalls in eine feste Verbindung ein, dagegen wird jedoch die Festigkeit dieses Cementkalkes durch kieselsaures Kali oder Natron (Wasserglas), durch Kali- oder Natronlauge sowie durch wein- und essigsaure Flüssigkeiten und Holzfarbstoffe beeinträchtigt.

Farbstoffe, welche dem Albolith-Cementkalk beim Façaden-Verputz zugesetzt werden können, sind: Manganschwarz für graue, geschlemmtes Engelroth oder Zinnober für rothe, Schmalte, Ultramarin für blaue, grüner Zinnober, grünes Ultramarin für grüne, Kasselerbraun, Braunstein für braune und geschlemmter Ocker für gelbe Töne. Durch Mischung obgedachter Farbstoffe lassen sich viele geschmackvolle Farbennuancen herstellen. Es sei hier bemerkt, dass es nicht rathsam erscheint, bei Farbenzusätzen über 4% hinauszugehen, weil bei höheren Zusätzen mit Ausnahme des Manganschwarz die Festigkeit des Albolith-Cementkalk-Mörtels immer in Etwas beeinträchtigt wird.

Die innige Mengung des fein gepulverten Farbstoffes mit dem Albolith-Cementkalk erfolgt am sichersten durch mehrmaliges Durchsieben.

Es sei hier noch bemerkt, dass der Verfasser zu seinen sehr umfangreichen Versuchen die Farbstoffe aus der altrenommirten Façaden-Farbenfabrik des Herrn Carl Kronsteiner in Wien, III., Hauptstrasse Nr. 120, angewendet hatte, und die erzielten vorzüglichen Resultate nur der rein chemischen Zusammensetzung sowohl als der Feinheit und feurigen Töne der Farbstoffe zu verdanken hat. Diese Farben zeichnen sich dadurch aus, dass solche durch das Calcium- oder Magnesiumoxyd weder in der Mörtelmasse noch beim Tünchen ihre ursprüngliche Farbe verändern.

Anwendung bei Meeresbauten.

Es wurde bereits (Seite 181) in der Abhandlung über den Einfluss des Seewassers auf hydraulische Mörtel klargelegt, dass die Anwendung

rein silicathältiger Cementmörtel für Meeresbauten, namentlich bei Betonbauten zu solchen Misserfolgen geführt hat, dass die erfahrendsten Ingenieure Vicat, Noël und Néhou u. m. a. sich bewogen fanden, diese Frage einem Studium zu unterwerfen und gelangten endlich zu dem Resultate, dass nur jene Cementmasse in welcher der Aetzkalk — (bekanntlich findet sich in jedem hydraulischen Cemente eine bedeutende Menge freien Kalkes vor) — zum Theil durch Magnesia ersetzt ist, die sonst so schädlichen Magnesiasalze des Seewassers einen weit geringeren Einfluss auf einen solchen Mörtel ausüben können, weil das Magnesiahydrat die Magnesiasalze nicht zersetzen kann.

Dass diese Begründung eben so richtig als alt ist, geht schon daraus zur Genüge hervor, dass z. B. der hydraulische Kalk des L. & E. Pavin de Lafarge in Viviers (Depart. Ardèche) in Frankreich seit circa 50 Jahren bei den Meeresbauten in Toulon, Marseille, Barcellona, Cherbourg, Algier, Suez-Canal etc. nur deshalb sich so vorzüglich bewährt hat, weil solcher nebst einer geringen Menge von Silicaten auch in entsprechenden Verhältnissen Magnesia und Kalk enthält.

Dem Verfasser ist sowohl dieses Rohmaterial als auch die Erzeugungsart des Productes nicht unbekannt, und da in Oesterreich-Ungarn ein gleiches Product vorkommt, so war die Möglichkeit schon längst geboten ein ebenbürtiges inländisches Product für die Meeresbauten in Triest, Fiume und Pola anzuwenden, sohin den Import von derartigen Kalken und Santorinerde bedeutend einzuschränken.

Es ist demnach sichergestellt, dass für Marinebauten sich nur solche Bindemittel zur Verwendung eignen, welche entweder aus einer chemischen Zusammensetzung von geringen Mengen Silicate und einem entsprechenden Verhältnisse von Magnesia und Kalk, oder nur aus Magnesia und Kalk (Dolomite) in gewissen Verhältnissen bestehen.

Hiebei sei bemerkt, dass ein Ueberschuss von Magnesia, welcher nach vollendeter Erhärtung in dem Mörtel im freien Zustande zurückbleibt, nur zur Bildung von Gyps und Magnesiahydrat Veranlassung gibt.

Je schneller der Mörtel erhärtet, desto besser eignet er sich hiezu, weil der Einwirkung dieser Salze auf den Aetzkalk keine so grosse Zeit gestattet wird.

Bekanntlich begünstigt eine mässige Wärme die Erhärtung der hydraulischen Mörtel und da es hiebei vorzüglich auf möglichst rasche Beendigung des chemischen Processes ankömmt, so folgt hieraus, dass die kältere Jahreszeit kein glücklich gewählter Zeitpunkt zur Ausführung solcher maritimer Bauten sei, bei welchen der hydraulische

oder Albolith-Cementkalk-Mörtel der sofortigen Einwirkung des Seewassers ausgesetzt ist.

Diesem nach wäre die Zeit der grossen Hitze äusserst günstig, um Betonirungen und sonstige Bauten im Meere auszuführen und bis zu einem gewissen Punkte könnte dadurch die salinische Wirkung gemässigt und das Spiel der Verwandtschaften in den Bindemitteln beschleunigt werden.

Es muss noch besonders hervorgehoben werden, dass bei Anwendung von silicathältigen oder Albolith-Cementkalk-Mörteln für Marinebauten nicht nur die chemische Zusammensetzung von Silicat, Kalk und Magnesia beziehungsweise Kalk und Magnesia massgebend ist, in welchen Verhältnissen diese Bestandtheile zu einander stehen müssen, um günstige Resultate zu erzielen; es muss auch die Erzeugungsart des Productes, die Procedur der Anfertigung der Werkstücke (Betonblöcke), die Qualität des Sandes und Schotters in Betracht gezogen werden, dann von diesen Bedingungen hängt das Gelingen der ohnehin sehr schwierigen und mit enormen Kosten verbundenen Marinebauten wesentlich ab.

Es erübrigt noch das specifische Gewicht des Albolith-Cementkalkes — als einen für die bautechnischen Kreise wichtigen Factor — hier anzuführen. In nachstehender Tabelle wurden auch die durchschnittlichen Gewichte anderer Bindemittel zur besseren Orientirung für die Calculation der Preiswerte aufgenommen.

Kalksorten			1 Hectol.	1 m³	1 cub.'	100 Kilogr. geben aufgelockert
			wiegt aufgelockert			
			Kilogr.			Hectoliter
Magnesiakalk (Dolomit)	K. k. a. priv. „Albolith-Cementkalk“		54 bis 58	580	$18^1/_3$	1·72
Schwefelsaurer Kalk	Gyps	Alabaster-	84	840	$26^1/_2$	1·19
		Stuccatur-	100	1000	$31^1/_2$	1·00
Silicathältige Kalke	Cementkalk (hydraul. Kalk)	Beociner-	70	700	22	1·42
		Kufsteiner-	85	850	27	1·18
		sogenannte Roman-Cemente	95	950	30	1·05
	Portland-Cement	In- u. ausländischer, im Mittel	140	1400	44	0·75
Kohlensaurer Kalk	Weisskalk, lebendiger, gebrannt in Stücken, im Massgefässe; durchschnittlich		100	1000	30	gelöschten speckigen Weisskalk $1^3/_4$—$2^1/_3$

Die Erzeugung der vorangeführten aus Dolomit zu erstellenden Producte hat der Verfasser als Privilegiumsbesitzer das Ausübungsrecht seines Patentes zunächst der Tradigister Cementfabrik (Post Rabenstein in Nieder-Oesterreich) übertragen. *)

Die Tradigister Cementfabrik hat alle für eine rationelle Fabrikation des „k. k. a. pr. Albolith-Cementkalkes" nöthigen Einrichtungen derart getroffen, dass sie in der Lage ist, jede Bestellung in der solidesten Weise auszuführen.

Es sei hier noch bemerkt, dass in jüngster Zeit am **Wiener** Baumarkte unter den Benennungen: „Marmor-Cement", „weisser Cement", „Dolomit-Cement" etc. ein hydraulisches Bindemittel in den Handel gebracht wurde, welches jedoch den bautechnischen Zwecken nicht entspricht.

Diese Surrogate sind daher hinsichtlich der Qualität nicht mit dem **„k. k. a. pr. Albolith-Cementkalk"** zu identificiren.

Verwendung des k. k. a. pr. Albolith-Cementkalkes (magnesiahältigen Kalkes) in der Landwirtschaft als Düngemittel.

Die Verwendung des gewöhnlichen gebrannten Kalkes als Düngemittel ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt, und ist dessen Wirkung auf den Boden nicht nur eine physikalische durch die Lockerung desselben, sondern auch eine chemische durch die Assimilirbarmachung der im Boden vorhandenen Nährstoffe für die Pflanzen.

Die physikalische Wirkung beruht darauf, dass der Thon des Bodens, sowie der düngende Kalk sich beim Austrocknen und Feuchtwerden verschieden verhalten. Während der Thon durch Feuchtigkeit oder Trockenheit sein Volumen vergrössert oder verringert, verändert der Kalk dasselbe durch die genannten Einflüsse gar nicht, der Boden verliert somit seine Bindigkeit, d. h. er wird lockerer, Luft und Wärme haben freieren Zutritt und können umso besser ihre günstigen Wirkungen auf den Boden ausüben. Ausserdem kommt demselben noch die, aus den Umsetzungen des Kalkes im Boden freiwerdende Wärme zu Gute.

Die chemische Wirkung des Kalkes auf den Boden beruht auf der beschleunigten Zersetzung der organischen Stoffe, Bindung der freien Säure des Bodens, Verwandlung des den Pflanzen schädlichen Eisenoxyduls in Eisenoxyd, Vermittlung der Absorption der Basen durch den Boden und Zersetzung der mineralischen Bestandtheile des Bodens.

*) Bezüglich der Uebertragung des Ausübungsrechtes dieses Privilegiums, so wie betreff Informationen über die Fabrikation von Kunststeinmassen aus Dolomit und Magnesit wolle man sich gefälligst an den Patentbesitzer Anton Tarnawski in Wien, V. Margarethenstrasse 67, wenden.

Ist sohin ein Boden nicht nur sauer, schwer, satt (übernass) und unthätig, sondern auch noch arm an Kalk und Magnesia, so hat man in dem magnesiahältigen Kalk ein nicht zu unterschätzendes Düngemittel, und geht auch das Urtheil hervorragender Fachmänner, unter Anderen des Dr. Ulbricht, emer. k. ung. Professor der landwirtschaftlichen Hochschule in Ung.-Altenburg, dahin, dass der gebrannte **magnesiahältige** Kalkstein ein **vorzügliches Dünge-** und **Meliorationsmittel** ist.

Die oben geschilderten Wirkungen des Kalkes an und für sich schon sind für die Landwirtschaft von unberechenbarem Werte, um so höher sind die vortheilhaften Wirkungen des magnesiahältigen Kalkes auf die besprochenen Gattungen von Böden zu veranschlagen.

Die Menge dieses Kalkdüngers hängt vom Boden und vom Klima ab. Zu leichteren, sandigen, magnesiahältigen Böden ist eine viel geringere Menge als zu schweren, satten, magnesiaarmen Böden nöthig, ebenso im wärmeren Klima weniger als in rauheren Gegenden. Der Düngerkalk wird mit oder auch ohne Stallmist vermengt gegeben und hängt die Stärke des Düngers, d. h. der Antheil des Stallmistes an Magnesiakalk (k. k. a. p. Albolith-Cementkalk) ebenfalls von der Gattung des Bodens ab.

Zum Schlusse wolle noch ein grosses Wort der Rentabilität dieses Kalkdüngers gesprochen werden, nämlich seine geringen Gestehungskosten, denn der magnesiahältige Kalk (aus Dolomit erstellt) wird, wo er nothwendig ist, gewiss überall billiger sein als die theueren, umständlich, weil aus dem Ausland anzuschaffenden, magnesiahältigen Abraumsalze.

Es kann unseren Landwirten dieser magnesiahältige Düngerkalk nicht genug empfohlen werden, und es sei hier noch bemerkt, dass ein mit so hohem Magnesiagehalte (41·8% kohlensaurer Magnesia) vorkommender Kalk in Oesterreich-Ungarn noch gar nicht im Handel erschienen ist.

Magnesit-Cemente.

Der Magnesit (kohlensaure Magnesia) kommt in der Natur ähnlich den Dolomiten als eine krystallinisch körnige, derbe, zuweilen auch ins Schuppige übergehende, theils durchscheinend perlmutterartig glänzende oder auch als dichte weisse Masse von schwach muschligem Bruche vor.

Die fremden Beimengungen namentlich des Eisenoxydul macht ihn für die Fabrikation von Magnesit-Cement unbrauchbar.

Dagegen geben die dichten eisenfreien Magnesite, wenn solche rationell erstellt werden, ein vorzügliches hydraulisches Bindemittel,

was der Verfasser auch durch zahlreiche jahrelange Versuche bestätigt fand. Ein Zusatz von Chlormagnesiumlösung erhöht die Festigkeit bedeutend, und es ist erwiesen, dass ein mit Chlormagnesiumlösung angemachter Magnesit-Cementmörtel sowohl an der Luft als im Seewasser in einer sehr kurzen Zeit eine enorme Härte erlangt hat. Der Grund hiefür liegt wie bei dem Albolith-Cement in den Doppeloxydchloriden, die sich durch die Einwirkung des Chlormagnesiums bilden.

Sowohl amorphe Kieselsäure als kieselsaures Kali (Wasserglas) wirken zerstörend auf den Magnesit-Cementmörtel.

Das Abbinden eines aus Magnesit erbrannten Cementes erfolgt je nach der Erzeugungsart und seiner chemischen Zusammensetzung zwischen zehn Minuten bis zu einer Stunde. Aus diesem Grunde, sowie bei dem Umstande, als sich dieser Cement fast gar nicht erwärmt, eignet sich selber vorzüglichst zum Giessen in Leimformen.

Es ist anzuhoffen, dass dieses Bindemittel namentlich zur Herstellung von Figuren und Ornamenten für Façaden und für alle den Wetterunbilden exponirten Sculpturen in der Bautechnik eine ausgebreitete Verwendung finden wird.“ *)

*) Ueber die Erzeugung brauchbarer Magnesit-Cemente ertheilt der Verfasser ebenfalls jede gewünschte Auskunft.

Anhang.

Erklärung der geologischen Specialbenennungen und Localnamen.

Zur Aufklärung der vielen in der Abhandlung „Die geologischen Verhältnisse“ aufgeführten Localnamen sollen die folgenden Erläuterungen dienen.

Dieselben enthalten in alphabetischer Reihenfolge die für einzelne Sediment-Formationen oder Formationsglieder in Anwendung gebrachten wichtigsten Localnamen oder Specialbenennungen mit kurz gefasster Charakteristik, die sich insbesondere auf die erste Anwendung der Namen und Feststellung des Horizontes beziehen.

Adnether Schichten. Lias. Adneth, Dorf im Salzburgischen bei Hallein. Rother, dünn geschichteter, thoniger Cephalopodenreicher Kalkstein.

Algäu Schichten. Lias. Algäu, Landstrich in Baiern. Graue Mergelkalke, graue thonige Schiefer mit zahlreichen Cephalopoden, dann Fuccoiden, durch welche das Gestein gefleckt erscheint (Fleckenmergel).

Aptychen-Schichten. Jura und Neocom. Jura. Meist röthlich gefärbte, durch Aptychen charakterisirte schiefrige Kalksteine. Neocom. Meist hellweisse, auffallend muschlig brechende Mergelkalke. Zu Neocom-Aptychenschichten sind zu zählen die Lipold's Schrambach-Schichten, die Stollberger Schichten, der Wiener Sandsteinzone u. s. w.

Aussee, Hydraulischer Kalk von. Ob. Trias. Aussee in Steiermark. Merglige Schichten, die zwischen Hallstätter Kalk und dem Salzgebirge zuerst am Ausseer Salzberge nachgewiesen wurden.

Badener Tegel. Neogen. Baden, Stadt in Nieder-Oesterreich. Blauer Thon erfüllt mit einer grossen Menge mariner Conchylien, unter welchen insbesondere Gastropoden vorwalten. Er bildet die tiefste Schichte in den mittleren Partien des alpinen Theiles des Wiener Beckens und wird nicht selten von marinem Sand oder Leitha-Kalk überlagert.

Belvedere-Schichten. Neogen. Belvedere, Palast in Wien. Die Schotter- und Sandablagerungen, welche als oberes Glied der obersten Stufe des Tertiärbeckens von Wien erkannt und deren Verbreitung dann über weite Gebiete im ungarischen Becken u. s. w. nachgewiesen wurde. Sie liegen über den Inzersdorfer oder Congerien-Schichten und lieferten in ansehnlicher Menge Knochen von grossen Säugethieren, beinahe durchgehends Arten, die auch in den Inzersdorfer Schichten vorkommen.

Bleiberger Muschelmarmor. Ob. Trias. Bleiberg in Kärnten, W. von Villach. Bleiberger Schichten. Aus schwarzen Schieferthonen und dunklen Mergeln — zum Theil wie in den Carditа-Schichten mit Oolithstructur — bestehende Schichten, die durch zahlreich eingeschlossene Fossilien oft in eine wahre Muschelbreccie übergehen. Aus dieser Schichtengruppe stammt der irisirende Muschelmarmor, der namentlich häufig in Bleiberg selbst, nicht minder aber auch an anderen Localitäten vorkömmt.

Bunte Keupermergel. Ob. Trias. Rothe und bunte Schiefer, die mit dünnen Lagen von mehr weniger deutlich körnigem Dolomit wechsellagern und in den Westkarpathen, in den die krystallinischen Centralmassen umhüllenden Sedimentgesteinen als höchstes Glied der Trias, über den oft mächtig entwickelten Triasdolomiten, auftreten. Ihre Decke bilden allerorts Kössener Schichten. Stache beschrieb sie zuerst als „bunte Schiefer und Mergel von Banka“ (Banka, Dorf in Ungarn im Waagthale bei Pistyan).

Caprotinen-Kalk. Unt. Kreide. Rauchgrauer, splittrig brechender Kalkstein, charakterisirt durch Caprotina Ammonia, der in Vorarlberg über dem Spatangen-Kalk und unter dem Gault liegt und als ein Aequivalent des weiter im Westen in den Schweizer Alpen weit verbreiteten, zum Neocom gehörigen Caprotinen-Kalkes zu betrachten ist.

Cassianer Schichten. Ob. Trias. St. Cassian, Dorf in Tirol, Bez. Enneberg. Als Kalkmergel von St. Cassian bezeichnete ursprünglich Münster, die durch einen ausserordentlichen Reichthum an Petrefacten ausgezeichneten Mergelschichten, welche, wie die späteren Untersuchungen lehrten, in Süd-Tirol über den Wengener Schichten und unter den mächtigen Schlern-Dolomiten liegen.

Cerithien-Schichten. Neogen. Als Cerithienkalk werden die Schichten von Nexing, Gaunersdorf etc. im Wiener Becken bezeichnet, die insbesondere durch das häufige Vorkommen von Cer. pictum und inconstans, Tapes (Venus) gregaria etc. charakterisirt sind und deren Fauna daselbst, als unter jener der Congerien-Schichten liegend, nachgewiesen wurde.

Chocs-Dolomit. Ob. Kreide. Chocs, Berg in Ungarn, zwischen hoher und niederer Tatra. Die mächtigen Massen von Dolomit und dolomitischen Kalksteinen, welche in dem Gebiet der von C. von Hauer so bezeichneten Centralmassen der Karpathen, wie zuerst von Stur nachgewiesen wurde, über den Neocom-Aptychenschiefern und Fleckenmergeln liegen und vom letzteren als Neocom-Dolomit bezeichnet wurden.

Comen, Fischschiefer von Kreide. Comen, Dorf in Istrien, SSO. von Görz. Bituminöse dunkle Schiefer mit zahlreichen Fischresten, die nach den Beobachtungen von Stache in Istrien unter dem Radiolitenkalk (obere Kreide) liegen.

Congerien-Schichten. Neogen. Die durch eigenthümliche Brackwasser-Fauna ausgezeichneten Thon- (Tegel) und Sandschichten im Wiener Becken, die zuerst in den Ziegeleien bei Brunn am Gebirge genauer studirt und später in weitester Verbreitung im Wiener und ungarischen Becken nachgewiesen wurden.

Cosina-Schichten. Eocän. Cosina, Dorf in Istrien, SO. von Sessana. Eine zumeist aus rauchgrauen Kalksteinen bestehende Schichtengruppe, welche in Istrien und Dalmatien in der untersten Abtheilung der Eocänformation unter den Hauptnummuliten-Schichten und zwar in Hangenden und Liegenden von Foraminiferen-Kalken begleitet auftritt.

Czorsztyner Kalk. Ob. Jura. Czorsztyn, Dorf in Galizien am Dunajec. Plattige und knollige rothe Kalksteine, die in dem südlichen Klippenzuge der Karpathen, wie an der Czorsztyner Klippe constatirt werden konnte, über den rothen Crinoiden-Kalken und unter den bereits titonischen Rogoźniker Schichten liegen.

Dachsteinkalk. Rhätisch. Dachstein, Gebirgsstock im Salzkammergute. Die mächtigen in der Zone der Kalkhochalpen gelegenen Kalksteinmassen mit Megalodus triqueter, die zwischen Triasschichten (Hallstätter Kalk) im Liegenden und Lias (Hierlatz- oder Adnether-Kalk) im Hangenden auftreten.

Dębniker-Kalkstein. Devonisch. Dębnik, Dorf nordöstlich von Krzeszowice im Gebiete von Krakau. Dunkle oft knollige bituminöse Marmore, welche beim genannten Orte gebrochen werden.

Esinokalk. Ob. Trias. Esino, Dorf in der Lombardie östlich vom Komer-See. Grauer versteinerungsreicher Kalk, welcher in den lombardischen Alpen anftritt. Seine Fauna ist insbesonders durch das Auftreten grosser Gastropoden, Natica, Chemnitzia u. s. w. bezeichnet.

St. Florian und Tüffer, Schichten von. Neogen. St. Florian, Dorf in Steiermark, Deutsch-Landsberg O. — Tüffer in

Steiermark bei Cilli. Die in der grossen steirischen Tertiärbucht unter dem Leithakalke auftretenden neogenen marinen Sande, Thone u. s. w., die local sehr verschiedene Ausbildung zeigen.

Flysch. Eocän. Flisch, Bezeichnung für schiefrige Gesteine im Schweizer Dialekt. Fuccoiden-Schiefer und Sandsteine der Alpen und Karpathen. In diesem Sinne ist er gleichbedeutend mit Eocän-Karpathen und Wiener Sandsteine.

Foraminiferenkalke, obere. Eocän. Das oberste, aus Kalkstein bestehende Glied der untersten Abtheilung der Eocänformation in Istrien. Es ruht über den Cosina-Schichten (einer Süsswasserformation) und unter den Hauptnummuliten-Schichten und führt zahlreiche, kleine Foraminiferen, kleine Gastropoden und auch schon einzelne Nummuliten.

Foraminiferenkalke, untere. Eocen. Die tiefste unter den Cosina-Schichten liegende Kalkbank der Eocänformation in Istrien. Sie liegt unmittelbar auf den obersten Rudisten führenden Kreideschichten und hat ausser kleinen Foraminiferen keine organischen Reste, insbesondere auch keine Nummuliten geliefert.

Friedeker Schichten. Ob. Kreide. Friedek, Schloss in Schlesien SW. von Teschen. Baculitenmergel, auf denen das Schloss Friedek steht und in welchen Hochstetter Baculites Faujasii und andere Petrefacten der oberen Kreide auffand.

Gairach, Schichten von. Ob. Eocän. Gairach, Dorf in Untersteiermark, WSW. von Montpreis. Ein grauer Mergel, der die für die Laverda-Schichten des Vicentinischen charakteristische Psammobia Hellowaysii Sow. führt.

Gosau-Schichten. Ob. Kreide. Gosauthal im Salzkammergut. Durch ausserordentlichen Petrefactenreichthum ausgezeichnete in einzelnen Becken im Innern der Kalkalpen auftretende Ablagerungen von Mergel, Sand und Sandsteinen, auch Kalkbänken, die wohl zuerst von Boué in den Vorkommen der neuen Welt bei Wiener-Neustadt näher gewürdigt, und von Lill als Gosau-Schichten bezeichnet wurden.

Gresteuer Schichten. Lias. Gresten, Dorf in Oesterreich, Kreis Ober-Wienerwald, NW. von Gaming. Unter diesem Namen werden die Sandsteine, Schieferthone und Kalksteine, welche in den österreichischen Voralpen den Schichten-Complex bilden, der die Alpenkohle umschliesst, bezeichnet.

Häringer Schichten. Eocän. Häring, Dorf in Tirol bei Kufstein. Durch zahlreiche Pflanzen- und Thierreste charakterisirte Mergelschiefer (hydraul. Kalkmergel) in Becken im Inneren der nördlichen Tiroleralpen, welche die höchste Stufe des dortigen Eocän bilden.

Hallstätter Schichten. Ob. Trias. Hallstatt im Salzkammergut, Kalksteine der oberen Trias der Alpen. Im Salzkammergute liegen sie über den Zlambach-Schichten oder dem hydraulischen Kalk von Aussee.

Haupt-Dolomit. Grenze zwischen Trias und Rhätisch. Die mächtigen, vorzugsweise aus Dolomit bestehenden Massen, die in den baierischen und Vorarlberger Alpen zwischen Kössener Schichten im Hangenden und den obersten Cardita-Schichten im Liegenden auftreten; an ihrer Basis treten häufig Gyps und Rauchwacke, in ihren oberen Schichten die sogenannten Plattenkalke auf.

Hierlatz-Schichten. Lias. Hierlatz, Bergspitze in dem Stocke des Dachsteingebirges im Salzkammergute. Sehr petrefactenreiche, meist roth und weiss geflammte dickbänkige marmorartige, bisweilen aber auch (Grazalpe) graue Kalksteine, die zuerst in den Hochalpen des Salzkammergutes auf Dachsteinkalk aufgelagert beobachtet, später aber auch in anderen Theilen der Alpen sowie in den Karpathen nachgewiesen wurden.

Hlubočeper Schichten. Obersilur. Hlubočep, Dorf in Böhmen, SW. bei Prag. Siehe Kuchelbader Schichten.

Inwałder Kalk. Jura. Inwałd, Dorf in West-Galizien bei Andrychau. Heller petrefactenführender Kalkstein, der beim genannten Orte unter den neocomen Teschner Schiefer zum Vorschein kommt und sich durch eine schiefrige Beschaffenheit von dem massigen Stramberger Kalke unterscheidet.

Inzersdorfer Schichten. Neogen. Inzersdorf, Dorf südlich bei Wien. Gleichbedeutend mit Congerienschichten.

Judina-Kalk. Neocom. Judina, Bergwiese bei Steyerdorf im Banat. Licht gefärbte, feinkörnige oder dichte, von zahlreichen Spatadern durchsetzte Kalksteine, die in inniger Verbindung mit Mergelschiefern im Banater Gebirgszuge auftreten.

Karpathen-Dolomit. Ob. Kreide. Siehe: Chocs-Dolomit.

Klein-Zeller Tegel. Oligocän. Klein-Zell bei Ofen in Ungarn. Ein im Ofen-Graner Gebiet zuerst beobachtetes Thongebilde, welches petrographisch mit dem Badener Tegel des Wiener Beckens grosse Analogien besitzt.

Klippen-Kalk. Die im Karpathen-Sandstein-Gebiete klippenartig emporragenden Kalksteinstücke und Züge, deren Gesteine Pusch als dem Jura angehörig bezeichnet. Die späteren Untersuchungen haben erwiesen, dass an der Zusammensetzung derselben Gebilde vom Alter der oberen Trias bis hinauf zur Kreide Antheil nehmen.

Kössener Schichten. Rhätisch. Kössen, Dorf in Tirol, NW. von St. Johann. Meist dunkelgefärbte Mergelschiefer und Kalk-

steine, mit sehr reicher Petrefactenführung, die zuerst in den östlichen Alpen beobachtet wurden, später aber auch in den Karpathen nachgewiesen wurden. In den Alpen liegen sie meist über dem Hauptdolomit und unter den Adnether Schichten oder Lias-Fleckenmergeln.

Kuchelbader Schichten. Obere Silurform. Kuchelbad in Böhmen bei Prag. Schwarz bituminöser marmorartiger Kalkstein, der nach oben allmälig lichter wird; ist die petrefactenreichste Stufe im ganzen Silurbecken von Böhmen.

Leithakalk. Neogen. Leithagebirge an der österr.-ungarischen Grenze. Hell gefärbter, versteinerungsreicher, bald dichter und fester, bald mehr poröser lockerer Kalkstein, der im Wiener Becken hauptsächlich als Ufergebilde (altes Korallenriff) am Rande der das Becken umschliessenden Höhen auftritt und theilweise unter ähnlichen Verhältnissen auch weit verbreitet im grossen ungarischen Becken vorkömmt.

Lunzer Schichten. Ob. Trias. Lunz, Dorf in Oesterreich, NO. von Gössling. Die kohlenführenden sandig-schiefrigen Gesteine der österreichischen Voralpen, die durch Equisetites columnaris und andere Pflanzenreste charakterisirt werden.

Macigno. Local-Ausdruck für die den Alpen und Karpathen-Sandsteine analogen Gebiete der Apenninen.

Majolica. Provinzialausdruck für die in den lombardischen Alpen auftretenden weissen, muschelig brechenden Mergelkalke, welche über rothem Ammonitenkalk liegen.

Marin-Schichten. Neogen. Die unterste der drei Schichtengruppen, in welche Suess die Tertiärschichten des alpinen Theiles des Wiener Beckens gliedert. Sie besteht aus Thonen (Tegel) Sanden und Kalksteinen (Leithakalk), deren überaus reiche Fauna auf einen Absatz aus Salzwasser schliessen lässt und dabei den Charakter der Mediterranfauna, mit Beimengung subtropischer Formen erkennen lässt.

Mendola-Dolomit. Ob. Trias. Mendola, Berg bei Botzen. Weisser zuckerkörniger Dolomit, der zwischen dem Buchensteiner Kalk und alpinen Muschelkalk (Virgloria-Kalk) in den Süd-Tiroler Alpen auftritt.

Partnach-Schichten. Ob. Trias. Partnachklamm, bei Partenkirchen in Baiern. Schwärzliche, weiche, zuweilen glimmerreiche Mergelschiefer, welche in den Kalkalpen von Nord-Tirol und Vorarlberg über dem Virgloria-Kalk und unter dem Arlberg-Kalk oder dem Partnach-Dolomit liegen.

Raibler erzführende Schichten. Ob. Trias. Raibl in Kärnten S. von Tarvis. Unter dieser Bezeichnung wird der meist

dolomitische Triaskalk der Umgebung von Raibl bezeichnet, in dem die dortigen Blei- und Galmeilagerstätten eingeschlossen sind.

Raibler Schichten. Ob. Trias. Mit diesem Namen wird die Gesammtmasse der oberen Triasgesteine, welche zwischen dem erzführenden Kalkstein von Raibl im Liegenden und dem Dachstein (Haupt-)Dolomit im Hangenden, bei Raibl selbst und in den angrenzenden Theilen der Südalpen entwickelt sind, bezeichnet.

Rhätische Stufe. — Die zwischen der Trias- und Liasformation auftretenden, in den Alpen und Karpathen sowohl durch mächtige Entwicklung, als durch eigenthümliche Petrefactenführung ausgezeichneten Schichtengruppen, als deren eigentlicher Typus die Kössener Schichten und der obere Dachsteinkalk zu betrachten sind.

Rossfelder Schichten. Neocom. Rossfeld, Alpe südwestlich von Hallein in Salzburg. Mergel und Schiefer, zum Theil auch Sandsteine, die meist dunkel gefärbt sind, und in grosser Menge Fossilien, meist Cephalopoden, die der Neocomformation angehören, enthalten.

Sarmatische Stufe. Neogen. Die mittlere Stufe der Tertiärablagerungen des Wiener Beckens zwischen den Congerien im Hangenden und den Marin-Schichten im Liegenden, deren weite Verbreitung nach Osten zu Suess nachgewiesen hat.

Scaglia. Ob. Kreide. Provinzialausdruck für die in den Südalpen weitverbreiteten, Inoceramen führenden Mergel und Schiefer, welche das oberste Glied der Kreideformation bilden.

Schlern-Dolomit. Ob. Trias. Schlern, Berg in Tirol. S. von Klausen. Weisser zuckerkörniger Dolomit, der in Süd-Tirol auf den Cassianer Schichten und unter den Schlern-Schichten liegt.

Schrambach Schichten. Neocom. Schrambachgraben, eine am linken Salzachufer oberhalb Hallein vom Rossfelde herabkommende Schlucht. Die lichten, muschlig brechenden, mergeligen Kalksteine mit Neocom-Aptychen, die im Salzburgischen unter den Rossfelder Schichten und über dem Ober-Almer Kalk (Jura-Aptychenkalk) liegen.

Spatangen-Kalk. Unt. Kreide. Ein in den Schweizer Alpen unter dem Schratten (Caprotinen) Kalk folgendes aus dunklen verhärteten Mergeln und kieseligen zum Theil sandigen Kalken bestehendes Gebilde, welches viele Fossilien enthält und namentlich durch Spatangus retusus charakterisirt wird.

Sphärosiderit-Mergel. Ob. Kreide. Leicht verwitternde mürbe Mergel, welche in den westlichen Karpathen im Waagthalgebiet über den Neocomschichten liegen und von den cenomanen

Praznower Schichten oder von Karpathen (Chocs) Dolomit überlagert werden.

Stramberger Kalk. Tithon. Stramberg, Dorf in Mähren bei Neutitschein. Weisse petrefactenreiche Kalksteine von Stramberg, welche als die oberste Stufe der Tithonformation zu betrachten sind.

Tegel. Neogen. Vulgärbezeichnung für die im Wiener Becken zur Ziegelfabrikation verwendeten bläulich gefärbten, kalkhaltigen Thone, die sich in allen drei Stufen der Neogenformation des Wiener Beckens in grosser Mächtigkeit finden.

Teplitzer Schichten. Ob. Kreide. Teplitz, Stadt in Böhmen. Die lichtgelben oder grauen festen Plänermergel.

Teschner Schichten. Neocom. Teschen, Stadt in k. k. Oesterreichisch-Schlesien. 1. Unterer Teschner Schiefer. Bituminöse feinblättrige Mergelschiefer. 2. Teschner Kalkstein. Lichte, muschlig brechende mit Schiefern wechsellagernde Kalksteine. Sie enthalten wenig Petrefacten. 3. Obere Teschner Schiefer. Schwarze bituminöse Mergelschiefer nach oben in inniger Verbindung mit den Grodischter Sandsteinen, die zahlreiche Neocomfossilien führen.

Totiser Marmor. Lias. Totis, Stadt in Ungarn, westlich von Gran. Der rothe in den Umgebungen von Totis auftretende Liaskalk mit Versteinerungen des unteren und mittleren Lias.

Verrucano. Dyas. Verruca, Berg im östlichen Theil der Monti Pisani in Toscana. Quarzconglomerat, durch ein kalkiges Bindemittel zusammengehalten. Auch grobe oft Porphyrbruchstücke führenden Conglomerate, welche unter Werfener Schichten liegen.

Virgloria-Kalk. Mittl. Trias. Virgloria-Pass in Rhäticon. Dunkle, zum Theil knollige Kalksteine, welche in den Nordalpen über den Gutensteiner Kalken und unter den Partnach-Mergeln und in den Südalpen über den Campiler Schichten und unter dem Mendola-Dolomit liegen. Sie führen die Petrefacten des unteren Muschelkalkes (Wellenkalk).

Werfener Schichten. — Werfen in Salzburg an der Salza. Unter dem Namen Schiefer von Werfen bezeichnete Lill von Lilienbach den an der Südseite des Dachsteingebirges bei Werfen auftretenden Complex von Schiefern, die theils der Trias, theils schon den paläozoischen Formationen angehören. Petrographisch sind sie charakterisirt durch bunte, meist rothe oder grüne Farben und reichliches Auftreten von Glimmer.

Wernsdorfer Schichten. Untere Kreide. Wernsdorf, Dorf in Mähren im Olmützer Kreis, SO. von Neutitschein. Schwarze, glänzende, bituminöse Mergelschiefer, welche in den mährisch-

schlesischen Karpathen über den höchsten Schichten des eigentlichen Neocom und unter Godula Sandstein (Gault) liegen.

Wetterlingkalk. Unt. Kreide. Wetterling, Berg in den kleinen Karpathen bei Smolenitz. Lichtgrauer, splittrig brechender Kalkstein, der in grosser Zahl röhrenförmige Korallen (Dactyloporen) umschliesst und in den kleinen Karpathen, sowie in den zunächst nordöstlich angrenzenden Gebirgspartien über Lias- und Juraschichten und unter dem Hawrana skała-Kalk und Chocsdolomit auftritt.

Wiener Sandstein. — Die Sandsteine der östlichen Ausläufer der Alpen, welche nördlich bei Wien die Ebene begrenzen. Bald wurde ihre Uebereinstimmung mit den Gebilden der Sandsteinzone der nördlichen Alpen überhaupt, dann mit den Karpathen-Sandsteinen, dem Macigno etc. erkannt.

Zaskale, Schichten von. — Zaskale, Dorf in Galizien, SW. bei Neumarkt. Die grauen Mergel (Fleckenmergel), welche an der Basis des Dogger in den karpathischen Klippen auftreten und durch Amm. Murchisonae, scissus u. s. w. charakterisirt sind; über ihnen folgen die weissen Crinoidenkalke.

Zircz, Schichten von. Kreide. Zircz, Markt in Ungarn NW. von Veszprim. Gelblich oder bräunlich gefärbter Kalkstein mit Caprotinen und Radioliten, der im Bakonyerwalde die tiefste Stufe der Kreideformation bildet, über ihm folgen die dem Gault angehörigen Schichten von Nana.

Zlambach-Schichten. Ob. Trias. Zlambach-Gräben im Salzkammergut, westlich von Aussee. Mergel und Mergelkalke, zum Theil wahre Fleckenmergel, petrographisch den Lias- und Neocom-Fleckenmergeln sehr ähnlich, die im Salzkammergute unter den bunten Hallstätter Marmor und über dem Reichenhaller Kalk und dem Salzgebirge liegen. Mojsisovics theilt die Zlambach-Schichten in drei Stufen und zwar von oben nach unten: 1. Dunkle Mergel mit zahlreichen Korallen und eingeschlossenen Gypsmassen, 2. Fleckenmergel von hellerer Farbe, 3. helle oft knollige Kalke.

Kurzgefasste Erläuterung der wichtigeren chemischen Determinationen, Formeln etc.

Unter **Chemie** bezeichnen wir die Lehre von den Kräften und Gesetzen, nach welchen ungleichartige Körper zu einem gleichartigen Ganzen vereinigt, oder gleichartige Körper in ungleichartige Bestandtheile zerlegt werden können.

Körper nennt man jeden Stoff, der in einem bestimmten, nach Aussen abgegrenzten Raume enthalten ist. Die Körper sind gleichartig oder ungleichartig.

Körper, die nicht gewogen werden können, z. B. Licht, Wärme, Elektricität, Magnetismus, werden Inponderabilien genannt.

Als Ursachen der Veränderungen, welchen die Körper unterworfen sind, nehmen wir gewisse Kräfte an, und unterscheiden insbesondere eine **Abstossungskraft** oder **Repulsion** und eine **Anziehungskraft** oder **Attraction.** Durch die Repulsion werden die einzelnen Körper von einander fern gehalten, durch die Attraction einander genähert.

Die **mechanische** Anziehungskraft äussert sich entweder nur zwischen grösseren Massen, auch in die Ferne, und heisst dann **Schwerkraft** oder **Gravitation**, oder findet zwischen kleineren Massen nur in der Nähe statt, und heisst insbesondere **Cohäsion**, wenn die einander genäherten Körper gleichartig, und **Adhäsion**, wenn dieselben ungleichartig sind.

Wenn ungleichartige Körper bei näherer Berührung sich so innig anziehen und einander durchdringen, dass sie ihre besonderen Eigenschaften aufgeben und einen neuen gleichartigen Körper bilden, in welchem die verbundenen Stoffe nicht mehr sinnlich wahrgenommen werden können, so schreiben wir diese Wirkung der chemischen Anziehungskraft oder **Affinität** zu, mit deren Erscheinungen sich zunächst die Chemie beschäftigt. Das Product derselben nennen wir eine **Mischung** oder eine **chemische Verbindung** zum Unterschiede von dem bloss mechanischen Gemenge, das durch die Adhäsion erzeugt wird, und in welchem jeder der verbundenen Körper mit

allen seinen Eigenschaften noch erkannt werden kann. Eine solche Mischung kann auch wieder in ihre ungleichartigen Bestandtheile getrennt werden, wenn die zwischen ihnen bestehende Affinität aufgehoben wird.

Man unterscheidet ein **absolutes** und ein **specifisches** Gewicht. Bei dem absoluten Gewichte bestimmt man die Grösse, womit ein Körper lastet, oder, was dasselbe ist, den Druck, den er auf seine Unterlage ausübt und die Gewalt, mit welcher er zu fallen strebt, ohne zugleich auf seinen Raumumfang oder sein Volumen Rücksicht zu nehmen.

Bei specifischem Gewichte dagegen wird die Grösse der Last mit dem Raumumfange des Körpers in Beziehung gesetzt, indem man sucht, um wie viel leichter oder schwerer ein Körper ist, als ein anderer von gleichem Raumumfange, den man dabei als Einheit annimmt. Zur Vergleichung dient hiebei für feste und flüssige Körper das destillirte Wasser; für luftartige die atmosphärische Luft, deren Gewicht also immer = 1 gesetzt wird.

Bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes fester Körper bedient man sich folgenden Verfahrens:

Man wägt einen Körper von bekanntem absoluten Gewichte, während er frei in destillirtem Wasser schwebt, und dividirt mit dem hiebei sich ergebenden Gewichtsverluste in das vorher gefundene absolute Gewicht desselben. Der Gewichtsverlust des unter Wasser gewogenen Körpers entspricht nämlich genau dem absoluten Gewichte eines gleichgrossen Raumumfanges Wasser, den er verdrängt hat.

Im destillirten Wasser lösliche Körper wägt man unter einer Flüssigkeit, worin sie sich nicht lösen, und multiplicirt zuletzt das erhaltene Resultat mit dem specifischen Gewichte der Flüssigkeit.

Die Gewalt, mit welcher die Cohäsion in den Körpern der gleichzeitig vorhandenen Repulsion entgegenwirkt, erscheint bei den verschiedenen Körpern von sehr ungleicher Grösse, wodurch zunächst die leichtere oder schwierige Verschiebbarkeit und Trennbarkeit der durch sie zusammengehaltenen Theilganze bedingt wird. Wir nennen den hiedurch herbeigeführten Zustand der Körper ihren **Aggregatzustand** und unterscheiden drei Arten derselben, den luftartigen, den flüssigen und den festen.

In den luftartigen oder gasförmigen Körpern waltet die Repulsion so sehr vor, dass die einzelnen Theilchen derselben beständig sich von einander zu entfernen streben und nur durch äusseren Druck zusammengehalten werden; die flüssigen Körper lassen sich schon durch die geringste Gewalt, selbst durch ihr eigenes Gewicht beim Ausgiessen aus Gefässen, in kugelige Tropfen trennen; die festen

oder starren dagegen halten ihre Theile inniger gebunden, und erfordern zu deren Trennung grössere mechanische Kräfte.

In den flüssigen Körpern haben die kleinsten Theilchen oder die **Molecüle** (ein **Atom** ist die kleinste Menge, welche in das Molecül einer chemischen Verbindung eintreten kann), woraus wir uns sie zusammengesetzt denken, noch keine besondere, regelmässige Form, und die Cohäsion ist zwischen ihnen nach allen Richtungen hin in gleichem Grade thätig, so dass diese formlosen Molecüle in allen Punkten ihrer Oberfläche gleichmässig an einander hängen, und nach jeder beliebigen Seite hin gleich leicht von einander getrennt werden können. Man nennt diesen Zustand den **Amorphismus,** und setzt ihn auch als den ursprünglichen aller fester Körper voraus. Während aber einige der letzteren, z. B. Harz, Glas u. s. w. für immer in demselben beharren, nehmen bei sehr vielen anderen Körpern die ursprünglich gestaltlosen Molecüle eine regelmässige Begrenzung an, und lagern sich dann in bestimmten Richtungen inniger an einander. Hiedurch gehen die vorher **amorphen** Körper nunmehr in den **krystallinischen** Zustand über. In diesen krystallinischen Körpern sind demnach die regelmässig begrenzten Molecüle, die wir uns als Flächen oder Blätter denken können, durch ungleiche Wirkung der Cohäsion in gewissen Richtungen weniger fest als in anderen unter sich verbunden, und lassen sich daher auch in diesen Richtungen, die man die Blätterdurchgänge nennt, am leichtesten von einander trennen oder spalten. Ein krystallinischer Körper, dessen Molecüle sich so regelmässig gruppirt haben, dass sie in der äusseren Begrenzung desselben ebene Flächen, Kanten und Ecken von symmetrischer Form und Lage bilden, wird ein **Krystall** genannt.

Manche feste Körper ändern, wenn sie mit hinreichenden Mengen gewisser Flüssigkeiten in Berührung kommen, ihren Aggregatzustand, indem sie gleichfalls flüssig werden und eine sogenannte Lösung bilden. Wohl zu unterscheiden ist die mechanische Lösung von der chemischen Auflösung, bei welcher der feste Körper nicht nur seine Form, sondern auch alle übrigen Eigenschaften einbüsst und mit dem Auflösungsmittel einen neuen vorher nicht verhandenen Körper bildet, so z. B. bietet Zuckerwasser ein Beispiel mechanischer Lösung, indem Zucker und Wasser noch deutlich nach Farbe und Geschmack erkennt werden können. Uebergiesst man dagegen Eisen mit Schwefelsäure, so entsteht eine Auflösung, in welcher sowohl die Eigenschaften des Eisens als die der Schwefelsäure in der Bildung eines mit neuen Eigenschaften begabten gleichartigen Körpers, des Eisenvitriols, untergegangen sind.

Auch zwischen luftartigen und festen Körpern findet zuweilen Adhäsion statt, wie schon der Geruch von Kleidern etc. beweist. Ein

ferneres Beispiel liefern die sogenannten **hygroskopischen** Körper, welche das in der Luft enthaltene Wassergas begierig an sich ziehen, es dann zu Wasser verdichten und hiedurch entweder feucht werden oder sogar zerfliessen, z. B. Steine, Pottasche, Schwefelsäure. Das denselben bloss **adhärirende** Wasser lässt sich durch Erwärmen wieder von ihnen scheiden.

Die meisten Körper bestehen aus zwei oder mehreren ungleichartigen Stoffen, die durch ein bestimmtes Mass von chemischer Anziehungskraft zu einem gleichartigen Ganzen vereinigt sind.

Diese ungleichartigen Bestandtheile der Körper werden einfache Stoffe, Grundstoffe, auch **chemische Elemente** genannt. Man kennt deren bis jetzt 64 und kann dieselben zunächst in zwei Classen, in Nichtmetalle und Metalle, eintheilen.

Nichtmetalle heissen diejenigen Grundstoffe, welche die Wärme und Elektricität nicht leiten. Dergleichen nichtmetallische Grundstoffe sind: Der Sauerstoff, der Wasserstoff, der Kohlenstoff, der Stickstoff, das Chlor, das Brom, das Jod, das Fluor, der Schwefel, das Selen, der Phosphor, das Bor und der Kiesel.

Metalle im weiteren Sinne werden alle diejenigen Grundstoffe genannt, welche die Wärme und Elektricität leiten und einen eigenthümlichen starken Glanz bei völliger Undurchsichtigkeit besitzen. Man unterscheidet leichte und schwere Metalle.

Jeder andere Körper ausser den theilweise obgenannten ist aus zwei oder mehreren dieser Grundstoffe zusammengesetzt und kann in sehr vielen Fällen auch aus denselben zusammengesetzt werden Die **chemische Verwandtschaft,** die diese Verbindungen bewirkt, äussert sich indessen zwischen den einzelnen Stoffen in einem sehr verschiedenen Grade und in der Regel um so stärker, je entgegengesetzter und verschiedenartiger die Stoffe in ihren sonstigen Eigenschaften sind. Von dieser Verschiedenheit in dem Grade der chemischen Anziehung zwischen den einzelnen Stoffen hängt nicht nur die leichtere oder schwierigere Vereinigung, sondern auch die grössere oder geringere Möglichkeit einer Trennung derselben ab. Die Erscheinungen, wo diese Unterschiede chemischer Verwandtschaft sichtbar werden, schreibt man einer **Wahlverwandtschaft** zu, und unterscheidet eine einfache Wahlverwandtschaft, eine doppelte Wahlverwandtschaft, und eine prädisponirende Verwandtschaft.

Ein Beispiel einer einfachen Wahlverwandtschaft soll hier Platz finden. Diese tritt ein, wenn die Verbindung zweier Stoffe = a + b durch einen dritten = c in der Art aufgehoben wird, dass der hinzutretende Stoff c sich mit einem der vorher verbundenen, z. B. mit a vereinigt, dadurch den neuen Körper a + c bildet und den anderen = b aus seiner Verbindung verdrängt und ausscheidet. Z. B.

die Zerlegung der Kreide oder kohlensauren Kalkes durch Schwefelsäure, wobei die Kohlensäure entweicht und schwefelsaurer Kalk oder Gyps zurückbleibt.

Formel für die einfache Wahlverwandtschaft ist:

$$ab + c = ac + b$$

oder $\underbrace{a + c}$ $\underbrace{\text{Schwefelsaurer Kalk}}$

$\left\{\begin{matrix} a & & c \\ & \text{Kohlensaurer Kalk} & \\ b\ .\ .\ . & & \end{matrix}\right\}$ $\left\{\begin{matrix} \text{Kalk} & \text{Schwefelsäure} \\ & \\ \text{Kohlensäure} & \end{matrix}\right\}$

Wenn zwei oder mehrere Stoffe, die zu einander Verwandtschaft besitzen, sich vollständig zu einer chemischen Verbindung vereinigen sollen, so muss jeder derselben in einer bestimmten Gewichtsmenge vorhanden sein. Wird von dem einen oder dem anderen Stoff zu viel angewendet, so bleibt der Ueberschuss frei und geht nicht in die Verbindung über. Diese Gewichtsmenge ist für jeden einfachen Stoff eine andere, und bleibt bei allen Verbindungen, die derselben mit anderen Stoffen einzugehen vermag, unabänderlich dieselbe. Es kann daher in einer Verbindung die Gewichtsmenge eines Stoffes durch bestimmte Gewichtsmengen anderer Stoffe vertreten werden. Die Zahlen, welche diese bestimmten Gewichtsmengen, womit die einzelnen Stoffe sich verbinden und vertreten, ausdrücken, nennt man **Mischungsgewichte, Atomgewichte** oder **chemische Aequivalente** und die Lehre von denselben heisst Stöchiometrie.

Alle Stoffe sind entweder feste, flüssige oder gasförmige; man nennt dies den Aggregatzustand.

Die wichtigsten Verbindungen der einfachen Stoffe sind uns die Säuren, Basen und Salze.

Säuren sind zusammengesetzte Körper von saurem Geschmacke, sie röthen blaue Pflanzenfarben (Lacmus) und bilden mit den Basen Salze, sind negativ elektrisch, d. h. sie scheiden sich am positiven Pole der Volta'schen Säule aus ihren Verbindungen mit den Basen ab. Die meisten Säuren sind Verbindungen des Sauerstoffs mit anderen einfachen oder zusammengesetzten Körpern und sind meist löslich in Wasser.

Nichtsauerstoffsäuren sind z. B. Salzsäure, Blausäure, Flusssäure etc., in denen der Clor, Cyan, Fluor etc. vertreten ist.

Verbindungen von Nichtmetallen unter sich sind im Allgemeinen Säuren und die von Nichtmetallen mit Metallen fast stets Basen.

Basen sind positiv elektrisch, d. h. sie scheiden sich am negativen Pole der Volta'schen Säule aus ihren Verbindungen mit Säuren ab.

Sie bilden mit Säuren Salze oder salzartige Verbindungen, sie färben geröthetes Lacmuspapier wieder blau und gelbes Kurkumapapier braun.

Ein **Salz** ist eine Verbindung einer Säure mit einer Base.

Die Basis bildet das Hauptwort, die Säure das Eigenschaftswort, z. B. schwefelsaurer Kalk (Gyps).

Man unterscheidet nach ihrem Verhalten: neutrale, saure und basische Salze, einfache und Doppelsalze.

Ein einfaches Salz ist schwefelsaures Natron (Glaubersalz). Ein Doppelsalz ist der Alaun, bestehend aus schwefelsaurem Kali mit schwefelsaurer Thonerde.

Die Basen theilt man in **Alkalien, Erden** und **Metalloxyde.**

Alkalien oder Laugensalze haben einen ätzenden, laugenhaften Geschmack, stellen die durch Säuren gerötheten Pflanzenfarben wieder her, bilden mit Säuren Salze. Sie sind: Kali, Natron, Ammoniak.

Die Erden zerfallen in alkalische und eigentliche Erden. Erstere: Baryt, Strontian, Kalk und Magnesia sind im Wasser schwer löslich, wirken alkalisch auf die Pflanzenfarben, bilden mit Säuren Salze, sind unschmelzbar und bilden mit Fetten und Oelen Seifen.

Die eigentlichen Erden: Thonerde und einige seltenere, wie Beryllerde, bilden mit Säuren Salze, die aber im Wasser unlöslich und deshalb geschmacklos sind, wirken nicht auf Pflanzenfarben und sind unschmelzbar.

Oxyde nennt man vorzugsweise Verbindungen des Sauerstoffs, die keine Säureeigenheiten haben.

Von diesen Metalloxyden gehören nur gewisse Metalloxyde zu den Basen und bilden als solche mit den Säuren Salze.

Hat ein Körper mehrere Oxyde, welche als Basen auftreten können, so heisst die höhere Verbindung **Oxyd,** die niedere **Oxydul.**

Enthält ein Oxyd zu wenig Sauerstoff, um als Base auftreten zu können, so heisst es **Suboxyd,** enthält es dagegen mehr als nöthig ist, um eine Base zu bilden: **Superoxyd** und **Hyperoxyd.**

Um das Mischungsgewicht der verschiedenen Stoffe zu bestimmen, muss man einen derselben als Einheit annehmen, und nun untersuchen, wie viel Gewichtstheile man von anderen Stoffen braucht, um mit einem Gewichtstheile des ersteren eine Verbindung zu erhalten. Man wählt hiezu den Wasserstoff oder den Sauerstoff, weil dieser sich mit allen Elementen (ausser Fluor) verbindet, und Sauerstoffverbindungen am meisten vorkommen.

Die für vorliegenden Zweck wichtigeren chemischen Zeichen sollen hier nachstehend, und zwar mit Angabe der neuen Atom-Gewichte Platz finden.

a) Einfache Stoffe (Elemente).

Wasserstoff = H = 1.

Elemente	Chem. Zeichen	Atom-Gewichte
Aluminium	Al	27·4
Calcium	Ca	40·0
Chlor	Cl	35·5
Eisen (Ferrum)	Fe	56·0
Kalium	K	39·0
Kiesel (Silicium)	Si	28·0
Kohlenstoff	C	12·0
Magnesium	Mg	24·0
Mangan	Mn	55·0
Natrium	Na	23·0
Phosphor	P	31·0
Sauerstoff (Oxygenium)	O	16·0
Schwefel (Sulfur)	S	32·0
Stickstoff (Nitrogenium)	N	14·0
Wasserstoff (Hydrogenium)	H	1·0

Es bedeutet: Al, 1 Atom oder 27·4 Gewichtstheile Aluminium; O, 1 Atom oder 16·0 Gewichtstheile Sauerstoff etc.

b) Zusammengesetzte Verbindungen.

Aluminiumoxyd (Thonerde)	$Al_2 O_3$
Calciumoxyd (gebr. Kalk)	Ca O
Kohlensaurer Kalk	Ca O CO_2 oder Ca CO_3
Kalkerdehydrat	Ca O H O
Eisenoxydul	Fe O
Eisenoxyd	$Fe_2 O_3$
Kieselsäure	Si O_3
Kohlensäure	CO_2
Phosphorsäure	PO_5
Schwefelsäure	SO_3
Schwefelsaurer Kalk (Gyps)	Ca O SO_3 oder Ca SO_4
Stickstoffoxyd	NO
Wasser	H O

Der kohlensaure Kalk besteht aus 1 Aequivalent Calcium und 1 Aequivalent Sauerstoff. — Die Kohlensäure aus 1 Aequivalent Kohlenstoff und 2 Aequivalente Sauerstoff.

Mithin nach a) 1 Ca = 40 1 C = 12
1 O = 16 + 2 O = 32
56 44

somit sind 56 Kalk mit 44 Kohlensäure zu kohlensaurem Kalk verbunden.

Der schwefelsaure Kalk (Gyps) besteht aus

1 Ca	= 40	S	= 32	
1 O	= 16	+ O_3	= 48	
	56		80.	

Die 44 Kohlensäure im kohlensauren Kalk können durch 80 Schwefelsäure substituirt werden, da sie ihnen äquivalent sind, um den kohlensauren Kalk in schwefelsauren Kalk zu verwandeln.

Erlass

des k. k. Handelsministeriums vom 27. April 1883 betreffend die Einführung neuer Abkürzungszeichen für die metrischen Mass- und Gewichtsgrössen.

1. Längenmasse.

Kilometer	*km*
Meter	*m*
Dezimeter	*dm*
Centimeter	*cm*
Millimeter	*mm*

2. Flächenmasse.

Quadrat-Kilometer	km^2
Quadrat-Meter	m^2
Quadrat-Dezimeter	dm^2
Quadrat-Centimeter	cm^2
Quadrat-Millimeter	mm^2
Hektar	*ha*
Ar	*a*

3. Raummasse.

Kubik-Kilometer	km^3
Kubik-Meter	m^3
Kubik-Dezimeter	dm^3
Kubik-Centimeter	cm^3
Kubik-Millimeter	mm^3

4. Hohlmasse.

Hectoliter	*hl*
Liter	*l*
Deziliter	*dl*
Centiliter	*cl*

5. Gewichte.

Tonne	*t*
Metrischer Centner	*q*
Kilogramm	*kg*
Dekagramm	*dkg*
Gramm	*g*
Dezigramm	*dg*
Centigramm	*cg*
Milligramm	*mg*

Anmerkung: 1. Zu den Abkürzungszeichen wird in Schrift und Druck lateinische Cursiv-Schrift verwendet.

2. Den Zeichen ist rechts kein Punkt beizusetzen.

3. Die Zeichen werden den Zahlen rechts in gleicher Zeile beigefügt; bei Zahlen mit Dezimalstellen nach der letzten Dezimalstelle.

Der „Bautechniker"

Centralorgan für das österr. Bauweſen, Publications-Organ der Commune Wien, der Wiener Vororte ꝛc., das verbreitetſte österr. Wochenblatt auf dem Gebiete des Bauweſens, trat mit 1. Jänner 1887 in das ſiebente Jahr ſeines Beſtandes.

„Der Bautechniker" bringt Zeichnungen und Beſchreibungen moderner Bauwerke, Artikel aus der Feder bewährter Fachleute und behandelt alle Gebiete der Technik ſowohl praktiſch als auch theoretiſch.

„Der Bautechniker" koſtet mit portofreier Zuſendung: ganzjährig 7 fl. = 14 Mk.; halbjährig 3 fl. 80 kr. = 7 Mk. 50 Pf.; vierteljährig 2 fl. = 4 Mk.

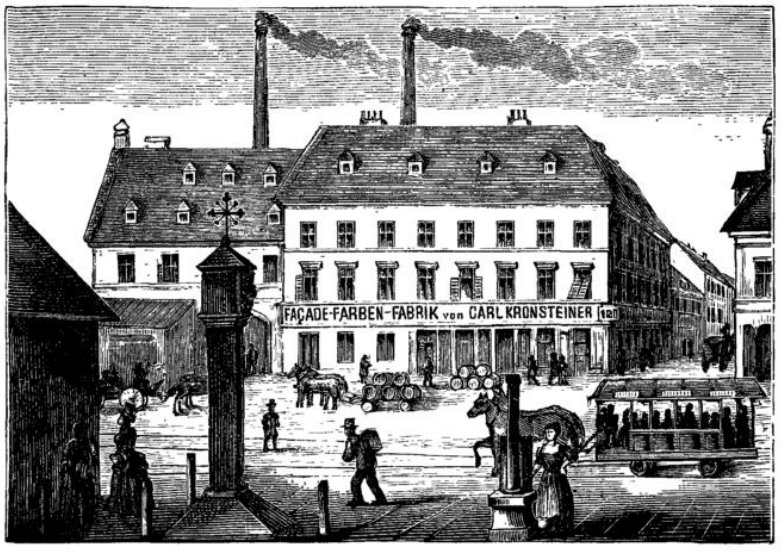
Inſerate, welche im In- und Auslande weitgehendſte und lohnendſte Verbreitung finden, koſten per vierfach geſpaltene Nonpareillezeile 10 kr. = 20 Pf. — Bei größeren Aufträgen Rabatt.

Die Redaction und Adminiſtration

des

„Bautechniker"

Wien, I., Bäckerſtraße Nr. 16.



Erste k. k. ausschl. pr. Façade-Farben-Fabrik

des

Carl Kronsteiner,

Wien, III., Hauptstrasse 120, im eigenen Hause,

Lieferant der erzherzoglichen und fürstlichen **Gutsverwaltungen,** sämmtlicher **Eisenbahnen, Industrie-, Berg- und Hüttengesellschaften,** der meisten **Baugesellschaften, Bauunternehmer und Baumeister,** sowie auch vieler **Fabriks- und Realitätenbesitzer.**

Diese **Façade-Farben** sind seit dem Jahre 1860 in Handel und werden mit Vorliebe zum Färbeln von **Gebäuden** aller Art, insbesondere **Palais, Villen, Kirchen, Schulen, öffentlichen Anstalten,** sowie der inneren **Wohnungsräumlichkeiten** u. dgl. verwendet.

Dieselben sind in 36 verschiedenen Mustern, von 16 kr. per Kilo aufwärts, stets lagernd, werden in trockenem Zustand und in Pulverform geliefert und sind, anbelangend die Reinheit des Farbentones, dem **Oelanstrich** vollkommen gleich. Ausserdem geniessen diese meine **Farben** den besonderen **Vortheil,** dass sie die Mauern nicht beeinträchtigen, während bei dem **Oelanstrich** die **Poren** der **Mauern versiegen,** daher eine **Ausdünstung** der **Wände** nach **Aussen** nicht möglich und die **Feuchtigkeit** an den **inneren Wänden** in kürzester Zeit zum Vorschein kommt. — Diese Farben sind in Kalk löslich und können von Jedermann ohne besondere Manipulation sehr leicht verarbeitet werden. — Zum zweimaligen Färbeln eines Quadratmeters Flächenraumes benöthigt man ca. 10—12 Deka Farbe. **Musterkarten** sowie **Gebrauchsanweisungen** werden auf Wunsch gratis und franco zugesendet.

(Der vielfache Missbrauch, der dadurch getrieben wird, um schlechte, ganz unhaltbare Farben unter meinem Namen in Handel zu bringen, veranlasst mich, vor Fälschungen zu warnen.

Versandt für In- und Ausland.

Für Wien werden Kostenüberschläge gratis besorgt und werden bei Convenienz Renovirungsarbeiten zur Ausführung durch meine empfehlenswerten Baumeister übernommen.

Weniger & Meditsch in Wien,

IV. Hauptstrasse Nr. 23,

„Eisenhandlung zur goldenen Schaufel".

Gegründet 1839.

Lager von **Eisen, Stahl, Blechen, Bau-** und **Möbelbeschlägen, Schrauben, Nägeln, Nieten** und **Drahtstiften.**

Grosses Lager von **Werkzeugen** und **Geräthen** für **Eisenbahn-Hoch-** und **Strassenbauten, Bauunternehmer, Schlosser. Schmiede, Tischler** und **Wagner.**

Magazin für **Kücheneinrichtungen** und **Haushaltungsgegenständen.** — Complette **Kücheneinrichtungen** von **Oe. W. fl. 20.**— aufwärts.

Haupt-Depôt der G. Meditsch's k. k. a. pr. eisernen Zimmerturnapparate für Kinder.

Die Kunststeinfabrik Knittelfeld

Post-, Telegrafen- und Bahnstation Knittelfeld, Steiermark,
empfiehlt
ihre anerkannt trefflichen **Schleif-** und **Polirmittel, Gresheim-Patent-Kittmasse** und Kunststeine aller Art in **Marmor, Granit, Sandstein** etc.

Die allseitig bestbekannte **k. k. a. pr. Steinkittmasse** ist unübertrefflich und unentbehrlich für **Bildhauer, Steinmetze, Mühlsteinfabrikanten** und **Bauunternehmer** für **Kittungen** und **Ausbesserungen** an polirtem **Marmor, Granit, Glas,** ferner Rahm-**Kunststeinmassa** zu Verkleidung von **Ziegelmauer-Façaden,** ausgetretenen **Stiegenstufen** und **Steinausbesserungen.**

NB. Es wird höflichst ersucht, bei Bestellungen anzugeben, welche Steinart gekittet werden soll, um den hiefür geeigneten Kitt liefern zu können.

Corund-Naxos-Schmirgel in Original-Fässern, **Corund-Massasteine, Marmor-Polirsatz** (kein Kleesalz) **zu billigsten Preisen.**



Fabrik und Comptoir: Neufünfhaus bei Wien, Friedhofstrasse 5.

Empfiehlt sich bestens zur Anfertigung von allen Gattungen **Aufschrifttafeln** erhaben gegossen aus allen Metallen als: **Ortschaft-** und **Gassentafeln, Hausnummern, Stocktafeln, Thürnummern, Warnungstafeln, Gradientenzeiger,** überhaupt alle für den **Eisenbahnbau** nöthigen Schilder, Buchstaben für Firmatafeln in allen Grössen etc. zu den billigsten Preisen.

W. J. Rohrbeck's Nachfolger

in Wien,

I. Kärntnerstrasse 59,

liefern alle für die **chemisch-technische Analyse** nöthigen chemischen **Apparate, Geräthe** und **chemisch reine Reagentien** in bester Qualität, ferner **„physikalische** und **naturgeschichtliche Lehrmittel"** zu den billigsten Preisen.

Die Fabrik für

Zink-Ornamente

von

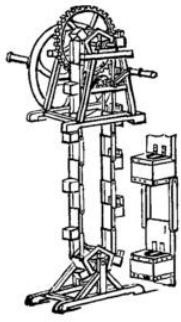
Hermann Jantzen,

k. k. beeideter Schätzmeister,

empfiehlt sich zur Anfertigung aller **Bauspengler-arbeiten,** sowie **Ornamenten** nach Zeichnungen oder eigenen Modellen.

Fabrik: Wien, IV. Weyringergasse Nr. 10.

Zeichnungen und Preis-Courante werden nicht versendet.

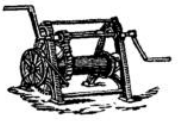


W. Riedl in Wien,

IV. Hundsthurmerstrasse 6,

empfiehlt sein reichhaltiges Lager in **Bau-Requisiten, Ziegel-Aufzugsmaschinen, „Pater noster", Malteraufzügen, Krahnen, Flaschen-Zugrollen, Klobenrädern,** englischen **Differential-Flaschenzügen, Winden, Pilotenschuhe, Pilotenschläger. Rammbären, Schaufeln, Stein-, Grab-** und **Beschlagkrampen** aus Bessemerstahl. **Hanf-** und **Drahtseile, Holz-** und **Eisenkarren, Zug-Schrauben** mit Rechts- und Links-Gewinde, **Sandwurf-gittern, Röhren, Erd-, Stein-** und **Brunnenbohrer** sammt Gestänge, **maschingewebten Stuccatur**-Rohrdecken, **Traversen** und **Bauschienen.**





Illustrirte Preis-Courante mit billigsten Notirungen sende franco zu.

Josef Plaschkowitz,

Jalousien-Fabrikant,

Wien, III. Hauptstrasse 64.

Etablirt 1848.

Empfiehlt alle **Systeme** von **Jalousien** von der **elegantesten** bis zur **gewöhnlichsten** Sorte, ferner die so beliebten **Maschin-Jalousien,** welche den ausgezeichneten Vortheil bieten, dass sie in **jeder beliebigen Höhe, ohne die Schnur anbinden zu müssen,** — stehen bleiben. Für die **geehrten Eisenbahn-Verwaltungen** werden die Jalousien nach den Normal-Plänen geliefert. Für solide und präcise Ausführung und prompte Effectuirung wird jedem P. T. Besteller garantirt.

Ueberschläge und Preis-Courante gratis

Ludwig Neuber

in Eschenau, Post- und Bahnstation Wilhelmsburg

in Nied.-Oesterr.

Empfiehlt reinen, weissen, **feuerfesten Quarzsand** grob und feinkörnig aus eigener **Quarzsandgrube** (bergmännisch gewonnen); **Portland-Cement-Waaren** als: **Pflaster-** und **Dachplatten** bester Form (prämiirt) und vorzüglichster Qualität zu den **billigsten Preisen.**

Der Quarzsand eignet sich auch für Glas- und Wasserglaserzeugung und wird in fein gemahlener oder in beliebiger Korngrösse geliefert.

Franz Wlach

in Wien, III. Lorbeergasse 13.

Fabrik

für Beleuchtungs- und Signalisirungs-Gegenstände für Eisenbahnen, Tramway-, Strassenbahnen und Private.

Erzeuger

der kais. kön. ausschl. privileg

Sicherheitslaternen für Petroleum ohne Glascylinder.

K. k. ausschl. priv.

Wiener Zeichen- Requisiten-Tischlerei

mit

Dampfbetrieb und deutsch-amerikanischen Hobelmaschinen für Massen-Erzeugung von

Franz Menzl

in Wien, VIII. Bezirk, Zieglergasse Nr. 60.

Sport-Drechslerei.

Wilhelm Griess,

Drechsler,

(Mitglied des unter dem Protectorate Sr. kais. Hoheit des Kronprinzen Rudolf stehenden österr. Fischerei-Vereines),

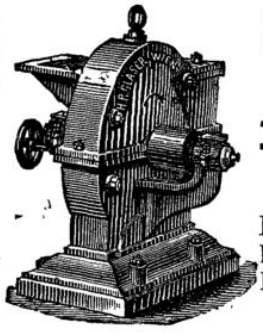
Wien, V. Franzensgasse 6,

(vom 1. Mai d. J. an V. Wehrgasse 7),

erzeugt **alle Gattungen Fischer-Requisiten, Angelstöcke** für jede **Fischerei** aus Dschungl und Hickory. — Räder von Metall und Hartgummi. **Lager** aller **inländischen** und **englischen Angeln, Fliegen, Schnüre** etc.

Alleinige Erzeugung von **vier-** und **sechs**kantigen **gesplissten Bomboo** und syst. **Steward-Forellen-Stöcke.**

Preis-Courante gratis und franco.



H. R. Gläser in Wien,

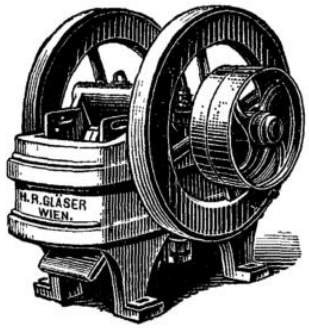
Mariahilf, Stumpergasse 7,

Maschinen-Fabrik für Zerkleinerungs-Maschinen.

Die Fabrik liefert sämmtliche für die **Kalk-, Cement-** und **Gypszerkleinerung** und **Mahlung** erforderlichen **Hilfsmaschinen** wie:

Steinbrech-Maschinen, Desintegratoren (Schleudermühlen), **Brech-** und **Walzenmühlen, Stein-** und **Kollergänge, Elevatoren, Siebe** etc. etc.

Ausführliche Prospecte gratis und franco.



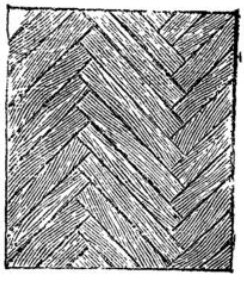
Erste österreichisch-ungarische

Eichenbrettel- und Parquetten-Fabrik

mit Dampfbetrieb,

Wien, Lerchenfeldergürtel 37,

von



Friedrich Braune's Witwe

(unter Leitung des **Bruno Claus**).

Gegründet 1873.

Die **Fabrik** liefert in vorzüglicher Qualität und im fertigen Zustande **vollkommen trockene Eichenbrettel** und **Parquetten,** sowie eichene **Mauerfriesen, Sesselleisten,** weiche **Schiffsböden, Fusstafeln** etc. — Auch übernimmt sie das Legen derselben sowie alle einschlägigen Bautischler-Arbeiten zu den coulantesten Bedingungen.

Kostenüberschläge für **Eisenbahn-** und **Privatbauten** werden bereitwilligst angefertigt und jede Bestellung prompt effectuirt.

C. Ronge,

Wien, V. Margarethenstrasse 67,

„zur Post".

Fabriks-Niederlage aller Gattungen **Schreib-, Zeichen-, Brief-** und **Luxus-Papiere.** Eigene Erzeugung von Block, Schreibheften und rastrirten Geschäftsbüchern.

Lager aller Drucksorten.

P. T. Hauseigenthümer und Administratoren.

Kein Dippelbaumbrand mehr.

Es sind durch Jahre hindurch sehr viele Dippelbaumbrände, und, dadurch Zimmerfeuer zum Ausbruch gekommen. So ist auch ein Schadenfeuer in der Kerzenfabrik VII. Bez. Zieglergasse, (welches das ganze Dach in Asche legte) sowie ein Zimmerfeuer in der k. k. Hofburg und dergl. viele Dippelbaumbrände und Zimmerfeuer, nur durch schlechte **Bauart der Rauchfänge** zum Ausbruch gekommen. Als Sachverständiger halte ich es für meine Pflicht, auf die Entstehungsursache und deren Folgen eines solchen Dippelbaumbrandes aufmerksam zu machen.

Bei einem grossen, sogenannten schlufbaren Rauchfang hat der Rauchfangkehrergehilfe, falls der Rauchfang schadhaft geworden ist, darauf aufmerksam zu machen und die nöthige Reparatur sofort zu veranlassen. Es ist daher bei etwaiger Entzündung des Rauchfanges ein Dippelbaumbrand unmöglich; es kann also bei schlufbaren Rauchfängen bei **aufmerksamer** Behandlung nicht leicht ein Zimmerbrand entstehen. Anders verhält es sich aber mit dem Cylinder, dem sogenannten russischen Rauchfange. Der russische Rauchfang hat in der Regel 6 bis 7 Zoll im Durchmesser. Hier kann der Rauchfangkehrer nicht hinein, er lässt zum Putzen der Rauchfänge ganz einfach seine Kugel und Bürste hinein, kann aber nicht wissen, ob der Rauchfang an irgend einer Stelle in der Nähe der Dippelbäume schadhaft geworden ist. Ein russischer Rauchfang aber bekommt durch die Benützung desselben von Zeit zu Zeit Pech. Was hat nun zu geschehen, damit kein Rauchfangfeuer entsteht? Der Rauchfang wird unter Aufsicht ganz einfach angezündet, das Pech brennt aus und der Rauchfang ist scheinbar in brauchbaren Zustand hergestellt.

Wenn ich nun bedenke, dass durch das oftmalige Ausbrennen der Rauchfänge das Mauerwerk schadhaft wird, wenn ich ferner bedenke, dass durch das Ausputzen mit der Kugel das schon schadhaft gewordene Mauerwerk durch die Kugel noch mehr zerstört wird, wenn ich erwäge, mit welcher Gleichgiltigkeit bei Neubauten von Seite der Arbeiter bei den Rauchfängen gearbeitet wird, z. B. das Mauerwerk zwischen Rauchfang und Dippelbaum beträgt 6 Zoll, ja in manchen Fällen auch nur 3 Zoll, es wird hier bei Einmauerung des Dippelbaumes den Arbeitern streng aufgetragen, keinen Mörtel an das Holz zu geben, was ist die natürliche Folge davon? Bei nicht aufmerksamer Behandlung wird zu wenig Mörtel gegeben, die Fugen zwischen beiden Ziegeln bleiben leer, bei dem üblichen Ausbrennen der Rauchfänge hat das Feuer freien Zutritt zu dem Holzwerk. Das anfangs kleine Feuer glimmt langsam fort und in sechs oder acht Tagen nach Ausbrennen der Rauchfänge ist der Zimmerbrand fertig. Wenn man bedenkt, welche schlimme Folgen ein solcher Zimmerbrand haben kann, so ergibt sich hier die Frage: Ist das Ausbrennen der Rauchfänge unbedingt nothwendig? Ich sage Nein! Hat der Rauchfang Pech gefasst, so soll der Rauchfang mit Lehm angeschmiert werden, der Lehm löst das Pech von der Mauer los, der Rauchfangkehrer putzt mit der Kugel und Bürste den Rauchfang durch und der Rauchfang ist wieder ordentlich hergestellt.

Ich erlaube mir daher, alle P. T. Herren Hauseigenthümer, in deren Häusern sich genannte Rauchfänge befinden, in ihrem, sowie im Interesse sämmtlicher P. T. Parteien auf diese rationelle Art der Behandlung, die vor den schlimmsten Gefahren schützt, aufmerksam zu machen Hochachtungsvoll

Carl Denk,

Bürger und Stadtmaurermeister,

Tuchlauben 13 in Wien.

WIEN, December 1881.

18

Franz Würbel,

Lithograf,

empfiehlt sich zur Anfertigung aller Arten von

Zeichnungen

in

Kreide, Feder und gravirter Manier.

Besonders aufmerksam mache ich auf meine lithografirten

Pracht-Portraits.

Atelier:

Wien, Wieden, Lambrechtsgasse 11.

Fig 1

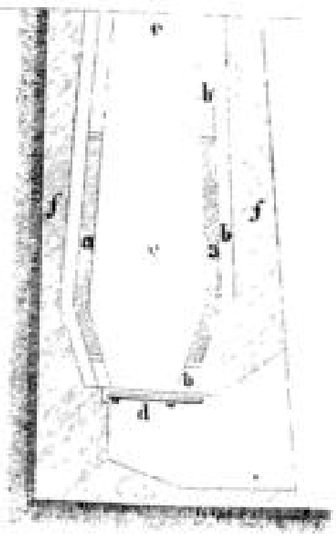
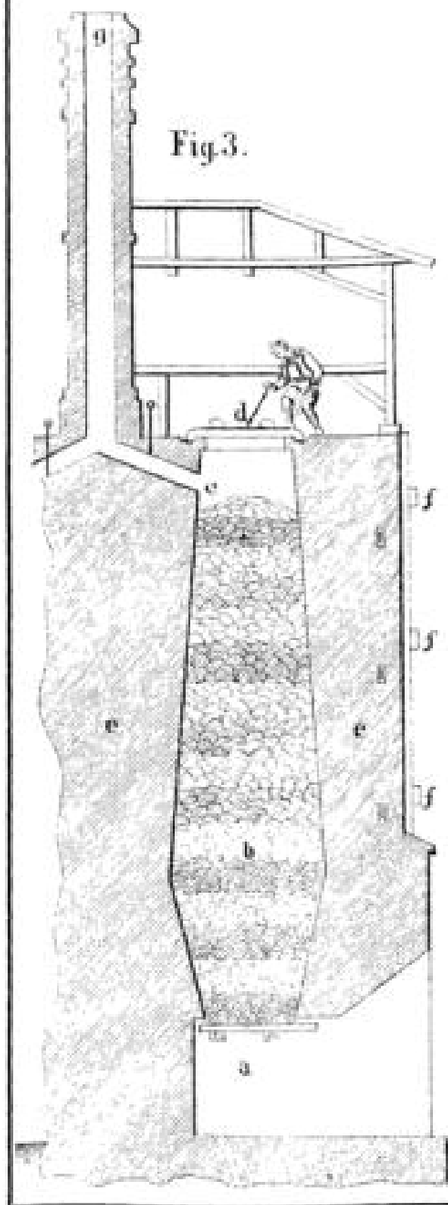


Fig.3.



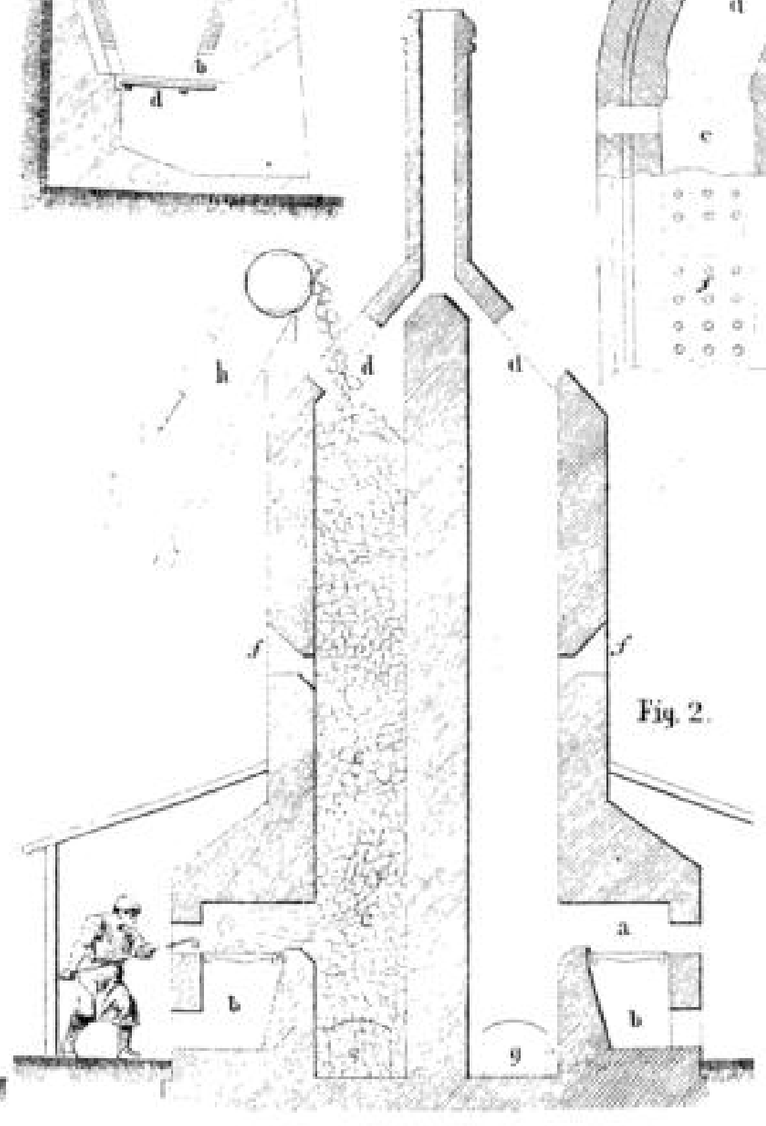


Fig. 2.

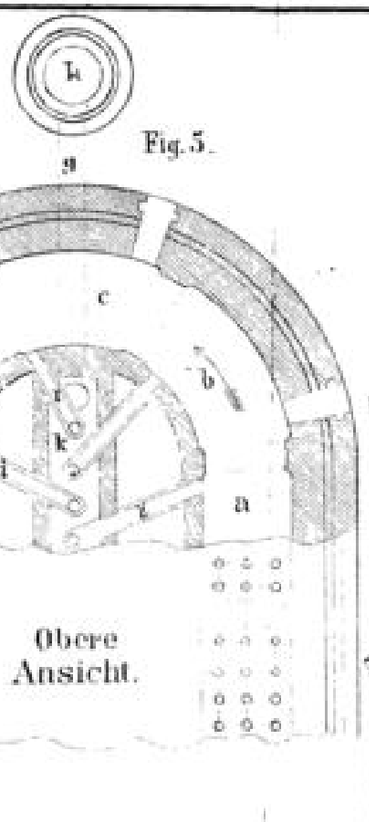
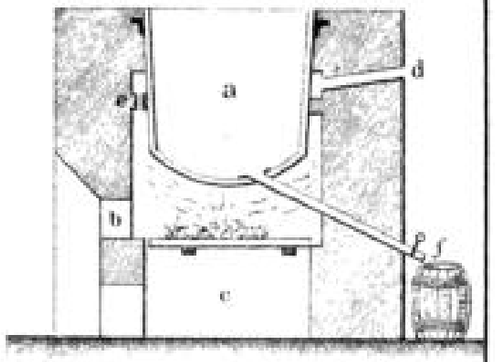


Fig.5.

Obere Ansicht.

Fig.6.



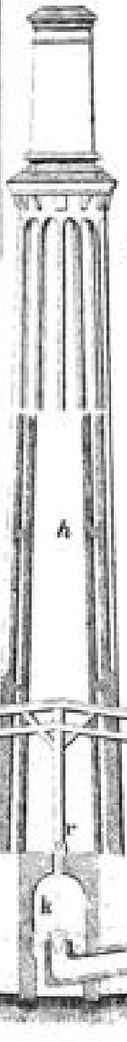


Fig.4.

Tarnowski Kalk, Gyps, Cementkalk und Portland-Cement.

Lith. Anstalt v. J. Thuner in Brünn.