Einiges über verschiedene Guttaperchasorten mit besonderer Berücksichtigung der Tjipetir-Guttapercha.

Von Rudolf Ditmar.

(Eingegangen am 6. März 1912)

(Aus dem Kautschuklaboratorium Dr. Rudolf Ditmar, Graz.)

Guttapercha, welche von den Malaien „Getah pertja“ genannt wird, wurde in Europa im Jahre 1843 bekannt. In der Industrie findet Guttapercha hauptsächlich zur Kabelisolation Verwendung. Die gesamte Länge aller unterseeischen Telegraphen-Kabel beträgt ungefähr 439047 km. Dafür sind allein ca. 20594000 kg Guttapercha erforderlich. Hierzu kommen noch die unterirdischen Kabel, über welche genaue Zahlenangaben fehlen.

1883 erhielt W. Burck von der holländischen Regierung den Auftrag, eine Forschungsreise zum Studium der Guttaperchabäume anzutreten, da man fürchtete, daß die Guttaperchabäume durch den Raubbau, der von den Einheimischen getrieben wurde, auf den Aussterbetat gesetzt seien. W. Burck gebührt das Verdienst, die Bäume festgestellt zu haben, aus welchen die verschiedenen Guttaperchasorten gewonnen werden. Aus seinen Untersuchungen geht hervor, daß die für die Kabelindustrie verwertbare Guttapercha nur von wenigen Baumgattungen gewonnen wird, welche immer seltener in den Urwäldern vorkommen. Nach W. Burck sind es Bäume, welche zur Familie der Sapotazeen gehören, nämlich: die Gattung *Palaquium*, von welcher *Pal. oblongifolium*, *Pal. borneensis* und *Pal. gutta* die beste Guttapercha liefern.

Diese Bäume kommen auf einem kleinen Gebiete vor, welches zwischen dem sechsten Grade nördlicher und südlicher Breite und dem 99. und 119. östlichen Längengrade liegt. Der größte Teil dieses Gebietes ist in Niederländisch-Indien, wo auch die größte Menge Guttapercha gewonnen wird.

Die Größe des Verbrauches an Guttapercha wird erst recht verständlich, wenn einmal die heute im Betriebe liegenden unterseeischen Kabel erneuert werden müssen. Für einen Kilometer Kabel sind ungefähr 25 kg Guttapercha erforderlich, ein 15—20jähriger gefällter Baum liefert nicht mehr als 400 g Guttapercha. Dieses Moment zog Cremer, ein Minister der holländischen Kolonien, in Erwägung und beschloß auf den Rat von Professor M. Treub, dem Direktor der botanischen Gärten von Buitenzorg, die Förderung der Kultur der Guttaperchabäume. 1900 sollte eine königliche Gutta-

perchaplantage unter der Leitung M. Treub's errichtet werden. Als der geeignetste Ort dafür erwies sich Tjipetir auf Java.

Die königliche Plantage in Tjipetir liegt in der Residenz Preanger Regencies, acht Meilen von der Eisenbahnstation Tjibadak, 17 Meilen von der Wynkoops-Bai entfernt an der Südküste Javas; sie liegt auf einer Anhöhe, ca. 1700 Meter über dem Meere. Unter den Samen tragenden Bäumen von Tjipetir ist die Gattung *Palaquium oblongifolium* am häufigsten anzutreffen. *Palaquium gutta*, *Pal. oblongifolium* und *Pal. borneense* haben große Ähnlichkeit miteinander und geben alle ein vortreffliches Produkt. Auf den königlichen Guttaperchaplantagen werden jetzt ausschließlich diese drei Gattungen gezogen. Der Flächenraum der Guttaperchaplantage von Tjipetir beläuft sich auf ca. 2500 Morgen. Die Guttapercha findet sich nicht nur in der Rinde, sondern auch in den Blättern. Die Rinde enthält ungefähr 5 Proz. Guttapercha, wovon 3 Proz. Gutta sind. Die frischen Blätter der besseren Arten enthalten ca. 10 Proz. Guttapercha mit 5 Proz. Gutta auf Trockensubstanz berechnet. Die frische Rinde enthält ca. 65 Proz. Wasser, frisch gepflückte Blätter enthalten 60 Proz. Rinde und Blätter von ganz jungen Bäumen enthalten mehr Wasser. Ein Teil des Latex wird in der einfachsten Weise durch Einschnitte aus der Rinde gewonnen. Schwieriger ist die Gewinnung der Guttapercha aus den Blättern. Zuerst versuchte man eine Extraktion der Blätter mit Kohlenwasserstoffen, wie z. B. Toluol, Benzin usw. Die Resultate waren nicht günstig, weil die Guttapercha durch Behandlung mit diesen Stoffen Veränderungen erleidet, welche sie als Isoliermasse unbrauchbar machen. Durch eine mechanische Operation erhielt man bessere Ergebnisse. Arnaud und später Lederboer führten eine Methode ein, die darin besteht, daß die frischen Blätter zu einem Brei zermahlen werden, der dann mit Wasser ausgekocht wird. An der Oberfläche scheidet sich die Guttapercha ab. Tromp de Haas gelang es auch, aus alten abgefallenen Blättern auf mechanische Weise Guttapercha abzuscheiden. Das Ertragnis ist dabei allerdings nicht so groß wie bei frischen

Blättern. Die Gewinnung aus den Blättern hat folgende Vorteile:

1. Bei den Plantagenbäumen kann man schon im dritten oder vierten Jahre den Versuch machen, die Guttapercha aus den Blättern zu gewinnen, wogegen man den Stamm nicht vor 15 Jahren anzapfen kann.
2. Auf diese Weise wird die größte Ertragsfähigkeit erzielt.
3. Diese Gewinnungsart ist dem Baume am wenigsten schädlich. Die Produktion an Guttapercha aus den Blättern beläuft sich auf der ganzen Plantage Tjipetir im Jahre 1912 auf ca. 2 780 000 kg.

Die Samenkörner der Guttaperchabäume enthalten auch ein vegetabilisches Fett, welches sich sehr gut für verschiedene technische Zwecke verwenden läßt. Der Schmelzpunkt des Fettes liegt bei ungefähr 40° C, bei gewöhnlicher Temperatur ist es fest. Es besteht aus:

Stearin	57,5 Proz.
Olein	36,0 „
Palmitin	6,5 „

Im Jahre 1906 trugen von 8596 zehnjährigen Guttaperchabäumen nur 2360 Stück Früchte. Daraus hätte man 1850 kg Fett gewinnen können.

Die Tjipetir-Guttapercha, wie sie Tromp de Haas auf Java erzeugt, kommt in Platten von ca. 30 cm Breite, 45 cm Länge und 24 mm Höhe in den Handel. Sie hat ein hellbraun-grünliches Aussehen und ist so ausgezeichnet rein, daß man sich das Waschen derselben in der Gummi- oder Kabelfabrik ersparen kann. Das Kilo stellt sich ungefähr auf 9 1/2 Mark. Auf den Platten ist in dicken Lettern der Name „Tjipetir“ eingraviert. Die Analyse einer solchen Platte ergab:

Asche	1,14 Proz.
Organische Verunreinigung	7,71 „
Wasser	5,08 „
Reingutta	74,98 „
Harz	11,09 „

Es hat sich herausgestellt, daß man Harze aus der Guttapercha mit Azeton nur sehr schwer herauslösen kann, da Azeton sehr wenig in die Tiefe der feingeschnittenen Guttapercha dringt und infolgedessen das Harz nicht quantitativ extrahiert wird. Während man beim Kautschuk in den meisten Untersuchungsanstalten noch am Azeton festhält, halte ich es bei der Guttapercha für sehr zweckmäßig die Harzextraktion anstatt mit Azeton mit Essigäther vorzunehmen. Das mit Essigäther extrahierte Harz der Tjipetir-Guttapercha hat ein schönes grünliches Aus-

sehen und ist wesentlich verschieden von den Harzen anderer Guttaperchasorten. Zum Zwecke der Essigätherextraktion schneidet man die Guttapercha in möglichst kleine Stückchen mit einem scharfen Messer. Ein Einlegen dieser Guttaperchastückchen in eine Soxhlet-Hülse ist unzweckmäßig, da die Guttapercha bei der Extraktion weich wird und an der Hülse anklebt. Das Wägen der Hülse mit der Guttapercha ist immer umständlich und ungenau, da das Papier der Hülse hygroskopisch ist. Aluminiumhülsen versagen bei der Guttapercha vollständig, indem die Löcher von der weichen Guttapercha verstopft werden. Das Wägen des vom Extraktionsmittel befreiten Harzes ist nicht immer sicher. Gewisse Harzanteile der Guttapercha nehmen nämlich beim Trocknen durch Oxydation stark zu. Die Soxhletkolben lassen sich schwer im Vakuum trocknen, leichter geht dies mit der Guttapercha. Immerhin ist eine Kontrolle durch Wägen des Harzes aus der extrahierten Guttapercha stets am Platze. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, die Harzextraktion bei Guttapercha mit Essigäther nicht im Soxhletapparate, sondern in einem Soxhletkolben mit aufgesetztem Rückflußkühler direkt vorzunehmen. Man extrahiert am besten unter dreimaligem Wechseln des Essigäthers einen ganzen Tag. Alle Guttaperchaharze sind löslich in Essigäther, während der Guttakohlenwasserstoff unlöslich ist.

A. Tschirch gibt in seinem Werke „Die Harze und die Harzbehälter“ an, daß die Harze der Guttapercha aus Albanen, Albananen und Fluavilen bestehen. Albane sind nach A. Tschirch nur in siedendem Alkohol löslich, Fluavile schon im kalten, Albanane weder im siedenden noch im kalten Alkohol. A. Tschirch meint, daß das Alban die guten Eigenschaften der Guttapercha nicht beeinträchtigt, vielleicht sogar für eine gute Handelsware notwendig ist; er behauptet ferner, daß das Fluavil, sobald es in beträchtlicher Menge auftritt, den Wert der Guttapercha herabsetzt. Wie wir später aus unseren Untersuchungen sehen werden, ist diese Ansicht A. Tschirch's nicht allgemein gültig.

Eine Reihe von Handelsguttaperchasorten und zwar Tjipetir, weiße Ceylon-Plantagen-Guttapercha, Gulai prima, Gulai sekunda, Akassa, Siak und Penang wurden eingehendst untersucht und eine technische Trennung der angeführten drei Harzsorten im Gesamtharze durchgeführt. Ich verdanke die Guttaperchasorten der Liebenswürdigkeit des Herrn Ewart Barbary von den Roskear Fuse Works in Camborne.

Die Trennung der einzelnen Harzsorten im Gesamtharz der Guttapercha wird in folgender Weise durchgeführt. Der im Vakuum oder Trockenschrank bei 100—103° getrocknete Essigätherextrakt (die Trocknung im Trockenschrank ist nicht immer zulässig, wenn die Harze oxydieren) wird zwei Stunden in der Schüttelmaschine mit kaltem Alkohol ausgeschüttelt. Dadurch geht das Fluavil in Lösung, während das Alban und Albanan zurückbleibt. Der Alkohol wird vom Fluavil abdestilliert, das Fluavil entweder, wenn angängig, bei 100—103°, sonst im Vakuum über Paraffin bei mäßiger Wärme zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Der Rückstand besteht aus Alban und Albanan und wird mit Alkohol gekocht, dabei gehen die Albane in Lösung, der Rückstand ist Albanan. Die Albane werden nun in derselben Weise behandelt, wie oben das Fluavil, und gewogen. Der Albanrückstand unterliegt der gleichen Behandlung. Wir haben also folgendes Schema:

Alban + Albanan + Fluavil
+ kalter Alkohol löst Fluavil

Alban + Albanan
+ heißer Alkohol löst Alban

Albanan (oxydiert nicht).

Die Wasserbestimmung in der Guttapercha geschieht durch Trocknen des dünnen Fettes

im Vakuum bei 60° über Chlorkalzium bis zur Gewichtskonstanz.

Der organische Schmutz wird in der Weise bestimmt, daß 0,2—0,3 g Guttapercha in 100 ccm Chloroform oder Benzol gelöst werden. Dann wird in einer Zentrifuge mit hoher Tourenzahl vier- bis fünfmal auszentrifugiert, bis die Lösung absolut rein ist. Dann schüttelt man den Schmutz, der aus anorganischen und organischen Bestandteilen besteht, mehrere Male mit Benzol aus und zentrifugiert ihn aufs neue. Die Operation wird so lange wiederholt, bis man sicher ist, daß keine Guttapercha und kein Harz mehr im Schmutz zurückbleibt. Hernach schüttelt man den Schmutz wieder in Benzol und filtriert ihn durch einen Platin-Goochtiigel oder einen gewöhnlichen Goochtiigel, trocknet bei 103° und wiegt. Man erhält organischen und anorganischen Schmutz. Verascht man, dann verbrennt der organische Schmutz und aus der Differenz berechnet man den anorganischen. Die Asche kann auch durch direkte Veraschung bestimmt werden. Die Resultate der sieben untersuchten Guttaperchasorten sind in nachfolgender Tabelle I und II angeführt.

Außer diesen Bestimmungen wurden an den sieben Guttaperchasorten auch noch Viskosität und Erweichungspunkt festgestellt.

Die Viskositätsbestimmungen wurden in einem C. Engler'schen Viskosimeter durchgeführt, welcher für die Guttapercha vollständig

Tabelle I

Name der Guttapercha	gewaschen oder ungewaschen	Harz Proz.	Wasser Proz.	org. Schmutz Proz.	anorg. Schmutz Proz.	Gutta	Preise in Mark ca.	Anmerkungen
Tjipettr	ungewaschen	11,09	5,08	7,71	1,14	74,98	9.17	aus Blättern extrahiert, Harz ist grasgrün
Weißer Guttapercha	gewaschen	48,65	kein Wasser	1,09	0,20	49,10	?	ist gebleicht. Hat beim Trocknen um ca. 1,6 Proz. zugenommen
Gulai prima	gewaschen	48,58	15,27	1,52	0,87	33,76	5.51	
Gulai sekunda	gewaschen	55,39	12,67	1,48	0,92	29,54	5.09	
Akassa	gewaschen	73,19	11,46	2,54	0,70	12,83	2.38	
Siak	gewaschen	69,50	11,31	3,54	1,31	14,34	2.20	Hat beim zweiten Trocknen im Vakuum zugenommen
Penang	gewaschen	65,22	9,84	3,72	0,81	20,41	2.55	

Tabelle II
Harztrennungen.

Guttaperchasorte	Gesamtharze Proz.	Fluavil kalter Alkohol Proz.	Alban heißer Alkohol Proz.	Albanane Proz.	Anmerkungen
Tjipetir	11,09	5,84	4,72	0,53	Fluavile oxydierten, sind aus der Differenz gerechnet
Weißer Guttapercha	48,65	39,36	9,26	0,03	Fluavile oxydierten, sind aus der Differenz gerechnet
Gulai prima	48,58	27,55	20,55	0,48	
Gulai sekunda	55,39	21,07	32,45	1,87	
Akassa	73,19	10,54	62,45	0,20	Albane aus der Differenz gerechnet, weil stark oxydiert
Siak	69,50	14,58	49,00	5,92	
Penang	65,22	18,49	42,89	3,84	

genügt und ganz scharfe Resultate gibt. Es ist ganz überflüssig, sich dabei des Viskosimeters von P. Altmann in Berlin für Kautschuklösungen zu bedienen. Ueberhaupt möchte ich alle Komplikationen bei derartigen Bestimmungen vermeiden, welche wieder auf die Herstellung spezieller Apparate ausgehen, wenn es nicht unbedingt notwendig ist. Und hier ist es nicht unbedingt notwendig, weil das C. Engler'sche Viskosimeter die gleichen Dienste leistet und auch bei der Bestimmung der Öle verwendet wird. Die Viskositäten wurden stets dreimal bei jeder Guttaperchasorte durchgeführt und ergaben immer dasselbe Resultat. Zur Viskositätsbestimmung von Kautschuklösungen ist das Viskosimeter von P. Altmann dem C. Engler'schen entschieden vorzuziehen. Kautschuklösungen sind auch in ihrem Verhalten wesentlich verschieden von Guttaperchalösungen. Zur Viskositätsbestimmung wurden 2 g Guttapercha in 100 ccm Tetrachlorkohlenstoff in einer Schüttelmaschine zirka zwei Stunden geschüttelt, bis vollkommene Lösung eingetreten ist. Alle Viskositätsbestimmungen wurden bei 15° C durchgeführt. Die Viskositäten beziehen sich nicht auf Wasser, sondern auf Tetrachlorkohlenstoff als auf das verwendete Lösungsmittel.

Neben der Viskosität wurde auch der Erweichungspunkt der einzelnen Guttaperchasorten bestimmt. Dieser wurde in einer etwas anderen

Art durchgeführt als es E. Obach angibt. Die Methode von E. Obach besteht darin, daß man Guttaperchastreifen wie in einem Zerreißapparate zwischen zwei Backen einklemmt, von denen die eine von einer Spiralfeder gezogen wird, während die andere in einem Rahmen festgehalten wird. Der ganze Apparat wird in ein Wasserbad eingesenkt, welches man langsam erwärmt. Sobald die Guttapercha zu erweichen beginnt, wird der Guttaperchastreifen durch die Zugkraft der Feder ausgezogen. Der ganze Apparat ist mit einem Lätewerk in Verbindung, welches sofort in Tätigkeit gesetzt wird, sobald der Streifen zu erweichen beginnt. Diese Methode hat sich im allgemeinen nicht recht in der Praxis bewährt. Der Grund liegt darin, daß bei beginnender Erweichung die Guttapercha aus den Klemmbanken herausgerissen wird. Außerdem lassen sich gewisse minderwertige Guttaperchasorten überhaupt nicht in den Apparat einklemmen, weil sie bröckelig sind und schon früher zerreißen, bevor noch Erweichung eingetreten ist. Ich habe zuerst versucht, den Guttaperchastreifen durch ausgestanzte Guttapercharinge und die Einklemmung durch Rollen zu ersetzen. Auch dies hat sich in der Praxis nicht bewährt. Schließlich bin ich von dieser Methode ganz abgekommen und habe sie durch eine neue ersetzt, welche darin besteht, daß man einen stärkeren Guttaperchastreifen von

7 cm Länge und einem Querschnitt von 5 mm im Quadrat auf einer Seite 1 cm weit in einer Klemme festklemmt, während man am anderen Ende ein Gewicht von 2 g mittels einer Schraube befestigt. Der ganze Apparat wird in eine heizbare Wanne unter Wasser gestellt. In das Wasser wird ein Thermometer eingesenkt und das

Wasser wird langsam erwärmt. Sobald die Erweichung beginnt, krümmt sich der Guttaperchastreifen infolge der Schwere des Gewichtes und die Temperatur wird abgelesen. Dieser Apparat gibt die genauesten Resultate. Er läßt sich ebenso wie der Obach'sche mit einem Läutewerk in Verbindung setzen.

Tabelle III

Zusammenstellung nach der Qualität der Guttaperchasorten in der Praxis.

Sorte	Gutta ($C_{10}H_{16}$) Proz.	Viskosität bei 15° C	Erweichungspunkt
Tjipetir	74,98	1,60	60
Weißer Guttapercha	49,10	1,44	50
Gulai prima	33,76	1,59	47
Gulai sekunda	29,54	1,33	37
Penang	20,41	1,41	42
Akassa	12,83	1,02	35
Siak	14,34	1,12	40

Aus Tabelle I und III ersehen wir, daß sich der Handelspreis im allgemeinen ziemlich genau nach dem Gehalte der Sorte an Reinguttakohlenwasserstoff richtet. Nur Akassa und Siak machen Ausnahmen, die Preisdifferenz ist aber hier nicht so groß.

Die Viskosität steht in keinem Zusammenhang mit dem Preise, ebenso ist kein Zusammenhang zwischen Erweichungspunkt und Viskosität ersichtlich.

Nach A. Tschirch soll Fluavil den Wert der Handelsware herabsetzen. Aus Tabelle II ist dagegen ersichtlich, daß diese Behauptung völlig irrig ist. Die weiße Guttapercha stellt eine besonders wertvolle Guttaperchasorte vor und enthält 39,36 Proz. Fluavil, dasselbe gilt von Gulai prima, Gulai sekunda usw. Die von mir angeführten Preise beziehen sich auf die ungewaschenen Guttaperchasorten. Auch die Tschirch'sche Anschauung, daß Albane die guten Eigenschaften der Guttapercha nicht beeinträchtigen, ist unrichtig. Es zeigt sich gerade im Gegenteil, daß ein höherer Gehalt an Alban und Albanan den Handelswert der Guttapercha im allgemeinen herabsetzt. Dennoch hat ein gleichmäßiges Fallen des Gehaltes an Alban und Albanan nicht eine gleichmäßige Preisverringerung zur Folge.

Erweichungspunkt und Gesamtharzgehalt stehen in einem gewissen Verhältnis zueinander, aber auch nur ganz allgemein. Je größer im allgemeinen der Gesamtharzgehalt wird, desto tiefer liegt der Erweichungspunkt. Natürlich spielt die Beschaffenheit oder sagen wir besser die Polymerisationsstufe des Reinguttakohlenwasserstoffes auch eine große Rolle in bezug auf den Erweichungspunkt. Gesamtharz-

gehalt und Polymerisationsstufe des Reinguttakohlenwasserstoffes sind neben anderen Faktoren die Komponenten, welche als Resultierende den Erweichungspunkt geben.

Für die Praxis spielen die Viskositätsbestimmungen bis heute fast gar keine Rolle. Der Praktiker kann daraus keine Schlüsse auf seine Ware ziehen, insofern hat er keine Ursache Viskositätsbestimmungen auszuführen. Fragen wir uns, warum dem so ist. Der Grund liegt darin, daß sich an dem Rohmaterial, also an der ungewaschenen Guttapercha, keine Viskositätsbestimmungen ausführen lassen. Die Verunreinigungen organischer und anorganischer Natur würden das Ausflußrohr des Viskosimeters verstopfen. Macht man hingegen die Viskositätsbestimmungen an der gewaschenen und gereinigten Guttapercha, dann hat man wieder gar keinen Anhaltspunkt für das Rohmaterial, für welches man bezahlt. Außerdem hängt dann im gewaschenen Material die Viskosität von der

Behandlungsweise beim Waschen und Reinigen ab, indem die gewaschene Guttapercha durch den Wasch- und Reinigungsprozeß stark depolymerisiert wird. Der Praktiker hat also nicht viel oder eigentlich gar nichts von der Viskositätsbestimmung.

Den Erweichungspunkt hingegen einer Guttaperchasorte zu kennen, ist für den Praktiker von großer Bedeutung, da er häufig vor die Aufgabe gestellt wird, Isoliermassen von ganz bestimmtem Erweichungspunkt herzustellen.

Da die Guttaperchaharze verseifbar sind, spielen auch die Harzbestimmungen für den Praktiker für die Herstellung von Mischungen eine große Rolle. Vom Wassergehalte hängt selbstverständlich die Leitfähigkeit der Mischungen ab. Nachdem die meiste Guttapercha zur Kabelisolierung Verwendung findet, erklärt sich hieraus die Bedeutung der Wasserbestimmungen.

Welchen praktischen Wert haben mechanische Prüfungen des Kautschuks?

Eine kolloidchemische Untersuchung.

Von Dr. Rudolf Ditmar (Graz).

(Eingegangen am 15. April 1912)

Eine Abhandlung von E. H. Frölich¹⁾: „Beiträge zur mechanischen Prüfung von Kautschukwaren“, gibt mir Veranlassung zur Diskussion der Frage, welchen praktischen Wert mechanische Prüfungen des Kautschuks haben. Gleichzeitig möchte ich bemerken, daß die nachfolgenden Ueberlegungen mein Kautschuk-Glaubensbekenntnis darstellen, zu dem ich mich leider nach neunjähriger praktischer und theoretischer Tätigkeit durchringen mußte.

E. H. Frölich beobachtete sehr richtig, daß es sehr viele Faktoren sind, die den chemischen und physikalischen Zustand einer Weichgummiware, also die Eigenschaften der Ware, bedingen. Er unterscheidet die Fabrikation in zwei Hauptteile, die Herstellung der Mischung und die Vulkanisation des Artikels. Jeder davon zerfällt wieder in eine Anzahl Unterstufen:

A. Mischung.

1. Kautschuk.

- a) Quantität desselben,
- b) Kautschuksorte,

- c) physikalischer Zustand, abhängig von der Bearbeitung auf der Walze.

2. Zusätze.

- a) Quantität derselben,
- b) Qualität derselben,
- c) Art derselben.

3. Eventuelle nachträgliche Bearbeitung der Mischung auf der Schlauchmaschine oder sonstigen den Kautschuk angreifenden Apparaten.

B. Vulkanisation.

1. Heißvulkanisation.

- a) Schwefelmenge,
- b) Temperatur,
- c) Zeitdauer,
- d) Wärmeaufnahmefähigkeit der Masse, abhängig von Dimension derselben und Qualität der Mischung,
- e) Wärmedurchlässigkeit der direkten Umgebung, ob frei geheizt oder in Talkum oder in Eisenform u. dgl. mehr,
- f) Wärmeübertragungsfähigkeit des Mediums, ob Dampf, heiße Luft oder Wasser,

¹⁾ Gummi-Ztg. 26, 1050—1053 und 1090—1094 (1912).