

bedienen, wie sie die Feuerungstechnik in reichem Maasse bietet. Auch wird die Verschiedenheit der Brennmaterialien eine Modification des Gaserzeugers und der Luftzufuhr, unter Umständen unter Zuhülfenahme von Luftcompressoren erforderlich machen. Ich möchte daher zum Schlusse noch darauf hinweisen, dass es nur in meiner Absicht liegen konnte, für kleine, wechselnde, und gerade deswegen schwierige Betriebsverhältnisse ein Beispiel der zu Gebote stehenden Hilfsmittel herauszugreifen, um letztere besonders deshalb zu allgemeinerer Kenntniss zu bringen, weil ich hoffe, dadurch eine Anzahl jener kleinen, die Nachbarschaft chemischer Fabriken und Hüttenwerke belästigenden, der Gesundheit der Arbeiter in hohem Grade nachtheiligen und im Brennmaterialverbrauch so verschwenderischen kleineren Feuerungsanlagen zu beseitigen.

Zellerfeld i. H., im December 1891.

## Über Kautschuk und Guttapercha.

Erwiderung an Herrn Dr. Ch. Heinzerling  
in Darmstadt.

Von

Ed. Donath in Brünn.

Im Jahre 1887 habe ich d. Z. (damals Zeitschrift für die chemische Industrie) eine Mittheilung veröffentlicht, betitelt: Zur Werthbestimmung vulkanisirter Kautschukfabrikate, in welcher ich versuchte, auf Grund schon vorhandener Angaben und selbst gemachter Erfahrungen, sowie des Wenigen, was bisher über den Chemismus des Vulkanisierungsprocesses bekannt ist, eine Grundlage zur Werthbestimmung der Kautschukfabrikate im Allgemeinen, also ihres Kaufwerthes, zu schaffen. Vor Kurzem erschien nun in den Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses 1891 VIII. Heft (October) S. 351 eine Abhandlung von Dr. Chr. Heinzerling, Privatdocent in Darmstadt und Wilh. Pahl, stud. phil. aus Dortmund, betitelt: Untersuchungen über die fördernden und schädigenden Einflüsse der üblichen Beimischungen zu Kautschuk und Guttapercha auf die für die technische Verwendung nothwendigen Eigenschaften dieser Körper, von der ich wohl annehmen kann, dass sie von Herrn Dr. Heinzerling redigirt wurde.

Hätte er sich begnügt, auf Grund von neu gewonnenen Thatsachen mich zu wider-

legen oder meine Anschauungen einfach als nicht zutreffend und unrichtig hinzustellen, so hätte ich eine polemische Entgegnung gewiss unterlassen; allein es hat Herrn Heinzerling beliebt, in nahezu consequenter Weise mir Annahmen und Behauptungen zu unterschieben, deren strictes Gegentheil ich, und wie ich glaube, präzise genug, in meiner genannten Mittheilung zum Ausdruck gebracht habe.

In den vulkanisirten Kautschukfabrikaten ist die eigentliche Kautschuksubstanz der bei weitem kostbarste Bestandtheil; welchen wichtigen Zweck auch immer neben den Vulkanisierungsmitteln die mineralischen und organischen Beimengungen haben mögen, sie stehen immer in ihrem Kaufpreise weit hinter dem des Kautschuks zurück und es wird daher im Allgemeinen, wenn man von speciellen Zwecken absieht, der Kaufwerth eines solchen Fabrikates in erster Linie von dem Gehalt an eigentlicher Kautschuksubstanz abhängen, da man nicht Kalk, Magnesia, Bleiglätte, Gyps u. dgl., wenn sie auch eine ganz bestimmte Function haben, für Kautschuk zahlen wird.

Zur Bewirkung der Vulkanisirung, nämlich zur Abänderung gewisser physikalischer und chemischer Eigenschaften der Kautschuksubstanz, wird ein bestimmtes Minimum an Schwefel nothwendig sein. Das bezügliche Verhältniss ist uns nicht bekannt und es weichen die diesbezüglichen Angaben wesentlich von einander ab. Nach Feichtinger (Handwörterbuch der Chemie (Fehling) Bd. 3 S. 958) enthält der vulkanisirte Kautschuk nicht mehr als 1 bis 2 Proc. Schwefel chemisch gebunden und Unger (Z. anal. 1885, 173) gibt an, dass 100 Th. Gummi zum Vulkanisiren mindestens 1 und höchstens 2 Th. Schwefel bedürfen. Heinzerling selbst (Kautschuk und Guttapercha, Braunschweig, Vieweg und Sohn)<sup>1)</sup> sagt S. 62, dass die Menge des in den Fabriken angewendeten Schwefels zwischen 10 und 24 Proc. schwanke, dass jedoch schon bei einem Zusatz von 6 bis 7 Proc. Schwefel die Vulkanisirung vollständig erreicht werde; der über diese Menge zugesetzte Schwefel diene nur als mechanische Beimengung. (Siehe Weiteres in meiner Mittheilung.) Soviel ist mit Bestimmtheit anzunehmen, dass bei allen vulkanisirten Kautschukfabrikaten der Minimalzusatz an Schwefel zum Min-

<sup>1)</sup> Bei dieser Gelegenheit will ich bemerken, dass die an eine Fussnote meiner Mittheilung (S. 77) sich anschliessende, abfällige Beurtheilung des Heinzerling'schen Buches (wie ausdrücklich angegeben) seitens der Redaction der Zeitschr. für chem. Industrie ohne mein Dazuthun erfolgt ist.

desten erreicht, meistens aber mehr oder minder überschritten wird.

Mit weit geringerer Sicherheit, jedoch immerhin auf mehrfache Beobachtungen und theoretische Schlüsse gestützt<sup>2)</sup>, lässt sich annehmen, dass ein bedeutend grösserer Zusatz an Schwefel, wobei dann der Überschuss nur als ganz mechanische Beimengung vorhanden wäre, für die Eigenschaften der Kautschukfabrikate im Allgemeinen nicht von Vortheil wäre. Keinesfalls erscheint es, so lange nicht thatsächliche Beweise dagegen erbracht werden, als so „absurd und falsch“, wie es Heinzerling darstellt, wenn ich S. 78 meiner Mittheilung sage: Aus dem Vorhergegangenen können wir wohl mit ziemlicher Berechtigung schliessen, dass der Werth der technischen Kautschukfabrikate wesentlich abhängig ist von der Menge der in denselben enthaltenen organischen Kautschuksubstanz und dem Verhältniss derselben zu dem vorhandenen vulkanisirenden Schwefel, bez. dem der vulkanisirenden Schwefelmetalle<sup>3)</sup>.

Eine allgemeine rationelle Grundlage zur Werthbestimmung der Kautschukfabrikate wird erst gefunden werden, nachdem die chemische Natur des Kautschuks und der Chemismus des Vulkanisierungsprocesses aufgehehlt sein werden, und darüber weiss Heinzerling auch nicht mehr, als obnehin allgemein bekannt ist. Für den Werth (selbstverständlich ist darunter der allgemeine Kaufwerth verstanden) habe ich dem Erörterten gemäss dann weiter folgenden Ausdruck angesetzt:

$$W = \frac{100 - (S + B)}{S}$$

in welchem (wörtlich nach meiner Mittheilung) S den Schwefelgehalt und B die Menge der fremden Beimengungen, sowohl mineralischer als organischer Natur, ausgedrückt in Procenten, bezeichnen.

Sehen wir nun, wie es Heinzerling beliebt, diese Formel zu interpretiren und anzuwenden. In dem Beispiel III seiner Berechnungen sagt er:

„Substituirt man einen Theil des Schwe-

<sup>2)</sup> Siehe darüber meine Mittheilung und die kurze aber vorzügliche Darstellung der Kautschukindustrie in Kick-Gintl's (Karmarsch-Heeren) technischem Wörterbuch Bd. 4 S. 703 von Major J. Hausner.

<sup>3)</sup> Es ist selbstverständlich, dass in besonderen Fällen, wo es sich um die Verwendung von Kautschukartikeln handelt, die z. B. besonders dem Zug oder Stoss ausgesetzt sind, dann auch noch ausserdem zur Feststellung ihrer Elasticität und Zugfestigkeit eine eigene mechanische Prüfung nothwendig sein wird, wie ich dies auch in meiner Mittheilung bemerkt habe.

fels durch das für rothe Waaren verwendete Schwefelantimon, so ist bei 5 Proc. Schwefel, 10 Proc. Schwefelantimon und 30 Proc. mineralischer Beimischung

$$W = \frac{100 - (15 + 30)}{15} = 3\frac{2}{3}.$$

Während ich also in meiner Formel ganz ausdrücklich von S als dem „Schwefelgehalt“ spreche, substituirt Heinzerling ganz willkürlich dafür sowohl im Zähler als Nenner des Ausdrucks den Schwefelgehalt sammt dem zugesetzten Schwefelantimon<sup>4)</sup>. Obzwar ich nun ausserdem vorher ausdrücklich spreche von der Menge der organischen Kautschuksubstanz „und dem Verhältniss derselben zu dem vorhandenen vulkanisirenden Schwefel, bez. dem der vulkanisirenden Schwefelmetalle“, sagt Heinzerling: „Zweitens nimmt E. Donath an, dass bei der Vulkanisation der Schwefel durch eine gleiche Gewichtsmenge Schwefelmetall vertreten werden könne“.

In diesem Falle hätte ich „von dem vulkanisirenden Schwefel oder den Schwefelmetallen“ sprechen müssen und nicht so, wie es thatsächlich lautet; es ist ja wohl überflüssig, dass man über die elementarsten stöchiometrischen Beziehungen sich ausführlicher einlässt. Weiter sagt Heinzerling: „Bedenkt man nun, dass man auch einen Theil des Kautschuks ersetzen kann durch Ölkautschuk, Paraffin u. dgl., welche bei ihrer Verbrennung gar keinen Aschengehalt ergeben, die aber nach den obigen Formeln deshalb als reiner Kautschuk gefunden wurden, so sieht man, wie absurd die angeführte Formel der Werthbestimmung ist“.

Nun ist aber in meiner Formel von einem Aschengehalt gar keine Rede, sondern von

<sup>4)</sup> Die nach besagter Formel richtige Berechnung lässt sich in diesem Falle deshalb schwer genau durchführen, weil der Schwefelgehalt des angewendeten Schwefelantimons nicht angegeben ist. Nun wird aber sowohl Dreifachschwefelantimon (siehe auch Heinzerling's genanntes Buch S. 48) als auch Fünffachschwefelantimon, Goldschwefel zum Vulkanisiren verwendet (siehe Unger, Z. anal. 1885 S. 168) und zwar letzteres von sehr wechselnder Zusammensetzung. Wollen wir, da Heinzerling in seinem Buche nur von Dreifachschwefelantimon spricht, dieses in Betracht ziehen, so ist der Schwefelgehalt der davon (in dem von Heinzerling berechneten Beispielen) verwendeten 10 Gewichtstheile

$$S = \frac{10 \times S_3}{Sb_2 S_3} = \frac{10 \times 96}{336} = 2,86$$

und demnach aus obiger Formel

$$W = \frac{100 - (5 + 2,86 + 27,14)}{5 + 2,86} = 6,99$$

und nicht  $3\frac{2}{3}$ , wie Heinzerling berechnet hat und erscheint dieses Resultat im Vergleiche zu den aus den anderen Beispielen sich ergebenden wohl in einem anderen Lichte, als wie es Heinzerling darstellt.

der „Menge fremder Beimengungen, sowohl mineralischer als organischer Natur“. Demnach müssen Paraffin und alle organischen Nichtkautschukstoffe, die vorhanden sind, als B in meiner Formel entsprechend in Abzug gebracht werden

$$W = \frac{100 - (S+B)}{S},$$

sie werden deshalb nicht, wie Heinzerling angibt, nach dieser Formel deshalb als reiner Kautschuk gefunden, sondern im Gegentheil von der Kautschuksubstanz subtrahirt. An einer früheren Stelle bemerkt Heinzerling von mir: „Er scheint von der irrigen Annahme auszugehen, dass zum Zweck der Vulkanisation stets gleiche Mengen Schwefel zugesetzt werden. Thatsächlich schwankt aber der Zusatz schon bei der Weichgummifabrikation innerhalb weiter Grenzen.“ Diese Bemerkung hat mich nahezu verblüfft mit Rücksicht darauf, dass ich in meiner Mittheilung (S. 77, 2. Spalte) neben Anderen, Heinzerling selbst als erste Quelle anführe dafür, dass die Menge des in den Fabriken angewendeten Schwefels wesentlich, nämlich zwischen 10 und 24 Proc. schwankt.

An einer noch früheren Stelle S. 362 bemerkt Heinzerling, allerdings ohne mich zu nennen, polemisch: „Man würde sich aber ganz entschieden einer Täuschung hingeben, wenn man glauben würde, dass alle solche Qualitäten, welche aus reinem Kautschuk und Schwefel hergestellt sind und in Folge dessen gar keinen Aschengehalt hinterlassen, nun für alle Zwecke die geeignetsten wären“.

Diesbezüglich sagte ich in meiner Mittheilung (S. 78, 1. Spalte): „Bei den vulkanisirten Artikeln kann man wohl nicht eine allgemein gültige Grenze festsetzen, da mehrere eine grössere Menge von mineralischen Zusätzen geradezu bedürfen, um gewissen Anforderungen zu entsprechen, andere wieder für ihre Verwendung möglichst wenig mineralische Beimengungen enthalten sollen“; ich habe demnach gewiss nicht die Bedeutung der mineralischen Zusätze (allerdings innerhalb gewisser Grenzen) verkannt.

Der Kaufwerth der Kautschukfabrikate im Allgemeinen wird in erster Linie immer von der Menge der vorhandenen Kautschuksubstanz bedingt sein; die weiteren von mir erörterten Anschauungen über die Abhängigkeit des Werthes von dem Verhältniss der Kautschuksubstanz zum vulkanisirenden Schwefel allerdings können richtig oder auch unrichtig sein, als „absurd erwiesen“ hat sie jedoch Herr Heinzerling nicht, erst eine nähere Kenntniss der einschlägigen chemischen Prozesse wird, wie gesagt, eine ratio-

nellere Grundlage der Werthbeurtheilung ermöglichen<sup>5)</sup>.

Heinzerling's weitere, noch nicht vollständig veröffentlichten Versuche über den Tragmodul, Festigkeitsmodul, Elasticität u. dgl. von Fabrikaten bekannter chemischer Zusammensetzung können ganz verdienstlich sein und mögen zur Erweiterung unserer Kenntnisse eines nicht unwichtigen Constructionsmaterials beitragen.

Auf das, was er über die chemische Untersuchung der Kautschukfabrikate bemerkt, werde ich später noch einmal zurückkommen.

Entweder hat Heinzerling meine Mittheilung nicht genau genug gelesen, und ich werde in dieser Anschauung dadurch bestärkt, dass er trotz mehrfacher Nennung meines Namens denselben constant unrichtig schreibt, oder er hat mich nicht verstanden, da ich wohl nicht annehmen kann, dass er mich nicht verstehen wollte.

### Das Barothermometer, ein einfaches Instrument zur directen Ermittlung des Normalvolumens und der Gewichte der Gase.

Von

F. Salomon.

Die Nothwendigkeit, für bestimmte Zwecke der Krupp'schen Fabrik ein Instrument zu besitzen, welches gleich den bekannten Volumetern von Winkler, Lunge u. A. die Reduction der Gase auf Normaldruck und Temperatur gestattet, aber dabei eine recht handliche, leicht transportable Form besitzen musste, führte mich darauf, das alte bekannte Galilei'sche Luftthermometer derartig zu graduiren, dass die Scala meiner absoluten Thermometerscala entsprach. Auf diese Weise habe ich ein sehr einfaches und durch entsprechende Vergrösserung der das Luftvolumen fassenden Kugel auch recht empfindliches Volumeter erhalten, das für viele praktische Zwecke brauchbar sein dürfte und überall dort Anwendung finden kann, wo die bisherigen Volumeter, sei es in Folge ihrer

<sup>5)</sup> Bei allen technischen Kautschukartikeln ist es von besonderem Werth, dass sie ihre durch die Vulkanisirung erlangten werthvollen Eigenschaften so lange als möglich behalten und es ist deshalb nothwendig, den Einfluss des Schwefelgehaltes sowie die Art der Vulkanisirung auf die „Haltbarkeit“ der Kautschukartikel in Licht und Luft zunächst kennen zu lernen.