

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 38

16. September 1916

52. Jahrg.

Der Salzhut und seine Bedeutung beim Schachtabteufen.

Von Bergverwalter W. Landgräber, konz. Markscheider, Borth (Niederrhein).

Da die eigenartigen geologischen Bildungen, die hier mit dem Namen »Salzhut« bezeichnet werden, nur wenig bekannt sein dürften, mögen einige allgemeine Betrachtungen darüber vorausgeschickt werden.

Im tiefen Untergrunde der norddeutschen Tiefebene sind an manchen Stellen die ursprünglich flach abgelagerten Salzschiechten in schmalen Zonen zu rückenartigen Erhebungen inmitten jüngerer Sedimente zu sogenannten Salzhorsten aus der Tiefe emporgetrieben worden. In ihrem innern Bau sowie im Deckgebirge zeigen sich merkwürdige Verwicklungen der geologischen Verhältnisse. Alle in dem gemischt-plastischen Schichtenverband vereinigten Gesteinsgruppen, wie Letten, Gips, Salzton, Salzlager, Kalistränge und Anhydritbänke, haben einen mehr oder minder innigen Faltungsvorgang mitmachen müssen. Sie sind gewissermaßen wie flüssiges Magma allmählich aufgestiegen und dabei ausgewalzt, gepreßt, gezerrt, gestaut und doppelt oder mehrfach übereinander getürmt worden. So hat sich in ihnen häufig eine innere und äußere Umformung vollzogen. An manchen Stellen hat obendrein eine bis ins kleinste gehende Durchmischung der verschiedensten Gesteinsarten stattgefunden. Fast alle Gesteine tragen mehr oder weniger deutliche Anzeichen einer ganz ungewöhnlich starken Quetschung. Von manchen Schichten sind einzelne Teile bei der Aufwärtsbewegung bis auf dürftige Spuren verschwunden. Während ein großer Teil der Schichten, besonders in den tiefen Abschnitten, als an Ort und Stelle wurzelnd betrachtet werden muß, finden sich in den oberen Partien einzelne von der Muttermasse gänzlich abgetrennte, gewissermaßen abgeschnürte Lagen im Salzhorst eingeschaltet vor. Sie treten vielfach als ausgedrückte Fetzen in Erscheinung. Eine Gesetzmäßigkeit besteht in einem Salzhorst nur in sehr seltenen Fällen. Die mannigfachsten Salzarten kommen nebeneinander vor. Jüngeres und älteres Steinsalz löst sich in buntem Wechsel mit Kalisalzlagen ab. Als Folge dieser Aufpressungsvorgänge ergibt sich ein Profil der Salzhorste, das sich durch die Verfaltungen und Vervielfachungen der Schichtlagen, durch die Einengungen und abgeschnürten Sattelköpfe sehr wesentlich von dem ursprünglichen unterscheidet (s. Abb. 1). Auch die einzelnen bisher von Salzhorsten entworfenen Profile weichen erheblich voneinander ab. Fast jeder neue Aufschluß zeigt neue Eigenheiten.

Mit der Aufrichtung müssen gleichzeitig dort, wo die Massen nicht die Möglichkeit zum Entweichen hatten, Druckvorgänge mit mechanischen Umformungen verbunden gewesen sein. Letztere hatten Auflösungen der Mineralstoffe und dynamometamorphe Umkristallisationen im Gefolge. Es ist nicht ausgeschlossen, daß noch eine andere Art der Umformung und Mineralneubildung mitgewirkt hat, und zwar die bei Gegenwart der das Gestein durchdringenden wässerigen Lösungen auftretende. Das Urmaterial wurde dabei chemisch angegriffen und umgewandelt. Bekanntlich trifft diese Begleiterscheinung nicht nur für Salzarten allein zu. Die scheinbar unlöslichsten Stoffe können bei Berührung mit Lösungen im Lauf der Zeit umgewandelt werden. Sogar reinem Wasser wohnt eine starke Zersetzungsfähigkeit inne.

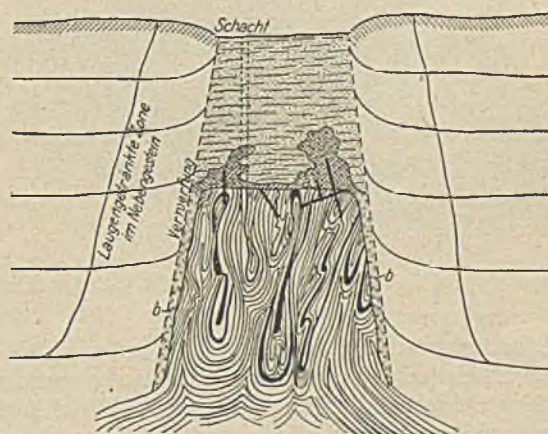


Abb. 1. Schematischer Querschnitt durch einen Salzhorst mit Salzhut.

Da sich außerdem noch eine ungleichmäßige Druckverteilung in den einzelnen Höhenlagen geltend machte, haben die verschiedenen Gemengteile auch noch eine ganz ungleichmäßige Ummineralisierung erfahren. Die angestauten Lagerteile innerhalb der Fältelung weisen ein ganz anderes Gefüge auf als die an den Schenkeln der Faltung ausgewalzten Salzarten. Durch die verwickelte Zersetzung und die verschiedenartigen mineralischen Neubildungen kann daher neben der geschilderten völligen Verwischung der Schichtung auch noch ein von der ursprünglichen Ausbildungsform völlig

abweichender petrographischer Bestand hervorgerufen werden.

Infolge dieser Veränderung und Umformung der Gesteine und Schichten, selbst Anhydrit kann durch Druckmetamorphose sein ursprüngliches Gefüge vollständig verlieren, wird eine stratigraphische Einordnung außerordentlich erschwert; besonders noch dadurch, daß auf einem verhältnismäßig kleinen Raum eine Unmenge der verschiedenartigsten Gebilde ganz verschiedenen Alters zusammengedrängt sein und nebeneinanderstreichen können. In Gebieten, wo jüngeres und älteres Steinsalz an und für sich schon schwer oder gar nicht voneinander zu unterscheiden sind, wie im Hannoverlande, und wo zudem noch eine weitgehende Umbildung innerhalb des Salzhorstes und an den Rändern eingetreten ist, wird die Stratigraphie umso schwerer zu erkennen sein. Je nach dem Grade der Faltungswirksamkeit können Abweichungen von der Gesetzmäßigkeit zu großen Irrtümern führen. So z. B., wenn jüngeres Kalisalz zu mächtigen Lagern aufgebauscht worden ist, in denen Streifen von älterm Kalisalz auftreten. Letztere werden leicht verkannt und für jüngeres gehalten. Rohe, gestaute Salztonschichten sind so selbst von geübten Fachleuten für Buntsandstein gehalten worden. Die Unsicherheit in



Abb. 2. Gefaltete Anhydritschicht aus Wylen in Baden.

der Bestimmung wird noch durch die unterschiedliche Umformbarkeit und Schmiegsamkeit dieser gemischtplastischen Schichten erhöht. Steinsalz läßt sich ohne weiteres bruchlos biegen und bis in feinste Streifen falten und auswalzen. Anhydrit und Salzton dagegen verharren gern in ihrem spröden Zustand, sie zerbrechen leicht und werden vielfach aus dem Verband abgedrückt. Unter geeigneten Druck- und Temperaturverhältnissen können aber auch die sprödesten Gesteinstreifen völlig bruchlos zu Falten zusammengeschoben werden, wie Abb. 2 zeigt.

Für den Schachtbau bzw. für die Wahl des Schachtansatzpunktes können derartig verwickelte tektonische Verhältnisse bedeutungsvoll sein. Denn ein auf einem so beschaffenen Salzhorst angesetzter Schacht kann am Ausgehenden des Salzgebirges ganz verschiedene Schichten antreffen, ebensogut auf älteres wie auf jüngeres Steinsalz, sowohl auf Streifen von Kalilagern, Anhydritbänken, Salztonsträngen als auch auf Stausalz,

Zerrsalz, Mineralneubildungen usw. stoßen. In manchen Fällen ist die Bestimmung dieser Gesteinarten außerordentlich wichtig, wie weiterhin dargetan werden soll.

Die Vorgänge beim Aufsteigen von Salzgebirgen sind zweifellos sehr verwickelt und ungeheure Kräfte dabei tätig gewesen, um Gesteinarten derart ineinander zu verkneten, als handle es sich um weichen Ton. Die Ursache der Aufpressung ist mehrfach zu deuten versucht worden. Die drei heute bestehenden Theorien sind kurz folgende: Lachmann nimmt in Gemeinschaft mit Svante Arrhenius an, daß endogene, physikalisch-chemische Kräfte den Auftrieb verursacht haben; Harbort glaubt, daß diese Riesengebilde von Salzhorsten an einer Schwächezone in der Erdrinde zwischen vorgebildeten tektonischen, Störungslinien unter der Drucklast senkrecht wirkender Kräfte aus den wagerechten Flügeln zu beiden Seiten des Horstes ausgequetscht und emporgetrieben worden sind; Stille führt die Salzauftriebskräfte auf wagerechten Faltschub im Kern von Triassätteln zurück. Von diesen drei Anschauungen scheint mir die letzte am einleuchtendsten, aber noch überzeugender die thermische Expansions-theorie in Verknüpfung mit der Schrumpfungstheorie zur Erklärung der Entstehung der Salzhorste zu sein, die von v. Richthofen und J. Dana bzw. von E. de Beaumont und W. J. Lollas für die Entstehung von Faltengebirgen herangezogen worden ist. Bedenkt man nämlich, daß es bisher noch nirgendwo gelungen ist, das eigentliche Muttergestein, aus dem die Salzstockmassen hervorgequollen sein müssen, aufzuschließen, so ist für seine Lagerung eine recht große Teufe anzunehmen. Vermutlich reichen diese Salzmassen bis 2000 und 3000 m in die Erdrinde hinein. In diese Tiefe sind sie aber erst ganz allmählich gesunken und dabei von stets steigender Wärme beeinflusst worden, die naturgemäß eine erhebliche Ausdehnung der gewaltigen Massen verursacht hat. Das auflagernde immer mächtiger werdende Deckgebirge hat dazu noch den Druck anwachsen lassen, so daß die gesunkenen Massen allmählich in eine ganz erhebliche Spannung geraten sind und sich an schwächeren Stellen der Erdrinde naturgemäß einen Ausweg nach oben zu verschaffen gesucht haben. Auf diese Weise kann ebenso gut nur eine Verdickung der Salzmassen wie ein Emporrecken der Salzserien zu pfeilerartigen Salzstöcken oder langgestreckten Salzhorsten mit ihren verworrenen Erscheinungen erfolgt sein. Alle bisher beobachteten geologischen Bilder dieser Art sprechen nicht gegen die Möglichkeit durch derartige Bewegungsvorgänge erzeugter Dislokationen.

Das Durchspießungsphänomen mit der damit verbundenen Zertrümmerung des Schichtenverbandes scheint so geendet zu haben, daß älteres Steinsalz durch die jüngere Salzfolge und den Hauptanhydrit hindurchgebrochen ist, und der Auftrieb sich bis in jüngere Deckgebirgsschichten (Trias, Kreide, Tertiär) hinein fortgesetzt hat. Mit dem Hineinströmen der Aufpressungsmasse in die Dislokationszonen ist notwendigerweise ihr Entweichen aus den umrahmenden Schichten außerhalb der aufgerissenen Spalten, zwischen denen der Salzauftrieb erfolgte, verbunden gewesen. Als

natürliche Folge hat sich eine Einsenkung und allmähliche Verflachung der Schollen weitab vom Salzhorst sowie eine Aufrichtung an den Salzstockrändern ergeben, jedoch ist diese Schrägstellung an manchen Stellen nur unerheblich geblieben. Die Aufpressung hat notwendigerweise eine Bewegung im Gefolge gehabt, wodurch die der Salzkluft unmittelbar benachbarten Gebirgsteile stark in Mitleidenschaft gezogen wurden. Sie sind nach oben gebogen worden, zerbrochen und geborsten. Durch die ständige Verschiebung an den peripherischen Teilen ist das randliche Material emporgeschleppt und durch Zerrung und Zerreibung breccienähnlich zu einem bunten Durcheinander von Gesteinstücken der durchstoßenen permischen, triassischen und andern Schichten vermenget worden. Die zur Aufpressung der Salzhorste führenden Bewegungsvorgänge haben anscheinend längere Zeiträume hindurch andauert. Sie müssen sowohl während gebirgsbildender als auch in ruhigen Abschnitten, und nicht nur einmal, sondern abschnittweise, wahrscheinlich sogar ruckweise sich wiederholend stattgefunden haben.

Solchen verworrenen Verhältnissen stand man früher ratlos gegenüber, während man sie jetzt mit einiger Sicherheit zu enträtseln vermag.

Wachsen die sich auftürmenden Salzmassen so weit, daß sie in den Bereich des Grundwassers gerieten, so begann sich an ihnen ein tiefgreifender Ablaugungsvorgang zu entwickeln. Je nach dem Grade der Löslichkeit fand zunächst eine Anreicherung des Wassers mit Chlorkalium und Chlornatrium statt, dem sich im weitem Verlauf entsprechend der petrographischen Beschaffenheit und dem Lösungsverhältnis die in Salzlagerstätten auftretenden ausgefallten Salze anschlossen. Dieser Lösevorgang konnte naturgemäß bis zur Sättigung fort dauern. Auf dem Salzkopf bildete sich alsdann häufig eine glatte, fast abgeschliffene Ablaugungsfläche, der sogenannte »Salzspiegel« (s. a in Abb. 1). Die Zersetzungsprodukte und Rückstände der Auslaugung, also die schwer oder nicht löslichen Bestandteile der Lagerstätte, wie Ton, Anhydrit, Gipsgestein usw., blieben auf dem Salzspiegel liegen. Sie häuften sich dort an und vermengten sich mit Schollentrümmern der nachgefallenen Gebirgsschichten zu einem laugenreichen, gebräunen, porös-zelligen Trümmergestein von großer Vielfältigkeit mit zahlreichen schiefer und gewunden verlaufenden Schlotten. Dieses Hutgebilde bezeichnet man mit dem Namen »Salzhut«. Sein Laugengehalt schwankt in weiten Grenzen. Von der völligen Erfüllung der Schlotten mit Salzlösungen wechselt der Gehalt an Sole und Laugen durch alle Übergänge bis zu solchen Hutbildungen, die nur noch wässrige Lösungen auf Wasserrissen in geringer Menge enthalten.

Die Schlotten reichen zuweilen bis auf den Salzspiegel hinab und stehen mit den zahllosen gekrümmten, senkrechten und wagerechten Klüften, Spalten und Haarrissen, die den Salzkopf durchziehen, in Verbindung. Stellenweise gehen sie regellos tief unter den Salzspiegel in den Salzhorst hinein. Der gesamte Salzstock ist meist von einer Breccienzone, dem Anhydritschleier *b*, umgeben, in den ortfremde Gesteine mosaikartig eingewickelt sind. Vereinzelt kleben sie auch als eckige

Brocken am Salzstock. Die Entstehung des Anhydritschleiers beruht wohl ebenfalls auf Auslaugung, die aber mehr durch Bergfeuchtigkeit hervorgerufen worden sein dürfte. Ein Anteil an ihrer Bildung wird auch den sich am Salzspiegel bildenden ungesättigten Lösungen zuzuschreiben sein. Der größte Teil der abgelaugten Salzmassen wanderte jedoch in das Nebengestein ab. Der Abfluß erfolgte nach dem Schichtenfallen. Die Bewegungsmöglichkeit richtete sich nach der Salzaufnahmefähigkeit sowie der Durchlässigkeit des Nebengesteins und war vielfach nur auf Schnittflächen und Klüfte beschränkt, die meist sehr eng sind und auch bleiben. Der Salzgehalt nimmt entsprechend der Entfernung vom Salzstock ab. Daß das Nebengestein tatsächlich häufig geradezu mit Steinsalzlauge durchschwängert ist, haben Bohrungen in der Umgebung von Salzhorsten wiederholt dargetan. Diese sekundär eingewanderten Lösungen dürfen selbstverständlich nicht für harmlos gehalten werden.

Je mächtiger die Abfressung des Salzgebirges erfolgt ist, desto stärker wächst auch der sich zwischen dem Salzspiegel und dem eigentlichen Deckgebirge des Salzhorstes einschiebende Salzhut. Manche Salzhüte sind bis zu 100 m und mehr mächtig, andere hingegen kaum 1 m dick. In die abgelaugten Abschnitte des Salzkopfes, die zeitweilig als Hohlräume offen stehen bleiben, stürzt das schwebende Gebirge nach, wodurch seine ursprünglich geschichtete Lagerung stark gestört wird. Die Möglichkeit, durchlaufende, niveaubeständige Schichten anzutreffen, ist bei den verwickelten Lagerungsverhältnissen der Salzhorste meist sehr gering. Durch die ständige Neubildung von Salzhutmassen mit den darauf folgenden Zusammenbrüchen und Aufschüttungen werden die hangenden Schichten fortwährend beunruhigt. Durchgehende wassertragende Tonschichten treten daher nur selten auf, wo sie anstehen, schießen sie meist nur auf kurze Erstreckung, insel- oder nesterartig, ein. Auf jeden Fall muß man sich, wenn sie in Bohrungen angetroffen werden, immer vergegenwärtigen, daß sie nur örtliche Ausdehnung haben können. Wenige Meter von einem Aufschluß entfernt erhält man sehr wahrscheinlich ein ganz anderes Bohrprofil. Infolgedessen sind auch die obern süßen Wasser vielfach versalzen worden. Mit seltenen Ausnahmen können über dem Salzhut in jedem Teufenabschnitt Laugen angetroffen werden. Je nach den örtlichen Verhältnissen sind sowohl die Bildungen des Salzhutes und die des darunter befindlichen Salzkopfes als auch die überlagernden Deckgebirgsschichten mit ihrer Laugenführung ganz verschiedenartig ausgebildet. Es gibt vollständig fest verkittete, kompakte und wasserundurchlässige Salzhüte und wieder andere, die klüftig, breccienhaft, wasser- oder laugenhaltig, zellig und schlottenreich sind.

Stellenweise besteht das Material vorwiegend aus Gips und Anhydrit, bei sog. »Gipshüten«, andernorts aus Tonbildungen, Lettenrückständen und schmierigen, salzigen Schlammresten.

Die gleichen Unregelmäßigkeiten können im Deckgebirge auftreten, so daß man niemals die durch einen

Bohrlochaufschluß festgestellten geologischen Verhältnisse verallgemeinern und für die weitere Umgebung als gültig ansehen darf. Eine Voraussage der zu erwartenden Verhältnisse auf Grund von Mutungsbohrungen oder auch von genauer ausgeführten Untersuchungsbohrungen, die weitab von dem zu teufenden Schacht liegen, ist wegen der voraussichtlichen Verwicklungen fast gänzlich ausgeschlossen. Die Unsicherheit beginnt, sobald es sich um zusammengebrochene Schichten handelt, deren Vorhandensein zuweilen schon an der Erdoberfläche durch die bekannten Erdfälle angekündigt wird. Dadurch, daß mangels ausgedehnter wassertragender Schichten der obere süße und der untere salzige Grundwasserstrom miteinander Verbindung erhielten und eine Vermischung stattfinden konnte, dürfte das gesamte Deckgebirge mit seinen laugenführenden Schlottengebilden in seiner Gebrächheit als Gefahrenzone anzusehen sein. Daneben kann noch der eigentliche Salzhut oberhalb des Salzspiegels, der vielfach gewissermaßen mit dem Deckgebirge durch Verzahnung ineinandergreifend auftritt, gefahrbringend und für das Abteufen erschwerend sein. Unterhalb des Salzspiegels vermögen die steil auferichteten und zersprengten Schichten am Salzkopf, die vielfach strömende Salzlösungen enthalten, Laugeneinbrüche zu verursachen. Auch sind die hier anstehenden Schichten infolge ihrer Beweglichkeit und leichten Löslichkeit für die Bedingungen des Schachtabteufbetriebes verschieden günstig. Kalilagen von karnallitischer Natur am Ausbiß können sich schneller auflösen, als das Fortschreiten der Abteufarbeiten vor sich geht. Selbst in schwer auflösbar, klüftigem Anhydrit darf man sich nicht über die Gefahrenmöglichkeit täuschen. Ein Laugendurchbruch ist selbst dann nicht ausgeschlossen, wenn die Klüfte bereits verheilt waren. Beim Anfahren reißen sie sehr leicht wieder auf, und infolge der durch die starke Zerklüftung erzeugten Durchlässigkeit fließen etwa vorhandene Laugen aus dem angelagerten Nebengestein rasch aus.

Diese Darlegungen zeigen, daß als Ergebnis einer ungenügenden Aufpressung und darauf folgenden Salzhutbildung räumlich die schwierigsten Verwicklungen auftreten können, die im Gebirgsbau vorkommen. Damit ist jedoch durchaus nicht gesagt, daß jeder auf einem Salzhorst angesetzte Schacht derartig von Grund aus zerrüttete Lagerungsverhältnisse antreffen muß. Vielerorts ist die Auffaltung und auch die Ablaugung auf ein geringes Maß beschränkt geblieben. Es gibt Werke, die Salzhüte ohne erhebliche Schwierigkeiten und Kosten durchteuft haben. Bei andern Schächten dagegen geriet man, da die drohende Gefahr infolge mangelhafter oder falscher Beobachtung unerkannt geblieben war, unvorbereitet in die denkbar ungünstigsten Schichten. Selbst Werke, die alles Erdenkliche zur Verhütung von Laugeneinbrüchen getan und den Schachtbau mit den vollkommensten Mitteln der Technik vorgenommen, sogar den Salzkopf bereits erreicht und den Schacht auch schon einige Meter darin mit Tübbings ausgekleidet hatten, ihn somit nach den allgemeinen Regeln als gesichert betrachteten, vermochten dennoch das Ersaufen durch Laugeneinbrüche nicht zu verhindern.

Nicht nur im Hannoverlande, wo der Schachtbau bisher am meisten durch diese außergewöhnlichen geologischen Verhältnisse beeinträchtigt worden ist, sondern auch in andern Salzgebieten, wo in nachpermischer Zeit Schollenbewegungen stattgefunden haben, wird mit diesen Schwierigkeiten gerechnet werden müssen.

In dem zukünftigen niederrheinischen Kalibergbaubezirk, in dem Schollenbewegungen längs weit zu verfolgender Spalten in fast allen geologischen Zeiträumen bis in die mittlere Miozänzeit mit einiger Sicherheit festzustellen sind, werden die Folgeerscheinungen einer mehr oder weniger tief gehenden dynamometamorphen Veränderung innerhalb der Salzlager ebenfalls in Erwägung zu ziehen sein.

Aus dem Vorstehenden ist zu entnehmen, daß ein Salzstock mit seinem Deckgebirge nichts weniger als ein einfacher und einheitlicher Bau ist, sondern Verwicklungen aufweist, die eine Vorstellung von dem jeweiligen innern Gefüge nur schwer gewinnen lassen. Entschließt man sich trotzdem dazu, einen Schacht auf den Trümmern eines Salzhorstes anzusetzen, so hat man stets zu berücksichtigen, daß die zu erwartenden Verhältnisse und Bedingungen für den Schachtbau ganz andere Unsicherheitsfaktoren in sich schließen können als bei flözartiger, söhligter und ungestörter Lagerung, bei der man immer annähernd dieselben Schichten antrifft, ganz gleich, wo der Ansatzpunkt liegt. Hier erreicht man die jüngsten Bildungen zuerst und die ältesten zuletzt. Bei einem Salzaufpressungshorst ist jedoch die Reihenfolge manchmal genau umgekehrt. Man hat allerdings die Gewähr, daß schon in verhältnismäßig geringer Teufe das Salzgebirge angetroffen wird, aber auch damit zu rechnen, daß die geologischen Verhältnisse bei jedem Salzkopf und Salzhut andersartig sind. Will man vor Überraschungen gesichert sein und von vornherein die anzuwendenden Verfahren richtig beurteilen, so ist es notwendig, die Schichten, Gesteinlagen und Wasserverhältnisse, wie sie unmittelbar unter dem Schachtansatzpunkt vorliegen, zu ermitteln. Die Untersuchungen haben sich auf die Feststellung des Salzgehaltes in den verschiedenen Teufen des Deckgebirges, auf die dislozierten Zerstörungsprodukte des Salzhutes und dessen Laugeneinbrüche oberhalb des Salzspiegels sowie auf die den Schachtbau ebenfalls gefährdende Zone des Salzkopfes unterhalb des Salzspiegels zu erstrecken. Diese Vorarbeiten müssen mit gewissenhafter Gründlichkeit vorgenommen werden. Für das Gelingen des Schachtbaues sind sie von allergrößter Bedeutung. Ihre Vernachlässigung würde einen groben Fehler bedeuten. Die Folgen mehrfach vorgekommener Nichtbeachtung der einfachsten Vorsichtsmaßregeln waren wesentliche Irrtümer und erhebliche Fehlgriffe zum Schaden des Unternehmens, die nur durch Aufwendung beträchtlicher Mehrkosten wieder gutgemacht werden konnten. Mit Leichtigkeit hätten sie sich vermeiden lassen, wenn die geologischen Verhältnisse von vornherein festgestellt worden wären. Eine genaue Untersuchung durch zuverlässige Aufschlüsse ist und bleibt demnach die wichtigste Vorarbeit. Man darf sich nie der geringsten Gefährdung

aussetzen und sollte keine Mühen und Kosten scheuen, um sich vor der Aufnahme der Abteufarbeiten ein lückenloses, klares Bild von den zu erwartenden Lagerungsverhältnissen zu verschaffen, damit die gefahrbringenden Teufenabschnitte richtig erkannt werden. Sparsamkeit zur unrechten Zeit hat sich nirgends bitterer gerächt als beim Schachtabteufen. Die Mehrkosten der Untersuchung werden durch die Ersparnisse an Schachtbaukosten reichlich aufgewogen.

Ein bewährtes Mittel zur Vornahme dieser Untersuchungen ist die Trockenbohrung, die sich allerdings aus bekannten Gründen keiner Beliebtheit erfreut. Da aber fast jeder neue Fall wechselnde Einzelheiten und Eigentümlichkeiten zeigt, würde es hier zu weit führen, auf die verschiedenen Möglichkeiten der Vorbereitungsarbeiten näher einzugehen.

Mit der geologischen Untersuchung muß gleichzeitig eine chemische verbunden werden. Die Befunde von beiden bieten erst eine richtige Unterlage für die sichere Ermittlung und Beurteilung des anzuwendenden Abteufverfahrens. Nicht nur bei der Voruntersuchung durch Trockenbohrung, sondern auch während der Abteufarbeiten darf die gespannte Aufmerksamkeit nach allen Richtungen hin nicht nachlassen, denn auch bei der Trockenbohrung sind noch wesentliche Irrtümer möglich, besonders wenn nur eine einzige Bohrung am Schachtansatzpunkt niedergebracht worden ist. Ihr Ergebnis ist nicht ausschließlich maßgebend, da Abweichungen von den festgestellten Verhältnissen trotz vorschriftsmäßiger und peinlich genauer Ausführung noch vorkommen und einen nach den Regeln der Schachtbautechnik als gesichert zu erachtenden Schacht zum Ersaufen bringen können. Eine derartige Möglichkeit würde naheliegen, wenn z. B. im Salzhut am Salzspiegel auf der einen Hälfte des Schachtes eine innige Verwachsung von festem, klüftefreiem Gips und Anhydrit mit dem Salz vorhanden ist, während auf der andern Hälfte schlottenreiche Hutgebilde anstehen, in denen ein deutlicher Ablaugungsvorgang vor sich geht. Ist in einem solchen Fall nur eine einzige Bohrung niedergebracht worden und zufällig in den gesunden Teil des Salzkopfes gelangt, so würde sie ein den Verhältnissen durchaus nicht entsprechendes Bild liefern. Daher ist

auch bei fehlender Zerklüftung und fehlender Lauge Vorsicht am Platze.

Um allen Überraschungen gegenüber gesichert zu sein, verfährt man am zweckmäßigsten so, daß man entweder mehrere Untersuchungsbohrungen vom Tage aus niederbringt oder von der gesicherten Schachtsohle aus dicht über dem unsichern, gefahrbringenden Teufenabschnitt eine erneute Untersuchung durch planmäßiges Vorbohren vornimmt, möglichst sofort in Verbindung mit dem Versteinungsverfahren, um die etwa erschrotenen Laugenzuflüsse sogleich durch Versteinen der laugeführenden Klüfte abschließen zu können.

Derartige außergewöhnlich verwickelte und unbeständige Lagerungsverhältnisse werden zweckmäßig je nach den Umständen mit Hilfe des Gefrierverfahrens oder des Zementierverfahrens überwunden und die laugehaltigen Salzhüte mit dem Tiefkälteverfahren unter dem Schutze der Frostmauer durchteuft. Über die Teufe, bis zu der die Anwendung dieses Verfahrens erforderlich ist, kann nur auf Grund der Untersuchungsergebnisse entschieden werden.

Die Gefriermaschinenanlage wäre alsdann zweckmäßig so einzurichten, daß man von dem gewöhnlichen Abfrieren mit Temperaturen der einfallenden Lauge von etwa -25 bis -30° C unmittelbar zur Anwendung des Tiefkälteverfahrens mit Temperaturen von etwa -45° C übergehen kann. Für den obern Teufenabschnitt, soweit er nur schwache Laugen bis zu 20 und 22° C enthält, käme alsdann das einfache Ausfrieren der Gebirgsschichten in Frage, für den Salzhut und seine Umgebung mit gesättigten Salzlösungen das Tiefkälteverfahren. Empfehlenswert ist, wie bereits bemerkt wurde, gleichzeitig eine Vorrichtung zum Versteinen laugeführender Klüfte bereitzuhalten, falls diese aus irgendwelchen Gründen ungefroren geblieben wären.

Zusammenfassung.

Nach Betrachtung der mit dem Namen »Salzhut« bezeichneten eigenartigen geologischen Bildungen werden Erörterungen über ihre Untersuchung angestellt, ihre Gefahren besprochen und die Maßnahmen beim Schachtabteufen behandelt, die auf die Vermeidung der bisher so häufigen Durchbrüche abzielen.

Die Elektrometallurgie der weniger häufigen Metalle in den Jahren 1906 bis 1915.

Von Professor Dr. Franz Peters, Berlin-Lichterfelde.

(Fortsetzung.)

Silizium.

Das Metall.

Siliziumdioxid wird nach H. C. Greenwood¹ durch Kohle schon bei 1460° , also weit unter seinem Schmelzpunkt und der im allgemeinen für die Dar-

stellung des Metalls als nötig erachteten Temperatur reduziert. Wesentlich niedriger (etwa 1200°) ist die Temperatur bei Gegenwart von Eisen. Ferrioxyd wirkt erst, wenn es zu Eisen reduziert ist. Dessen Einfluß ist jedenfalls größtenteils auf seine Verwandtschaft zum Silizium zurückzuführen, zumal die Legierungen nur schwer schmelzbar sind. Letzteres gilt auch für die mit Mangan und Kupfer. In Gegenwart des erstern beginnt

¹ J. Chem. Soc. 1908, Bd. 93, S. 1483 und 1496; Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 120.

die Reduktion bei etwa 1400°, in der des letztern bei etwa 1250°.

O. P. Watts¹ hat Silizium aus Kieselsäure, Glas, Kalzium- oder Natriumsilikat durch Reduktion mit Kohle, Karborund oder Aluminium darstellen können. Bei der Verwendung von Kohle entstehen Schwierigkeiten durch die hohe Reduktionstemperatur², bei der Silizium verdampft, durch die Ähnlichkeit³ im spezifischen Gewicht des Siliziums und der Schlacke, wodurch ersteres in letzterer verteilt bleibt, und durch die Zerbrechlichkeit des Siliziums beim Entfernen aus der Schlacke. Bei der Reduktion mit Aluminium wurde Kryolith oder Flußpat als Flußmittel für die Tonerde zugesetzt. Geschmolzenes Glas läßt sich anscheinend unter Abscheidung von Silizium, das sich mit der Eisenkathode legiert, elektrolysieren. Die Darstellung aus einem Gemenge von 77 T. Sand und 25 T. Koks durch den Lichtbogen im Laboratoriummaßstabe beschreibt S. A. Tucker⁴.

Die Flüchtigkeit des Siliziums bei der Reduktionstemperatur erfordert seine möglichst schnelle Entfernung aus der heißesten Ofenzone. Dies hat F. J. Tone (Carborundum Co.) schon früher⁵ erkannt. Außer durch die ältere Anordnung wird⁶ der beabsichtigte Zweck in einem Widerstandsbogenofen erreicht, in dem das Produkt von der im Bogen gelegenen Reduktionszone längs eines elektrisch erhitzten Leiters niedersinkt. Dieser ist eine Säule aus Kohle oder anderm feuerbeständigem Stoff. Sie ruht auf einem in den Ofenherd eingelassenen Kohlenblock. Ihr oberes Ende bildet die untere Elektrode des Lichtbogens, dessen obere Elektrode an dem Scheitel des Ofens hängt. Der Bogen ist gänzlich in die Beschickung eingeschlossen, die auch den übrigen Ofenraum füllt. Eine andere Anordnung hat⁷, um der oben genannten Bedingung zu genügen, am obern Ende des Kohlenherdes eine Art Rost aus Kohlenstäben, die in die nichtleitenden feuerfesten Wände des Ofens eingelassen sind. Dieser Rost läßt die Beschickung, die um die beiden senkrechten Elektroden angehäuft wird, nicht durchfallen, während das Silizium hindurchtropft und sich im untern Herdraum sammelt, von wo es abgestochen wird.

Von den bei der Reduktion von Kieselsäure durch Kohle auftretenden drei Hauptreaktionen, die zu Siliziummonoxyd, zu Silizium und zu Siliziumkarbid führen, läßt sich nach H. N. Potter⁸ die letztere nicht unterdrücken⁹, wenn man die elektrische Energie wirtschaftlich ausnutzen will. Deshalb reduziert man das Dioxid besser durch das Karbid. Die Reaktion kann in einem Gemenge von Kieselsäure und Kohle anscheinend deshalb nicht in genügendem Maße eintreten, weil das flüssige Silizium einen Teil des Karbids umhüllt

und es so der Einwirkung auf die Kieselsäure entzieht. Kristallisiertes Karborund wäre allerdings zu teuer. Wirtschaftlich brauchbar aber ist der bei der Karborund-erzeugung als billiges Nebenprodukt erhaltene feuerbeständige Sand, der neben viel amorphem Siliziumkarbid auch freien Kohlenstoff, Kieselsäure und Siloxicon ($\text{Si}_x\text{C}_y\text{O}_z$) enthält¹. Mengt man 31,4% davon (als Si C) mit 62,4% Quarz und noch 6,2% Koks, so erhält man eine hohe Ausbeute an Silizium (z. B. über 50 g durch 1 KWst). Das Metall muß aber noch von beigemengtem Karbid gereinigt werden. Bringt man unter seine Schmelze Siliziumdioxid, so reagiert dieses schnell mit dem im flüssigen Silizium gelösten Karbid. Dabei kann neben Silizium auch sein Monoxyd entstehen. Aber auch dieses gibt mit dem Karbid das Metall. Sehr geeignet für diese Reinigung ist ein elektrischer Bogenofen mit senkrechten, gleichachsigen Elektroden. Die untere wird in der Nähe des Bodens mit einem Bett aus Kieselsäure umgeben. Auf dieses wird eine Beschickung von der oben genannten Zusammensetzung geschüttet, die den Bogen und die obere Elektrode umgibt und so hoch ist, daß das Kohlenoxyd nicht einen Kanal frei zu blasen vermag, durch den auch Dämpfe von Silizium und seinem Monoxyd neben Kieselsäurestaub entweichen könnten. Vorteilhaft macht man beide Elektroden beweglich und erzeugt einen langen Bogen. Das Arbeiten mit 150 V und größern Spannungen liefert bessere Ergebnisse als das mit 100 V.

Bei der Reduktion von Siliziumdioxid zu Metall eignen sich nach K. Gröppel² als Flußmittel basische Aluminiumsilikate. Auch E. J. Tone (Carborundum Co.)³ arbeitet mit Flußmittel (Kalk oder Flußpat). Die Beschickung oder vielmehr die über der Schmelze sich bildende Schlacke dient als Erhitzungswiderstand. In einem solchen Ofen soll der Verlust durch Verflüchtigung kleiner als im Bogenofen sein. Auf gleiche Weise werden Silizide erzeugt. Indessen hat⁴ die Carborundum Co. lange mit großen Bogenöfen (1200 PS) gearbeitet, deren Elektroden tief in die Beschickung tauchten⁵ und deren feuerfestes Mauerwerk mit Kohle ausgekleidet war. In ihnen ist 90 bis 97%iges Metall erzeugt worden. Zwei typische Proben weisen folgende Zusammensetzung auf:

Si	Fe	Mn	Al	P	C	S
90,60	6,70	0,08	2,35	0,02	0,22	0
95,71	2,24	—	1,96	0,01	0,08	0

G. O. Seward und F. von Kuegelgen⁶ reduzieren ohne ein Flußmittel im Bogenofen, wobei die Temperatur in der Reduktionsgegend so hoch gehalten wird, daß sich kein Karbid bilden kann oder etwa entstandenes zersetzt wird. Sie schichten ein grobkörniges Gemenge aus 75 T. Flintstein und 25 T. Koks bis etwa 45 cm über dem untern Ende der beiden senkrechten Elektroden auf, arbeiten mit 15 000 Amp bei 30 V und ändern nach einiger Zeit das Verhältnis der Beschickungsbestandteile auf 70 : 30. Der Siliziumdampf verdichtet

¹ Bull. Univ. Wisconsin 1906, S. 255; Chem. Zentralbl. 1908, I. Hälfte, S. 598.

² vgl. a. Tone, Glückauf 1906, S. 1523.

³ Diese ist am wenigsten bei Benutzung von Natriumsilikat vorhanden.

⁴ Metall. Chem. Eng. 1910, Bd. 8, S. 19.

⁵ Glückauf 1906, S. 1523.

⁶ Amer. P. 921 183, erteilt am 11. Mai 1909.

⁷ Amer. P. 937 120, erteilt am 18. Okt. 1909. Eine Abbildung des Ofens bringt z. B. Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 495.

⁸ Amer. P. 908 130, erteilt am 29. Dez. 1908; Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 86.

⁹ Siliziummonoxyd geht mit dem Kohlenoxyd fort. Seine Bildung kann durch Vergrößerung der Kieselsäuremenge begünstigt werden.

¹ Die Zusammensetzung einer Probe war annähernd: 70% SiC, 17% SiO, 7% C und 6% Schlacke.

² Metallurgie 1910, Bd. 7, S. 59.

³ Amer. P. 842 273 vom 16. Dez. 1905, erteilt am 29. Jan. 1907.

⁴ Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 192.

⁵ vgl. die Patente von Tone und Potter (vorher).

⁶ Amer. P. 916 793, erteilt am 30. März 1909.

sich in den mit Kohlenoxyd gefüllten Hohlräumen der porösen Beschickung, so daß sich das Metall allmählich am Tiegelboden sammelt und abgestochen werden kann.

Das Siliziumdioxyd kann auch¹ durch andere Ausgangsstoffe ersetzt werden. Siliziummonoxyd will H. N. Potter (G. Westinghouse) im elektrischen Ofen in Abwesenheit von Sauerstoff oder andern wirksamen Gasen durch Kohlenstoff² oder durch Siliziumkarbid³ reduzieren.

Durch reduzierendes Schmelzen von Silikaten im elektrischen Ofen hat K. Gröppel⁴ kristallisiertes Silizium in größeren Mengen nur aus denen des Aluminiums, nicht aus denen des Kalziums und Magnesiums abscheiden können, und aus erstern nur dann, wenn die Restschlacke stark basisch war, auf 1 Mol. SiO_2 6–7 Mol. Al_2O_3 enthielt. Verwendbar ist Einschmelzen durch den Lichtbogen und Flüssighalten durch unmittelbare Widerstandserhitzung oder besser die mittelbare Widerstandserhitzung durch einen in die Beschickung eingebetteten Kohlenstab. Ein Zusatz von 3% Kryolith erleichtert die Siliziumabscheidung. Zuschläge anderer Silikate sind wirkungslos. Die Endschlacke kann wie Bauxit auf Aluminium verarbeitet werden. Auf die Verwendung von Aluminiumsilikat hat schon früher Ch. H. Homan⁵ ein Patent genommen. Er reduziert, zweckmäßig durch Aluminium, im elektrischen Ofen derart, daß außer Kieselsäure nur gewisse Basen (wie Ferrioxyd) reduziert werden, während Tonerde in die Schlacke geht. In manchen Zeiten der Verarbeitung erhält man Silizium, in andern Siliziumeisen. Ähnlich mengt F. J. Machalske⁶ Kaolin oder andere Silikate mit so viel Kohlenstoff, daß dieser nur den Sauerstoff der Kieselsäure aufnehmen kann, und erhitzt im elektrischen Widerstandofen mit 20–50 V und 2000–5000 Amp. Zur Einleitung der Reaktion werden der Beschickung je 1% Natriumchlorid und Sägespäne zugesetzt. Geht man von Wolframsilikaten aus, so erhält man Wolframoxyde als Nebenprodukt. Um sie vom Silizium zu trennen, zentrifugiert man, nachdem die Spannung etwas herabgesetzt ist. Umgekehrt gewinnt F. J. Tone (Carborundum Co.)⁷ Silizium oder Siliziumeisen oder -mangan bei der elektrothermischen Reduktion von Aluminiumsilikaten zur Erzeugung von Tonerde allein oder im Gemenge mit Kieselsäure in einer als Schleifmittel brauchbaren Form. Das Silizium oder seine Legierung wird⁸ unter dem Tonerdeprodukt abgestochen. Letzteres kommt unter dem Namen Aloxit in den Handel.

Die physikalischen Eigenschaften des kristallinen Siliziums hat C. J. Zimmerman⁹ zusammengestellt. Während man kleine Stäbe aus Silizium gut gießen kann, werden, wie die Carborundum Co.¹⁰ vor einigen Jahren mitteilte, Stücke von beträchtlicher Dicke

porös und leiden unter Schrumpfungen. Das rührt nach Th. B. Allen¹ daher, daß das aus dem elektrischen Ofen kommende Siliziumdioxyd, Stickstoff und Sauerstoff enthält. Die Übelstände sollen vermieden werden, wenn man der leicht flüssigen Schmelze 0,5–3% Magnesium zufügt. Auch Vanadium, Kalzium und andere Metalle können benutzt werden. Den elektrischen Widerstand des Siliziums bestimmte Schmidt, wie J. Scheidemandel² mitteilt, zu 472,66 bzw. 509 Ohm in der Kälte und 183,14 bzw. 194,008 Ohm in der Hitze (helle Rotglut?) für 1 qmm Querschnitt und 1 m Länge, während z. B. die entsprechenden Zahlen für Acheson-graphit 37,4504 bzw. 21,8956 und 14,0608 bzw. 16,5624 sind. Der Widerstand des gewöhnlichen Siliziums, das bis zu 3% C enthalten kann, läßt sich nach J. T. H. Dempster (General Electric Co.)³ durch Entkohlen⁴ verdrei- oder -vierfachen und auf etwa 0,01 Ohm/cm bringen. Den niedrigsten Wert nimmt der Widerstand nach J. Koenigsberger und K. Schilling⁵ bei etwa 180° an. Er wächst nach E. Thomson⁶ bis zur Rotglut nicht wesentlich, dann im positiven Sinne bis zum Schmelzpunkt des Silbers, ändert darauf sein Vorzeichen und nimmt schnell ab. Silizium ist deshalb ein geeignetes Widerstandsmaterial für Motoranlasser und Ausschalter von Quecksilberdampflampen. Die Verwendung des Siliziums und seines Karbids zur Herstellung von Fäden für elektrische Glühlampen hat C. R. Böhm⁷ erörtert. Wenn es gelingt, fehlerfreie Gefäße zu gießen⁸, wird die Widerstandsfähigkeit des Siliziums und der Silizide in der chemischen Industrie ausgenutzt werden können. Schon seit geraumer Zeit wird nach Mitteilungen der Carborundum Co.⁹ 90%iges Silizium an Stelle des hochgradigen Siliziumeisens zum Raffinieren von Stahl benutzt. Dem gleichen Zweck dient neuerdings seine Kalziumlegierung. Silizium ist außerdem von Nutzen für die Erzeugung kohlenstoffarmer Eisenlegierungen. Seine Reduktionskraft ist größer als die des gleichen Gewichts Aluminium. In der Stahlindustrie ist nach F. J. Tone¹⁰ Siliziumkarbid weniger brauchbar als Siliziumeisen, weil nur beschränkte Mengen aufgenommen werden.

Silizium oder Siliziumeisen reduziert nach C. Matignon¹¹ damit zusammengedrücktes Bariumoxyd bei 1200°. Auch nach den Untersuchungen von B. Neumann¹² ist Silizium zur Reduktion der Oxyde, selbst derjenigen schwer schmelzbarer Metalle brauchbar¹³. Es liefert diese (bzw. ihre Eisenlegierungen) kohlenstoffarm, wenn es selbst (oder das Siliziumeisen) wenig Kohlenstoff enthält. In fast allen Fällen nimmt das erschmolzene Metall aber etwa 2% Silizium auf, das

¹ Amer. P. 1 073 560, erteilt am 16. Sept. 1913.

² Über die Gewinnung der seltenen Erdmetalle durch Schmelzelektrolyse, Dissertation der Technischen Hochschule München 1905, S. 51.

³ Amer. P. 1 019 431, erteilt am 5. März 1912.

⁴ Durch Erhitzen mit Kalkstein im Ofen auf 1400–1500°. Näheres s. Metall. Chem. Eng. 1912, Bd. 10, S. 312.

⁵ Physikal. Z. 1908, Bd. 9, S. 347.

⁶ El. World 1910, S. 409; Electrochem. Z. 1910, Bd. 17, S. 78.

⁷ Chem.-Ztg. 1907, Bd. 31, S. 1037.

⁸ vgl. linke Spalte unten.

⁹ a. a. O. S. 192.

¹⁰ Amer. P. 833 427 vom 18. Maj 1905, erteilt am 16. Okt. 1906; Electrochem. Metall. Ind. 1906, Bd. 4, S. 461.

¹¹ Compt. rend. de l'Acad. des sci. 1913, Bd. 156, S. 1378.

¹² Z. f. Elektrochem. 1908, Bd. 14, S. 169; Stahl u. Eisen 1908, S. 356.

¹³ Näheres unter Titan, Wolfram, Molybdän und Chrom.

¹ vgl. a. beim Siliziumeisen.

² Amer. P. 875 285 vom 10. Juni 1905, erteilt am 31. Dez. 1907.

³ Amer. P. 875 672 vom 10. Juni 1905, erteilt am 31. Dez. 1907.

⁴ Metallurgie 1910, Bd. 7, S. 59.

⁵ Franz. P. 332 583 vom 23. März 1903; L'Ind. électrochim. 1901,

Bd. 8, S. 16.

⁶ Amer. P. 1 062 982, erteilt am 27. Mai 1913.

⁷ Amer. P. 906 172/3 und 906 338/9, erteilt am 8. Dez. 1908.

⁸ Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 192.

⁹ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 15, S. 395.

¹⁰ Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 8, S. 193.

indessen die Verwendbarkeit der Legierungen in der Stahlindustrie kaum beeinflussen dürfte. Durch Erhitzen der Sulfide mit Silizium konnten bisher nur Silizide erhalten werden. Die Reduktion mit Siliziumkarbid hat keinen Vorteil vor der mit Kohle. Zur Reduktion von zinkhaltigen Kupfer- und Bleischlacken¹ und von Zinkerzen², namentlich blei- und eisenhaltiger, will A. G. Betts Silizium oder hochprozentiges Silizium-eisen benutzen.

In gleicher Weise, wie Aluminium bei den bekannten aluminothermischen Verfahren gebraucht wird, will F. J. Tone (Carborundum Co.) Silizium anwenden. Er nimmt³ ein Gemenge aus 84 T. fein verteiltem Silizium und 320 T. Ferrioxyd, zur Zündung eine geringe Menge unbeständiger Verbindungen, wie Kaliumchlorat oder Natriumperoxyd, die mit einem Teil des Siliziums vermischt werden. Ruhiger und unter noch größerer Erhitzung verläuft die Reaktion⁴, wenn beispielsweise ein Gemenge aus 1 T. der Mischung von 85 T. Silizium mit 246 T. Kaliumchlorat und 3 T. der Mischung von 85 T. Silizium und 320 T. Ferrioxyd gebraucht wird. Auch P. Askenasy und Ch. Ponnaz⁵ haben (90%iges) Silizium in ähnlicher Weise nutzbar gemacht. Als Sauerstoffüberträger nehmen sie Peroxyde, die nicht zu fein sein dürfen. Aus 50 g Bariumperoxyd und 15 g Silizium lassen sich siliziumhaltige Bariumsilizide (z. B. mit 30% Ba) erhalten. Ein Gemenge aus 2 kg Bariumperoxyd, 80 g Natriumperoxyd (um die Schlacke flüssiger zu machen) und 175 kg Silizium erschmolz nach Initialzündung ohne Herausschleudern von Masse aus 1,4 kg Schmiedeeisenfeilspänen ein Stück weiches Eisen von 1 kg, das sehr wenig oder kein Silizium enthielt. Auch wenn Siliziumeisen statt Silizium benutzt wird, geht wenig Silizium in die Schmelze, wenn nur das Siliziumeisen genügend fein verteilt ist. Als Verbrennungskörper kann ferner Titansilizium (Ti_2Si_3) dienen. Das Eisen wird dann durch Aufnahme von Titan sehr hart.

Verbindungen des Siliziums.

Siliziummonoxyd erhält H. N. Potter (G. Westinghouse) nach seinen⁶ Patenten aus einem gekörnten Gemenge von 60 T. Kieselsäure und 28 T. Silizium im elektrischen Vakuumofen⁷. Soll die Verbindung kieselsäurefrei werden, so muß die Beschickung einen geringen Überschuß an Silizium enthalten. Siliziumkarbid kann als Verunreinigung nicht entstehen. Das ist wichtig, weil es sich nicht ohne gleichzeitigen Angriff des Monoxyds entfernen lassen würde. Dagegen können andere Verunreinigungen, wie Magnesia, Tonerde und Kalk, weitgehend, Eisen in etwas geringerem Maße beseitigt werden. Neben dem wertvollen Hauptprodukt, einem feinen Pulver, entsteht⁸ in geringer Menge eine glasige Abart, die auch als Neben-

produkt bei der Siliziumdarstellung erhalten wird. Sie wird in körnige Stücke zerbrochen und im elektrischen Vakuumofen erhitzt. Dabei verflüchtigt sie sich ohne zu schmelzen und setzt sich an den kühleren Stellen als feines Pulver an.

Siliziummonoxyd entsteht auch¹, wenn Silizium an der Luft unter vermindertem Druck oder in sauerstoffarmer Umgebung hoch erhitzt wird. Zu dem Zweck wird das kristallinische Metall um den Graphiterhitzungskern eines Vakuumofens aufgehäuft oder selbst als Widerstand benutzt.

Das technische Siliziummonoxyd, das besonders als Schleifmittel und als Farbe verwendbar ist, wird Monox genannt und ist nach H. N. Potter² ein außerordentlich feines (rußartiges), sich seidig anführendes, hellbraunes, undurchsichtiges Pulver, jedenfalls ein Gemenge von Siliziummonoxyd, Silizium und Kieselsäure, das gewöhnlich mit etwas Siliziumkarbid und metallischem Stoff verunreinigt ist.

Nach weiteren Mitteilungen³ entsteht es, wenn Kieselsäure (gewöhnlich als Glasmachersand) im elektrischen Ofen mit Koks, Graphit, Siliziumkarbid oder den außerdem Sauerstoff enthaltenden Silizium-Kohlenstoffverbindungen (z. B. Karborundsand) erhitzt wird. Unter den gewöhnlichen Ofen- und Arbeitsbedingungen kann das Siliziummonoxyd nicht entweichen, sondern wird weiter zu Silizium reduziert oder in das Karbid übergeführt. Wenn aber⁴ die Höhe und das Gewicht der Beschickung über der Reaktionsstelle nicht groß sind, bahnen sich gasförmiges Siliziummonoxyd und Kohlenoxyd einen Weg durch die Schicht. Durch diesen Krater entweichen dann neue Mengen schnell aus der Reaktionsgegend, in der keine große Vermehrung des Gasdrucks eintritt. Läßt man die Dämpfe in einen großen luftfreien Behälter, in dem vorteilhaft der Druck herabgesetzt ist, einströmen, so schlägt sich Siliziummonoxyd als feines braunes Pulver nieder. Die Entfernung des Siliziummonoxyds aus dem Reaktionsfelde wird⁵ beschleunigt, wenn man den geschlossenen, nur mit inerten Gasen gefüllten Widerstandofen vor und während des Reaktionsverlaufs auspumpt.

Ein geeigneter Ofen besteht aus einer zylindrischen, oben offenen Gußeisentrommel von etwa 1,2 m Durchmesser, die in etwa 18 cm Stärke mit feuerfesten Ziegeln ausgekleidet ist. An die Trommel sind, diametral einander gegenüber, gußeiserne Büchsen angebolzt, in denen Elektrodenklemmen und Anordnungen für Rück- und Vorwärtsbewegung der 10 cm im Quadrat messenden Kohlenelektroden in isolierenden Lagern liegen. Die Bewegung erfolgt durch isolierte Wellen, die durch die Klemmschraubenbehälter in Stopfbüchsen gehen. Durch die Rückwände gleiten, ebenfalls in Stopfbüchsen, zur Stromzuleitung zwei Kupferröhren. In sie tritt Kühlwasser durch je ein engeres Rohr. Die Klemmschraubenbehälter haben Türen und diese Gummidichtungen in Form von Schläuchen, durch die Wasser unter Druck getrieben wird. Auch die Elektroden-

¹ Amer. P. 905 280, erteilt am 1. Dez. 1908.

² Amer. P. 918 648, erteilt am 20. April 1909.

³ Amer. P. 939 930, erteilt am 9. Nov. 1909.

⁴ Amer. P. 939 570, erteilt am 9. Nov. 1909.

⁵ Z. f. Elektrochem. 1908, Bd. 14, S. 811.

⁶ Die folgenden Patente sind sämtlich am 10. Juni 1905 angemeldet und am 31. Dez. 1907 erteilt worden.

⁷ Amer. P. 875 675.

⁸ Amer. P. 875 676.

¹ Amer. P. 875 286.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1907, Bd. 12, S. 215.

³ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1907, Bd. 12, S. 223.

⁴ Über die Entstehungsbedingungen des „Monox“ vgl. a. H. N. Potter, a. a. O. S. 191.

⁵ D. R. P. 189 833 vom 26. Juli 1905.

klemmen haben Wasserkühlung. Auf die obere Öffnung der Trommel ist mit gekühlter Dichtung ein 2 m weiter Zylinder aus Kesselblech aufgesetzt, der oben und unten kegelförmig zuläuft. Oben hat er ein Triebrad, von dem Schaber herabhängen. Der Deckel wird mit Wasser besprüht.

Man beschickt die Trommel mit einer Mischung aus Sand und Koks oder Karborund-Feuersand bis zu einer Höhe von mindestens 30 cm über den wagerechten Elektroden, drückt den oberen Teil der Beschickung durch feuerfeste Ziegel nieder und legt unmittelbar über den Lichtbogen einen Graphitring mit 18 cm weiter innerer Öffnung auf die Beschickung. Ein Teil von ihr wird durch den Ring fortgedrückt, so daß eine schwache Stelle in der Beschickung entsteht, durch die die Reaktionsgase ausblasen können. Beim Betriebe wird in den so entstehenden Krater frische Beschickung eingebracht. Die Aufrechterhaltung des Bogens erfolgt durch einen selbständig regelbaren Umformer.

Außer den oben angeführten Eigenschaften des Monox gibt Potter¹ folgende an: Die wahre Dichte beträgt etwa 2,24. Monox ist aber so voluminös, daß 1 cbm, der in einen Behälter eingeschauft wird, etwa 40 kg wiegt. Das frische läßt sich leicht entzünden und verbrennt langsam ohne Flamme unter starker Wärme, aber schwacher Lichtentwicklung. An der Luft überzieht es sich mit einer außerordentlich dünnen Haut von Dioxyd. Das frische zersetzt kurze Zeit Wasser. Verdünnte Ätzalkalilaugen lösen es. Aus flußsauer Lösungen von Quecksilber, Silber und Kupfer fällt Monox die Metalle fast sofort in äußerst fein verteiltem Zustand. Mischungen mit chemisch schwachen Oxyden (wie Glätte und Mennige) und besonders mit Peroxyden reagieren beim Entzünden unter beträchtlicher Wärmeentwicklung. Monox hält Wasser und andere Flüssigkeiten, mit denen es sich leicht benetzt, so fest, daß es davon vollständig nur etwas unter Rotglut befreit werden kann. Gase werden kräftig okkludiert, etwas langsamer als durch Holzkohle. Monox läßt sich durch Reibung der Teilchen kräftig negativ laden und haftet dann an Geweben. Ein solcher Schirm hält die feinsten festen Teilchen, Keime und niedere Organismen zurück, so daß durch ihn gesaugte Luft steril wird. Mit Leinöl gibt Monox eine gut deckende Farbe, die z. B. als Rostschutz viele bekannte übertrifft. Als Grundlage für Druckerschwärze ist es sehr geeignet. In der Keramik kann es vorteilhaft als teilweiser oder gänzlicher Ersatz der Kieselsäure benutzt werden. Die beträchtliche Erhitzung beim Verbrennen zu Kieselsäure scheint für Glasuren nutzbar gemacht werden zu können. Zusatz zu Öl vermindert die Reibung des Lagers nicht weiter. Beim Heißwerden wird aber das Gemenge dicker statt dünner, so daß es weniger schnell fortläuft. Wurde ein Bronzelager, nachdem es einige Zeit mit dem Gemenge gelaufen war, mit Gasolin gereinigt, so konnte es eine geraume Zeit ohne Schmierung benutzt werden, ehe es heiß wurde. Vielleicht setzen sich Monoxteilchen in das Lagermetall und bilden eine glasige Oberflächenschicht.

¹ a. a. O. S. 215.

Oxydiert Potter¹ das Monoxyd, indem er z. B. Luft durch den Ofen bläst, in dem es entsteht, oder indem er es mit einem Luftstrom durch ein hoch erhitztes Rohr oder eine oxydierende Flamme bläst, so erhält er Dioxyd in äußerst feiner Verteilung. Durch Erhitzen von Siliziummonoxyd in Abwesenheit freien Sauerstoffs oder anderer wirksamer Gase mit Siliziumkarbid entsteht² metallisches Silizium. Dieses wird, ebenfalls im elektrischen Ofen, auch³ aus dem Gemenge mit 1 Atom Kohlenstoff erhalten, während⁴ das mit 2 Atomen Siliziumkarbid liefert.

Die Vereinigung von Silizium und Kohlenstoff zu Siliziumkarbid beginnt nach J. N. Pring⁵ unter geringem Druck zwischen 1250 und 1300° und verläuft sehr schnell über 1400°. Silizium des Handels mit 5% Eisen und 0,7% Aluminium wirkt auf Kohlenstoff bei allen Temperaturen über 1200°. Die Bildung von Siliziumkarbid im elektrischen Ofen aus Siliziumdioxyd und Kohlenstoff unter hohem Druck (200 at) haben R. S. Hutton und J. E. Petavel⁶ erforscht. Sie kommt jedenfalls durch die Einwirkung der Kieselsäuredämpfe auf die hoch erhitzte gekörnte Kohle zustande und schreitet, auch wenn der Quarz in tiefer Schicht geschmolzen ist, nur langsam, aber gleichmäßig vorwärts.

Das im elektrischen Ofen nach den ältern Vorschlägen von Acheson dargestellte kristallisierte technische Siliziumkarbid wird Karborund⁷ genannt.

Zur Verbilligung der Kosten seiner Herstellung macht F. J. Tone (Carborundum Co.)⁸ von der Vorheizung der Beschickung durch Verbrennungsgase Gebrauch. Diese können auf verschiedene Weise durch die Beschickung oder um einen sie aufnehmenden Zylinder geführt werden. W. A. Smith (International Acheson Graphite Co.)⁹ verbrennt die aus dem Ofen entweichenden Gase in einem um die Ofenwände aufgeführten Raum.

Das im Widerstandofen entstehende Produkt stellt meist eine lockere Anhäufung von Kristallen mit ziemlich beträchtlichen Zwischenräumen dar. Um diese zu füllen, erhitzt Tone¹⁰ die poröse Masse nochmals in einem Gemenge von Kieselsäure und Kohle hoch. Dabei geht vielleicht, gerade unter der Dissoziationstemperatur des Siliziumkarbids, die Reaktion $2 \text{SiC} + \text{SiC}_2 = 3 \text{Si} + 2 \text{CO}$ ¹¹ rückwärts, und das entstandene Siliziumkarbid schlägt sich in den Poren nieder. Die dadurch erzielte Verdichtung kann auch¹² erreicht werden, wenn statt des Widerstandofens ein Lichtbogen benutzt wird. Umgibt die Beschickung die Elektroden, so wird nach dem Anlassen des Bogens zunächst die in seinem Bereich und unter den Elektroden liegende Masse in

¹ Amer. P. 875 674.

² Amer. P. 875 672.

³ Amer. P. 875 285.

⁴ Amer. P. 875 673.

⁵ J. Chem. Soc. 1908, Bd. 93, S. 2101.

⁶ Proc. Roy. Soc. London 1907, Reihe A, Bd. 79, S. 155; Phil. Transact. of the Royal Soc., Reihe A, Bd. 207, S. 421; Electrochem. Metall. Ind. 1908, Bd. 6, S. 99.

⁷ vgl. F. A. J. Fitz Gerald; Carborundum, übersetzt von M. Huth, Halle 1904 (Monographien über angewandte Elektrochemie, Bd. 13), sowie Electrochem. Metall. Ind. 1906, Bd. 4, S. 53.

⁸ Amer. P. 908 357, erteilt am 29. Dez. 1908.

⁹ Amer. P. 935 937, erteilt am 5. Okt. 1909.

¹⁰ Amer. P. 913 324, erteilt am 23. Febr. 1909.

¹¹ s. S. 790.

¹² Amer. P. 937 119, erteilt am 19. Okt. 1909.

Karborund verwandelt. Hebt man zeitweise die Elektroden und gibt frische Beschickung zu, so wächst der Karborundblock immer mehr. Will man ununterbrochen arbeiten, so wird der Teil, der am weitesten von dem Bogenbereich entfernt ist, ständig oder zeitweise abgezogen, ohne die Masse in der Nähe der Reaktionszone zu stören.

Auf einem vom elektrischen Strom durchflossenen Faden erzeugt die Parker-Clark Electric Co.¹ einen Überzug aus Siliziumkarbid, der als Leucht- und Heizkörper dient, in einer Atmosphäre von Siliziumchlorid, die außer einer großen Menge Wasserstoff eine kleine Menge kohlenstoffhaltiger Gase oder Dämpfe, wie Äthylen, enthält. Wird nach F. Bölling² ein Kern aus Kohle in fein gepulvertem Karborund oder Borkarbid erhitzt, so bildet sich auf ihm eine Schicht unverbrennlichen Karbids, so daß nach dem Wegbrennen des Kerns ein Hohlkörper aus Karborund zurückbleibt. Körper von hoher elektrischer Leitfähigkeit, großer Dichte, Festigkeit und mechanischer Widerstandsfähigkeit, die auch ohne Schaden hohen Temperaturen und chemischen Agenzien ausgesetzt werden können, erhalten Gebr. Siemens & Co.³ aus gepulvertem Siliziumkarbid durch Beimengen metallischen Siliziums und eines Bindemittels (Glycerin, Lösung von Borsäure darin), Pressen in Formen und Zusammenfrühen im elektrischen Ofen. Stäbe und Röhren aus diesem Produkt, das vermutlich ein niederes Karbid ist, sollen hauptsächlich als Heizkörper verwendet werden.

Als »Silfrax« bringt die Carborundum Co., Niagara Falls, ein Produkt als feuerbeständigen Stoff für elektrische Erhitzung und chemische Geräte in den Handel, das nach F. J. Tone⁴ dem Karborund gleicht, außerdem aber große Dichte und Festigkeit hat. Diese kommt dadurch zustande, daß bei der Darstellung Gasreaktionen, wie $2\text{CO} + 3\text{Si} = 2\text{SiC} + \text{SiO}_2$, die bei der Erzeugung von Karborund eine wichtige Rolle spielen, kaum mitwirken, so daß eine aus sehr kleinen, eng aneinander liegenden Kristallen bestehende Masse erhalten wird, während im Karborund größere Kristalle vorliegen. Der wesentliche Bestandteil ist in beiden Fällen, wie auch bei allen noch andere Namen tragenden karburierten Siliziumprodukten, das Karbid SiC (etwa 91–93%). Die mitgeteilten Analysen sind bemerkenswert dadurch, daß sie für Silfrax einen Gehalt an freiem Kohlenstoff (1,16–2,42%) aufweisen, der bei Silund fehlt oder sehr unerheblich ist. Je nach der Stelle im Ofen, wo es entstanden ist, sieht Silfrax amorph oder kristallinisch aus. Im amorphen, bei dessen Entstehen die Ofentemperatur 1550–1820° beträgt, erscheint die kristallinische Struktur nur bei starker Vergrößerung. Das Produkt ist gelb und hat glanzlosen Bruch. Die makroskopisch kristallinische Abart entsteht bei 1820 bis 2220°. Sie ist stahlschwarz und metallglänzend.

Auch eine Silizium-Kohlenstoff-Verbindung, die jedenfalls dem Karborund sehr nahe steht, ist das von

F. Bölling¹ mit dem Namen Silund² belegte Produkt, das sich durch Einwirkung von Siliziumdampf auf Kohle bei 1800–1900° bildet, wenn Kohlenstücke, die in amorphes Karborund³ und etwas Sand oder in ein Gemisch von Kohle und Sand⁴ (vorteilhaft⁵ in Hohlräumen solcher Massen) eingebettet sind, im elektrischen (Karborund-) Ofen erhitzt werden. Man kann solchergestalt⁶ auf verschiedenste Art geformte Kohlenstücke durchgehend oder oberflächlich silizieren.

Bölling nimmt an, daß das Silund durch Eindringen von Siliziumdämpfen in den hoch erhitzten Kohlenstoff entsteht. Unter diesem Gesichtspunkt haben S. A. Tucker, H. F. Kudlich und E. M. Heumann⁷ bei ihren Arbeiten über Silund zunächst die Anwendbarkeit der beiden Reaktionen $\text{SiO}_2 + 2\text{SiC} = 3\text{Si} + 2\text{CO}$ und $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{Si} + 2\text{CO}$ erforscht und gefunden, daß Silund nach beiden entstehen kann. Nach F. J. Tone⁸ dringt ein Gemisch der Dämpfe von Silizium und seinem Dioxyd stärker in die Kohle ein als reines Silizium. Silund bildet sich nach S. A. Tucker und A. Lowy⁹ über 1300°. Bei Temperaturen bis 1800° entsteht die schiefergrüne Abart, der die Formel $\text{Si}_4\text{C}_4\text{O}$ zukommt, über 1800° die stahlgraue von der Formel SiC. Tone schließt aus seinen Analysen, daß Silund im wesentlichen¹⁰ aus dichtem Karborund (96–99,5%) besteht. Oft ist eine kleine Menge von elementarem Silizium zugegen. R. Amberg¹¹ hat in grau bis metallisch aussehenden Proben wechselnden Siliziumgehalt feststellen können.

Der elektrische Widerstand des Silunds ist nach Bölling wesentlich höher als derjenige der Kohle und hängt von der Natur der Kohle, von der man bei der Darstellung ausgeht, ab. Poröse Kohle liefert ein schlechter leitendes Produkt als harte. Die Tiefe, bis zu der die Kohle siliziert ist, spielt nach Tucker, Kudlich und Heumann für die Größe des Widerstands eine Rolle. Der Temperaturkoeffizient ist nach Tucker und Lowy negativ, nach Tone in dem Maße, daß die in der Kälte schlechte Leitfähigkeit mit wachsender Temperatur sehr schnell zunimmt. Dies geschieht nach Amberg regelmäßig, nicht sprungweise wie bei den aus Karborund und Bindemitteln geformten Leitern. Die Härte des Silunds beträgt nach Tucker und Lowy etwa 9 (Mohrsche Skala), das spezifische Gewicht 2,9–3.

In großer Hitze wird Silund nach Bölling nicht oxydiert. Bei 1750–1800° entweicht Siliziumdampf. Tucker, Kudlich und Heumann haben bei 1200° keinen Angriff finden können, während Graphit und Elektrodenkohle fast vollständig verbrannt. Durch längeres Erhitzen über 2200° werden nach Tucker und

¹ Chem.-Ztg. 1908, Bd. 32, S. 1104; Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 24.

² Silundum zu schreiben ist im Deutschen unnötig.

³ vgl. das Bölling'sche D. R. P. 173 066 vom 24. April 1904.

⁴ vgl. das Zus.-Pat. 183 133 vom 24. Sept. 1905.

⁵ Zus.-Pat. 183 134 vom 24. Sept. 1905.

⁶ Dieselbe Arbeitsweise wendet nach F. J. Tone (Amer. P. 1 013 700 und 1 013 701, erteilt am 2. Jan. 1912; Metall. Chem. Eng. 1912, Bd. 10, S. 550) die Carborundum Co. an. vgl. a. unter »Silfrax«.

⁷ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 16, S. 207; Electrochem. Metall. Ind. 1909, Bd. 7, S. 512.

⁸ Trans. Amer. Electrochem. Soc. 1909, Bd. 16, S. 214.

⁹ J. Ind. Eng. Chem. 1915, Bd. 7, S. 565.

¹⁰ vgl. a. F. Bölling, Electrochem. Z. 1911, Bd. 17, S. 331; Bd. 18, S. 62.

¹¹ Z. f. Elektrochem. 1909, Bd. 15, S. 725.

¹ D. R. P. 221 893 vom 18. Aug. 1909.

² Amer. P. 801 296, erteilt am 14. März 1905.

³ D. R. P. 172 252 vom 25. Okt. 1904.

⁴ Amer. Electrochem. Soc., Niagara Falls Meeting; Metall. Chem. Eng. 1914, Bd. 12, S. 710.

Lowy beide Arten des Silunds zersetzt, wobei sich Graphit ausscheidet. Auf Weißglut erhitztes Silund kann nach Amberg mit Wasser abgeschreckt werden, ohne zu springen. Vernickelung und Emaillierung ist nach Bölling möglich. Schmelzende Metalle greifen allerdings an. Dasselbe gilt nach Tucker und Lowy für schmelzende Alkalihydroxyde und -karbonate, für Natriumperoxyd und Bleioxyd, nicht aber für Säuren.

Von den Verwendungsarten¹ des Silunds, die Bölling vorgeschlagen hat, seien hier die als Ersatz des Siliziumeisens und die zur Herstellung von Elektroden und Widerstandskörpern, für die seine hohe Belastungsfähigkeit wichtig ist, erwähnt. Nimmt man als elektrischen Ofen ein Silundrohr von 40 cm Länge, 56 mm Durchmesser und 4 mm Wandstärke, so lassen sich nach A. Sieverts und W. Krumbhaar² mit 100–200 Amp bei 12–20 V Temperaturen bis 1650° erzeugen. E. Rupp und G. Rotter³ haben Silund als Stoff für den kathodischen Tiegel in elektrischen Öfen (für Vorführungszwecke) benutzt.

Zur Beschleunigung der Silizierung mischt die Chemisch-Elektrische Fabrik Prometheus⁴ Kohle mit Karborund, andern siliziumreichen Stoffen (wie Siloxicon), Quarzsand oder Silizium, formt daraus Stücke von gewünschter Gestalt, brennt sie im elektrischen Ofen und wiederholt dies nach Einbettung in eine Mischung aus Kohle und Sand oder in amorphes Karborund. Ähnlich hat F. J. Tone (Carborundum Co.)⁵ gefunden, daß, wenn die Körper aus einem Gemenge von Karborund und Kohle, das mit Teer, Leim oder Wasserglas angemacht ist, geformt werden, Porosität und Widerstand in weiten Grenzen geändert werden können. Jene Körper werden nach dem Brennen in ein Gemisch von Kohle oder von Siliziumkarbid und Kieselsäure eingebettet und auf die Bildungstemperatur des Karborunds erhitzt. Durch Verwendung borhaltiger Mischungen in verschiedenen Verhältnissen, beispielsweise von 92 T. eines Gemenges aus 62,7% Sand und 37,3% Kohle und 8 T. eines Gemenges aus 200 T. Bortrioxyd und 120 T. Kohle, will E. G. Acheson⁶ bei mehrstündigem Erhitzen auf die Karborundbildungstemperatur in der Nähe des elektrischen Widerstandes im Ofen unter sorgfältigem Schutz vor Luftzutritt ein Produkt erhalten, das dem SiC chemisch ähnelt, aber fester und weniger brüchig ist. Es kann frei von Bor sein oder nicht.

Sättigt man Siliziumkarbid mit Silizium, so entsteht nach H. N. Potter¹ eine kohlenstoffärmere Verbindung, die er Karbosilizium nennt. Sie hat vielleicht die Zusammensetzung Si₂C, ist härter als Karborund, sehr zähe und nicht porös.

Silit besteht nach H. Großmann² im wesentlichen aus SiC oder enthält daneben noch Si₂C₂N. Es wird u. a. für elektrische Widerstände, auch in Strahlungsöfen, verwendet. Der spezifische Widerstand der Silitkörper schwankt zwischen 3000 und 9000 Ohm bei gewöhnlicher Temperatur, zwischen 1000 und 4000 bei 100–1200° und darüber (von 900–1000° ab fast unveränderlich).

Siloxicon hat man eine sauerstoffhaltige Silizium-Kohlenstoff-Verbindung genannt, die das spezifische Gewicht 2,73 hat. The Acheson Company³ stellt sie bei einer Temperatur dar, die niedriger als die zur Entstehung von Karborund erforderliche ist. Ferner ist notwendig, daß das Reaktionsgemisch (aus zerkleinerter Kohle und Kieselerde bzw. aus fein verteilten andern Stoffen, die diese enthalten) weniger Kohlenstoff enthält, als zur vollständigen Überführung in Karborund bzw. zur Bindung des gesamten Sauerstoffs der Kieselsäure notwendig ist. Beispielsweise werden 33¹/₃ T. Kohle und 66²/₃ T. Kieselerde mit 85 V und anfänglich 500, später 600 Amp 9 st erhitzt. Durch Überzüge aus Siloxicon will E. G. Acheson⁴ Kohle- und Graphitgegenstände bei hoher Temperatur vor der Einwirkung des Sauerstoffs oder geschmolzener Metalle schützen. Er erhitzt sie zu dem Zweck in einem Gemenge von 2 Mol. Kieselsäure und 5 At. Kohlenstoff. Letzterer wird auch teilweise von der Oberfläche der Gegenstände entnommen. Zur Herstellung von Gefäßen aus Siloxicon zieht, trotzdem es selbst bei hoher Temperatur schon bis zu einem gewissen Grade bindet, L. Gaster⁵ es vor, den Stoff mit 2% Tonerde zu mengen. Das Brennen erfolgt wenig unter der Oxydationstemperatur (1500°). In gewissen Fällen können noch 5% fein gepulverter feuerfester, plastischer, nicht alkalischer Ton beigemischt werden. Ofenbekleidungen werden mit Natronwasserglas oder Kohlenteer angemacht und im Ofen selbst gebrannt. Zum Schutz einer Auskleidung aus andern Stoff wird dieser mit einem Gemenge aus Siloxicon und Wasserglaslösung von 1,1 spezifischem Gewicht bestrichen.

Ein anderes (?) Siliziumoxykarbid kommt nach Saunders⁶ unter dem Namen Fibrox als Wärmeschutzmittel in den Handel.

(Forts. f.)

¹ vgl. a. W. Heym, Elektrochem. Z. 1909, Bd. 16, S. 199.

² Ber. D. chem. Ges. 1910, Bd. 43, S. 893.

³ Z. f. physik. u. chem. Unterr. 1910, Bd. 29, S. 172.

⁴ D. R. P. 195 533 vom 19. Aug. 1906; Zusatz zu D.R.P. 173 066 von Bölling.

⁵ Amer. P. 992 898, erteilt am 16. Mai 1911.

⁶ Amer. P. 1 014 199, erteilt am 9. Jan. 1912.

¹ Boston-Versammlung der Amer. Electrochem. Soc.; Electrochem. Metall. Ind. 1905, Bd. 3, S. 183.

² Chem. Ind. 1913, Bd. 36, S. 304.

³ D. R. P. 160 101 vom 21. Febr. 1903.

⁴ Amer. P. 895 531 vom 2. Juli 1906, erteilt am 11. Aug. 1908.

⁵ Trans. Faraday Soc. 1905, Bd. 1, S. 118.

⁶ Metall. Chem. Eng. 1915, Bd. 13, S. 315.

Die Verschiebungen in der deutschen Eisenindustrie in der Kriegszeit.

Von Dr. Ernst Jüngst, z. Z. in Brüssel.

Die deutsche Roheisenindustrie hat in der bisherigen Kriegszeit tiefgreifende Veränderungen erfahren; das zeigt schon ein Blick auf ihre Erzeugungsziffern: von 19,31 Mill. t in 1913 ging die Roheisen-

herstellung des Deutschen Zollgebiets auf 14,39 Mill. t in 1914 und 11,81 Mill. t im letzten Jahr zurück. Der Rückgang war die natürliche Folge einmal der Einberufungen eines beträchtlichen Teils der Belegschaften

Zahlentafel 1.

Zu- oder Abnahme der Roheisenerzeugung im Deutschen Zollgebiet nach Bezirken in 1914 und 1915.

	Erzeugung 1913 t	1914		1915			± gegen 1914		
		Erzeugung t	Abnahme gegen 1913 t	Erzeugung t	Abnahme gegen 1913 t	%	t	%	
Rheinland-Westfalen. Siegerland, Kreis Wetzlar und Hessen-Nassau . . .	8 209 157	6 610 119	1 599 038	19,48	5 165 618	3 043 539	37,07	-1 444 501	-21,85
Schlesien	994 927	702 741	292 186	29,37	789 650	205 277	20,63	+ 86 909	+12,37
Norddeutschland (Küstenwerke) . . .	994 604	853 957	140 647	14,14	777 625	216 979	21,82	- 76 332	- 8,94
Mitteldeutschland . . .	1 001 321	317 163	266 662	26,63	231 140	398 495	39,80	- 86 023	-27,12
Süddeutschland und Thüringen		417 496			54 391			16,97	234 669
Saargebiet	1 370 980	954 738	416 242	30,36	801 597	569 383	41,53	- 153 141	-16,04
Lothringen	6 417 727	2 358 186	2 150 154	33,50	1 821 465	2 984 690	46,51	- 536 721	-22,76
Luxemburg		1 909 387			1 611 572			- 297 815	-15,60
zus.	19 309 172	14 389 852	4 919 320	25,48	11 805 022	7 504 150	38,86	-2 584 830	-17,96

der Hochofenwerke zu den Fahnen, sodann der weitgehenden Unterbindung des Bezuges ausländischen Erzes, auf dessen Verhüttung Deutschland bisher in steigendem Maße angewiesen war (Einfuhr 1913: 14,02 Mill. t), weiter der Erschwerungen, die sich im Zusammenhang mit der durch den Krieg geschaffenen Sachlage in der Versorgung der verschiedenen Erzeugungsgebiete mit inländischem Erz sowie mit Brennstoff ergaben, und schließlich auch der Behinderung, welche die Produktion in besonderem Grade in den den Kampfhandlungen zunächst gelegenen Bezirken erfahren mußte. So begegnen wir, wie der Zahlentafel 1 zu entnehmen ist, der verhältnismäßig stärksten Abnahme der Erzeugung im Saarbezirk (1915 gegen 1913: rd. 42%) und in Lothringen-Luxemburg (rd. 47%), obschon die dortigen Hochofenwerke fast ausschließlich mit inländischem Erz oder mit der in der Nähe gewonnenen französischen Minette gehen. Allein die dortigen Gruben — die französischen des Briey-Beckens sind bald nach Kriegsausbruch in unsere Hand gekommen — ließen sich aus dem eben angedeuteten Grunde nicht in dem wünschenswerten Umfang betreiben, wozu auch noch der Umstand trat, daß für die auf ihnen in großer Zahl beschäftigten Italiener, die zum größten Teil in ihre Heimat zurückgekehrt sind, kein Ersatz zu beschaffen war. Auch lag für diese beiden Bezirke, die ganz überwiegend mit westfälischem Koks arbeiten, in dessen Beschaffung schon wegen der Transportverhältnisse eine nicht unerhebliche Schwierigkeit. Diese entfiel bei den rheinisch-westfälischen Werken, dafür hatte hier aber die Erzversorgung ein besonders ernstes Aussehen. Der vollständige Wegfall der Erzlieferungen Spaniens, die sich für ganz Deutschland 1913 auf 3,63 Mill. t beliefen und ganz überwiegend in Rheinland-Westfalen verhüttet werden, und die gleichzeitige starke Einschränkung, welche die Bezüge von schwedischem Erz durch die englische Seesperre erfuhren, bedingten hier eine ganz andere Zusammensetzung des Möllers als bisher. Wenn bei dieser Sachlage der Rückgang der Roheisenerzeugung in Rheinland-Westfalen für 1915 gegen 1913 nicht mehr als rd.

37% betrug, so darf das als ein recht günstiges Ergebnis und ein Zeichen für die große Anpassungsfähigkeit unserer Eisenindustrie angesprochen werden. Am besten haben von den deutschen Roheisengewinnungsgebieten Siegerland usw. und Schlesien abgeschnitten, hier betrug der Rückgang 1915 gegen 1913 205 000 t = 21%, dort 217 000 t = 22%, und was besonders bemerkenswert ist, das Siegerland usw. hatte allein 1915 unter allen Bezirken gegen das Vorjahr eine Zunahme seiner Erzeugung (+ 87 000 t = 12,4%) aufzuweisen, eine Entwicklung, die in erster Linie der auf dem eigenen Vorkommen beruhenden Sicherung seiner Erzversorgung zu danken sein dürfte. Auf Grund der vorstehend angedeuteten Verhältnisse haben sich nun in der Bedeutung der einzelnen Bezirke für die Roheisenerzeugung des Deutschen Zollgebietes in der Kriegszeit die folgenden Verschiebungen ergeben.

	Es betrug der Anteil an der Gesamterzeugung bei		
	1913 %	1914 %	1915 %
Rheinland-Westfalen (ohne Saarbezirk und ohne Sieger- land)	42,5	45,9	43,8
Lothringen-Luxemburg	33,2	29,7	29,1
Saarbezirk	7,1	6,6	6,8
Schlesien	5,2	5,9	6,6
Nord- und Mitteldeutschland	5,2	5,1	5,1
Siegerland, Lahnbezirk und Hessen-Nassau	5,2	4,9	6,7
Süddeutschland und Thüringen	1,6	1,8	2,0

Vergleicht man das volle Kriegsjahr 1915 mit dem letzten Friedensjahr 1913, so zeigt sich, daß die Vormachtstellung Rheinland-Westfalens sich trotz der Schwierigkeiten der Erzbeschaffung noch etwas verstärkt hat, dagegen hat Lothringen-Luxemburg bei einem Rückgang seines Anteils von 33,2 auf 29,1% eine erhebliche Einbuße zu verzeichnen; abgenommen hat außerdem noch der Anteil des Saarbezirks; der von Nord- und Mitteldeutschland hat sich gehalten, während Süddeutschland und Thüringen sowie vor allem Schlesien und Siegerland usw. an Bedeutung gewonnen haben.

Der Rückgang der Roheisenerzeugung hat die verschiedenen Sorten in sehr ungleichem Maße betroffen; in 1915 gegen 1913 bewegte er sich zwischen 49,2% bei Bessemer-Roheisen und 31% bei Stahl- und Spiegeleisen.

eisen. Im Vergleich zum Vorjahr war in 1915 die Abnahme am kleinsten bei Gießerei-Roheisen mit 8,5%, am größten mit 24,7% bei Puddelroheisen. Nähere Angaben enthält die Zahlentafel 2.

Zahlentafel 2.

Abnahme der Roheisenerzeugung im Deutschen Zollgebiet nach Sorten in 1914 und 1915.

	Erzeugung 1913 t	1914			1915				
		Erzeugung t	Abnahme gegen 1913 t	%	Erzeugung t	Abnahme gegen 1913 t	%	Abnahme gegen 1914 t	%
Gießerei-Roheisen . . .	3 657 326	2 494 832	1 162 494	31,79	2 283 538	1 373 788	37,56	211 294	8,47
Bessemer-Roheisen . . .	368 840	237 988	130 852	35,48	187 522	181 318	49,16	50 466	21,21
Thomas-Roheisen . . .	12 193 336	9 289 989	2 903 347	23,81	7 261 413	4 931 923	40,45	2 028 576	21,84
Stahl- und Spiegeleisen .	2 599 887	1 996 786	603 101	23,20	1 793 865	806 022	31,00	202 921	10,16
Puddelroheisen	489 783	370 257	119 526	24,40	278 684	211 099	43,10	91 573	24,73
zus.	19 309 172	14 389 852	4 919 320	25,48	11 805 022	7 504 150	38,86	2 584 830	17,96

Über die Änderungen des Anteils der verschiedenen Roheisensorten an der deutschen Roheisenerzeugung in der Kriegszeit unterrichtet die folgende Zusammenstellung.

Zahlentafel 3.

Verteilung der Roheisenerzeugung auf die einzelnen Roheisensorten.

	1913	1914	1915
	%	%	%
Gießerei-Roheisen	18,94	17,34	19,34
Bessemer-Roheisen	1,91	1,65	1,59
Thomas-Roheisen	63,15	64,56	61,51
Stahl- und Spiegeleisen . . .	13,46	13,88	15,20
Puddel-Roheisen	2,54	2,57	2,36
zus.	100,00	100,00	100,00

Danach ging der Anteil von Thomas-Roheisen von 63,15% in 1913 auf 61,51% im letzten Jahre zurück. Dies steht im engsten Zusammenhang mit der starken Abnahme der Gewinnung in Lothringen und dem Saarbezirk, wo ja fast ausschließlich Thomas-Roheisen erblasen wird. Nennenswert gestiegen ist demgegenüber der Anteil von Stahl- und Spiegeleisen (von 13,46 auf 15,20%), weniger von Gießereiroheisen (von 18,94 auf 19,34%); dagegen ist der Anteil von Bessemer-Roheisen von 1,91 auf 1,59 und von Puddel-Roheisen von 2,54 auf 2,36% gefallen.

Der in dem Vorausgegangenen gebotene Vergleich des letzten Jahres mit 1914, das noch 7 Friedensmonate umschloß, liefert kein Bild von der günstigen Entwicklung der deutschen Roheisenerzeugung in der Kriegszeit, wohl aber erhält man dieses, wenn man ihren Gang an Hand der Gewinnungsziffern der einzelnen Kriegsmomente verfolgt.

Im August 1914 ging die Erzeugung, wie Zahlentafel 4 zeigt, von 1,56 Mill. t im Vormonat auf 587 000 t oder um annähernd zwei Drittel zurück und erreichte im September mit 580 000 t ihren tiefsten Stand in einem der Kriegsmomente. Für die 5 Kriegsmomente des Jahres 1914 ergibt sich eine Durchschnittserzeugung von 707 942 t, dagegen belief sich die entsprechende Ziffer

Zahlentafel 4.

Roheisenerzeugung im Deutschen Zollgebiet in den einzelnen Kriegsmomente.

Monat	1914 t	1915 t	1916 t
Januar	1 566 695	874 133	1 078 368
Februar	1 445 670	803 623	1 036 683
März	1 602 896	938 438	1 114 194
April	1 534 429	938 679	1 073 716
Mai	1 607 193	985 968	1 112 574
Juni	1 531 313	989 877	1 081 507
Juli	1 561 944	1 064 899	1 134 306
August	586 661	1 050 610	.
September	580 087	1 034 124	.
Oktober	729 822	1 076 343	.
November	788 956	1 019 184	.
Dezember	854 186	1 029 144	.
zus.	14 389 852	11 805 022	.

für das Jahr 1915 wieder auf 1 041 881 t und war damit 47,17% höher. Eine weitere Steigerung brachte das laufende Jahr, für dessen erste 7 Monate die Durchschnittsziffer 1 090 193 t betrug; jedoch ist seit etwa einem Jahr die Erzeugung nicht mehr wesentlich gestiegen; die Gewinnung vom Oktober 1915 in Höhe von 1,08 Mill. t ist in keinem der spätern Momente um mehr als 58 000 t überschritten worden.

Die Stahlerzeugung des Deutschen Zollgebiets ist in der Kriegszeit weniger zurückgegangen als die Roheisenherstellung; 1914 war sie um fast 4 Mill. oder 21% kleiner als im Vorjahr und für 1915 ergibt sich ein Ausfall von 30,4% gegen 1913, aber von nur 11,8% gegen 1914 (s. Zahlentafel 5). Zur Stahlbereitung dient eben nicht nur Roheisen, sondern in großem Umfang auch Alteisen und Schrott, die im Lande selbst in dem bisherigen Maße zur Verfügung standen und auch bei der Beschaffung aus dem Auslande nicht den gleichen Hemmungen begegneten wie Eisenerz. Diese Verhältnisse zeitigten die bemerkenswerte Erscheinung, daß erstmalig in der deutschen Wirtschaftsgeschichte die Stahlerzeugung größer war als die Roheisenherstellung; das Mehr betrug in 1914 556 360 t = 3,87% und steigerte sich in 1915

Zahlentafel 5.

Abnahme der Stahlerzeugung im Deutschen Zollgebiet nach Bezirken in 1914 und 1915.

	Erzeugung 1913 t	1914				1915				
		Erzeugung t	Abnahme gegen 1913		Erzeugung t	Abnahme gegen 1913		Abnahme gegen 1914		
			t	%		t	%	t	%	
Rheinland-Westfalen . .	10 112 042	8 420 706	1 691 336	16,73	7 597 492	2 514 550	24,87	823 214	9,78	
Schlesien	1 407 304	1 173 066	234 238	16,64	1 170 263	237 041	16,84	2 803	0,24	
Siegerland und Hessen- Nassau	388 297	306 399	81 898	21,09	296 439	91 858	23,66	9 960	3,25	
Nord-, Ost- und Mittel- deutschland	740 859	604 793	136 066	18,37	540 452	200 407	27,05	64 341	10,64	
Königreich Sachsen . .	331 125	259 695	71 430	21,57	243 833	87 292	26,36	15 862	6,11	
Süddeutschland	253 020	144 126	108 894	43,04	132 746	120 274	47,54	11 380	7,90	
Saargebiet und bayer. Rheinpfalz	2 079 825	1 390 248	689 577	33,16	1 050 269	1 029 556	49,50	339 979	24,45	
Elsaß-Lothringen . . .	2 286 354	1 510 692	775 662	33,93	1 180 261	1 106 093	48,38	330 431	21,87	
Luxemburg	1 336 263	1 136 487	199 776	14,95	975 861	360 402	26,97	160 626	14,13	
zus.	18 935 089	14 946 212	3 988 877	21,07	13 187 616	5 747 473	30,35	1 758 596	11,77	

auf 1 382 594 t = 11,71%, wogegen in 1913 noch eine Überlegenheit der Roheisenproduktion um 374 083 t = 1,98% bestanden hatte. Übrigens liegt diese Verschiebung im Verhältnis von Stahl- und Roheisen-erzeugung durchaus im Zuge der Entwicklung als Folge der zunehmenden Verwendung von Schrott und Alteisen zur Herstellung von Stahl und wäre auch ohne den Krieg in einigen Jahren zu erwarten gewesen, durch diesen ist sie nur beschleunigt worden. Erwähnt sei, daß auch in den Vereinigten Staaten seit 1911 die Stahlerzeugung größer ist als die Roheisengewinnung.

Die Verschiebungen, die sich in der Kriegszeit in der Verteilung der Stahlerzeugung auf die verschiedenen Gewinnungsgebiete ergeben haben, sind weit stärker ausgeprägt als bei der Roheisenerzeugung. Wie aus der Zahlentafel 6 zu ersehen ist, stieg der Anteil von Rheinland-Westfalen von 53,36% in 1913 auf 57,61% im letzten Jahr, der von Schlesienvon 7,5 auf 8,87%. Eine Zunahme verzeichnen des weitem Siegerland und Hessen-Nassau, Nord-, Ost- und Mitteldeutschland, das Königreich Sachsen sowie Luxemburg. Die andern Gewinnungsbezirke weisen eine Abnahme ihres Anteils auf; bei Lothringen (8,95 gegen 12,07%)

Zahlentafel 6.

Anteil an der Gesamterzeugung des deutschen Zollgebiets an Stahl.

	1913 %	1914 %	1915 %
Rheinland-Westfalen	53,36	56,34	57,61
Schlesien	7,50	7,85	8,87
Siegerland und Hessen- Nassau	2,05	2,05	2,25
Nord-, Ost- und Mittel- deutschland	3,91	4,05	4,09
Königreich Sachsen	1,75	1,74	1,85
Süddeutschland	1,34	0,96	1,01
Saargebiet und bayerische Rheinpfalz	10,98	9,30	7,96
Elsaß-Lothringen	12,07	10,11	8,95
Luxemburg	7,05	7,60	7,40
zus.	100,00	100,00	100,00

und Saargebiet (7,96 gegen 10,98%) ist die Veränderung am bedeutendsten.

Nach Sorten zeigt die Entwicklung der Stahlerzeugung (s. Zahlentafel 7) eine weit größere Uneinheit-

Zahlentafel 7.

Zu- oder Abnahme der Stahlerzeugung im Deutschen Zollgebiet nach Sorten in 1914 und 1915.

	Erzeugung 1913 t	1914				1915				
		Erzeugung t	± gegen 1913		Erzeugung t	± gegen 1913		± gegen 1914		
			t	%		t	%	t	%	
Thomasstahl-Rohblöcke.	10 629 697	8 143 619	- 2 486 078	-23,39	6 528 146	- 4 101 551	-38,59	- 1 615 473	- 19,84	
Bessemerstahl-Rohblöcke	155 138	100 617	- 54 521	-35,14	165 290	+ 10 152	+ 6,54	+ 64 673	+ 64,28	
Martinstahl-Rohblöcke, basisch	7 330 424	5 946 215	- 1 384 209	-18,88	5 376 931	- 1 953 493	-26,65	- 569 284	- 9,57	
Martinstahl-Rohblöcke, sauer	283 480	274 321	- 9 159	- 3,23	243 111	- 40 369	-14,24	- 31 210	- 11,38	
Stahlformguß, basisch . .	253 587	210 845	- 42 742	-16,85	501 489	+ 247 902	+97,76	+ 290 644	+137,85	
Stahlformguß, sauer . .	109 329	87 243	- 22 086	-20,20	193 026	+ 83 697	+76,56	+ 105 783	+121,25	
Tiegelstahl	84 553	95 096	+ 10 543	+12,47	100 046	+ 15 493	+18,32	+ 4 950	+ 5,21	
Elektrostahl	88 881	88 256	- 625	- 0,70	129 646	+ 40 765	+45,86	+ 41 390	+ 46,90	
zus.	18 935 089	14 946 212	-3 988 877	-21,07	13 187 616 ¹⁾	- 5 747 473	-30,35	- 1 758 596	- 11,77	

¹⁾ Die Aufrechnungen der Erzeugungsmengen von Stahl nach Bezirken, Sorten und Monaten ergeben geringe Abweichungen, die zur Sache bedeutungslos sind; es ist als Summe durchgängig die Erzeugungsmenge nach Bezirken eingesetzt worden.

lichkeit als die der Roheisenherstellung. Während wir bei letzterer in 1915 sowohl im Vergleich mit 1913 wie mit 1914 durchgängig Rückgänge finden, die nicht unter 8,5% bleiben, war die Stahlerzeugung schon 1914 bei einer Sorte (Tiegelstahl) größer als in dem vorausgegangenen Friedensjahr und bei zwei weitern (sauern Martinstahlblöcken — 3,23% — und Elektrostahl — 0,70% —) hielt sie sich fast auf dessen Höhe, um 1915 gegen 1913 sogar bei 5 Sorten eine Zunahme aufzuweisen, die bei Stahlformguß nicht weit von einer Verdoppelung blieb und bei Elektrostahl annähernd 50% erreichte. Die großen Schwierigkeiten in der Rohstoffbeschaffung, m. a. W. der starke Abfall der Roheisenerzeugung, führten einen Rückgang der Herstellung von Thomasstahlblöcken um 4 Mill. t = 38,6% herbei, wogegen die vornehmlich auf der Verwendung von Schrott und Alteisen aufgebaute Herstellung von basischen Martinstahl-Rohblöcken in 1915 nur um 26,65 und die von sauern um 14,2% kleiner war als 1913.

Die Verschiebung, die sich in der Verteilung der Stahlerzeugung auf die einzelnen Sorten in der Kriegszeit vollzogen hat, ist in der Zahlentafel 8 zur Darstellung gebracht.

Zahlentafel 8.

Verteilung der Stahlerzeugung auf die einzelnen Sorten.

	1913	1914	1915
	%	%	%
Thomasstahl-Rohblöcke . . .	56,09	54,49	49,50
Bessemerstahl-Rohblöcke . .	0,82	0,67	1,25
Martinstahl-Rohblöcke, basisch	38,68	39,78	40,77
Martinstahl-Rohblöcke, sauer	1,50	1,84	1,84
Stahlformguß, basisch	1,34	1,41	3,80
Stahlformguß, sauer	0,58	0,58	1,46
Tiegelstahl	0,52	0,64	0,76
Elektrostahl	0,47	0,59	0,98
zus.	100,00	100,00	100,00

Noch mehr als der Anteil von Thomas-Roheisen ist der Anteil von Thomasstahl zurückgegangen, indem er sich von 56,09% auf 49,5% verminderte, wogegen der Anteil

von Martinstahl (basisch und sauer) von 40,18 auf 42,61% gestiegen ist. Hervorgehoben zu werden verdient die annähernde Verdreifachung bzw. Verdoppelung des Anteils von Stahlformguß (basisch und sauer) sowie von Elektrostahl.

Betrachten wir auch die Stahlerzeugung in den einzelnen Kriegsmontaten (s. Zahlentafel 9), so finden wir, daß sie bei Kriegsbeginn einen ebenso starken Rückschlag wie die Roheisenerzeugung erfuhr. Von 1,6 Mill. t

Zahlentafel 9.

Rohstahlerzeugung im Deutschen Zollgebiet in den einzelnen Kriegsmontaten.

Monat	1914	1915	1916
	t	t	t
Januar	1 599 757	963 790	1 227 120
Februar	1 509 785	946 191	1 236 845
März	1 634 297	1 105 120	1 347 795
April	1 488 523	1 019 151	1 212 695
Mai	1 588 972	1 050 924	1 412 137
Juni	1 557 870	1 080 786	1 319 318
Juli	1 644 648	1 138 651	1 366 107
August	567 610	1 158 702	.
September	660 615	1 174 350	.
Oktober	900 227	1 215 287	.
November	892 814	1 192 682	.
Dezember	928 294	1 165 465	.
zus.	14 946 212	13 187 616 ¹	.

¹ Die Aufrechnungen der Erzeugungsmengen von Stahl nach Bezirken, Sorten und Monaten ergeben geringe Abweichungen, die zur Sache bedeutungslos sind; es ist als Summe durchgängig die Erzeugungsmenge nach Bezirken eingesetzt worden.

im Juli 1914 sank sie auf 568 000 t im August. Sie erholte sich jedoch schneller als diese und belief sich für die ersten 5 Kriegsmontate im Durchschnitt bereits wieder auf 789 912 t, während gleichzeitig die Roheisenerzeugung nur 707 942 t betrug. Für das Jahr 1915 stellte sich das monatliche Ergebnis auf 1 098 968 t. Auch im laufenden Jahr hat die Stahlerzeugung ihren Aufstieg in viel beschleunigtem Zeitmaß fortgesetzt als die Roheisenherstellung. Das Monatsergebnis war im ersten Halbjahr 1916 mit 1 292 652 t 10,00% größer als in der zweiten Hälfte des letzten Jahres, während die Roheisenerzeugung gleichzeitig nur einen entsprechenden Zuwachs von 37 123 t = 3,55% aufzuweisen hatte.

Technik.

Normalien für Kesselwagen. Aus den Kreisen der Eisen- und Kokereiindustrie war an den Verein deutscher Eisenhüttenleute die Bitte ergangen, die Aufstellung von Normalien für Kesselwagen in die Wege zu leiten, da die allorts beobachteten Schwierigkeiten infolge der verschiedenen Vorrichtungen zum Füllen und Ablassen der Kesselwagen eine Aufstellung solcher Normalien unbedingt notwendig erscheinen ließen. Diese Normalien sollten sich nicht auf den Bau der Wagen selbst erstrecken, der durch die »Technischen Vorschriften für den Bau von Privatwagen« des

deutschen Staatsbahnwagen-Verbandes schon festgelegt ist, sondern nur auf die Bauart der Anschluß- und Abfüllvorrichtungen, des Mannlochs usw.

Die Kokereikommission des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und des Vereins für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund hat sich dieser wichtigen Frage angenommen und gemeinsam mit Vertretern des Kgl. Eisenbahn-Zentralamtes und des Verbandes Deutscher Waggonfabriken in der Sitzung vom 16. März 1916 zu Frankfurt (Main) die nachstehenden Normalien aufgestellt.

1. Der Abfluß mit Bodenventil soll möglichst in der Mitte des Kessels liegen¹.

2. Das Gewinde der das Bodenventil betätigenden Spindel ist außerhalb des Kessels anzuordnen. Eine Stopfbüchse soll den Durchgang der Spindel durch die Kesselwand abdichten.

3. Das Mannloch soll möglichst in der Nähe des Bodenventils liegen, um dieses bei Verstopfungen vom Mannloch aus erreichen zu können. Das Mannloch soll eine lichte Weite von mindestens 450 mm haben. Es wird empfohlen, Schrauben oder sonstige Befestigungsteile in feste Verbindung mit dem Wagen zu bringen. (Solche Schrauben sind z. B. als Klappschrauben auszuführen.)

4. Mannloch und Spindel müssen zwischen den beiden in den T. V. P. (Technische Vorschriften für den Bau von Privatwagen) vorgeschriebenen Scheidewänden (Schwallblechen) liegen.

5. Der Vorschlag, die Schwallbleche der Kessel unten mit halbmondförmigen Aussparungen zu versehen, steht nicht in Einklang mit den T. V. P. Es wird davon abgesehen, in dieser Hinsicht einen Beschluß zu fassen².

6. Es ist anzustreben, daß an den beiden Kopfenden der Kesselmäntel je ein oberer Stutzen vorgesehen wird, der zwischen dem Kesselsele und dem nächsten Schwallblech anzuordnen ist. Eine einheitliche Vorschrift für die Ausführung der Stutzen wird allgemein empfohlen. Sie sollen 80 mm lichte Weite und Normalflanschen nach Gußeisennormalien haben. Die Flanschen sind nach den Normalien zu bohren.

Bei Wagen zur Beförderung ätzender Flüssigkeiten ist in der Anordnung der Füll- und Abfülleinrichtungen Vorsorge zu treffen, daß die an diesen Stellen ablaufende Flüssigkeit keine Wagenteile verletzt, die für die Betriebssicherheit des Wagens von besonderer Bedeutung sind.

7. Die Blechstärken sollen mindestens betragen bei den Wagen der Art I³: Mantel 10 mm, Boden 12 mm, bei Wagen der Arten II und III: Mantel 8 mm, Boden 10 mm. Von der Festsetzung von normalen Kesselinhalten wird abgesehen, weil die Bedürfnisse der Verbraucher in hohem Maße voneinander abweichen.

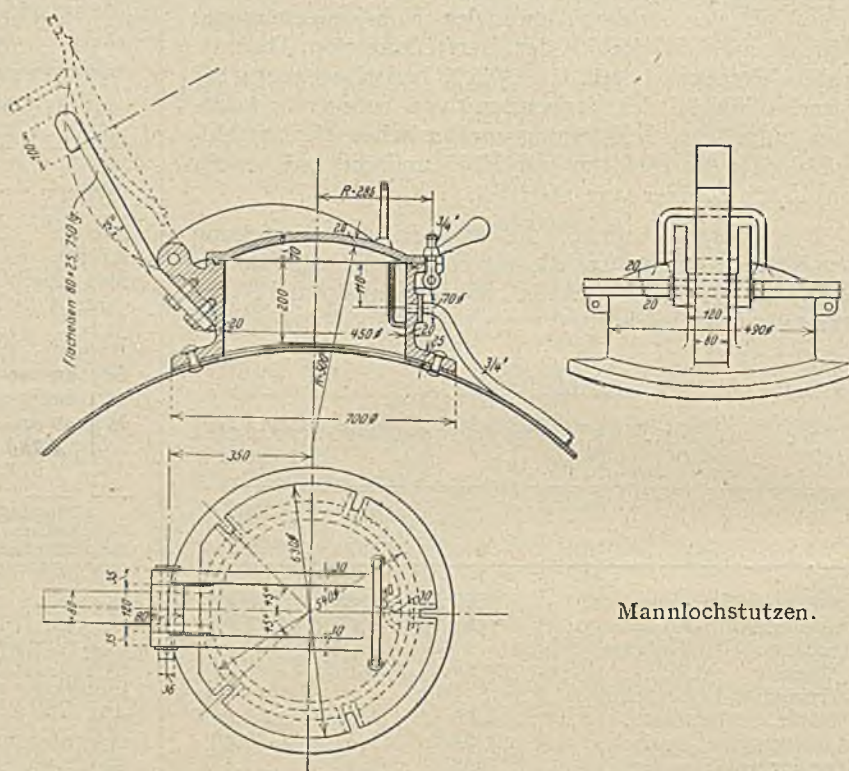
Es wird ferner davon abgesehen, Normalien für die Untergestellängen jetzt schon festzustellen. Den Verbrauchern und Erbauern erscheint es vorteilhaft, die Kessel möglichst kurz zu halten.

8. Der vorgeschlagene, in den Abbildungen wiedergegebene Mannlochverschluß erscheint als eine geeignete Unterlage für die Festsetzung von Normalien. An diese Festsetzung soll nach Beendigung des Kriegszustandes herangetreten werden. Es bleibt den Bestellern unbenommen, bis dahin diese Zeichnung für die Ausführung der von ihnen bestellten Kesselwagen vorzu-

schreiben und im Benehmen mit den Wagenbauanstalten etwa erwünschte Änderungen vorzunehmen.

9. Die Ablauf-T-Stücke sollen in allen Abzweigen entweder 100 mm oder 200 mm lichte Weite haben. Die seitlichen Flanschen des Ablauf-T-Stückes sind nach den Gußeisen-Normalien zu bohren.

10. Die an den Durchgang sich anschließenden Entleerungsrohre sind mit 200 oder 100 oder 50 mm lichter Weite, je nach der verschiedenen Dickflüssigkeit der versandten Stoffe, auszuführen. Haben die Entleerungsrohre 200 mm lichte Weite, so reichen sie ohne Einschaltung eines Hahnes bis zu den in den T. V. P. vorgeschriebenen 200 mm-Gewindestutzen. Dieser Stutzen erhält eine 200 mm-Kappe,



Mannlochstutzen.

die zugleich als zweiter Verschuß im Sinne der T. V. P. dient. Bei Anschluß von Entleerungsrohren von 100 mm und 50 mm lichter Weite sind beiderseits Absperrhähne mit Verschußkappen vor den in den T. V. P. vorgeschriebenen Gewindestutzen einzuschalten.

Es bleibt auch hier den Bestellern überlassen, die Ausführung und die Lage der Absperrhähne nach ihrer Zeichnung vorzuschreiben.

Das Auslaufrohr ist oberhalb des Wagenlangträgers mit geringem Spielraum zwischen diesem und seiner Unterkante anzuordnen.

Das Auslaufrohr soll möglichst nur mit dem Gewindeteil über die Langträger hervorragen.

Um das Einfrieren von Wasserresten in den Rohren der nicht geöffneten Seite zu verhindern, empfiehlt es sich, den Entleerungsrohren keine Neigung zu geben.

11. Der Eintritt und der Austritt der Heizschlangen ist je mit einem Anschlußstück nach den Normalien der Dampfleitungsanschlüsse der Staatseisenbahnen zu versehen.

12. Vorstehende Vereinbarungen gelten, soweit nicht besonders vermerkt, gemeinsam für die Arten I, II und III.

Die erheblichen Vorteile, die mit der allgemeinen Einführung und Berücksichtigung dieser Normalien verbunden

¹ Bisher sind die Untergestelle von einigen Werken ohne mittlern Querträger ausgeführt worden. Den Werken wird eine Zuschrift des Kgl. Eisenbahn-Zentralamtes mit Bezug auf die zukünftige Anwendung des mittlern Querträgers zugehen.

² Der Vertreter des Kgl. Eisenbahn-Zentralamtes sagt zu, die Frage zu prüfen, wieweit den Wünschen der Verbraucher entgegenkommen werden kann, um das Befahren des Kessels zu erleichtern.

³ Art I: Kesselwagen für Flüssigkeiten mit einem spezifischen Gewicht über 1,1 (z. B. Schwefelsäure);

Art II: Kesselwagen für Flüssigkeiten mit einem spezifischen Gewicht von 1 bis 1,4 (z. B. Teer und Öle);

Art III: Kesselwagen für Flüssigkeiten mit einem spezifischen Gewicht unter 1 (z. B. Benzol, Öl usw.).

sein werden, lassen sich erreichen, wenn die Verbraucherkreise sie in Zukunft bei ihren Bestellungen ausschließlich anwenden, wenn, wie zugesagt worden ist, die Vertreter des Verbandes Deutscher Waggonfabriken nach Kräften dahin wirken, daß sie von allen Verbandswerken hinfort in

Vorschlag und, wenn möglich, in Anwendung gebracht werden und ferner die Kgl. Eisenbahnverwaltung sie bei einer Erweiterung der »Technischen Vorschriften für den Bau von Privatwagen« möglichst beachtet und in der beschlossenen Form berücksichtigt.

Volkswirtschaft und Statistik.

Flußstahlerzeugung der deutschen und luxemburgischen Hochofenwerke im Juli 1916.

	Thomas-	Besse-	Martinstahl-		Stahlform-		Tiegel-	Elektro-	Gesamterzeugung			
	stahl-	merstahl-	Rohblöcke		guß				stahl	stahl	1915	1916
	Rohblöcke		basisch	sauer	basisch	sauer						
t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t		
1916												
Januar	582 845	14 333	506 952	27 890	46 051	26 066	8 303	14 680	963 790	1 227 120		
Februar	591 388	11 155	508 278	26 835	47 374	29 400	8 564	13 851	946 191	1 236 845		
März	652 377	12 353	548 962	22 551	54 923	30 935	9 718	15 976	1 105 126	1 347 795		
April	594 950	12 512	490 386	18 087	50 617	26 034	7 911	12 198	1 010 151	1 212 695		
Mai	688 065	13 034	572 249	18 723	64 803	31 825	9 356	14 082	1 050 924	1 412 137		
Juni	645 085	14 262	525 015 ¹	14 475	62 361 ¹	34 300 ¹	8 946 ¹	14 874 ¹	1 080 786	1 319 318 ¹		
Juli	637 516	18 159	559 502	10 581	69 749	37 528	9 620	14 452	1 144 468	1 366 107		
Davon im Juli												
Rheinland und Westfalen	295 129	18 159	353 870	16 198	49 083	23 909	9 079	7 772	662 373	772 340		
Schlesien	13 000	—	99 248	—	4 756	1 131	486	—	99 690	120 024		
Siegerland u. Hessen-Nassau	—	—	26 405	—	1 273	213	—	—	23 877	27 891		
Nord-, Ost- u. Mitteldeutsch-	—	—	—	1 866 ²	—	—	—	—	—	—		
land	—	—	29 233	—	5 824	5 906	55	—	48 599	59 582		
Königreich Sachsen	32 867	—	16 257	—	1 130	4 301	—	—	22 468	27 760		
Süddeutschland	—	—	578	—	2 166	393	—	—	12 077	12 690		
Saargebiet und bayer. Rhein-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
pfalz	81 304	—	19 379	1 517	4 382	1 545	—	—	91 866	112 515		
Elsaß-Lothringen	107 521	—	14 532	—	1 135	—	—	6 680	98 297	124 584		
Luxemburg	107 695	—	—	—	—	130	—	—	86 221	108 721		
Jan.-Juli 1915	3 686 024	88 851	2 970 121	132 438	248 509	85 366	58 681	62 771	7 332 750	—		
„ „ 1916	4 392 226	95 808	3 712 702	148 142	396 123	216 238	62 439	90 922	—	9 123 600		
	+ 1916 %	19,16	7,83	25,00	11,86	59,40	153,31	6,40	59,18	24,42		
Zahl der Betriebe	26	4	78	10	49	62	19	15	223	263 ³		

¹ Berichtigt. ² Nur Schlesien, Nord-, Ost- und Mitteldeutschland und Königreich Sachsen. ³ 92 Werke geschätzt.

Absatz der österreichischen Eisenwerke im Juli 1916.

	Juli		Jan.-Juli		Zu- nahme 1916 geg. 1915
	1915	1916	1915	1916	
	t	t	t	t	t
Stab- u. Fassoneisen	40 321	49 719	244 412	351 084	106 672
Träger	8 092	7 724	45 814	62 369	16 555
Grobbleche	4 725	8 167	31 518	47 683	16 165
Schienen	5 789	5 795	32 551	55 084	22 533

Verkehrswesen.

Amtliche Tarifveränderungen. Kohlentarife c) Inlandtarife. Kohlenverkehr von Sosnowice W. W. nach Österreich-Ungarn. Seit 15. Aug. 1916 bis auf Widerruf, längstens für die Dauer des Krieges, sind für die Beförderung von Steinkohle, Steinkohlenlösch (Steinkohlenasche) und Steinkohlenziegel (Freßkohle) von Sosnowice W. W. nach österreichischen und ungarischen Empfangstationen die im Rahmen des Oberschlesisch-Österreichischen Kohlen-

verkehrs, Hefte 1-4, und des Oberschlesisch-Ungarischen Kohlenverkehrs, Hefte 1-3, geltenden Frachtsätze von Ferdinandgrube, erhöht um 15 h für 1000 kg unter den in diesen Tarifen angegebenen Bestimmungen eingeführt worden.

Patentbericht.

Anmeldungen,

die während zweier Monate in der Auslegehalle des Kaiserlichen Patentamtes ausliegen.

Vom 28. August 1916 an.

12 h. Gr. 4. N. 16 034. Norsk-Hydroelektrisk Kvaestofaktieselskab, Christiania (Norwegen); Vertr.: Dipl.-Ing. C. Fehlert, G. Loubier, F. Harmsen, A. Büttner und E. Meißner, Pat.-Anwälte, Berlin SW 61. Unter Hochdruck arbeitender Lichtbogenofen. 22. 11. 15. Norwegen 10. 12. 14.

40 a. Gr. 12. V. 12 268. Vogtländer & Lohmann, Metallfabrikations-Ges. m. b. H., Essen (Ruhr). Verfahren zur Herstellung chemisch reiner oder mit geringen beabsichtigten Beimengungen versehener Metalle mit Ausnahme von Wolfram. 2. 12. 12.

Vom 31. August 1916 an.

10 a. Gr. 11. Sch. 48 878. Ferdinand Schüler, Gladbeck. Entleervorrichtung an Beschickwagen für Koksöfen und verwandte Anlagen. 24. 7. 15.

59 c. Gr. 8. H. 55 713. Herbert Alfred Humphrey, London; Vertr.: Pat.-Anwälte Dr. R. Wirth, Dipl.-Ing. C. Weihe und Dr. H. Weil, Frankfurt (Main) und W. Dame, Berlin SW 68. Explosionspumpe mit schwingender Flüssigkeitssäule, die beim Zurückströmen eine frische Ladung verdichtet. 20. 10. 11.

Zurücknahme von Anmeldungen.

Folgende an dem angegebenen Tage im Reichsanzeiger bekannt gemachte Anmeldungen sind zurückgenommen worden:

24 e. P. 32 128. Rost für Sauggaserzeuger u. dgl. mit längsbeweglichen, an den Seiten gerillten Roststäben. 1. 5. 16.

24 e. S. 41 974. Sauggaserzeuger mit offener Feuerung. 10. 4. 16.

81 e. St. 19 598. Becherwerk mit durch Klemmen an einer Mehrzahl von Seilen befestigten Bechern. 16. 3. 16.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekannt gemacht im Reichsanzeiger vom 28. August 1916.

20 e. 651 291. Johannes Schürmann, Bochum, Meinolphusstr. 22. Förderwagenkupplung. 12. 7. 16.

Verlängerung der Schutzfrist.

Folgende Gebrauchsmuster sind an dem angegebenen Tage auf drei Jahre verlängert worden:

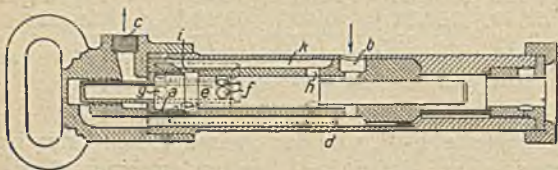
26 e. 567 768. Rombacher Hüttenwerke, Rombach. Kontinuierliche Beschickungs- und Streuvorrichtung usw. 10. 7. 16.

35 a. 569 313. Arno Stölzel, Ölsnitz i. E. Schachtgitter usw. 8. 7. 16.

59 a. 565 920. Jakob Reitmeier, Viechtach, Bayer. Wald. Pumpe. 26. 6. 16.

Deutsche Patente.

5 b (6). 293 955, vom 21. März 1914. Gjuke & Co. in Stockholm. *Einrichtung zur Verhütung oder Abschwächung von Rückstößen an Hammerbohrmaschinen.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in Schweden vom 22. März 1913 beansprucht.

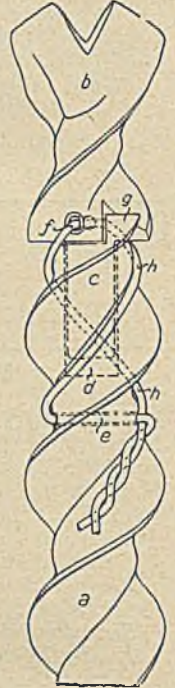


Der Steuerkolben *a* der Bohrmaschine ist im hintern Teil des Arbeitszylinders so angeordnet, daß er einen beweglichen Boden für den Zylinder bildet. In den Raum hinter dem Kolben *a* mündet ein Kanal *d*, der mit der am vordern Ende des Zylinders angeordneten Eintrittöffnung *b* für das Druckmittel in Verbindung steht. Die beiden Enden des Zylinders sind ferner durch Kanäle *k*, die mittels Bohrungen *h* und *i* in den Zylinder münden, miteinander verbunden, und am hintern Ende des Zylinders vor und hinter den Bohrungen *i* vorgesehene Bohrungen *f* und *g* stehen durch Kanäle *e* miteinander in Verbindung. Wenn der Arbeitskolben bei seinem Vorstoß die Bohrungen *h* verschließt und kein frisches Druckmittel mehr hinter den Arbeitskolben treten kann, wird der Steuerkolben durch das auf seine hintere Fläche wirkende frische Druckmittel nach vorne verschoben, wobei er den hinter dem Arbeitskolben liegenden Raum verkleinert, bis er die Bohrungen *g* freigibt und der Raum zwischen dem Arbeitskolben und dem Steuerkolben durch die Bohrungen *f*, die Kanäle *e* und die Bohrungen *g* mit der Austrittöffnung *c* verbunden wird. Der Arbeitskolben wird alsdann durch das auf seine vordere Fläche wirkende Druckmittel zurückbewegt, und diese Bewegung des Arbeitskolbens wird durch das zwischen

den beiden Kolben befindliche Druckmittel auf den Steuerkolben übertragen, sobald der Arbeitskolben die Bohrungen *f* schließt. Die beiden Kolben bewegen sich darauf so lange zurück, bis der Steuerkolben die Bohrungen *i* freigibt. Dann tritt wieder frisches Druckmittel durch die Bohrungen *h*, die Kanäle *k* und die Bohrungen *i* hinter den Arbeitskolben, so daß dieser wieder vorwärtsbewegt wird.

5 b (7). 293 942, vom 8. September 1915. Hermann Prager in Unterbreizbach (Rhön). *Schlangenbohrer mit auswechselbarer Schneide.*

Die Schneide *b* des Bohrers ist, wie bekannt, mittels eines Zapfens *c* in eine Bohrung *d* des Bohrschaftes *a* eingesetzt und wird von diesem durch hinter seine Schneckengänge greifende flügelartige Ansätze *g* des Bohrschaftes mitgenommen. Die Verbindung der Schneide mit dem Schaft wird der Erfindung gemäß durch eine Drahtschlinge *h* gesichert, die durch Bohrungen *e* und *f* des Schaftes bzw. der Schneide hindurchgeführt ist und sich zwischen die Schneckengänge des Schaftes legt.



10 a (23). 294 015, vom 6. November 1915. Dr. Ernst Ziegler in Berlin. *Schmelofen mit mehreren Schmelräumen.*

Die Feuerzüge des Ofens sind sternförmig angeordnet und die Schmelräume in den von den Feuerzügen gebildeten Winkeln untergebracht, so daß sämtliche Längsseiten der Feuerzüge auf das Schmelgut und nur die schmalen Stirnseiten auf das Außenmauerwerk einwirken.

40 a (30). 293 917, vom 28. Januar 1915. Noak Victor Hybinette in Christiania. *Verfahren zum Raffinieren von bleihaltigem Kupferstein.*

Nach dem Verfahren soll die Ausscheidung des Bleies aus dem Stein mittels metallischen Kupfers in einem schmelzflüssigen Bade bzw. einer Reihe von Bädern erfolgen, in denen der Stein im Gegenstrom zu dem eingeführten metallischen Kupfer geführt wird. Das zur Ausscheidung des Bleies erforderliche Kupfer kann aus einem Konverter genommen werden, in dem der in einem Schmelzofen geschmolzene und im Gegenstrom mit dem Kupfer behandelte Kupferstein zwecks Gewinnung von reinem Kupfer verblasen wird.

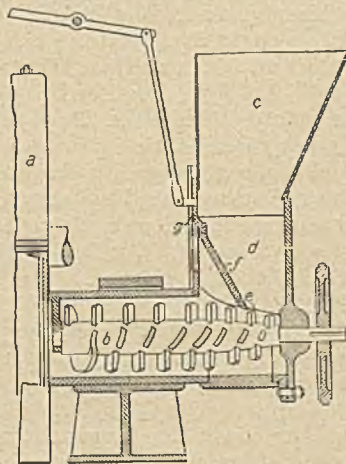
40 a (31). 293 967, vom 2. Mai 1914. The Metals Research Company in New York, V. St. A. *Verfahren zur Gewinnung von Kupfer aus kupferhaltigen Stoffen durch Auslaugen dieser Stoffe mit Schwefelsäure zur Bildung einer Kupfersulfatlösung und Ausfällen des Kupfers aus der Lösung durch Erhitzen unter Druck in Gegenwart von schwefeliger Säure.* Für diese Anmeldung wird gemäß dem Unionsvertrage vom 2. Juni 1911 die Priorität auf Grund der Anmeldung in den Vereinigten Staaten von Amerika vom 27. Oktober 1913 beansprucht.

Gemäß dem Verfahren soll die freie Schwefelsäure, die in der beim Auslaugen der kupferhaltigen Stoffe mit Schwefelsäure gebildeten Kupfersulfatlösung enthalten ist, neutralisiert werden, bevor das Kupfer aus der Lösung ausgefällt wird. Dabei kann eine Kupfersulfatlösung verwendet werden, die etwa 50 % Kupfer enthält, und die Erhitzung dieser Lösung mit schwefeliger Säure, die zwecks Ausfällung des Kupfers vorgenommen wird, kann bei einem Druck von etwa 6,8 at bis auf ungefähr 150° C gesteigert werden. Ferner kann die Schwefelsäure, die zum Auslaugen der kupferhaltigen Stoffe verwendet wird, etwa 3,6 %ig gewählt werden, so daß die entstehende Kupfersulfatlösung bei der Neutralisation nicht mehr als 1 %

an freier Schwefelsäure enthält. Endlich kann das sich beim Ausfällen des Kupfers aus der Kupfersulfatlösung ergebende Filtrat, das im Verhältnis zum ursprünglichen Kupfergehalt nur einen geringen Prozentsatz an Kupfer enthält, wiederholt benutzt werden, um die Ausgangsstoffe zu behandeln. Diese können alsdann mit neuer Lauge gewaschen werden, bis sie, soweit es praktisch möglich ist, ausgelaugt sind.

50 e (1). 293 823, vom 7. Dezember 1913. Blake Crusher and Pulverizer Company in Pittsburg (Penns., V. St. A.). *Vorrichtung zum Pulverisieren von Brennstoff.*

Die Vorrichtung hat eine mit ihrer untern Kante innerhalb des Zuführungsschachtes *d* in Kurvenführungen *e* gleitende, mit ihrer obern Kante drehbar an einen verschiebbaren Schlitten *g* angelenkte Klappe *f*, mittels der die Größe der Einlaßöffnung, durch die das Gut aus dem Zuführungstrichter *c* in die das Gut der Zerkleinerungsvorrichtung *a* zuführende Fördervorrichtung *b* tritt, geregelt werden kann. Die Klappe *f* bzw. deren Schlitten *g* kann mit einer in der Luftzuführungsleitung



der Zerkleinerungsvorrichtung eingeschalteten Drosselklappe *g* verbunden werden, daß mit der Gutzuführung die Luftzuführung vergrößert oder verringert wird.

50 e (5). 293 859, vom 13. Juni 1915. Karl Hoffbaur in Andernach (Rhein). *Kugelmühle mit am Trommelumfang von außen lösbar befestigten Mahlbalken.*

Die Mahlbalken der Mühle sind an seitlich aus den Trommelstirnwänden herausragenden Flanschen verschraubt. Die Flanschen können dabei so ausgebildet sein, daß sie die Mahlbalken C-förmig umfassen; außerdem können die Flanschen in der Richtung der Trommelstirnwände so weit verlängert sein, daß sich die Trommelseibe an ihnen befestigen lassen. Endlich können die Flanschen mit Schlitz versehen sein, die ein Auswechseln der Mahlbalken gestatten.

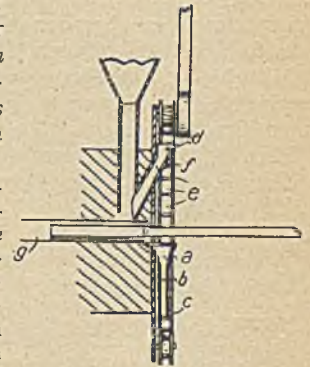
80 a (24). 293 922, vom 22. Juli 1914. St. Louis Briquette Machine Company in St. Louis, V. St. A. *Walzenpresse zur Herstellung von Briketts aus pulverförmigem Brennstoff.*

Die Walzen der Presse sind aus einzelnen, mit Zwischenräumen auf ihren Achsen befestigten Formringen *a* zusammengesetzt und sind so zueinander gelagert, daß ihre Formringe *a* sowie die diese trennenden Zwischenräume *b*

einander gegenüberliegen. In die Zwischenräume *b* sind V-förmige, zweiteilige Abstandglieder *c* *d* eingesetzt, die zwischen den Walzen hindurchgreifen und mit ihrem untern Teil *d* auf einer parallel zu den Walzenachsen liegenden, herausnehmbaren Stange *e* aufrufen. Die Teile *d* können daher nach Herausnahme der Stange *e* leicht ausgewechselt werden. In die Teile *d* der Abstandglieder können Platten *f* aus gehärtetem Metall leicht auswechselbar eingesetzt sein, gegen die sich die Stirnwände der Briketts in dem Augenblick legen, in dem durch die Formringe der größte Druck auf die Briketts ausgeübt wird.

80 a (24). 293 894, vom 28. August 1914. Max Zelzer in Berlin. *Vorrichtung zum Zurückführen des beim Brikkettieren von Kohlenklein aus dem Preßkanal austretenden Abfalls nach dem Preßkanal.*

Vor der Stelle des Preßkanals *g*, an der der Abfall austritt, ist ein mit innern Zellen *e* versehenes Schöpfrad *c* angeordnet, in dessen Zellen der Abfall durch das Fallrohr *b* befördert wird. Dieses trägt den Trichter *a*, der den aus dem Preßkanal tretenden Abfall aufängt. Das Schöpfrad hebt den letztern zu dem Trichter *a*, der auf das schräge, in den Preßkanal mündende Fallrohr *f* aufgesetzt ist.



Lösungen.

Folgende Patente sind infolge Nichtzahlung der Gebühren usw. gelöscht oder für nichtig erklärt worden.

(Die fettgedruckte Zahl bezeichnet die Klasse, die schräge Zahl die Nummer des Patentens; die folgenden Zahlen nennen mit Jahrgang und Seite der Zeitschrift die Stelle der Veröffentlichung des Patentens.)

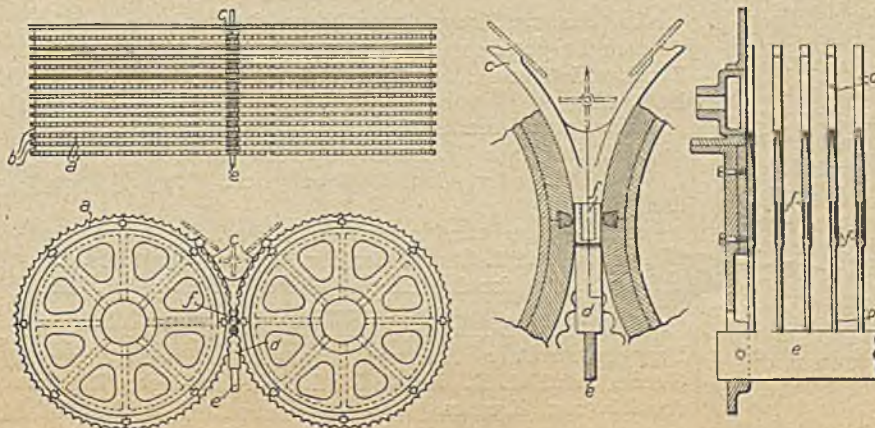
- 1 a. 207 627 1909 S. 466, 225 699 1910 S. 1595, 229 671 1911 S. 135, 229 672 1911 S. 135, 230 772 1911 S. 330, 231 383 1911 S. 406, 272 918 1914 S. 772, 285 909 1915 S. 768.
- 5 a. 254 570 1912 S. 2093, 261 501 1913 S. 1201, 284 510 1915 S. 574.
- 5 b. 238 245 1911 S. 1588, 253 799 1912 S. 2014, 254 246 1912 S. 2053, 261 226 1913 S. 1164, 272 470 1914 S. 728.
- 5 c. 285 935 1915 S. 792.
- 12 c. 198 010 1908 S. 1197, 265 042 1913 S. 1834.
- 12 a. 184 039 1907 S. 583, 192 154 1908 S. 103, 196 919 1908 S. 584, 200 653 1908 S. 1275, 212 243 1909 S. 1244, 212 293 1909 S. 1284, 241 042 1911 S. 1976, 274 602 1914 S. 1059.
- 12 l. 264 900 1913 S. 1789.
- 26 d. 159 296 1905 S. 488.
- 35 a. 266 304 1913 S. 1956, 266 305 1913 S. 1956.
- 50 c. 140 246 1903 S. 405.
- 87 b. 272 318 1914 S. 683.

Zeitschriftenschau.

(Eine Erklärung der hierunter vorkommenden Abkürzungen von Zeitschriftentiteln ist nebst Angabe des Erscheinungsortes, Namens des Herausgebers usw. in Nr. 1 auf den Seiten 21-23 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Die Braunkohlenablagerung von Livno-Podkraj und Zupanjac. Von Turina. (Schluß.) Mont. Rdsch. 1. Sept. S. 529/32. Alter und Entstehung der beiden



Ablagerungen. Einige für den Bergbau wichtige Eigenschaften der Vorkommen. Literaturübersicht.

Bergbautechnik.

Die Steinkohle Hollands. (Forts.) Z. Bergb. Betr. L. 1. Sept. S. 229/33. Das Becken von Süd-Limburg. Das Studium der Lagerstätte. Das Deckgebirge. Stratigraphie und Reichtum an Steinkohle. In Betrieb befindliche Werke. Kohlenbecken von Gueldre und Over-Yssel. (Forts. f.)

Der Kohlenabbau unter verbaute Stadtgebieten von Goldreich. (Forts.) Mont. Rdsch. 1. Sept. S. 524/9*. Weitere Angaben über den Abbau unter der Stadt Zwickau und die dabei getroffenen Schutzmaßnahmen (Forts. f.)

Mining and dealing with mine water in the Mold coalfield. Von Hopwood. Ir. Coal Tr. R. 4. Aug. S. 127/8*. Kurze Beschreibung der Betriebsverhältnisse.

Handling ironstone at the Buckminster mine of the Holwell Iron Company, Limited. Ir. Coal Tr. R. 11. Aug. S. 159/60*. Die Gewinnung von Eisenerz im Tagebau mit Hilfe von Baggern.

The manganese ores of Chile. Ir. Coal Tr. R. 18. Aug. S. 193*. Vorkommen und Gewinnung von Manganerzen in Chile.

Worauf beruht das Sprengverfahren mittels flüssiger Luft, und welche Erfahrungen hat man bis jetzt beim Sprengen mit flüssiger Luft in unsern Bergwerken gemacht? Von Penkert. Z. Schieß. Sprengst. 1. Septemberheft. S. 285/7. Kurzer Überblick über Wesen, Ausführung und Bewährung des Schießverfahrens mit flüssiger Luft.

Present status of the american by-product coke-oven industry. Von Clarke. Ir. Coal Tr. R. 11. Aug. S. 158. Zusammenfassende Angaben über den heutigen Stand der Nebenproduktengewinnung in Amerika.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Über amerikanische Vertikalkessel. Von Schapira. (Schluß.) Feuerungstechn. 1. Sept. S. 271/5*. Stehender Wasserrohrkessel der Wickes Boiler Co., Saginaw, Mich. Mitteilung von Versuchsergebnissen mit derartigen Kesseln nach neunmonatiger Betriebszeit.

Versuche an einem Stierle-Kessel mit Betrachtungen über den Wärmedurchgang. Von Kammerer. (Forts.) Z. Bayer. Rev. V. 31. Aug. S. 133/4*. Kritische Besprechung der von verschiedenen Forschern angewandten Formeln zur Bestimmung der Wärmeübergangszahl. (Forts. f.)

Pneumatische Materialförderung in industriellen Anlagen. Von Briem. (Schluß.) Fördertechn. 1. Sept. S. 129/32*. Einzelheiten der pneumatischen Anlage in dem Kraftwerk »Vorgebirgszentrale« des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerks. Zusammenfassung der mit der pneumatischen Förderung zu erzielenden Vorteile.

Kesselstein und Mittel zu seiner Beseitigung und Verhütung. (Forts.) Braunk. 1. Sept. S. 211/4. Ausführung der Kesselreinigung. Verfahren, um das Abklopfen des Kesselsteins zu erleichtern. Verwendung von Petroleum und von Bimsstein, um die Bildung von Kesselstein während des Betriebes zu verhindern. (Schluß f.)

Die Großgasmaschinen. Von Witz. Z. Dampfk. Betr. 1. Sept. S. 273/4*. Angaben über neuere Ausführungen von Großgasmaschinen der Firmen Thyssen & Co. und Ehrhardt & Schmer. (Forts. f.)

Beiträge zur Theorie und Berechnung der Schraubenpumpen auf Grund von Versuchen. Von Pfeiffer. (Forts.) Z. Turb. Wes. 30. Aug. S. 249/53*. Theoretische Betrachtungen. Berechnung der Laufraddimensionen. (Schluß f.)

Hüttenwesen, Chemische Technologie, Chemie und Physik.

The iron and steel industry in British Columbia. Von Ashworth. Ir. Coal Tr. R. 18. Aug. S. 183/4*. Kurze Angaben aus der britisch-kolumbischen Eisen- und Stahlindustrie.

Der Körnungsgrad und die physikalisch-technischen Eigenschaften der Metalle. Von Czochralski. St. u. E. 7. Sept. S. 863/5*. Korngröße und Eigenschaften. Verfahren zur Veränderung des Grades der Körnung.

Neues aus dem Gießereibetrieb. Von Pradel. (Schluß.) Gieß. Ztg. 1. Sept. S. 261/3*. Beschreibung und Wirkungsweise einer Heizvorrichtung der Alpinen Maschinenfabrik in Augsburg.

Eine einfache Methode zur Ermittlung des Heizwertes von Steinkohlen. Von v. Jüptner. Mont. Rdsch. 1. Sept. S. 521/4. Die Ermittlung erfolgt unter Zugrundelegung des verbesserten Berthierschen Brennwertbestimmungsverfahrens. Die Prüfung der Genauigkeit durch Vergleichende ergab günstige Ergebnisse.

Das Hepkesche Verfahren, Magnesia und Salzsäure aus Endlauge darzustellen, nach seinem heutigen Stande. Von Barth. Kali. 1. Sept. S. 257/62*. Geschichtlicher Rückblick. Beschreibung des Verfahrens und des Betriebes. Vorteile des Verfahrens. Kostenanschlag und Wirtschaftlichkeitsberechnung. Verwendungsmöglichkeiten der gewonnenen Produkte.

Über den Jodgehalt des Staßfurter Sylvins und Carnallits. Von Winkler. Z. angew. Ch. 5. Sept. S. 343/4. Nach den angestellten Untersuchungen waren manche Sorten jodfrei, andere jodhaltig. Das Rohbrom enthielt kein Jod.

Die Entwicklung der technischen Physik in den letzten 20 Jahren. Von Hort. (Forts.) Dingl. J. 2. Sept. S. 279/83*. Überblick über die Entwicklung der technischen Mechanik. (Forts. f.)

Volkswirtschaft und Statistik.

Die Grundlagen und die wirtschaftliche Bedeutung der belgischen Eisenindustrie. Von Ungeheuer. (Schluß.) Kohle u. Erz. 4. Sept. Sp. 409/24*. Allgemeine Angaben über die belgische Eisenindustrie. Einzelangaben über die wichtigsten Werke. Die Selbstkostenfrage in der Eisenindustrie Belgiens. Bewegung von Ein- und Ausfuhr der verschiedenen Eisensorten.

Verkehrs- und Verladewesen.

Übersicht über die seitherigen Bestrebungen und Mittel zur Verhütung des Schienenwanderns. Von Klutmann. (Forts.) St. u. E. 7. Sept. S. 866/70*. Schraubenklemmen. Andere Bauarten ohne Keil und ohne Schraube. (Schluß f.)

Personalien.

Das Eisene Kreuz erster Klasse ist verliehen worden: dem Bergassessor Schwartz bei der Berginspektion Zwickau I, Leutnant d. R. und Batterieführer im Fußart.-Batl. 64,

dem Bergreferendar Kraus (Bez. Bonn), Leutnant d. R. und Führer einer Pionier-Mineur-Komp.,

dem Bergreferendar Rother (Bez. Breslau), Leutnant d. R.,

dem Bergreferendar Romeiß (Bez. Breslau), Leutnant d. R. und 1. Bauoffizier der Pionier-Komp. des Res.-Inf.-Rgts. 230, ist das Eisene Kreuz verliehen worden.

Den Tod für das Vaterland fand am 3. September der Bergwerksbesitzer Eduard Honigmann aus Aachen, Oberleutnant d. R. im 1. Garde-Feld-Art.-Rgt., Inhaber des Eisernen Kreuzes.