

Beobachtungen über die verderbliche Wirkung selbst kleinster Verunreinigungen durch Zucker im Zement und Beton.

Von Dr. F. HUNDESHAGEN.

Mitteilung aus dem Institut für angewandte Chemie und Mikroskopie von Dr. Hundeshagen und Dr. Sieber in Stuttgart.

(Eingeg. 14./I. 1923)

In welchem Maße das Abbinden und Erhärten von Zement und Beton unter dem Einfluß schon sehr kleiner Mengen von organischen Stoffen gestört werden kann, scheint, obwohl es an Veröffentlichungen, welche dieses Thema, insbesondere die Wirkung des Zuckers¹⁾, berühren, nicht ganz fehlt, doch in Fachkreisen noch wenig bekannt zu sein.

Im folgenden möchte ich deshalb zu Nutz und Frommen der beteiligten Fachleute in aller Kürze ein Vorkommnis besprechen, welches an der Hand der in unserem Laboratorium ausgeführten Untersuchung, verbunden mit systematischen Versuchen, in besonders augenfälliger Weise dartut, welchen verderblichen Einfluß selbst kleinste Zuckermengen im Zement und Beton ausüben können.

In dem Rohrzuckerlager einer Zuckerfabrik war eine Zwischendecke aus Eisenbeton hergestellt worden, die sich, etwa 12 cm stark, in einer Höhe von 4,20 m über Boden auf eine Giebelwand, zwei Längswände und mehrere alte sowie mehrere in die Giebelwand eingelassene neue Betonsäulen stützte. Der Boden der Halle soll vor Beginn der Arbeiten gut gereinigt gewesen sein. Der Zement war in Papiertüten auf Brettern gelagert, das Mischgut, mit dem Bagger gewonnener Flußkies und Sand, auf einen Haufen angefahren worden; jedoch ist die unterste Kiesschicht, die mit dem Boden der Halle in Berührung war, angeblich in einer Stärke von 10 cm nicht mit verbetoniert worden. Die Betonpitsche, aus Blechtafeln bestehend, befand sich ebenfalls auf dem Boden der Halle; es war aber, wie mitgeteilt, unter derselben zuvor alles Zuckerige sorgfältig abgekratzt und beseitigt worden.

Der Zement war aus zwei am gleichen Tage nacheinander angelieferten Stapeln verarbeitet worden. Der erste Stapel von hundert Sack hatte zu ungefähr drei Viertel der Decke gereicht; vom zweiten Stapel war der größte Teil zur Vollendung der Decke und für den Glattnstrich verbraucht, der Rest anderweitig verwendet worden.

Beim Ausschalen, etwa nach fünf Wochen, hatte sich nun gezeigt, daß die Betonmasse noch stark feucht war, auch Feuchtigkeit an die benachbarten älteren Betonteile abgegeben und nicht abgebunden hatte, mit Ausnahme des mit dem Material des zweiten Stapels hergestellten letzten Viertels und des ganzen Glattnstrichs, der wie jenes sehr gut erhärtet war. Übrigens soll schon einige Stunden nach dem Betonieren, zu einer Zeit, wo der Beton eigentlich eine beginnende Verfestigung hätte zeigen müssen, vom Aufseher festgestellt worden sein, daß der Beton „nicht anzog“.

Wegen Gefahr des Einsturzes hatten beim Ausschalen zunächst nur einige Bretter gelöst werden dürfen. Bei dieser Gelegenheit wurden die Betonproben entnommen, welche zum Zweck der Aufklärung der Ursachen der Zerstörung der Decke der Untersuchung unterworfen worden sind, und zwar vom Glattnstrich, vom Rand der Decke, aus der Mitte der Decke und von einem Säulenfuß.

Während das Material des Glattnstrichs fast trocken erschien und eine ausgezeichnete Festigkeit und Härte aufwies, waren die drei anderen Proben noch deutlich feucht (1,6–2,8% grobe Feuchte) und schon bei der Ankunft im Laboratorium zum größten Teil zu losen Massen zerfallen, im übrigen, soweit noch zusammenhängende Stücke bildend, leicht auseinanderbröckelnd.

Bei der durch mechanische Aufbereitung unterstützten Analyse der Proben ergab sich, daß die Mischung zum Glattnstrich dem Gewichtsverhältnis 1 Zement : 1,5 Kies und Sand, zu den Betonmassen dem Gewichtsverhältnis 1 Zement : 3 bis reichlich 4 Kies und Sand entsprach (also bei allen reich an Bindemittel war), daß der Zement ein Portlandzement von mittlerer Zusammensetzung war, Kies und Sand zwar in bezug auf das Verhältnis von gröberen und feinen Mischungsbestandteilen ziemlich ungleich in den Betonmassen verteilt erschienen, jedoch in keinem Falle ein Übermaß von Feinsand und Schluff zeigten, durch das die Bindekraft des Zements in schädlichem Maße hätte beeinträchtigt werden können.

¹⁾ Dr.-Ing. W. Petry, Einwirkung von Säuren und Salzen auf Beton. Der Bauingenieur 1920, Heft 1, S. 12–14. Vgl. auch: Tonindustriezeitung 1913, Nr. 81.

Sehr bemerkenswert aber und wohl den einzigen Schlüssel für die Erklärung des schlechten Abbindens der Betonmassen bietend, war der Nachweis zwar sehr kleiner, aber doch deutlicher Zuckerbeimischungen in den drei nicht erhärteten Betonmassen, deren Gehalt an Zucker, allerdings nicht in Substanz abscheidbar, aber an der Bildung von Karamel beim Erhitzen der Verdampfungsrickstände von den wässrigen Auszügen, sowie an der Bildung von Invertzucker durch Säurewirkung erkannt und nach Säureinversion durch das Reduktionsverfahren mit Fehlingscher Lösung der Menge nach ermittelt, sich in den luftgetrockneten Betonmassen zu 0,06–0,08%, entsprechend 0,3–0,4% bezogen auf das Bindemittel, Zement, herausstellte; in dem tadellos erhärteten Glattnstrich hingegen war Zucker nicht einmal in Spuren nachweisbar.

Mochte es sich zunächst über die Wirkung so kleiner Zuckermengen auch nur um eine Vermutung handeln, so verdichtete sich diese doch alsbald, durch besondere Versuche gestützt, zum Beweis.

Zunächst hatte eine Reihe von Versuchen, welche auf unsere Anregung hin im Baubetrieb selbst mit Mischungen aus Kies, Sand und Zement unter Zusatz von verschiedenen Zuckermengen zum letzteren angestellt worden waren, schon ein recht klares Bild über die Wirkung des Zuckers ergeben: An den mit aller Sorgfalt hergestellten Betonkörpern trat schon bei 0,1% Zucker im Zement, entsprechend etwa 0,02% bezogen auf trockenen Beton, der schädliche Einfluß der Beimischung sehr deutlich mit einer Störung des Abbindevorgangs und einer bedeutenden Verminderung der Festigkeit der erhärteten Masse in die Erscheinung. Mit 1% Zucker im Zement, entsprechend 0,2% in der trockenen Betonmischung, wurde bei starker Verzögerung des Abbindens eine völlig mürbe, schon bei mäßiger Erschütterung zerbröckelnde Masse erhalten. Scheinbar günstiger ließ sich zunächst der Versuch an mit einem Zusatz von 5% Zucker zum Zement oder 1% zur Betonmasse. Der Abbindevorgang schien nämlich überraschenderweise anfangs ziemlich normal zu verlaufen, doch zeigten sich nach einiger Zeit weißliche Ausblühungen auf der Oberfläche des Versuchskörpers. Diese Oberfläche täuschte wohl vorerst eine geschlossen feste Masse vor; doch führten nach dem Erhärten des Versuchskörpers schon geringe Beanspruchungen zum Bruch, und es stellte sich heraus, daß das Innere des Körpers mürbe und rissig war.

Bei allen diesen zuckerhaltigen und mangelhaft erhärteten Versuchskörpern hatte schon ein eigentümlich dumpfer Klang beim Beklopfen mit dem Hammer die fehlerhafte Beschaffenheit der Masse angekündigt.

Um den Einfluß des Zuckerzusatzes auch am reinen Zement selbst genauer beobachten zu können, wurden gleichzeitig im Laboratorium mit zwei Portlandzementen bewährter Güte Versuche ausgeführt in der Weise, daß der Zement je einmal ohne Zuckerzusatz mit Wasser allein, ein andermal unter Zusatz von 0,1%, ein drittes Mal unter Zusatz von 1%, ein viertes Mal unter Zusatz von 5% Zucker mit Wasser zum Brei verrührt und dieser auf Glasplatten zum Kuchen ausgebreitet und weiter beobachtet wurde.

Je in einer Versuchsreihe a wurde der Zement mit 30% Wasser angemacht, nachdem ersterem der Zucker in der Menge von 0,0, 0,1, 1,0 und 5% zugemischt worden war, je in einer anderen Versuchsreihe b der Zement aber sogleich mit 30% der fertigen Zuckerlösung angemacht, die mit 0,0, 0,1, 1,0 und 5,0% Zucker, bezogen auf 100 Teile Zement, versetzt worden war. Die zuckerfreien Parallelproben der Reihen a und b waren somit identisch, die einander entsprechenden mit 0,1, 1,0 und 5,0% Zucker insofern etwas verschieden, als diejenigen der Reihe a (mit 30% Wasserzusatz) um ein Geringes wasserreicher hergestellt waren als die Proben der Reihe b (mit 30% Zuckerlösung). Der etwas geringere Wassergehalt dieser Proben der Reihe b machte sich in einer etwas weniger flüssigen Beschaffenheit der entsprechenden Kuchen bemerkbar; in allen Fällen aber zeigte sich, daß der Zuckerzusatz trotz gleichen (a) oder selbst geringeren (b) Wassergehalts der Mischungen in erheblichem Maße verflüssigend gewirkt hatte.

Nachdem die Kuchen 14 Tage lang im feuchten Raum hatten abbinden können und während dieser Zeit auf ihre Veränderungen hin beobachtet worden waren, wurden sie der langsamen Austrocknung überlassen und alsdann nach einfachem Verfahren auf ihre mechanischen Eigenschaften untersucht.

Bei der laufenden Beobachtung zeigte sich ein völliger Parallelismus einerseits im Verhalten der beiden Zemente, andererseits, wenigstens im wesentlichen, im Verhalten der je zusammengehörigen Proben der Serien a und b.

Die Proben ohne Zucker hatten schon 24 Stunden nach dem Guß eine klingende Härte angenommen. Die trockengewordenen Kuchen lösten sich glatt und leicht von den Glasplatten, waren sehr hart und fest, beim Klopfen hellklingend, wie gut abgebundene und erhärtete Zemente.

Die Proben mit 0,1% Zucker im Zement blieben tagelang deutlich weich und mürbe und bekamen auch weiterhin keine rechte Härte. Die Kuchen lösten sich zwar im Zusammenhang und glatt von den Glasplatten; sie gaben jedoch beim Klopfen einen dumpfen Klang und brachen leicht infolge einer recht mürben Beschaffenheit der Masse.

Die Proben mit 1,0% Zucker im Zement blieben mehrere Tage lang stark weich und behielten eine weich-mürbe Beschaffenheit bis zum Austrocknen bei. Die Kuchen ließen sich nicht im Zusammenhang von den Glasplatten lösen, gaben beim Klopfen keinen Klang und brachen äußerst leicht zusammen, Scherben einer mürbe-zerreiblichen Masse liefernd.

Die Proben mit 5% Zucker im Zement schienen, nach anfänglich kaum verzögertem Abbinden, nach 1–2 Tagen leidlich gut zu erhärten. Die Oberfläche bildete weißliche Ausblühungen, machte aber sonst zunächst einen ziemlich festen, geschlossenen Eindruck. Mit der Zeit jedoch entwickelten sich deutliche Oberflächenrisse und auf der Unterseite der Kuchen ganze Netzsysteme von Schwindrissen, die am Rand fein ansetzend, sich gegen die Mitte hin bis zu etwa 1 mm verbreiterten und die Zementmasse völlig in kleine unregelmäßige Felder zerstückelten.

Ein enger Zusammenhang zwischen den besonderen Erscheinungen, welche in diesen Versuchen mit unvermischten Zementen aufgedeckt wurden, und den Erscheinungen, die in den obenerwähnten Versuchen mit technischen Betonmischungen auftraten, ist unverkennbar.

Diese Feststellungen beweisen übereinstimmend, daß schon der vierte Teil der kleinen Zuckermengen, die in dem Material der zerstörten Decke gefunden wurden und übrigens trotz aller Aufmerksamkeit bei der Ausführung der Arbeiten sich dem Mischgut mitgeteilt haben müssen, genügt, um die Festigkeit eines Betons in Frage zu stellen.

Eine Mahnung zu ganz besonderer Vorsicht in ähnlichen Fällen!
[A. 12.]

Werkdoktoranden.

Von Dr. H. TRAPP, Berlin.

(Eingeg. v./1. 1923.)

Unter den wirtschaftlichen Schwierigkeiten, die heute wie nie auf der ganzen akademischen Jugend lasten, haben die Studierenden der Chemie ohne Zweifel am meisten zu leiden. Während ehemals das medizinische Studium als das teuerste galt, ist heute das Studium der Chemie in bezug auf die Kosten an die erste Stelle gerückt. Auf der einen Seite steht nach vielen statistischen Erwägungen das Existenzminimum der Studierenden weit unter dem Durchschnittsexistenzminimum des öffentlichen Lebens, auf der anderen Seite sind die Kosten für Glassachen, Chemikalien, die der Student als Rüstzeug unbedingt braucht, unverhältnismäßig gewachsen. Durch dieses Mißverhältnis wurde den Studenten die Möglichkeit genommen, sich derart mit dem Studium zu beschäftigen, wie es dem überlieferten Sinn der Hochschule gemäß ist. Die Folge davon ist, daß heute schon (und in Zukunft noch weit mehr) die Industrie, öffentliche Laboratorien usw. eine Scheu haben, Chemiker einzustellen, die ihre Ausbildung in der Nachkriegszeit genossen haben. Dazu kommt noch, daß Dozenten und Assistenten ebenfalls unter dem Druck der Verhältnisse nicht mehr in der Lage sind, wie ehemals sich eingehend mit dem einzelnen Studenten zu beschäftigen. Während früher die Wahl der Promotionsarbeit vorwiegend durch die im Laufe des Studiums erworbene Neigung beeinflusst wurde, also einem fruchtbaren geistigen Ausleseprinzip unterlegen war, sind jetzt die Kosten das alleinmaßgebende Element.

Ohne Zweifel bleibt dadurch manches Wertvolle unbearbeitet liegen, und andererseits wird mancher Student in einen Zweig hineingedrängt, in dem er nur Mittelmäßiges leistet, während er auf anderem Gebiete seine Fähigkeiten entsprechend seiner Lust und Neigung voller hätte entfalten können.

Viele Chemiker müssen sich nach halber Ausbildung (bei Chemikern rechnet die Beschäftigung mit der Promotionsarbeit mit Recht zur ergänzenden zweiten Hälfte der Ausbildung) mit einer untergeordneten Stellung in der Industrie oder einem öffentlichen Laboratorium begnügen. Viele tun es in der unbestimmten Hoffnung, daß irgendwann sich einmal eine weitere Möglichkeit bieten werde; sehr viele sind gezwungen, in den kaufmännischen Beruf überzugehen. Wäre das Auswahlprinzip ein geistiges, so wäre der Abgang der letzteren zwar eine Lebenstragik für diese Gruppe, jedoch nicht traurig für Wissenschaft und Industrie. Das auswählende Prinzip ist aber ungeistig, materialistisch und darf in einer Kulturgemeinschaft nicht zur Geltung kommen.

Nun ist der Gedanke naheliegend, daß die Industrie, die bisher durch Geld und Material die Universitätsinstitute bedacht und damit ihr Interesse gezeigt hat, weitergehende Pflichten übernimmt, dafür aber auch Rechte erhält. Gedacht ist zunächst an die großen organischen und anorganischen Werke. Ihnen sollte die Möglichkeit geboten werden, innerhalb ihres Betriebes selbst Studenten, die mit dem Verbandsexamen von der Hochschule abgegangen sind, aufzunehmen, und nach Beschäftigung mit einer wissenschaftlichen oder technischen Arbeit zur Promotion zu führen. Das Studium wird ja ohnehin meistens so eingerichtet, daß die letzten Semester von Pflichtvorlesungen und Übungen frei, vollständig der Arbeit gewidmet sind. In größeren Werken ist aber die Möglichkeit der Ausbildung durch Vorlesungen dadurch gegeben, daß diese durch erfahrene Kollegen abgehalten werden.

Ohne den Dozenten zu nahe treten zu wollen, ist es doch als feststehende Tatsache zu bezeichnen, daß die Industrie im weitestgehenden Maße über Kräfte verfügt, die zwar auf Lehrtätigkeit nicht eingestellt sind, sich jedoch auch schon mit Rücksicht auf die Interessen des Werkes leicht umstellen können und mit Freuden die Aufgabe übernehmen, die Werkchemiker so zu erziehen, wie sie gebraucht werden.

Übrigens können die Werkdoktoranden an Stellen, wo Universitäten und Hochschulen sich befinden, bequem dort diese weiter besuchen. Tatsächlich existieren ja in diesem Sinne schon Werkdoktoranden, nur mehr oder weniger abhängig in ihrer Arbeit von der außenliegenden Universität. Es müßte also ein befähigter und entsprechend veranlagter Chemiker, etwa der Vorstand einer wissenschaftlichen Abteilung, die Rechte eines ordentlichen Professors, also auch Sitz und Stimme in der Fakultät der Universität haben, in der er zur Promotion führt, und dadurch auch die volle Verantwortung für die Arbeit übernehmen.

Ein Werk, das Studenten zum Zweck der Promotion aufnimmt, sucht sich natürlich die besten zu sichern, und damit wäre ein vorzüglich auswählendes Prinzip wirksam gemacht.

Auch der Universität wäre gedient, indem die Industrie ihr reichlichere Mittel zur Verfügung stellte, um ihr Gelegenheit zu geben, ihre Studenten, an denen sie jetzt erhöhtes Interesse hat, möglichst gut zum Verbandsexamen vorbereiten zu können.

Gewiß besteht im ersten Augenblick die Gefahr, daß vorzugsweise technische Probleme bearbeitet werden, und die reine materiell uninteressierte beschreibende Wissenschaft zurückgedrängt würde. Diese Gefahr wäre jedoch mehr eine des Anfangsstadiums, die sicher leicht zu überwinden wäre, denn die technische Bearbeitung ist unmöglich ohne die reine wissenschaftliche Grundlage. Auf der anderen Seite wieder versuchen heute mehr als je Professoren und Dozenten sich eine Einnahmequelle dadurch zu sichern, daß sie ihre Arbeiten den technischen Bedürfnissen anpassen, woraus sich folgern ließe, daß das, was bis jetzt keine Gefahr war, auch zukünftig keine sein wird.

Im Interesse des gesicherten Studiums eines geeigneten Nachwuchses wäre also die Organisation der im vorstehenden gekennzeichneten Möglichkeit erwünscht, um Studenten durch geeignete Männer der Industrie zur Promotion zu führen.
[A. 6.]

Die Gewinnung radioaktiver Substanzen.

Von C. ULRICH, Wien.

(Schluß von Seite 52.)

Aktinium, Ionium.

Die aus Uranmineralien gewonnenen seltenen Erden zeigen immer eine deutlich nachweisbare Radioaktivität wegen ihres Gehaltes an Aktinium und Ionium, von denen das erstgenannte, zumindestens in Gemengen mit seltenen Erden, ein den Ceriterden ähnliches Verhalten zeigt, während das Ionium chemisch identisch ist mit Thorium. Der Gehalt an seltenen Erden beträgt bei Uranpechblenden ungefähr 0,5% Oxyde. Die Erze und Rückstände kommen im Laufe ihrer Verarbeitung mehrfach mit Säuren zur Reaktion, so bei der Auflösung des Urans mit Schwefelsäure-Salpetersäure, bei der Vorbehandlung mit roher Salzsäure, bei der Auflösung der Carbonate mit chemisch reiner Salzsäure. In allen diesen Lösungen sind die seltenen Erden samt den Trägern der Radioaktivität enthalten und daraus leicht abscheidbar; man bedient sich der Oxalsäure für die erste rohe Fällung und entfernt aus den Rohoxalaten nach deren Umwandlung in lösliche Salze die Schwermetalle durch eine Sulfidfällung, den Kalk durch Ammoniak und den Gehalt an Körpern der Eisengruppe durch Wiederholung der Fällung mit Oxalsäure. Bekanntlich erfährt jedes Gemisch von seltenen Erdoxyden, welches nacheinander mit zur vollständigen Lösung unzureichenden Säuremengen digeriert wird, eine teilweise Trennung, in dem die Ceriterden mit den niedrigen Atomgewichten, wie das Lanthan, vor den übrigen, vor allem den Yttererden in Lösung gehen. In