

digkeit, mit der relativ schwache Salzlösungen die Schwefelsäure abzuspalten vermögen, wird man die Erklärung durch chemische Reaktionen völlig fallen lassen müssen und die oben geschilderte kolloidchemische Theorie als mindestens sehr wahrscheinlich gelten lassen können.

Tut man dies aber, so wird das gleiche für die folgende Beobachtung gelten, bei der es an sich fraglich wäre, welcher Ursache die Erscheinung entspringt.

Bei einer Untersuchung des Harzes nach 14 Monaten war dies nämlich merklich spröder geworden. Bei der Ausschüttelung der Benzollösung mit Wasser wurde bei mehrfachem Ausschütteln eine Menge von 0,17% SO_3 der Benzollösung entzogen. Die folgenden Ausschüttelungen ergaben nur noch jedesmal weniger als 0,02% SO_3 .

Nach weiteren 4 Monaten war die so extrahierbare Menge auf 0,34% gestiegen, und die Benzollösung gab schon nach 3 tägigem Stehen den Rest (gefunden 0,58%; berechnet 0,61%) an Wasser ab. Da mit diesem Versuch der Harzvorrat erschöpft war, ließ sich die Erscheinung leider nicht weiter verfolgen.

In Analogie mit den oben gegebenen Darlegungen wird man diese Veränderung als eine Alterungserscheinung im kolloidchemischen Sinne auffassen können.

Zusammenfassung.

Ein 0,38% S = 0,95% SO_3 enthaltendes Cumaronharz gab aus benzolischer Lösung keine Säure an Wasser ab. Erst nach mehrtägigem Stehen der Benzollösung ließ sich Schwefelsäure mit Wasser ausschütteln. Durch Schütteln mit Salzlösungen (KCl , NaCl , BaCl_2 , CaCl_2 , AlCl_3) wurde Schwefelsäure schon nach wenigen Minuten der Benzollösung entzogen. Dies geschah um so rascher, je höher die Wertigkeit des Kations war. Diese Tatsache läßt sich kolloidchemisch dadurch erklären, daß im ersten Fall (beim Stehen) durch Altern, im zweiten (Salzlösungen) durch Koagulation eine Dispersionsverringerung eintritt, die die adsorptiv gebundene Schwefelsäure frei werden läßt. Nach über ein Jahr langer Aufbewahrung des Harzes ging die Ausschüttelung der Säure leichter vor sich. Auch dies läßt sich durch die Annahme von Alterungserscheinung auf gleichem Wege erklären. [A. 104.]

Einhundert Jahre Portlandzement. III.

Von K. GOSLICH, Dr. phil. u. Dr.-Ing. E. h.

(Eingeg. 17./5. 1924.)

Nachdem ich in zwei früheren Aufsätzen¹⁾ die Entwicklung des Portlandzements in chemischer Beziehung und in seiner fabrikmäßigen Herstellung besprochen und angedeutet habe, daß der Portlandzement berufen war, die Ingenieurbaukunst zu revolutionieren, so bleibt mir jetzt noch übrig, den Siegeszug des Portlandzements zu schildern.

Bis 1855 wurde Portlandzement ausschließlich in England hergestellt und in kleinen Mengen auf das Festland ausgeführt, und zwar in bushels (etwa 1 Scheffelsäcke). In Deutschland wurde er meist in Holzfässer von 4 Zentnern umgepackt und zu 20 £ pro Faß verkauft. Aber auch die erste Zementfabrik, die Stettiner, konnte bei dem früher geschilderten teuren Herstellungsverfahren ein Faß nicht unter einem Friedrichsd'or (5 Taler 20 Sgr.) abgeben. Man mußte also mit dem teuren Baumaterial sehr sparsam umgehen. Wie gering der Verbrauch damals war, geht daraus hervor, daß dem Stettiner Unternehmen eine „unglaubliche Leichtfertigkeit“ vorgeworfen wurde, als es beabsichtigte, 25 000 Faß jährlich in Deutschland abzusetzen.

¹⁾ Vgl. Z. ang. Ch. 37, 265, 297 [1924].

Der Verbrauch beschränkte sich demgemäß auf Wasserbauten, und auch hier wurde er nur als Fugenmörtel in geschichtetem Mauerwerk verwendet. Dabei bedurfte es einer gewissen Kunstfertigkeit bei der Verarbeitung. Denn, wie schon früher ausgeführt, war der deutsche Zement anfangs ebenso schnellbindend wie der englische, d. h. er war nach 5–10 Minuten abgebunden. Der Maurer mußte also Zement, Sand und Wasser mit auf das Gerüst nehmen und dort nur soviel Mörtel anmachen, als er in 10 Minuten verarbeiten konnte. Diese schwierigen Verhältnisse wurden mit einem Male besser, als der Stettiner Langsambinder auftrat, welcher gestattete, ein größeres Quantum Mörtel, sogar in Mörtelmischmaschinen, herzustellen, denn der Verbraucher hatte jetzt 6–7 Stunden Zeit zur Verarbeitung. Freilich den Mörtel über Nacht liegen lassen, wie man unbedenklich beim Kalkmörtel gewöhnt war, war schon damals verpönt, aber von den Maurern als störend empfunden. Überhaupt hat die Verwendung des Portlandzements schwer unter der Unkenntnis und dem Schlenndrian nicht bloß der Maurergesellen, sondern auch der Architekten zu leiden. Erst allmählich ist es besser geworden durch millionenfache Verbreitung des „kleinen Zementbuches“, in welchem das Nötigste über Mischungsverhältnisse und Verarbeitung gesagt ist. Aber erst nachdem ein neuer Berufszweig der Betoneure und Betonfirmen entstanden, ist die Verwendung des Zements rationell und sparsam geworden.

Zementbeton²⁾, d. h. ungeschichtetes Mauerwerk, bestehend aus unregelmäßig geformten Steinbrocken, eingebettet in Zementmörtel, gab es bis Ende der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts kaum. Der Preis des Zements war zu hoch. Kostete doch 1876 ein Faß immer noch 15 M. Außerdem glaubte man, man müsse Zementmörtel nach Vorbild des Kalkmörtels im Verhältnis 1:3 Sand herstellen. Es fehlte überhaupt jede Kenntnis über die Festigkeit magerer Mischungen, es fehlte die Erkenntnis, daß die Beschaffenheit des Sandes von derselben Bedeutung sei wie die des Zements, es fehlte aber gänzlich die Kenntnis, daß ein Beton, bestehend aus 1 Teil Zement, 4 Teilen Sand und 7 Teilen Schotter dieselbe oder vielleicht höhere Festigkeit hat, als die Mischung 1 Zement und 4 Sand. In Norddeutschland kam hinzu, daß in verschiedenen Städten die Baupolizeivorschrift lautete: „Bauwerke, welche auf der Haftfestigkeit des Mörtels beruhen, sind verboten.“ Damit war Beton überhaupt verboten; es sollten Bauwerke, wie beim Kalkmörtel, nur durch die Schwere zusammengehalten werden. Im Ausland war man weiter. Auf der Stettiner Gewerbeausstellung 1865 konnte ein großer Zementbetonblock gezeigt werden von derselben Zusammensetzung, welche die Dänen bei Erbauung ihrer Seeforts vor Kopenhagen angewendet hatten. Dem Protektor der Ausstellung, dem Kronprinzen Friedrich Wilhelm, konnte vorgetragen werden, wie man in Dänemark dazu gekommen war, auf Grund von Schießversuchen gegen Betonplatten, die Forts ausschließlich aus Beton herzustellen. Der Kronprinz wie seine militärischen Begleiter zeigten das lebhafteste Interesse für diese neue Festungsbauweise; aber bekanntlich sollten noch viele Jahre vergehen, bis die Erfindung der Brisanzgranaten die Abdeckung der Kasematten durch Beton erzwang.

Wie sehr man in Deutschland jeden Fortschritt ablehnte und in bureaukratischem Schlenndrian fortwur-

²⁾ Die Herkunft des Wortes Beton ist zweifelhaft. Heysses Fremdwörterbuch leitet es vom latein. bitumen = Erdpech ab. Dieses Material haben die Assyrier als Mörtel für geschichtetes und ungeschichtetes Mauerwerk verwendet.

stellte, zeigt folgendes Vorkommen. Der Baumeister G u t t m a n n, Besitzer der Rüdersdorfer Zementfabrik, hatte in einem Neubau eine Hintertreppe aus Betonstufen hergestellt. Das nahm die Baupolizei übel und sie verlangte Abbruch dieser unzulässigen und feuergefährlichen Anlage. Da sich Guttman weigerte, erschien die Feuerwehr und brach die Treppe mit unendlicher Mühe ab. Jetzt beantragte Guttman bei seinem Freund, dem Branddirektor S. K a b e l, die Vornahme einer Feuerprobe auf seine Kosten. Dabei stellte sich heraus, daß die Treppe aus Granitstufen ganz schlecht abschnitt, schon besser die zwischen I-Trägern gemauerte Treppe und glänzend gut die Betonstufen.

Süddeutschland brachte endlich Wandel. Schon entstanden Ende der 60er Jahre am Rhein und in Schwaben kleine Betonbauunternehmen; aber vor allem hat Professor R. D y c k e r h o f f durch zahllose Versuche einigermaßen Licht in die Mörtelkunde gebracht. Er hatte gelehrt, wie Sand und Schotter begutachtet werden müssen, wie die Hohlräume des Sandes zu beachten sind, welche Festigkeiten man erzielt bei den verschiedenen Mischungsverhältnissen, daß man nicht mehr Wasser zum Anmachen verwenden darf, als der Zement chemisch binden kann und endlich, daß durch Stampfarbeit die Dichtigkeit und damit die Festigkeit des Betons gewaltig gesteigert werden kann.

Auf Grund dieser wissenschaftlichen Erkenntnisse bauten sich die Betonfirmen am Rhein und in Süddeutschland auf, es wurden nicht nur Fundamente, Ufer- und Stützmauern, Trottoirplatten, sogar Brücken³⁾ aus Beton gestampft, sondern es wurden auch Werkstücke, namentlich Betonröhren, in Werkstätten hergestellt und dann verfrachtet.

Von alledem war in Norddeutschland bis 1879 keine Rede, trotzdem das Verlangen nach Betonröhren für Kanalisation der Städte ein immer dringenderes wurde. Aus der Geschichte der Stettiner und Berliner Kanalisation mag folgendes berichtet werden: In Stettin, namentlich in der dortigen polytechnischen Gesellschaft, tobte ein jahrelanger Kampf zwischen Kanalisation und Abfuhr. Auf der einen Seite standen die Chemiker und Nationalökonomien, welche auf Abfuhr drangen und wie Friedrich der Große sagten: „Die Manufakturen müssen aufs Land, schon damit der wertvolle Dung in der Stadt nicht verzettelt wird“. Auf der andern Seite standen die Hygieniker und Tiefbaumeister, namentlich der Stadtbaumeister H o b r e c h t, welche die Schwemmkanalisation verfochten.

H o b r e c h t hatte in Stettin schon einige Straßen mit Tonröhren entwässert und dadurch Erfahrungen in Kanalisationen gesammelt. So wurde er nach Berlin gerufen, um dort sein System der Schwemmkanalisation in Verbindung mit Rieselfeldern (nach Danziger Vorbild) durchzuführen. Von Betonröhren wollte er aber nichts wissen, er traute denselben keine genügende Tragfähigkeit zu, außerdem fürchtete er den Angriff saurer Kanalwässer. Es wurden also in Berlin die großen eiförmigen Kanäle in mühevoller, langsamer Arbeit aus Radialsteinen mit Zementmörtel gemauert. Später schränkte Hobrecht seinen Widerstand gegen Beton etwas ein, indem er wenigstens Sohlstücke aus Beton herstellen ließ.

In Stettin konnte man nicht soviel Zeit und Geld mit dem Mauern der Kanäle verschwenden wie in Berlin⁴⁾,

³⁾ Die erste größere Betonbrücke wurde in Munderkingen in Schwaben ausgeführt, bald folgte die große Elbbrücke in Dresden.

⁴⁾ Auch heute noch leistet Berlin in Verschwendung von Zement erhebliches, denn man könnte beim Betonieren der Straßen viel Zement sparen, wenn man erdfeuchte Betonmischung gehörig stampfte und nicht bloß dünnflüssigen Mörtel einfach auf das Pl num gießt.

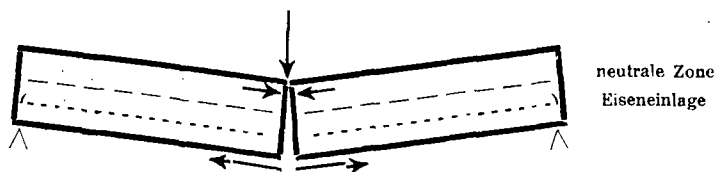
deshalb ließ der neue Stadtbaurat K r u h l eiförmige Betonröhren aus Biebrich a. Rh. kommen, denn er wußte, daß in süddeutschen Städten schon viele Kilometer Betonröhren mit Erfolg verlegt waren. Der Transport war aber teurer als das Rohr selbst, deshalb sah sich K r u h l nach Hilfe um. Diese fand er in Dr. D e l b r ü c k, damals Direktor der Stettiner Portland-Zementfabrik in Züllichow. Derselbe meinte zwar, es sei nicht Sache einer Zementfabrik, Werkstücke aus Beton zu machen, ließ sich aber doch schließlich überreden, von der Erwägung ausgehend, daß die ganze Betonindustrie diskreditiert werden könne, wenn sie in die Hand von wenig sachverständigen Maurermeistern geriete. Um aber erstklassige Ware herzustellen, mußte auch bestes Material verwendet werden. An Zement fehlte es nicht, jedoch zeigten alle Sand- und Kiesgruben in Pommern Beimischungen von Eisennieren, Tonknollen, Muscheln u. dgl. Zufälligerweise wurde bei Freienwalde a. O. fast chemisch reiner, scharfer Quarzsand (aus dem später Normalsand hergestellt wurde) gefunden. Granitschotter wurde aus Bornholm bezogen. Nun kam aber die Hauptschwierigkeit: Die Süddeutschen arbeiteten ihre Röhren in liegenden hölzernen Formen unter Verwendung von Schnellbinder, um nach wenigen Stunden sofort ausschalen zu können. Schnellbinder konnten wir nicht herstellen. Also mußte erst eine stehende eiserne Form erfunden werden, aus der sich der Kern sofort herausziehen läßt, und welche ein lagenweises Einstampfen der erdfeuchten Betonmasse aushält. Die erste brauchbare Form ist nach unsern Zeichnungen vom Stettiner V u l k a n gebaut; sie ist seitdem im Prinzip tausendfach nachgeahmt. Mehrere Jahre haben wir die Röhrenfabrikation, auch die Herstellung von Schrittplatten und sonstigen Werkstücken aufrechterhalten, bis allmählich sich in andern Städten Norddeutschlands Betonfirmen auftaten, deren Werkmeister bei uns ausgebildet waren. Damit war der Zweck unserer Kunststeinfabrik erfüllt.

Eine Schwierigkeit ergab sich für die überall entstandenen Betonbauunternehmen durch das Mißtrauen, welches immer noch von seiten der Baupolizei dem Beton entgegengebracht wurde. Die amtierenden Polizeibaumeister hatten selbst keine Erfahrung, und feste Grundlagen für die Abnahme eines Betonbauwerks gab es nicht. Dem sollte dadurch Abhilfe geschaffen werden, daß eine große Kommission, in welcher alle deutschen Materialprüfämter, die Ministerien für öffentliche Arbeiten, die ersten Betonfirmen und auch die Zementfabrikanten vertreten waren, einberufen wurde, um Normen zu schaffen für Herstellung und Prüfung von Beton. Nach langjähriger Arbeit kamen dann endlich die „Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Beton“ nebst „Bestimmungen für Druckversuche an Würfeln bei Ausführung von Bauwerken aus Beton“ heraus, in letzter Fassung genehmigt durch Ministerialerlaß vom 13. Januar 1916. Die Arbeit war deshalb so schwierig und zeitraubend, weil erst alle Bestimmungen in den Materialprüfämtern auf ihre Brauchbarkeit nachgeprüft werden mußten. — Es würde zu weit führen, wollte ich auf die Einzelheiten der Bestimmungen eingehen; denn sie beschäftigen sich nicht nur mit der zulässigen Beanspruchung, mit den Baustoffen, mit der Zubereitung der Betonmasse, mit seiner Verarbeitung, mit Stampfbeton, Schüttbodyeton, Gießbeton, Betonieren bei Frost, mit Herstellung der Schalung, mit der Probelastung nach Fertigstellung, sondern auch mit der Bearbeitung. Gleich am Eingang wird gesagt, daß „die Ausführung der Bauten aus Beton erfordert eine gründliche Kenntnis dieser Bauweise“, und weiter wird gefordert, daß „der Bauleiter nicht nur selbst die Bauart gründlich kennt, sondern auch nur geschulte Betonpoliere und Vorarbeiter verwendet“.

Aber schon bei Beginn der Arbeiten des großen deutschen Ausschusses stellte sich ein neues, viel schwierigeres Problem zur Bearbeitung ein, nämlich die Erweiterung der wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnis des neu entstandenen *Eisenbetons*. Bekanntlich hatte der Pariser Gärtner *Monier* schon 1877 seine gesprungenen Pflanzkübel dadurch geflickt, daß er sie mit Drahtgeflecht umspannte und dieses in Portlandzementmörtel einhüllte. Beim Umpflanzen fiel der zerbrochene Tonkübel heraus und ein schöner, stabiler Eisenbetonkübel blieb übrig. Diese Zufallentdeckung führte *Monier* dazu, 1878 ein Patent zu nehmen auf Eisenbetonbalken. Aber aus Betrachtung der Patentzeichnung sieht man klar, daß *Monier* vom Wesen des heutigen Eisenbetonbaues nicht die geringste Ahnung hat, zeichnet er doch seine Eiseneinlage in die Mitte des Balkens, ungefähr in die neutrale Zone (s. später), wo sie gar keinen Zweck hat. Man kann ja auch von einem sonst noch so tüchtigen Gärtner nicht erwarten, daß er in seiner Erfindung mehr sah als ein „Drahtgeflecht mit Zementumhüllung“; daß er von Statik Ahnung hat, kann man von ihm auch nicht verlangen, steckte doch die Statik 1878, gemessen mit ihrem heutigen hohen Stand, noch in den Kinderschuhen.

Erst dem Reg.-Baumeister *M. Koenen*⁵⁾ später Dr.-Ing. E. h. und neuerdings mit der „Goldenen Staatsmedaille für hervorragende Leistungen im Bauwesen“ ausgezeichnet) war es vorbehalten, die ersten Grundlagen für Eisenbetonbauweise geschaffen zu haben — er ist als der eigentliche Erfinder anzusehen.

Worin besteht nun die *Koenen*sche bahnbrechende Erfindung? Sie beruht auf der Erkenntnis, daß die Haftfestigkeit zwischen Beton und Eisen das statische Zusammenwirken beider Körper gewährleistet und daher die Eiseneinlagen an denjenigen Stellen einzulegen sind, an denen Zugspannungen auftreten. Eine einfache Skizze mag das erläutern:



Ein auf den Enden gestützter Betonbalken (zunächst ohne Eiseneinlage) wird in der Mitte bis zum Bruch belastet; dann wird der Balken unten auseinandergerissen, während er oben unter der Druckstelle zusammengedrückt wird, wie die Pfeile angeben. Der Bruch wird bald eintreten, da die Zugfestigkeit des Betons sehr gering ist, sie beträgt etwa nur $\frac{1}{10}$ der Druckfestigkeit. Lege ich aber jetzt unten ein Rundeisen ein, so ergänzt dasselbe bei seiner großen Zugfestigkeit die mangelhafte Zugfestigkeit des Betons. Der Balken wird erst brechen, wenn das Rundeisen gerissen ist.

Dieser einfache Gedankengang wurde zum ersten Male 1885 von *Koenen* ausgesprochen und angewandt und 1886 im „Zentralblatt für Bauverwaltung“ veröffentlicht. 1887 erschien eine Druckschrift „Das System *Monier* in seiner Anwendung auf das gesamte Bauwesen“ von *G. A. Wayß*, welcher das *Monier*-Patent gekauft hatte, „unter Mitwirkung namhafter Ingenieure“. Dieser namhafte Ingenieur war *Koenen*. Von da an war eine theoretische Grundlage geschaffen, nach welcher die Dimensionierung von Eisenbetonkonstruktionen erfolgen konnte, wodurch Deutschland allen anderen

Staaten der Welt voranging. Selbstverständlich war *Koenen* auch Mitglied des großen deutschen Ausschusses für Eisenbeton, um als berufenster Sachverständiger an den „Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton“ mitzuarbeiten. Diese sind in ihrer letzten Fassung 1916 herausgekommen. In ihrem ersten Teil werden allgemeine Vorschriften gegeben, im zweiten Teil folgen die Leitsätze für die statische Berechnung. Eine unendliche Arbeit mußte geleistet werden, um die aufgestellten Leitsätze durch zahlreiche und äußerst kostspielige Versuche an großen Werkstücken nachzuprüfen. In etwa 50 umfangreichen Heften (Verlag Ernst & Sohn, Berlin) sind die Arbeiten veröffentlicht. Eigentlich sollte man glauben, der deutsche Ausschuß habe durch Herausgabe dieser Leitsätze seine Aufgabe erfüllt. Aber weit gefehlt. Immer tauchten bei den Versuchen neue Gesichtspunkte und neue Konstruktionen auf, welche einer Klärung durch neue Versuche bedurften, so daß bald eine Revision der Leitsätze erforderlich ward.

Mit diesen Hauptaufgaben war die Tätigkeit des deutschen Ausschusses noch nicht erschöpft, immer neue Aufgaben, Beton und Eisenbeton betreffend, wurden dem Ausschuß zur Bearbeitung überwiesen:

1. Die Rostfrage. Die anfänglich zahlreichen Gegner des Eisenbetons behaupteten, das eingebettete Eisen würde rosten, seine Festigkeit einbüßen und den umhüllenden Beton zerklüften. Es konnten Fälle angeführt werden, bei denen solche Schäden in der Tat eingetreten waren. Bald aber wurde erkannt, daß das Rosten nur eintreten kann, wenn der Beton so mager und porös ist, daß Wasser bis zum Eisen vordringen kann, oder wenn durch unsachgemäße Behandlung des ausgeschalteten Werkstückes Risse entstehen. Es wird gefordert, daß der Beton, welcher das Eisen unmittelbar einhüllt, wasserdicht sein muß; im übrigen kann er so mager sein, wie die Statik zuläßt.

Schon im Schiffbau hatte man erkannt, daß Beton ein ganz ausgezeichnetes Rostschutzmittel sei. Hier hatte sich beim Eisenschiffbau die zerstörende Wirkung des Bilgwassers, eine üble Lauge, bestehend aus Petroleum, Öl, ranzigem Fett usw., welche sich im Kielraum ansammelt, höchst unliebsam bemerkbar gemacht. Eine hohe Belohnung für Erfindung eines schützenden Anstriches wurde ausgeschrieben. Aber kein Anstrich hielt stand. Da verfiel man auf Portlandzementbeton und kleidete damit den Schiffsboden aus, und zwar in solcher Stärke, daß Bodenwrangen und andere Eisenteile damit bedeckt wurden. Hierdurch erreichte man einen glatten Lauf des Bilgwassers zur Lenzpumpe; der Schiffskörper, namentlich unter dem Dampfkessel, konnte nicht mehr rosten und ferner war bewirkt, daß das Schiff ein festes Rückgrat durch Verbundwirkung von Eisen und Beton bekam, woran es namentlich bei Einführung des Eisenschiffbaues sehr mangelte.

2. Vor dem Kriege fing man an, die zahlreichen Moore zu kultivieren, war doch die Gesamtmoorfläche Deutschlands so groß wie die Provinz Hannover. Es galt, durch friedliche Arbeit eine neue Provinz zu erobern, um der stetig zunehmenden Bevölkerung Erwerbsmöglichkeit und Unterkunft zu verschaffen. Dazu mußten Häuser gebaut und Baumaterialien gefunden werden, welche den Einwirkungen des Moorwassers widerstehen. Ein Moorausschuß wurde eingesetzt, welcher an verschiedenen Stellen Deutschlands Betonwerkstücke in die Moore versenkte und den Angriff des Moores studierte. In Heft 49 hat Professor *Gary*, kurz vor seinem Tode, noch in vorbildlicher Weise die „Versuche über das Verhalten des Betons im Moor“ veröffentlicht.

⁵⁾ s. F. Schlüter, Beton und Eisen, H. 14, 20. Juli 1923.

3. Die Feuersicherheit des Eisenbetons war eine vielumstrittene Frage. Man mußte annehmen, daß das Feuer den Beton zerstören müsse, denn der abgebundene Zement besteht doch aus einer chemischen Verbindung von Zement und Wasser. Es war anzunehmen, daß, wenn das Wasser durch Feuer ausgetrieben wird, der Beton zerfallen müsse. Zur Klärung der sehr wichtigen Frage wurden kleine Versuchshäuser mit Treppen und Dächern aufgeführt und im Innern ein starkes Holzfeuer angezündet. Diese Brandversuche zeigten zum Erstaunen, namentlich der Zementchemiker, daß die gefürchteten Zerstörungen nicht eintraten, daß sogar das Eisen in der Betonhülle sich so wenig dehnte, daß ein Zusammensturz vermieden wurde. Bei verschiedenen Schadenfeuern konnte der Befund bestätigt werden.

4. Vielfach waren Seewasserbauten in Beton ausgeführt. An einzelnen Stellen hatte sich der Beton ausgezeichnet bewährt, an andern konnte man einen glatten Mißerfolg feststellen. Es war festzustellen, welches die Ursache war. Lag es am Zement, an den Zuschlagstoffen oder an der Ausführung? Mit Unterstützung der Behörden unternahm der Zementfabrikantenverein ausgedehnte Versuche auf der Insel Sylt. Dort wurden zunächst kleine Probekörper den Einflüssen der Nordsee ausgesetzt, und nach einer Reihe von Jahren in einem besonders zu dem Zweck erbauten Laboratorium auf Sylt untersucht. Nach diesen Tastversuchen schritt man zu größeren Werkstücken von etwa 1 cbm Inhalt, welche in den Buhnen vor Sylt eingebaut wurden. Nach jahrelanger Beobachtung konnte Professor Gary als Endresultat bekanntgeben, daß bei Anwendung erstklassigen Portlandzements, besten Quarzsandes und Granitschotters, sachgemäßer Herstellung des nicht zu mageren Betons und intensiver Stampfarbeit, ein Beton erzielt wird, welcher selbst der wilden Nordsee vor Sylt Widerstand leistet.

Alle diese Arbeiten sind mit unendlichem Fleiß, vielen Kosten und deutscher Gründlichkeit bis Anfang des Krieges durchgeführt, sie haben dazu beigetragen, die Verwendung von Beton und Eisenbeton ungeahnt zu steigern, aber auch im Hoch- wie Tiefbau Bauwerke von solcher Solidität und Kühnheit auszuführen, wie es ohne Beton und Eisenbeton nicht möglich gewesen wäre.

Das alles hat durch den jetzt beinahe zehnjährigen Krieg eine jähe Unterbrechung erfahren. Mit Mühe werden angefangene große Bauten zu Ende geführt, neue gar nicht angefangen. Es ist zu bewundern, mit welchem zähen Fleiß und Idealismus unsere Betonforscher mit beschränkten Mitteln versuchen, ihr Arbeitsfeld weiter zu beackern.

Hoffen wir von der Zukunft, daß die schönen schaffensfreudigen Zeiten vor 1914 wiederkehren.

[A. 101.]

Ein Beitrag zum Konzentrieren des Merckschen Perhydrols.

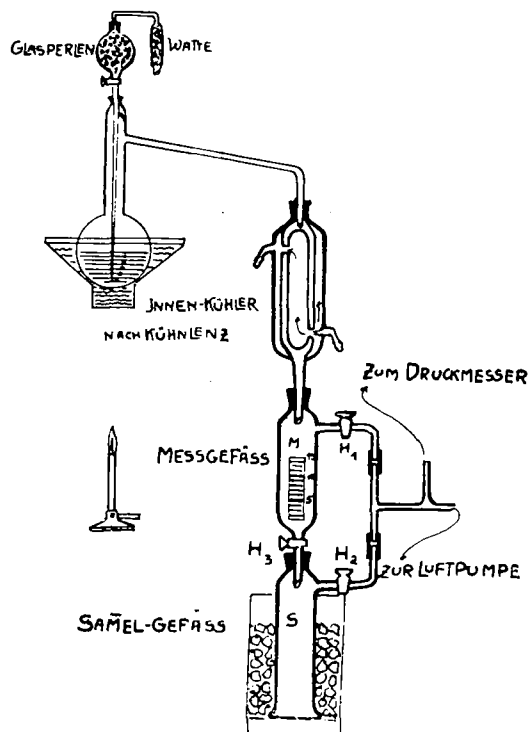
Von A. H. ERDENBRECHER, Greifenberg (Pommern).

(Eingeg. 15./5. 1924.)

Die Arbeit von A. Brodsky¹⁾ veranlaßt mich, meine Erfahrungen bei dem weiteren Konzentrieren des Merckschen Perhydrols bekanntzugeben. Sollte dieser Beitrag die Scheu mancher Chemiker, mit hochkonzentriertem Wasserstoffsperoxyd zu arbeiten, etwas vermindern, so hat er seinen Zweck erfüllt. Im Verlaufe meiner Arbeiten über Persalze hatte ich Veranlassung, hochkonzentriertes Wasserstoffsperoxyd durch Vakuumdestillation darzustellen. Ich ging dabei von dem 30%igen

Perhydrol Merck aus, das allerdings einen Stabilisator enthält. Dabei zeigte es sich, daß die Angst vor Explosionen des hochkonzentrierten Perhydrols H_2O_2 , wie schon Ahrlé in seiner Doktorarbeit bemerkt, unbegründet ist; es ist vielmehr das 85%ige Perhydrol eine ziemlich harmlose und sogar in gewöhnlichen Glasflaschen recht lange haltbare Verbindung. Ob die Haltbarkeit allein auf Rechnung des Stabilisators gesetzt werden kann, kann ich nicht entscheiden. Tatsache ist, daß sich 85%ige Perhydrolösungen in ausgedämpften Glasflaschen volle 6 Monate gehalten haben, ohne daß durch Zersetzung nennenswerte Drucke aufgetreten wären.

Die Destillation wurde bei 15 mm Druck in nebenstehendem Apparat ausgeführt. Alle Glasgefäße wurden zur Entfernung des löslichen Alkalis ausgedämpft und durch Glasschliffe miteinander verbunden. Destilliert wurde zur Verhütung von Siedeverzug unter Durchleiten von filtrierter Luft. Die übergehende Flüssigkeit wird im Meßgefäß M gemessen, um durch Öffnen der Hähne



H_3 und H_2 und Schließen von H_1 nach dem eisgekühlten Vorratsgefäß abgelassen zu werden.

Destillationsversuch:

Druck: 15 mm Quecksilber. Temperatur des Wasserbades: 35°—48°.

Angewandte Substanz:

112,5 g Perhydrol mit 13,17 %
Sauerstoff = 14,816 g O

Im Fraktionierkolben verblieben:

33,0 g mit 36,1 % O = 11,913 g = 80,4 %

Es gingen über:

75,9 g mit 3,5 % O = 2,656 g = 17,92 %

Wiedergewonnen wurden also 14,569 g = 98,32 %

Es gingen durch Zersetzung verloren 3,6 g mit 0,247 g = 1,68% des ursprünglich vorhandenen aktiven Sauerstoffs. Wie man sieht, ist also bei relativ hoher Ausbeute (80,4%) an konzentriertem Perhydrol der Zersetzungsverlust gering (1,68%). Ziehen wir noch die große Haltbarkeit des hochkonzentrierten Perhydrols in Betracht, so steht seiner experimentellen Anwendung im Laboratorium kaum etwas entgegen, wenn man die nötige Vorsicht walten läßt. Inwieweit diese Destillationen schon

¹⁾ Z. ang. Ch. 37, 272 [1924].