

Zerlegt man das System, indem man die Kalium- und Natriumverbindungen gesondert für sich betrachtet, so gewinnt man folgendes Bild.

Geht man von einer verdünnten Lauge aus, so steigen beim Abdampfen die Kaliumionen nur so lange, bis der Sättigungspunkt in bezug auf dieselben erreicht ist. Von da ab ist das Gleichgewicht hergestellt, wobei die aktive Masse der Kaliumionen auch bei weiterer Verdampfung der Lösung konstant bleibt und etwa 17 g beträgt. In jedem Moment verschwinden aus der Lösung ebensoviel Kaliumionen in Form von Kaliumchlorid, als neue Kaliumionen durch Vermehrung des Kaliumhydroxyds in die Lösung geschickt werden. Das Wachsen der Kaliumionen hat tatsächlich aufgehört, und wir haben vor uns ein vollständiges heterogenes Gleichgewicht, in welchem der Druck der Kaliumionen von den jeweiligen Gewichtsmengen des Hydroxyds und Chlorids unabhängig ist.

Da das Gewicht der Kaliumionen konstant bleibt, so kann die Vermehrung von Kaliumhydroxyd nur unter Verschwinden des Kaliumchlorids stattfinden. Es wird also in der gesättigten Lösung die Kaliumchloridkonzentration, sowie dessen sich abscheidende Menge, von Moment zu Moment geringer, weil neben dem physikalischen Moment (Abscheiden von festem Salz bei Verdampfen einer gesättigten Lösung) zugleich auch ein chemisches Moment (Eingreifen der Hydroxylionen unter Verdrängen des Chlors) einherläuft.

Anders verhält sich die Sache bei den Natriumverbindungen. Da das Natrium im konstanten Steigen sich befindet, so muß auf den ungesättigten Zustand der Lösung in bezug auf die aktive Masse der Natriumionen geschlossen werden.

Das System ist somit unvollständig heterogen, wobei die Lösungsphase bei weiterem Abdampfen ihre Konzentration durch Anreicherung nicht nur an Hydroxyl, sondern auch an Natriumionen dauernd erhöht. Aus demselben Grunde, daß die aktiven Massen der Natriumionen von ihrem den gegebenen Bedingungen entsprechenden Maximalpunkt entfernt sind, wird das Ansteigen von Natriumhydroxyd unbekümmert um das anwesende Natriumchlorid vor sich gehen; d. h. das Verdrängen des Chlorids durch chemische Wirkung fällt hier weg. Es bleibt nur noch das physikalische Moment, nämlich das Ausscheiden von Natriumchlorid im vereinigten Kalium-Natriumsystem, bei dem die gesamte Lösungsphase, wie wir vorhin gesehen haben, gesättigt ist. In diesem System wird die partielle Lösungsphase des Natriumchlorids immer dieselbe Konzentration behalten und dasselbe, der abgedampften Wassermenge entsprechende Salzquantum abscheiden.

(Damit steht das in Tabelle 2 auf rechnerischem Wege entworfene Bild über die molekulare Zusammensetzung der abgedampften Lösungen, sowie über das Fallen der Kaliumchlorid- und Aufrechterhalten der Natriumchloridkonzentration, wenn auch nicht gerade in den da angegebenen Mengen, mit der entwickelten chemisch-physikalischen Theorie zufällig im Einklang.)

Erst wenn die Natriumionenmengen ihr Maximum erreicht haben, wird vermutlich Natriumchlorid dem Angriff der Hydroxylionen gegenüber dieselbe Stellung wie das Kaliumchlorid einnehmen. Von da ab werden die beiden Chloride, Natrium wie Kalium, von Moment zu Moment in ihrer Konzentration zu gleicher Zeit abnehmen. Das Verhältnis von Kalium zu Natrium, welches bis jetzt andauernd abgenommen hat, und von 4,47 auf 2,09 gefallen ist, wird in diesem Falle einen bestimmten unveränderlichen Wert<sup>5)</sup> einhalten.

Würde man von einem umgekehrten System ausgehen, d. h. von einer Lauge, bei der die Natrium- die Kaliumsalze übersteigen, so dürfte man auch ein umgekehrtes Bild erwarten.

Vom Sättigungspunkte ab werden die Natriumionen ihren unveränderlichen maximalen Wert aufrecht erhalten und bei weiterer Abdampfung an Chlorid ärmer werden. Die Kaliumionen werden bei konstantem Kaliumchloridgehalt immer steigen, bis sie endlich ihr Maximum erreicht haben, und von da ab werden sich beide Ionen gleich verhalten.

Vorliegende, an experimentalem Material äußerst arme Arbeit kann selbstverständlich keinen Anspruch auf ein zu Ende durchgeföhrtes Problem erheben. Es sollen daher gelegentlich ausgedehntere Versuche mit verschieden zusammengesetzten Laugen angestellt werden, wobei auch die abgeschiedenen Salze, sowie kaltgesättigte Lösungen berücksichtigt werden sollen. [A. 105.]

<sup>5)</sup> Vorliegende Versuchsreihe reichte nicht aus, um den Wert dieses konstanten K/Na-Verhältnisses bei den heißen Lösungen festzustellen, doch liegt der Gedanke nahe, daß dieser Wert sich auf etwa derselben Höhe befinden dürfte, wie er beim System — reines Wasser über dem Bodenkörper beider Chloride bei 100° — besitzt. Beim letzten System (25,70 NaCl = 10,13 Na und 35,90 KCl = 18,84 K) wird jedoch dieses Verhältnis (K/Na = Konstant) durch die Größe 1,86 ausgedrückt, von welcher Größe wir beim letzten Versuch (VI) mit 2,094 nicht mehr weit entfernt sind.

## Der Anwendungsbereich gewerblicher Sprengstoffe<sup>1)</sup> beim Sprengkulturverfahren.

Von Dr. ALFRED STETTBACHER.

(Eingeg. 8./7. 1920.)

Die jetzige hohe Bewertung menschlicher Kraft und Handarbeit bringt es mit sich, daß man überall, wo nur irgendwie angängig, in Industrie, Landwirtschaft und Gewerbe die maschinelle Arbeit heranzieht und täglich weiter darauf sinnt, wie die Kraft des Dampfes und der Elektrizität noch allgemeiner und nutzbringender verweitet werden könnte. Nur einer Form der Kraft scheint man sich heute noch nicht ganz bemächtigt zu haben — nämlich der Sprengstoffe.

Sieht man von der hoch ausgebildeten, wirtschaftlich kaum mehr zu steigernden Sprengarbeit in Bergwerk, Tunnel- und Bergstraßenbau ab, so ergeben sich immer noch mehrere Anwendungsbereiche, wo die Sprengstoffe mit besonderem Vorteil verwertet werden können, ja wo sie das einzige Gegebene und Konkurrenzlose sind. Wir weisen vor allem auf die Gebiete der Land-, Forst- und Gartenwirtschaft hin und auf jene Arbeitsmethode, die sich die Kraft der Sprengmittel schon lange zu eigen gemacht hat und als sog. „Sprengkulturverfahren“ bereits bekannt ist. Denn hier handelt es sich um eine Tätigkeit, die durch Handarbeit immer umständlich und zeitraubend, durch Maschinen und ähnliche Hilfsmittel überhaupt nie lohnend zu gestalten sein wird.

Einige Beispiele. Tausende von Hektar abgeholzten Waldes liegen seit dem Krieg brach darnieder, weil es bisher an der Möglichkeit gefehlt hat, die Baumstöcke rasch und billig zu entfernen. Hier kommt die lockende, austreibende Gewalt der Sprengstoffe wirkungsvoll zu Hilfe. Während 2—3 Mann mit Hand und Beil täglich nicht mehr als 6 Stöcke erledigen und sich an dieser Arbeit genug quälen müssen, vermag ein Schießmeister mit zwei Hilfsarbeitern 100—120 Stöcke jeden Umfangs aus jedem Boden zu sprengen. Dabei wird bis ein Viertel mehr an Wurzelholz gewonnen und der Stock gleichzeitig zerkleinert, daß er besser weggeschafft werden kann. Zudem sind durch den aufgelockerten Grund ohne weiteres die Bedingungen für eine rasche Neubepflanzung oder anderweitige Benutzung des Bodens gegeben. Für 10—12 cm Stockdurchmesser rechnet man eine Patrone von 100 g; ein Stock von 1 m Stammdicke würde demnach etwa 1 kg oder 14 Stück Sicherheitssprengstoffpatronen von 70—75 g benötigen — eine Menge, die man am besten in 2, bei noch größeren Stöcken in 3 und mehr getrennten Ladungen anbringt. In solchem Falle ist dann elektrische, d. h. gleichzeitige Zündung aller Schüsse erforderlich, weil sonst durch die Auflockerung der vorangehenden Schüsse die Kraft der nachfolgenden abgeschwächt würde. — Bei sachgemäßer Anwendung stellt sich das Sprengverfahren erheblich billiger als jedes andere, bei uns in der Schweiz bis auf die Hälfte der Handrodung. Vergangenen Winter sind in Bayern gegen 500 Wagenladungen Stockholz für die Industrie gesprengt worden.

Eine andere fruchtbare Anwendung — fruchtbar im eigentlichen und vollen Sinne des Wortes — betrifft die Bodenlockerung oder Tiefackerung durch das sog. Sprengstofffräsen. Jedermann weiß, daß durch Pflügen oder Umstechen von Land die Entwicklungsmöglichkeit der Wurzeln aller Pflanzen gefördert und damit die Ergiebigkeit des Bodens erhöht wird. Nun kommt man aber für gewöhnlich weder mit dem Pflug, noch mit dem Spaten über  $\frac{1}{2}$  m Tiefe hinaus. Um aber auch die darunterliegenden unausgenutzten, vollnährenden Erdlagen den Wurzeln zu erschließen, wendet man schwache Sprengladungen in 70—120 cm Tiefe an, wobei der Boden im Innern gebrochen und gelockert wird, ohne daß die Humusschicht geworfen oder augerissen würde. Auf diese Weise erreicht man ein fast müheloses Rigolen auf 1—2 m Tiefe und schafft für Feuchtigkeit, Luft, Dünger und wachstumfördernde Bakterien Durchgang. Die rasche Folge davon ist ein anhaltendes gedeihliches Wachstum und eine Steigerung der Erträge, wie sie sonst nur durch schwere, teure Düngung möglich wäre. Sehr vorteilhaft wirkt auch der Umstand, daß durch die Explosionen sämtliches Ungeziefer, nebst Enger-

<sup>1)</sup> Anmerkung des Verfassers. An dieser Stelle sei der während des Krieges entstandene und sprachlich recht glücklich gewählte Begriff „Gewerblicher Sprengstoff“ näher umschrieben. Während man früher zwei Hauptklassen: militärische und zivile Sprengstoffe scharf unterschied, ist diese Gegenüberstellung durch den Weltkrieg belanglos geworden, da wohl so ziemlich alle der „zivilen“ Sprengstofftypen zu Kriegszwecken verwendet worden sind. Andrerseits natürlich blieb und bleibt die Militärsprengtechnik immer noch durch einige Sprengstoffe vertreten, welche — wie z. B. Dinitrobenzol-, Trinitrotoluol- oder Trinitrotoluol-Hexanitrodiphenylamin-Schmelzladungen — sich kaum zivilmäßig in Patronenform ausnutzen lassen. Dessenungeachtet aber wird man sich heute des erkünstelten Gegensatzes begeben und statt von „zivilen“, von gewerblichen Sprengstoffen sprechen, worunter alle diejenigen Sprengstoffe zu verstehen sind, die — zu Patronen verarbeitet — in Bergbau, Landwirtschaft und Gewerbe benutzt werden.

lingen und Mäusen, in der nahen Umgebung vernichtet wird. Bei Neuanforstungen, bei Anlage von Baumschulen, Weinbergen, Hopfengärten und Spargelkulturen erweist sich das Sprengstoffrigolen als ganz besonders empfehlenswert; nicht weniger ratsam ist es als Mittel gegen die gefürchtete Bodenmüdigkeit in Obstgärten, wo das Wurzelwerk nicht mehr imstande ist, die tiefen Nährschichten aus eigener Kraft zu durchdringen. Ähnlich wie beim Rigolen wird bei der Herstellung von Setzlöchern und Baumgruben verfahren, nur daß man hier die Ladungen entsprechend größer — bis zum minenartigen Auswurf der Erde — bemüht.

Mit diesen Beispielen ist jedoch die Anwendungsfähigkeit des Sprengkulturverfahrens noch nicht erschöpft. Kaum weniger schnelle und nützliche Dienste leisten die Sprengstoffe bei Erdarbeiten aller Art: Gräben für Wasserleitungen, Kanalisationen, Drainage, Brunnenanlagen, Tiefbohrungen werden in kürzester Zeit billiger und bequemer als durch Handarbeit hergestellt, versumpftes Gelände kann bei entsprechenden geologischen Verhältnissen durch Zersprengen der wasserundurchlässigen Schicht trocken gelegt werden. Als Besonderheit sei auch angeführt, daß bei größeren Waldbränden die Sprengstoffe das einzige Mittel zum raschen Niedерlegen jener Schutzstreifen sind, die zuletzt, wenn alles versagt, der Fortpflanzung des Feuers Einhalt gebieten können. Ähnliches gilt für die Beseitigung von Eis- und Treibholzverstopfungen in Flußläufen.

Anlehnd an das Sprengkulturverfahren wären ferner zu nennen: die Sprengungen zur Gewinnung von Baustoffen in Ton-, Kalk- und Sandsteingruben, dann die Sprengungen auf dem Gebiete des Bauwesens, wie z. B. das Niederlegen abbruchreifer Häuser und nachfolgende Ausheben von Neufundamenten, die Zerstörung alten Mauerwerks, von Brandruinen und Schornsteinen, selbst Kirchtürmen, das Abtragen von Betonbauten, von Eisenkonstruktionen, die Zerkleinerung unbrauchbar gewordener Eisenteile usw.

Die Möglichkeit von Sprengungen auf allen Gebieten erscheint nahezu unbegrenzt. Wenn nun in jedem Falle, wo die Handarbeit durch Sprengkraft ersetzt werden kann, auch nur ein kleiner Vorteil, eine geringe Ersparnis an Kosten herauskommt, so können diese Posten insgesamt doch zu einer Summe anwachsen, die wirtschaftlich bedeutungsvoll wird. Leider ist gerade auf diesem praktischen Gebiete der Sprengtechnik bisher noch sehr wenig getan worden; weder die Industrie, noch die Wissenschaft hat sich sonderlich darum gekümmert. Schulen und Lehrstühle für gewerbliche Sprengarbeit gab es bis jetzt nicht; Studien, Untersuchungen, wirtschaftliche Berechnungen nach dem Muster der englischen Reports scheinen — außer in Amerika — noch keine gemacht worden zu sein. Die wenigen verfügbaren Anhaltspunkte stammen sämtlich aus einer kleinen Privatindustrie und basieren auf die Sprengungen von Schießmeistern, die nicht nach Berechnungen, sondern nach dem Gefühl arbeiteten. Erst jetzt, bald zwei Jahre nach dem Kriege, geht man daran, der Sprengkulturfrage wissenschaftlich Beachtung zu schenken und sie durch besondere Ausschüsse (wie in Frankreich) zu studieren. Es steht zu hoffen, daß den Sprengmitteln im kommenden Landbau bald die Rolle zugewiesen werde, die ihnen kraft ihrer Energie und Eigenart, wie jeder anderen Maschine, notwendig zugehört.

[A. 107.]

## Kurze Mitteilungen aus der Technik. Zerstörung von verzinktem Eisenwellblech durch Rauchgase<sup>1)</sup>.

Von Prof. Dr. Wislicenus, Tharandt.

Die chemische Widerstandsfähigkeit oder die Zerstörung des verzinkten Eisenblechs durch Rauchbestandteile (Rauchsäuren, Flugasche usw.) ist von so großer praktischer Bedeutung für die Bau- und für die technische Abgasfrage, daß man die wissenschaftliche Bearbeitung des Gegenstandes, wie sie in der Siedler'schen Arbeit vorliegt, als ein verdienstvolles Werk begrüßen muß. Mag die Frage an sich wissenschaftlich ohne weiteres als geklärt gegolten haben, so bildet das von Siedler hier zusammengetragene Material von Erfahrungen und Urteilen erster Sachverständiger, von sehr verstreuten Literaturangaben, von photographischen Beweisstücken und von eigenen Versuchen doch eine sehr wertvolle Tat-sachengrundlage für die praktische Beurteilung im konkreten Fall, wie ein solcher in diesem Rechtsstreit der Anlaß zur Untersuchung geworden ist. Es handelt sich bei diesem bedeutungsvollen Prozeß um den merkwürdigen Fall, daß eine große in der Ebene freiliegende, hauptsächlich aus riesigen Wellblechbauten errichtete Fabrikanlage (Grube Leopold bei Bitterfeld), die sich notorisch manchmal in die Dämpfe und Abgase der eigenen Rauchquellen bei entsprechendem Wind ganz einhüllt, durch die fernabliegenden Abgasquellen der

<sup>1)</sup> Nach einer Arbeit von Dr. Ph. Siedler, in „Rauch und Staub“ 10, (1920), S. 43—50.

Griesheim-Elektronwerke bedrohlich beschädigt sein soll. Das hiergegen vom Autor zusammengebrachte Beweismaterial ist so vollständig, daß es für die Bautechnik im allgemeinen und für den schwelenden Rechtsstreit von ausschlaggebender Bedeutung sein wird.

Die allgemeine Erfahrung besagt unzweifelhaft, daß das verzinkte Eisenblech, wie auch das als Dachbedeckung früher viel verwendete, mehr und mehr aber ausgeschaltete Zinkblech unbedingt fernzuhalten ist von den bekannten säurehaltigen Rauchquellen der städtischen Hausfeuerungen, der Industrierauchquellen aller Art, der Bahnlokomotiven usw., mag es auch als Baumaterial in der reinen Luft von der technischen Kultur abgelegener Gebiete, im Hochgebirge, in nordischen Siedlungsarten usw. gelegentlich zweckmäßig erscheinen, abgesehen von seiner baukünstlerischen Minderwertigkeit.

Bei dieser Gelegenheit möchte Berichterstatter Erinnerungen aus Gesprächen mit W. Hемpel, dem bedeutenden Dresdner Technologen, über diesen Gegenstand erwähnen. Hемpel erzählte wiederholt, daß er sich bei gelegentlichen Beratungen in der sächsischen „Technischen Deputation“ und bei anderen Anlässen, insbesondere z. B. beim Bau der großen Dresdner und Leipziger Bahnhöfe, gegen die mit verzinktem Eisenwellblech überdachten riesigen Bahnhofshallenbauten gewendet habe, und auch für diese großen Bahnhöfe das Freiluftsystem empfohlen habe, bei welchem nur die kleinen Dachflächen in niedriger Höhe über den Bahnsteigen in Betracht kämen, die auch möglichst mit Glas abzudecken seien, wenn auch das Abströmen des Lokomotivrauches in die freie Luft hier eher die Blechbedachung zulässig erscheinen lasse, weil weniger Schäden und weniger kostspielige Reparaturen vorkommen würden. Ein Hinweis für die in jetziger Zeit so notwendige sparsame Bau- und Betriebsweise.

Die Siedler'sche Arbeit weist durch die beschriebenen Versuche und durch gute photographische Aufnahmen nach, daß in der Tat nicht nur Schwefelsäure, sondern auch  $\text{SO}_2$  Zinkblech, und noch mehr das im Zinküberzug verletzte verzinkte Eisenblech, stark und rasch angreift, wenn Wasserdampf und Luftsauerstoff mitwirken können. Trockene  $\text{SO}_2$  greift nur wenig und langsam an. Statt mit Kohlensäure, die mit Feuchtigkeit allein ähnlich, wenn auch weniger rasch korrodierend wirken wird, wurden Versuche mit  $\text{SO}_2 + \text{CO}_2$  feucht angestellt und hierbei ein weiter verstärkter Korrosionsverlust festgestellt.

Bei dem nach dem Walzenkessel-Verzinkungsverfahren verzinkten Eisenblech (und noch weit mehr bei dem galvanisch verzinkten Eisen) findet unter Vermittlung miskroskopisch feiner Öffnungen des Überzuges (Risse oder Poren) und infolge der Bildung der bekannten „Metallpaare“ als kurz geschlossener „galvanischer Elemente“, oder aber durch allmähliches Weglösen des Zinküberzuges die Bildung sulfathaltigen Rostes statt, wobei einerseits die Atmosphärierlichen Wasserdampf, Luftsauerstoff, andererseits die in der Flugasche vorhandenen, von dieser imbibierten oder adsorbierten Rauchsäuren und löslichen Salze die Wirkung wesentlich beeinflussen.

Über Einzelheiten der Siedler'schen Versuche mit sauren Gasen, mit Flugasche, Braunkohlenstaub usw. und seiner Beobachtungen an den großen Wellblechbauten auf Grube Leopold, die in den Abbildungen gut wiedergegeben sind, zu berichten ist hier kein Raum. Berichterstatter möchte hierbei noch erwähnen, daß auch der nicht erwähnte Ruß als Vermittler (Überträger der Säuren und Katalysator) in Betracht kommt. Auch ist ohne den Beweis jener Wirksamkeit von  $\text{SO}_2$  die Einwirkung von  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ohne weiteres gegeben, da — wie Berichterstatter auch experimentell beobachtet hat<sup>2)</sup> — die schweflige Säure in der Luft (infolge des  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Gehaltes) außerordentlich rasch in  $\text{H}_2\text{SO}_4$  übergeht. Aber so naheliegend die Bildung von Zinksulfat auch durch die  $\text{SO}_2$ -haltige Rauchluft, sowie das Rosten und die Beschleunigung dieser Vorgänge durch die galvanische Kette Zn/Fe/Elektrolyt und durch die weitere Mitwirkung von Rost, Ruß, Flugasche ist, so ist sie doch von einem gegnerischen Sachverständigen in dem Prozeßstreit bestritten worden und mußte daher von Siedler nachgeprüft werden, was durch einfache Laboratoriumsversuche bewiesen werden konnte.

Es ist zu hoffen, daß dieser Rechtsstreit zur Beseitigung des verzinkten Eisenblechs als Baumaterial für Bahnhallen und in Gegenen, wo die industrielle oder städtische Entwicklung saurer Rauchgase unvermeidlich und „ortsüblich“ ist, überhaupt beitragen wird. Solche ungeheure Ersatzansprüche und Streitarbeit müssen die technische Arbeit ungemein hemmen. Wie die Siedler'sche Veröffentlichung zeigt, kann aber auch solche Arbeit dauernden Nutzen bringen und als feste Beweisgrundlage praktisch große Bedeutung gewinnen. Eine bedeutungsvolle Bautechnik und wichtige chemisch-technische Fragen werden hier einschneidend berührt. [A. 129.]

<sup>2)</sup> Sammlung von Abhandl. über Abgase u. Rauchschäden, Heft 10, H. Wislicenus, Experimentelle Rauchschäden, S. 126, 130 u. Mitteil. d. Kgl. Sächs. Forstl. Versuchsanstalt, Bd. 145, 150.