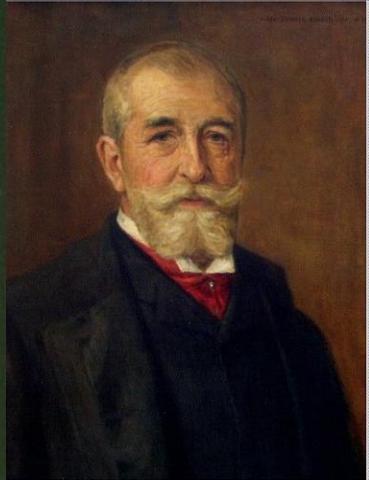




Clouth
Gummi
Guttapercha
und Balata

Franz Clouth
Gummi, Guttapercha
und Balata



Leip

GUMMI, GUTTAPERCHA

UND

BALATA

IHR URSPRUNG UND VORKOMMEN, IHRE GEWINNUNG,
VERARBEITUNG UND VERWENDUNG

VON

FRANZ CLOUTH

INHABER DER FIRMA: FRANZ CLOUTH, RHEINISCHE GUMMIWARENFABRIK
IN COLN-NIPPES

MIT 45 ABBILDUNGEN, KARTEN UND GRAPHISCHEN DARSTELLUNGEN



LEIPZIG 1899

VERLAG VON BERNH. FRIEDR. VOIGT.

Alle Rechte vorbehalten

Vorwort.

Nachdem meine beiden in den Jahren 1873 und 1879 veröffentlichten Schriften eine gute Aufnahme gefunden hatten, fasste ich den Entschluss, ein grösseres, umfangreicheres Werk zu schaffen, welches, den Anforderungen der heutigen Zeit entsprechend, in erschöpfender Weise alles Wissenswerte über Kautschuk (*Gummi elasticum*) und Gutta-Percha enthalten und darüber Auskunft geben sollte.

Unter den in den letzten 15 Jahren zur Ausgabe gelangten Werken über die genannten beiden Pflanzensäfte erregte, ausser den in englischer Sprache erschienenen Schriften von Collins und Dr. Eugen Obach, besonders das Buch des Chemikers Th. Seeligmann (1896, Paris, J. Fritsch) meine Aufmerksamkeit, und fand ich in letzterem über das Vorkommen und die Gewinnung von *Gummi elasticum* so bemerkenswerte und eingehende Ausführungen, dass ich den Verleger desselben um die Erlaubnis bat, bei dem vorliegenden Buche die Seeligmannsche Arbeit mitverwenden zu dürfen, was auch bereitwilligst gestattet wurde.

So kam denn dieses Werk zu stande, in welchem ich, ausser bereits vorhandenem Material, meine Erfahrungen und mein

Wissen, welche ich seit 35 Jahren gesammelt, verwandte, indem ich zugleich diejenigen meines langjährigen, geschäftlichen Mitarbeiters, des Herrn Fritz Zilcken in Cöln, in Anspruch nahm, dessen reger Mithülfe ich die rasche Fertigstellung des Werkes verdanke. — Möge dasselbe die Erwartungen derjenigen Kreise erfüllen, welche sich für die beiden Pflanzensäfte und deren Verwendung interessieren.

Cöln-Nippes im Dezember 1898.

Franz Clouth.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	III

Das Gummi.

I. Einleitung. — Historisches	1
II. Naturgeschichtliches. — Der Name. — Synonyma. — Allgemeine Bestimmung. — Geographische Uebersicht der Gummi elasticum liefernden Pflanzen. — Botanische Beschreibung der Kautschuk liefernden Pflanzen: 1. Euphorbiaceen, 2. Ulmaceen, 3. Apocynaceen, 4. Asclepiadeen. — System der Milchgänge. — Systematische Uebersicht der Kautschuk liefernden Pflanzen. — Allgemeine klimatische Verhältnisse und ihre Einwirkungen. — Produktionsländer. — Akklimatisationsversuche und forstmässige Kultur in Indien, am Congo und in den französischen Kolonien	7
III. Gewinnung des Rohgummi. — Verschiedene Methoden zur Gewinnung des Latex. — Raubbau durch Fällen. — Rationelle Gewinnung durch Anzapfen. — Verschiedene Methoden der Anzapfung. — Vorschläge zu Verbesserungen. — Die Gerinnung des Latex. — Beschreibung der verschiedenen Methoden der Gerinnung. — Schlussfolgerungen	39
IV. Kommerzielles. — Rohgummi. — Herkunft und Beschreibung der verschiedenen Arten. — Import und Preis	73
V. Chemische und physikalische Eigenschaften des Rohgummi. — Rohgummi. — Verhalten gegen Kälte, Elektrizität, Wasser, Alkohol, Kohlenwasserstoff, Aether, Benzin, Terpentin, Schwefelkohlenstoffe, Gase, Säuren, atmosphärische Luft, Hitze, Feuer	95

	Seite
VI. Fabrikation von Weichgummi- (Kautschuk-) Waren	99
1. Erste mechanische Behandlung des Rohgummis. — Erweichen, Zerschneiden, Waschen (Clouths Sicherheitsausrücker bei Wasch- und Mischwalzwerken), Trocknen, Verlust beim Waschen	99
2. Weitere Verarbeitung des gewaschenen Rohgummis. — Kneten. Herstellung von geschnittenen (Patentgummi-) Platten. Fäden aus gewaschenem Rohgummi. Mischen. Bildung der Qualitäten. Färben. Ausziehen von Platten auf dem Kalandr	105
3. Die Herstellung von Gegenständen aus Weichgummi. — Artikel aus geschnittener (Patentgummi-) Platte. Artikel aus gemischter und gewalzter Platte: Platten, Schnüre, Scheiben, Klappen, Formartikel, Einlagen, Schläuche, Treibriemen, Treibseile, Reifen für Fahrräder, Walzen	111
4. Fabrikation von wasserdichten Stoffen. — Double- und Single- textures, Double- und Singlefaces. Der Spreiter. Kleidungsstücke. Schuhe	115
5. Fabrikation von Fäden. — Fäden aus rohem Paragummi geschnitten. Runde Fäden aus aufgelöstem Kautschuk. Fäden aus vulkanisierten Scheiben geschnitten. Auf dem Spreiter gemachte Fäden. Elastische Gewebe. Schuhplatte (Patentzug)	116
VII. Die Vulkanisation. — Zweck der Vulkanisation. — Grundzüge der Vulkanisation (nach Payen). — Verschiedene Methoden: Kalte Vulkanisation (nach Parkes). Warme Vulkanisation (nach Hancock). Verfahren nach Gérard. Verfahren nach Goodyear. — Das Wesen der Vulkanisation. — Vulkanisierkammern, -kessel und -pressen. — Verfahren zur Erhaltung der Form beim Vulkanisieren, Einwickeln etc. — Moosgummi	117
VIII. Chemische und physikalische Eigenschaften des vulkanisierten Weichgummis. — Vorbemerkungen. — Analyse. — Spezifisches Gewicht. — Geruch. — Farbe. — Dichtigkeit (Porosität). — Adhäsion. — Elastizität. — Verhalten als Wärmeleiter, gegen Elektrizität, Kälte, Wärme, Wasser, Dampf, Licht, atmosphärische Luft, Lösungsmittel, Oel, Säure. — Rationelle Fabrikation. — Aufbewahrung. — Regeneration	127
IX. Das Hartgummi (Ebonit). — Vorbereitung der Rohmasse. — Formen der Rohartikel. — Vulkanisation. — Chemische und physikalische Eigenschaften. — Weitere Verarbeitung, Polieren etc. — Hauptsächliche Verwendung. — Halbhartgummi. — Verbindungen zwischen Weich- und Hartgummi	134

Die Gutta-Percha.

I. Einleitung. — Historisches	138
II. Naturgeschichtliches. — Der Name. — Synonyma. — Bestimmung des Begriffes Gutta-Percha. — Eigentümlichkeiten der Gutta-Percha im Vergleiche mit Kautschuk. — Geographische Ausbreitung der Gutta-Percha liefernden Pflanzen. — Botanische Beschreibung derselben. — Sapotaceen: 1. Dichopsis (Palaquium, Isomandra). 2. Payena. 3. Bassia. 4. Mimusops. — Asclepiadeen, Apocynaceen, Euphorbiaceen. — Schematische Uebersicht der hauptsächlichsten Gutta-Gewächse. — Klimatische Verhältnisse. — Kulturversuche	141
III. Gewinnung der rohen Gutta-Percha. — Methode der Gutta-Percha-Gewinnung in Sumatra und Borneo. — Ergiebigkeit. — Versuche von Jungfleisch und Serrulaz, Gutta-Percha aus Blättern, Zweigen etc. zu extrahieren. — Verfahren der Extraktion. — Apparate von Rigole, Ramsay und Obach	170
IV. Kommerzielles. — Versuche zur Qualitätsbestimmung. — Schematische Uebersicht der hauptsächlichsten Gutta-Percha-Sorten (nach Léon Brasse). — Bemerkungen dazu. — Abschliessende Charakteristik. — Export, Import, Preis	178
V. Chemische und physikalische Eigenschaften der Gutta-Percha. — Einleitung. — Farbe, Geruch, Geschmack. — Struktur, Adhäsion, Dehnbarkeit, Elastizität, Porosität. — Spezifisches Gewicht. — Einwirkung von Hitze, Feuer, Kälte, Wasser, Luft, Licht. — Verhalten gegen Wärme, Elektrizität, Lösungsmittel, Säuren. — Chemische Zusammensetzung. — Animalische Feinde	201
VI. Verarbeitung und Verwendung der Gutta-Percha. — Zerkleinern, Waschen, Pressen, Kneten, Mischen. — Verlust beim Waschen und Kneten. — Walzen. — Herstellung der einzelnen Artikel. — Verwendung der Gutta-Percha zu technischen, chirurgischen und Haushaltungszwecken, bei der Fabrikation von Zündschnüren und elektrischen Kabeln. — Regeneration. — Vulkanisation	206

Die Balata.

Einleitung. — Historisches. — Naturgeschichtliches: Herkunft; geographische Verbreitung der Mimusops und ihrer Spielarten;

botanische Beschreibung. — Schematische Uebersicht der Balata liefernden Pflanzen. — Methoden der Balata-Gewinnung in Venezuela, in Holländisch- und Britisch-Guyana. — Kommerzielles: Charakteristik der Handelsware; Ausfuhr aus Britisch- und Holländisch-Guyana; Preis. — Physikalische und chemische Eigentümlichkeiten. — Fabrikation und Verwendung 213

Uebersicht

der hauptsächlichsten Fabrikate aus Gummi, Gutta-Percha und Balata 225

Das Gummi.

I. Einleitung. — Historisches.

Von allen wichtigen Industriepflanzen, die uns durch die grossen geographischen Entdeckungen des 15. und 16. Jahrhunderts bekannt geworden sind, ist der Gummibaum diejenige, deren ausserordentliche Bedeutung man zu allerletzt gewürdigt, denn wenn auch Columbus schon die Eigentümlichkeiten einzelner kautschukliefernder Pflanzen kannte und ihrer erwähnte, so bedurfte es doch eines Zeitraumes von mehr als 400 Jahren, ehe man daran ging, dieses wertvolle Material auszunützen und der Industrie zuzuführen. Dann allerdings nahmen der Handel in Rohkautschuk und die sich stets vervollkommnende Verarbeitung desselben in fast staunenerregendem Fortschreiten zu, und heute mag es wohl kaum irgend ein anderes Produkt geben, dessen Verwendung in allen möglichen Formen eine so vielseitige zu nennen wäre.

Die erste litterarisch nachweisbare Erwähnung des Stoffes findet sich bei Gonzalo Fernandès d'Ovièdo y Valdas in seiner Allgemeinen Geschichte Indiens (Madrid 1536, Band V, Kap. II, S. 165). An dieser Stelle wird das Batospiel der Indier beschrieben, das „dem Ballspiele ähnlich ist, obgleich es anders gespielt wird und der Ball aus einer anderen Masse hergestellt wird als der, dessen sich die Christen bedienen“. Nach ihm beschreibt der Jesuitenpater Charlevoix den „Batos“ als eine Art Ball aus einer festen aber ausserordentlich porösen und leichten Masse: „Er springt höher als unsere Bälle, fällt auf den Boden und springt viel höher wieder auf, als die Hand ihn nach unten warf; er fällt wieder, erhebt sich von neuem, obgleich dieses Mal weniger hoch, und so nimmt die Höhe der Sprünge allmählich ab“. Antonio de Herrera Tordesillas (geb. 1549 zu Cuellar, gest. 1615 zu Clouth, Gummi und Gutta-Percha.

Madrid) vervollständigt diese Nachrichten in seiner „Allgemeinen Geschichte der Reisen und Eroberungen der Castilianer“, und hier wird zum erstenmal bei der Erwähnung eines Balles, dessen sich die Eingeborenen von Haiti bedienen, der Name „Gummi“ gebraucht. Derselbe Schriftsteller führt ferner als eine Merkwürdigkeit von Gumana an, dass es dort Bäume gebe, die, angebohrt, eine Milch liefern, welche sich in weisses „Gummi“ verwandelt und angenehm riecht. Nach diesen erwähnt Juan de Torquemada in seinem Werke „de la Monarquia indiana“ (Madrid 1615) ebenfalls den Gebrauch elastischer Bälle und nennt den Baum, der die Masse dazu liefert, „Ulaquahuil“ oder Ulebaum, eine Bezeichnung, die heute noch bei den Eingeborenen von Mexiko für die *Castilloa markhamiana* und die *Castilloa elastica* sowie für das Kautschuk selbst gebräuchlich ist. Die spanischen Eroberer verwendeten diesen Stoff, um ihre leinenen Mäntel damit zu bestreichen und sich so gegen den Regen zu schützen: das Wasser drang nicht hindurch, dagegen hatte die Sonnenhitze einen sehr schädlichen Einfluss darauf.

Inzwischen waren einige wenige Proben des Produktes nach Europa gekommen und schmückten die Kuriositätensammlungen jener Zeit. Sie waren sehr teuer; die Unze kostete eine Guinee.

Zwei Franzosen, dem Gelehrten Charles de la Condamine und dem Ingenieur Fresneau, gebührt der Ruhm, das neue Produkt und seinen wahren Ursprung genau bekannt gemacht zu haben. Um die viel umstrittene Frage über die exakte Form der Erde und ihre Abplattung an den Polen zu lösen, rüstete die Akademie von Paris im Jahre 1731 zwei Expeditionen aus, deren eine sich unter Leitung von La Condamine nach dem Aequator wandte. La Condamine, der nicht nur Mathematiker, sondern auch Naturforscher war, studierte nebenbei die Pflanzen- und Tierwelt, sowie die Naturprodukte von Peru und Brasilien; ihm haben wir auch die Entdeckung der Chinarinde zu danken. Im Jahre 1736, kurze Zeit nach seiner Ankunft in Quito, schickte er der Akademie einige Rollen einer schwärzlichen und harzigen Masse, die unter dem Namen Kautschuk bekannt war. Er begleitete diese Sendung mit einem Berichte, in dem es unter anderem heisst: „In den Wäldern der Provinz Esmeralda wächst ein Baum, den die Eingeborenen Hévé nennen; bei einem blossen Einschnitt entfließt ihm eine weisse, milchähnliche Flüssigkeit, die sich an der Luft nach und nach verhärtet und schwarz wird. Die Eingeborenen machen Lichte daraus, die sehr wohl ohne Docht brennen und eine ziemliche Helle geben . . . In der Provinz Quito bestreicht man mit diesem Harz Leinwandstoffe, die dann zu denselben Zwecken verwendet werden, wie bei uns das Wachstuch . . . Derselbe Baum wächst auch an den Ufern des Amazonenstromes, und

die Maïnas nennen das Harz, das sie daraus gewinnen, *cahucu*. Sie stellen Schuhe daraus her, die kein Wasser durchlassen, und die, wenn sie geräuchert worden sind, ganz das Aussehen von Leder haben; auch überziehen sie damit Formen aus Erde, die die Gestalt einer Flasche haben, und wenn das Harz hart geworden, zerbrechen sie die Form, holen die Erdstücke durch den Hals heraus und erhalten so eine unzerbrechliche Flasche, die zum Aufbewahren aller Arten von Flüssigkeiten geeignet ist“.

In seinen weiteren Mitteilungen erwähnt La Condamine die seltene Verwendung, die das Kautschuk bei einem anderen Stamme findet: „Der Gebrauch, den die Omagnas, ein Stamm, der mitten im amerikanischen Kontinent an den Ufern des Amazonenstroms wohnt, von dem Kautschuk macht, ist noch weit merkwürdiger. Es werden birnförmige Flaschen daraus hergestellt, an deren Hals man eine Röhre aus Holz befestigt. Drückt man auf die Flasche, so tritt die Flüssigkeit, die sie enthält, strahlartig durch diese Röhre heraus. Diese Flaschen sind also richtige Spritzen (*séringues*)“. Hier ist der Ursprung des Namens zu suchen, den die Portugiesen dem Baume, der dieses Gummi liefert, gegeben haben: sie nennen ihn *Pao de Siringa* und die Leute, die das Gummi einsammeln, *Seringarios*.

La Condamine konnte jedoch, mit seinen anderen wissenschaftlichen Untersuchungen beschäftigt, seine Forschungen über den Kautschukbaum nicht fortsetzen und wäre ohne Zweifel hier stehen geblieben, wenn er nicht in dem französischen Ingenieur Fresneau, der sich in Cayenne niedergelassen hatte, einen ebenso klugen, wie unermüdlichen Mitarbeiter gefunden hätte. Fresneau, der die künftige Bedeutung des Kautschuk vorausgesehen zu haben scheint, suchte den Ursprung des Kautschukbaumes festzustellen und fand ihn nach vielem Suchen bei den *Coussaris*. In einem Briefe, den er darüber an La Condamine richtete, gibt er die Kennzeichen des Gummibaumes an und erzählt gleichzeitig, wie die Indianer verfahren, um das Kautschuk zu erhalten. „Man beginnt damit,“ sagt Fresneau, „den Fuss des Baumes zu reinigen; hierauf macht man mit einem Messer Längsschnitte, die jedoch ein wenig schräg sein müssen und so tief, dass die Rinde vollständig zerstört ist. Die Einschnitte werden so angeordnet, dass die oberen genau über den unteren stehen, so dass das Harz aus einer Rinne in die andere läuft. Unten wird es in einem Blatte des indischen Blumenrohres oder einem anderen zweckmässigen Blatte aufgefangen und in ein am Fusse des Baumes aufgestelltes Gefäss geleitet . . . Um den milchartigen Saft der verschiedenen von mir erwähnten Bäume, die alle harzhaltig sind, zu gebrauchen, macht man eine beliebige Form aus Lehm. An der Stelle, die man nicht

mit dem Saft zu überziehen wünscht, stösst man ein Stück Holz in die Form, so erhält man eine Oeffnung, durch die man später die Erde herausnimmt, indem man Wasser einlaufen lässt und den Lehm erweicht. Wenn die Form gebildet und mit Wasser geglättet ist, streicht man den milchartigen Saft mit den Fingern darüber und lässt diesen Ueberzug über dickem Rauch bei gelinder Hitze trocknen, indem man die Form fortwährend dreht, damit sich der Saft gleichmässig verteile. Doch muss man sich hüten, dass die Flamme ihn erreicht, da er sonst zu kochen anfänge und sich kleine Löcher bilden würden. Sobald sich die erste Lage gellj färbt und nicht mehr an den Fingern klebt, trägt man eine zweite auf, die man ebenso behandelt und fährt so fort, bis eine genügende Dicke erreicht ist. Zuletzt hält man den Gegenstand länger an das Feuer, damit alle Feuchtigkeit verdampft und nichts als das elastische Harz übrig bleibt . . . Natürlich sind die Arbeiten um so haltbarer, je mehr Lagen gemacht werden. Wenn man Leinwand mit diesem Saft präparierte, so könnte man daraus wasserdichtes Segeltuch, Taucheranzüge, Schläuche für Feuerwehr- und andere Zwecke, Säcke zur Aufbewahrung von Nahrungsmitteln etc. herstellen, ohne befürchten zu müssen, dass ein derartiger Stoff einen unangenehmen Geruch verbreitet. Doch können alle diese Gegenstände nur da verfertigt werden, wo die betreffenden Bäume wachsen, da der Saft schnell eintrocknet und seine Flüssigkeit verliert“.

Die Mitteilungen von La Condamine und Fresneau veranlassten den französischen Botaniker Fuset-Aublet 1726 nach Guyana zu reisen. Zwei Jahre später veröffentlichte er sein Werk über die Flora Guyanas, worin er den Kautschukbaum in botanischer Hinsicht eingehend beschreibt und ihm den Namen *Hevea guyanensis* gibt. James Howison, ein Arzt auf der Prinz-Wales-Insel, stellte alsdann zuerst die „an elastic gum wine“ liefernde Gattung fest, die Roxburg später *Urceola elastica* nannte; Roxburg seinerseits entdeckte in Assam in den Wäldern am Brahmputra die *Ficus elastica*. Endlich beschrieb Coffigny eine rebenartige Pflanze aus Madagaskar, die zu den Jasminen gehört und ebenfalls einen milchähnlichen Saft liefert; getrocknet bildet der Saft ein elastisches Harz, das dem Kautschuk gleicht.

Während sich die Botaniker mit diesen bis dahin unbekanntem Pflanzen beschäftigten, studierten die Chemiker das neue Harz, und es gelang ihnen, es aufzulösen. Im Jahre 1768 teilten Hérissant und Macquer gleichzeitig der Akademie von Paris die Ergebnisse ihrer Forschungen mit und bezeichneten Dippelöl, Terpentin und reinen Aether als die Mittel, die das in Wasser und Alkohol unlösliche Harz erweichen und selbst auflösen. Gleichzeitig machten sie den Vorschlag, das also

erweichte Harz zur Herstellung medizinischer Sonden und kleiner Röhren, wie sie in Laboratorien gebraucht werden, zu verwenden. 1770 richtete auch der englische Chemiker Priestly die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf die Anwendung des Kautschuk; er empfahl, sich des Gummis zu bedienen, um Bleistiftstriche auszuwischen. Diese Art der Verwendung wurde 1772 durch Magellan in Frankreich verbreitet, und von 1775 an konnte man in den Papierhandlungen kleine Kautschukwürfel kaufen, die man in Frankreich „peaux de nègres“, in England „indiarubber“ nannte; in England hat man diese Bezeichnung für Kautschuk im allgemeinen bis heute beibehalten. Die Versuche des französischen Chemikers Berniard (1780) vervollständigten die Arbeiten von Macquer und Hérissant und liessen schon erkennen, welche vielseitigen Verwendungen das elastische Gummi eines Tages finden würde. Fanjas de St. Fond beschäftigte sich daneben mit einer Art Erdharz, das man in den Bergwerken von Castelton fand und bezeichnete dieses als „mineralisches Kautschuk“. Foucroy, Berthollet und Giobert wandten ebenfalls dem elastischen Gummi ihr Interesse zu. Grossart machte das einfachste Verfahren ausfindig, um aus brasilianischen Kautschukflaschen Röhren und andere Gegenstände sowohl für physikalische und chirurgische Zwecke als für den Hausgebrauch herzustellen. Um kleine Röhren herzustellen, zerschnitt er die Flaschen in Streifen von passender Form, erweichte sie, indem er sie eine halbe Stunde in Aether oder etwas länger in flüchtiges Oel legte, rollte die Streifen auf einen Dorn und presste sie stark mittels eines spiralförmig darum gewundenen Seiles. Beim Trocknen löteten die Oberflächen zusammen, und die so behandelten Stücke behielten die Gestalt, die man ihnen gegeben.

Zu erwähnen sind hier noch die mehr oder weniger glücklichen Versuche, die Besson (1791), Johnson (1797), Champion (1811) und Clark (1815) machten, um mittels Kautschuklösungen wasserdichte Kleidungsstücke herzustellen. Doch kann von einer eigentlichen Kautschukindustrie erst von 1820 an die Rede sein. Um diese Zeit erfand der englische Industrielle Nadier ein Verfahren, durch das es möglich wurde, das Kautschuk in Fäden zu schneiden und aus diesen elastische Gewebe zu verfertigen, durch die sich die bis dahin gebräuchlichen, aus dünnen Messingspiralen verfertigten Elastiks vorteilhaft ersetzen liessen. 1823 wandte Charles Makintosh zur Auflösung des Kautschuk Benzin an und schuf damit die Industrie der wasserdichten Kleidungsstücke, die nach ihm benannt wurden.

Dennoch bot die Nutzbarmachung des elastischen Gummis noch zahlreiche Schwierigkeiten: die Masse war nicht leicht zu bearbeiten, sie erforderte besondere Einrichtungen, und die noch unvollkommenen Auf-

Lösungsmethoden machten es sehr schwierig, den Kautschukgegenständen bestimmte Formen zu geben.

Diese Schwierigkeiten wurden 1836 überwunden, als man im Anschluss an die Untersuchungen von Thomas Hancock fand, dass das in Streifen zerschnittene oder ausgewalzte, einer energischen Durcharbeitung unterzogene Kautschuk sich unter dem Einflusse mässiger Hitze in eine zähe Masse verwandeln lässt, ferner, dass seine Elastizität vorübergehend aufgehoben und ihm in diesem Zustand jede beliebige Form gegeben werden kann. Rattier, Guibal, Aubert und Gérard arbeiteten auf Grund dieser Erfahrungen und Beobachtungen erfolgreich weiter, und die neue Industrie machte bemerkenswerte Fortschritte.

Trotzdem wäre ihr Bestand immer noch zweifelhaft gewesen, wenn nicht eine weitere Erfindung hinzugekommen wäre, die die vorhergehenden an Wichtigkeit übertraf. Das natürliche Kautschuk hat ausser seiner Undurchdringlichkeit und seiner grossen Dehnbarkeit noch eine dritte Eigenschaft. In gewöhnlicher Temperatur ist es ausserordentlich haftend, adhäsiv, besonders gegen sich selbst. Während sich diese Eigentümlichkeit in höherer Temperatur noch wesentlich steigert, so dass es klebrig, pechartig wird und dabei gleichzeitig einen sehr unangenehmen Geruch verbreitet, verliert sie sich in der Kälte ganz. Das Gummi wird spröde und bricht beim Ziehen. Welche höchst nachtheiligen Wirkungen diese Eigenschaften hervorbrachten, liegt auf der Hand. Man denke nur an die mit Kautschuk wasserdicht gemachten Kleider und die aus rohem Kautschuk gefertigten Schuhe, wie sie bis dahin hergestellt wurden.

Im Jahre 1832 bemerkte nun der deutsche Chemiker Lüdersdorf zuerst, dass Schwefel dem in Terpentin aufgelösten Kautschuk seine Klebrigkeit nimmt. Zur selben Zeit wandte der Amerikaner Hayward zur Bestreuung der Kautschukblätter Schwefelblüte an, wodurch die adhäsive Kraft des Gummis geschwächt wird. Doch verfolgte weder der eine noch der andere dieses Verfahren weiter; sie blieben beide auf halbem Wege stehen, und es war dem Amerikaner Goodyear vorbehalten, im Jahre 1839 endgültig die Frage eines in jeder Hinsicht brauchbaren Kautschuk abzuschliessen und ein Material herzustellen, das weder bei niedriger Temperatur brach, noch bei höherer Temperatur klebte.

Die Entdeckung Goodyears bestand darin, dass er das Kautschuk zuerst der Einwirkung des Schwefels und hierauf der einer ziemlich hohen Temperatur unterwarf. Man nennt dieses Verfahren Vulkanisation und das so behandelte Kautschuk vulkanisiertes Kautschuk. Vulkanisiertes Kautschuk behält seine Dehnbarkeit sowohl bei hoher

Temperatur (bis zu 120° C.), als auch bei niedriger (bis zu 30° C.); ausserdem setzt es chemischen Einwirkungen einen grösseren Widerstand entgegen.

Die Erfindung der Vulkanisation ermöglichte der Kautschukindustrie plötzlich eine unbegrenzte Entfaltung, und in den folgenden zwanzig Jahren brachte fast jeder Tag auf diesem Gebiete neue Entdeckungen und Vervollkommnungen. Goodyear liess sich sein Verfahren der Vulkanisation auf mechanischem Wege patentieren, sein Mitbewerber, der Engländer Hancock, nahm 1844 ein Patent auf die Vulkanisation im Schwefelbad. Der Chemiker Parkes, der schon 1843 ein besseres Verfahren zur Auflösung des Kautschuk gefunden, indem er dazu ein neues Mittel, den Schwefelkohlenstoff anwandte, liess sich seine Methode der sogenannten „kalten Vulkanisation“ oder der Vulkanisation mittels Schwefelchlorid patentieren. Denselben Gelehrten verdanken wir auch die Erfindung des Entschwefelns der vulkanisierten Kautschukabfälle. Augustin G. Day nahm 1858 ein Patent auf eine vervollkommnete Vulkanisation, und Girard schlug alkalischen Schwefel zur Vulkanisation dünner Gegenstände vor. Die letzte grosse Erfindung war die des Hartgummis, ebenfalls von Goodyear. Dieser erlangte durch eine noch stärkere Behandlung des Gummis mit Schwefel eine hornige Masse, die dem Fischbein oder dem Elfenbein gleicht.

Zum Schlusse sei noch kurz das Patent erwähnt, das Hancock 1846 auf die Herstellung von Kautschukartikeln in Formen genommen, eine Erfindung, die nächst derjenigen der Vulkanisation der Ausgangspunkt der gesamten heutigen Fabrikation von Kautschukwaren geworden ist, und die mit jener zusammen eine Industrie geschaffen, die sozusagen mit einem Schlage entstanden ist.

II. Naturgeschichtliches.

Das Kautschuk, im Lateinischen Gummi elasticum, im Deutschen elastisches Gummi oder einfach Gummi genannt (französisch gomme, englisch India-rubber, spanisch seringa, portugiesisch xirringa), ist eine vegetabilische Kohlenwasserstoffverbindung, die gewonnen wird aus dem Saft, den das Protoplasma der sogenannten Interzellulargänge bei einer grossen Anzahl von Bäumen, Sträuchern und Lianen, die in den heissen Ländern vorkommen, absondert. Die Hauptadern dieses Zellengewebes liegen im inneren Ringe der Rinde, aber ausserhalb der

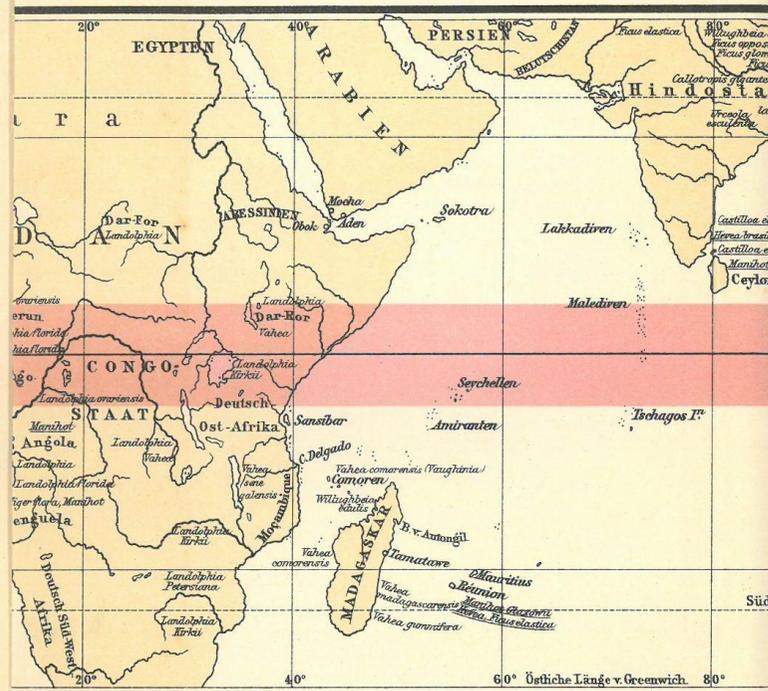
Gefäßbündel und der verhärteten Faserzellen, wo solche vorkommen. Sie schicken zahlreiche Nebenadern aus, entweder nach aussen durch die Rinde bis unter die Oberhaut, wo sie in Sackgassen auslaufen, oder, was seltener ist, nach innen durch die inneren Häute und die Ausstrahlungen des Markes bis an das Mark selbst, an dessen Peripherie sie sich der Länge nach fortsetzen. Aus der Thätigkeit des Protoplasmas hervorgegangen, scheint diese Kohlenwasserstoffverbindung, wenigstens nach der Meinung einiger Naturforscher, später nicht mehr zum Leben der Pflanze notwendig zu sein. Sie wird vielmehr als eine von dieser abgestossene Substanz betrachtet, die allein für die Industrie nutzbringend wird. Andere Gelehrte glauben jedoch, dass diese Kohlenwasserstoffverbindung wenigstens teilweise zur Ernährung der Pflanze notwendig sei.

Nach G. David sind die milchhaltigen Gefässe der Gummigewächse einfache, isolierte Zellen, die der Länge nach verlaufen und gleichzeitig vielverzweigte Arme seitwärts durch die Gänge der umliegenden Gewebe bis in die Blätter senden. Diese verzweigten Milchgefässe gehören nach einer Beobachtung G. Davids nicht zum Faser- sondern zum Füllgewebe (Parenchym), was vollkommen mit den mikroskopischen Untersuchungen übereinstimmt, die T'écul 1865 der Akademie der Wissenschaften vorlegte.

Wenn man in die Gummigewächse einen Einschnitt macht, so entfließt ihnen ein der Ziegenmilch ähnlicher Saft, Latex, der, einer angemessenen Behandlung unterworfen, die in ihm enthaltenen mikroskopischen Kügelchen absondert und eine feste Masse abgibt, die im Anfang mehr oder weniger weiss erscheint: das Kautschuk. Diese Kügelchen haben nach Adriani einen Durchmesser von nicht mehr als 2,3 Mikromillimeter*). Wenn der Latex sich selbst überlassen bleibt, trennen sich die Kügelchen bald von der wässerigen Flüssigkeit und bilden an der Oberfläche eine Art Rahm; in engen Gefässen verdichten sie sich zu Flocken, die überall in der Flüssigkeit umherschweben.

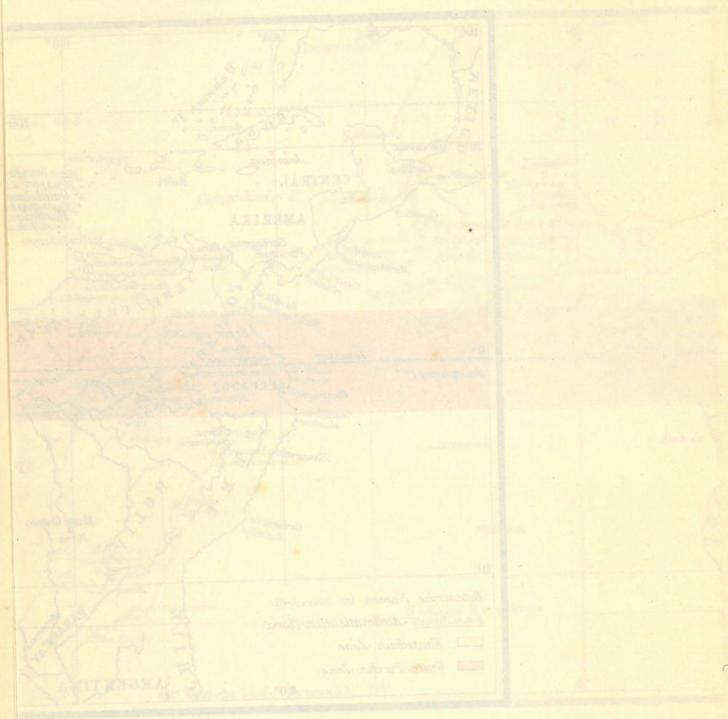
Die Eigenschaften des Latex können folgendermassen zusammengefasst werden: Er hat die Dichtigkeit von Rahm, riecht ein wenig nach Bernstein, mischt sich mit Wasser, aber nicht mit Naphta, noch mit einer anderen, das Kautschuk auflösenden Substanz. Sein spezifisches Gewicht schwankt zwischen 1,02 und 1,41, während dasjenige des Kautschuk 0,930 beträgt. Sein Gehalt an reinem Gummi ist sehr verschieden; der mustergültigste Latex, der von Para (Brasilien), setzt sich zusammen aus:

*) 1 Mikromillimeter = $\frac{1}{1000}$ Millimeter.



ÖSTLICHE VERBREITUNG DER KAUTSCHUK UND GUTTA-PERCHA LIEFERNDEN PFLANZEN.

Reinem Kautschuk	32
Albumin und mineralischen Bestandteilen	12
Wasser	50



Im gemässigten Klima kommen eine grosse Anzahl von Gewächsen mit milchigem Saft vor; doch enthält dieser Saft entweder gar kein Kautschuk oder doch eine so geringe Menge, dass sich eine industrielle Ausbeutung nicht lohnen würde. Es ist deshalb grundsätzlich anzunehmen, dass die Nessel-, Mohn-, Lattich- und Feigenarten unserer Länder nicht als Gummipflanzen angesehen werden können, und dass sie in industrieller Hinsicht in Bezug auf die Kautschukgewinnung nicht in Betracht kommen.

Nur die tropischen und intertropischen Länder, etwa zwischen dem dreissigsten Grad nördlicher und dem dreissigsten Grad südlicher Breite, oder etwas enger begrenzt ausgedrückt zwischen den beiden Wendekreisen, liefern Gewächse, die für den hier besprochenen Zweck wertvoll sind. Dort aber zieht sich, parallel mit dem Aequator, rund um die Erde ein fast 800 km breiter Gürtel, der alle Vorbedingungen erfüllt, um Kautschukpflanzen, wie die Industrie sie fordert, hervorbringen zu können. Das Klima ist hier warm und feucht; die Temperatur schwankt zwischen 26 und 42° C. und der Durchschnitt des jährlichen Regens beträgt 2,09 m. Die Kautschukpflanzen, die unter diesen Himmelsstrichen wachsen, sind sehr verschiedener Art und gehören verschiedenen botanischen Familien an, die hauptsächlichsten den Euphorbiaceen, den Artocarpeen, den Apocynaceen und den Asclepiadeen. Aber selbst hier muss man noch Unterschiede zwischen den verschiedenen Arten dieser Familien machen, sowohl in Bezug auf die Quantität als auf die Qualität des von ihnen gelieferten Kautschuks.

In welcher Weise die produzierenden Pflanzen die Reichhaltigkeit des Kautschukmarktes bestimmen, welche Umstände auf die Latexproduktion einwirken und wodurch die grössere oder geringere Güte des Kautschuk veranlasst wird, wird später eingehend erläutert werden. Hier sollen zunächst die Latex erzeugenden Pflanzen aufgezählt und botanisch beschrieben werden. Die beigegebene Tabelle gibt eine übersichtliche Zusammenstellung der bis heute bekannten Kautschukgewächse, während die geographische Karte die Verbreitung der einzelnen Arten zeigt; in dieser ist durch Schraffierung auch die Gutta-Percha-Zone ersichtlich.

Die Kautschukpflanzen lassen sich in folgende vier Familien unterbringen:

1. Die Euphorbiaceen.
Heveen, Mikranda, Manihots, Euphorbia.

- 2. Die Ulmaceen, eine Gattung der Artocarpeen.
Mehrere Arten von Castilloa, Ficus, Artocarpus und Cecropia.
- 3. Die Apocynaceen.
Vaheen, Landolphien, Urceolen, Dijera, Hancornien, Cameraria, Parameria, Leuconotis, Artodendron, Alstonia und Chonemorpha.
- 4. Die Asclepiadeen.
Callotropis, Cynanchum und Periploca.

Euphorbiaceen.

Die *Hevea* ist eine Art der Euphorbiaceen, die zur Klasse der Jatrophen gehört. Die Blüten sind zweihäusig und blattlos, der Kelch fünfteilig und manchmal an der Spitze leicht gewunden. Bei der weiblichen Blüte ist der Fruchtknoten meistens von Drüsen umgeben, die bald getrennt, bald zusammengewachsen sind. Er besteht aus drei Fächern, auf denen ein Griffel steht, der die Form einer sehr kurzen Säule hat und in fleischigen, genarbtten, zweiteiligen Läppchen endet. Die Frucht, die nach Aublet essbar wäre, ist eine Kapsel mit drei Samengehäusen, deren jedes in zwei Schalen aufspringt. Der äussere Teil der Frucht ist vor der Reife fleischig und lässt sich leicht von dem inneren Teil lösen. Die Heveen sind grosse Bäume, die sehr viel Milchsaft enthalten. Ihre Blätter stehen wechselseitig, sind lang gestielt, gefingert; drei festsitzende oder ebenfalls gestielte Kelchblättchen mit Drüsen am Grunde. Die Blüten bilden Trauben, die aus gipfelständigen Afterdolden zusammengesetzt sind. Die mittlere Blüte einer jeden Afterdolden ist gewöhnlich weiblich. Der Baum pflanzt sich sehr leicht fort: die Kapsel, die die Samenkörner enthält, springt mit einem Knall, der an das Platzen einer Rakete erinnert, auf, und der Same wird auf 15 selbst auf 20 m in der Runde verstreut. Die Fortpflanzung bleibt dem Zufall überlassen.

Mit Unrecht hat man bis in die jüngste Zeit die *Hevea Guyanensis* (Linnée nennt sie *Jatropha elastica*, Schreber *Siphonia elastica*), als den eigentlichen, von den Indianern Brasiliens *Seringa* oder *Cahuchu* genannten Kautschukbaum bezeichnet. Die *Hevea Guyanensis* ist zwar der von La Condamine und Fresneau beschriebene Baum, aber er liefert nur wenig Latex, das zudem nicht viel und nicht einmal sehr gutes Gummi enthält.

Die *Hevea*, die das meiste und beste Kautschuk liefert, ist die *Hevea Brasiliensis* (Müller von Aargau) oder *Siphonia Brasiliensis* (H. B. K.).

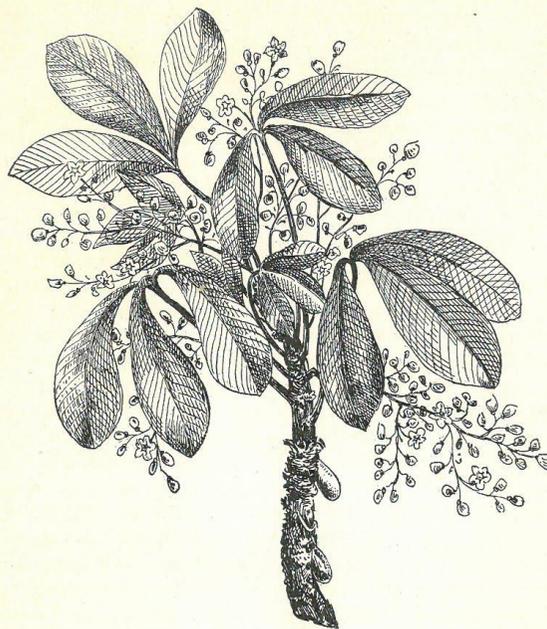


Fig. 1.
Zweig der *Hevea Brasiliensis*.

Die *Micranda* (Benth.), ebenfalls eine zur Klasse der Jatrophen gehörige baumartige Euphorbiacee mit einhäusigen Blüten, deren Blumenblätter dachziegelförmig oder schalenartig sind. Der Fruchtknoten ist dreiteilig; die Frucht öffnet sich spät oder überhaupt kaum. Es gibt drei oder vier Arten mit wechselweise stehenden Blättern. Heimisch in Brasilien.

Die *Manihots* (Plum-Adams) sind eine Abart der Jatrophen. Es gibt etwa 75 in Amerika heimische Arten, Kräuter und Sträucher, mit wechselweise stehenden, gefingerten, lappigen oder geteilten Blättern. Die Wurzel ist bauchig, reich an Stärkemehl und in den Tropen ein wichtiges Nahrungsmittel.

Die *Manihot Glazowii* oder *leitera* liefert das im Handel als *Ceara scraps* bekannte, von den Eingeborenen *Manisoba* genannte Gummi. Sie

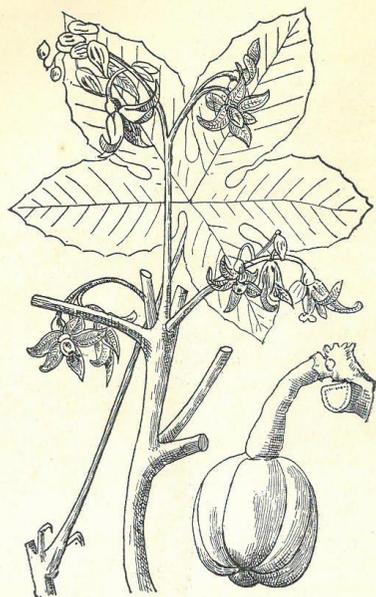


Fig. 2.
Manihot Glazowii. Junger Zweig ($\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse). Halbreife Frucht (natürliche Grösse).

wächst auf trockenem, felsigem Boden im Gebirge, während die Hevea in feuchten Niederungen gedeiht und thonige Erde verlangt.

Die Euphorbien besitzen einen scharfen, ätzenden, Brechen erregenden und Blasen ziehenden Saft. Bis jetzt wurden sie wenig verwendet. Doch ist wohl anzunehmen, dass eine energischere Ausbeutung ihres Gummigehaltes bevorsteht.

Ulmaceen.

Die *Castilloa*, eine Art der Ulmaceen, aus der Familie der Artocarpeen. Sie hat einhäusige Blüten, die auf fast flachen oder nierenförmigen Köpfchen stehen und von zahlreichen, dachziegelförmigen Nebenblättern umgeben sind. Die männlichen Blüten haben keine Blütendecke, sondern sind nur aus Staubgefässen zusammengesetzt. Die weiblichen



Fig. 3.

Blüten, die viele Samenbehälter auf einem gemeinsamen Fruchtboden zeigen, haben einen vierteiligen Kelch und einen Fruchtknoten, der von einem cylinderförmigen Griffel überragt wird. Nach oben verzweigt sich der Griffel in zwei genarbte, bald gerade, bald gewundene, bald pfriemenförmige Fäden. Die *Castilloa* liefert eine bei der Reife fast trockene Steinfrucht, die unten mit dem Kelch verwachsen ist und ein Samenkorn ohne Keimhülle enthält. Der Baum ist gewöhnlich behaart und hat zweireihige, ungleich geformte Blätter, die am Grunde von zusammengewachsenen Afterblättern umgeben sind.

Die *Ficus* gehört zur Familie der Ulmaceen

und zur Klasse der Artocarpeen. Sie ist daran kenntlich, dass ihre eingeschlechtigen Blüten in dem kugel- oder birnförmigen Fruchtboden eingeschlossen sind. Männliche und weibliche Blüten stehen manchmal in demselben Blütenträger, die männlichen zu oberst, die weiblichen zu unterst; gewöhnlich jedoch steht jedes Geschlecht in einem besonderen Blütenträger. Die einzelne Blüte ist äusserst klein und einfach gebildet; sie besitzt einen dünnhäutigen, trichterförmigen, aus zwei bis sechs Blättchen bestehenden Kelch, der entweder drei Staubgefässe oder einen Fruchtknoten mit einem Griffel birgt. Nach dem Verblühen schwillt die Wand des Blütenträgers fleischig an, wobei sich in ihr oft Zucker bildet. Aus dem Fruchtknoten entsteht ein kleines, einsamiges Nüsschen. Die *Ficus*arten umfassen sowohl grosse Bäume als auch Sträucher und Kletterpflanzen (Lianen). Die Blätter sind gewöhnlich wechselständig,

seltener gegenständig und zeigen selbst in ein und derselben Art verschiedene Formen. Sie sind entweder ganzrandig oder handförmig gelappt, rauh oder kahl. Am Ende der Zweige befindet sich eine spitze, grüne Knospe, die aus einem oder mehreren zusammengerollten Neben-



Fig. 4.
Zweig der *Ficus elastica*.

blättern besteht, unter denen die eigentlichen Blätter liegen. Die Blütenträger wachsen einzeln oder büschelweise unmittelbar aus den Zweigen oder aus den Blattachseln hervor, seltener bilden sie Aehren oder gipfelständige Trauben. Die Gattung der *Ficus* ist äusserst zahlreich; man kennt mehr als 600 Arten, die in der tropischen und warmen gemässigten Zone heimisch sind. Am meisten verbreitet sind sie im indischen Archipel und auf den Inseln des stillen Ozeans. Während die *Castilloa* der Kautschukbaum von Mexiko und Mittelamerika ist, ist die *Ficus* der Gummibaum von Ostasien und Australien. In Afrika und Amerika findet sie sich nur selten.

Von den *Ficus*arten ist die *Ficus elastica*, der Gummibaum, in Europa als Treibhaus-, Zimmer- und Gartenpflanze ausserordentlich

verbreitet. Sie braucht, um in unserem Klima fortzukommen, eine mässig warme Luft und kann selbst einen Teil des Jahres im Freien stehen; beim ersten Frost nimmt man sie herein. Als Topfpflanze hält sie sich ebenfalls, besser jedoch in der freien Erde. Die Vervielfältigung ist leicht. Man lässt einige Triebe auswachsen, bis sie 4 bis 5 Blätter haben und benutzt diese im Frühjahr als Stecklinge, indem man sie in eine Flasche mit Wasser steckt, worauf sich aus der Schnittfläche kleine, weisse Wurzeln entwickeln. Ein leichter, aus Laub- und Haideerde gemischter Boden ist dem Gummibaum am zuträglichsten.

Die *Artocarpus* (Brotfruchtbaum) ist ein Baum aus der Familie der Ulmaceen. Nach ihr wird von manchen Botanikern eine Unterfamilie als *Artocarpeen* bezeichnet. Die Blüten sind einhäusig. Die männlichen haben einen 2 bis 4teiligen, mehr oder weniger tiefen, dachziegelförmigen

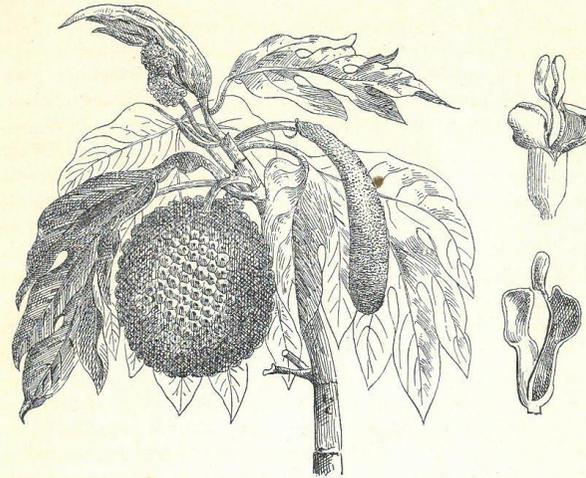


Fig. 5.
Artocarpus Port.



Fig. 6.
Artocarpus incisa, Blüten und Früchte tragend.
Kelch und nur einen Staubfaden, die weiblichen einen hohlen, röhrigen Fruchtboden, der aus dem gemeinsamen Fruchtboden des Blütenstandes

herauswächst. Die weiblichen Blüten sitzen an einem aus einer zweiklappigen Scheide hervorkommenden Kolben. Durch gegenseitige Verwachsung der nach dem Verblühen fleischig werdenden Hüllen der weiblichen Blüten entsteht aus dem ganzen Kolben ein gemeinsamer Fruchtkörper von mehligter Beschaffenheit und runder oder länglicher Gestalt. Man kennt in Asien und Australien etwa 20 Arten. Es sind Bäume mit milchigem Saft, weichem Holz und abwechselnd stehenden, handförmig oder buchtig eingeschnittenen, selten ganzen Blättern. Am Blattansatz befinden sich zwei zu einer breiten Scheide zusammengewachsene Nebenblätter, die einen neuen Zweig umschliessen und nach ihrem Abfall eine Narbe zurücklassen.

Der Latex des Brotfruchtbaumes ist klebrig und wird von den Eingeborenen zur Herstellung von Vogelleim verwandt. Doch ist besonders die Frucht für die Südseeinsulaner als Nahrungsmittel von grosser Bedeutung. Der Baum erreicht eine Höhe von 15 bis 20 m.

Cecropia (Loefl.), eine Art der Ulmaceen, die zu den Conocephaleen gehört. Die Blüten stehen in sehr dichten Aehren. Der Kelch der männlichen Blüte hat an der Spitze zwei kleine Oeffnungen, zwei Staubgefässe, kurze, fadenförmige Staubfäden und einen zweifächerigen Staubbeutel. Der Kelch der weiblichen Blüten ist röhrenförmig, oben etwas dicker. Der Fruchtknoten ist einfächerig, an der Spitze befindet sich eine kopfförmige Narbe. Die *Cecropia* bringt vom Kelch umhüllte Achenen hervor. Die knotigen Zweige sind in dem Raume zwischen den Knoten hohl. Die Blätter sind wechselständig und handförmig gelappt. Heimisch in Mittel- und Südamerika.

Apocynaceen.

Vahea, eine Gattung der Apocynaceen, die etwa zwanzig in Mittelfrika und Madagaskar vorkommende Lianen umfasst. Die Blüten stehen

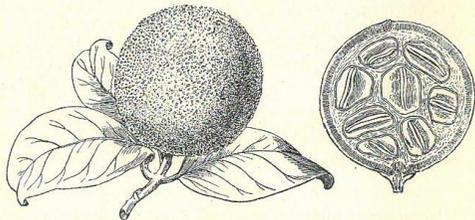


Fig. 7.
Vahea. Ganze Frucht und Durchschnitt der Frucht.

in Trugdolden; die Blumenkrone mit trichterförmiger Röhre, in die die Staubgefässe eingeschlossen sind. Die Frucht ist eine grosse Beere mit acht eckigen Samenkörnern, deren Keimhüllen hart sind.

Landolphia (Pal. Beauv). Man betrachtet diese Liane gewöhnlich als eine Abart der *Vahea*. M. Radelkoffer will die beiden Gattungen jedoch getrennt wissen.



Fig. 8.
Zweig der *Landolphia owariensis*.

Die *Urceolen*, eine Gattung der Apocynaceen-Nericeen, umfassen sechs im malayischen Archipel heimische Lianen, die sich in der Gruppe der Ecdysanthereen durch ihre drüsenlosen Kelchblumen auszeichnen. Die Blumenkrone ist meist büschelig, oft leicht gewunden. Zwischen Krone und Fruchtknoten befindet sich ein ganzer oder fünfteiliger Wulst.

Die *Hancornien* sind Apocynaceen mit fünfteiligem Kelch; sie haben keine Drüsen. Die Blumenkrone ist tellerförmig mit enger, innen wolliger Röhre. Fünf in die Kronenröhre eingeschlossene Staubgefässe; Clouth, Gummi und Gutta-Percha.

lange, dünne Staubfäden; kein Honigbehälter. Der spindelförmige, glatte Fruchtknoten wird durch eine dicke, fleischige Scheidewand in zwei Zellen geteilt, in die auf beiden Seiten zahlreiche kleine Eier eingedrückt sind. Die Frucht ist eine runde oder birnförmige, fleischige und milchhaltige Beere; sie enthält zahlreiche Samenkörner, die im Fleisch der Frucht liegen und mit einer harten Keimhülle versehen sind. Die Hancornien sind kleine, Milchsaft-enthaltende Bäume, mit ganzrandigen, gegenständigen, kurzgestielten Blättern und wohlriechenden Blüten. Die Frucht der *Hancornia speciosa* (Gom.) und der *Hancornia pubescens* (Nees. und Mart.) sind unter dem Namen Mangaba bekannt und werden von den Eingeborenen sehr geschätzt.

Cameraria (Müller), eine Art der Apocynaceen aus der Klasse der Plumericeen. Die Blüten haben keinen Wulst, die Staubbeutel der Staubgefäße werden von einem langen Faden überragt. Der Fruchtknoten ist zweifächerig und vielsamig, die Frucht eine harte, doppelte Flügelfrucht. Die Camerarien sind glattrindige Sträucher mit gipfelständigen Blättern und in gipfelständige Trugdolden gruppierten Blüten. Heimisch auf den Antillen.

Die *C. lucida* und *latifolia* (Jack.) liefern Kautschuk.

Parameria (Benth.), eine Art der Apocynaceen-Nericeen und den Eodysanthereen verwandt, zeichnen sich aus durch einen Kelch, der innen mehrere Drüsen enthält, durch eine fünfteilige Blumenkrone und durch langgestreckte Früchte, die an der Stelle, wo sich die Samen befinden, bauchig anschwellen. Zu ihr gehören zwei oder drei in Asien und im tropischen Ozeanien heimische Lianen. Die in Cambodge vorkommende *P. Pierrei* liefert vorzügliches Kautschuk.

Leuconotis (Jack.), eine Art der Apocynaceen-Carisseen. Hierzu gehören zwei Milchsaft enthaltende Sträucher, die im malayischen Archipel vorkommen; der Fruchtknoten ist zweifächerig, die Frucht fleischig, die Samen haben keine Keimhüllen.

Alstonia (C.). Die Blüten sind zwitterig und regelmässig, der Kelch ist fünfteilig, die Krone tellerförmig, in der Knospenlage gedreht; fünf eingeschlossene Staubgefäße. Die Frucht besteht aus zwei langen, schmalen Kapseln, die eine grosse Menge platter Samen einschliessen; letztere sind mit haarigen Samenhäutchen umgeben. Die Alstonien sind schöne, im tropischen Asien und in Australien heimische Bäume mit gegenständigen Blättern. Die Blüten bilden zusammengesetzte Blütentrauben. Der Latex ist sehr bitter.

Chonemorpha (G.), eine Pflanze aus der Gattung der Apocynaceen, aus der Unterabteilung der Euechitideen. Der Kelch ist eine kurze, fünfspaltige Röhre, innen mit einem drüsigen Wulst versehen. Die

Blumenkrone ist trichterförmig. Die Staubgefäße sind eingeschlossen, die Staubfäden breit und sehr kurz. Der Fruchtknoten ist zweifächerig und mit einem dicken Wulst umgeben. Die Frucht, die wie eine haarige Krone aussieht, besteht aus zwei dreieckigen Kapseln mit zahlreichen, an den Enden schnabelförmig zugespitzten Samen. Die Chonemorpheen sind rebenartige Kletterpflanzen, mit gegenständigen, breiten, gefiederten Blättern und schönen, grossen, weissen Blumen, die in Dolden stehen. Man kennt zwei oder drei in Ostindien und im malayischen Archipel heimische Arten.

Asclepiadeen.

Cynanchum (L.), Pflanze aus der Familie der Asclepiadeen und der Gattung der Cynancheen, zeichnet sich aus durch einen fünfteiligen, innen mit 5 bis 10 Drüsen versehenen Kelch, eine radförmige Blumenkrone mit fünfklappigem Saum und einer zehnlappigen Nebenkronen. Die Staubgefäße sind in die Blumenkrone eingeschlossen, die Staubfäden zu einer sehr kurzen Röhre zusammengewachsen, das Samenhäutchen des Staubbeutels ist einwärts gebogen. Gedoppelte, glatte Balgfrüchte voll geschwänzter Samen. Es sind Kletterpflanzen mit gegenständigen, meist herzförmigen Blättern und kleinen, in Doldentrauben stehenden, zwischen den Blattstielen hervorkommenden Blüten.

Periploca Graeca (L.), eine Art der Asclepiadeen, mit körnigem Samenstaub, der an einem sich nach oben verbreiternden Behälter sitzt. Die Blumenkrone ist radförmig, gedreht und hat eine Nebenkronen mit kurzen, breiten Blättern. Es sind oft blattlose Kletterpflanzen, die Milchsaft enthalten.

Calotropis procera (R. Br.), eine Asclepiadee mit gegenständigen, kreuzweise stehenden, umgekehrt eiförmigen Blättern, die oben glatt, unten mit weissen, wolligen Haaren bedeckt sind. Die Blüten stehen in zusammengesetzten Dolden, der Blumenstengel ist haarig, die Blumenkrone glockenförmig mit fünfteiligem Rand und sitzt in einer eckigen Röhre. Die Staubfäden sind zusammengewachsen. Es sind sehr schöne, grosse Blüten von rosen- und purpurroter Farbe. Kurze, spitz zulaufende Balgfrüchte mit haarigen Samen.

Schematische Uebersicht der

Arten	Spielarten	Synonyma	Lokale Namen	Botaniker
I. Euphor-				
Hevea	Hevea Guyanensis	Siphonia elastica Jatropha elastica	Xirringa Hévé Cahuchu	Aublet, Linné, Schreber Pers, Willd, Richard, Gmelin, Fuss.
	Hevea Spruceana	Siphonia spruceana		Müller von Aargau, Benth.
	Hevea Lutea	„ lutea „ apiculata	Long leaved Xir. Short leaved Xir.	Müller v. Aarg. u. Spruce.
	Hevea Brasiliensis	Siphonoides bras. und Siph. kuntiana		Müller v. Aarg. Mark u. Benth. Kunt. Willd.
	Hevea Rigidifolia	Siphonia rigidifolia		Müller v. A.
	Hevea Brevifolia			Müller v. Aarg.

Kautschuk (Gummi) liefernden Pflanzen.

Vorkommen				Bemerkungen
Amerika	Afrika	Asien	Australien	
biaceen.				
Brasilien (Amazon) Rio Negro. Franz. Engl. Guyana. Peru. Ost-Ecuador. Bolivien, Venezuela.				Akklimatisiert auf Réunion, Ceylon, in Britisch-Indien, Cochinchina, Tonkin, Anam. Stamm 50 bis 60 Fuss hoch, 2 bis 2 1/2 Fuss Durchmesser; dünne, graue Rinde, weisses, leichtes Holz.
	Para. Tapajos-Mündung.			Stamm kleiner als bei der Hevea brasiliensis.
Brasilien (Rio negro, Cassiquari).				Stamm 70 Fuss; weniger Latex als bei der H. br. Diese drei Arten sind wenig verschieden. Der Latex der H. lutea macht schwarze Flecken, die sich aus Leinwand nicht entfernen lassen. Sehr elastisch und kräftig.
	Brasilien. Para. Venezuela.			Stamm 60 Fuss hoch. Liefert den meisten Latex und das beste Kautschuk. Sehr viel Milchsaft. Höhe 30 Fuss.
	Columbia. Rio Nanpes.			Schlank aufgeschlossener, dünner Stamm, dünne glatte Rinde; stark duftende, gelbe Blüten. Liefert weniger Latex. Nach Dr. Spruce erreicht der Stamm bei San Carlo eine Höhe von 100 Fuss.
Brasilien (Rio Negro. Cassiquari).				Stamm 25 Fuss hoch; horizontale, sich weit ausdehnende Zweige. Wenig Latex. Kautschuk nicht sehr elastisch.

Arten	Spielarten	Synonyma	Lokale Namen	Botaniker
	Hevea Discolor	Siphonia discolor. (Miranda ternata)	Xirringa de gassó	Müller v. Aarg. u. Benth.
	Hevea Membracena			Müller v. Aarg.
	Hevea Paucifolia	Siph. paucifolia		Spruc., Benth., Müller v. Aarg.
	Hevea Benthamina			Müller v. Aarg.
	Hevea Caoutcha		Para blanc, Virgin Sheets	Gmelin, E. Carrey
Miranda	Micr. major „ siphonoider „ minor			Benth „ „
Manihot (Maniok)	Manihotglazowii		Manisoba, Leitera	John Smith
	Sapium biglandulosum		Lechero	Müll. v. Aarg.
Euphorbia	Euph. rhipsaloides			Welwitsch
II. Ulmaceen				
Castilloa	Cast. elastica		Ulebaum, Ulequahil, Hule Jebe, Tassa	Cervantès
	„ markhamiana		Ulé-Ulé	Coll.
Artocarpus	Artocarpus integrifolia		Brotbaum	Roxburg

Vorkommen				Bemerkungen
Amerika	Afrika	Asien	Australien	
Ober - Amazon., Rio Negro, Rio Naupes				Mächtiger Stamm, 40 bis 50 Fuss. Sehr viel Milchsaft. Akklimatisiert an der Küste von Gabon und in Congo, Ceylon etc.
Columbien, Ob-Amazon., Rio Naupes				
Engl. Guyana, Columbien, Rio Naupes (gebirgige Teile)				
O. Amazonenstr. (Brasilien), Rio Naupes				
Brasilien (Matto Grosso)				
Brasilien (Amaz.)				
„				
„				
Ceara				
Venezuela (Aragua-Thal)				
	Angola			
(Artocarpeen).				
Mexiko, Columbien, Equador, ganz Mittel-Amerika. Antillen, Martinique				Stamm von 6 bis 8 Fuss im Umfang, glatte Rinde; Zweige und Blätter wechselständig. Die Blätter auf beiden Seiten behaart. Akklimatisiert auf Martinique, wo der Stamm 5 bis 6 Fuss Umfang erreicht.
Panama, Columbien, Costa Rica				
		Assam, Birma		

Arten	Spielarten	Synonyma	Lokale Namen	Botaniker
	Artocarpus elastica		Benda, Buda Truup	Herb. Rudt Blum
Cecropia (Moreen)	Cecropia peltata Surinamensis Adenpus			Meyer Mart.
Ficus (Moreen)	Ficus indica		Kasmeer, Banyan	L. Roxburg
	„ elastica		Karet, Karet-Ta-pok, Pohon-Karet, Kohlet	L. Roxb., Blume, Kurz
	„ primoides		Bannut-Kalodja	L. Roxburg
	„ religiosa			L. Willd., Roxburg, Linné, Blum
	„ altissima			Blum
	„ lacifera		Hyoung-Pen	Miq., Roxburg
	„ obtusifolia		Hyoung-Hyap	Rob.
	„ glomerata			Willd.
	„ oppositifolia			Willd.
	„ macrophylla			Desf., Roxburg
	„ rubiginosa			Desf., Roxburg
	„ annulata			Blum, Kurz
	„ gameleira			
	„ subcalerata			
	„ nymphaefolia			L.
	„ radula			Willd.

Vorkommen				Bemerkungen
Amerika	Afrika	Asien	Australien	
		Sumatra, Java		
Rio Negro Holl. Guyana				
		Bengalen, Assam, Birma, Singapor, Siam, Malacca, Philippinen		
		Bengalen, Prinz-Wales-Insel, Malacca, Cochinchina, Anam, Tonkin, Java		Bei uns Garten- und Topfpflanze; eingeführt aus Indien (Botanischer Garten in Calcutta).
		Bengalen, Java		
		Sumatra, Java		Auf Kalk- und Felsboden; grosse Verschiedenartigkeit.
		Assam, Pegu, Siam, Chittagong, Siam, Malacca, Britisch. Indien		
		Java, Sumatra, Indisch. Archipel	Australien	
		Java, Sumatra, Indisch Archipel		
		Pegu, Siam, Malacca		
Venezuela Venezuela	West-Afrika			

Arten	Spielarten	Synonyma	Lokale Namen	Botaniker
Landolphia	L. owariensis	Pocderia owariensis	Licomgue	Palais cou. de Beauvais, J. Collins, Spreng, Dr. Welwitsch
	Land. hendelotti		N'dambo	D. C.
	„ florida	Niger flora	Rituti, Aboh	Bentham, Welwitsch
	„ kirkii		Maire, M'tiri	Kirk
	„ petersiana		Mtolia, Matatubousu	
	„ mannii „ wassonita			
Willughbeia	Willughbeia edulis		Luti, Am. Scandent Mango	Roxburg, Kurz
	Will. turbidgei	Martabianca		Wall.
	„ treacheri	Javanica		Blum
	„ firma	Corvacia		Blume, Wall.
Urceola	Urc. elastica	Elastic Gumwine	Guttah, Gettha, Giétan, Gutta, Susu	James Howinson, Roxburg, Spreng
	„ esculenta	Chavanesia esc.		Benth
Dijera	Dijera edulis	Cortulata		John Hooker
	„ lerii			

Vorkommen				Bemerkungen
Amerika	Afrika	Asien	Australien	
	Owar, Benin, Sierra Leona, Liberia, Sklavenküste, Gabon, Congo, Angola			Die Landolphien liefern alle mehr oder weniger gutes zum Teil sogar vorzügliches Gummi.
	Franz. Sudan, Port. Guinea, Senegal, Ostafrika			
	Angola, Mittel- und Ostafrika, Liberia			
	Zambesi, Zanguebar, Ostafrika			
	Ostafrika, Franz. Guinea			
	Ostafrika			
	„			
	Madagaskar, St. Moritz	Ind. Archipel, Birma, Bengalen, Chittagong, Silhet, Java	Australien (acclimatisiert)	
		Ind. Archipel, Chittagong, Martaban	Australien	
		Ind. Archipel, Java	Australien	
		Singapor, Sumatra		
		Ind. Archipel, Borneo	Australien	
		Ind. Archipel, Tenasserim, Siam, Malacca	Australien	
		Malacca, Sumatra, Borneo, Molukken, Philippinen		
		Borneo		

Da bei den verschiedenen Familien der Gummigewächse das System der Milchgefässe nicht ein übereinstimmend gleiches ist, so folgen hier einige Angaben darüber, die im wesentlichen einer botanischen Abhandlung von Sachs (Paris 1874) entnommen sind.

Das Milchgefässsystem der Urticeen, das bei den Ficusarten besonders entwickelt ist, läuft in der Rinde in der unmittelbaren Nähe der Bastfasern. Bei den Ficus findet man auch im Mark Gummigänge, doch sind diese weder so zahlreich und stark ausgeprägt wie bei den Mohngewächsen, noch so regelmässig in engmaschige Netze verästelt wie bei den Chicoraceen. In dem Raume zwischen den Knoten der Stengel erscheinen die Milchgefässe als lange, ununterbrochene, cylinderförmige Röhren, die nur selten eine Ader seitwärts schicken und sich nur hin und wieder mit den benachbarten Röhren verbinden. In den Knoten und in den Blättern dagegen sind sie vielfach, oft netzartig verzweigt und haben kleine, feine Verlängerungen, die wie Sackgassen enden. Bei mehreren Ficusarten reichen die Gummigänge bis dicht unter die Oberhaut der Blätter.

Die Milchgefässe der Euphorbiaceen gleichen den eben beschriebenen darin, dass sie sich ebenso verzweigen und sich im Parenchym überall hin verbreiten, jedoch sind die Scheidewände zwischen den Röhren dicker und der Querschnitt gleicht dem der Bastfasern. Sie erreichen ihre grösste Entwicklung in der Nähe der Bastgefässbündel, die sie manchmal sogar vollständig ersetzen; von hier aus ziehen sich die Adern in die Rinde und in das Mark und bilden besonders in den Knoten der Stengel und in den Blättern zahlreiche Verzweigungen.

Die Milchgefässe der Asclepiadeen und Apocynaceen gleichen noch mehr den Bastfasern; wie bei diesen sind ihre Scheidewände dick und charakteristisch gestreift. Manchmal ersetzen sie die Bastfasern, manchmal sind sie mit ihnen in einem Bastgefässbündel vereinigt, manchmal liegen sie von aussen um ein solches herum. Durch das Vorhandensein des Milchsaftes zeigt sich also die Verwandtschaft dieser verwandelten Bastfasern mit den wirklichen Milchgefässen; je milchreicher ihr Inhalt wird, desto dünner wird ihre Scheidewand. Ausser diesen einfachen Fasergefässen finden sich auch vielverzweigte Röhren, besonders in den Knoten, im Mark und in der Rinde.

Es ist begreiflich, dass die Menge des Milchsaftes nicht nur bei den verschiedenen Arten verschieden ist, sondern auch vom Alter der Pflanzen, der Beschaffenheit des Bodens, der Jahreszeit und selbst vom Zeitpunkte der Ernte abhängt. Ebenso selbstverständlich ist es, dass die Güte des Milchsaftes und folglich das Kautschuk von der Art abhängt, wie der Latex gewonnen, und wie die Gummikügelchen von der Flüssigkeit geschieden werden.

Während die *Hevea brasiliensis* erst nach einem Wachstum von 15 bis 20 Jahren ausgebeutet werden kann, und erst mit 25 Jahren die Höhe ihrer Ergiebigkeit erreicht, die sie allerdings bis zu einem Alter von 100 Jahren bewahrt, wird die *Manihot* schon mit 10, die *Urceola* sogar mit 5 Jahren ertragfähig. Das Klima hat dabei sowohl in Bezug auf Qualität als auf Quantität des Saftes einen bedeutenden Einfluss. Im allgemeinen kann man sagen, dass die Ausbeutung nur in der tropischen Zone, das heisst da, wo die Temperatur zwischen $+20^{\circ}$ C. und $+42^{\circ}$ C. schwankt, einträglich ist. In der gemässigten Zone, zwischen dem 30. Grad nördlicher und dem 30. Grad südlicher Breite, kommen grosse Verschiedenheiten vor, so dass beispielsweise eine Pflanze, die in Brasilien üppig gedeiht, sich in Indien nicht akklimatisieren lässt. Nach diesen klimatischen Verhältnissen ordnen sich demnach die hauptsächlichsten Kautschukpflanzen in folgende geographische Gruppen:

Süd-Amerika (Ebene)	Heveen.
	Micranden.
„ (Gebirge)	Manihots.
	Hancornien.
Mittelamerika	Castilloen.
Westafrika	Landolphien.
	Vaheen, Callotropis.
Ost- und Mittelfrika	Vaheen.
	Landolphien.
Indien	Ficus.
	Willughbeia, Cynanchum.
	Cameraria, Chavanesia.
Australien	Ficus, Urceola.

Lange Zeit hat man angenommen, dass die Kautschukgewächse feuchtes, der tropischen Sonne ausgesetztes Erdreich erforderten. Das ist in Wirklichkeit jedoch nur bei den brasilianischen Heveen der Fall. Die Hancornien finden in den Sandstrecken von Pernambuko, Maranhao und Bahia, die Manihots auf den steilen Granitfelsen von Ceara ihr Fortkommen. Die letztgenannten Pflanzen widerstehen sogar ausser-

Clouth, Gummi und Gutta-Percha.

ordentlicher Trockenheit; während ringsum alles von dem Glutwind zerstört wird, entfalten sie sich und liefern ausgiebig Milchsaff. Allerdings gedeihen die Kautschukgewächse am üppigsten dort, wo der Boden Ueberschwemmungen oder regelmässigen Regenperioden ausgesetzt ist. Bei grosser Feuchtigkeit ist der Milchsaff wässerig und wenig gummihaltig, bei Trockenheit dagegen ist der Gehalt an Gummi grösser, doch ist weniger Milchsaff vorhanden, und die Ernte ist schwieriger. Der Kautschukgehalt des Latex schwankt zwischen 15 Prozent und 40 Prozent. Unter 15 Prozent ist eine Ausbeutung der Pflanzen nicht mehr lohnend.

Der Gedanke, so wichtige Industriepflanzen wie die Kautschukgewächse es geworden, auch in anderen als in den ursprünglichen Ländern einzubürgern, lag nahe. Die Engländer haben in dieser Beziehung die ersten, wie es scheint erfolgreichen Versuche gemacht, indem sie in ihren asiatischen Kolonien die dem dortigen Boden und Klima angemessensten Arten zu akklimatisieren unternahmen. Sie wurden in ihrem Plan, Indien zum hauptsächlichsten, kautschukerzeugenden Lande zu machen, um so mehr ermutigt, als mehrere Gründe von vornherein für das Gelingen dieses Unternehmens sprachen. Am Amazonenstrom wurde die Kautschukproduktion auf eine so wenig rationelle Art ausgeübt, dass die meisten Bäume darüber zu Grunde gingen und der Seringueiro immer mehr in die entferntesten Urwälder gedrängt wurde. Ausserdem war das Gummi in Brasilien mit einem Zoll belegt worden, der 20 bis 22 Prozent seines Wertes betrug. Zu alledem hatte sich in Liverpool ein Konsortium gebildet, das den Kautschukmarkt vollständig an sich zu reissen suchte, wodurch eine nochmalige und vielleicht noch grössere Preiserhöhung einzutreten drohte. Solche Verhältnisse mussten die Aufmerksamkeit einer Regierung, der die Interessen von Handel und Industrie am Herzen lagen, auf sich ziehen. Allerdings war die Konkurrenz in Erwägung zu ziehen, die der kostspieligen, rationellen Kultur in Indien in dem fast kostenlosen Ertrage der brasilianischen Urwälder gegenüber stand. Doch war auch zu berücksichtigen, dass es, um an jene natürlichen Produktionsstätten zu gelangen, einer oft mehrwöchentlichen, beschwerlichen Reise bedurfte, und dass die Kosten des Transportes und des Aufenthaltes, endlich der Umstand, dass diese Art der Gewinnung während der Regenperiode brach liegen musste, das Material unverhältnismässig verteuern würde. Bei der Kultur des Chinabaumes hatte die englische Regierung ein in dieser Beziehung lehrreiches Beispiel gehabt. Deshalb ging sie mit Nachdruck an die Ausführung ihres Vorhabens.

Der erste Versuch einer geschlossenen Anpflanzung wurde im Jahre 1860 mit der inländischen *Ficus indica* gemacht. Die *Ficus* kann erst

im Alter von 25 Jahren einen namhaften Ertrag liefern, und auch von da an ist eine Anzapfung nur alle drei Jahre zulässig. Mehr von den Bäumen fordern, hiesse, sie einer schnellen Zerstörung preisgeben. Im Alter von 50 Jahren kann jeder *Ficus*baum bei dreijährlicher Ernte 20 kg Kautschuk liefern.

Diese Rechnung, und besonders die lange Wartezeit, war nicht verlockend, und überdies zeigten inzwischen angestellte Proben, dass das gewonnene Kautschuk dem von Para und Ceara weit nachstand. So unterblieben weitere Anpflanzungen dieser Art. Vorübergehend dachte man an die Einführung der *Urceola elastica*, die schon im dritten Jahre die erste Ernte liefert, und an die *Urceola esculenta*, die von ihrem siebenten Jahre an $\frac{1}{2}$ bis 2 kg Kautschuk liefert. Als die ergiebigste Kultur erwies sich jedoch die der *Castilloa elastica*, deren Gummi freilich geringwertig ist. 1875 beauftragte die Verwaltung des botanischen Gartens in Kew den ausgezeichneten Botaniker und Gärtner Robert Cross mit einer Reise nach Mittelamerika, um die verschiedenen *Castilloa*-arten zu studieren und in die englischen Kolonien zu verpflanzen. Die Pflanzen, die in den Treibhäusern von Kew unter der Hand geschickter Gärtner gediehen, gingen aber im freien Lande ein. Es fehlte ihnen das feuchte Klima des Mutterlandes, wo es neun Monate des Jahres regnet.

Im folgenden Jahre wurde Cross abermals ausgeschiedt, um junge Pflanzen der *Hevea brasiliensis* aus der Ebene des Amazonenstromes nach Indien zu bringen. Obwohl die Eingeborenen eifersüchtig darüber wachten, ihrem Lande das Monopol einer so wichtigen Industriepflanze zu bewahren, gelang es Cross dennoch, eine Anzahl Heveen nach Kew zu bringen. Doch war der Erfolg derselbe wie bei den *Castilloen*. Der Baum findet zwar im verschiedenartigsten Erdreich sein Fortkommen, zur üppigen Entfaltung aber gelangt er nur an den Ufern fliessender Wasser, wo die Feuchtigkeit nicht in Sumpf ausartet. Am Amazon vergehen selten 10 Tage ohne Regen, und jeden Morgen werden die Pflanzen vom Nebel eingehüllt. Nur der Süden von Burmah bietet ein annähernd gleiches Klima.

Man hatte aber bei allen diesen Versuchen ausser den aus klimatischen Unterschieden erwachsenen Schwierigkeiten noch einen anderen wichtigen Punkt ausser acht gelassen. Ein Land, das zur Einführung einer rationellen, forstmässig betriebenen Kultur der Kautschukpflanzen geeignet ist, muss bewohnbar sein, man muss dort leben und eine fortgesetzte, regelmässige Arbeit ertragen können. Das zu den Versuchen gewählte Gebiet von Assam war aber ebenso wenig bewohnbar wie das Mutterland der *Castilloen* und Heveen, die Gebiete des Amazonenstromes

und des San Juan, in die allein die Seringueiros während der sogenannten trockenen Jahreszeit eindringen, dem Fieber ausgesetzt, von Insekten gequält und ungeduldig dem Ende der Ernte entgegensehend. In diesem Umstande lag der Hauptgrund, weshalb man nicht nur in Indien, sondern auch in Amerika auf eine rationelle Kultur dieser beiden Bäume verzichten musste.

Glücklicher war man mit dem Akklimatisierungsversuch desjenigen Baumes, der das Cearakautschuk liefert, der Manihot glazowii, die von Natur aus eines steinigen Bodens bedarf. Sie verlangt Wärme, kann aber eine grosse Trockenheit ertragen. Ihre Heimat sind die gebirgigsten, schroffsten Gegenden Brasiliens, wo eine Temperatur von 25 bis 30° C. herrscht. Sie gedeiht noch in einer Höhe von 1800 m über dem Meeresspiegel, erfordert keine besondere Pflege und gewöhnt sich sehr leicht an die klimatischen Verhältnisse ihres Adoptivlandes. Sie lässt sich sowohl auf dem indischen Festland als auf Ceylon anpflanzen, und mit Recht darf man die Manihot als den Kautschukbaum der Zukunft bezeichnen. Da das Samenkorn von einer sehr harten Schale beschützt wird, kann man, um die Keimung, die sonst ein Jahr dauert, zu beschleunigen, dem Öffnen der Kapsel mit der Feile nachhelfen. Der so präparierte Samen wird unter freiem Himmel in die Erde gesenkt und schießt nach drei bis vier Wochen. Sicherer als diese immer gefährliche Operation mit der Feile ist es jedoch, die Kapsel in kaltem Wasser zu erweichen, worauf die Keimung allerdings erst nach drei bis vier Monaten beendet ist. Endlich kann man auch die jungen Pflanzen aus Ablegern ziehen.

Das aus den Pflanzungen in Ceylon gewonnene Gummi kommt heute schon auf dem Londoner Markt zum Verkauf und kostet je nach Nachfrage und Qualität 4 bis 6 Mark das Kilogramm. Die Erfahrung hat bereits gelehrt, dass man die Manihot in ihrem fünften Jahre zum erstenmal anzapfen, und von da an die Anzapfung zweimal jährlich und zwar jedesmal an drei aufeinander folgenden Tagen wiederholen kann. Als Beispiel einer rationell bewirtschafteten Kautschukkultur mag hier die Manihotkultur der Station Cocowate, Lunugalla, Ceylon angeführt werden. Sie bedeckt eine Fläche von 12 ha und hat gut entwickelte Bäume. Im Juni und Juli tritt im Wachstum der Pflanzen ein Stillstand ein; die Blätter fallen und scheinen abzusterben. Bald darauf erscheinen jedoch neue Knospen und Blätter. Vom dritten Jahre an tragen die Bäume Blüten und geben Samen, die, reif geworden, auf den Boden fallen und bald keimen. Einstweilen sind die Pflanzen noch zu jung, um einen grossen Ertrag zu liefern; jeder Baum liefert jährlich etwa 500 g Rohgummi, doch wird die Produktion mit der Zeit grösser wer-

den. Wenn man aber diese Ziffer als definitiv annimmt, so würde ein Hektar jährlich 375 kg Kautschuk liefern, was, bei einem Preise von 4 Mark das Kilogramm, eine Einnahme von 1500 Mark repräsentiert. Ein Drittel davon, also 500 Mark, genügt zur Deckung der Kosten; folglich ergibt ein Hektar jährlich einen Reingewinn von 1000 Mark.

Die folgende Uebersicht ist geeignet, ein deutlicheres Bild von der Entwicklung der Pflanzen zu geben.

Alter	Höhe	Stammhöhe beim Ansatz der Krone	Unterer Umfang	Oberer Umfang
1 Jahr	5,50 m		0,24 m	0,17 m in der Höhe von 2 m
2 Jahre	8,25 m	2,50 m	0,56 m	0,35 m in der Höhe von 2 m
3 Jahre	11 m	2,75 m	0,75 m	0,60 m in der Höhe von 2 m
4 Jahre	13 m	3,30 m	1,06 m	0,62 m beim Ansatz der Krone
5 Jahre	15 m	6,70 m	1,16 m	

Man ersieht hieraus, dass das Wachstum des Baumes äusserst schnell vorwärts schreitet; bei dem grossen Samenreichtum ist die Nachzucht leicht und vollzieht sich von selbst.

Auch in anderen Ländern und besonders in den französischen Kolonien wurden Versuche einer rationellen Kautschukkultur gemacht. So beispielsweise am Congo. Hier drohte die einheimische Gummipflanze, die Landolphia, infolge der unvernünftigen Weise, in der die Eingeborenen sie ausbeuteten, in absehbarer Zeit vollständig einzugehen. Ein französischer Gelehrter, E. Pierre, der Schöpfer des botanischen Gartens von Libreville, suchte dieser Gefahr durch die Akklimatisation ausländischer Pflanzen vorzubeugen und zwar wählte er, wie man es in Ceylon gethan, die Manihot. Es scheint, dass der Versuch erfolgreich ist. Pierre selbst teilt darüber folgendes mit: „Ein einziger Baum, den ich im Oktober 1887 pflanzte, hat bis jetzt 115 Bäume gegeben, deren grösste bereits Stämme von 50 cm Umfang und eine Höhe von 7 bis 8 m haben. Die Pflanze, der M. de Brazza unter den Eingeborenen so viel als möglich Verbreitung zu verschaffen sucht, hat für das Land eine grosse Zukunft. Der 1887 eingeführte Baum ergab bereits eine Nachzucht von 14000 bis 15000 jungen Pflanzen, wovon mehrere Tausend an die Eingeborenen in den entlegensten Gegenden des Congogebietes abgegeben worden sind.“ Der Direktor des Gartens von Libreville hofft binnen kurzem mehr als 200000 junge Triebe zur Anlage neuer Pflanzungen verteilen zu können.

Dagegen teilt ein junger, französischer Kolonist, der seit einigen Jahren im Inneren des Landes, in N'Djolé am Ogooué, wohnt, folgendes mit: „Allerdings sind den Pahouins junge Manihotpflanzen geliefert worden, und man hat es an genauen Unterweisungen über die Kultur dieser Pflanzen nicht fehlen lassen. Doch haben die Eingeborenen die Triebe in den meisten Fällen achtlos verschleudert und fahren, wofern sie nicht überwacht werden, in ihrer barbarischen Zerstörung ruhig fort. Brauchen sie doch nur ein wenig in das Innere einzudringen, um eine leichte und reiche Ernte zu finden; wozu sollen sie sich also mit der mühsamen Arbeit einer Anpflanzung und Kultur abgeben und jahrelang auf eine Ernte warten, deren Nutzen ihnen selbst vielleicht nicht einmal mehr zu Gute kommt. Es genügt demnach nicht, dass man Baumschulen anlegt und dann die jungen Bäume ohne weiteres den Eingeborenen übergibt; die Kolonisten müssen die Ueberwachung dieser Pflanzen selbst übernehmen. Dann erst wird in einiger Zeit ein günstiges Ergebnis erzielt werden.“

Nach den Untersuchungen von Paroisse ist die in Libreville angepflanzte Manihot nicht dieselbe wie die in Ceara und Ceylon kultivierte, sondern eine auf einer Insel an der Südküste heimische Abart.

In Cochinchina, wo Boden und Klima sich ganz besonders zur Anpflanzung von Gummigewächsen eignen, hat man ebenfalls Akklimatisationsversuche gemacht. Im botanischen Garten zu Saïgon wurde die *Hevea guyanensis* mit Erfolg angepflanzt. Ob aber diese Unternehmung auch in der Folge glücklicher war als die im Garten zu Kew, ist nicht bekannt. Ebenso wurden auf Réunion Versuche gemacht.

Peru, Columbien, Costa-Rica, San Carlos, auch das Land am Amazon selbst, erstreben jetzt eine rationelle Kultur; der Erfolg entspricht fast überall der Anstrengung, die man gemacht. Doch ist es mit einem ersten Versuch nicht genug. Um wirklich etwas zu erreichen, muss man, wie die Engländer, mutig vorwärts gehen und darf sich weder durch einen ersten Misserfolg, noch durch eine erste, vielleicht nutzlose Ausgabe abschrecken lassen. Wo ein Erfolg gewiss ist, darf man schon etwas länger warten. Jede Arbeit dieser Art führt zu einem Resultat, oft allerdings erst in dem Augenblick, in dem man die Hoffnung fast aufgegeben hat.

III. Gewinnung des Rohgummi.

Unter den schon oben erwähnten allgemeinen Ursachen, von denen das Ergebnis der Ernte abhängt, ist besonders eine, die für die Güte des Kautschuk in Betracht kommt und zwar eine solche, die nicht von natürlichen Einflüssen, sondern lediglich von der Vorsicht des Sammlers abhängt. Es ist dies die Methode, die bei der Gewinnung des Latex angewandt wird und die Art, wie das Gummi von dem gesammelten Saft geschieden wird.

Es ist bereits gesagt worden, dass man den Milchsafft erhält, indem man in die Rinde der Gummibäume Einschnitte macht. Dieser Vorgang scheint äusserst einfach, er erfordert aber dennoch gewisse Kunstgriffe, von denen nicht nur das augenblickliche Ergebnis, sondern hauptsächlich die Erhaltung und der künftige Ertrag der Bäume abhängen. Eine unzeitige Anzapfung widerspricht direkt dem Grundsatz, den ein vernünftiger Sammler nie aus den Augen verliert: man soll zwar danach trachten, eine möglich gute und ergiebige Ernte zu erzielen, soll aber dabei die zukünftigen Ernten nicht ausser acht lassen.

Es gibt zwei Methoden zur Gewinnung des Milchsaftes:

1. Das Fällen der Bäume.
2. Die Anzapfung durch Einschnitte oder Stiche.

Das Fällen ist die Methode, die am schnellsten zum Ziele führt, doch ist sie irrational und barbarisch; für den Augenblick erzielt sie ein reiches Erträgnis, reicher als die rationelle Anzapfung durch Einschnitte, aber sie erzielt dieses Ergebnis nur ein einziges Mal, indem sie den Baum vernichtet. Sie ist einfach Raubbau.

Diese Methode, die heute noch in Afrika und Asien, besonders auf dem indischen Archipel, wo man das Borneo-Kautschuk bis vor einigen Jahren überhaupt auf keine andere Weise gewonnen hat, angewandt wird, ist also durchaus zu verwerfen. Allenfalls statthaft ist sie in zwei Fällen: 1. bei den Pflanzen, die nach einer einmaligen, wenn auch noch so vorsichtigen Anzapfung ohnehin zu Grunde gehen würden, und 2. bei den Bäumen, die bei der Lichtung eines Urwaldes so wie so entfernt werden müssten. Ersteres ist, wie die Gommeros von Peru erzählen, bei der *Hancornia speciosa* der Fall. Nach ihren Berichten wird die Stelle, wo der Einschnitt gemacht worden ist, von Insekten angegriffen, was das Absterben der Pflanze zur Folge hat. Wenn man dagegen den Stamm über dem Boden abhaut, so schlägt der Stumpf sehr schnell wieder aus, neue Zweige erheben sich buschartig aus den Stüm-

pfen und nach einigen Jahren hat man anstatt des einen gefällten Baumes eine ganze Baumgruppe. Da nun die *Hancornia speciosa* sehr verbreitet ist, und die Sammler mit der Ausbeutung der in ihrer Vollkraft stehenden Exemplare genug zu thun haben, da man endlich nach stillschweigendem Uebereinkommen nur Stämme niederschlägt, die mehr als einen Meter Durchmesser haben, so leuchtet es ein, dass hier die Gewinnung des Milchsafte gewissermassen rationell betrieben wird. Es ist nur nicht recht verständlich, warum die Bäume in Peru nach einer Anzapfung eingehen sollen, während sie in Ceara, Ceylon und Congo dieselbe überdauern. Bei einigem guten Willen würde sich wahrscheinlich doch ein Verfahren finden lassen, das forstlich empfehlenswerter wäre.

Der zweite Ausnahmefall, die Lichtung der Urwälder, ist, so lange die Ausrottung mit Mass betrieben wird, gewiss ebenfalls gerechtfertigt. Wo eine solche Ueberfülle von Vegetation herrscht, wie beispielsweise in den Wäldern von Mittel-Afrika, wo der Sammler weder vorwärts kommt, noch sich bewegen kann, gereicht eine vernünftige Durchforstung nur zum Nutzen. Es wird dadurch Luft und Licht geschaffen, und ein kräftigeres Wachstum gefördert. An sich hat also auch dieser Vorgang nichts irrationelles, nur kommt es darauf an, dem Eingeborenen die Grenze verständlich zu machen, an der er mit seinem Zerstörungswerk inne halten muss. Das aber ist etwas, was sich schwerlich jemals erreichen lässt.

In jedem Falle ist das Anzapfen durch Einschnitte oder durch Stiche eine weitaus rationellere Methode, aber auch hier muss mit Vorsicht verfahren werden, einmal damit die Bäume keinen Schaden leiden, dann auch, damit die Qualität des aus dem Latex gewonnenen Gummis nicht beeinträchtigt wird. Es ist allgemein anerkannt, dass Brasilien, insbesondere das Gebiet des Amazonenstromes und seiner Nebenflüsse, abgesehen von der vorzüglichen Qualität an sich, das reinste Gummi hervorbringt. Gerade in dieser Gegend wurde aber auch die Methode des Anzapfens zuerst angewandt. Sie bietet so viele Vorteile, dass man überall da, wo es mit den Verhältnissen des Landes und der Art der Pflanzen vereinbar ist, nach dem Beispiel Brasiliens verfahren sollte.

Die einfachste Art der Anzapfung ist die früher in Brasilien fast allgemein angewandte und mit dem Namen „arrocho“ bezeichnete. Sie bestand darin, dass man die *Hevea* in schräger Richtung mit einem Seile umschlang, und zwar so, dass der Knoten sich an der höchsten Stelle befand. Oberhalb dieser Einschnürung machte man eine Menge Einschnitte. Der herausquellende Saft lief zunächst senkrecht am Stamm herunter, folgte dann der Rinne, die das Seil um den Baum bildete, bis er an der tiefsten Stelle des Seiles überlief und in das bereitstehende

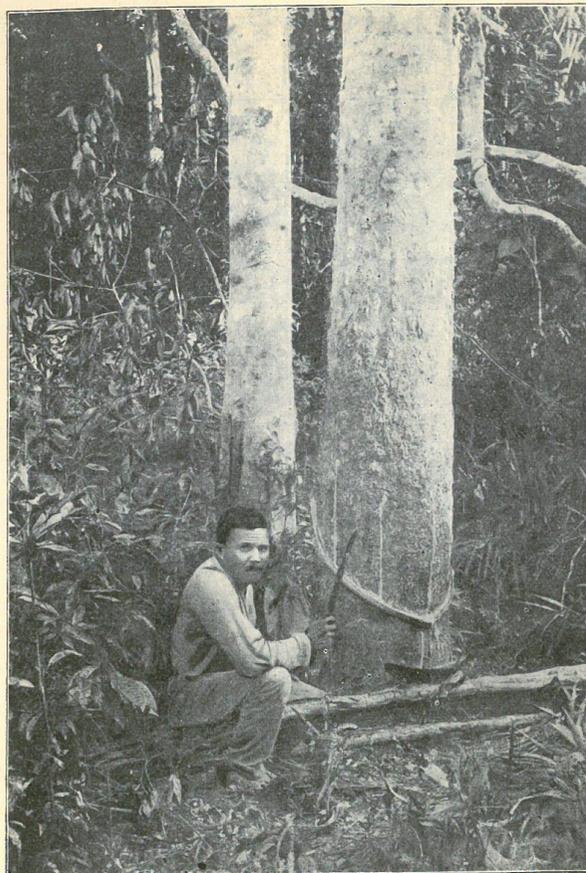


Fig. 9.

Das Anzapfen (arrocho) der *Siphonia elastica* in Brasilien (nach Orig.-Photographie von G. Hübner in Manaos).

Gefäss rann. Doch konnte selbst dieses Verfahren den Bäumen sehr schädlich werden, weil die Seringueiros sich nicht immer die Mühe gaben,

den Strick wieder zu entfernen, wodurch die unten eingezwängten und so in ihrem Wachstum gehinderten Heveen eingingen. Ueberdies nahm der Saft auf dem langen Weg längs des Baumstammes allerlei Unreinigkeiten, als Moos, Holzsplitter, Insekten etc. mit, die man später im Gummi wiederfand. Dann auch waren die Einschnitte, die mit kurzen, breiten Messern oder Säbeln gemacht wurden, häufig so tief, dass der Stamm davon tödlich verletzt wurde. In manchen Fällen auch waren die Schnitte nicht tief genug, wodurch nur wenig Latex floss, dann wieder waren sie so tief, dass sich der Milchsaft mit anderen Säften mischte, die die Reinheit und besonders die Haltbarkeit des Gummis einträchtigen. Man hat deshalb dieses Verfahren fast ganz aufgegeben.

Die Art der Anzapfung, die jetzt im unteren Thale des Amazonenstromes angewandt wird, ist entschieden die praktischste und die beste. Sie wird auch fast in allen Abhandlungen über das Kautschuk mehr oder weniger ausführlich beschrieben, am anschaulichsten in den Werken von Carrey und von Chappel.

Bei Tagesanbruch, gegen 5 Uhr morgens, begibt sich der Seringueiro an die Arbeit. Wenn die Estrada (100 bis 150 Heveen), die er ausbeuten will, weit von seiner Hütte entfernt ist, so hat er sein Werkzeug schon vorher dorthin gebracht. Das Werkzeug besteht aus dem Machado, einer kleinen, kurzstielligen Axt, deren Schneide nicht breiter als 3 cm und auf 5 mm abgeschort ist; dann aus dem Eimer und endlich aus den Tigelinhas, kleinen Bechern aus Blech.

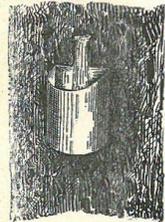


Fig. 10.
Tigelinha, Becher zum
Einsammeln des Latex.

Der Seringueiro oder, wie man ihn auch nennt, der Cauchero, wird meistens entweder von seiner Familie oder von einem oder mehreren Gehilfen begleitet. Selten nur arbeitet er allein. Nachdem er zuvor den Stamm sorgfältig gereinigt und den Boden rings um den Baum gefegt hat, beginnt er die Anzapfung: mit einem einzigen, geschickten Axtschlag schlitzt er die Rinde gerade so tief, dass die Milch herausfließt und der Baum selbst nicht beschädigt wird. Auf diese Weise schlägt er einen Stamm an etwa 12 Stellen an, immer darauf achtend, dass das Eisen nur wenige Centimeter weit eindringt. Der von den Nordamerikanern erfundene Machado erweist sich hierfür äusserst zweckmässig, und mit Recht konnte Carrey sagen, dass diese kleine Axt mehr Heveen vom Untergang gerettet hat als alle brasilianischen Schutzgesetze zusammengenommen, denn seitdem die Sammler am Amazonenstrom sich dieses Instrumentes bedienen, das nur

schmale und gleichmässige Einschnitte macht, die sich zudem leicht anbringen lassen, verzichten sie fast auf alle anderen Werkzeuge, mit denen die Heveen früher auf jede denkbare Art verdorben wurden.

Manche Sammler ordnen die Einschnitte in Form eines lateinischen V an, andere in Windungen mit Zwischenräumen von etwa 20 cm; wieder andere begnügen sich damit, die Einschnitte senkrecht untereinander anzubringen, von der Höhe, die sie mit der Hand erreichen können, bis auf den Boden. Diese Art ist wohl am meisten zu empfehlen und sollte allgemein eingeführt werden, da die Erfahrung gelehrt hat, dass ein willkürlich und unregelmässig angeschlagener Baum zwar im ersten und zweiten Jahr seinen richtigen Ertrag liefert, vom dritten Jahre an aber weniger ergiebig wird und bald ganz versiegt.



Fig. 11.
Seringueira, mit Machado und Tigelinhas,
den Stamm einer Hevea anzapfend.

Die wiederholten Anzapfungen greifen, wenn sie sorgfältig gemacht werden, die Bäume nicht an. Man sieht viele Heveen, die derart mit Narben bedeckt sind, dass nicht eine handgrosse Stelle mehr ohne Einschnitt ist, und die trotzdem kräftig gedeihen. Ein Baum von 1,25 bis 2,50 m Umfang am Grunde verträgt während der Erntezeit alle zwei bis drei Tage seine 20 bis 30 Einschnitte; eine täglich wiederholte Anzapfung würde einen zu geringen Ertrag liefern. Der Seringueiro teilt eine Estrada von 150 Bäumen gewöhnlich in drei Abteilungen, die er, jede für sich, an drei aufeinander folgenden Tagen ausbeutet. Ist die Estrada kleiner, zählt sie etwa nur 100 Bäume, so macht er die Runde in zwei Tagen. Eine ganze Erntezeit besteht pro Jahr und pro Baum aus 20 Anzapfungen. Ginge man darüber hinaus, so würde man den Baum auf Kosten der nächsten Ernte schädigen. Ein Mann beutet gewöhnlich mit seinen Helfern eine ganze Estrada aus, doch lässt sich eine Norm schwer aufstellen, da alles vom Fleisse des Sammlers und von der Entfernung der einzelnen Bäume voneinander abhängt.

Die Ernte kann zu jeder Jahreszeit stattfinden, meistens wählt man dazu allerdings die Zeit vom Ende des August bis zum 1. Januar, da

die Ernte ausserhalb dieser Zeit weniger ergiebig ist. Gewöhnlich beginnt man mit den Arbeiten bei Tagesanbruch, weil die vom Nachtwind erfrischten Bäume alsdann den meisten Saft abgeben. In einigen Gegenden ziehen es die Seringueiros jedoch vor, die Einschnitte beim Anbruch der Nacht zu machen und den Saft am Morgen einzusammeln.

Wie schon gesagt, werden die Einschnitte nach oben so hoch, als man mit der Hand reichen kann, nach unten bis unmittelbar über den Boden gemacht, also in einer Höhe von 0,3000 m bis 1,8000 m. Unter jedem Einschnitte heftet der Arbeiter mittels Thonerde einen der bereits erwähnten Becher, um die Milch darin aufzufangen. Jeder mit dem Machato regelrecht gemachte Einschnitt lässt während einer Dauer von 1 bis 3 Stunden den Latex tropfenweise ab und gibt etwa drei Centiliter Milch. Diese Quantität ist natürlich Schwankungen ausgesetzt, je nachdem der Baum in seiner Vollkraft steht oder schon im Absterben begriffen ist. Auch fällt die Ernte nicht jedes Jahr gleich aus; längerer Regen oder aussergewöhnliche Trockenheit beeinflussen das Abfließen des Milchsafte ebenso wie der Umstand, ob der Schnitt auf der Sonnen- oder auf der Schattenseite angebracht wird. Das erklärt bis zu einem gewissen Grade, weshalb manche Indianer die nächtliche Anzapfung vorziehen. Dann aber sind auch die Gewitterregen, die in jenen Gegenden fast täglich vorkommen, und die die Qualität des Latex ausserordentlich beeinträchtigen, niemals während der Nacht, und hierin mag eine zweite Ursache liegen, weshalb die Sammler gerne des Nachts arbeiten. Uebrigens versichern die Eingeborenen, dass der Milchsafte bei Vollmond reichlicher sei als zu anderen Zeiten. Inwieweit das zutrifft, mag dahin gestellt bleiben.

Eine Estrada von 150 Bäumen kann bei der jedesmaligen Anzapfung 52 l Milchsafte oder 36 kg Rohgummi liefern. Rechnet man nun jährlich 20 Anzapfungen, so bedeutet also jede Ernte ein Ertragnis von ungefähr 720 kg Rohgummi.

Am oberen Amazonenstrom wird die Anzapfung ganz ähnlich gemacht, nur geht man weniger sorgfältig zu Werke und die Werkzeuge, deren man sich bedient, sind primitiver. Je weiter hier der Sammler in den Urwald eindringt, desto mehr sucht er sich sein Gepäck zu erleichtern. Ein Flaschenkürbis dient als Eimer, eine Muschel als Tigelinha, und die kleine, amerikanische Axt wird oft durch das alte, breite Krummbeil ersetzt, das den Kautschukbäumen so verderblich geworden ist.

Bis vor etwa zehn Jahren lag die Gewinnung des Kautschuks am Amazonas fast ausschliesslich in den Händen der im Inneren dieses Gebietes ansässigen Eingeborenen, deren Thätigkeit von vielen Zufällig-

keiten abhängig war, so dass die Ernten unregelmässige waren und in Bezug auf ihre Ergiebigkeit in keinem Verhältnisse zu den vorhandenen Beständen standen. Seitdem haben sich hauptsächlich durch die wachsende Nachfrage und die guten Preise, welche gezahlt werden, die Verhältnisse wesentlich geändert. Die Familien der Eingeborenen (Seringueiros), die früher nur unter sich und mit eigenen Kräften arbeiteten, sind nach und nach Besitzer grösserer Distrikte (Seringaes) geworden und da ihre eigenen Hände nicht mehr zu rationeller Ausbeutung hinreichten, haben sie Arbeiter vom Süden herbeigeholt; es hat sich auf diese Weise ein grosses Personal herangebildet, welches jedes Jahr die bestehenden Seringaes bearbeitet und neue dazu in Angriff nimmt. Früher wurde der Verkehr zwischen diesen Sammlern und den Käufern in Manaos und Pará hauptsächlich durch eine Art von Hausierern (ragataos) vermittelt; diese versahen sich in Manaos und Pará mit allem, was für das Innere notwendig war: Lebensmitteln, hauptsächlich Maniokmehl, gedürtem Fleisch und anderen Konserven, Baumwollstoffe aller Art, billige Schmucksachen etc. und fuhren mit ihren eigenen Booten die Flüsse hinauf, verkauften, oder vielmehr vertauschten ihre Waren gegen Gummi und kamen nach Beendigung ihrer Reise, die oft 8 bis 12 Monate dauerte, nach Manaos zurück, wo sie dann die unterwegs gesammelten Produkte zu bestmöglichen Preisen auf den Markt brachten. Die jetzt in dem ganzen Gebiete des Amazon eingeführte Dampfschiffahrt hat nach und nach fast alle diese Hausierer verdrängt. Die leichtere, mehr oder minder regelmässige Verbindung mit dem Inneren, ermöglicht es den Seringueiros selbst den Fluss hinunter zu fahren. Nach Beendigung der Ernte gegen Februar oder März kommen deshalb die meisten Seringueiros mit ihren Vorräten an Kautschuk nach Manaos oder Pará, um jene zu verkaufen und sich selber für die nächste Campaigne (safra) zu verproviantieren. Der Seringueiro kauft in der Regel bei seinem Kommissionär (aviador), dem er auch seinen Gummi zum Verkauf übergibt, und der Aviator übernimmt die Rolle eines Vermittlers fast in derselben Weise, wie der Kommissionär an den grossen Plätzen Europas: er besorgt den Einkauf und Versand der Ware für seine eigene Rechnung und fakturiert seinen Kunden unter Berechnung einer Kommission. Im Laufe der Zeit sind auf diese Weise sehr bedeutende Kommissionshäuser entstanden, die in Manaos und Pará ihren Sitz haben und von dort aus das Innere bearbeiten. Die grössten haben eigene Schiffe, sie befahren regelmässig den Amazon und dessen Nebenflüsse, vermitteln den Fracht- und Personenverkehr, hauptsächlich natürlich für sich selbst und für ihre eigenen Kunden, sie befrachten ihre Schiffe mit den für die Seringueiros bestimmten Waren, die sie an Ort und Stelle bringen

und nehmen auf der Rückreise das fertige Gummi mit, das dann in Manaus oder Pará für Rechnung des Seringueiros zum Tagespreis verkauft wird. — In letzter Zeit haben sich auch verschiedene englische Gesellschaften gebildet, die sich die Produktion des Gummis selbst zur Aufgabe stellen, ob mit Erfolg, muss erst die Zukunft lehren.

Mit geringen Abweichungen ist die Anzapfmethode in ganz Südamerika die gleiche; die Anlage, Ausdehnung und Tiefe der Schnitte sowie die Art des Einsammelns ist verschieden, doch ist das Prinzip dasselbe.

In Mittelamerika, dessen Gummibaum, die *Castilloa elastica*, eine andere Behandlung verlangt, wird der Einschnitt häufig durch einen Stich ersetzt, eine Wunde, die kleiner ist und mit einem kleineren und feineren Werkzeuge als der Machato gemacht wird.

In Afrika geschieht die Anzapfung fast in jeder Gegend in anderer Weise, doch ist sie bis in letzter Zeit fast überall sehr unvollkommen und wenig rationell gewesen. Dadurch verliert das afrikanische Produkt, das schon von Natur dem südamerikanischen, insbesondere dem vom Amazonenstrom, nachsteht, noch mehr von seinem Wert. Bei zu tiefem Einschnitt wird nämlich die Kautschukmilch mit anderen Säften vermischt, was fast immer eine Verschlechterung des Gummis zur Folge hat.

In Asien und besonders da, wo man das Kautschuk aus den verschiedenen *Ficus*-arten gewinnt, bringt man bis an den Bast reichende Einschnitte von elliptischer Form am unteren Teile des Stammes und der Luftwurzeln an. Der Ertrag an Latex hängt von der Jahreszeit ab; im Februar und März erhält man wenig, doch ist der Gummigehalt beträchtlich und die Ausbeutung zu dieser Jahreszeit deshalb am lohnendsten. Ähnlich ist das Verhältnis im August, wo der Gummigehalt 30 Prozent des ausfliessenden Latex beträgt, während er in den übrigen Monaten bis zu 10 Prozent heruntersinkt.

In Australien folgt man zum Teil, besonders wo es sich um die Ausbeutung ähnlicher Pflanzen handelt, dem Beispiele Asiens, zum Teil wendet man die einfache Methode des Füllens an, die überall da an der Tagesordnung ist, wo die Gleichgültigkeit oder Kurzsichtigkeit der Behörden den Eingeborenen sich selbst überlässt. Einer solchen gedankenlosen Zerstörung fällt besonders die *Urceola elastica* anheim, die in jenen Ländern einen Durchmesser erreicht, der dem des menschlichen Körpers gleichkommt. Der Stamm dieser Liane wird zerstückelt und zum Ausfliessen des Saftes über grosse Gefässe gelegt. Wenn dabei der Latex anfängt langsamer zu rinnen, wird durch die Hitze eines Reissigfeuers nachgeholfen. Dem gegenüber würde die methodische Ausbeutung, ins-

besondere bei der *Urceola esculenta*, darin zu bestehen haben, dass man in die Pflanze 1 bis 2 cm hohe, 3 bis 4 cm tiefe Einschnitte in der Form eines lateinischen V macht, die die Rinde durchschneiden und bis an das Holz reichen. Eine mikroskopische Untersuchung der im Gummi vorgefundenen Stückchen Rinde zeigte die Notwendigkeit eines solchen Verfahrens. Unter dem Kork (su), siehe Fig. 12, der die oberste Schicht der Rinde bildet, findet sich erstens eine dicke, verhärtete Lage (cs), die etwa 12 strahlenförmig angeordnete Zellenreihen umfasst, zweitens ein stark entwickeltes Parenchym (pc), das hier und da Anhäufungen von verhärteten Zellen (cs) enthält und endlich drittens ein ganz weicher, sehr dicker Bast (li), der für sich allein die Hälfte vom Durchmesser der Rinde bildet und besonders in seinen jüngeren Teilen sehr reich an Milchgefässen (to) ist. Die Einschnitte müssen also, damit alle Milchgefässe erreicht werden, bis an das Cambium reichen. Nur dann kann die Ausbeutung lohnend sein.

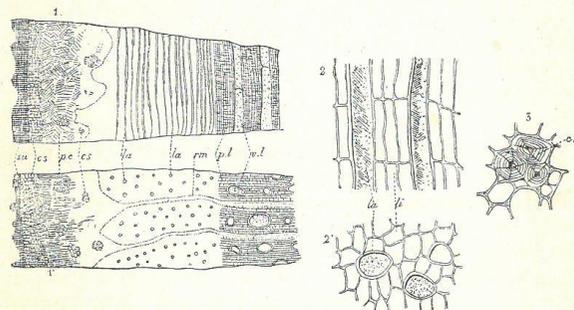


Fig. 12.

1. 1'. Längs- und Querschnitt der *Urceola elastica*; su: Korkstoff, pc: Rinden-Parenchym, cs: verhärtete Zellen, la: Milchgefässe, rm: Markstrahlen, pl: Holz-Parenchym, vl: grosse, mit Latex gefüllte holzige Gefässe.
2. 2'. Längs- und Querschnitt der Milchgefässe in der Rinde der *Urceola elastica*; la: Milchgefäss, li: Bast.
3. Ansicht der verhärteten Zellen bei der *Urceola elastica*; cs: verhärtete Zellen.

Damit sind in Kürze alle Methoden aufgezählt, die zur Gewinnung des Latex angewandt werden. Es ist selbstverständlich, dass die rationelle Ausbeutung für das Leben der Pflanze von der grössten Wichtigkeit ist, ebenso, dass die Menge des Milchsaftes und der Ertrag an Gummi von der Art der Ausbeutung abhängen. Aber auch auf die

Qualität des Kautschuk und auf seine Haltbarkeit im Rohzustande hat die sorgfältig gemachte Anzapfung einen günstigen Einfluss. Ein zu tiefer und breiter Einschnitt, der den Bast zu sehr freilegt, kann zur Folge haben, dass sich andere, mehr im Innern der Pflanze befindliche Säfte beim Austritt aus der Wunde mit dem Latex mischen, seine Reinheit beeinträchtigen und seine chemische Zusammensetzung verändern. Dieser Einfluss wird geradezu verhängnisvoll in den Fällen, wo der Latex durch Abhauen der Pflanzen gewonnen wird, denn hier ist die Mischung mit anderen Säften natürlich am stärksten. Es tritt bald Zucker, bald Amidin, Protein oder Tannin hinzu, was auf die Qualität des Kautschuk immer einen ungünstigen Einfluss hat. Bei der Bereitung des Rohgummis, von der im Folgenden die Rede sein soll, wird sich Gelegenheit bieten, diesen Punkt noch näher zu beleuchten.

Die Zubereitung des Rohgummis ist auf dem ganzen grossen Gebiete der Gummiindustrie einer der wichtigsten, zugleich aber auch einer der wundensten Punkte. Die meisten Schriftsteller, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, erkennen an, dass dieser Prozess fast durchgängig die ursprüngliche Güte des Produktes beeinträchtigt, und dass dadurch die Verwendbarkeit des Gummis beschränkt wird. Doch begnügt man sich zumeist, das Uebel zu nennen, ohne einen Weg zur Besserung vorzuschlagen. Und doch würde hier eine Verbesserung von weittragender Wichtigkeit sein, nicht nur für unsere Industrie und für unseren Handel, sondern ganz besonders für das Aufblühen der hier in Betracht kommenden tropischen Kolonien. So enthält z. B. französisch Guyana einen ungeheueren Vorrat von Heveen, also von Gummibäumen, die sehr wohl ein Kautschuk von hervorragender Güte liefern könnten, das Klima ist dasselbe, wie das am Amazonenstrom, aber trotzdem französische Forscher, wie Coudreau, immer und immer wieder darauf hinweisen, ist das Guyanakautschuk im Handel unbekannt; das wenige Gummi, das die Kolonie hervorbringt, wird einfach mit dem Paragummi vermischt, dem es in jeder Beziehung gleichkommt.

Die französischen Kolonien am Senegal, im Sudan, am Congo, am Süd-Flusse, Nossi-Bé, Réunion, Madagaskar und Inner-Afrika, ebenso Cochinchina, Anam, Tonking und Australien weisen einen grossen Reichtum von gummierzeugenden Pflanzen auf, deren Produkte sich mit denjenigen anderer, als Kautschukquellen berühmter Staaten wohl messen können. Dennoch werden diese natürlichen Reichtümer nur wenig oder gar nicht nutzbar gemacht, teils weil niemand einen kräftigen Anstoss dazu gibt, teils weil es an umsichtiger Führung gebricht, besonders aber

weil man für die Ausbeutung nicht die richtige, d. h. die jedem einzelnen Gewächs angepasste Methode anwendet. Deshalb wird hier ein Ertrag erzielt, der minimal ist im Vergleich zu dem, der erzielt werden könnte. In seinem kleinen Werke „Kautschuk und Gutta-Percha auf der Weltausstellung 1889“ spricht sich René Bobet folgendermassen darüber aus: „Die Proben, die aus Mayotte, Nossi-Bé und vom Senegal kommen, sind von mittelmässiger Qualität; die von Dinah Salifou ausgestellten Produkte sind dagegen ganz ausgezeichnet. Die Produkte von Madagaskar sind mittelmässig und weich, die von Réunion leidlich. Sie zu verbessern wäre leicht, man brauchte nur etwas mehr Sorgfalt auf die Trocknung zu verwenden. Manche Kautschukarten Madagaskars sind fest, kräftig und durchaus erster Qualität. Das Kautschuk endlich, das Gabon, Assinien und französisch Congo liefert, ist zum grössten Teil klebrig. Eine Ausnahme bilden nur die Ballen, die aus Casamanza und die Lappen, die aus Assinien kommen. Diese Arten beweisen allerdings, dass auch die genannten Länder gutes Material liefern könnten, wenn man bei der Ernte sorgfältiger zu Werke ginge . . . Es kommt darauf an, den Gerinnungsprozess zu verbessern. Um das zu können, muss man zunächst Natur und Eigenschaften des Latex genau kennen; ferner verschiedene Gerinnungsversuche machen, nach denen dann die zweckmässigste Methode festzustellen wäre. Da anzunehmen ist, dass sich derartige Untersuchungen am Platze nicht ausführen lassen, müssen die Behörden der Kolonien den Auftrag geben, sie in Europa zu machen und zu diesem Zwecke folgende Proben und Mitteilungen zur Verfügung stellen:

1. Ein Kautschukmuster, das nach der im Lande üblichen Art hergestellt ist. Die Beschreibung der angewandten Gerinnungsmethode wäre erwünscht.

2. Eine gewisse Quantität Latex und zwar in dem Zustande, wie er beim Einschnitt aus dem Baume quillt. Damit sich die Milch während der Reise nicht verändert, ist etwas Ammoniak zuzusetzen und die Mischung in luftdicht verschlossenen Flaschen aufzubewahren.

3. Mitteilungen über den Namen und die Familie der betreffenden Pflanze sowie eine Beschreibung ihrer Blätter, Blüten, Früchte und Samen. Es ist ferner die Jahreszeit anzugeben, während welcher der Latex gewonnen wurde, etc.

Auf Grund dieser Mitteilungen wäre es möglich, diejenige Behandlung festzustellen, die sowohl für das Einsammeln, als für das Gerinnen des Milchsaftes am zuträglichsten ist. Sorgt dann die Regierung dafür, dass das Ergebnis der Untersuchungen in den Kolonien bekannt wird, so werden sowohl die Eingeborenen als die Kolonien selbst weitgehenden

Nutzen daraus ziehen, da es alsdann möglich sein wird, manchen Kautschukarten einen weit höheren Wert zu geben, als sie heute haben. Gerade Mittelafrika wäre durch seinen ungeheueren Reichtum an Gummibäumen zu einer weitgehenden Entfaltung des Kautschukhandels geschaffen, vorausgesetzt, dass es ein gutes Gummi lieferte. Die Nachfrage nach afrikanischem Gummi würde sich in diesem Falle natürlich bedeutend steigern, und die Ankäufer an den Küsten wären im stande, selbst höhere Preise zu zahlen, was wiederum die Eingeborenen zu grösserem Fleisse anspornte'.

Diese Vorschläge sind sehr anzuerkennen und ihre Ausführung wäre für die Verbesserung des Rohgummis ohne Zweifel von grosser Bedeutung.

Der durch Fällen oder Anzapfen der Pflanzen gewonnene Latex sondert das in ihm enthaltene Gummi nur dann ab, wenn er einer besonderen Gerinnungsmethode unterworfen wird. Diese wechselt von Land zu Land, von Provinz zu Provinz, oft sogar von einem Flussufer zum anderen. Es ist daher keine Seltenheit, dass Gummi, das aus demselben Lande und von derselben Pflanze kommt, in der Qualität sehr verschieden ist, je nach dem Gerinnungsprozess, der bei dem betreffenden Latex zur Anwendung kommt. Der Deutsche Dr. F. von Hoehnel und der Engländer James Collins haben bereits ein Verzeichnis der verschiedenen Methoden aufgestellt, die bei der Gerinnung des Latex und der Zubereitung des Rohgummis thatsächlich zur Anwendung kommen. Auf Grund dieser Arbeiten gibt die folgende Aufstellung eine Uebersicht der verschiedenen Gerinnungsmethoden mit Angabe der Länder, in welchen sie gebräuchlich sind. Im Anschluss daran folgt eine Beschreibung der einzelnen Methoden.

Die Gerinnung des Latex

wird bewirkt:

- I. Durch Wärme in
 - 1. Durch künstliche Wärme
 - a) trockene Wärme oder Räucherung Amazon, Neu-Caledonien.
 - b) feuchte Wärme Mexiko, Mittel-Amerika.
 - 2. Durch natürliche Wärme:
 - a) Ausscheidung des Serums durch den Erdboden Angola.

- b) Ausscheidung des Serums durch den menschlichen Körper Congo, Angola.
- c) Verdunstung auf ebenen Flächen Ceara, Angola.

II. Durch Abschöpfen:

- 3. Abschöpfen nach der Verdoppelung der Flüssigkeit durch Zusatz von Wasser Bahia.
- 4. Abschöpfen nach einer Ruhezeit; Zusatz von 4 bis 5 Teilen Wasser, Ablassen, Waschen u. Pressen Bahia, Congo.

III. Durch Zersetzung:

- 5. Chemische Zersetzung durch reagierende Minerale } Matto Grosso, Pernambuco, Maranhao.
- 6. Chemische Zersetzung durch reagierende Pflanzen } Peru, Guatemala, Nicaragua, Gambien, Madagaskar, Casamanza.

IV. Durch natürliche oder künstliche Wärme in Verbindung mit chemischer Zersetzung } Gambien, Senegal, Mozambique.

V. Durch Schlagen.

Diese unter Nr. V angeführte Methode wurde von R. Rousseau erfunden, ist jedoch im Grossen noch nicht praktisch erprobt worden.

I. 1. a) Die Gerinnung durch künstlich erzeugte trockene Wärme oder durch Räucherung.

Diese Methode, die sich ganz besonders für den Latex der Hevea und Micrandeen eignet, kommt hauptsächlich am Amazon bei der Bereitung von Para-Gummi zur Anwendung, also bei der Herstellung desjenigen Gummis, das wegen seiner Reinheit, Haltbarkeit und Elastizität von allen Arten am meisten geschätzt wird. Dasselbe Verfahren ist aber auch in anderen Teilen Brasiliens, sowie in Venezuela und Guyana angenommen worden. Man kann es ohne Vorbehalt als die beste aller bekannten Methoden bezeichnen, und es erscheint deshalb angebracht, hier eine eingehende Beschreibung davon zu geben.

Der Sammler oder einer seiner Gehilfen nimmt von dem angezapften Baume sorgfältig einen Becher nach dem anderen ab und leert ihn in ein grösseres Gefäss, in einen Eimer oder eine grosse Kürbisflasche, die mit einem grossmaschigen Netz umgeben und mit einem geflochtenen Strick als Henkel versehen ist. Hierauf befestigt er die Becher wieder an den alten

Stellen. Zuvor jedoch wird der Einschnitt untersucht und die häufig mit geronnenem Latex verklebte Wunde wieder geöffnet. Die dünne, schon durch

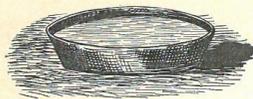


Fig. 13.
Gefäß zum Einsammeln des Latex.

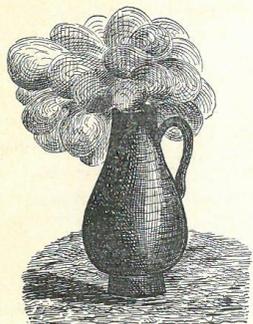


Fig. 14.
Fumeiro oder Räucherapparat.

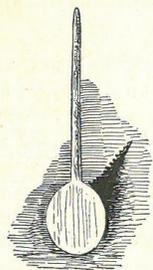


Fig. 15.
Palette zum Formen der Biskuits.

Nähe zu haben sind. In Ermangelung derselben bedient man sich der Frucht der *Maximiliana regia*. Doch herrscht der Gebrauch, zur ge-

die natürliche Hitze geronnene Haut, die dabei abfällt, wird besonders bei Seite gelegt. Mit dem Saft von zwei oder drei Bäumen ist der Einer gefüllt. Liegt nun die Hütte des Seringueiros nahe bei der Estrada, so giesst man die ganze Ernte ohne besondere Vorsicht in einen grossen Kübel; hat dagegen der Cauchero einen weiten Weg zurückzulegen, so wird dem Latex 3 Prozent flüssiges Ammoniak zugesetzt, wodurch verhindert wird, dass die Gerinnung schon unterwegs erfolgt. Erst wenn die ganze Ernte beendet ist, beginnt die eigentliche Zubereitung des Kautschuk, die Räucherung. Hierfür setzt der Arbeiter seinen Räucherapparat, den sogenannten „fumeiro“, auf eine in der Erde ausgehöhlte Feuerstätte, die zuvor sorgsam gereinigt worden ist. Der Fumeiro ist eine Art Ofen aus gebrannter Erde, der oben eine kurze, konische Röhre mit ziemlich schmalem Durchmesser hat, derart, dass sich der Rauch nicht zu sehr verteilen kann. Es wird nun auf der Feuerstätte ein Reisigfeuer angezündet, in dem, sobald der Rauch dick genug ist, auch Palmnüsse verbrannt werden; die Dicke des Rauches erprobt der Indianer mit der Hand. Die hier zur Verwendung kommenden Nüsse sind die Früchte der *Urucury-* oder der *Uuassu-Palme* (*Atalea excelsa* und *Manicaria saxifera*), die fast immer in erreichbarer

eigneteren Rauchentwicklung Nüsse zu verbrennen, nur am unteren Amazonenstrom, also da, wo das beste Gummi hergestellt wird. Sonst begnügt man sich allenthalben mit dem Rauch, den das Reisig ergibt.

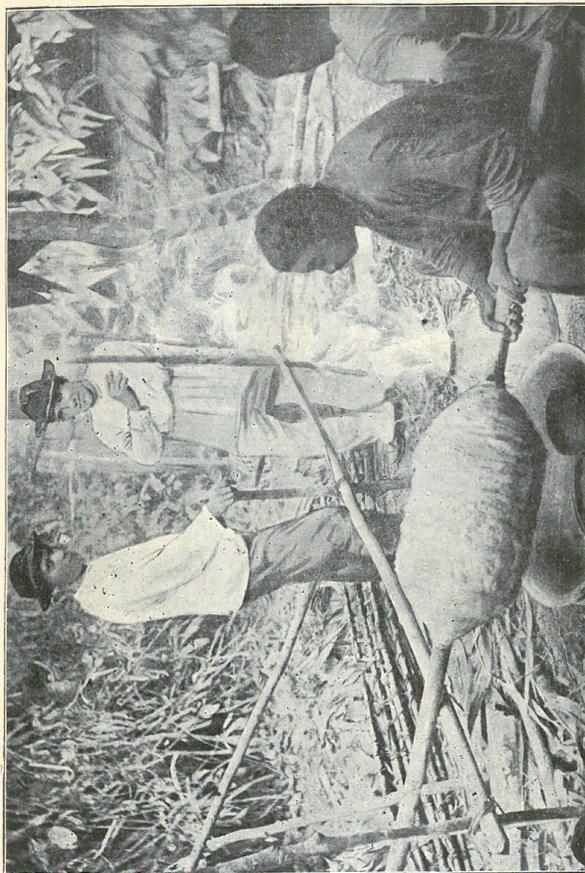


Fig. 16. Aufgiessen der Milch auf die Holzform (nach Orig.-Photogr. von G. Hübnier in Manaus).

Ist genügend Rauch vorhanden, so ergreift der Cauchero die sogenannte Form oder Palette, ein Holzinstrument mit einem 1 bis 2 m

langen Stiel, das im übrigen dem in manchen Gegenden bei den Wäscherinnen gebräuchlichen Schläger ähnlich ist. Das breite, flache Ende dieser Form hält der Arbeiter einen Augenblick über den Rauch oder in Lehmwasser, taucht es hierauf in den neben ihm stehenden Kübel mit Latex und bringt es, nachdem er es hat abtröpfeln lassen, abermals über das Feuer, so, dass beide Flächen der Palette dem Rauche gleichmässig ausgesetzt sind. Die dünne Latexschicht, die an der Form klebt, gerinnt unter dem Einfluss der Wärme fast augenblicklich, das Wasser verdampft und die erste dünne Kautschukhaut ist fertig. Wenn der Latex überall gleichmässig geronnen ist, wird die Form abermals in den Kübel getaucht und verfahren wie des erste Mal, und so fort, bis das Kautschuk die gewünschte Dicke erreicht hat.

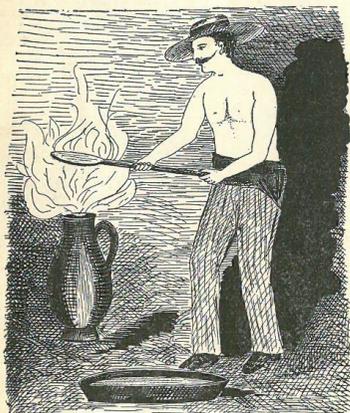


Fig. 17.
Seringueiro beim Räuchern.



Fig. 18.
Rohgummi, Para-Biskuit.

formt man gewöhnlich Brote im Gewicht von etwa 5 kg. Dieser dicke Ueberzug wird mit einem zuvor in Wasser getauchten Messer aufgeschnitten und von der Form gelöst, worauf man mit der Herstellung eines neuen Kautschukblockes beginnt. Ein Arbeiter kann auf diese Weise in einer Stunde $2\frac{1}{2}$ bis 3 kg Kautschuk bereiten. Im Handel sind diese Gummibrote unter dem Namen „Biskuits“ bekannt. Die Biskuits sind, wenn sie von der Form kommen, noch ziemlich feucht und müssen an der Sonne vollends getrocknet werden, was mehrere Tage

in Anspruch nimmt. Dann werden sie auf zwei parallel laufenden Stangen aufgespiesst, um so nach den Verschiffungsplätzen gebracht zu werden. Unter der Bezeichnung „Fine Para-biscuits“ kommen sie in den Handel.

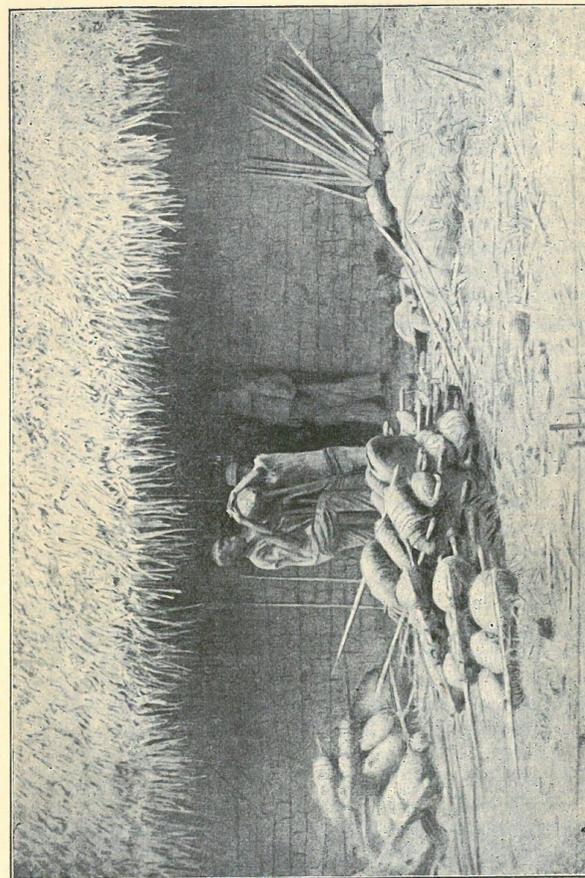


Fig. 19. Aufspieszen der Ballen zum Transport nach den Verschiffungsplätzen (nach Orig.-Photogr. von G. Hübner in Manaus).

Früher kam Fine Para-Kautschuk auch unter anderen Formen auf die europäischen Märkte, zuweilen als Tierfiguren oder menschenähnliche



Fig. 20.
Rohgummi (Para) wie es früher zuweilen im Handel vorkam.

Puppen, an welchen sich die Kunstfertigkeit der Sammler geübt hatte. Diese sind jetzt selten und finden sich wohl nur noch in den Museen der Fabriken, wo sie als Kuriositäten aufbewahrt werden.

Die Schwierigkeit dieser Gerinnungsmethode besteht zweifellos in der Räucherung, doch trägt hauptsächlich die ganze Art der Behandlung dazu bei, dem Paragummi den wohlverdienten Weltruf zu verschaffen, den es auf den Märkten und in den Fabriken genießt.

Um vollkommen zu verstehen, wie zweckmässig das hier beschriebene Verfahren ist, muss man die Zusammensetzung des frischen Latex kennen. Der Milchsaft der Heveen und Mikranden, aus denen das Paragummi bereitet wird, enthält:

32	Proz.	Kautschuk,
12	„	organische, also der Fäulnis unterworfenen, und mineralische Stoffe,
55—56	„	Wasser,
bis zu 3	„	flüssiges Ammoniak (zugesetzt),
		Spuren von Harz.

Allerdings hat kein anderer Latex so hervorragende Eigenschaften aufzuweisen, wie gerade dieser; wenn man aber bedenkt, welche Sorgfalt beim Sammeln der Flüssigkeit und welche Vorsicht bei dem Ausscheidungsprozess angewandt wird, um einestheils bei der Entfernung der wässerigen Bestandteile Verluste zu verhüten, andererseits die Fäulnis und Gärung erzeugenden Stoffe unschädlich zu machen, so kommt man zu der Ueberzeugung, dass die vorzügliche Qualität des erzielten Gummis mehr noch der ausgezeichneten Behandlung als der Güte des Milchsaftes zuzuschreiben ist.

Ein Umstand, der dem Kautschuk überaus verhängnisvoll werden kann, ist der, dass der Latex Stoffe enthält, die der Gärung oder der Fäulnis unterworfen sind. Um diese unschädlich zu machen, haben die Eingeborenen instinktiv, ohne irgend welche wissenschaftlichen Kenntnisse, das einfachste Mittel gefunden. Erstens wird durch die wiederholte Einwirkung einer mässigen Wärme schon der grösste Teil des im Serum enthaltenen Wassers entfernt, wodurch die Gerinnung fast augenblicklich erfolgt, dann aber erzeugt die unvollständige Verbrennung des Holzes

auch Kohlenstoff, der ein äusserst wirksames Antisepticum bildet und auf den günstigen Erfolg der in Brasilien angewandten Methode nicht ohne Einfluss ist. Endlich entwickelt sich bei der Verbrennung noch Kreosot, das sich mit dem Rauche vermischt und auf die stickstoffhaltigen Stoffe ebenfalls antiseptisch einwirkt. Ob auch die schon erwähnten Palmnüsse in diesem Sinne wirken sollen, ist ungewiss; es scheint, dass durch sie eine stärkere Rauchentwicklung erzielt werden soll, was ja dann allerdings eine Vermehrung der antiseptischen Stoffe zur Folge hat.

So wie nun aber die wiederholt angewandte, immer auf geringe Mengen wirkende Wärme durch die Aufsaugung des Wassers wesentlich zur Verbesserung des Kautschuk beiträgt, verhindert derselbe Vorgang gleichzeitig, dass sich Luftblasen bilden, oder dass sich kleine Mengen von ungeronnenem Latex festsetzen, die dann auf die stickstoffhaltigen Substanzen Gärung erregend einwirken könnten.

Im Anschluss an das Vorhergehende mag es gestattet sein, noch einen Versuch mitzuteilen, der als eine Nachahmung der am Amazon gebräuchlichen Gerinnungsmethode zu betrachten ist, und der von Grandjean und Waser in Neu-Kaledonien und auf den Loyalty-Inseln mit grossem Erfolg ausgeführt wurde.

In seinem Werk über die Kolonisation der Neu-Hebriden (Paris 1895) sagt Dr. Davillé darüber folgendes:

„Die Anzapfung ist äusserst einfach. Man bedarf dazu ausser den brasilianischen Tigelinhas noch eines unscheinbaren Gerätes, einer konischen Rinne, die in ein hohles Prisma ausläuft und an einem Ende eine scharfe Klinge, am anderen einen Haken hat. Die Klinge bewirkt den Einschnitt in die Rinde und dient gleichzeitig zur Befestigung der Rinne am Baume. Die herausquellende Milch läuft durch die Rinne in einen an dem Haken aufgehängten Blechbecher von 10 bis 15 Centiliter Inhalt. Es wird dem Arbeiter leicht sein, seine Becher in der Morgenfrühe aufzuhängen, sie nach drei oder vier Stunden in einen grösseren Behälter, eine Kürbisflasche oder am besten in eine Blechkanne auszuleeren und sie hierauf schnell wieder an ihren Platz zurückzuhängen.“

Im übrigen entspricht dieser Vorgang dem zuvor beschriebenen. Man erzielt ein ausserordentlich schönes und wertvolles Gummi.

Es erübrigt, noch einige Einzelheiten über die Bereitung der weniger feinen Para-Gummisorten folgen zu lassen; es sind dieses die Para Grossa, Para entrefina und Sernamby oder Negroheads (Negerköpfe) genannten Sorten.

Aus den in den Tigelinhas oder an den Lippen des Einschnittes festklebenden Gummirückständen wird eine zweite Kautschuksorte bereitet, indem diese Reste zusammengeworfen und zu einem flachen Ballen

geformt werden. Er wird von Zeit zu Zeit in frischen Latex getaucht und nach jedem derartigen Ueberzug ebenso wie das Fine Para geräuchert. Zuletzt erhält er mehrere Ueberzüge von frischem Latex, so dass das Gummi äusserlich vollständig das Aussehen von bestem Para bekommt. Doch genügt ein Messerschnitt um die Täuschung aufzudecken. Man wird dann sofort sehen, dass man zwar ein ähnliches aber keineswegs gleichwertiges Produkt vor sich hat. Dieses Gummi enthält eine weit grössere Quantität Wasser, und eine beträchtliche Menge stickstoffhaltiger, der Fäulnis unterworfenen Substanzen, was seine Hauptursache darin hat, dass der vom Einschnitt abgenommene Latex bereits unter dem Einfluss der natürlichen Wärme geronnen war. Es wird von diesem Gerinnungsprozess weiter unten ausführlich die Rede sein, wobei sich die bedeutenden Mängel des Para entrefina von selbst ergeben werden.

Schliesslich werden alle minderwertigen Reste sowohl des Fine Para als des Para entrefina, die Abschabel von den Formen, die Rückstände in und an den Gefässen etc. in Blöcke geknetet und in Kisten oder Fässer verpackt. Das Ganze klebt von selbst zusammen und nimmt im ganzen die Form seiner Behälter an. Man bezeichnet dieses, natürlich minderwertige Gummi als Sernamby oder Negroheads (Negerköpfe). Es ist sehr feucht, enthält oft noch ungeronnenen Latex, selbst Pflanzen- und Mineralteilchen und hat gar keinen antiseptischen Prozess durchgemacht.

I. 1. b) Die Gerinnung des Latex durch feuchte künstliche Wärme oder durch Kochen.

Es ist dieses eine äusserst primitive Methode, die von den Indianern Mexikos zur Gerinnung des Castilloalatech angewandt wird. Der durch Einschnitt oder Anstich gewonnene Latex wird in einem Stück Rinde oder in einem Topf gesammelt, durchgeseiht und in einen Kessel gegossen, unter dem ein Reisigfeuer angezündet wird. Wie bei der Tiermilch bildet sich unter dem Einfluss der Hitze eine Rahmschicht, die bei längerem Kochen fest wird und sich von den wässrigen Bestandteilen absondert. Auf diese Weise erhält man Kautschukklappen, die, bevor sie in den Handel kommen, getrocknet und gepresst werden, damit sie ihre Feuchtigkeit so viel als möglich verlieren.

Es liegt auf der Hand, dass dieser Vorgang seine grossen Mängel hat. Die Masse kocht nicht so stark, dass alle Fäulnis und Gärung erzeugenden Stoffe zerstört werden, die Pressung genügt nicht, um die Feuchtigkeit vollkommen auszuschleiden und schliesslich ist trotz des Durchsiebens die Behandlung des Milchsaftes nicht sorgfältig genug, um alle vegetabilischen und mineralischen Unreinigkeiten zu entfernen. In

der That beweist die Erfahrung die Richtigkeit dieser Behauptung; eine Untersuchung der durch Kochen hergestellten Lappen zeigt, dass sich in dem schwärzlichen Gummi Blasen bilden, die mit einer dicken, grünlichen Flüssigkeit gefüllt sind, in denen man Sand und Holzsplitter vorfindet. Neuerdings liefert Mexiko noch ein anderes, ebenfalls aus Castilloalatech hergestelltes Gummi, das im Gegensatz zu dem eben genannten hellbraun und wohlriechend ist, und weder Sand noch andere Unreinigkeiten enthält. Es ist fast so nervig wie Brasilkautschuk, und der Verlust bei der Verarbeitung beträgt nur 12 bis 15 Prozent. Auf welche Weise diese Sorte hergestellt wird, war nicht zu ermitteln, doch ist anzunehmen, dass der Latex einen Zusatz von Meersalz erhält. In Britisch-Indien findet das Kochen des Latex auch zur Bereitung des von der Ficus gewonnenen Assamkautschuk Anwendung.

I. 2. a) Die Gerinnung des Latex durch natürliche Wärme. Der Erdboden als Mittel der Wasserausscheidung.

Die Gerinnung durch natürliche Wärme ist hauptsächlich in Ostafrika gebräuchlich. Damit soll nicht gesagt werden, dass sie nicht auch zuweilen anderswo angewendet wird, doch scheint es, dass fast alle mangelhaften Einrichtungen, die als die Hauptursache der geringen Qualitäten und der niederen Preise zu betrachten sind, besondere Eigentümlichkeiten der Afrikaner sind, deren Faulheit höchstens noch durch ihre Habsucht übertroffen wird.

Bei einigen Volksstämmen am Congo und in Angola, die hauptsächlich die Landolphieen ausbeuteten, war nach Jeannest folgende Methode gebräuchlich:

Der Neger begnügte sich damit, einen Baum anzuzapfen, ohne sich darum zu kümmern, ob er an der Wunde zu Grunde ging. Der Saft lief natürlich auf den Boden, den ordentlich zu reinigen man sich nicht einmal die Mühe gab. Die heisse Luft begann sofort das Wasser des Latex aufzusaugen, so dass dieses schon halb geronnen war, wenn es die Erde berührte. Der heisse, trockene Boden nimmt den Rest der Flüssigkeit an und dem Neger bleibt nichts zu thun, als seine Ernte aufzuheben.

Es wird nicht nötig sein, ein derartig primitives Verfahren zu kritisieren. Aber anstatt, dass sich der Eingeborene wenigstens die Mühe gibt, die mineralischen Verunreinigungen so viel als möglich fern zu halten, fügt er solche meist noch absichtlich hinzu. Natürlich kann die Erde, die hier als Filter dient, nur die Flüssigkeit der äussersten Teile der Masse aufnehmen, da sich an der Oberfläche schnell eine Haut bildet, die das Serum nicht mehr durchlässt. Infolgedessen bleiben im

Innern Stickstoff, Zucker, Harz etc. zurück, das Gummi ist weich und klebrig und hat einen abscheulichen Geruch, der sich allerdings erst später zeigt. Der Verlust beim fabrikmässigen Waschen dieser Sorten ist sehr beträchtlich.

I. 2. b) Gerinnung durch natürliche Wärme; Verdunstung auf dem menschlichen Körper.

Diese höchst originelle Methode ist ebenfalls unter den Eingeborenen Ostafrikas gebräuchlich und ist der vorhergehenden entschieden vorzuziehen. Nach R. V. Merlon verfährt man am Congo folgendermassen: Der Neger entledigt sich vor der Liane, die er anzapfen will, dessen, was ihm etwa als Kleidung dient, macht in die Pflanze einen Einschnitt, fängt den Latex mit den Händen auf und bestreicht damit von oben bis unten seinen Körper. In diesem merkwürdigen Ueberzug kehrt er in seine Wohnung zurück. Es bildet sich bald eine Kruste, die sich in Fetzen abnehmen lässt und in Ballen zusammengewickelt wird.

Dr. Welwitsch erzählt, dass einige Stämme in Angola ähnlich verfahren. Hier drückt der Neger unterhalb des Einschnittes die Hand gegen die Pflanze und lässt sich die herausquellende Milch über den Arm laufen. Ist der Ueberzug dick genug, so zieht er, am Ellbogen anfangend, das Kautschuk wie einen Handschuh ab und rollt es auf.

Obleich diese Manier weder sehr empfehlenswert ist, noch die Fäulnis erzeugenden Stoffe zu zerstören vermag, hat sie doch den Vorteil, dass sich dem Latex keine Fremdkörper beimischen können. Auch wird die Verdunstung dadurch, dass sich die Gerinnung in sehr dünnen, oft wiederholten Lagen und auf grossen Oberflächen vollzieht, eine ziemlich vollkommene, und die dem menschlichen Körper entströmende Wärme trägt ebenfalls wesentlich zur Verdunstung der Feuchtigkeit bei.

I. 2. c) Gerinnung durch natürliche Wärme; Verdunstung auf anderen ebenen Flächen als auf dem Erdboden.

Sie findet hauptsächlich in Brasilien bei der Bereitung des von der Manihot glazowii gewonnenen Cearakautschuk (Ceara Scraps) Anwendung. Doch ist der Vorgang auch in Westafrika und auf dem indischen Kontinent ziemlich verbreitet.

In Ceara verfährt man auf folgende Weise: Der Baum, der der Vogelzecke gleicht, wird schon im Alter von drei Jahren, d. h. wenn der Stamm einen Durchmesser von 12 bis 13 cm erreicht hat, ausgebeutet. Nachdem der Seringueiro den Fuss des Baumes gereinigt und zum Auffangen des niederrinnenden Milchsaftes Bananenblätter ausgebreitet hat, schlitzt er die Rinde vom Fusse des Baumes bis zu einer

Höhe von etwa 1,50 m an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Richtungen auf. Der Latex der Manihot ist viel dicker als der der Heveen und der Castilloen; er fliesst sehr langsam und kommt nur selten bis auf die Erde. Das meiste gerinnt schon auf der Rinde der Pflanze und klebt dort wie lang herabfliessende Thränen fest. Er ist also ähnlich wie das Harz unserer Bäume. Zum besseren Austrocknen bleibt er mehrere Tage am Baume, wird dann in Streifen abgenommen, zusammengefaltet oder in Knäuel gewickelt und kommt ohne weitere Zubereitung als Ceara-Scraps in den Handel.

Das bei Beginn der Ernte gesammelte Gummi ist blond und stellt die beste Qualität dar; die zweite Qualität ist dunkler, braun, und wird erst geerntet, wenn die Regenperiode beginnt. Das am Fusse des Baumes gesammelte Gummi endlich bildet eine dritte Qualität, die bald zufällig, bald absichtlich, ziemlich stark mit Erde und Sand vermischt ist. Der Verlust bei der Verarbeitung beträgt oft mehr als 50 Prozent.

Es ist nicht zu verwundern, dass ein so hergestelltes Gummi eine Menge mineralischer und vegetabilischer Bestandteile enthält, die seinen Wert bedeutend vermindern. Das Cearakautschuk hat eine schöne Bernsteinfarbe und ist fast durchsichtig. Undurchsichtig und weisslich wird es nur bei sehr starker Dehnung. Diese merkwürdige Eigenschaft, die Morellet bei keiner anderen Gummiart gefunden haben will, entsteht angeblich durch zahlreiche Löcher im Innern der Masse, durch die sich die Lichtstrahlen brechen.

Cearakautschuk hat einen ziemlich starken Geruch, der, wenn es feuchter Wärme ausgesetzt wird, überaus unangenehm wird. Ist es rein, so ergibt es bei der Verarbeitung 75 bis 80 Prozent und ist ziemlich widerstandsfähig. Doch würde es weit mehr verlangt werden, wenn es sorgfältiger zubereitet würde und nicht fast durchgehends durch den Zusatz von Erde und anderen Substanzen gefälscht würde.

Der Latex der Manihot kommt an Güte dem der Heveen mindestens gleich; er ist ihm vielleicht sogar überlegen, da die Menge stickstoffhaltiger und Gärung erregender Substanzen geringer ist und er auch bedeutend weniger Wasser enthält, als jener. Dennoch beträgt das industrielle Ergebnis an reinem Kautschuk nur 75 bis 80 Prozent. Dazu kommt, dass sich die Ceara-Scraps schlecht aufbewahren lassen; sie erfordern wegen des darin enthaltenen Fäulnis entwickelnden Stoffes zum Lagern einen kalten, trockenen Ort. Wenn es aber auch zweifellos ist, dass der Latex der Manihot — schon wegen der grösseren Konsistenz — schwieriger zu behandeln ist als der der Hevea, so liesse sich doch bei einer geeigneteren Behandlung eine Verbesserung des gewonnenen Gummis erreichen. Man müsste den Milchsaft, anstatt ihn längs des

Baumes herunterlaufen zu lassen, in Becher auffangen und sofort mit alkalischem Wasser vermischen. In frischem Zustande nämlich vermengt sich der Gummisaft sehr wohl mit Wasser, besser allerdings mit alkalischem Wasser. Auf diese Weise könnte man den Latex einige Zeit flüssig erhalten und infolgedessen zu seiner Gerinnung die Räucherung anwenden. Es würde das eine einfache und leicht ausführbare Methode sein, um die Uebelstände des Cearakautschuk zu beseitigen und seinen Wert zu erhöhen. Man hat in der That in Ceara Versuche dieser Art gemacht, die ausgezeichnete Resultate erzielten. Leider aber nehmen die Eingeborenen die Lehre nicht an, sondern halten an ihrer alten, schnelleren und müheloseren Zubereitungsweise fest.

Die Manihot, die auf den steilen Granitfelsen Brasiliens wächst, liefert nur eine geringe Menge sehr dicken Milchsaftes; doch gedeiht die Pflanze auch in der Ebene und auf feuchtem Boden. Hier ist die Milch dünner und reichlicher und lässt sich mit Leichtigkeit der oben genannten Behandlung unterwerfen. Es wäre nicht uninteressant, mit diesem Latex den Versuch anzustellen, die Gerinnung durch natürliche Wärme unter einem Zusatz von Kochsalz erfolgen zu lassen. Man hat mit diesem Vorgang, der weiter unten näher ausgeführt werden soll, zufriedenstellende Ergebnisse erzielt. Doch dürfte man dabei nicht vergessen, dass das Gummi je besser ist, desto weniger umfangreich die hergestellten Blöcke sind, da alsdann die Austrocknung eine vollkommener sein kann.

Es ist zum Schluss noch zu erwähnen, dass die Manihot in der Provinz Ceara nicht überall und nicht gleichmässig Latex liefert. Ob es sich dabei um klimatische Verhältnisse oder um eine Degeneration der Pflanze handelt, sei dahingestellt, gewiss ist, dass die Manihot in manchen Gegenden kaum auf eine Anzapfung reagiert. Der angeschlagene Baum lässt nur einige Tropfen ab, worauf der Fluss aufhört. Doch ist diese Unfruchtbarkeit nur scheinbar. Macht man den Einschnitt am Fuss des Baumes, dicht an den Wurzelknorren, so quillt der Milchsaft sehr reichlich hervor. Der Eingeborene benutzt diesen Latex zur Herstellung des sogenannten Sernamby. Es wird aber so nachlässig damit verfahren, und das Produkt ist derart mit Sand und Steinen vermischt, dass es, obgleich es thatsächlich dieselben Eigenschaften wie das beste Cearagummi besitzt, kaum zu gebrauchen ist. Dennoch würde es ein Leichtes sein, vor dem Einschnitt eine Grube um den Baum zu graben, diese mit feuchtem Lehm auszukleiden und austrocknen zu lassen. Der so vorbereitete Boden würde das Wasser des Latex schnell aufsaugen und man erhielte ein Gummi, das ebenso schön und ebenso rein wäre, wie das von den Hochebenen.

II. 3. Gerinnung durch Abschöpfen nach einem Zusatz der gleichen Quantität Wasser und nach längerer oder kürzerer Ruhe.

Diese Art der Ausscheidung wird in Bahia bei dem Latex der Hancornien, an einigen Stellen Nicaraguas und in Mittelamerika bei dem der Castilloen, schliesslich in Assam beim Milchsaft des Ficus angewandt.

In Bahia geschieht die Ausscheidung, indem man den durch Wasser verdünnten Latex eine Zeit lang ruhig stehen lässt. Es bilden sich bald zwei übereinander liegende Schichten, von denen die obere butterartig ist. Diese wird, sobald sie die genügende Dichtigkeit erreicht hat, abgenommen, getrocknet und so in den Handel gebracht.

In Assam bringt man das auf diese Weise hergestellte Kautschuk in Töpfen über ein leichtes Feuer, wodurch die Trocknung beschleunigt wird. In Mittelamerika endlich werden die Kautschukklappen zunächst, um das überflüssige Wasser zu entfernen und die Poren zuzudrücken, mit hölzernen Rollen gewalzt, hierauf zur vollständigen Austrocknung vierzehn Tage lang der Sonne ausgesetzt und dann erst aufgerollt und verpackt. Doch sind alle drei Herstellungsarten primitiv und können selbstverständlich nur ein Kautschuk von untergeordneter Qualität ergeben. Der Verlust beträgt oft 50 Prozent, besonders wenn das Gummi noch frisch ist. Auch sondert sich bei der Ausscheidung nicht nur Wasser, sondern auch eine ziemliche Menge nicht geronnenen Latex ab, was sich leicht feststellen lässt, wenn man die abgesonderte Flüssigkeit mikroskopisch untersucht oder einfacher, wenn man einen Tropfen zwischen Daumen und Zeigefinger presst. Die Wärme der Finger vollzieht die Gerinnung; löst man die Finger auseinander, so wird das Kautschuk als elastische Fäden sichtbar (Morellet). Die Unbeliebtheit, die dieses Produkt genießt, ist zu begreifen, obgleich das Gummi an sich anderen Sorten weder an Elastizität noch an Widerstandsfähigkeit nachsteht.

II. 4. Gerinnung durch Ruhe nach Zusatz des 4—5fachen Quantums Wasser.

R. P. Merlon hat diesen Vorgang, dessen man sich am Congo bei der Behandlung des Landolphiensaftes bedient, ausführlich beschrieben. Man macht mit einem scharfen Instrument Einschnitte, die vollständig durch die Rinde der Pflanze hindurchgehen, dagegen das Herz nicht berühren dürfen, da sonst noch eine andere Art Milchsaft hervortritt, der scharf und sehr wässrig ist und schnell verdirbt. Die Einschnitte werden entweder der Länge nach oder schräg angebracht und zwar immer übereinander. Unter dem untersten wird mittels Gummi oder

Lehm ein breites gebogenes Blatt befestigt, das den Latex auffängt und in eine am Fuss des Baumes aufgestellte Kürbisflasche leitet. Sie ist an ihrem unteren Ende mit einer Oeffnung versehen, die jedoch einstweilen verschlossen bleibt. Der Saft ist beim Herausfliessen flüssig und sieht etwa aus wie Tierrmilch, die durch langes Kochen verdickt ist. Er wird in frischem Zustande mit dem 4 bis 5 fachen Quantum Wasser vermischt. Dieser Zusatz beschleunigt die Gerinnung, das Gummi setzt sich auf der Oberfläche als Rahm ab. Nach 24 Stunden nimmt man den Pfropfen aus der unteren Oeffnung des Behälters, das Wasser und mit ihm der grösste Teil der Fäulnis erzeugenden Stoffe läuft ab, und das Kautschuk bleibt als halbflüssige Masse zurück. Es wird zur vollständigen Gerinnung in Holzgefässe gegossen und einige Stunden der Luft ausgesetzt. Nach dieser Zeit ist es zwar konsistenter geworden, aber immer noch nicht fest genug. Die Masse wird nun geknetet. Da aber das unterste in den Behältern inzwischen oft schon zu hart geworden ist, um dieser Manipulation unterworfen zu werden, wird es in kleine Stücke, Würfel oder Fingerhüte zerschnitten. Daher der Name „thimbles“ (Fingerhüte), den diese Art im Handel führt.

Das so hergestellte Kautschuk hat wie das vorhergehende den Fehler, dass es eine ziemliche Menge Wasser und selbst unzersetzten Latex enthält. Es finden sich folglich Gärung erzeugende Stoffe darin vor, die dem Gummi bald einen charakteristischen, widerwärtigen Geruch geben. Um diesen Uebelständen abzuhelpen, wird höchstens eine ganz unzureichende Waschung vorgenommen. Das Produkt ist schwammig und enthält zahlreiche Löcher, die eine weissliche, den eben erwähnten üblen Geruch erzeugende Flüssigkeit enthalten. Auch ist der Verlust bei der Fabrikation bedeutend; die Verarbeitung ergibt manchmal nur 60 bis 70 Prozent.

Aus dem Latex derselben Landolphien stellt man auch andere Gummisorten her, die diese Fehler nicht aufweisen. Daraus geht hervor, dass auch hier die irrationelle Behandlung des Latex die Schuld an dem geringen Wert des Produktes trägt.

III. 5. Chemische Zersetzung durch reagierende Mineralien.

Es ist dies ein ebenso schnell wirkender als leichter Prozess, und es ist daher nicht zu verwundern, dass er sowohl in Afrika als in Amerika grosse Verbreitung gefunden hat. Pernambuko, Maranhao und mehrere Gummisorten der Elfenbeinküste werden auf diese Weise hergestellt.

1. *Gerinnung durch Alaun.* — Sie wird in Pernambuko zur Behandlung des Hancorniasaftes angewandt und trägt den Namen ihres

Erfinders Heinrich Anton Strauss. Man setzt dem Latex eine flüssige Lösung von Kali-Alaun zu, unter deren Einfluss die Gerinnung fast augenblicklich erfolgt. Die Masse wird dann zum Abtropfen 8 Tage auf Hürden gelegt, hierauf zerschnitten, einen Monat lang an der Sonne getrocknet und kommt so in den Handel.

Die Methode Strauss ist, wie Morellet sagt, äusserst sinnreich, doch sind die damit erzielten Resultate schlecht, und der Enthusiasmus, mit dem J. Collins dafür eintritt, ist nicht gerechtfertigt. „Diese Methode“, sagt er, „die von der Regierung von Pernambuko angekauft worden ist, ist sehr gut, umso mehr, als sie nicht am Orte der Ernte angewandt zu werden braucht, und sich die Gerinnung auf kaltem Wege vollzieht“.

Das Kautschuk, das auf diese Weise hergestellt wird, verändert sich mit der Zeit und verwandelt sich, wenn es älter wird, in eine Masse von sehr geringem Marktwert. Wenn ein solches Stück Gummi auch anfangs ziemlich elastisch ist, so verliert es doch bald seine Dehnbarkeit, es wird steif wie Pappe und ist nicht fähig, die mechanische Verarbeitung zu ertragen. Es wird körnig und brüchig, das Alaun schlägt aus und kristallisiert an der Oberfläche. Schneidet man dieses innen und aussen rosenfarbene Gummi durch, so findet man eine grosse Menge Löcher, die nicht nur Serum enthalten, das bei der plötzlichen Gerinnung in die Masse eingeschlossen wurde, sondern in denen sich hauptsächlich das zur Gerinnung verwandte Alaunwasser festgesetzt hat. Durch Pressung liesse sich zwar ein Teil dieses Alaunwassers entfernen, aber abgesehen davon, dass dem Sammler nicht immer eine Presse zur Verfügung steht, wäre die Verdunstung immer noch sehr unvollkommen und die schädliche Einwirkung des Alauns wäre damit nicht aufgehoben. Freilich macht man bei dieser Herstellungsweise bedeutende Ersparnisse an Arbeitslohn, doch leidet das Produkt darunter, und die Transportkosten werden unverhältnismässig hoch, da der Verlust bei der Verarbeitung bis zu 60 Prozent beträgt.

Die Gerinnung durch Alaun wird also keine grosse Zukunft haben. Auch haben die Industriellen längst die schlechte Qualität des Produktes erkannt und weisen es mehr und mehr zurück.

2. *Gerinnung durch Schwefelsäure und Seesalz.* — In den Provinzen Maranhao und Matto Grosso wird der Alaun durch mit Wasser verdünnte Schwefelsäure ersetzt. Schwefelsäure hat wie alle anderen Säuren die Eigenschaft, eine äusserst starke Gerinnung zu bewirken. Diese erfolgt aber so schnell, dass eine genügende Verdunstung des Wassers nicht stattfinden kann. Dazu kommt, dass Säuren nicht

antiseptisch wirken, woraus sich wieder die schon früher genannten Uebelstände ergeben.

Die Gerinnung kann ferner durch eine Auflösung von Seesalz erzielt werden. Salz bietet im Gegensatz zur Schwefelsäure keine Transportschwierigkeiten, seine antiseptische Wirkung ist bekannt, und so hat man denn fast allgemein in den beiden genannten Provinzen die Schwefelsäure durch Seesalz ersetzt. Da, wo kein Seesalz zu haben ist, wäre auch die Anwendung von Kochsalz zu empfehlen, das allerdings eine grössere Menge Wasser im Gummi zurücklässt. Mit den hier besprochenen amerikanischen Gummiarten haben übrigens einige afrikanische Sorten von der Elfenbeinküste, aus Kamerun und vom Congo grosse Aehnlichkeit. Wie jene verdanken auch diese ihre Erhaltung hauptsächlich der Behandlung mit Salzwasser.

3. *Gerinnung durch Seifenwasser.* — Diese besondere und merkwürdige Methode, die in Peru bisweilen bei der Behandlung des Hancornialatex angewandt wird, schiebt sich zwischen die Zersetzung durch Mineralien und die Gerinnung durch Vegetabilien. E. Bard berichtet darüber folgendes: „Um die Milch gerinnen zu lassen, giesst man sie in grosse Holzkübel oder in Erdlöcher, die etwa 30 kg Flüssigkeit fassen. Vorher hat man die Seife in Wasser aufgelöst, und zwar rechnet man 125 g Seife auf einen Eimer Wasser. Zwei Eimer von dieser Lösung genügen für 30 kg Latex. Man giesst beides zusammen und schlägt die Masse mit der Hand, wodurch sich die Gerinnung leichter vollzieht. Das Kautschuk bildet sich in Form eines Blockes. Um das darin enthaltene Wasser abzulassen, werden mit dem Messer allenthalben Stiche hinein gemacht, die allerdings nicht sehr tief dringen, damit das Gummi nicht zu sehr an Gewicht verliert.“

Dieses Kautschuk ist natürlich sehr porös und enthält eine beträchtliche Menge Wasser; auch gelangen bei dem primitiven Vorgang eine ziemliche Menge fremder Stoffe in die Mischung. Was schliesslich die Einwirkung der Seife betrifft, so ist dieselbe nicht recht verständlich; es ist vielmehr anzunehmen, dass es sich hier einfach um die Menge des eingeführten Wassers handelt und dass, wie bei dem früher erwähnten Vorgang, auch hier der Zusatz von Wasser die Gerinnung befördert, indem es den Latex flüssiger macht und dadurch die Trennung der Gummikügelchen von dem Serum erleichtert.

An dieser Stelle sind auch die Versuche zu erwähnen, die Dr. Morisse, ein Mitglied der vom Grafen von Bertier 1888 bis 1889 unternommenen Expedition nach dem oberen Orinoco, über die verschiedenen

Behandlungsmethoden des Hevealates gemacht hat. Rousseau schreibt darüber in seinem ausgezeichneten Aufsatz über Gummi und Gutta-Percha:

„Bei seinen Versuchen, eine Methode zu finden, die den Latex schnell gerinnen lässt und dabei doch die Güte des Gummis nicht beeinträchtigt, hat Dr. Morisse verschiedene Mittel angewandt, die folgendes Resultat ergaben:

1 Teil 90° Alkohol lässt 6 Teile Kautschuk gerinnen; es entsteht ein vorzügliches, feines, blendend weisses Gummi, das auch im Alter nicht gelb wird. Leider muss wegen der Kostspieligkeit des Verfahrens von einer wirklichen Anwendung dieser Methode abgesehen werden.

Eisenchlorid zersetzt den Latex im Verhältnis von 1 zu 9. Das so erhaltene Kautschuk bildet einen grobkörnigen Staub, hat eine hässliche Farbe und hält schlecht zusammen.

1 Teil alkoholischer Sublimatlösung zersetzt 11 Teile Milch und ergibt ein gutes Kautschuk.

1 Teil Calciumchlorid zersetzt 15 Teile Latex, doch ist es sehr schwer, dieses zerfliessende Salz in einem Klima aufzubewahren, wo die Luft immer mit Feuchtigkeit erfüllt ist.

Chlorwasserstoffsäure hat eine Gerinnungskraft von 1 zu 5; Salpetersäure wirkt noch schwächer.

Nicht kristallisierte Phönizinschwefelsäure hat die Kraft von 1 zu 18. Das wirksamste der bis jetzt ausprobierten Mittel ist Schwefelsäure. Eine Verdünnung mit Wasser von 1:50 genügt, um 10 l Milch gerinnen zu lassen; die Wirkung erstreckt sich sogar bis zu einer Verdünnung von 1:100, doch erfolgt die Gerinnung dann nur, wenn man die Masse bewegt und erfordert ausserdem längere Zeit.

Jodtinktur scheint nur durch das Alkohol, das sie enthält, zu wirken. Andere Präparate, mit denen Versuche angestellt wurden, ergaben kein bemerkenswertes Resultat. Wir nennen hier nur kohlen saure und basisch-kohlensaure Pottasche und Soda; Kochsalz; Brom- und Jodkali, Natrium und Ammonium; Ammoniak, Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Glycerin, arsenische Säure etc.

Alaun, der bei mehreren Gummibäumen mit Erfolg angewandt wurde, ergab bei der Hevea nur ein negatives Resultat.

Die ersten Lappen Gummi, die mit Hilfe von Schwefelsäure hergestellt wurden, wurden anfangs durch Insekten und Cryptogamen, die sich sowohl im Innern als im Aeusseren schnell entwickelten, verdorben. Dr. Morisse kam dadurch auf den Gedanken, der Schwefelsäure ein starkes antiseptisches Mittel beizumischen und erreichte durch die Anwendung von Phönizinschwefelsäure, die ebenfalls Gerinnung bewirkt, vollkommen seinen Zweck. Erst sechs Monate nach der Gerinnung ver-

schwanden auf den Oberflächen die Spuren dieser Säure. Bis dahin aber war das Gummi so ausgetrocknet, das schädliche Bildungen nicht mehr zu befürchten waren. Nach vielen Versuchen wurden folgende Mischungen als massgebend festgesetzt:

Lösung A.	{	Phönizinsäure	4 g,
		Alkohol um diese aufzulösen,	
		Wasser	80 „
Lösung B.	{	Schwefelsäure	2 g,
		Wasser	20 „

Beide Lösungen sind vor dem Gebrauch zusammenzuschütten.

Diese Quantität bewirkt bei leichtem Schütteln die augenblickliche Gerinnung von 1 l Milch.

Meistens wird auch schon eine Lösung genügen, für die man 1:60 von der ersten Säure und 1:30 von der zweiten Säure nimmt, doch muss man immer berücksichtigen, dass die Gerinnung von allerlei Umständen, von der Temperatur, vom hygrometrischen Zustand der Luft, von der Tageszeit etc. beeinflusst wird. An manchen Tagen gelang die Gerinnung durch die zweite Lösung nur langsam und schwer. Es ist deshalb zu empfehlen, dass man sich einer Mischung von A. und B. bediene.

Man braucht, um 1000 l Milch gerinnen zu lassen, 2 l Schwefelsäure und 4 l Phönizinsäure. Die Unkosten dieser Methode sind also sehr gering. Aus dem angegebenen Quantum erhält man etwa 100 kg Para, das trocken, weiss, hart, widerstandsfähig, fest und ansehnlich ist. Die Brauchbarkeit des Verfahrens ist damit erwiesen.

Aus dem Vorhergehenden geht hervor, dass der Latex der Hevea für manche Reagentien unempänglich ist, die bei den Milchsäften anderer Pflanzen Gerinnung bewirken, ferner, dass die Versuche, zu dem alten Verfahren der Räucherung neue Methoden der Gerinnung zu suchen, nicht zu unterstützen sind, und zwar dieses umso weniger, als wir konstatiert haben, dass das durch Hinzufügung irgendwelcher Lösungen hergestellte Kautschuk immer einen geringeren Wert besitzt etc. etc."

Diesen Ausführungen Rousseaus kann man nur zustimmen. Das Paragummi verdankt seine ausgezeichnete Qualität vorzüglich der äusserst sorgfältigen und umständlichen Zubereitung. Diese aufgeben, hiesse sich unvermeidlichen und beträchtlichen Verlusten aussetzen. Ausserdem scheint die antiseptische Wirkung der Phönizinsäure sehr zweifelhaft. Nur Kreosot vermag eine vollständige Sterilisierung zu bewirken und selbst dieses nur dann, wenn es nach jeder Schicht und unter dem Einfluss einer mässigen Wärme zur Anwendung kommt.

III. 6. Chemische Zersetzung durch den Zusatz von Vegetabilien.

Sie findet Anwendung in Madagaskar, Gambien, Peru, Guatemala und Nicaragua. Es handelt sich bald um den Zusatz einer vegetabilischen Säure, bald um einen Aufguss, dessen chemische Zusammensetzung unbestimmt ist, dessen Wirkung aber wohl auch mehr oder minder auf das Vorhandensein von vegetabilischer Säure zurückzuführen ist.

Bei den oben genannten afrikanischen Arten scheint es sich um eine Gerinnung des Vaheamilchsafte durch Citronensäure zu handeln. Morellet schreibt darüber: „Bei unseren Untersuchungen fanden wir im Madagaskarkautschuk häufig Körner, die wir als den Samen von Aurantiaceen erkannten. Es war uns zuerst unerfindlich, wie diese Körner in das Gummi gelangen konnten, da sich der Fall aber zu oft wiederholte, um an einen Zufall glauben zu lassen, kamen wir zu dem Schlusse, dass hier ein besonderer Vorgang bei der Ernte vorliege, dass man den Fruchtsaft der Aurantiaceen, der Citronensäure enthält, zur Gerinnung verwandte. Diese Ansicht fand auch durch Personen, die jene Gegenden bereist haben, volle Bestätigung“.

Cousin behauptet, während seines Aufenthaltes in Casamanza durch diese Methode ein vorzügliches, fast durchsichtig bernsteinfarbenes Gummi von bemerkenswerter Elastizität und Haltbarkeit erhalten zu haben. Doch sei es gestattet, an dieser Behauptung zu zweifeln; denn wenn die mineralischen Säuren den Uebelstand haben, dass sie eine zu schnelle Gerinnung bewirken, so gilt von den vegetabilischen Säuren nicht nur dasselbe, sondern sie sind gleichzeitig eine natürliche Brutstätte von allerlei Mikroben, die Fäulnis erzeugen. Es ist daher an die Vorzüglichkeit eines solchen Verfahrens nicht recht zu glauben. Diese Meinung findet auch durch die Thatsache Bestätigung, das man in Madagaskar, wo die Gerinnung mittels Citronensäure früher ziemlich verbreitet war, fast allgemein zur Anwendung von Schwefelsäure übergegangen ist. In Peru bedient man sich zur Gerinnung des Hancornienlatex bisweilen eines Pflanzensaftes, der aus einer von den Caucheros mit dem Namen Sachacamote bezeichneten Liane gewonnen wird. Aehnlich wird in Guatemala und in Nicaragua mit dem Latex der Castilloen verfahren; die Gerinnung erfolgt durch einen Aufguss von der Wurzelknolle einer Windenart, der Ipomea bona nox, die in Mittelamerika ausserordentlich verbreitet ist. Die Zersetzung der Milch wird in der That durch eine organische, nicht näher festzustellende Säure bewirkt, doch findet man später im Gummi ein fremdes Harz, das nicht nur die industrielle Erzielbarkeit vermindert, sondern auch schlecht zu entfernen ist und bei der Fabrikation hinderlich ist. Dagegen liefert derselbe Latex bei anderer Behandlung ein sehr elastisches, kräftiges und vorteilhaftes Kautschuk.

IV. Gerinnung durch die Vereinigung natürlicher oder künstlicher Wärme mit chemischen Zersetzungen.

In Gambien (Casamanza, Elfenbeinküste) verfährt man bei den Vaheen und anderen Lianen folgendermassen:

Der Sammler macht einen leichten Einschnitt in die Liane, worauf er die Rinde ein wenig zerdrückt. Jede Wunde wird mit Salzwasser bestrichen und die 5 bis 6 cm langen Einschnitte so nahe bei einander gemacht, dass von einem zum anderen vielleicht ein Zwischenraum von 10 cm bleibt. Der Latex beginnt sofort als dicke, weisse Flüssigkeit herauszufließen. Unter dem Einfluss der Salzlösung vollzieht sich die Scheidung von Serum und Gummi sofort, das Kautschuk zieht sich zusammen und bildet kleine Klumpen. Der Sammler nimmt nun von jedem Einschnitt ein wenig Gummi weg und vereinigt diese Teile in seiner Hand zu einem Ball. Da aber die Masse sehr zäh ist, bleibt jeder Teil dennoch mit dem betreffenden Ausfluss in Verbindung und zwar in der Weise, dass sich von jedem Einschnitt ein Gummifaden bis zur Hand des Arbeiters zieht. Er beginnt nun, die Gummifäden, die durch den ununterbrochenen Ausfluss und die augenblickliche Zersetzung des Latex immer neue Nahrung erhalten, zu einem Knäuel aufzuwickeln. Durch die Dehnung und die darauffolgende Pressung zwischen den Fingern kleben die inneren Fäden zusammen, sobald sie von aussen mit neuen bedeckt werden. Dadurch bleibt die Fadenbildung nur auf den äussersten Lagen sichtbar, und ein Wiederabwickeln des Knäuels wäre nicht möglich. Von Zeit zu Zeit müssen die Wunden natürlich immer wieder mit Salzlösung angefeuchtet werden. Das so erhaltene Kautschuk ist anfangs fast weiss; mit der Zeit dunkelt es nach und bekommt eine rötliche Färbung.

Das Gewicht solcher Kugeln schwankt zwischen 300 und 800 g; doch kommen auch ganz grosse, über 2 kg schwere Bälle in den Handel. Da der Arbeiter diese natürlich nicht mehr zwischen den Fingern halten kann, legt er sich zum Aufwickeln auf den Rücken, legt die Kugel auf den Leib, hält sie mit der einen Hand fest, und fährt in dieser Stellung mit dem Aufwickeln fort, bis die Pflanze erschöpft ist. (Chapel.)

Dieser Vorgang, bei dem natürliche und künstliche Wärme gleichzeitig mit einem scharfen Antisepticum, dem Kochsalz, ununterbrochen auf sehr kleine Quantitäten Gummi wirken, ist sehr zu empfehlen, besonders da, wo die Räucherung wegen lokaler Verhältnisse oder wegen der Beschaffenheit des Latex unmöglich ist. Jeder einzelne Faden wird sowohl der Luft ausgesetzt, als auch der Wärme, die von der Hand des

Arbeiters ausgeht. Die Verdunstung des Serums wird dadurch ausserordentlich befördert. Freilich ist die Operation sehr mühsam.

Die Methode hat noch einen nicht zu unterschätzenden Vorzug, nämlich den, dass man durch sie ein ganz reines Produkt ohne irgendwelche vegetabilischen und mineralischen Beimischungen erhält, es sei denn, dass der Arbeiter absichtlich fremde Stoffe hinzufügt, um das Gewicht zu vermehren. Damit schadet er sich selbst freilich am meisten, denn wenn das Misstrauen der Händler einmal erwacht ist, wird es schwer, manchmal vielleicht sogar unmöglich sein, die Ware abzusetzen.

V. Ausscheidung des Kautschuks durch Schlagen.

Es ist bereits gesagt worden, dass auch dieser von Ph. Rousseau empfohlenen Methode einige Worte gewidmet werden sollen. Der Gedanke, Gummi in derselben Weise herzustellen, wie man Butter macht, hat etwas Verlockendes. Es wäre das ein ebenso einfaches als leichtes und billiges Verfahren. Leider erweist sich der Vorschlag bei näherer Betrachtung als unpraktisch. Wenn sich die Butter von der Buttermilch getrennt hat, so genügt ein leichtes Auspressen, um fast alles Serum aus ihr zu entfernen; ferner macht das Durchkneten mit Salz sie für einige Zeit antiseptisch. Kautschuk lässt sich aber nicht auf gleiche Weise behandeln und wird deshalb, selbst wenn es aus bestem Latex hergestellt ist, immer die schon mehrmals erwähnten Uebelstände aufweisen.

Damit wäre die Beschreibung der verschiedenen Gerinnungsmethoden des Rohgummis beendet. Das Ergebnis der bisher gemachten Erfahrungen und Untersuchungen kann man in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Bei der Wahl der Methode muss die Dichtigkeit des Gummisaftes berücksichtigt werden. Die Vaheen und Manihots liefern dickeren, die Heveen, Castilloen, Landolphien und Ficus flüssigeren Latex. Es wäre falsch, beide Arten gleich zu behandeln.

2. Es muss immer darauf hingearbeitet werden, ein Gummi zu erzielen, das so wenig als möglich Wasser und Gärung erregende Stoffe enthält. Man soll ferner trachten, dass das Gummi keine fremden Stoffe enthält, da diese, ob sie nun durch Zufall oder Absicht hineingeraten, immer den Schein eines Betrugers erwecken, abgesehen davon, dass sie den Wert des Materials an sich vermindern. Es sind in dieser Hinsicht zwei Methoden angelegentlich zu empfehlen: die unter I. 1. a) angeführte Gerinnung durch Räucherung und die unter IV. beschriebene Gerinnung durch künstliche oder natürliche Wärme unter Hinzufügung von Kochsalz.

3. Die Anwendung von mineralischen und vegetabilischen Säuren sowie von Alaun, ebenso die Hinzufügung von Wasser, unter welcher Form es auch sei, schaden der Qualität des Produktes immer und sollen daher vermieden werden.

4. Es ist nicht gleichgültig, in welcher Form das Gummi aufbewahrt wird. Man hat, besonders da, wo bei der Zubereitung andere Flüssigkeiten verwandt wurden, beobachtet, dass Kautschuk sich umso weniger gut hält, je grösser die einzelnen Stücke sind. Die Erklärung ist einfach. Je mehr Oberfläche man bietet, desto mehr Feuchtigkeit wird verdunsten; das Produkt gewinnt durch die Austrocknung an Qualität und die Bildung von Fäulnis wird verhindert.

5. Die Mischung verschiedener Mischsäfte ist streng zu vermeiden. Es entstehen dabei immer aus irgend einem Grunde Unzuverlässigkeiten. Der geringere Latex wird den besseren in der Weise beeinträchtigen, dass das Produkt entwertet und die Qualität mehr oder minder verändert wird.

6. Die Kenntnis der besonderen chemischen Zusammensetzung einer jeden Latexart würde bedeutend dazu beitragen, in jedem Falle die richtige Methode festzustellen. Leider fehlt es hier an genügenden Angaben. Eine Untersuchung aber würde der Industrie zu grossem Nutzen gereichen, und es wäre daher sehr zu wünschen, dass die Chemiker und Naturforscher auch diesem Punkte ihre Aufmerksamkeit widmeten. Adriani hat sich in seiner Untersuchung über den Latex der indischen Ficus bereits bemüht, eine exakte Analyse dieses Milchsafte zu geben. Ueber die Zusammensetzung des Heveenlatex soll im folgenden Kapitel möglich genau berichtet werden. Ueber die Zusammensetzung des Milchsafte der anderen Gummigewächse fehlen die Angaben. Sie thäten aber not, denn sie würden sowohl über die beste Gerinnung, als über die Aufbewahrung der verschiedenen Gummiarten wichtige Aufschlüsse geben.

7. In demselben Sinne wäre eine genauere Kenntnis der Milchgefässe, ihrer Anlage und ihrer Entwicklung in Bezug auf die übrigen Organe der Rinde erwünscht. Man hat sich bisher wenig damit beschäftigt, dennoch würde eine solche Untersuchung schätzenswerte Beiträge über Qualität und Behandlung des Kautschuk liefern. Morellet hat die Rinde wenigstens einiger Kautschukpflanzen mikroskopisch untersucht. Es wäre anzuerkennen, wenn sein Beispiel Nachahmung fände, und die Forschungen an Ort und Stelle auf alle Gummigewächse ausgedehnt würden.

IV. Kommerzielles.

Die auf dem internationalen Markte vorkommenden Rohgummisorten können nach ihrer Herkunft in folgende Hauptklassen eingeteilt werden:

- | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------|
| 1. Amerikanisches Kautschuk | } | Südamerikanisches Kautschuk. |
| | | Mittelamerikanisches Kautschuk. |
| 2. Afrikanisches Kautschuk | } | Ostafrikanisches Kautschuk. |
| | | Westafrikanisches Kautschuk. |
| 3. Asiatisches Kautschuk. | | |
| 4. Australisches Kautschuk. | | |

Im Handel führen diese Sorten nicht immer sehr regelmässige Bezeichnungen; die einzelnen Sorten werden bald nach der Provinz benannt, aus der sie kommen (obgleich manchmal andere Gegenden dieselbe Sorte liefern), bald gibt der Ausfuhrhafen oder die Stadt, die für die betreffende Sorte den Mittelpunkt des Handels bildet, den Namen. Auch wird die Bezeichnung häufig der Form entlehnt, in der das Rohgummi in den Handel kommt. Uebrigens sind die Bezeichnungen sehr veränderlich, so dass Sorten, die seit dreissig Jahren bekannt waren, plötzlich verschwinden, um anderen Platz zu machen, die dann freilich aus demselben Lande und von derselben Pflanze kommen und lediglich deshalb umgetauft wurden, weil die Art der Zubereitung eine andere geworden. Es kommt auch vor, dass geringere Sorten unter neuen Namen zu höheren Preisen erscheinen. Da aber die Etikette allein nicht genügt, erhält in diesem Falle meist auch das Gummi selbst eine Verbesserung.

Unter diesen Umständen könnte es als überflüssig erscheinen, jede einzelne Sorte genau zu beschreiben. Es kommen eben dadurch, dass die Zubereitung täglich verbessert wird, sowie dadurch, dass manche Arten verschwinden und neue auftauchen, so viele Verschiebungen vor, dass das, was heute zutrifft, morgen vielleicht ungültig wäre. Eine kurze Uebersicht der bekanntesten Sorten mag daher genügen.

Schematische Uebersicht

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Bot. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ausfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
I. Amerikanisches Kautschuk							
Fine Para; Siringa fina Bei den Eingeborenen Borracha oder Jebe	Amazon (Brasilien)	Hevea, Micranda	I. 1. a.	Para (Bellem) Ma-naos	Liverpool London Le Havre Hamburg New-York	Kisten von 130 bis 140 kg	Kam früher in Fieguren, Flaschen, Birnen, Schuhen etc. auf den Markt. Jetzt in Biskuits oder Broten. Gewicht der Stücke vom unteren Amazon 3 bis 5 kg, der vom oberen 10 bis 15 kg
Entrefine Para 1/2 fine Entrefina Grossa	do.	do.	I. 1. a. und I. 2. c.	do.	do.	do.	do.
Negro-heads (Negerköpfe) Para-Sernamby Sernamby de Borracha Sernamby de Jebe Cabeça de negro	do.	do.	do.	do.	do.	Kisten oder Tonnen von 200 kg	Kommt auf den Markt entweder in grossen Blöcken, oder (meistens) in unregelmässigen, handgross. Stücken, die infolge fester Verpackung zusammenkleben

*) Schmutziges, milchiges Weiss ist immer ein Zeichen von Feuchtigkeit; entweder ist dagegen ein Zeichen von Reinheit und guter Qualität. Doch kommt diese Farbe wenig vor.

der Rohgummi-Sorten.

Aussehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
(I. Süd-Amerika).						
Dunkelbraun bis schwärzlich	Nach aussen dunkler, nach innen weisslich. Man erkennt die einzelnen Lagen als Blätter oder Häute	Riecht nach geräucher-tem Speck	Wenig Fremdkörper. Manchmal gemischt mit dem Latex von Mimopselata, Marcandaru-ba. Feuchtigkeit variiert nach der Zeit der Ernte	10—15%	Kräftig und schrelastisch	Die Biskuits tragen oft die Namen der Faktorei. Ernte in der trockenen Jahreszeit, Ende Juni, Mitte Oktober. Bei Regen enthält der Latex zu wenig Kautschuk, auch ist das Arbeiten alsdann unmöglich. Barracha kommt auf die brasilischen Märkte Ende Juli bis Ende Dezember.
do.	Infolge der anderen Gerinnungs- verschieden von Fine Para. Die nicht geräucherten Teile sind schmutzig weiss, die geräucherten Ueberzüge bernsteinbraun*)	Geruch weniger ausgesprochen als bei fine Para. Riecht nach Methylamin	Wenig Fremdkörper, meistens dann Baumrinde. Feuchter als oben	15—20%	Weniger kräftig	Die grossen Brote und Biskuits von Fine Para werden teils an den Einkaufsplätzen, teils erst in Para durchgeschnitten und alle Stücke, die nicht völlig durchräuchert sind, sondern Streifen ungeräucherten Gummi enthalten, als entrefine aus-sertiert
Schwarz	Gelblich weiss mit schwarzer Aderung	do. manchmal schimmelig	Mit Sand und unelastischem sogen. totem Gummi vermischt. Starke Feuchtigkeit	20—40%	Mangel an Widerstandskraft	—

Serum oder ungeronnener Latex im Kautschuk eingeschlossen. Hornig durchsichtige Farbe

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ausfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
Virgin sheets resp. Matto-grosso - Para (Para blanc)	Provinz Mato Grosso (Brasilien)	Hevea	III. 5.	Manaos Montevideo	New-York London Hamburg Liverpool	—	Grosse, regelmässig geformte Brote von 0,60 m Länge, 0,30 m Breite, 0,15 m Dicke. Kleinere Brote von halber Grösse
Ceara Scraps	Prov. Ceara (Brasilien)	Manihot glazowii (Manisoba oder Leiterra)	I. 2. c.	Ceara	Liverpool New-York Hamburg	Ballen	Kleine Streifen od. Thränen, die zu Klumpen zusammengeballt werden. Infolge fester Verpackung in frischem Zustande kleben die Klumpen zusammen und ergeben Blöcke bis zu 150 kg
Pernambuko (Mangabeira)	Prov. Pernambuco (Brasilien)	Hancornia	III. 5.	Pernambuko	—	Kisten, Ballen	Rechtwinklige Lappen verschiedener Grösse. Manchmal: 1,50 m Länge, 0,6 bis 0,7 m Breite, 0,08 bis 0,1 m Dicke
Maranaham	Prov. Maranaham (Brasilien)	—	—	Rio Janeiro	—	Kisten	—
Bahia	Prov. Bahia (Brasilien)	—	I. 2. a.	—	—	—	Unregelmässige Massen oder grosse Lappen bis zu 20 kg
Carthagena (Esquebo)	Columbien	Hevea	I. 2. c.	Carthagena, Sevanilla	Le Havre New-York London Hamburg	Kisten, Barrels und Säcke	Grosse Ballen bis 80 kg, gebildet aus Lappen oder aus Streifen, die wie bei Nicaragua-Scraps zusammengefaltet werden

Ansehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
Hellbraun	Strohgelb mit grünlicher Marmorierung, besonders an den Rändern	—	—	15—30%	Weniger kräftig als braunes Para	Ernte August bis Februar. Wie bei Para unterscheidet man fine, 1/2 fine, sernamby
Hell- und dunkelbernsteinfarben	Hell bernsteinfarben. Bei Dehnung weiss und undurchsichtig	Sehr ausgeprägter unangenehmer Geruch, der durch feuchte Wärme noch verstärkt wird	Immer mit Vegetabilien vermisch, oft auch m. Sand Bis zu 15% Feuchtigkeit	20—25% bei geringeren, mit Erde vermischten Qualitäten bis zu 50%	Ziemlich kräftig und nach Qualität bevorzugt	Das Serum des Ceara-Kautschuk wird durch mechanische Pressung ziemlich entfernt.
Rötlich-orange gelb mit salzigem Ausschlag	Weiss-rosa. Zahlreiche Löcher, die mit alauhaltigem Serum gefüllt sind	—	—	40—60%	Wenig elastisch; schlaff; wenig geschätzt; wird zuweilen nur der schönen Farbe wegen verwendet	Wird mit der Zeit hart und bröcklig (durch den Zusatz von Alaun). Die Qualität geht ein und wird bald ganz durch Maranaham ersetzt werden
Glatt, glänzender, kein Ausschlag	Weiss-rosa, wird an der Luft schön dunkel weinrot	—	—	25—30%	Kräftiger und elastischer	Das Serum enthält Zucker
Rötlich-orange	Weiss-rosa Löcher mit Serum und oft mit ungeronnenem Latex	—	Holz, Vegetabilien, Sand, Lehm. Sehr feucht	50%	Geringe Qualität, wenig gesucht	—
Schwarz	Bräunlich, schwarz, grünlich, grau	Riecht nach Methylamin und Schimmel	Erde	25—60%	Ziemlich gesucht. Gute Qualität, elastisch, dagegen die mit Erde verfälschte sehr matt	Es gibt noch eine andere Art Carthagena-Kautschuk, die länger bekannt ist. Sie hat jedoch ganz den Charakter von Gayaquil

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ausfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
Cuidad-Bolivar Columbia-Virgen	Venezuela	Hevea, Calotropis procera, Hancornia speciosa, Sapium biglodosum (Lechero)	I. 1. a. manchmal III. 5. (Morisse)	Bolivar, Manaoas	Hamburg	Kisten od. Tonnen	Wie Para
Cayenne	Französisch Guyana	Hevea	I. 1. a.	Cayenne	Frankreich	Kisten od. Tonnen	Wie Para
Peru inslabs; in den Vereinigten Staaten „caucho“ genannt	Peru	Hevea, Cameraria latifolia, Hancornia speciosa	I. 2. a. III. 6. III. 5. Einschnitt zur Entfernung des Serums	Iquitos	New-York Le Havre Liverpool	Kisten	Grosse Blöcke oder wie Fine Para.
Peruvian balls Sernamby de Pérou Sernamby de Caucho	do.	do.	do.	do.	do.	do.	Wie Negro heads
Gayaquil (in Lappen)	Equador Columbien	Castilloa	III. 6. III. 5.	Gayaquil	Hamburg New-York London	Säcke	Grosse Lappen bis zu 1 m Länge, 0,70 m Breite, 0,05 m Dicke

I. Amerikanisches Kautschuk

Colon und Panama	Equador Columbien	Castilloa	III. 6. III. 5.	—	—	—	Streifen von 0,10 m Durchmesser und bis zu 3 m Länge
------------------	----------------------	-----------	-----------------	---	---	---	--

Aussehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
Wie Para	Wie Para	Wenig geräuchert	Oft vermischt mit dem Saft von Massaranda und Pindar	15—20 % je nach Qualität	Gleicht dem Para und wird oft als solches verkauft	Ernte November bis April. Wird am Orinoko bisweilen durch Fällen der Pflanzen gewonnen. Verliert durch die Mischung mit anderen Säften an Güte
Wie Para	Wie Para	Leicht rauchig	Ziemlich rein	15—20 %	Wie Para	Nach Coudreau wird die Ausbeutung zu sehr vernachlässigt
Tiefschwarz, Oberfläche körnig	Gelb; wird mit der Zeitschieferfarbig; sehr porös	—	Viel Sand und Wasser	25—30 %	Sehr elastisch; geschätzte Qualität, doch liebt man die Farbe nicht.	Die Ernte beginnt im August. In Wasser gekocht verliert das Gummi seine schwarze Farbe und wird schmutzigweiss. Das Abkochwasser ist ein energisches Abführungsmittel
do.	do.	—	—	do.	Sernambillo (Abfälle) ist besser als Negro heads, da es weniger Wasser hat und weniger porös ist	
Schwärzlich	Schwarz-grüne, sehr feuchte Masse mit vielen Wasserbläschen	—	Sehr unrein, Erde u. Vegetabilien; viel Wasser	20—35 %	Teilweise sehr elastisch, teils mit Erde verfälscht und matt wie Carthagena	—

(2. Mittel-Amerika).

—	—	—	—	—	Qualität ähnlich wie Carthagena	—
---	---	---	---	---	---------------------------------	---

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ansfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
Mexikanische und andere Central-Amerikanische u. West-Indische Sheets	Vera Cruz Taumapilas Tabasco Gueroero Baraca RepicChiopas	Castilloa	I. 1. b. und unbekanntes Verfahren	SanBenito Tonala Vera Cruz San Salvador	New-York Hamburg London	Kisten, Säcke	Platten von 1 bis 4 cm Dicke. Länge u. Breite 0,50 x 0,60 cm. Bisweilen Kugeln (marbles) v. 5—6 cm Durchm.
Guatemala	Guatemala	Castilloa	III. 6. mit ipomea bona nox	Guatemala Champerico	New-York neuerdings hauptsächlich Hamburg	Säcke	Platten
Nicaragua-, Mexikanische, Ecuador u. West-Indische Scraps	Nicaragua Mexiko San Salvador Ecuador	Castilloa	II. 3.	Greytown Vera Cruz San Salvador Gayaquil Quito	Hamburg New-York London	Kisten od. Tonnen	Entweder Würste von der Stärke eines Armes, oder Kugeln von mindestens Kopfesgrösse. Bisweilen auch Würfel von 60—80 cm Seitenlänge. Es sind immer zusammengefaltete od. aufgewickelte Streifen, Abfälle der Sheets u. von selbst getrocknete Tropfen

II. Afrikanisches

Senegal- und Bissao-balls	Senegambien Sudan Bissagos-Inseln	Vahea Landolphia Callotropis procera, Ficus Khal	IV.	RioNunez Bissao Bolama	Hamburg Marseille Liverpool	Fässer	Teils Ballen, teils Platten
Gambia balls	Senegambien Bathurst Bissagos-Inseln Sudan	—	—	Dakar Bathurst Bolama Bissao Casamanza	Hamburg Liverpool Marseille	Fässer u. Säcke	Bälle

Ansehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
Schwarz	Schwarz, braun, gelb-grünlich. Teilweise fließt beim Einschnitt eine braune Flüssigkeit ab	—	Sand, Erde, Blätter, bisweilen Holzsplitter	12—15 %	Ausserordentlich kräftig	—
Schwarz	Schwarz, teils gelb-grünlich, teils braun; enthält eine dicke Flüssigkeit (ungeronnenes Gummi)	Sehr charakteristisch	Schmutz, Borke, Erde	25—45 %	Teils kräftig wie Gayaquil, teils weicher	—
Schwärzlich	Gewöhnlich schwärzlich und glänzend; bisweilen gelblich, doch färbt es sich alsdann an der Luft schnell schwarz	—	Wenig Feuchtigkeit, etwas Kork, bisweilen mit Sand gefälscht	10—15 %	Sehr gesucht, rangiert nach Fine Para	—

Kautschuk.

Schwarz, braun	Rosa, weiss	—	Viel Feuchtigkeit, Sand, Borke, Schmutz	25—50 %	Teils sehr kräftig und ziemlich gesucht	—
Bräunlich, weiss und schwarz	Rosa angehauchtes Weiss	—	Feuchtigkeit, Sand, wenig Borke	20—50 %	Reine, trockene Bälle sind sehr gesucht, II. Qualität wenig beliebt	—

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ausfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
Casamanza (Boalam)	Hochplateau auf dem rechten Ufer des Casamanza	Landolphia	I. 2. b.	Boulam	Marseille	Kisten u. Tonnen	Wie Senegalkautschuk
Casamanza (Gambien)	Linkes Ufer des Casamanza	Vahea	IV. bisweilen III. 6. Citronensäure	Zighinchor	—	—	Knäuel von 300 — 800 g, selbst bis zu 2 kg
SierraLeona-Niggers Massaj-Niggers	Sierra Leona Rivièrè du Sud	Ficus Vahea Landolphia Diander	I. 2. b.	Freetown Conakry Rio Pungo	Liverpool Hamburg Marseille	Barrels u. Fässer	Bälle
SierraLeona-Twist	—	—	—	Conakry Freetown Rio Pungo Mano	—	—	—
Liberia	Liberia	Landolphia	IV.	Mouravia	Hamburg London	Fässer	Bälle und Klumpen

Aussehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
Dunkelbraun	Grün, ins cremegelbe u. rötliche gehend. Löcher mit viel Sand	Schlecht	Viel Erde und Sand	40 %	Wenig geschätzt	Kommt hauptsächlich im März in den Handel
Anfangs weiss, dann rotbraun	Concentrische Lagen; Farbe rotbraun bis weiss; das Weisse herrscht vor, nimmt aber an der Luft den rotbraunen Ton der Oberfläche an. Bisweilen concentrische Adern, schwarz, weiss und rosa. Das nach III. 6. hergestellte Kautschuk ist hell bernsteinfarben	—	Wenig Fremdkörper, ziemlich feucht	20-25%(1) 30-40%(2)	Ziemlich kräftig	Dieses Kautschuk wäre vorzüglich, wenn es nicht mit anderen Latexarten vermischt würde. Das darin enthaltene schwarze Kautschuk ist sehr klebrig und wirkt nachteilig auf das hellere. Durch Herstellung nach III. 6. wurden gute Resultate erzielt; sehr kräftig, sehr elastisch
Rot, rotbraun, weiss	Rot und glasig braun, weiss	Geruchfrei	Teils sehr rein, teils mit Borke und Erde vermischt; teils trocken, teils feucht	10—35 %	Rote, trockene Bälle sehr geschätzt; weiche u. feuchte nicht beliebt	—
Braun	Weiss	—	Teils sehr rein, häufig im Innern mit Erde und Borke verfälscht und nur mit guten Bändern umspinnen	18—35 %	Kräftig und sehr geschätzt	—
Weiss, braun, schwarz	Die Bälle weiss und rosa, die Lumps grün, gelb und weiss	Die Bälle wenig; die Lumps sehr schlecht	Die Bälle rein aber ziemlich feucht; die Lumps sehr feucht	20—40 %	Ziemlich gut	—

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ausfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
Grand-Bassam (Assinien)	Elfenbeinküste	Ficus Landolphia Urostigma	IV.	Gr. Bassam	Liverpool Hamburg	Kisten u. Fässer	Klumpen
Accrah	Goldküste	Landolphia	III. 5.	Saltpond Cape Coast Winnebaha Accrah	—	Fässer	—
Niger-Nigers	Niger-Territory	Landolphia, teils Wurzelgummi	III. 5.	Akassa Baratá	Liverpool	Säcke und Fässer	Zusammengepresste Kugeln
Gabon-Bälle	Franz. Congo	Landolphia	Unbekannt	Cap Lopez	Hamburg Liverpool	Fässer	Grosse und kleine Kugeln
Gabon-Zungen	—	—	—	Gabon Eloby	—	—	Kleine, längliche Bälle
Kassai rouge	Congostaat	—	I. 2. c.	—	Antwerpen	—	Kleine Kugeln, von denen je 10 so zusammenkleben, dass sie 1 Paar kurzer Zöpfe bilden
Kassai noir	Congostaat	—	Unbekannt, vermutlich wie I. 2. c.	—	Antwerpen	—	Zöpfe

Ansehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
Schwarz	Dunkelgrün, teils hell	Schlecht	Ziemlich rein, aber feucht	20—30 %	Gesuchte Qualität	—
Braun, schwarz	Gelb, braun	Sehr schlecht	Feucht, vereinzelt mit Erde verfälscht	30—45 %	Gute Ware ist wegen ihrer Reinheit gesucht, weiche Ware nicht beliebt	Accrah biscuits, an der Küste gepresst, kommen nicht mehr vor
Weiss, rot	Weiss; das Wurzelgummi teils rot	Wenig riechend	Teils rein aber feucht; das Wurzelgummi viel Borke enthaltend	20—45 %	Die weissen Bälle sind kräftig und geschätzt; das Wurzelgummi ist harzig und weich	—
Schwarz und grau	Die grossen Bälle rosa, blau und rot, die kleinen grau, weiss und grün	Schlecht	Borke, Sand, sehr feucht	27—40 %	Die grossen Bälle sind kräftig und geschätzt, die kleinen dagegen weich und wenig geschätzt	Einwirkung von Chlorkalk
—	Weiss und grau	—	Aeusserlich sandig; feucht; teilweise kalkig	35—45 %	Wenig geschätzt	Einwirkung von Chlorkalk
Rot	—	—	Sehr wenig Unreinheiten	6—8 %	Sehr nervig, gilt als beste Qualität der Congo-Sorten	—
Schwarz	—	—	Häufig Minerale und flüchtige Substanzen	—	Weniger geschätzt als rouge	—

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ausfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
Kassai noir in Ballen	Congostaat	—	Unbekannt vermutlich wie I. 2. c.	—	Antwerpen	—	Ungleich grosse, zu Ballen zusammengeklebte Stücke
Kassai-Streifen	Congostaat	—	do.	—	Antwerpen	—	In Rollen gepresste Streifen
Ober-Congo (gewöhnlich)	Congostaat	—	do.	—	Antwerpen	—	In Ballen zusammenklebende Kugeln
Ober-Congo (weiss)	Congostaat	—	III. 6. mittels der Pflanze Bossanga	—	Antwerpen	—	Kugeln
Aequator	Congostaat	—	do.	—	Antwerpen	—	Zusammenklebende Kugeln
Lopari	Congostaat	—	do.	—	Antwerpen	—	Kugeln
Busira	Congostaat	—	do.	—	Antwerpen	—	Kugeln
Aruwimi Mongala Bumba	Congostaat	—	Bisweilen durch Zusatz von Wasser	—	Antwerpen	—	Kugeln bis zu 5 kg
Uelle	Congostaat	—	—	—	Antwerpen	—	Platten bis 10 kg schwer
Unter-Congo (Thimbles)	Congostaat Angola	Gräser u. Kräuter	Durch Kochen	Ambriz Kissebo Macalla Maladi	Hamburg Rotterdam Lissabon Antwerpen Liverpool	Säcke und Fässer	Geschnittene viereckige Stücke

Aussehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
Schwarz	—	—	Weder Sand noch Holz, doch ziemliche Mengen flüchtiger, gärender Stoffe	—	—	—
—	—	—	Flüchtige, gärende Substanzen	—	Ziemlich kräftig	—
—	—	—	Rinde und etwa 8% Wasser	ca. 15%	Kräftig	Die von Congo zuerst importierte Sorte
—	Weiss	—	Sehr rein; 6 bis 8% Wasser	—	Sehr kräftig	—
—	—	—	Wenig Unreinheiten, 5—7% Wasser	—	Kräftige, gute Qualität	—
—	—	—	Flüchtige und gärende Substanzen	—	Sehr elastisch; ebenso geschätzt wie Aequator	—
—	—	—	—	—	Sehr geschätzt	Fast ebenso wie Aequator
—	—	Sehr schlecht u. durchdringend	Bis zu 35% gärende Substanzen	Gross	Gute Qualität	—
Weiss	—	—	Ziemlich rein; flüchtige, doch nur ausnahmsweise gärende Substanzen	—	—	—
I. Rot und schwarz; II. schwarz u. rötlich	I. Rot und schwarz II. Rot	—	I. Rein, vereinzelt sandig; II. Borke und vereinzelt Erde enthaltend	I. 12-20% II. 27-45%	I. Kräftig, doch teilweise harzig; II. falls trocken, sehr gesucht, falls nass, wenig beliebt	—

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ausfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
Luvituku	Unter-Congo	—	—	—	Antwerpen	—	Kugeln
Loanda-Thimbles	Angola	Landolphia	I. 2. b. II. 4. I. 2. a. IV.	St. Paul de Loanda	Marseille Bordeaux Nantes Le Havre	Kisten u. Tonnen	Fingerhüte oder Würfel von 5 mm bis 3 cm Grösse
Loanda-Niggers	Angola (Loanda)	—	I. 2. b. I. 2. c. IV.	—	Hamburg Lissabon Liverpool Rotterdam	Säcke und Fässer	Zu Kettenan-einander gereihte Kugeln
Angola-Niggers Angola-Negerköpfe	Angola	—	I. 2. b.	—	—	—	Unregelmässig geformte Kugeln von 3 bis 5 cm Durchmesser
Benguela-Niggers	Angola (Benguela u. Mossamedes)	—	—	Benguela	Hamburg Lissabon Liverpool Rotterdam	Säcke	Zu Ketten gereihte Kugeln, auch Würstchen
Mozambique-Marbles	Mozambique	Vahea Landolphia	III.	Mozambique Moma	Hamburg London	—	Kleine, aneinander gepresste Bälle

Aussehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
—	—	—	—	—	—	Zusammensetzung u. Qualität wie Congo-Thimbles
Schiefergrau	Glänzend, schiefergrau mit weissen Punkten	Uebelriechend wie trockenes Congo	Keine Fremdkörper, doch in letzter Zeit Fälschungsver-suche	15–20 %	Hat die Neigung, weich u. schmierig zu werden. Die gesuchteste Sorte Angolas	Im Kalten aufzubewahren
I. Rot und schwarz. II. Rötlich	I. Rot und schwarz. II. Rot	Sehr wenig	I. Rein und trocken. II. Viel Borke, vereinzelt Sand	I. 8-15% II. 20-27%	I. Kräftig, sehr gesucht; II. weniger kräftig, ab. falls trocken u. nicht oxydiert, ziemlich gesucht. Harzig.	Verschwindet mehr und mehr vom Markt und wird durch die folgende Art ersetzt. II. ist Wurzelgummi
Rötlich-braun	Rötlichbraun, nach dem Mittelpunkt zu fast durchsichtig; sehr weich, nach einigen Tagen sich an der Luft erhärtend	—	Ziemlich feucht; wenig und kleine Pflanzenteile	20 %	Weniger kräftig, ziemlich klebrig	—
Rötlich	Rot	—	Viel Borke; trockene Sorte	20–25 %	Trockene Ware sehr gesucht; frische im Innern helle Ware, die leicht oxydiert, nicht gesucht	Wurzelgummi
Schwarz u. rötlich	Rot, einzeln weiss	—	Viel Borke, teilweise Sand; feucht	30–40 %	Weiche, minderwertige Qualität	Wurzelgummi

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungsmethode	Ausfuhrhafen	Handelsmarkt	Verpackung	Form
Mozambique-Bälle	Mozambique Deutsch Ostafrika	—	IV.	Mozambique Bagomojo Kilwa Dar es Salaam Lindi etc.	Hamburg London Rotterdam	Säcke und Kisten	Kleine und grössere Kugeln
Mozambique-Spindeln	Mozambique	Vahea Landolphia	I. 2. c. auf einen Holzkern gewickelt	Beira Inhambane	Hamburg London Rotterdam	Säcke	Spindeln
Madagascar black	Madagascar	Vahea Willughbeia	IV.	Nossi-Bé Majunga	Hamburg Marseille London	Fässer u. Kisten	Grosse, runde Stücke, vielfach halbiert
Madagascar pinky	—	—	—	Tamatave	—	—	—
Madagascar-Niggers	—	—	—	Nossi-Bé Fort Dauphin	—	Matten, Säcke und Fässer	Grosse Bälle

III. Asiatisches

Assam	Nord-West-Bengalen (Brahmaputra)	Ficus Urceola	I. 1. b. II. 3. I. 2. c.	Calcutta	London	In Jutte einge-nähte, mit Palmried um-wundene Ballen	Klumpen bis zu 150 g, die sehr fest an der Umhüllung anle-ben, da dieses Gummi schnell zäh u. schmierig wird
-------	----------------------------------	---------------	--------------------------	----------	--------	--	--

Aussehen	Schnitt	Geruch	Verfälschung	Verlust bei Verarbeitung	Wertschätzung	Bemerkungen
Braun u. rosa	Rot, braun, rosa, weiss	Geruchfrei	Die I ^a -I ^a -Ware sehr rein und trocken; geringere Ware enthält Sand und Pflanzenteile u. ist feucht	8—35 %	Die besten, drüben Stück für Stück geschnittenen, glasigen Bälle sind des geringen Verlustes und der vorzüglichen Qualität wegen sehr gesucht. Geringere Qualitäten ebenfalls geschätzt	—
Braun und rot	Rot u. bräunlich, einzeln schwarz	Geruchfrei	Borke und Sand, trockene Ware	12—27 %	Wenn unverfälscht, sehr geschätzt, da einen geringen Verlust ergebend u. sehr kräftig	—
Schwarz	Weiss, rosa, gelb, grün	Uebelriechend	Erde, Pflanzenteile, sehr feucht	30—45 %	Weniger geschätzt als pinky	Zur Hartgummifabrikation geeignet
Braun u. schwarz	Rosa, weiss	—	Rein aber feucht	25—40 %	Sehr geschätzt, weniger kräftig, doch elastisch	Wird speziell in Amerika gern gekauft
Schwarz und gelb	Bräunlich, weiss, schwarz und gelb	Wenig riechend	Trocken, doch meistens sehr mit Erde verfälscht	20—60 %	Die gelben Westküsten-Niggers häufig weich, doch manchmal ebenso wie die Ostküsten-Niggers sehr kräftig u. dann sehr geschätzt	—

Kautschuk.

Braun	Dunkel, bald grau, bald rötlich, mit weissen, fast durchsichtigen Stellen	—	Feucht; Sand, Holz, Erde	25—40 %	Früher sehr beliebt, jetzt weniger geschätzt, weil die Qualität schlechter geworden	Verschwindet vom Markte
-------	---	---	--------------------------	---------	---	-------------------------

Bezeichnung im Handel	Geographischer Ursprung	Botan. Ursprung	Gerinnungs-methode	Ausfuhr-hafen	Handels-markt	Ver-packung	Form
Rangoon	Birma Cochinchina Anam Tonkin	—	—	Rangoon	—	—	Unregelmässige Massen
Penang	Sumatra und andere Sundainseln	Ficus Cynanchum	—	Penang Singapor	London Hamburg	Kisten	Grosse, halbierte Klumpen und Bälle
Ceylon	Ceylon	Manihot Glazowii	—	Ceylon	London	Kisten	Unregelmässige Würfel von ca. 10 cm Grösse
Java und Padang	Java Sumatra und andere Sundainseln	Ficus	I. 2. c.	Batavia (Java) Padang (Sumatra)	Hamburg Rotter-dam	Körbe u. Kisten	Grosse halbierte Klumpen und Kugeln
Borneo	Borneo	Urceola Willughbeia Dijera Callotropis	III. 5.	Singapor	Hamburg London Le Havre	—	Grosse Klumpen, flache Stücke u. Kugeln
Borneo Djambès	Sumatra	Urceola	—	Singapor	London	In Jutte genähte Bälle	Kugeln und Platten
Borneo (Ben Koclen)	—	—	—	Elock-Pura	—	—	Dünne Platten

IV. Australisches

Neu-Caledonien	Neu-Caledonien	Ficus prolixa Urostigma Prolixa Artocarpus Integrifolia	I. 1. a.	Port-Vila	Marseille	—	Biskuits wie Para, 6—10 kg; auch Kugeln
----------------	----------------	---	----------	-----------	-----------	---	---

Aussehen	Schnitt	Geruch	Ver-fälschung	Verlust bei Ver-arbeitung	Wert-schätzung	Bemerkungen
Sehr dunkel braun	Glänzend; weiss, rot u. schwarz marmoriert	—	Enthält immer Holz	20 %	Weniger geschätzt als das vorhergehende	—
Rot, braun	Rot, rosa, weisslich	—	Holz, wenig Erde, teilweise feucht	15—30 %	Gute, trockene Ware sehr gesucht, feuchte, klebrige nicht geschätzt	—
Schwarz	Dunkelbraun, hellbraun u. durchsichtig	—	Sand, Erde	20—25 %	Ziemlich kräftig	Rationelle Kultur. Erst kürzlich eingeführt
Rot, braun	Rot, glasig, rosa, weiss	Wenig riechend	Holz, wenig Erde, teilweise feucht	12—30 %	Gute, trockene Ware sehr gesucht, feuchte klebrige nicht geschätzt	—
Schwarz	Weiss, rosa, blau, grün	—	Erde, Holz, Pflanzenteile, sehr feucht	I. 35—45 % II. 35—50 % III. 40—60 %	I. Sehr kräftige, schöne Ware, II. teilweise weich, III. vielfach tote Stücke enthaltend	—
Braunrot	Grünlichrot	—	Thonerde, viel Wasser	45 % u. mehr	Wenig geschätzt wegen der Unreinheiten	—
Braun	Innen weiss	—	Ziemlich rein	—	Gute Qualität	—

Kautschuk.

Hell u. braun; manchmal ins Schwarze gehend	Weiss geädert	Rauchig	Sehr rein	12—20 %	Sehr gute Qualität, wenn es nicht mit anderen Arten gemischt ist. Etwas harzig	Kommt erst seit kurzem auf den europäischen Markt
---	---------------	---------	-----------	---------	--	---

Der Hauptmarkt für Rohgummi in Europa ist Liverpool. Es wurden an diesem Platze insgesamt von allen Sorten Rohgummi zusammen

	<u>1887</u>	<u>1888</u>	<u>1889</u>	<u>1890</u>	<u>1891</u>	<u>1892</u>
eingeführt	7330	7900	8750	9900	10680	10400 Tons
verkauft	5890	6485	7760	8610	9480	8950 „
blieben im Stock	1440	1415	990	1290	1200	1450 „
	<u>1893</u>	<u>1894</u>	<u>1895</u>	<u>1896</u>	<u>1897</u>	
eingeführt	11330	11560	13720	17300	15365	Tons
verkauft	9830	10285	12640	15640	14285	„
blieben im Stock	1500	1275	1080	1660	1080	„

Es importieren indessen auch London, Hamburg, Rotterdam, Antwerpen, Bordeaux und Marseille.

Ueber die Bedeutung des Londoner Marktes im Verhältnisse zum Liverpooler kann die folgende Statistik zur Vergleichung dienen. Es wurden in London insgesamt von allen Sorten Rohgummi zusammen

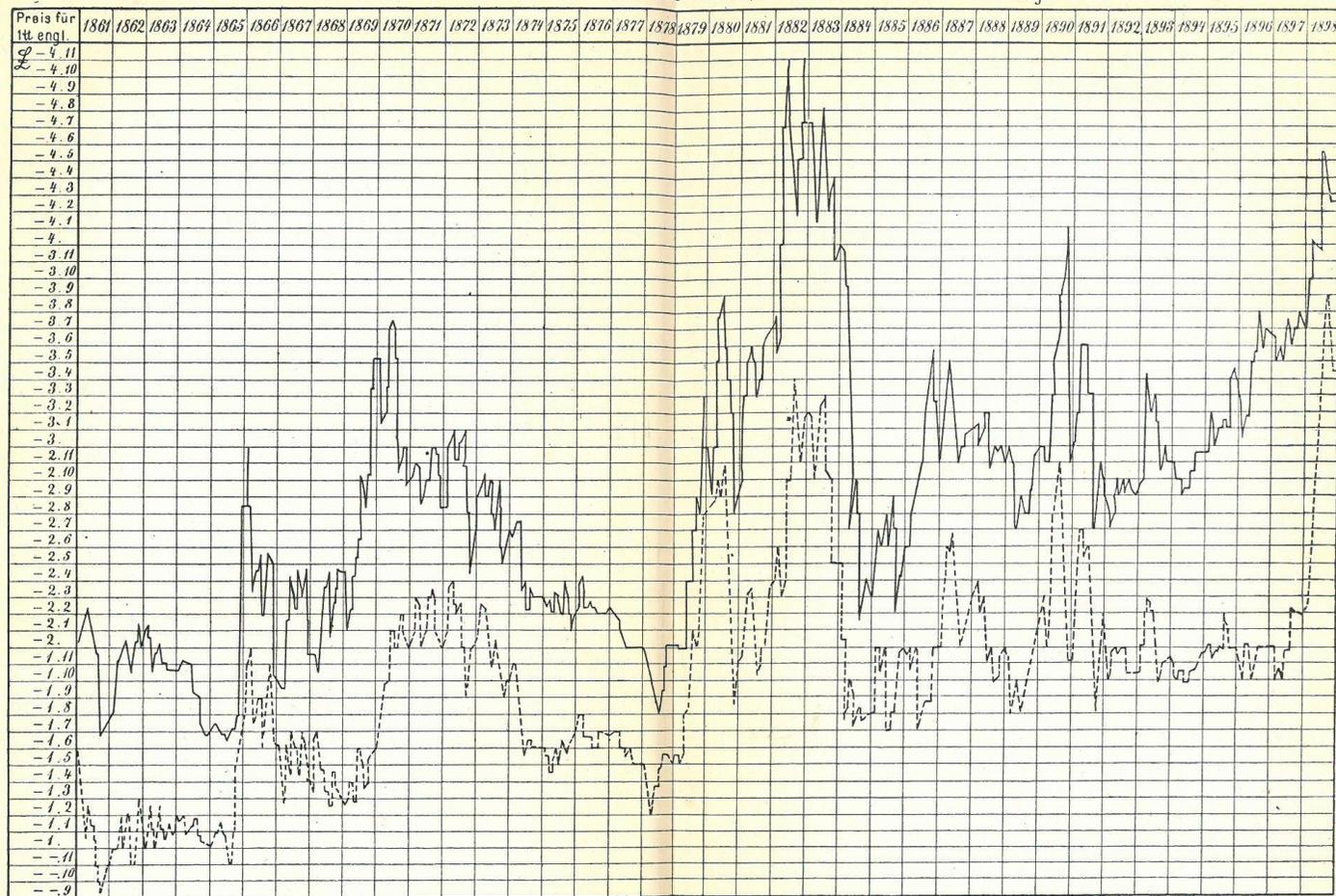
	<u>1887</u>	<u>1888</u>	<u>1889</u>	<u>1890</u>	<u>1891</u>	<u>1892</u>
eingeführt	2400	2280	1660	1893	1900	1740 Tons
verkauft	1385	1313	1050	1247	1310	1255 „
blieben im Stock	1015	977	610	646	590	485 „
	<u>1893</u>	<u>1894</u>	<u>1895</u>	<u>1896</u>	<u>1897</u>	
eingeführt	1720	1935	1720	1579	1457	Tons
verkauft	1280	1485	1260	1235	1137	„
blieben im Stock	440	450	460	344	320	„

Hamburg hat in den letzten Jahren als Markt für Rohgummi sehr an Bedeutung gewonnen. Genaue Angaben über die Umsätze in Hamburg sind indessen nicht zu geben, weil die Ware, die über englische oder französische Häfen auf den Hamburger Markt kommt, in den Statistiken nicht als direkte Zufuhren aufgeführt werden, ferner weil manche Importeure die Partien nach Genua, Lissabon, Havre, Liverpool, London etc., gehen lassen, die dann, auch wenn sie auf den Hamburger Markt umgesetzt werden, in den Hamburger Statistiken nicht als direkte Zufuhren erscheinen. Die jährlichen Gesamtumsätze von Rohgummi auf dem Hamburger Markte werden indessen in den letzten Jahren auf 5500 bis 6500 Tons taxiert.

Auf den Preis ist selbstredend in erster Linie die Qualität, ebenso bedeutend aber auch Anfuhr und Nachfrage bestimmend gewesen. Die Parasorten (Fine Para und Negro heads) sind dabei sehr massgebend für die Preise der übrigen Marken, die im Verhältnisse zu den Preisen dieser beidem besten Qualitäten rangieren. In Rücksicht auf den Um-

Die Preisschwankungen des Para-Gummi seit 1861.

— = fine Para. (Londoner Markt.) - - - - = Negroheads.



Vorrat in Tons, am Ende des Jahres, in London und Liverpool.

310	250	580	250	70	155	15	290	65	190	970	450	1250	685	870	825	820	555	575	620	399	254	1051	660	982	741	838	881	585	874	485	637	793	610	516	985	467	890
-----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

stand, dass die Preise der Paraqualitäten wiederum mehr oder minder abhängig sind von der Produktion, beziehungsweise von der Anfuhr dieser Sorten, folgt hier eine Statistik über die Ausfuhr von Para. Es wurden exportiert in den Jahren:

	<u>1887</u>	<u>1888</u>	<u>1889</u>	<u>1890</u>	<u>1891</u>	<u>1892</u>	
von Para	15600	15900	15500	16900	18400	18920	Tons
davon kamen							
nach England	4400	5080	5920	5600	6000	5960	„
	<u>1893</u>	<u>1894</u>	<u>1895</u>	<u>1896</u>	<u>1897</u>		
von Para	19730	19500	20710	21600	22345		Tons
davon kamen							
nach England	6700	6810	7258	9350	7865		„

Die beigeheftete graphische Darstellung der Preisschwankungen für Fine Para und Negro heads in dem Zeitraume von 1861 bis 1898 gibt ein deutliches Bild dieser durch Anfuhr und Nachfrage bestimmten Bewegung. Als niedrigsten Preis für Fine Para zeigt sie 1/6 (1 Schilling 6 Pence), die im September und Oktober 1861, als höchsten Preis 4/9 bis 4/11, die im Jahre 1882 notiert wurden.

Abgesehen von den grossen Haussen in den Jahren 1866, 1869 auf 1870, 1880, 1882 auf 1883 und 1890 und den naturgemäss dazwischen liegenden Baissen ist im allgemeinen eine fortschreitend steigende Tendenz zu verzeichnen, die namentlich seit dem Jahre 1894 ganz besonders fest ist und sich bis heute bereits wieder zu einer Hausse ausgestaltet hat, deren Ende bei der in gar keinem Verhältnisse zum Konsum mehr stehenden Anfuhr sich noch gar nicht absehen lässt.

V. Chemische und physikalische Eigenschaften des Rohgummis.

Das rohe Gummi (Kautschuk), wie es auf die internationalen Märkte kommt, ist nach den Ausführungen der vorangegangenen Kapitel der eingedickte oder getrocknete Saft (Latex) einiger bestimmter Pflanzenarten. Bei einem näheren Eingehen auf seine chemischen und physikalischen Eigenschaften ist also der eine oder andere Zustand, in dem es sich befindet, zu berücksichtigen. Folgerichtig ist demnach hier zunächst der frisch aus der Pflanze geflossene Milchsaff [zu besprechen. Als mehr oder minder typisch, auch für die übrigen Arten, sei dazu der Latex

der Hevea brasiliensis herausgegriffen. Er ist eine Flüssigkeit, welche dem blossen Auge weiss erscheint, in Wirklichkeit aber farblos ist oder höchstens einen leichten Stich ins Bernsteinfarbige hat. Er enthält eine Menge kugelförmiger Körperchen, deren Durchmesser im Durchschnitt 3,5 Mikromillimeter*) beträgt. Diese Kügelchen sind das eigentliche Kautschuk. Selbst farblos, geben sie durch ihre Verteilung, trotzdem jedes einzelne seine Eigentümlichkeit behält, der ganzen Flüssigkeit das milchweise Aussehen, das diese selbst nicht hat.

Der frische Latex der Hevea ist geruchlos. An der Luft nimmt er jedoch durch die Einwirkung des Oxygens einen leichten Methylamingeruch an, der sich in allen Rohgummisorten, die zum Zwecke der Sterilisation nicht geräuchert wurden, wiederfindet. Auch die Parasorten zweiter Qualität, die aus einer Mischung von geräuchertem und ungeräuchertem Kautschuk bestehen, zeigen diesen eigentümlichen Geruch. Der Geschmack der frischen Heveamilch ist wenig ausgeprägt, eher angenehm und süsslich als unangenehm und bitter. Das spezifische Gewicht des Latex ist im ganzen schwer zu bestimmen, da es durch viele zufällige Einwirkungen beeinflusst wird, jedoch ist in der Regel der spezifisch leichtere Saft der an elastischer Materie reichere. Das spezifische Gewicht des hier als typisch angenommenen Latex der Hevea brasiliensis kann man bei einer Temperatur von 14° C. mit 1,019 und einem Kautschukgehalt von 32 Prozent annehmen.

Die chemische Zusammensetzung des Latex der Hevea brasiliensis, wie sie frisch aus dem Baume kommt, ergibt folgende Momente:

Elastische Bestandteile	32 Proz.
Organische, stickstoffhaltige Bestandteile	2,30 „
Mineralische Salze	9,70 „
Harzige Bestandteile	Spuren
Leicht alkalisches Wasser	55—56 Proz.

Vom koagulierten Latex, dem eigentlichen Rohgummi, wie es an den Markt und zur weiteren Verarbeitung in die Fabriken gelangt, ist ebenfalls zu bemerken, dass seine chemischen und physikalischen Eigenschaften je nach seinem Ursprunge, seiner Gewinnung und späteren Behandlung mehr oder minder wesentliche Abweichungen zeigen. Als Norm und für die besseren Sorten zutreffend, können indessen die folgenden Angaben gelten.

Rohgummi ist von mehr oder minder charakteristischem Geruch. Geräucherte Sorten lassen diese Art der Behandlung sehr deutlich er-

*) 1 Mikromillimeter ist der tausendste Teil eines Millimeters.

kennen, riechen nicht unangenehm und erwecken lebhaft die Erinnerung an geräucherten Speck. Nicht geräucherte und hauptsächlich minderwertige und noch Wasser enthaltende Sorten haben dagegen häufig einen unangenehmen und manchmal in hohem Grade widerwärtigen Geruch. Alle Sorten sind an sich geschmacklos.

Das spezifische Gewicht ist 0,92 bis 0,96.

Bis 0° ist Rohgummi höchst elastisch; in der Kälte wird es hart ohne aber brüchig zu werden um, wieder erwärmt, wie vorher weich und elastisch zu sein. Stark ausgedehnt und dann plötzlich abgekühlt, behält es die ausgedehnte Form bei und nimmt die ursprüngliche erst wieder bei einer Erwärmung bis auf 35 bis 40° an. Frische Schnittflächen sind, solange sie nicht berührt werden, stark adhärierend und zwei verschiedene Stücke mit solchen Flächen aufeinander gedrückt, vereinigen sich zu einem einzigen.

Es leitet die Elektrizität nicht, bei starkem Reiben aber wird es selbst elektrisch.

In Wasser ist es unlöslich, dagegen schwillt es sehr bedeutend darin auf, wird heller, beinahe weiss von Farbe und nimmt, wenn es längere Zeit darin liegt, bis zu 25 Prozent an Gewicht zu, während es an Zähigkeit, klebender Eigenschaft und Elastizität wesentlich abnimmt und ist in solchem Zustande für Lösungsmittel empfindlicher.

Absoluter Alkohol wirkt ähnlich, nur noch schneller und intensiver als Wasser, und besonders beim Erwärmen, auf rohes Kautschuk ein. Sein Gewicht nimmt, wenn es etwa 8 Tage in Alkohol gelegen, bis zu 20 Prozent zu. Wird es dann wieder davon befreit, so hat es an Zähigkeit und Klebfähigkeit verloren.

In einigen aus Steinkohlenteer destillierten Kohlenwasserstoffen verhält es sich ebenso und löst sich auch zum Teil darin. Die gelöste Masse wird aber alsdann von der ungelösten hartnäckig festgehalten. In Schwefelkohlenstoff aufgequollen, löst es sich in Alkohol sehr leicht, weniger dagegen wieder in fetten Oelen.

Aether, Benzin, Terpentinöl und Schwefelkohlenstoff, sowie ein Gemisch von Schwefelkohlenstoff und Alkohol lösen es in gewöhnlicher Temperatur fast vollkommen, in höherer ganz vollkommen, aber nicht ohne Zersetzung.

Wasserdampf wirkt erweichend auf Rohkautschuk, von Chlor wird es sehr wenig und von Salzsäure gar nicht angegriffen. Ebenso sind die Lösungen von Pottasche und Soda fast ohne Einwirkung auf dasselbe. Auch den meisten Gasen vermag es zu widerstehen. Beobachtungen haben ergeben, dass gleiche Volumen

Kohlensäure	in	1,0	Zeiten,
Wasserstoff	"	2,4	"
Sauerstoff	"	5,3	"
Sumpfgas	"	6,3	"
Luft	"	11,8	"
Kohlenoxyd	"	12,2	"
Stickstoff	"	13,6	"

durch ein dünnes Kautschukhäutchen diffundierten. — Dagegen zersetzen es konzentrierte Salpeter-, wie konzentrierte Schwefelsäure und in sehr energischer Weise thut es ein Gemisch von diesen beiden.

Lange Zeit warmer Luft und dem Lichte ausgesetzt wird es an seiner Oberfläche weniger elastisch und erleidet eine Veränderung, die auf Oxydation zu beruhen scheint, denn Spiller konstatierte in so verändertem Kautschuk

63,00 Kohlenstoff,
8,50 Wasserstoff,
27,50 Sauerstoff,

während seine chemische Zusammensetzung in normalem Zustande aus Kohlenwasserstoff mit wenig ätherischen Oelen, Wachs, Käsestoff und in Wasser oder Alkohol löslichen Stoffen besteht und es von Sauerstoff nur ganz geringe Spuren enthält.

Rohes Kautschuk auf 120° C. erhitzt, wird sehr stark klebrig; bei 180° C. fängt es an zu schmelzen und wird, erkaltet, dann erst nach Jahren wieder fest; bei 200 bis 230° C. erhält es Oelkonsistenz und färbt sich dunkelbraun. Direkt mit der Flamme in Berührung gebracht, brennt es dunkelrot, leuchtet, russt stark und verbreitet einen höchst penetranten Geruch.

Bei trockener Destillation liefert das rohe Kautschuk neben wässerigen Produkten solche von teerartiger Natur, aus welchen sich flüchtige Kohlenwasserstoffe, Kautschuköl, Kautschukin ausscheiden lassen. In dem Kautschuköl sind unterschieden worden: Eupion, Butylen, isomeres Kautschukin, Isopren, Faradayin und Hevein, deren Siedepunkte von 14 bis 315° C. auseinanderliegen. Die meisten derselben sind ausgezeichnete Lösungsmittel für das Kautschuk selbst.

Das eigentümliche Verhalten, welches Kautschuk gegen Schwefel zeigt, wird bei der Vulkanisation näher besprochen werden.

VI. Fabrikation von Weichgummi- (Kautschuk-) Waren.

I. Erste mechanische Behandlung des Rohgummis, Erweichen, Schneiden, Walzen (Waschen), Trocknen.

Rohes Gummi (Kautschuk) findet als solches nur sehr wenig Verwendung und wird ausser den bekannten, einfach mit dem Messer aus Parabiskuits oder Flaschen geschnittenen Stücken, die zum Auslöschen von Bleistiftstrichen benutzt werden, nur noch hier und da in Form von vierkantig hergestellten Streifen als Billardbanden und in Form von vierkantig geschnittenen, unvulkanisierten Fäden gebraucht. Alle anderen, tausenden verschiedenartigen Zwecken dienenden Gummiartikel bedingen dagegen eine mehr oder weniger lange und umständliche Herstellung, deren Schilderung der Zweck dieses Kapitels ist.

Wenn der Handel das rohe Kautschuk rein lieferte, so könnte der Fabrikant sofort mit der eigentlichen Fabrikation beginnen. Dieses ist aber nicht oder höchstens bei einigen allerbesten Parasorten der Fall. Alle anderen Sorten enthalten dagegen teils durch absichtlich bewirkte Fälschungen, teils durch Gleichgültigkeit und Unwissenheit verursachte Verunreinigungen eine Menge von Fremdkörpern: Wasser, Salz, Erde, Sand, Steine, Scherben und Pflanzenteile, die entweder bei der Ernte in den Latex gelangten oder der Ware bei der Gerinnung, bei der Verpackung oder auf dem Transporte zugesetzt wurden. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, das Rohmaterial vor dem Beginne der eigentlichen Fabrikation einer Reihe von Manipulationen zu unterwerfen, durch die es von diesen Fremdkörpern befreit und gereinigt wird. Ausser den beträchtlichen Kosten, die das umständliche Verfahren verursacht, haben diese Vorarbeiten auch einen wenig günstigen Einfluss auf die Qualität des Kautschuks, denn sie vermindern seine Widerstandskraft und entnerven es. Trotzdem ist diese Reinigung unerlässlich und notwendig.

Die Geschichte der Reinigungsprozesse ist kurz. Die zuerst zur Anwendung gelangte Handarbeit, die immer nur ein ungenügendes Ergebnis erzielte, ist bald durch Maschinen ersetzt worden, die eine vollkommene Reinigung möglich machen. Bei den heute allgemein eingeführten Einrichtungen besteht diese Reinigung aus folgenden vier Vorgängen:

1. Erweichung und oberflächliche Wäsche.
2. Zerschneiden,
3. Walzen oder eigentliche Wäsche,
4. Trocknung.

Bevor aber diese vier Operationen der industriellen Vorarbeit kurz besprochen werden, ist es angebracht, noch einige Worte über die angemessene Aufbewahrung des Rohmaterials zu sagen. Im gewöhnlichen konsumiert der Fabrikant nicht sofort alle Vorräte, die er bezogen hat; er kauft zwar nach dem voraussichtlichen Bedürfnis ein, da aber die Preise bedeutenden Schwankungen unterworfen sind, so macht er seine Einkäufe natürlich zu einer Zeit, die ihm für seinen eigenen Vorteil und den seiner Kunden am günstigsten scheint. Er muss seine Vorräte also aufspeichern, und für die Aufbewahrung eines Materials, das so leicht Veränderungen unterworfen ist wie das Kautschuk, ist die Wahl des Magazines nicht gleichgültig.

Das geeignetste Magazin ist ein wenig heller, gut gelüfteter Keller, in dem die einzelnen Ballen nicht unmittelbar auf- oder nebeneinander liegen, sondern durch gemauerte oder hölzerne Scheidewände getrennt sind. Ist eine Partie sehr gross und umfangreich, so ist sie zu teilen; 2 cbm Brote oder Flaschen ist der äusserste Umfang, den man den Kautschuk-Stockwerken geben sollte; die freien Zwischenräume sollten mindestens 25 cm gross sein. Der Boden des Magazines soll, wenn irgend möglich, mit Cement oder mit Asphalt bekleidet sein. Diese Vorsichtsmassregeln sind unerlässlich und ihre Notwendigkeit wird, da sie in der Natur des Rohmaterials begründet liegt, jedem ohne weitere Erklärung einleuchten.

1. *Die Erweichung oder oberflächliche Wäsche.* So wie das Kautschuk aus dem Magazine kommt, ist es zu fest und zu hart, um ohne weiteres verarbeitet werden zu können, und auch die gewöhnliche Temperatur unseres Klimas genügt nicht, um ihm die dazu erforderliche Weichheit zu geben. Es muss also künstlich erweicht werden. Von allen Manipulationen, denen das Gummi unterworfen wird, ist diese die einfachste. Das Kautschuk wird in durch Dampf erwärmtes Wasser gebracht und bleibt je nach Erfordernis 3 bis 24 Stunden in diesem Bade. Holzkübel oder eiserne Bassins eignen sich hierzu am besten. Für gewisse Sorten empfiehlt es sich, dem Wasser einen Zusatz von Aetznatron zu geben; von der Anwendung säurehaltigen Wassers ist jedoch abzuraten.

2. *Das Zerschneiden.* Ist das Gummi weich genug, so werden die grossen Blöcke in 3 bis 5 ebene grosse Stücke zerschnitten. Bei den Sorten, die schon an und für sich in kleinen Stücken in den Handel kommen, ist das natürlich überflüssig; diese werden nach der Erweichung sofort gewaschen. Das Zerschneiden geschieht häufig mit der Hand, wobei man sich dann eines grossen Messers mit langer und breiter Klinge

bedient. In einigen Fabriken sind jedoch zum Zwecke des Zerschneidens auch Cirkularscheiben in Gebrauch. Dass alle bei dieser Manipulation gebrauchten Klingen sehr scharf und stets mit kaltem Wasser angefeuchtet sein müssen, ist eine Notwendigkeit, die sich aus der Natur des Kautschuks von selbst ergibt.

3. *Auswalzen oder Waschen.* Es ist dieses der wesentlichste Teil der Behandlung, die das Gummi zu seiner Reinigung durchzumachen hat. Die Prozedur besteht darin, dass das erweichte und zerschnittene Kautschuk in sehr starke Maschinen gebracht wird, die die in der Masse eingeschlossenen Fremdkörper entfernen. Es kann füglich unterbleiben, alle früher gebräuchlichen Reinigungsmaschinen, Stampfen, Hobel und Holländer, die durch bessere ersetzt worden sind, zu beschreiben. Heute ist die von England eingeführte Methode, die sich zur Reinigung eines Walzwerkes bedient, die fast allgemein gebräuchliche. Die Maschine

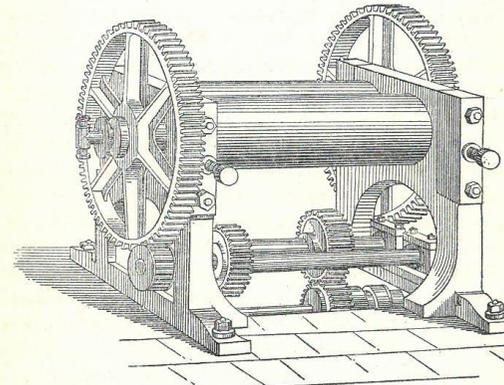


Fig. 21.
Waschwalzwerk.

besteht aus zwei massiven, gusseisernen Cylindern, die horizontal nebeneinander liegen und sich mit ungleicher Schnelligkeit nach innen und auswärts drehen. Die Oberfläche der Cylindern ist entweder kanneliert, d. h. mit Rinnen versehen, oder sie ist glatt; doch ist die Stellung der beiden Walzen zueinander immer dieselbe. In englischen und amerikanischen Fabriken wendet man mit Vorliebe kannelierte Walzen an; diese Kannelierung der Walzen erleichtert die Reinigung, indem die Rippen in das Gummi eindringen und die Fremdkörper zermalmen. Beide Walzen

ruhen, wie die beigegebene Zeichnung zeigt, in einem starken, eisernen Gestell. Die beiden Lager des hinteren Cylinders stützen sich seitlich gegen das Gestell, die beiden Lager des vorderen gegen zwei Schrauben. Die Drehung wird den Walzen in der Regel durch Zahnräder von einer unter dem Fussboden liegenden Hauptachse und zwar für jede der beiden Walzen für sich besonders übermittelt, jedoch werden auch Walzwerke konstruiert, bei denen sich die Rotation direkt von einem Cylinder auf den anderen überträgt. Immer aber drehen sich die Walzen nach innen. Vermittels der Schrauben an der Vorderseite des Walzenstuhles können die beiden Walzen näher zusammengerrückt oder weiter voneinander entfernt werden. Unter den Walzen befindet sich ein Behälter aus Blech, der mit einer durchlochtem Platte bedeckt ist. Ueber den beiden Walzen, und zwar genau über ihrer Berührungslinie und etwa einen halben bis dreiviertel Meter höher als diese, liegt ein nach unten in kleinen Abständen gelochtes Rohr, durch welches während der Arbeit fortwährend kaltes Wasser ausfliesst, das durch eine unter dem genannten Behälter angebrachte Röhre abläuft.

Das zu waschende Kautschuk wird mit der Hand in sehr kleinen Quantitäten, je nach der Stärke der Maschine, zwischen die in Bewegung befindlichen Walzen gebracht und gleichzeitig der Wasserhahn geöffnet. Das Gummi wird von der Maschine ergriffen, zerquetscht, zerrissen und auseinander gezogen. Das Wasser dringt in alle Zwischenräume, spült die Rinden, Fasern und erdigen Bestandteile weg und entfernt ebenso die zerquetschten anderen Fremdkörper. Nach mehrmals wiederholtem Durchlaufen durch die Walzen ist das dann erhaltene Produkt ein löschpapierartiges, langes Blatt, dessen Oberfläche runzlig ist und eine Unmenge kleiner Erhebungen zeigt, die durch kleine Höhlungen voneinander getrennt sind und dem Kautschuk ein für diesen Zustand charakteristisches Aussehen geben.

Jedes Waschwalzwerk wird ebenso wie die weiter unten beschriebenen Mischwalzwerke von einem Arbeiter bedient. Die Hantierung dieses Arbeiters ist eine nicht ungefährliche, insofern eine geringe Unachtsamkeit genügt, seine Finger zwischen die beiden Walzen zu bringen, die dann, wenn die Maschine nicht ausser Gang gesetzt wird, Hand und Arm nachziehen. Gute und schnell funktionierende Ausrücker dürfen deshalb an keinem Wasch- und Mischwalzwerke fehlen. In der Rheinischen Gummiwaren-Fabrik Franz Clouth in Cöln-Nippes ist über allen Wasch- und Mischwalzwerken eine Sicherheitsausrückung angebracht, deren Konstruktion an dem weiter unten (Fig. 22 a und b) abgebildeten Mischwalzwerke ersichtlich ist, deren Beschreibung hier jedoch schon vorab erfolgen kann. Diese Ausrückung hat vor vielen anderen den

Vorzug, dass der Arbeiter im Stande ist, sie mit einer Hand durch einen einfachen Zug an einer Leine in Thätigkeit treten zu lassen, selbst dann, wenn er mit der anderen Hand schon zwischen die Walzen geraten sein sollte. Auch in dem nicht sehr wahrscheinlichen Falle, dass einmal ein Arbeiter mit beiden Händen gleichzeitig in die Walzen kommen sollte, ist er noch im Stande, die Ausrückung spielen zu lassen, indem er sich mit seinem Oberkörper über die Leine wirft. Die Konstruktion und Wirkungsart dieser Ausrückung ist folgende: Die Schnur F führt gespannt oberhalb des Walzenpaares von einem Ständer zum anderen, dann über die Rolle G zur Klinke I, letztere ist mit einer Nase versehen, die an dem Hebel mit dem Gegengewichte K sperrend wirkt. Wird nun das plötzliche Ausrücken des Walzenpaares nötig, so zieht der Arbeiter an der Schnur F. Der Zug pflanzt sich durch diese nach unten fort, die Klinke I wird nach oben gezogen und dadurch das Gegengewicht K ausgelöst. K stürzt herunter und dadurch macht das mit dem Hebel starr verbundene Stück M eine Wendung nach oben, gleitet an der Schraubenfläche entlang und rückt die Klauenkuppelung aus, wobei der Ausrücker nach links geschoben wird. Augenblicklicher Stillstand des Walzwerkes ist die Wirkung. Die Wiedereinrückung geschieht in folgender Weise: Mittels der an dem Hebel, der das Gegengewicht K trägt, befestigten Schnur wird dieser gehoben, dann wird die Klinke I wieder eingerückt und der Ausrücker L nach rechts geschoben.

Die Grösse der Waschwalzwerke ist sehr verschieden. Meistens jedoch sind die Walzen 0,60 bis 0,80 m lang bei einem Durchmesser von 0,40 bis 0,45 m; in diesem Falle beträgt meistens die Schnelligkeit der Umdrehung 8 bis 12 Touren bei der einen, 3 bis 4 Touren bei der anderen Walze.

In einigen Fabriken sind die Cylinder der Waschwalzwerke nicht massiv, sondern hohl und so eingerichtet, dass sie gelegentlich mit Dampf gefüllt werden können. Sie dienen dann, wie später noch auseinander gesetzt werden soll, für zwei Verrichtungen. Diese Einrichtung ist jedoch für Fabriken mit grösserem Betriebe nicht geeignet und in diesen auch wohl nicht gebräuchlich.

Nicht alle Kautschuksorten lassen sich mit der gleichen Leichtigkeit waschen. Para wäscht sich am besten und schnellsten, weil es die wenigsten Unreinheiten enthält. Die sogenannten fetten oder pechartigen Kautschuksorten geben die Fremdkörper nur sehr schwer ab, und oft kann man die in der Masse festklebenden Unreinheiten überhaupt nicht entfernen. Die von Natur sehr trockenen Kautschuks lassen sich nicht

immer in Blätter auswalzen; sie halten nicht zusammen, und bei manchen kommt das Gummi in kleinen Stücken aus der Maschine.

Wird die Wäsche ordentlich durchgeführt, so enthält das Blatt keine Fremdkörper mehr ausser Wasser. Um auch dieses zu entfernen, wird als letzte Prozedur der Vorarbeit die Trocknung vorgenommen.

4. Die Trocknung. Zur Trocknung werden die gewaschenen Kautschuklappen über Eisendrähte oder Holzstangen gehängt, oder auf Darren gelegt, entweder auf Trockenböden, wo sie der freien Luft ausgesetzt sind, oder in Trockenkammern, die auf 50 bis 60° erwärmt werden können. Dieser im übrigen sehr einfache Vorgang erfordert keine besondere Aufmerksamkeit. Es ist nur zu sagen, dass die fetten oder pechartigen Kautschuksorten zur Trocknung eine niedrige Temperatur verlangen; bei hoher Temperatur würden ihre natürlichen Fehler noch mehr hervortreten: die Lappen würden zerreißen, auf den Boden fallen und zu Klumpen zusammenkleben, in denen dann das Wasser nur sehr langsam und sehr schwer verdampfen würde. Bei den wenig adhänsiven Kautschuksorten, die als kleine Stücke aus dem Walzwerk hervorgehen, geschieht die Trocknung auf Gestellen.

Für die Trocknung ist es sehr wichtig, ob der Trockenraum mehr oder weniger hell, ob er mehr oder wenig der Luft ausgesetzt ist. Ein guter Luftdurchzug beschleunigt den Vorgang ausserordentlich, der sich im Sommer in wenigen Tagen vollzieht; im Winter verlangt die Trocknung natürlich mehr Zeit, und Dampfheizung leistet alsdann, wenn mit Vorsicht angewandt, gute Hilfe. Ueber den schädlichen Einfluss, den grelles Licht auf das Kautschuk ausübt, ist schon früher gesprochen worden; je dunkler der Trockenraum ist, desto besser.

Ist das Kautschuk trocken, so wird es von den Drähten oder Gestellen abgenommen und wie Stoff gefaltet oder auch zu Paketen zusammengerollt. Hierauf wird das Material in einem besonderen, nur zu diesem Zwecke dienenden Magazin, in dem es vor Licht und Feuchtigkeit geschützt ist, aufbewahrt, bis es weiter verarbeitet wird.

Das gewaschene und getrocknete Kautschuk hat einen Teil seines Gewichtes verloren. Der Unterschied zwischen dem Bruttogewicht des rohen und dem Nettogewicht des trockenen, gereinigten Kautschuk bildet den „Verlust bei der Wäsche“. Er ist bei den verschiedenen Sorten sehr ungleich und kann bei den geringeren Sorten bis zu 60 Prozent des ursprünglichen Gewichtes betragen; bei sehr guten Sorten verliert man gewöhnlich 15 bis 20 Prozent. Die folgende Tabelle gibt den Verlust bei einigen Sorten an, doch ist es schwer, bestimmte Ziffern zu nennen:

Para	10—16	Prozent.
Sernamby	15—35	„
Mozambique (Spindeln)	10—25	„
„ (rosa, Kugeln)	15—25	„
Columbia	10—25	„
Peru (Platten)	30—40	„
Guatemala	20—40	„
Assam	10—30	„
Java	20—35	„
Borneo	10—45	„
Gayaquil	30—50	„
Senegal-Sudan	20—35	„

Es ist auch nicht selten, dass zwei Kautschuksendungen, die als dieselbe Sorte verkauft werden, bei der Wäsche einen ganz verschiedenen hohen Verlust zeigen; er kann selbst bis zu 25 Prozent variieren.

2. Weitere Verarbeitung des gewaschenen Rohgummis.

Nachdem die gewaschenen Blätter, deren Herstellung im vorhergehenden Abschnitte beschrieben ist, vollständig trocken geworden sind, haben sie zum Zwecke der weiteren Verarbeitung abermals ein Walzwerk zu passieren, dieses Mal jedoch ohne Zufluss von Wasser und durch Walzen, die inwendig hohl und durch Dampf erwärmt sind. Je nach dem beabsichtigten Zwecke funktionieren diese Walzwerke entweder ausschliesslich als Knetmaschinen oder als Knet- und Mischmaschinen zugleich. In beiden Fällen werden jedoch dieselben und gleich konstruierten Apparate verwendet, sie bestehen aus zwei gegeneinander sich drehenden Cylindern von gewöhnlich ungefähr 60 bis 90 cm Länge und 40 bis 50 cm Durchmesser. In der Regel sind sie nebeneinander angeordnet; die Anordnung übereinander ist die Ausnahme und wird heute wohl nur noch selten angewendet. Im übrigen ist ihre Konstruktion derjenigen der Waschwalzwerke sehr ähnlich. Die beigegebenen Zeichnungen (Fig. 22a, b und c) geben eine Darstellung der in der Rheinischen Gummiwaren-Fabrik Franz Clouth in Cöln-Nippes gebräuchlichen Mischwalzwerke, und zwar von vorne, von der Seite und von oben gesehen. An denselben ist auch die S. 102 bei Besprechung der Waschwalzwerke beschriebene Momentausrückung ersichtlich.

War bis hierhin die Behandlung des rohen Kautschuks für alle Zwecke der späteren Weiterverarbeitung die gleiche, so tritt in diesem Stadium eine auseinandergehende ein, je nachdem reine, ungemischte Masse (Blöcke), die zur Darstellung des sogenannten Patentgummis (Fine cut sheets) bestimmt ist, oder gemischte Masse hergestellt werden soll, die

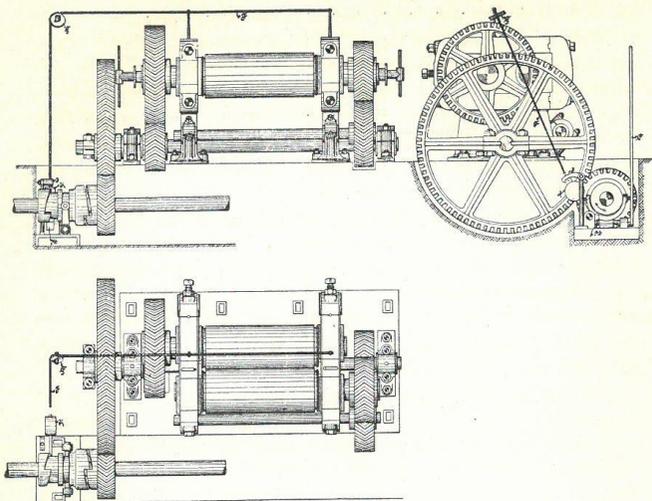


Fig. 22 a, b und c.
Mischwalzwerk. System Clouth, mit Momentausrücker.

zu bestimmten Zwecken notwendige Beimischungen erhalten muss; in ersterem Falle dient das Walzwerk, wie schon gesagt, ausschliesslich als Knet-, in letzterem als Knet- und Mischwalzwerk zugleich.

Zur Herstellung geschnittener Platten (engl. Fine cut sheet, franz. Feuille anglaise, in Deutschland gewöhnlich Patentgummi genannt), die als Halbfabrikat einen sehr bedeutenden Handelsartikel bilden, sollte nur das allerbeste Paragummi verwendet werden. Die aus diesem gezogenen Blätter werden ohne Zusatz irgend einer fremden Substanz in den Knet- oder Mischwalzwerken so lange bearbeitet, bis das Gummi eine homogene, luftfreie Masse geworden ist, die in Form von Rollen aus dem Walzwerke herauskommt. Diese Rollen werden in einer hydraulischen Presse einem sehr starken Drucke ausgesetzt. Hierdurch erhält man grössere, sehr homogene Blöcke, die man mehrere Monate bei wechselnder Temperatur liegen lässt, durch welchen Umstand ihr Gefüge noch immer inniger und ihre Qualität eine immer bessere wird. Um die Blöcke zu schneiden, werden sie auf einem horizontal beweglichen Schlitten befestigt und unter fortwährendem Zufluss von kaltem Wasser gegen eine sehr scharfe Messerklinge geschoben, die in der Minute sich 800 bis 1000 mal

hin und her bewegt und dünne Blätter in der Dicke von ungefähr 0,20 bis stark 4 mm davon abschneidet. Die so entstandenen Platten zeigen auf ihren Flächen die Schnittlinien des Messers in feinen Rippchen. Die feineren oder gröberen Rippchen der Platten werden dabei vom schnelleren oder langsameren Zuschieben des Blockes bedingt. Nachdem auf diese Weise eine Platte abgeschnitten, wird der Block mittels Spindelschrauben um soviel gehoben, als die Dicke der beabsichtigten Platte beträgt und von neuem gegen das Messer bewegt.

Nach einer anderen Methode zur Herstellung von Patentplatten füllt man das gereinigte Rohkautschuk in hohle, vertikal stehende Cylinder und presst es hier mit einem genau passenden Stempel unter sehr hohem Druck zusammen, auf welche Weise man also cylindrische Blöcke erhält, die ebenfalls mit dem Messer in Blätter geschnitten werden, so aber, dass das Messer von der Peripherie des Blockes spiralschneidend an seiner Achse geführt wird.

Eine andere Methode, die aber eine Qualität liefert, die sich mit der durch oben beschriebenen hergestellten in keiner Weise messen kann, schneidet die Platten nicht aus Blöcken, sondern walzt das sorgfältig gereinigte Paragummi in einem erwärmten Kalandr aus. Dabei geschieht es, dass den so hergestellten Platten durch die Kalandrwalzen ein Rippendessin aufgepresst wird, was mit den Schnittlinien der wirklich geschnittenen Platten einige Ähnlichkeit hat und in verwerflicher Weise mehr oder minder auf Täuschung des konsumierenden Publikums hinzielt, das gewohnt ist, in den Rippen der Patentgummifabrikate eine gewisse Garantie für deren Güte zu erblicken.

Die Fabrikation der geschnittenen Patentplatten hat Charles Macintosh zum Erfinder und lange Zeit war dieselbe, durch Patent geschützt, die eigenste Domäne der Firma Charles Macintosh & Co. Später wurden Patentplatten auch von anderen englischen Fabriken, dann in Frankreich und seit etwa 10—12 Jahren auch in Deutschland hergestellt. Man färbt dieselben auch durch Beimischung von Farbe braun, rot oder grün. Die grünen Platten sind indessen beinahe schon wieder ganz verschwunden und auch den roten gegenüber ist den natürlichen schwarzen und braunen qualitativ der Vorzug zu geben.

Die handelsgebräuchlichen Stärken, in welchen diese Platten hergestellt werden, messen nach folgender Skala für die Nummern

Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9
4,15	3,26	2,58	2,35	1,85	1,66	1,40	1,14	0,96 mm
Nr. 10	11	12	13	14	15	16	17	18
0,83	0,62	0,54	0,44	0,41	0,37	0,33	0,20	0,18 mm

Um das Wiederzusammenkleben dieser Platten, die bei der Lagerung und beim Verschicken einfach lose aufeinander gelegt werden, zu verhüten, ist es notwendig, sie mit einer Lösung von Seife in warmem Wasser einzureiben, die beim Erkalten auf den Flächen eine weiche, feine Schicht bildet.

Bis vor wenigen Jahren waren Verfälschungen der grossen Reinheit und vorzüglichen Qualität der so hergestellten Platten gänzlich unbekannt. Seitdem aber sind, ob aus unlautern Beweggründen oder zur Erzielung eines billigeren Preises mag dahingestellt bleiben, geschnittene Platten in den Handel und zur Verarbeitung gekommen, die selbst bis zu einem Drittel minderwertige Surrogate enthalten.

In ähnlicher Weise wie diese geschnittenen (Patentgummi-) Platten können aus den gepressten Blöcken auch vierkantige Fäden geschnitten werden, die früher häufig in diesem rohen, unvulkanisierten Zustande zur Verwendung kamen. Dieses ist jedoch jetzt, weil sie, wie alles unvulkanisierte Kautschuk unter 0° hart und über 30° ganz weich und leicht klebrig werden, weniger der Fall. Deshalb sind sie durch mit Schwefel versetzte und vulkanisierte fast ganz verdrängt worden.

Soll im anderen Falle aus dem gewaschenen Rohgummi gemischte Masse hergestellt werden, so muss es ebenfalls durch das erwärmte Knetwalzwerk erweicht und auf diese Weise zur Aufnahme der notwendigen Beimischungen befähigt werden. Diese Beimischung erfolgt in der Regel in dem nämlichen Walzwerke, das also jetzt als Knet- und Mischapparat zu dienen hat. Ein humoristischer Franzose bezeichnete die Kautschukfabrikation als „die Kunst, dem Kautschuk billige Substanzen beizufügen, ohne seine besonderen Eigenschaften zu sehr zu beeinträchtigen“. Um gerecht zu sein, hätte er aber hinzufügen müssen: „und es für die verschiedenen Zwecke seiner Verwendung geeignet zu machen oder es zu verbilligern“. In der That mag es in der gesamten übrigen Industrie wohl kaum ein anderes Material geben, das diesen Manipulationen so willig entgegenkommt, und in dem die Bildung so vieler, unter sich so verschiedener Qualitäten möglich ist; Kautschuk ist, um ein Heinesches Wort variiert anzuwenden, eben mehr Talent als Charakter. Diese Beimischungen bestehen in Schwefel, soweit derselbe zur Vulkanisation notwendig ist, und aus anderen Stoffen, entweder weil die einstige Verwendung der betreffenden Qualität diese bedingt, oder weil ein genau bestimmter Härtegrad, Zähigkeit sowie Farbe erzielt oder schliesslich auch ein billigerer Preis ermöglicht werden soll. Die Hauptingredienzien in dieser Hinsicht sind Bleiglätte, Zinkweiss, Kreide, Schwerspat, Metall, Asbest, gemahlener Hanf und einige andere, weniger häufig vorkommende, wie Glasstaub, feiner Sand u. s. w. Meistens

lediglich zum Zwecke der Färbung werden ausser dem schon genannten Zinkweiss noch Zinnober, Goldschwefel, Eisenmennige, Ocker, Elfenbeinschwarz und Russ verwendet. Die Rezepte zu diesen Mischungen, auf denen neben der Wahl und Verwendung der richtigen Rohgummisorten die Bildung der unzähligen, verschiedenen Qualitäten des vulkanisierten Kautschuks beruht, werden in den einzelnen Fabriken als strengstes Fabrikgeheimnis gehütet. Nur ihre thatsächliche Kenntnis ermöglicht es, eine bestimmte Komposition genau zu wiederholen, da eine chemische Analyse, wie später begründet wird, dazu keinen genügenden Anhalt bietet, und auch praktische Versuche erst nach langem, vergeblichem Tasten ein nur annähernd günstiges Resultat zu geben vermögen.

Die Manipulation des Knetens und Mischens ist eine sehr einfache und ergibt sich aus der Konstruktion der Maschine und der Natur des zu verarbeitenden Materiales ganz von selbst. Nachdem die für die beabsichtigte Qualität der Masse erforderlichen Mengen von gewaschenem Rohgummi, das natürlich nicht von derselben Art sein muss, im Gegenteil in den weitaus meisten Fällen verschiedener Herkunft ist, und die übrigen hinzuzufügenden Stoffe sorgfältig abgewogen sind, werden sie gemeinsam in kleinen Portionen zwischen die Walzen gebracht. Der grössere Teil des Materiales verbindet sich sofort zu einer plastischen Masse, die entweder von selbst an der vorderen Walze anhaftet und von dieser mitgenommen, oder wenn dieser Fall nicht sofort eintritt, von der Hand des Arbeiters aufgenommen und heraufgehoben wird. Auf diese Weise bildet sich sehr bald auf der vorderen Walze ein loser Mantel, der, so lange die Maschine im Betrieb ist, zwischen den Walzen durchgleitet. Was etwa von nicht aufgenommenem Material oder von Brocken, die sich von selbst ablösen, auf das unter den Walzen befindliche Blech herabfällt, wird hier mittels Handfeger und Schaufel herausgenommen und oben wieder zugegeben. Nachdem die Masse so mehrere Male die Walzen passiert hat, wird der Mantel mit einem kurzen, scharfen Messer quer aufgeschnitten, zu einer Rolle aufgerollt und diese dann köpflings wieder zwischen die Walzen gebracht. Diese Manipulation wird so oft wiederholt, bis eine gleichmässige Durchknetung und Durchmischung erzielt ist. Alsdann wird die Masse in der eben beschriebenen Weise in Form einer Rolle von der Maschine abgenommen.

Ausser diesen offenen Walzwerken sind auch solche konstruiert worden, bei welchen die beiden Cylinder sich in einem umschliessenden Behälter befinden. Der Zweck dieser Konstruktion ging dahin, das Herunterfallen von Brocken zu verhindern und die Beaufsichtigung und Handleistung eines Arbeiters zu ersparen. Theoretisch ist diese Konstruktion zweifellos richtig. In der Praxis aber hat sie sich, wenigstens

für Kautschuk, nicht bewährt, wohl aber findet sie bei der Verarbeitung der Gutta-Percha Verwendung und wird an entsprechender Stelle noch erwähnt werden.

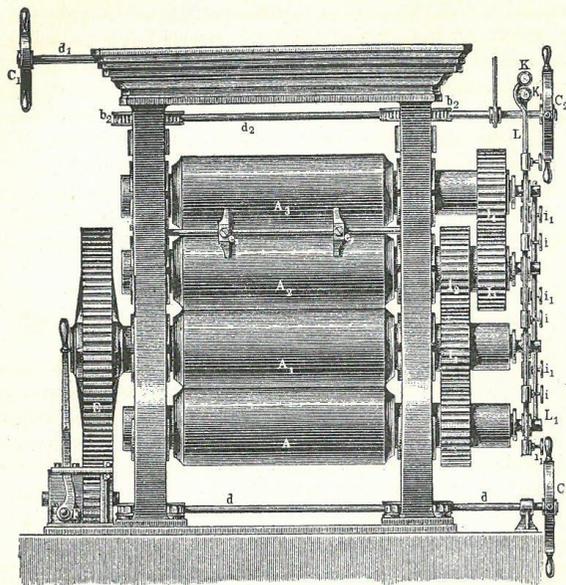


Fig. 23.
Kalender mit vier Walzen.

Die vom Walzwerke abgenommenen Rollen gelangen zum Zwecke ihrer weiteren Verarbeitung zu einem Kalender, um hier in dünne Platten ausgewalzt zu werden. Diese Kalender enthalten gewöhnlich ein System von drei, seltener von vier Walzen. Eine englische Maschinenfabrik hat auch einen Kalender mit einem System von sechs Walzen konstruiert, der aber wohl wenig Anwendung gefunden hat. Die beigegebene Zeichnung (Fig. 23) zeigt einen Kalender mit einem System von vier Walzen. Die Walzen der Kalender sind gewöhnlich aus Stahl, sie sind hohl, werden durch eingeführten Dampf erwärmt und können durch eine besondere Vorrichtung näher oder entfernter zu einander gestellt werden, so dass Platten verschiedener Stärke gezogen werden können, jedoch übersteigt in den meisten Fabriken die gebräuchliche

Stärke der Platte nicht die Dicke von 1 bis 2 mm. Die Temperatur der Kalenderwalzen ist auf die Gleichartigkeit, auf das Vermeiden von Streifen, sogenannten Blumen, und besonders von Luftblasen von allergrösstem Einflusse, und um sie regulieren zu können, befindet sich an der Achse einer jeden Walze ausser dem Dampfzuströmungsrohre auch noch ein solches für kaltes Wasser, wie ein drittes, um sowohl Dampf wie Wasser wieder abzuführen. Die Platten, die den Kalender an der der Einführungsstelle entgegengesetzten Seite verlassen, werden hier auf einem horizontal gespannten Tuche aufgenommen und mit diesem, um das Wiederzusammenkleben zu verhüten, auf eine Holzswelle aufgerollt.

Auf ebenso konstruierten Kalendern, die jedoch in diesem Falle als unterste eine Stahl- oder Bronzewalze mit eingravierter Kannelierung erhalten, wird auch die oben schon erwähnte Imitation der geschnittenen Patentgummi-Platten hergestellt.

3. Die Herstellung von Gegenständen aus Weichgummi.

Es ist eine in Laienkreisen merkwürdig vielverbreitete Ansicht, die vielerlei, für die Zwecke der Technik, der Wissenschaft, der Krankenpflege und den wirtschaftlichen Gebrauch in den verschiedensten Formen vorkommenden Gegenstände aus Kautschuk seien durch Guss hergestellt, ebenso etwa wie auch Gegenstände aus Metall gegossen werden. Die Beschreibung der Prozeduren des Waschens, Knetens und Mischens des Rohgummis bis zur Fertigstellung der zur Weiterverarbeitung bestimmten, geschnittenen oder gewalzten Platten zeigt, dass nichts unrichtiger ist, als diese Vorstellung. In Wirklichkeit beruht die Herstellung der Gummiwaren, mit der einzigen Ausnahme der Fabrikation von wasserdichten Stoffen, auf rein plastischer Bethätigung. Zum weitaus grösseren Teile erfolgt diese durch Handarbeit. Wirkliche Maschinen kommen dabei wenig, dagegen aber die verschiedensten Formen und Pressen in Anwendung.

Grundform bei diesen Arbeiten ist, wiederum mit Ausnahme der Fabrikation von wasserdichten Stoffen, stets die geschnittene oder gewalzte, reine oder gemischte Platte.

Wegen der Leichtigkeit, mit welcher die geschnittene (Patentgummi-) Platte selbst bei ganz primitiven Einrichtungen weiter verarbeitet werden kann, fand sie frühzeitig eine vielseitige Verwendung, und die Fabrikation von Patentgummi-Artikeln entwickelte sich besonders in Deutschland und Frankreich zu einem besonderen Nebenzweige der gesamten Kautschukindustrie, der indessen trotz seiner nicht zu verkennenden Bedeutung niemals als ganz voll angesehen und von den Grossfabriken

entweder gar nicht oder nur nebenbei betrieben wurde. Vielfach wird diese Industrie auch als Hausindustrie betrieben; ganz besonders ist dieses in Paris und Manchester der Fall. Die am meisten bekannten und verwendeten Artikel aus Patentgummi sind Sauger und Milchflaschengarnituren, Tabaksbeutel, Schläuche für chemische Laboratorien und die vielen Gegenstände zu chirurgischen und kleintechnischen Zwecken, zu deren manchen sich kein anderes Kautschukmaterial so vorzüglich eignet wie dieses. Die Herstellung aller dieser Gegenstände beruht auf Handarbeit und ist sehr einfach, weil die mit einem Messer, einer Stanze oder einer Scheere erzeugten Schnittflächen dieser Platten beim Gegenüberdrücken sofort aneinander haften, was in noch verstärkter Masse der Fall ist, wenn man sie vorher mittels eines kleinen Pinsels leicht mit Benzin oder dünner Kautschuklösung bestrichen hat. Es ist also nur erforderlich, die einzelnen Teile des Gegenstandes, der angefertigt werden soll, mit der Schere oder dem Messer nach der Schablone auszuschnneiden oder bei Massenproduktion, wie beispielsweise bei Saugern, auszustanzen und alsdann entweder aus freier Hand oder über Formen zusammenzusetzen. Die so entstandenen Nähte werden zur besseren Verbindung entweder mit einem Falzbein nachgestrichen oder mittels eines leichten Hammers, dessen Kopffläche abgerundet ist, auf einem Dorne oder Amboss mit ebenfalls abgerundeter Oberfläche leicht nachgehämmert. Hohle Gegenstände, Ballons, Schläuche etc. staubt man inwendig mit Talk aus, um das Zusammenkleben der Wände zu verhüten. Die Vulkanisation dieser Artikel, von der weiter unten noch die Rede sein wird, ist eine ebenso einfache.

Viel komplizierter und fabrikmässiger gestaltet sich die weitere Verarbeitung der gemischten und gewalzten Rohplatten, zum Teil schon aus dem einfachen Grunde, weil hier viel grössere und oft recht bedeutende Dimensionen in Betracht kommen. In erster Reihe handelt es sich hier um Gegenstände für technischen Bedarf, Verdichtungsplatten, Schnüre, Klappen, Schläuche, Treibriemen, Walzenüberzüge etc. Bei vielen dieser Gegenstände ist es der Natur ihrer Verwendung nach erforderlich, ihnen die Elastizität nach der einen oder anderen Seite, von oben nach unten, in vertikaler Richtung, oder auch seitlich, in horizontaler Richtung oder endlich, wie bei Schläuchen, in ihrem ganzen Umfange zu benehmen. Dieses erreicht man durch Einlegen von Geweben, aus Metall, Baumwolle oder Leinen, und man unterscheidet demnach Artikel ohne und solche mit Einlage.

Platten ohne Stoffeinlage sind das einfachste Fabrikat. Es sind eben die durch den Kalandrier gleichmässig auf bestimmte Dicken aus-

gewalzte Massen, die auf bestimmte Breiten und Längen zugeschnitten werden.

Glatte Schnüre ohne Einlage, runde, halbrunde, drei-, vier- oder mehrkantige in den verschiedensten Profilen, werden durch eine Maschine gepresst. Diese nimmt an einer Seite die fertig präparierten, entsprechend gewärmten Massen auf und leitet sie durch eine spiralförmig gewundene Schnecke in eine auf verschiedene Durchmesser stellbare Oeffnung, durch welche hindurch gequetscht sie als Schnur herauskommen. Häufig jedoch werden auch Schnüre aus Platten gerollt.

Glatte Schläuche ohne Einlage, wenigstens solche von kleinerem oder mittlerem Kaliber werden auf derselben Maschine gemacht, indem man in die runde Mündung noch einen massiven Dorn einschiebt, der in seiner Stärke dem inneren Durchmesser des zu machenden Schlauches entspricht, während die ganze Oeffnung dem äusseren Durchmesser desselben gleich ist.

Scheiben oder Klappen werden auf die ungefähren Dimensionen zu recht geschnitten und dann in eiserne Formen gebracht, die dem beabsichtigten Gegenstande durchaus entsprechen und alsdann beim Prozesse der Vulkanisation einer starken Pressung ausgesetzt. In gleicher Weise werden alle übrigen Formartikel fabriziert; um einige zu nennen: Buffer, Stopfen, Billardbanden, dessinirte Matten und Läufer, Spielwaren, als Puppen etc. etc. Diese Formen, die oft sehr komplizierter Art sind, verteuern die Artikel nicht unwesentlich, und nicht selten kommt es vor, dass da, wo es sich nur um die Herstellung weniger Exemplare eines Gegenstandes handelt, die Form ganz bedeutend viel teurer ist, als dieser Letztere selbst.

Hohle Gegenstände: Beutel, Ballons etc. werden auf die gleiche Weise zugeschnitten und zusammengesetzt, wie es oben bei denjenigen aus Patentgummi beschrieben worden. Ehe dieselben ganz geschlossen werden, füllt man etwas Wasser oder kohlen-saures Ammoniak ein. Dann werden sie in genau passende Formen gelegt und in diesen vulkanisiert, wobei die eingeschlossene Luft, die sich in der Hitze ausdehnt, oder die sich entwickelnden Gase und der Dampf, den die eingefüllte Flüssigkeit gebildet, die Masse überall fest gegen die Form andrückt und diese nach allen Seiten vollkommen ausfüllt.

Es ist schon gesagt worden, dass aus bestimmten Gründen manche Artikel eine Einlage aus Baumwoll-, Hanf- oder Drahtgeweben erhalten. Alle diese Einlagestoffe müssen, ehe sie verarbeitet werden, gummiert werden, das heisst sie werden mit straffer Spannung durch einen Kalandrier gezogen, der erwärmte und weiche Masse auf sie aufträgt, oder

sie werden auch auf dem Spreiter mit einer Auflösung von Gummi und Benzin bestrichen.

Platten mit Ein- oder Umlage werden auf dem Kalander hergestellt, ähnlich so wie das vorbeschriebene Gummieren der Einlagestoffe überhaupt vor sich geht, mit dem Unterschiede nur, dass hierbei statt der rohen Gewebe bereits gummierte in Anwendung kommen, und dass die Walzen den Dicken der Gummischichten entsprechend gestellt sind. Für jede Gummischicht hat die Platte den Kalander einmal zu passieren, eine solche mit einer Einlage also zweimal, mit zwei Einlagen dreimal u. s. w.

Schläuche mit Einlagen, auch solche ohne Einlagen, wenn sie ein grösseres Kaliber haben, werden über Metallröhren angefertigt. Es geschieht dieses in der Weise, dass die gewalzten Platten in schmale Streifen geschnitten, abwechselnd mit der gummierten Einlage um das betreffende Rohr gewickelt werden, bis der so hergestellte Schlauch die gewünschte Wandstärke hat. In Amerika, England und Deutschland hat man auch Maschinen, auf welchen Schläuche mit Einlagen, namentlich in den unteren Dimensionen hergestellt werden, konstruiert. Bei Spiralschläuchen wird die gewundene Drahtspirale zwischen Gummi und Einlage mit verarbeitet. So hergestellte Schläuche werden meistens auch auf dem Rohre, über welchem sie gemacht worden, vulkanisiert.

Schnüre mit Einlagen werden, wenn sie rund sein sollen, aus gummierten Stoffstreifen und Gummipplatten gerollt, wenn sie vierkantig sein sollen (Tukschnur, Packings), um einen vierkantigen Gummikern gewickelt und in einer Form gepresst.

Treibriemen, zu deren Einlage die besten und stärksten Baumwollstoffe zu verwenden sind, werden je nach ihrer Breite und Dicke mit der für ihre Beanspruchung erforderlichen Zahl von Einlagen zusammengelegt, teilweise auch zur besseren Verbindung der letzteren unter sich und zur Verstärkung überhaupt mehrfach der Länge nach durchnäht und dann entweder in diesem Zustande, oder nachdem sie vorher noch auf allen Seiten eine Gummideckplatte erhalten haben, in Formen gepresst. Treibriemen werden aus den gleichen vorzüglichen Baumwollstoffen wie Treibriemen gerollt und ebenfalls in Formen gepresst.

Mäntel für Velocipedreifen, die seit einigen Jahren eine sehr bedeutende Stellung in der Gummiwarenfabrikation einnehmen, werden in ähnlicher Weise als geformte Mäntel in Formen gepresst oder auch als flache Bänder auf einer Trommel hergestellt.

Rücksichten auf bessere Haltbarkeit oder besondere Anforderungen bedingen auch zuweilen, wie beispielsweise bei Wringwalzen, Ueberzügen von Nasspresswalzen für Papierfabriken, dem Auskleiden von Säure-

gefässen (Montejus), Backen für Flaschenkapselmaschinen und dergl., eine Verbindung von Weichgummi mit Hartgummi, von der an gegebener Stelle noch die Rede sein wird.

4. Fabrikation von wasserdichten Stoffen.

Man unterscheidet zwei Systeme von Fabrikaten dieser Art: die sogenannten Doubletextures (Doppelstoffe) und die Singletextures (einfache Stoffe). Die ersteren bestehen aus zwei Lagen gleichen oder verschiedenartigen Zeuges, die vermittelst einer dünnen Kautschukschicht fest aufeinander geklebt sind. Die letzteren, die Singletextures, sind ein einfaches Gewebe, welches nur auf einer Seite (single face) seltener auf beiden Seiten (double face) gummiert ist. Die ungemein verbreitete Verwendung solcher wasser- und luftdichter Stoffe für Bekleidungs Zwecke als Schutz gegen Regen und Wasser überhaupt, zur Herstellung von Taucheranzügen, Zelten, transportablen mit Luft gefüllten Booten, Badewannen, Kissen, Matratzen und ganzen Betten, dann als wasserdichte Einlagen in Kranken- und Kinderbetten und noch tausend anderen Zwecken ist bekannt.

Die Darstellung der Doubletextures ist schon angedeutet. Die Singletextures dagegen werden neuerdings allgemein in der Weise hergestellt, dass Kautschuk, häufig unter Zusatz von Farbe (schwarz, weiss oder grau, auch rot, gelb und braun), in Terpentinöl oder Benzin aufgelöst und in Form von Teig oder Firnis vermittelst einer eigens hierzu konstruierten Maschine, dem Spreiter (Spreader), auf die Gewebe aufgetragen wird. Solche Aufstriche müssen sehr dünn gemacht werden und nach jedesmaligem Trockensein 6 bis 18 mal wiederholt werden. Ein Haupterfordernis eines guten Gummiüberzuges ist dabei, dass die aufzutragende Masse sehr gleichmässig gemischt ist und gar keine Knoten enthält. Doubleface erzielt man dadurch, dass diese Prozedur nacheinander auf beiden Seiten des Gewebes vorgenommen wird.

Der Spreiter ist eine in einem Eisengestelle ruhende, horizontale Walze, welche am oberen Ende eines eisernen Tisches mit hohlen, dampfgeheizten Platten befestigt ist. Ueber der Walze befindet sich ein stumpfes Streichmesser, das vermittelst Spindeln der beabsichtigten Stärke der Gummilagen entsprechend hoch oder niedrig gestellt werden kann. Zwischen dieser Walze und dem vorerwähnten Streichmesser wird der zu gummierte Stoff durchgezogen, nachdem vor dem Messer die Masse mit Spatel aufgetragen worden. Auf der anderen Seite hat der gummierte Stoff den geheizten Tisch zu passieren, auf welchem Wege sich das meiste Benzin, das in der Lösung enthalten war, verflüchtigt. Dann

wird er auf eine Walze am unteren Ende des Tisches aufgerollt und diese, wenn das Stück ganz gestrichen, aufgenommen, wieder an den Kopf der Maschine gebracht, und die ganze Prozedur so oft wiederholt wie notwendig.

Frühere Versuche, die frische Kautschukmilch, wie sie aus der Pflanze geflossen ist, unmittelbar auf Stoffe zu übertragen, haben den erwarteten Erfolg nicht gehabt, abgesehen davon, dass der überseeische Transport der flüssigen Milch auf vielerlei Unzuträglichkeiten gestossen ist. In grösserer Ausdehnung ist diese Methode überhaupt wohl nie zur Anwendung gekommen.

Aus den gummierten Stoffen, nachdem dieselben vulkanisiert worden, werden Kleidungsstücke und andere Gegenstände gerade so gemacht, wie der Schneider seine gewöhnlichen Tuche verarbeitet, mit dem Unterschiede, dass die Nähte genäht und geklebt oder auch nur geklebt werden. Es empfiehlt sich dabei an den Stellen, welche zusammengeklebt werden sollen, die Gummiaufgabe vor dem Bestreichen mit Lösung vermittelst Bimsstein etwas abzureiben und die Lösung ein wenig antrocknen zu lassen, ehe die betreffenden Teile aufeinander gebracht und mit einer Handrolle festgedrückt werden.

Wegen ihrer Verwandtschaft mit Stoffen und Kleidungsstücken überhaupt, mag an dieser Stelle die Fabrikation der Gummischuhe erwähnend eingeschaltet werden. Man verwendet dazu ein weiches, leichtes, etwas elastisches Gewebe (Trikot), weiss, grau oder rot (das Futter des Schuhs), überzieht dasselbe mit einer durch Kienruss schwarz gefärbten Kautschukmasse, schneidet dann die einzelnen Stücke nach der Schablone aus und setzt den Schuh über eisernen Formen zusammen. Um ihm den schönen schwarzen Glanz zu geben, wird er mit Lack bestrichen und dann auf der Form vulkanisiert.

5. Fabrikation von Fäden.

Der Herstellung von vierkantigen Fäden aus gewaschenen und gepressten Rohgummiblöcken ist schon Erwähnung geschehen und gesagt worden, dass diese Methode nicht mehr gebräuchlich sei. Auch die veraltete Methode der Herstellung von runden Fäden aus Kautschuklösung soll hier nur mehr aus historischem Interesse erwähnt werden. Bei dieser Methode wurde in Benzin aufgelöstes Kautschuk durch siebartig gelochte Bleche gepresst. Die frischen, weichen Fäden wurden dann über endlose Tücher geführt, mit Talk bestreut und aufgehaspelt, nachdem

das Benzin auf dem langen Wege, den sie durchlaufen hatten, verdunstet war. Ganz dünne Fäden erzielt man durch Strecken der frischen, noch unvulkanisierten dickeren unter einer Temperatur von 115° C. und darauf folgendes rasches Abkühlen unter 0°.

Vierkantige Fäden, die jetzt ausschliesslich vorkommen, können auf verschiedene Weise hergestellt werden. Nach einer älteren Methode werden aus 2 bis 3 cm dicken Platten runde Scheiben von 25 bis 30 cm im Durchmesser ausgeschlagen, in Formen vulkanisiert, dann spiralförmig in Bänder und letztere in Fäden geschnitten. Nach einer neueren Methode werden auf dem Spreiter aus fertig gemischter, mit Schwefel versetzter Masse, der Stärke der zu machenden Fäden entsprechend, dünne Platten auf einem sogenannten endlosen Tuche gezogen. Um das Anhaften dieser Platten an dem Tuche, zu welchem in der Regel ein feiner Baumwollenkörper verwendet wird, zu verhüten, hat dasselbe vorher einen vulkanisierten Ueberzug von Gummi erhalten und wird auch fortwährend mit Talk bestreut. Diese Platten, welche eine Länge von 50 bis 60 m erhalten, werden mit Schellacklösung bestrichen, auf einen Cylinder aufgerollt, und wenn diese so aufgerollten Platten trocken und unter sich fest verbunden sind, durch Zuführung eines Messers die Fäden geschnitten. Hierauf werden diese Fäden durch Auskochen in einer kaustischen Lauge gereinigt und getrocknet, wobei auch der äusserlich daran haftende Schwefel entfernt wird.

Ausser zu elastischen Geweben finden Gummifäden nur wenig Verwendung. Dafür ist aber diese auch um so bedeutender. Vorzugsweise sind es Hosenträger, Strumpfbänder, Bandagen und Züge in Schuhen und Stiefeletten, wozu dieselben verwendet werden. Sie werden auf dem Webstuhle hergestellt, wobei der Gummifaden entweder als Kette oder als Einschlag verwendet wird. Gummizüge für Schuhe werden indessen auch noch durch Aufeinanderkleben von zwei trikotartigen Zeugen mit einer sehr dünnen Gummizwischenlage (auf dem Spreiter gemachte Platten) fabriziert. Dieses Fabrikat ist unter dem Namen „Patentzug“ bekannt.

VII. Die Vulkanisation.

Nachdem die vorbereitende Behandlung des Rohmaterials und die Herstellung einiger der hauptsächlichsten Artikel der Kautschukindustrie in Bezug auf die Erteilung der bezweckten Form bis zu diesem Punkte besprochen worden, folgt nunmehr eine Darstellung des Prozesses der

Vulkanisation, die als Schwerpunkt und wichtigstes Moment der ganzen Fabrikation zu bezeichnen ist. Zuvor jedoch wird es dienlich sein, noch einmal kurz einiger charakteristischer Eigentümlichkeiten des rohen, unvulkanisierten Kautschuks Erwähnung zu thun. Aus dem früher Gesagten ist erinnerlich, dass rohes Kautschuk bei einer Temperatur von $+ 30^{\circ}$ C. anfängt, sich zu erweichen und bei $+ 50^{\circ}$ C. in hohem Grade adhäsiv wird. Umgekehrt wird es in einer Temperatur von $+ 10^{\circ}$ C. hart und steif und bei 0° C. dieses in so hohem Masse, dass es wie gefroren erscheint. Unter der Einwirkung von atmosphärischer Luft und Licht und ganz besonders bei gleichzeitigem Vorhandensein von Feuchtigkeit und Wärme oxydiert es und wird eine pechartige, klebrige Masse. Es ist klar, dass eine, solchen Einwirkungen so leicht folgende, mit einem Worte so wandelbare Materie, wie das rohe Kautschuk, in diesem Zustande durchaus ungeeignet ist für die Zwecke der Industrie und die vielen anderen Verwendungen, die es thatsächlich findet. Die Aufgabe der Chemie war es deshalb, Mittel zu finden, ihm einerseits diese schlimmen Eigenschaften zu nehmen, andererseits seine guten noch wesentlich zu steigern. Das erreichte sie durch die Vulkanisation, deren Zweck also ist:

1. das Kautschuk gegen die Einflüsse wechselnder Temperatur und die Einwirkung chemischer Agentien möglichst unempfindlich zu machen,
2. ihm gleichzeitig die Eigenschaft des Klebens zu benehmen, und diejenige grosser, plastischer Bildungsfähigkeit, welche die rohe, unvulkanisierte Masse kennzeichnet, in eine bedeutend gesteigerte Elastizität zu verwandeln, die, soweit es sich um Weichgummi handelt, hohem Druck und starkem Zug nachgibt, um, sobald diese äusseren Einwirkungen aufgehoben, es sofort wieder unverändert seine vorherige Gestalt annehmen zu lassen.

Erreicht wird diese Absicht durch eine Verbindung des Kautschuks mit Schwefel unter Einwirkung von Hitze.

Der französische Chemiker Anselme Payen hat nach dieser Richtung sehr interessante Versuche gemacht und festgestellt, dass eine rohe Kautschukscheibe, in ein Bad von geschmolzenem Schwefel getaucht, bei $+ 120^{\circ}$ C. leicht anschwillt und eine gewisse Quantität Schwefel aufnimmt. Nach Verlauf einer Viertelstunde zeigt sich noch keine wesentliche Veränderung des Kautschuks, das bei der Berührung immer noch klebt. Wird das Experiment jedoch noch 30 bis 40 Minuten fortgesetzt und die Temperatur auf $+ 130$ bis 140° C. gebracht, so nimmt das Kautschuk eine gelbliche Farbe an, es klebt nicht mehr, seine Elastizität

ist bedeutend gesteigert, und die Einwirkung der Kälte verändert es nicht mehr. Dieselbe Wirkung wird erzielt, wenn das Kautschuk vorher mit Schwefelblüte gemischt und die gleiche Zeit einer Temperatur von $+ 130$ bis 140° C. ausgesetzt wird. Auch bei jedem Hitzegrad zwischen dem Schmelzpunkte des Schwefels und $+ 160^{\circ}$ C. tritt diese Wirkung ein und zwar um so schneller, je höher die Temperatur steigt.

In diesem Experiment sind die ganzen Grundzüge des Prozesses der Vulkanisation enthalten. Indessen ist es nicht reiner Schwefel allein, der im stande ist, die Vulkanisierung des Kautschuks zu bewirken. Auch Schwefelkohlenstoff mit Chlorschwefel, mehrere andere Schwefelverbindungen, Jod, Brom etc. sind dazu im stande. In der Industrie kommen jedoch nur reiner Schwefel und für ein besonderes Verfahren, die sogenannte kalte Vulkanisation, Chlorschwefel und Schwefelkohlenstoff zur Anwendung.

Eine vollständige Darstellung der überaus zahlreichen Versuche, die auf diesem Gebiete angestellt wurden, eine erschöpfende Geschichte der Entwicklung der Vulkanisation, ist hier nicht beabsichtigt, vielmehr nur eine kurze Schilderung der hauptsächlich in Anwendung kommenden Verfahren ohne Rücksicht auf chronologische Reihenfolge.

Eine von Parkes in Birmingham im Jahre 1846 erfundene Methode, die sogenannte kalte Vulkanisation, setzte das Kautschuk je nach der Dicke der Gegenstände längere oder kürzere Zeit, $1\frac{1}{2}$ bis 3 Minuten, in einem kalten Gemisch von 100 Teilen Schwefelkohlenstoff mit $2\frac{1}{2}$ Teilen Halbchlorschwefel aus. Nach dem Herausnehmen werden die Stücker rasch in einem warmen Luftstrom von 25° C. getrocknet, oder auch, um eine zu lange Einwirkung des Halbchlorschwefels zu verhüten, vorerst in lauwarmem Wasser gebadet, wo jener sich zersetzt, und danach erst getrocknet. Statt des Schwefelkohlenstoffes können bei dieser Methode auch sorgfältig gereinigtes Petroleum oder Benzin gebraucht werden, jedoch ist deren Anwendung jetzt wohl nicht mehr üblich.

Das Parkessche Verfahren eignet sich vorzugsweise zur Vulkanisierung kleinerer Gegenstände von nicht bedeutender Dicke; dickere Gegenstände müssten zur Durchvulkanisierung längere Zeit in dem Bade bleiben. Dadurch setzt man sie indessen sehr leicht der Gefahr des „Verbrennens“ aus. Um dieses zu verhüten, empfahl Parkes eine Mischung von $\frac{1}{2}$ Teil Chlorschwefel auf 100 Teile Schwefelkohlenstoff und das Eintauchen der zu vulkanisierenden Gegenstände zwei oder drei mal zu wiederholen.

Jedenfalls schliesst diese Methode die Gefahr grosser Unzuträglichkeiten nicht aus. In der Praxis findet sie fast nur Anwendung bei der

Fabrikation von Artikeln aus dünnen, geschnittenen Platten (Patentgummi) und ist da, wo diese als Klein- und Hausindustrie betrieben wird, wegen der nur primitiven Einrichtungen, die sie erfordert, und wegen der Schnelligkeit, mit welcher sich die Vulkanisation vollzieht, die wohl ausschliesslich angewendete.

Die von Hancock erfundene Methode, die sogenannte warme Vulkanisation, bringt die zu vulkanisierenden Gegenstände in ein Bad von geschmolzenem Schwefel, der auf $+ 140$ bis 150° C. erhitzt ist und lässt sie so lange darin, bis sie gleichmässig davon durchdrungen und etwa 10 bis 15 Prozent davon in sich aufgenommen haben. Bevor die Gegenstände jedoch in das Bad getaucht werden, ist es zu empfehlen, sie 24 bis 36 Stunden in einem erwärmten Raume auszubreiten, damit die mit Benzin oder Kautschuklösung geklebten Nähte vollständig trocken werden. Lässt man diese Vorsicht ausser Acht, so setzt man sich der Gefahr aus, dass die Nähte aufplatzen. Nach dem Herausnehmen aus dem Schwefelbad bildet sich beim Erkalten auf den vulkanisierten Gegenständen äusserlich eine feste Schwefelkruste, die abgekratzt oder auf gerieften Brettern abgerieben wird. Alsdann werden die Gegenstände nochmals einige Zeit in einen Raum gebracht, der auf 30 bis 40° C. erwärmt ist. Trotz des Abreibens der äusseren Schwefelkruste enthalten die nach dieser Methode vulkanisierten Artikel immer noch ein überschüssiges Quantum von Schwefel, das sich beim Reiben oder Ziehen in Form eines feinen, grauen Pulvers auf ihren Oberflächen absetzt. Durch eine Waschung in leichter Sodalösung ist dem leicht abzuhelfen. Auch diese Art der Vulkanisation findet ihre vorzüglichste Anwendung bei Gegenständen, die aus Patentgummi hergestellt wurden. Mit Sorgfalt durchgeführt, ist sie der kalten Vulkanisation auf alle Fälle vorzuziehen.

Nach einem Verfahren von Gérard lässt man das Kautschuk unter einem Drucke von vier Atmosphären drei Stunden lang in einer auf $+ 140^{\circ}$ C. erhitzten Lösung von drei- oder fünffach Schwefelkalcium (25° B.) liegen. Nach dem Herausnehmen wird das Kautschuk in Wasser gewaschen und getrocknet. Dieses Verfahren gibt ausgezeichnete Resultate, das Kautschuk vulkanisiert sehr gut und sehr gleichmässig und hat nach dem Waschen eine glatte, weiche Oberfläche; es fühlt sich fast samtartig an. Aber auch diese Methode eignet sich nur für Gegenstände kleinerer Dimensionen. Um dieses Verfahren für Gegenstände grösseren Umfanges anwenden zu können, empfahl Gérard das Kautschuk mit einem feingepulverten, erdigen Stoffe zu mischen. Kalkhydrate eignen sich hierzu am besten. 100 Teile Kautschuk, 6 Teile Schwefel und 6 bis 10 Teile Kalkhydrat werden im Misch-

walzwerke sorgfältig gemischt, und zum Zwecke der Vulkanisation je nach der Stärke der betreffenden Gegenstände $1\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden in einem geschlossenen Gefässe einem Dampf- oder Wasserbade bei 140° C. unterzogen.

Die wichtigste Methode der Vulkanisation und die weitaus am meisten zur Anwendung kommende ist die von Goodyear erfundene. Sie besteht im wesentlichen in einer in kaltem Zustande vorzunehmenden, mechanischen Mischung eines bestimmten Quantum Schwefel mit einem bestimmten Quantum Kautschuk, die dann unter einem bestimmten Druck einem bestimmten Grade von Wärme ausgesetzt wird. In französischen Fabriken wendet man für diesen letzteren Vorgang die Bezeichnung „cuisson“ an, in manchen deutschen Fabriken wird dafür der Ausdruck „Brennen“ gebraucht; viel verbreiteter ist indessen kurzweg die Bezeichnung „Vulkanisieren“ und dieses nicht mit Unrecht, weil dieser Vorgang das wesentlichste Moment der jetzt, wie schon gesagt, meist angewendeten Art der Vulkanisation ist. Dieses Verfahren ist das rationellste, weil es mit bestimmten Faktoren arbeitet und bei sorgfältiger Ausführung die Einflüsse des Zufalls ausschliesst. Das gewaschene und getrocknete Rohgummi erhält im Mischwalzwerke einen Zusatz von normal 7 bis 10 Prozent Schwefelblüte. Für gewisse Zwecke kommen selbstverständlich auch andere Normen in Betracht, und der Zusatz des Schwefels kann zwischen 3 bis 15 Prozent variieren. Eine Vorbedingung des günstigen Verlaufes des Prozesses ist ein höchst sorgfältiges und gleichmässiges Mischen; die Masse muss durchaus homogen sein. In diesem Zustande wurde die Masse, selbstverständlich nachdem man ihr vorher die beabsichtigte Form und Gestalt gegeben hat, früher in gemauerten Kammern einer Temperatur von 130 bis 150° C. ausgesetzt. Jetzt sind diese gemauerten Heizkammern wohl nur noch wenig und nur für ganz bestimmte Zwecke im Gebrauch. An ihre Stelle traten geschlossene eiserne Kessel, in die Dampf unter einem Drucke von 3 bis 4 Atmosphären eingeführt wird. Neben diesen Kesseln kommen, und zwar wohl in gleichem Massstabe auch Pressen zur Anwendung, deren hohle Platten durch eingeführten Dampf erhitzt werden. Die Konstruktion dieser Kessel und Pressen ist einer weiter unten folgenden Beschreibung vorbehalten. Zwei bis drei Stunden genügen, um nach diesem Verfahren eine vollkommene Vulkanisation zu erzielen. Auch die nach dem Goodyearschen Verfahren vulkanisierten Gegenstände haben, wie die nach dem Hancock'schen hergestellten, den einen Uebelstand, dass bei Zug oder Druck, auch schon bei längerem Lagern ganz von selbst, entweder ein feines, graues Pulver oder ein grauer Ausschlag aus ihrer Oberfläche austritt. Es sind dieses ungebundene Schwefelkristalle,

die, wo es notwendig erscheint, durch ein Bad in Sodalösung entfernt werden können.

Ausser den bis jetzt beschriebenen hauptsächlichsten Methoden der Vulkanisation ist noch eine ganze Anzahl von anderen bekannt, die jedoch alle mehr oder minder Variationen der besprochenen sind. Zudem mögen wohl in jeder Fabrik für besondere Zwecke besondere Verfahren der Vulkanisation oder mindestens gewisse wertvolle Handgriffe, die aus der Praxis hervorgegangen sind, gebräuchlich sein, die aber natürlich als Fabrikgeheimnisse streng gehütet werden.

Das Wesen der Vulkanisation ist an sich von der Wissenschaft noch nicht genügend klar erkannt worden. Man rechnet mit ihr, ohne sie vollkommen zu begreifen, gerade so wie man auch mit der Elektrizität rechnet, ohne im Grunde zu wissen, was sie eigentlich ist, und wie man sich bei dieser mit der Phrase von der „Vibration der Atome“ über eine Lücke im Wissen hinwegzuhelfen sucht, so thut man es bei der Vulkanisation mit der Definition, sie sei eine „chemische Verbindung zwischen Kautschuk und Schwefel“. Zudem wird diese „chemische Verbindung“ von einigen Chemikern als eine Möglichkeit, selbst als eine Wahrscheinlichkeit dargestellt, während sie von anderen in Frage gezogen und sogar vollkommen verneint wird.

So lange eine bessere Erklärung nicht geliefert, mag diese deshalb als die richtige gelten, für ein weiteres Eingehen auf diese Materie sei für diejenigen, die ein Bedürfnis dazu haben, auf die verdienstvollen und scharfsinnigen Untersuchungen von Payen, Heinzerling, Unger, Donath, Otto Weber u. a. verwiesen. Thatsache bleibt, dass die Vulkanisation der schwierigste und kritischste Punkt der ganzen Fabrikation ist, da ein geringes Zuviel oder Zuwenig ein Verbrennen oder einen ungenügenden Vollzug zur Folge haben, zwei Umstände, die um so misslicher sind, als ihre Wirkung in der Regel erst beim Gebrauche der betroffenen Gegenstände wahrgenommen wird. Die in den einzelnen Fällen richtige Temperatur und die Zeit, wie lange die einzelnen Stücke im Chlorschwefel- und Schwefelkohlenstoffbade, im geschmolzenen Schwefel, im Kessel oder in der Presse bleiben, und in welchem Verhältnis die Massen einen Zusatz von Schwefelblüte erhalten müssen, ist bis auf weiteres vollständig dem Gefühle und der Erfahrung des Fabrikanten anheimgegeben. Wird die zu vulkanisierende Masse einer zu hohen Temperatur ausgesetzt, so tritt eine Uebervulkanisierung, ein „Verbrennen“, wie der dafür gebräuchliche Ausdruck lautet, ein. Das Kautschuk verliert dadurch an Elastizität und wird sehr bald brüchig, besonders auf seinen Oberflächen. Ist die Temperatur zu niedrig, so vollzieht sich die Vulkanisation in ungenügender Weise. Das Kautschuk

folgt in diesem Falle sehr willig einem von aussen kommenden Druck oder Zug, ohne aber, wenn diese Einwirkung aufhört, sofort in den vorherigen Zustand zurückzuzschnellen.

Die Zeitdauer, in welcher eine vollkommene Vulkanisation eintritt, ist sowohl abhängig von der Qualität und Herkunft des Rohkautschuks wie von den Dimensionen der zu vulkanisierenden Gegenstände. Paragummi vulkanisiert langsamer als indische und überhaupt weiche und mehr klebende Sorten. Gegenstände mit geringeren Querschnitten vulkanisieren oft schon nach kaum einer Stunde, während solche mit dicken Wänden, überhaupt grössere Volumen, zwei bis drei Stunden bedürfen.

Gemauerte Vulkanisierkammern sind im allgemeinen veraltet und werden nur noch hier und da in besonderen Fällen angewendet, z. B. bei der Fabrikation von lackierten Gummischuhen und einer bestimmten Art wasserdichter Stoffe. Die zu vulkanisierenden Gegenstände werden in diesen Kammern in einer gewissen Entfernung von Boden und Wänden entweder in horizontaler Anordnung ausgebreitet oder in vertikaler Richtung aufgehängt. Die Vulkanisation erfolgt in diesen Kammern durch Erhitzung der eingeschlossenen Luft. Nicht uninteressant ist es zu erwähnen, dass bei diesem Verfahren oft nur dann eine vollkommene Vulkanisation eintritt, wenn den zu vulkanisierenden Gegenständen ein gewisses Quantum von Bleiglätte beigemischt wird. Auf demselben Prinzip beruht die Anwendung eiserner Kessel mit doppelten Wänden, zwischen welche von aussen Dampf eingeführt wird, um den inneren Raum zu erhitzen.

Allgemein im Gebrauche sind dagegen jetzt Vulkanisierkessel und Vulkanisierpressen mit direkter Zuführung von Dampf.

Diese Kessel sind wie gewöhnliche Dampfkessel aus starken Eisenblechen zusammengesetzt. Ihre Grössenverhältnisse sind, je nach der Beschaffenheit und den Dimensionen der Artikel, zu deren Vulkanisation sie dienen, sehr verschieden. Ihre Durchmesser variieren von 1 bis 6 m, ihre Länge von 2 bis 3 und bis 30 und mehr Meter. Die längsten Kessel kommen bei der Vulkanisierung von Schläuchen zur Anwendung, weil diese in der Regel auf den Metalldornen, über welchen sie hergestellt wurden, in langgestreckter Lage vulkanisiert werden müssen. Die Normlänge von Schläuchen beträgt in England 60 feet = 28 $\frac{1}{2}$ m, in französischen Fabriken 25 m, in deutschen 30 m, sogar 35 m. Daraus ergibt sich die notwendige Länge der Schlauchkessel von selbst. Das offene Ende der Kessel hat einen überkragenden Rand, an welchem ein System von beweglichen Schrauben angeordnet ist, die in die Einschnitte eines gleichen Randes an dem genau passenden Deckel eingreifen, und mittels Muttern angezogen werden. Die Dichtung erfolgt durch

gewöhnliche Mannlochpackung. Zur bequemeren Handhabung hängt der Deckel entweder an einem Flasenzuge oder an einem kleinen Kran. Im Innern der grösseren, wagrecht liegenden Kessel befinden sich in der Regel ein Paar Schienen, die zur Aufnahme eines passenden Rollkarrens bestimmt sind, auf dem die zu vulkanisierenden Gegenstände in

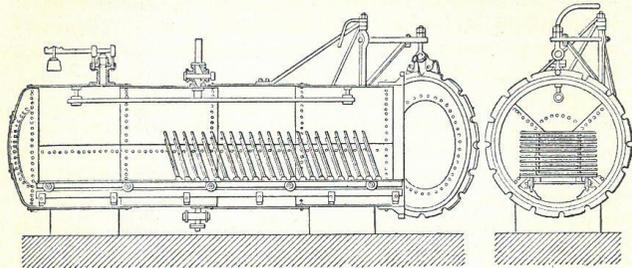


Fig. 24.

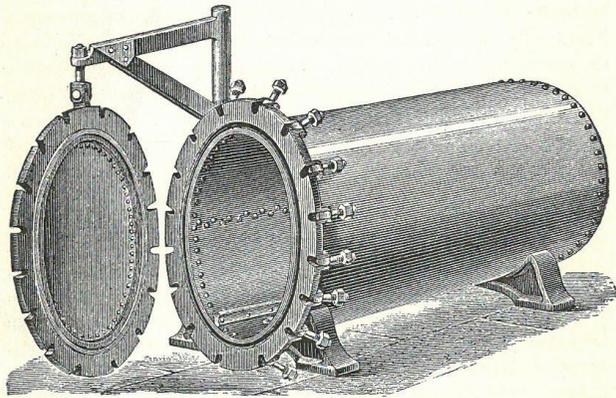


Fig. 25.
Vulkanisierkessel.

den Kessel hineingefahren werden. Ausserdem kommen noch verschiedene andere Einrichtungen für die Anordnung und Aufstapelung der zu vulkanisierenden Gegenstände in den Kesseln zur Anwendung. Eine besonders zu erwähnende ist die Trommel, von welcher später noch die Rede sein wird. Ein Rohr, das aussen am Kessel durch einen Hahn

geschlossen oder geöffnet werden kann, dient zur Zuleitung des Dampfes, ein gleiches diesen nach vollendeter Vulkanisation abzuführen. Ausserdem haben die Kessel eine Vorrichtung, etwaige Kondenswasser abzulassen. Ein Manometer gestattet die Regulierung des Druckes und der Temperatur, und ein Sicherheitsventil darf selbstverständlich nicht fehlen. Die beiden Abbildungen (Fig. 24 und 25), die je einen liegenden Kessel im Querschnitt und in perspektivischer Ansicht zeigen, erklären sich nach dem Vorgesagten von selbst. Die senkrecht stehend eingebauten Kessel sind ähnlicher Konstruktion, jedoch kleinerer Dimensionen, hinab bis zur Grösse eines Küchentopfes. Diese ganz kleinen Kessel werden vorzugsweise zu Experimenten und zur Herstellung von Proben benutzt.

Die Vulkanisierpresse besteht im wesentlichen aus zwei hohlen Platten (Kasten), die durch eingeführten Dampf die erforderliche Temperatur erhalten und durch angezogene Schraubengänge oder Hebel geöffnet oder geschlossen werden; auch hydraulische Kraft kommt für letztere Vorrichtung zur Anwendung.

Die Vulkanisierpresse in ihrer einfachsten Form zeigt eine Konstruktion, entsprechend derjenigen der gewöhnlichen Briefkopierpressen. Die untere Platte ist auf einem Tisch oder Sockel befestigt. Die obere Platte erhält eine Führung durch seitlich angebrachte Säulen und kann durch eine Spindel, die mit einem Schraubengänge einen die Führungssäulen oben verbindenden Steg durchbricht, herauf und herunter bewegt werden. Die zu vulkanisierenden Gegenstände werden in geschlossenen Formen in die Presse gebracht und diese dann kräftig angezogen. Ein Manometer dient zur Regulierung der Temperatur des Dampfes, dessen Spannung zwischen $2\frac{1}{2}$ und 4 Atmosphären betragen kann. Die Form dieser Pressen ist entweder viereckig oder rund. Ihre Grösse variiert zwischen $\frac{1}{2}$ bis 2 m Seitenlänge oder Durchmesser. Kleine Pressen dieser Art werden mit der Hand, grössere durch eine Transmission bedient. Grössere Pressen haben eine Länge von 3 bis 4 m und eine Breite von 1 bis 1,50 m. Diese Dimensionen erfordern zwei bis drei Schraubengänge. Um ein gleichmässiges Heben und Senken der oberen Platte zu bewirken, sind die Schraubengänge solidarisch miteinander verbunden. Jede Schraube hat zu dem Zwecke an ihrem oberen Ende ein Zahnrad, dessen Zähne in die Gänge einer Schraube ohne Ende greifen, die auf einer über der Presse angeordneten Welle angebracht ist. Diese Welle wird entweder durch ein Schwungrad oder durch eine Transmission in Bewegung gesetzt und bewirkt so das Heben und Senken der oberen Platte, also das Öffnen und Schliessen der Presse. Fig. 26 stellt eine solche Presse mit zwei Schraubengängen dar; wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist vor derselben noch ein Tisch angeordnet, von

dem aus die zu vulkanisierenden Gegenstände in die Presse eingeschoben werden. Hinter der Presse kann man einen gleichen Tisch zur Aufnahme der fertigen Ware anbringen.

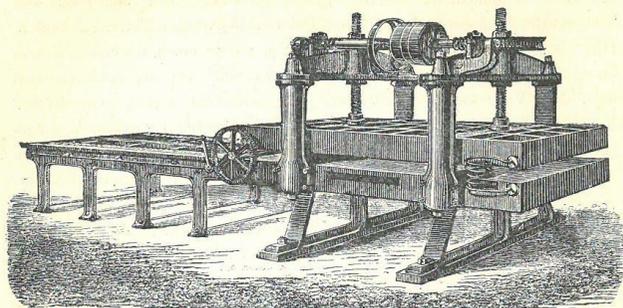


Fig. 26.
Vulkanisierpresse mit zwei Schraubengängen.

Hebelpressen sind wenig im Gebrauch, obwohl sie nicht unpraktisch sind und sich leicht handhaben lassen. Ebenso selten, wenn auch aus anderen Gründen, wird man hydraulische Pressen finden. Wo diese jedoch angewendet werden, haben sie, besonders wenn sie zur Treibriemenfabrikation dienen, sehr grosse Dimensionen.

Dass die Pressen in ihrer Gesamtheit nur zur Vulkanisation flacher Gegenstände von grösserer Ausdehnung, Pressplatten, Platten mit Metallinlagen, Matten und Läufer und ganz besonders Treibriemen und dergl. Verwendung finden, ergibt sich aus ihrer Konstruktion von selbst.

Da bei der hohen Temperatur, welcher das geschwefelte Kautschuk beim Vulkanisieren ausgesetzt wird, dasselbe sich erst bedeutend erweicht und infolgedessen leicht seine Gestalt verliert, ehe noch die Vulkanisation eingetreten, so werden die meisten Gegenstände in eisernen Formen in die Kessel oder Pressen gebracht. Es ist dieses der Fall bei Pumpenklappen, Buffern, dicken Ringen, Streifen, Deckelriemen, Treibriemen, Billardbänden, Fussmatten, Ballons und noch vielen anderen Artikeln. Schläuche werden in der Regel, wie schon gelegentlich erwähnt, auf Metallrohren und aussen mit Leinwandstreifen fest umwickelt, vulkanisiert. Diese Leinwandstreifen werden später wieder abgenommen, und von ihnen rührt die gewebeartige Zeichnung her, welche sich häufig auf Schläuchen, auch auf Platten findet, und die zuweilen von Laien und bei flüchtigem Ansehen für wirkliche Stoffumlage gehalten wird. Zur Her-

stellung ganz glatter Flächen wendet man auch wohl Papier an. Dünnere Platten, auch aus Platten gestanzte oder geschnittene Flanschenringe und -Rahmen werden mit Stoffzwischenlagen auf sogenannte Trommeln gewunden und so in die Kessel gebracht. Gepresste Schläuche und Schnüre werden in geschlossenen oder auch offenen Behältern in Talk eingelegt im Kessel vulkanisiert.

Gummierte Stoffe werden in neuerer Zeit ebenfalls in Kesseln vulkanisiert, während dieselben früher nur kalt mit einem Gemisch von Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel behandelt wurden. Letztere Methode kommt auch wohl jetzt noch für feine Wollen- und Seidenstoffe öfters in Anwendung.

Ein eigentümliches Produkt ist das sogenannte Moosgummi, auch Kautschukschwamm genannt. Es wird durch sehr schnelles Erhitzen einer mit flüchtigen Mitteln gelösten und mit diesen stark versetzten Masse hergestellt, die, in Form von Dämpfen entweichend, die Masse aufblähen und porös machen. Moosgummi findet Verwendung vorzugsweise als Toiletteartikel, als wirkliche Wasch- und Badeschwämme, Frottierbürsten und Handschuhreiniger, als Einlage in einige Gegenstände zu chirurgischen Zwecken und als Sohlen für Püsch- und Mälzerschuhe. Seiner Entstehung und Herstellung entsprechend, ist es einem verhältnismässig schnellen Verderben naturgemäss unterworfen; es wird bald hart und brüchig. Die Bedeutung dieses Produktes für den Handel ist deshalb nicht gross.

VIII. Chemische und physikalische Eigenschaften des vulkanisierten Weichgummis.

Von „chemisch reinem“, vulkanisiertem Kautschuk, in dem Sinne etwa, wie man von chemisch reinen Säuren oder Oxyden spricht, kann keine Rede sein. Das liegt in der Proteusnatur dieses Materials, das schon in seinem ursprünglichen Rohstoffe verschiedenartiger Herkunft ist, durch die industrielle Verarbeitung Beimischungen vieler anderer, selbst der heterogensten Substanzen enthält und mit diesen unter der Einwirkung des Vulkanisationsprozesses Verbindungen eingeht und Veränderungen erleidet, die eine unendliche Zahl von Variationen zulassen. Es stellt sich also in jeder einzelnen Qualität, ja selbst in jedem einzelnen Stücke, vom chemischen Standpunkte aus betrachtet, als eine andere, von allen übrigen abweichende Substanz dar. Eine chemische Formel für

seine Zusammensetzung zu geben, ist deshalb gänzlich ausgeschlossen, und die Wissenschaft hat auch darauf verzichtet, eine solche, allgemein zutreffende, zu geben. Selbst die Analyse eines vorliegenden Stückes bereitet die grössten Schwierigkeiten, so lange man das Wesen der Vulkanisation noch nicht vollkommen erkannt hat und die chemischen Verbindungen, die in ihrem Verlaufe eingetreten, noch nicht wieder vollkommen zu lösen im stande ist.

Aber auch da, wo sowohl die qualitative wie quantitative Analyse richtig gelungen ist, reicht die letztere bezüglich des Gehaltes an reinem Kautschuk nur bis zu dessen quantitativer Bestimmung, ohne aber im stande zu sein, Aufschluss über die Natur und die Herkunft des ursprünglich verwendeten Rohkautschuks zu geben. Da aber gerade diese in erster Linie für die Güte des Materiales bestimmend ist, folgt, dass nach dieser Richtung die chemische Analyse von sehr begrenztem Werte ist, entgegen der in Laienkreisen viel verbreiteten Ansicht, dass sie Aufschluss über die Güte des vulkanisierten Kautschuks zu geben vermöge.

Auch das spezifische Gewicht gibt keinen genügenden Anhalt, so sehr verbreitet die Annahme ist, dass es ein Gradmesser für die Güte des vulkanisierten Kautschuks sei und zwar in der Art, dass das geringere Gewicht die bessere Qualität bedinge. Fast allgemein ist man der Meinung, dass das vulkanisierte Kautschuk, dessen spezifisches Gewicht 1,0 oder weniger beträgt, das also auf dem Wasser schwimmt, das beste sei. Nichts ist falscher als das. Rohes Kautschuk, und zwar sowohl die besten wie die geringsten Sorten, das teuerste Fine Para sowohl wie das billigste Westafrika-Gummi, hat ein spezifisches Gewicht von durchschnittlich 0,925. Es schwimmt also, und wenn die Annahme, dass das Schwimmen ein Kennzeichen und ein Massstab der Güte, richtig wäre, so müsste das letztere folgerichtig ebenso gut sein wie das erstere, was doch mit nichten der Fall ist.

Nicht einmal die Menge fremder Zusätze lässt sich mit Hilfe des spezifischen Gewichtes allein bestimmen, denn es kommen deren sowohl zur Verwendung, die schon an sich spezifisch leichter sind als Rohkautschuk, sowie auch solche, die, wie z. B. Magnesium, im Verlaufe des Vulkanisationsprozesses sein Volumen ausdehnen und also das spezifische Gewicht vermindern. Einzig und allein massgebend für die absolute Güte des vulkanisierten Kautschuks ist die Natur und die Herkunft des verwendeten Rohgummis; für die relative Güte, d. h. also in Rücksicht auf die Art der Verwendung für ganz bestimmte Zwecke, tritt erst an zweiter Stelle die richtige Wahl und das richtige Verhältnis der Beimischungen hinzu. Spezifisch schwereres Fabrikat kann also

qualitativ wesentlich besser sein als spezifisch leichteres und für bestimmte Arten der Verwendung geeigneter als jenes. Fertige Fabrikate von einem spezifischen Gewichte von weniger als 1,0 sind selten und von weniger als 0,96 oder höchstens 0,95 werden sie, wenn sie nicht künstlich leicht gemacht sind, überhaupt nicht vorkommen. Dagegen gibt es solche von einem spezifischen Gewichte von 2,0 und selbst noch höherem. Gerade diese Qualitäten sind in vielen Fällen die meistgeeigneten. Es bildet somit das spezifische Gewicht kein sicheres Kriterium zur Beurteilung, zumal oft nur durch Beimischung schwerer Substanzen erst diejenigen Eigenschaften zu erreichen sind, die für den betreffenden Fall nötigerweise verlangt werden.

Vulkanisiertes Kautschuk hat einen eigenen, höchst charakteristischen Geruch, der schwer zu beschreiben ist, übrigens aber als allgemein bekannt vorausgesetzt werden darf, auch trotzdem er eine unendliche Zahl von Nuancierungen aufweist. Beeinflusst wird er einerseits durch die Natur des verwendeten Rohgummis, andererseits durch diejenige der Beimischungen, Schwefel und Schwefelverbindungen, Schwefelkohlenstoff und Chlorschwefel, Benzin und andere Lösungsmittel. Dieser Geruch wird bei niedrigeren Temperaturen weniger stark entwickelt als bei höheren und tritt besonders kräftig hervor in einer Temperatur von mehr als + 30° C. Verschiedentlich hat man versucht, dem vulkanisierten Kautschuk diesen Geruch zu entziehen, bis jetzt jedoch ohne nachhaltigen Erfolg. Als bestes Mittel erwies sich Bestreuen mit feingepulverter Knochenkohle. Dieses Verfahren ist jedoch nur von kurzer Wirkung, denn bald nach der Entfernung der Kohle stellt der Geruch sich wieder ein. Eine Behandlung mit ätherischen Oelen, die dazu dienen sollten, den spezifischen Kautschukgeruch zu verdecken, hat denselben Misserfolg, da diese Oele sich zu bald verflüchtigen.

Die Farbe des vulkanisierten Gummis ist, wenn es nur aus Kautschuk und Schwefel besteht, hellgrau. Reines Paragummi und andere verwandte Sorten zeigen zuweilen, nicht immer, die bekannten charakteristischen Para-Flecken. Mineralische und andere Zusätze, abgesehen von eigentlichen Farbstoffen, lassen das vulkanisierte Kautschuk weiss, gelblich, mehr oder minder dunkel grau oder schwarz erscheinen.

Die Porosität des vulkanisierten Kautschuks ist eine bedeutend geringere als die des natürlichen Rohgummis. Mit gleichen Volumen angestellte Versuche haben ergeben, dass, in Wasser gelegt, in der gleichen Zeit reines Rohgummi 0,20, mit Schwefel gemischtes Rohgummi 0,064, vulkanisiertes Kautschuk nur 0,042 Quantitäten Wasser aufnehmen. Ueberraschend ist, gegenüber diesem Ergebnis, dass Luft und Gase unter gleichem Druck durch gleich dicke Wände sowohl aus rohem wie aus

vulkanisiertem Kautschuk in der gleichen Zeit in gleichen Quantitäten diffundieren.

Das Adhäsivvermögen gegen sich selbst, eine der charakteristischsten Eigentümlichkeiten des rohen Kautschuks, ist beim vulkanisierten nicht mehr vorhanden, und zwar ist dieses Vermögen in solchem Grade aufgehoben, dass es sehr schwierig ist, selbst unter Anwendung von Lösungs- und Klebemitteln, zwei Stücke vulkanisierten Kautschuks eingermassen fest miteinander zu verbinden. Von einer struktiven Verbindung, wie sie vor der Vulkanisation ausführbar, kann dabei gar nicht mehr die Rede sein.

Die vornehmste und charakteristischste Eigenschaft des vulkanisierten Kautschuks ist die Elastizität, d. h. das Vermögen, einem Drucke oder Zuge nachzugeben, um, wenn diese aufhören, sofort in die vorherige Gestalt zurückzukehren; es besitzt diese Eigenschaft in bedeutend höherem Grade als unvulkanisiertes Rohkautschuk. M. A. Steward, Emilio Villari, W. Thomson, P. G. Tait u. a. haben in Bezug auf Elastizität höchst interessante Versuche gemacht und sind dabei, mit einer nur geringfügigen Abweichung, zu dem überraschenden Resultate gekommen, dass alle Deformationen, welchen vulkanisiertes Kautschuk unterworfen wird, sein Volumen nicht beeinträchtigen. Beim Drucke von oben nach unten dehnt es sich seitlich genau in dem Verhältnis aus, wie seine Höhe sich vermindert und umgekehrt. Eine runde Schnur, die stark gezogen wird, verliert in ihrem Querschnitt genau in dem Verhältnis, wie ihre Länge zunimmt. Auf den Inhalt eines ganz mit vulkanisiertem Kautschuk ausgefüllten hohlen Cylinders, der an einem Ende geschlossen ist, würde ein genau passender Stempel selbst unter Anwendung hohen Druckes keinerlei oder nur sehr geringe Wirkung auf das Volumen des eingeschlossenen Kautschuks auszuüben im stande sein. Vulkanisiertes Kautschuk verhält sich demnach gegen Druck gerade so wie Wasser. Versuche, die nach dieser Richtung in den Werkstätten des französischen „Chemin de fer du nord“ angestellt wurden, ergaben jedoch gegen diese Beobachtung eine geringe Abweichung, insofern als festgestellt wurde, dass eine Belastung von 1 kg auf 1 qcm ein Schwinden von 0,00009295 des Volumens zur Folge hatte.

Vulkanisiertes Kautschuk ist wie das rohe Produkt und in noch höherem Masse als dieses ein schlechter Wärmeleiter und ein vorzügliches Isolationsmittel gegen Elektrizität.

Im Gegensatz zum natürlichen Rohgummi, das seine Weichheit und Elastizität in einer Temperatur von weniger als 0° verliert, überdauern diese Eigenschaften beim vulkanisierten Kautschuk auch die Kälte. Es erstarrt wohl, aber erst merklich bei hohen Kältegraden, und Reiben oder kräftiges Ziehen erweichen es und stellen die Elastizität wieder her.

In kaltem Wasser verändert es sich, wenn es ganz davon bedeckt ist, durch dessen unmittelbare Wirkung absolut gar nicht, wohl aber übt kaltes Wasser einen sehr konservierenden Einfluss aus und schützt das Kautschuk lange Zeit vor dem langsamen Verderben, dem es aus sich und seiner Natur unterworfen ist. In kochendes Wasser getaucht, wird es von diesem kaum beeinflusst, so lange es sich ganz darin befindet; nur teilweise davon bedeckt oder nach dem Herausnehmen unterliegt es leicht zersetzenden Einflüssen durch Licht und atmosphärische Luft: es wird, zunächst auf der Oberfläche, dann auch im Innern, hart und brüchig. Strahlende Hitze ist einer der gefährlichsten Zerstörer des vulkanisierten Kautschuks, in besonders hohem Grade, wenn seine Oberflächen nass oder feucht sind. Einfache trockene Wärme, auch höhere Temperaturen bis + 50° C. und auch noch darüber, üben keinen nachteiligen Einfluss aus. Bei + 180 bis 200° C. beginnt es zu schmelzen, es verliert seine Elastizität vollkommen und wird klebrig. Steigert man in diesem Zustande noch die Temperatur, so verwandelt es sich in eine verkohlte Masse. — Längere Zeit direktem Dampfe ausgesetzt, der über 3 Atmosphären erhitzt ist, verbrennt es infolge eintretender Nach- und Uebersvulkanisation, die endlich ebenfalls zu vollständiger Verkohlung führt.

Die nachteilige Einwirkung von Licht und atmosphärischer Luft auf vulkanisiertes Kautschuk in feuchtem oder nassem Zustande sind soeben schon erwähnt worden. Diese nachteiligen Beeinflussungen finden, wenn auch nicht in demselben Grade, in trockenem Zustande statt, bei Licht besonders, wenn es gleichzeitig Wärme bringt, z. B. durch direkte Sonnenstrahlen. Man hat die interessante Beobachtung gemacht, dass eine dünne, mit Schwefel gemischte Platte Rohkautschuk lediglich durch die Einwirkung des Lichtes bis zu einem gewissen Grade vulkanisiert werden kann. Dieses Experiment ist geeignet, den nachteiligen Einfluss des Lichtes auf bereits vulkanisiertes Kautschuk zu erklären. Der Einfluss der atmosphärischen Luft ist jedenfalls weniger gravierend als der des Lichtes; er äussert sich durch einen langsamen Oxydationsprozess, der erst die Oberfläche des Kautschuks, dann aber auch sein Inneres ergreift und von molekulären Veränderungen begleitet ist. Auf alle mögliche Weise hat man versucht, diesen Oxydationsprozess zu verhüten. Zusatz von etwas entwässertem Steinkohlenteer soll auch stellenweise günstige Resultate erzielt haben; immer jedoch traten diese nicht ein. Vielleicht hat man das Wesen dieser Oxydation noch gar nicht richtig erkannt, und vielleicht sind diese Erscheinungen nur die Aeussere einer langsam weiterschreitenden Vulkanisation als Wirkung des überschüssigen Schwefelgehaltes.

Die Lösungsmittel, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Petroleum, Aether, Terpentinöl u. a., die rohes, unvulkanisiertes Kautschuk vollständig zu lösen im stande sind, greifen vulkanisiertes Kautschuk viel weniger energisch an als jenes. Sie lösen es nur in geringem Masse, lassen es aber sehr bedeutend und unter Umständen bis zum zehnfachen seines ursprünglichen Volumens aufschwellen. Eine ähnliche Wirkung bringen fette Oele, auch Alkohol, hervor. Bei längeren Einwirkungen sind sie im stande, vulkanisiertes Kautschuk in eine plastische Masse zu verwandeln, die an der Luft schnell oxydiert.

Sehr widerstandsfähig erweist sich vulkanisiertes Kautschuk gegen die Einwirkung von Alkalien und Säuren. Kochsalz, Soda, Pottasche greifen es gar nicht an, fast ebensowenig Salz-, Wein- und Essigsäure, mehr Schwefel- und Salpetersäure, aber auch selbst diesen gegenüber ist es in den besseren und besten Qualitäten, reines Paragummi mit möglichst wenigen und sorgfältig bestimmten Beimischungen, lange widerstandsfähig. Für chemische Fabriken ist es daher schon lange, wie bekannt, ein unentbehrliches Material geworden, sowohl zur Herstellung von Leitungen wie zur Auskleidung von Gefässen.

Für eine rationelle Fabrikation ist die Kenntnis der Verwendung der einzelnen Artikel und des Zweckes, dem sie dienen sollen, eine unbedingte Notwendigkeit. Auf der Unterlage dieser Kenntnis aber ist es möglich, sei es an der Hand praktischer Erfahrungen, sei es nach den Grundsätzen der Wissenschaft, die richtige Auswahl der zu verwendenden Rohgummisorte zu treffen, deren gegebenen Falles auch verschiedene gemeinsam zu verwenden, ferner die Natur und Menge der Beimischungen sowie den Grad der Vulkanisation zu bestimmen und Fabrikate zu liefern, die sowohl den an sie gestellten Anforderungen bezüglich Weichheit, Zähigkeit, Härte und Elastizität entsprechen, wie auch in möglich hohem Grade den Einwirkungen von Hitze und Kälte, Gas, Dampf, Oel, Säure und Elektrizität zu widerstehen im stande sind. Verwerflich ist die Verwendung geringen Rohgummis da, wo dieses dem beabsichtigten Zwecke der Verwendung nicht entspricht, ebenso zu verurteilen ist die Beimischung von Surrogaten und solchen fremden Bestandteilen, die ebenfalls in Rücksicht auf den Endzweck nicht erforderlich sind und lediglich die Möglichkeit eines billigen Preises beabsichtigen. Leider lässt gerade in Deutschland die Konsumtion sich bei Vergebung ihrer Aufträge oft nur vom billigen Preise leiten, ohne zu bedenken, dass der billigere Preis eine minderwertige Qualität bedingt, deren Erkenntnis sich ihrer Beurteilung vollständig entzieht. Das im Prinzip gewiss richtige, in der Praxis aber oft recht bedenkliche Submissionsverfahren hat daran viel Schuld. Thatsache ist es, dass beim Einkaufe von

Gummiwaren für den eigenen Konsum der Amerikaner 100 Prozent, der Russe 50 bis 60 Prozent und der Engländer 30 bis 40 Prozent höhere Preise anlegt als der Deutsche und dabei auf die Dauer sich jedenfalls besser stellt als dieser. Man kann dem Konsumenten keinen bessern Rat erteilen als den, sich bei Deckung seines Gummibedarfs nur an eine anerkannt reelle Quelle, an rationell zu Werke gehende Fabriken zu wenden und diesen, denen die grössere Kenntnis des Materials doch immer zugestanden werden muss, in zweifelhaften Fällen die Wahl der richtigen Qualität vertrauensvoll zu überlassen, selbst auf die Gefahr hin, einen anscheinend hohen Preis dafür zu zahlen. Die wohlthätigen Folgen und auf die Dauer selbst namhafte Ersparnisse, abgesehen von viel gewonnener Zeit, können nicht ausbleiben.

Der beste Aufbewahrungsort für vulkanisiertes Gummi sind dunkle, kühle, gut ventilierte Räume, Keller, in denen es in nicht zu grossen Mengen aufeinander gestapelt liegt. Noch besser konserviert es sich in lichtlosen Räumen unter kaltem Wasser, weil so auch die schädliche Einwirkung der atmosphärischen Luft verhindert wird. Am allerbesten aber hält es sich, das mechanische Verschleissen selbstredend abgerechnet, im Gebrauche; eine Seltenheit ist es beispielsweise gar nicht, dass Pumpenklappen, die zwei bis drei Jahre im Wasser gearbeitet hatten, sich bei einer Revision noch vollkommen tüchtig zeigten, während Reserveklappen, die mit jenen aus demselben Material und zu derselben Zeit gefertigt waren, inzwischen im Magazin sehr wesentlich gegen jene an Elastizität verloren haben oder sogar vollständig verdorben sind.

Es erübrigt, noch ein Wort zu sagen über den Wert und die Verwendbarkeit der Abfälle von vulkanisiertem Gummi, die bei der Fabrikation durch Ausschneiden und Ausstanzen entstehen, und der Stücke, die aus irgend einem Grunde, sei es wegen unrichtiger Dimensionen oder mangelhafter Herstellung, unbrauchbar sind, sowie endlich über das verbrauchte Altmaterial, das der Konsum täglich abstösst. So lange es der Chemie noch nicht gelungen ist, den Prozess der Vulkanisation vollständig rückgängig zu machen und die in diesem Prozesse eingetretene chemische Verbindung vollständig zu lösen, sind Abfälle, Fehlfabrikate und Altmaterial nur von einem verhältnismässig geringen Wert. Um sie einigermaßen zu verwenden, werden sie mechanisch zerkleinert, zuweilen bis zu vollständigem Pulver zerrieben, auch mit Lösungsmitteln behandelt, um in diesem Zustande frischen Mischungen, an die man vom qualitativen Standpunkte keine hohen Ansprüche stellt, beigemischt zu werden. Für gewisse Zwecke der Verwendung sind diese Beimischungen zwar wohl geeignet, im Ganzen aber verschlechtern sie die Qualität und dieses um so mehr, wenn die Abfälle oder das Altmaterial selbst schon derartige

Beimischungen enthalten hatten. Die vollständige Entschwefelung und vollständige Regenerierung des vulkanisierten Kautschuks beschäftigen die Chemie schon seit Jahrzehnten, ohne dass es jedoch bis jetzt gelungen wäre, dieses Problem zu lösen, so wünschenswert das auch ist, sowohl vom rein wirtschaftlichen Standpunkte wie in Hinsicht auf die Zuführen jungfräulichen Materiales, die besonders in den letzten Jahren sehr zurückgeblieben sind und in gar keinem Verhältnisse mehr zu dem sich jährlich steigenden Konsum stehen. Ob überhaupt und wann es gelingen wird, diese Aufgabe zu lösen, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

IX. Das Hartgummi (Ebonit).

Das erste Hartgummi wurde durch den Amerikaner Goodyear hergestellt, und dieser ist deshalb als der Erfinder desselben anzusehen. Dass auch andere, nachdem das Material einmal geschaffen und der Weg zu seiner Herstellung gewiesen war, sich lebhaft damit beschäftigten, verbesserte Methoden der Herstellung und Verbesserung des Materiales selbst suchten und auch fanden, war bei dem grossen Interesse, das die Kautschukindustrie dem Produkte sofort entgegenbrachte, ganz selbstverständlich.

Im Ganzen beruht die Herstellung des Hartgummis auf denselben Grundsätzen wie diejenige des vulkanisierten Weichgummis. Das rohe Kautschuk wird erweicht, gewaschen, getrocknet, geknetet, in sich je nach Umständen aus verschiedenen besonders geeigneten Rohgummisorten gemischt und mit Schwefel und anderen Ingredienzien versetzt. Der Zusatz an Schwefel kann bis zu 50 Prozent betragen. Dabei ist zu bemerken, dass der geringere oder grössere Gehalt an Schwefel von bedeutender Einwirkung auf die Härte des schliesslichen Produktes ist, insofern als die Verwendung von weniger oder mehr Schwefel eine geringere oder grössere Härte zur Folge hat. Mit der durch ein grösseres Quantum an Schwefel allein erzielten Härte wächst jedoch die Sprödigkeit des Materiales, und bei Anwendung von mehr als 50 Prozent springt es, selbst bei leichtem Biegen, wie Glas. Ausser Schwefel, an dessen Stelle auch Schwefelverbindungen zur Anwendung kommen, erhält die im Mischwalzwerke behandelte Masse unter Umständen noch Zusätze von Zinkweiss, Kreide, Magnesium, Harzen u. dergl. im Verhältnisse je nach den Ansprüchen, die in Bezug auf Elastizität, Biagsamkeit oder Härte und

auch Farbe an das fertige Material gestellt werden. Diese vorbereitenden Arbeiten müssen mit noch grösserer Sorgfalt und Aufmerksamkeit als die gleichen bei der Fabrikation von Weichgummi ausgeführt werden, weil eingeschlossene, auch nur ganz geringe Quantitäten Wasser und ganz kleine Luftblasen infolge der hohen Temperatur, der das Material später ausgesetzt wird, dieses porös machen und unter Umständen ganz zerstören.

Die Herstellung der einzelnen Hartgummigegegenstände ist ungefähr die gleiche wie die früher für Weichgummi beschriebene; aus der präparierten Rohmasse werden zunächst Platten verschiedener Dicke gezogen und aus diesen die einzelnen Artikel gebildet. Einlagen aus Geweben vegetabilischer Natur oder Metallen kommen nicht zur Anwendung, da ein Bedürfnis dafür nicht vorhanden, und sie der ganzen Natur des Hartgummis widersprechen und seiner späteren Weiterverarbeitung nur hinderlich sein würden. Die Vulkanisation erfolgt gewöhnlich in eisernen Formen; Einwickeln in Tücher ist die Ausnahme und wird wohl nur bei Röhren angewendet, die wie Weichgummischläuche auf den Dornen in die Kessel gebracht werden. Die Vulkanisierkessel und -Pressen sind die nämlichen wie die auch zur Weichgummifabrikation gebräuchlichen. Die angewandte Hitze erreicht dagegen bei der Hartgummifabrikation einen wesentlich höheren Grad als bei jener und steigt bis $+165^{\circ}\text{C}$. Aus bestimmten Gründen wird der Prozess zuweilen mit einem niedrigeren Grade, etwa $+120^{\circ}\text{C}$. eingeleitet und dann in seinem Verlaufe auf $+150^{\circ}\text{C}$. und $+160^{\circ}\text{C}$. und bis $+165^{\circ}\text{C}$. gesteigert. Die Zeitdauer, in der sich die Vulkanisation oder, richtiger gesagt, das Werden des Hartgummis vollzieht, ist einerseits von der Zusammensetzung der Masse, andererseits von dem Volumen der einzelnen Gegenstände abhängig. Sie kann 6 bis 8, auch 8 bis 10 und sogar 10 bis 12 Stunden betragen.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Hartgummis sind von denjenigen des unvulkanisierten Rohgummis so verschieden, dass es in nichts mehr an dieses erinnert. Es ist schwarz, vollkommen geruchlos, hornartig und hartem Holze oder Elfenbein nicht unähnlich. Es ist durchaus dielektrisch, dagegen wird es durch starkes Reiben selbst elektrisch. Kaltes Wasser, Licht und atmosphärische Luft verändern es nicht; es oxydiert nicht. In kochendem Wasser aber, wird es weich und biegsam. Für die Lösungsmittel, die das natürliche, rohe Gummi vollständig, vulkanisiertes Weichgummi teilweise auflösen, ist es ganz unempfindlich, und in hohem Grade ist es widerstandsfähig gegen Säuren. Längere Zeit über 200°C . liegenden, trockenen Temperaturen ausgesetzt, wird es nicht erst wie das natürliche Rohgummi klebrig und schmilzt nicht wie vulkanisiertes Weichgummi, sondern beginnt zu verkohlen, ohne ein Zwischenprodukt geliefert zu haben.

Es lässt sich auf der Drehbank, mit der Säge, der Raspel, dem Hobel, dem Fräser bearbeiten und ist in hohem Grade polierfähig. Deshalb hat es nicht nur zu technischen Zwecken Verwendung gefunden, sondern wurde und wird auch zu vielen anderen Gebrauchs- und Luxusgegenständen verarbeitet. Zur Herstellung von Frisierkämmen, die vor denjenigen aus Horn den Vorzug einer nicht faserigen Struktur haben, wird es in grossen Mengen verwendet. Ferner werden Lineale, Reisschienen, Winkel und Kurven für Zeichner, Massstäbe, Messergriffe, Knöpfe, Untersätze für Flaschen und Gläser, Streichholzdosen und viele andere Artikel der Quinqualleriebranche daraus angefertigt, wie es auch, allerdings mehr oder minder der Mode unterworfen, zur Fabrikation von schwarzen, dem Jet und bei sehr feiner Politur selbst dem Onyx ähnlich sehenden Schmuckstücken, wie Broschen, Ohrringen, Armbändern, Ketten, eine ungemein ausgedehnte Verwendung gefunden hat. Alle diese letztgenannten Artikel bedürfen, da die Stücke mehr oder minder matt und tot aus der Form kommen, der Politur, für die das Material, wie schon gesagt, sehr empfänglich ist. Das Polieren geschieht entweder auf der Drehbank oder mittels Polierscheiben aus Tuch oder Filz und zuweilen unter Anwendung feiner Friktionsmittel. Da diese Art des Polierens die Artikel indessen bedeutend verteuert, ist man bestrebt gewesen, ein Verfahren zu finden, das die nachträgliche Politur entweder ganz überflüssig macht oder ihr wenigstens wesentlich vorarbeitet. Die Anwendung von Formen aus Glas und das Auslegen der Eisenform mit einer dünnen Zinnfolie haben nach dieser Richtung gute Resultate geliefert.

Gegenstände aus Hartgummi, die in der Technik Verwendung finden, bedürfen in der Regel keiner Politur. Nur bei Platten und Stäben für elektrische Zwecke, abgesehen von einigen minder häufigen Ausnahmen, ist dieses der Fall. In den meisten Fällen genügt Entfernen der Formnähte und wo nötig Mattschleifen. Hartgummi findet zu technischen Zwecken Verwendung: als Schalen und Kuvetten für die Photographie zur Aufnahme der Silberbäder, als Pulverlöffel, Schaufeln und Wageschalen für Apotheken und Laboratorien, als Rohrleitungen, Hähne und ganze Pumpen sowohl für Hand- wie für Dampfbetrieb, als Aus- und Bekleidung von Centrifugenkesseln und Trommeln, sowie anderer für Säuren bestimmte Gefässe, zum Bekleiden von Schiffswellen, um diese gegen die Einflüsse des Seewassers unempfindlich zu machen u. dergl. mehr. Ganz unentbehrlich ist Hartgummi für die Zwecke der Elektrizität geworden. Hier findet es Anwendung als Scheiben für Elektriermaschinen, Isolationshütchen und Isolationsrohre für elektrische Leitungen und ganz besonders als Akkumulatorkästen.

Für gewisse Zwecke ist es erforderlich, ein Hartgummi herzustellen, das eine grössere Elastizität als das gewöhnliche besitzt und in einem grösseren Masse als dieses biegsam ist. Man bezeichnet das so beschaffene Material als Halbhartgummi. Aus dieser Bezeichnung ergibt sich das Verfahren seiner Herstellung fast von selbst; man nimmt dazu mehr Schwefel als für Weichgummi, aber nicht soviel als für eigentliches Hartgummi und erhitzt die gemischte Masse längere Zeit und unter Umständen mit Anwendung einer höheren Temperatur als bei Weichgummi, aber nicht einer so hohen und auch nicht so lange, wie diejenige, die vollkommenes Hartgummi werden soll. In welchen Verhältnissen diese Modifikationen einzutreten haben, hängt von dem Grade der verlangten Härte, Elastizität oder Biegsamkeit und der Mischung ab.

Manche Artikel der Gummiwarenfabrikation bedingen eine Verbindung zwischen Hart- und Weichgummi, zwischen weichem und halbhartem, halbhartem und ganzhartem oder zwischen allen dreien zugleich. Solche Aufgaben bieten die Auskleidung von eisernen, für Säuren bestimmten Kesseln (Montejus), die Fabrikation von Walzenüberzügen, ganz besonders die grösserer Dimensionen, wie sie zu den Zwecken der Papierfabrikation, in Lederfabriken und in Appreturen gebraucht werden, und viele andere, kleinere Gegenstände. Ihre sachgemässe und korrekte Lösung bedingt neben aufmerksamster Ueberwachung der ausführenden Arbeiter eine höchst sorgfältige Auswahl der zu verwendenden Rohgummisorten und Zusätze, sowie endlich eine langjährige Erfahrung auf dem Gebiete der Vulkanisation, zu deren schwierigsten Problemen sie gehört.

Die Gutta-Percha.

I. Einleitung. Historisches.

Sehr häufig werden aus Kautschuk (Gummi-Elastikum) fabrizierte Gegenstände als aus Gutta-Percha dargestellte bezeichnet. Besonders häufig kommt diese Verwechslung in Deutschland vor, und vom grossen Publikum lässt sich beinahe behaupten, dass ihm ein Unterschied zwischen Kautschuk und Gutta-Percha vollständig fremd sei: es nimmt diese für jenes und umgekehrt. Aber selbst auch Techniker sind häufig in diesen Fehler verfallen, der besonders bei Erteilung von Aufträgen und deren Ausführung zu den unangenehmsten Irrtümern und sonderbarsten Missverständnissen führen kann und, wie gewiss jeder Fabrikant schon mehrfach erfahren, auch oft geführt hat. Es rührt dieses wohl daher, dass man im Anfange ihres Auftretens von der Gutta-Percha mehr erwartete, als sie nachher leistete und leisten konnte. Dann auch daher, dass sie im allgemeinen wohl manches im Vorkommen, Gewinnung und Verarbeitung mit Kautschuk gemein hat, ohne aber weder dessen Elastizität zu besitzen, noch im Stande zu sein, wie jenes dem Wechsel verschiedenster Temperaturen in gleicher Weise widerstehen zu können. Dagegen hat sie andere vorzügliche Eigenschaften, namentlich den Vorzug der grösseren Dichtigkeit als Kautschuk.

Nach Europa kam die Gutta-Percha zuerst im Jahre 1656 durch den englischen Reisenden John Tradescant, der sie mit dem Namen „Mazer Wood“ bezeichnete. Die Probe, die dieser damals von seinen Fahrten mitbrachte, wurde als Merkwürdigkeit neugierig betrachtet; sie befindet sich noch heute im Museum Tradescantium in South-Lambeth bei London. Niemanden fiel es jedoch ein, sich mit dem neuen Produkt

näher zu befassen, geschweige denn, einen Nutzen aus seiner Entdeckung zu ziehen. Selbst am Anfang des 19. Jahrhunderts war man noch zu keiner genaueren Kenntnis vorgedrungen. Zu dieser Zeit, wo sich die Gelehrten, Naturforscher und Industriellen allenthalben angelegentlich mit der Untersuchung des Gummi-Elastikum beschäftigten, wurde die Gutta-Percha allgemein für ein minderwertiges, unelastisches und wenig geschmeidiges Kautschuk gehalten, das mit den brasilianischen und ostindischen Qualitäten in keinen Wettbewerb treten könne. Man sah nur die Fehler des Produktes und ahnte noch nicht entfernt jene Eigenschaften, die heute Gutta-Percha als ein unschätzbares Material erscheinen lassen.

Im Jahre 1832 erfuhr der englische Mediziner Montgomery, der damals Arzt bei der Residentschaft in Singapor war, dass sich die Eingeborenen der Insel zur Herstellung ihrer Axtstiele eines ganz besonderen Gummis bedienen. Es gelang ihm, nach mancherlei Schwierigkeiten etwas über die seltsame Substanz zu ermitteln. Er erfuhr, dass sie in kochendem Wasser weich werde, sich in diesem Zustande wie Thon kneten lasse und nach der Erkaltung bedeutend härter und zäher sei als vor der Prozedur. Diese Mitteilungen schienen Montgomery wichtig und interessant genug, um sich der Mühe zu unterziehen, sie auf ihre Wahrheit zu prüfen. Er verschafft sich also eine Probe und erkannte alsbald, dass dieses neue Gummi zur Fabrikation chirurgischer Instrumente dem Kautschuk in gewisser Beziehung vorzuziehen sei, da letzteres unter dem Einfluss der feuchtwarmen Temperatur der intertropischen Zone bald klebrig wurde. 1843 berichtete er seine Ermittlungen an die Medical Board in Kalkutta und beauftragte gleichzeitig seinen Freund Dr. José d'Almeida, die Entdeckung der Royal Society of Arts in London anzuzeigen, die Montgomery darauf mit ihrer goldenen Medaille auszeichnete.

D'Almeida liess nun zum Zwecke von Versuchen eine kleine Menge dieses sogenannten Gummis an englische Industrielle gelangen. Die Versuche waren nicht ermutigend, da die englische Industrie den besonderen Wert des Materials nicht erkannte. Ein Teil der Proben gelangte jedoch nach Paris und hier wurden daraus nach Montgomerys Angabe Sonden und andere medizinische Artikel hergestellt, die man bis dahin aus Kautschuk fabriziert hatte.

Im Jahre 1845 verschaffte sich dann Lagrénée, den ein Auftrag nach China geführt hatte, auf der Rückreise in Singapor ebenfalls eine ziemliche Menge Gutta-Percha, die er dem französischen Handelsminister als Geschenk überwies. Sie wurde den Industriellen zur Verfügung gestellt, genau untersucht und schon im folgenden Jahre nahmen Alexandre,

Cabriol und Duclos auf die Anwendung von Gutta-Percha das erste Patent.

Mit diesem Patent (28. Juli 1846) war die Gutta-Percha eingeführt und zugleich eine neue Industrie geschaffen. Es würde zu weit führen, über alle Stufen zu berichten, die diese durchlaufen hat, wie die Gutta-Percha erst nach und nach richtig aufgefasst und ihr schliesslich definitiv der Platz angewiesen wurde, der ihr gebührt. Es mag genügen zu sagen, dass man das neue Produkt nach einander zu allen den Gegenständen zu verwenden suchte, die man bis dahin aus Kautschuk gemacht hatte. Die Patente vermehrten sich, man fasste eine wahre Leidenschaft für das neue Material. Es wurden Stöpsel, Leim, Fäden, Schuhzeug, chirurgische Artikel, Kleidungsstücke, Röhren, Schiffspanzer, ja selbst ganze Schiffe daraus gemacht, und man braucht nur die Berichte von Ballard über die Londoner Ausstellung von 1851 zu lesen, um sich von der übertriebenen Begeisterung, die man dafür empfand, zu überzeugen. Von all diesen mehr oder minder vernünftigen Anwendungen ist kaum etwas geblieben, und hätte sich die Gutta-Percha nicht für einige, ganz spezielle Fälle unentbehrlich erwiesen, so hätte die Industrie sie bald wieder fallen lassen.

In der That laufen die charakteristischen Eigenschaften der Gutta-Percha allen zuerst mit ihr gemachten Versuchen entgegen. Die grösste Schwierigkeit lag in dem Umstande, dass sie in der Wärme plastisch wird. Man versuchte zwar, diesen Fehler durch die Vulkanisierung, mit der man beim Kautschuk so grosse Erfolge gehabt, zu heben. Die Einwirkung von Schwefel auf Gutta-Percha ist jedoch eine ganz andere als die auf Kautschuk. So waren die Hoffnungen, denen man sich hingab, nur von kurzer Dauer, und die Versuche mit ihr hatten, wie Guilbal in seinem Bericht über die Ausstellung von 1878 sehr richtig sagt, einen relativen Misserfolg der neuen Industrie zur Folge. Die Erkenntnis ihrer Eigentümlichkeiten, die man zuerst als Nachteile und Fehler betrachtete, ist aber gerade im richtigen Zeitpunkte erfolgt. Wäre die Gutta-Percha z. B. gleichzeitig mit dem Kautschuk auf dem internationalen Markte erschienen, so hätte man ihr damals schwerlich grosse Bedeutung beigelegt. Die Entdeckung erfolgte aber gerade in dem Augenblick, als die dynamische Elektrizität anfang, eine Rolle zu spielen. Man merkte sehr bald, dass Gutta-Percha isoliert, ferner, dass sie in Wasser oder besser in Salzwasser unveränderlich ist. Dadurch kam man auf den Gedanken, sich ihrer als Umhüllungsmaterial bei der Fabrikation von Telegraphenkabeln zu bedienen. Der Ruhm, zuerst mit Gutta-Percha isolierte Telegraphenleitungen hergestellt zu haben, gebührt dem Deutschen Werner Siemens, der im Jahre 1847 eine

solche auf dem Planum der Anhaltischen Eisenbahn verlegte. Der Engländer Wheatstone, der schon 1837 daran dachte, England telegraphisch mit dem Kontinent zu verbinden, hatte die Gutta-Percha zwar auch schon als geeignetes Material zur Herstellung unterseeischer Kabel erkannt. Seine Idee wurde jedoch erst durch Walter Breit verwirklicht, der am 10. Januar 1849 zu Folkstone das erste, zwei Meilen lange, unterseeische, mit Gutta-Percha isolierte Kabel legte. Inzwischen hatte man sich der Gutta-Percha auch zur Herstellung besonders scharf ausgeprägter Formen bedient und zwar solcher, wie sie die Galvanoplastik verlangt. Der Widerstand der Gutta-Percha gegen Säuren führte zur Fabrikation von Rezipienten, Trichtern und Röhren, die in chemischen Fabriken, photographischen und anderen Laboratorien allgemein eingeführt wurden. Die Medizin endlich fand in der Gutta-Percha ein äusserst schätzenswertes Material zur Herstellung einer grossen Anzahl chirurgischer Apparate. Es ist also blos in der Anwendung der Gutta-Percha mit der Zeit eine Aenderung eingetreten.

Trotzdem sie bald, wenigstens im Vergleich mit der anfänglichen Verschwendung, nur mehr sparsam verwendet wurde, nahm ihre Verarbeitung doch immer noch eine solche Ausdehnung an, dass die beschränkten Produktionsquellen in absehbarer Zeit zu versiegen drohten. Mit Recht sahen daher die Regierungen der civilisierten Völker besorgt auf den Stand der Dinge, um so mehr, da sich die Malayen und Papuas, denen ein unmittelbarer Gewinn mehr am Herzen liegt, als die Sorge um die Zukunft, weder bemühten, eine rationelle Erntemethode einzuführen, noch versuchten, durch eine vervollkommnete Kultur die jährliche Produktion zu vermehren oder doch wenigstens auf der ursprünglichen Höhe zu erhalten. Es wird sich später noch Gelegenheit bieten, auf diesen wichtigen Punkt zurückzukommen und anzuführen, was bereits geschehen ist, und was noch geschehen muss, um der gänzlichen Erschöpfung der Gutta-Perchaquellen vorzubeugen.

II. Naturgeschichtliches.

Ueber den Namen der Gutta-Percha (auch Gutta-Pertcha, Gutta-Tuban oder Taban, Gentionagummi, lateinisch: Gummi plasticum, französisch und englisch: Gutta-Percha) ist viel gestritten worden. Heftig hat man darüber diskutiert, ob Gutta-percha, Gutta-taban oder tuban richtiger sei. Nach Serrulaz bedeutet das Wort Gutta (im Malayischen Guetah oder

Guetta) so viel wie Gummi; Gummi-Gutta wäre demnach ein Pleonasmus. Pertcha oder Percha will Serrulaz dagegen nicht wie die übrigen Erklärer mit Sumatra übersetzt wissen. Sumatra heisst im Malayischen Perna, das ist: Welt, bewohnter Erdteil, während Pertcha soviel wie Stück, Lappen bedeutet (also dem Englischen Scrap entspricht), folglich das Gummi, das vor seiner Behandlung mit heissem Wasser wie zusammengepresste Lappen aussieht, ganz gut charakterisiert. Dieses Wort gehört jedoch nicht der vulgären malayischen Sprache an, und die Bezeichnung scheint also nicht von den Eingeborenen, sondern von den Händlern des Landes zu stammen. Der Sprachgebrauch hat sich endlich, ob mit Recht oder mit Unrecht bleibe dahingestellt, für die Bezeichnung Gutta-Percha entschieden, und es bliebe nur noch zu erwägen, ob man zur besseren Unterscheidung dem chemisch reinen Material einen anderen Namen geben soll als dem Rohprodukt, aus dem jenes gewonnen wird.

Die Gutta-Percha ist ein in seiner natürlichen Entstehung und Zusammensetzung dem Kautschuk ähnliches Pflanzenprodukt. Sie wird wie dieses aus dem Milchsaft gewisser Bäume gewonnen und ist ebenfalls eine Kohlen-Wasserstoffverbindung, die Kohlen- und Wasserstoff ungefähr zu gleichen Teilen enthält. Hier aber hört die Aehnlichkeit auf, und es ist kaum begreiflich, wie man die beiden, in ihren Eigenschaften so verschiedenen Körper so lange von einem Gesichtspunkte aus hat betrachten können. Morellet hat die Verschiedenheit beider Substanzen in seinem schon mehrmals angezogenen Werke sehr klar charakterisiert.

„Das Kautschuk“, sagt er, „ist ein vorzugsweise elastischer Körper, d. h. ein Gebilde, das in natürlichem Zustande nur in geringem Masse die Fähigkeit besitzt, dauernd die Formveränderungen festzuhalten, die es durch Einwirkung einer mechanischen Kraft erleidet. Die Gutta-Percha dagegen kann die durch dieselbe Kraft bedingte Formveränderung bewahren. Unter dem Einfluss der Wärme wird das natürliche, d. h. das nicht vulkanisierte Kautschuk weich und dehnbarer, behält aber seine Elastizität, so lange die Wärme nicht über das Mass hinausgeht, bei dem Kautschuk seine natürlichen Eigenschaften verliert und überhaupt seine physikalische und chemische Beschaffenheit verändert. Gutta-Percha wird dagegen durch die Einwirkung einer vorsichtig angewandten Hitze, die 100° C. nicht überschreitet, z. B. in kochendem Wasser, ausserordentlich knetbar und dehnbar, und behält auch nach der Abkühlung die Form, die man ihr in heissem Zustande gegeben hat.“

Diese beiden ersten Eigenschaften sind schon aus dem lateinischen Namen der beiden Körper zu erkennen: Gummi elasticum für Kautschuk und Gummi plasticum für Gutta-Percha.

„Doch verliert Kautschuk“, fährt Morellet fort, „unter dem gleichzeitigen Einflusse von Luft, Wärme und Zeit den oben genannten Charakter und verwandelt sich in eine klebrige, zähe, mehr oder minder flüssige Masse, während sich Gutta-Percha unter denselben Bedingungen ganz anders verhält, brüchig und harzig wird. Diese Verwandlungen erfordern je nach den Arten und den Umständen mehr oder weniger Zeit. Wasser und niedrige Temperatur verzögern die Veränderungen bei beiden Produkten. Nach den gemachten Beobachtungen scheint es fast, dass in diesen Eigenschaften die tiefgehendste Verschiedenheit zwischen beiden Materialien zu suchen ist.“

Ein weiterer Unterschied von Bedeutung ergibt sich, wenn man beide Körper der Einwirkung von Schwefel unterwirft. Wenn man Kautschuk mit Schwefel zusammenbringt, so gehen unter dem Einflusse der Vulkanisation beide Stoffe eine chemische Verbindung ein, und man erhält ohne allzugrosse Mühe ein gleichmässiges und elastisches Material, das bei der verschiedensten Temperatur, sofern sie + 150° C. nicht überschreitet, seine Eigenschaften bewahrt. Wenn man dagegen Gutta-Percha chemisch mit Schwefel zu verbinden sucht, so kommt man damit überhaupt nicht zu stande; selbst eine Mischung von Kautschuk und Gutta-Percha mit Schwefel hat, je nach der Menge der darin enthaltenen Gutta-Percha, einen mehr oder minder negativen Erfolg. Auch die dielektrischen Eigenschaften beider Substanzen sind nicht die gleichen, was wiederum ein Grund ist, zwischen den Begriffen Gummi elasticum und Gummi plasticum scharf zu unterscheiden. Wie später ersichtlich, erklärt sich die Verschiedenheit schon aus der botanischen Beschaffenheit der produzierenden Gewächse und aus der Natur des von diesen abgesonderten Latex.

Ehe aber darüber eingehend berichtet wird, ist es unerlässlich, die Bedeutung des Ausdruckes „Gutta-Percha“ festzustellen. Freilich zeigt es sich hier schon, dass die Auskunft, die Gelehrte, Forscher und Industrielle geben können, an Zuverlässigkeit und Ausführlichkeit den Mitteilungen über den Ursprung des Kautschuks bedeutend nachsteht. Während es allgemein bekannt und gar keinem Zweifel unterworfen ist, dass das aus den Heveen gewonnene Para-Kautschuk als Urtypus der Art zu betrachten ist, herrscht über diese und ähnliche Fragen in Bezug auf Gutta-Percha Dunkel und Widerspruch, und man möchte fast glauben, dass eine Aufklärung absichtlich hintertrieben wird. Nachdem sich Dr. Beauvisage vierzig Jahre lang mit Forschungen und Untersuchungen über die streitigen Punkte befasst, konnte er sich 1881 folgendermassen darüber äussern:

„Während die Malayen suchten, sich aus ihren Wäldern auf irgend eine Weise, gleichviel auf welche, Produkte zu verschaffen, die sie den Europäern als Gutta-Percha verkaufen konnten (natürlich nicht, ohne sie vorher gefälscht zu haben), unternahmen diese ihrerseits Nachforschungen anderer Art. Die Industriellen, Kaufleute, Reisenden, Gelehrte und die Regierungen trachteten nach der Aufdeckung von Gutta-Percha-Quellen und suchten solche sowohl in anderen Gegenden der intertropischen Zone als auch in anderen in dieser Hinsicht noch nicht beobachteten Sapotaceen zu finden. Diese Periode der Forschung ist noch nicht abgeschlossen. Es sind in den verschiedenen Weltteilen zwar zahlreiche, aber sehr unvollkommene Ermittlungen gemacht worden, die bis heute immer noch nicht das erwartete praktische Resultat ergeben haben. Die Gelehrten haben im indischen Archipel, in Indo-China, Hindustan, im tropischen Afrika, in Guyana, Brasilien etc. Bäume gefunden, deren Saft eine gute, mittelmässige oder schlechte Gutta-Percha liefert, und die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Produkte mehr oder weniger genau bestimmt. . . . Den Industriellen dagegen wurden die allerverschiedensten Substanzen als Gutta-Percha angeboten. Diese gelangten zudem erst nach weiten Umwegen in ihre Hände, d. h. durch den Zwischenhandel mit civilisierten oder mit wilden Kaufleuten, die über den botanischen und selbst über den geographischen Ursprung der Produkte keine Auskunft geben konnten oder geben wollten. Die Verschiedenheit der Produkte ist aber so gross, dass es kaum möglich ist, Eigenschaften anzugeben, an denen die einzelnen kommerziellen Marken kenntlich wären. . . . Jeder Versuch, den umständlichen Handel nach rückwärts zu verfolgen, ist vergeblich. Man muss also, um Licht zu schaffen, einen anderen Weg einschlagen und sich bestreben, Ursprung und Eigenschaften der Produkte, anstatt am Ende, am Anfange ihrer Reise festzustellen.

„Das habe ich versucht; es ist mir nicht gelungen. Dennoch erscheint mir ein Erfolg in dieser Richtung nicht unmöglich. Er erfordert freilich lange Jahre ernster Arbeit und die Mitarbeit vieler aufgeklärter und uninteressierter Persönlichkeiten“.

Die Schwierigkeiten, die Beauvisage 1881 fast unüberwindlich schienen, sind es heute schon weniger. Wir verdanken das ausser Beauvisage selbst allen seinen Mitarbeitern von Montgomery an: Lobb, Bentham, Hooker, Onley, Wight, de Vriese, Burcke, Pierre, Seligmann-Lui, Brau de St. Paul und Serrulaz, hauptsächlich aber den Entdeckungen von Heckel, Schlagdenhaufen, Jungfleisch und Leo Brasse. Letzterer besonders hat in einem sehr bemerkenswerten, in der Zeitschrift „La lumière électrique“ veröffentlichten Aufsatz einige Ordnung in die Klassifikation der Gutta-

Percha gebracht, wodurch es möglich wurde, den botanischen Ursprung der Gutta-Gewächse festzustellen. Durch langjährige Praxis mit den Bedürfnissen der Fabrikation bekannt, hat er auch am besten erfasst, von welchem Gesichtspunkte aus die Frage betrachtet werden muss. Er spricht das sehr klar und treffend aus: „Man hat bisher die Frage niemals richtig formuliert: Es handelt sich nicht um eine oder um die gute Gutta-Percha, sondern um mehrere gute Sorten, von denen jede einem besonderen Zwecke entspricht“. Indem er nun im weiteren Verlauf der Abhandlung diesen Punkt weiter erörtert, zeigt er zunächst den Weg, der zur Aufklärung führt und gibt sodann ein sehr schätzenswertes Dokument, indem er die besten bis heute bekannten Arten aufzählt. Sich auf die eben genannten Gelehrten stützend, hat er mit Benutzung ihrer Erfahrungen seine Aufgabe so vortrefflich gelöst, dass seine Arbeit kaum übertroffen werden kann und auch bei diesem Werke als Grundlage benutzt wurde. Er stellt zunächst fest, dass zu der Zeit, als die See-Kabelindustrie ihren Anfang nahm, und mit dieser ein grösserer Verbrauch von Gutta-Percha eintrat, reichlich Gutta vorhanden war, dass ferner nur gute Qualitäten zur Verwendung kamen, die nur vollständig ausgewachsenen Bäumen entnommen waren.

„Aber selbst damals“, fährt er fort, „wandte man schon die Mischung mehrerer Gutta-Qualitäten an. Es ist das leicht zu beweisen. In einigen Fabriken sind heute noch dieselben Apparate zur Reinigung der Gutta-Percha im Gebrauch, deren man sich damals bediente, doch erweist es sich als unmöglich, mit diesen das Produkt der Isonandra zu reinigen, wenn es nicht zuvor mit einer mehr plastischen Sorte vermischt wird. Später wurden die guten Qualitäten seltener, man mischte immer geringere Marken bei, und um die guten Qualitäten, deren Anwendung man zwar auf das Aeusserste beschränkte, deren man aber doch nicht ganz entraten konnte, überhaupt noch zu erhalten, schritt man zur Ausbeutung junger, kaum erst ertragfähiger Bäume. Gutta-Percha Ia Qualität ist so selten, und der Preis dafür so hoch geworden, dass der Elektrizitäts-Kongress von 1881 eine rationelle Kultur der Gutta-Pflanzen als unumgänglich notwendig erachtete. Darauf untersuchte Seligmann-Lui die Ostküste von Sumatra und die Westküste der malayischen Halbinsel, Wray die Westküste von Parak, Burcke alle Gutta-Gewächse Sumatras. Serrulaz schloss sich Seligmann-Lui an und entdeckte 1871 in der Schlucht von Boukett-Timah zum zweiten Mal die Isonandra Hooker, die Lobb bereits 1847 dort gefunden hatte“.

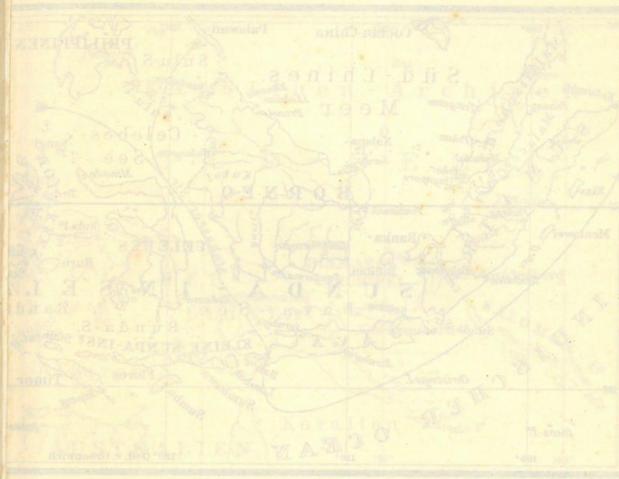
„Alle diese Forschungen bewegten sich ziemlich im selben Kreise und deckten sich sogar teilweise. Seligmann und Burcke bezeich-

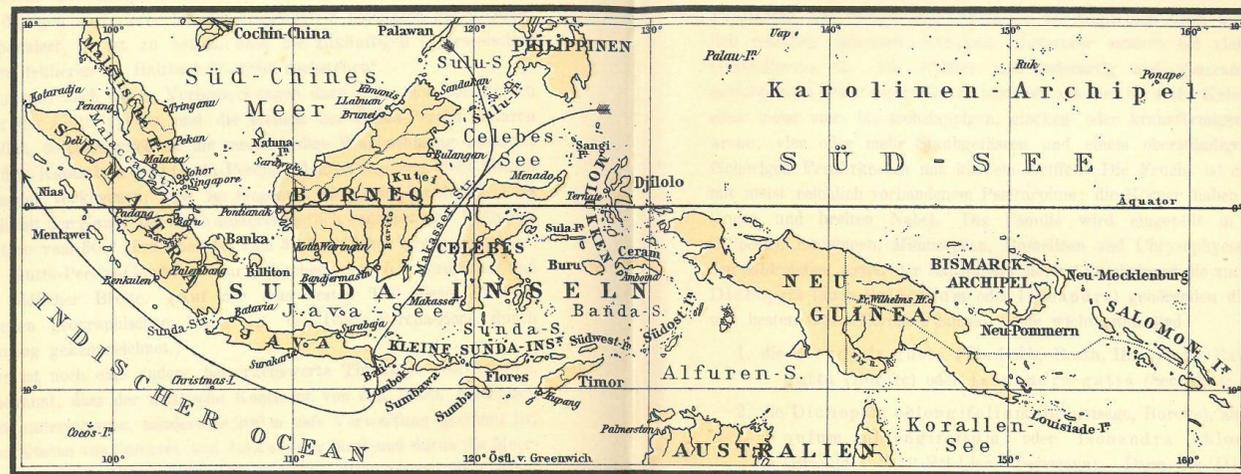
C l o u t h , G u m m i u n d G u t t a - P e r c h a .

neten die *Dichopsis oblongifolium* als die beste Gutta-Pflanze, Wray fügte die *Dichopsis pustulatum* hinzu, Serrulaz fand die *Dichopsis Gutta* (*Isonandra Gutta*). Es ist zu bedauern, dass sich alle diese Nachforschungen nur auf Malacca beschränkten; die hier gewonnene Gutta ist bei weitem nicht die beste, und ausserdem liefert die *Isonandra* nur ein äusserst geringes Quantum. Es muss noch andere Pflanzen geben, die reichlicher und bessere Gutta geben, und das ist es, was Leon Brasse nachweisen will. Wäre die Industrie in Zukunft nur auf die *Dichopsis* oder *Palaquium gutta*, *oblongifolium* oder *pustulatum* angewiesen, so würde das eine Aenderung der Fabrikationsweise zur Folge haben, mit deren Resultat man wenig zufrieden sein dürfte. Werden dagegen auch fernerhin die ursprünglich benutzten guten Qualitäten produziert, so ist zu hoffen, dass die zukünftigen unterseeischen Kabel den früheren an Haltbarkeit nicht nachstehen“.

Geht man nach diesen Vorbemerkungen dazu über, den botanischen Ursprung der Gutta-Percha und die Heimat der Gutta-Percha-Pflanzen festzustellen, so muss zunächst die merkwürdige Wahrnehmung berichtet werden, dass Kautschuk- und Gutta-Percha-Pflanzen durchaus nicht überall nebeneinander vorkommen, dass im Gegenteil die Gutta-Percha-Zone im Vergleich mit der Kautschuk-Zone ausserordentlich begrenzt ist. Während sich letztere vom 30.^o nördlicher bis zum 30.^o südlicher Breite erstreckt, gedeihen Gutta-Percha-Gewächse nur zwischen dem 5.^o nördlicher und dem 3.^o südlicher Breite. (Auf der dem ersten Teil dieses Werkes beigegebenen geographischen Karte ist die Gutta-Percha-Zone durch Schraffierung gekennzeichnet.)

Hier ist noch eine andere bemerkenswerte Thatsache festzustellen. Es ist bekannt, dass der asiatische Kontinent von den Inseln geologisch durch eine unterseeische, mindestens 200 m tiefe Verwerfung getrennt ist, die an den Küsten von Sumatra und Java entlang läuft und durch die Meerenge von Bali in das javanische Meer tritt. Hier trennt sie Celebes von Borneo, geht an Borneo vorbei und verzweigt sich dann nach den Sulu-Inseln einerseits, nach Gilolo andererseits. Diese Verwerfung bildet sowohl für die Pflanzen- als für die Tierwelt eine Grenzscheide. Auf der ozeanischen Seite wachsen weder Zuckerpalmen noch Teak-Bäume, weder die Farnkräuter noch die Orchideen und Moose der javanischen Flora; auch Tiger sowie die meisten in den Wäldern von Borneo, Java und Sumatra heimischen Vögel sind dort fremd. Ebenso verhält es sich mit den echten Gutta-Percha-Pflanzen. Als das Vaterland des Gutta-Baumes ist nur ein sehr beschränktes Gebiet des asiatischen Kontinentes zwischen dem 112. und 102. Längengrad zu betrachten. Auf der hier beigegebenen Karte, die die wenig veränderte Wiedergabe einer 1883





Lithogr. Anstalt v. C. Ernst, Leipzig.

GEOGRAPHISCHE VERBREITUNG DER GUTTA-PERCHA LIEFERNDEN PFLANZEN.

von Seligmann-Lui in den „Annales télégraphiques“ veröffentlicht ist, bezeichnet eine Linie die Grenze der natürlichen Gutta-Percha-Produktion. Damit soll aber nicht gesagt werden, dass die übrigen am Aequator und zwischen den oben angegebenen Breitengraden gelegenen Länder nicht ebenso gut, wenn nicht Gutta-Percha, so doch ein dieser ziemlich analoges Gummiharz liefern könnten. Es soll im Gegenteil näher erklärt werden, dass gerade diese Strecken und nur diese Strecken berufen wären, dem stetig wachsenden Mangel an Gutta-Percha abzuhelfen.

Die meisten Gutta-Gewächse finden sich unter den Sapotaceen, einer zu den gamopetalen Dikotyledonen gehörigen Pflanzenfamilie. Die Sapotaceen sind Bäume oder Sträucher der tropischen Zone, die gewöhnlich reichlich Milchsaft enthalten. Letzterer sondert bei vielen Arten Gutta-Percha ab. Die Blätter sind lederartig und ganzrandig. Die mittelgrossen, zwittrigen Blüten bestehen aus vier bis sechs Kelchblättern, einer meist vier- bis sechslappigen, glocken- oder kranzförmigen Blumenkrone, vier oder mehr Staubgefässen und einem oberständigen, mehrfächerigen Fruchtknoten mit kurzem Griffel. Die Frucht ist eine Beere mit meist reichlich vorhandenem Pericarpium; die Körner haben oft einen langen und breiten Nabel. Die Familie wird eingeteilt in Bassieen (Illipeen), Lucumeen, Mimusopeen, Bumelieen und Chrysophyeen. Unter den zahlreichen Arten der Sapotaceen liefern anscheinend die zur Gattung *Dichopsis* (auch *Palaquium* oder *Isonandra*) gehörenden die meisten und besten Gutta-Percha-Pflanzen. Die wichtigsten sind:

1. die *Dichopsis gutta* (Th. Lobb, Benth, Hook) oder *Palaquium gutta* (Burcke) oder *Isonandra gutta* (Serrulaz);
2. die *Dichopsis oblongifolium* (Beauvisage, Burcke), auch *Palaquium oblongifolium* oder *Isonandra oblongifolia* (Brakude, Saint-Pol-Lias, Teysmann). Dann die *Dichopsis* oder *Palaquium Borneense* (Teymann), die *Dichopsis* oder *Palaquium Treubii* und ihre Spielart *Palaquium parvifolium*.

Den *Dichopsis* nachstehend sind ferner zu nennen:

3. die *Payena*;
4. mehrere *Bassia*-Arten;
5. die *Mimusops*.

Eine kurze botanische Beschreibung dieser Pflanzen und die Angabe einiger ihrer Eigentümlichkeiten und Kulturverhältnisse ist hier am Platz.

1. *Dichopsis gutta*, identisch mit der *Palaquium gutta* und der *Isonandra gutta*, ist die zuerst bekannt gewordene Gutta-Percha-Pflanze und nimmt demnach in der Geschichte der Gutta-Percha dieselbe Rolle ein wie die *Hevea Guyanensis* in derjenigen des Kautschuks. Sie muss als der Urtypus des Guttabaumes angesehen werden, kommt aber ebenso



Fig. 27.

Dichopsis gutta (*Palaquium gutta*; *Isonandra gutta*).

wie die *Hevea Guyanensis* wegen ihrer Seltenheit und ihres geringen Ertrages jetzt weniger mehr in Betracht. Burcke und Serrulaz haben sie ausführlich beschrieben. Darnach ist ihr Stamm fast cylindrisch, er hat im Alter von 30 Jahren, d. h. in ausgewachsenem Zustande, ziemlich regelmässig einen Umfang von 0,90 m (zwei Meter über dem Boden gemessen). Die Stammhöhe bis zur Krone beträgt 13 bis 14 m. Die Blätter junger Bäume sind 22 bis 23 cm lang, ihre Breite beträgt in

der Mitte 7 cm; an den ausgewachsenen Bäumen dagegen haben die Blätter nur eine Grösse von 12 zu 6 cm. Die Form und Grösse der Blätter variiert je nach dem Alter und dem Teile des Baumes derart, dass es leicht begreiflich ist, wie die Botanik, der zur Untersuchung häufig nur Zweige ohne Blüten zur Verfügung standen, dazu gekommen ist, eine ganze Menge von Arten aufzuzählen. Der Blattstiel misst bis zu 3,75 cm, die Blüten 13 bis 14 mm, der Blumenstiel 4,6 bis 7 mm. Die Blüten bestehen aus einer Gruppe von sechs, die eine gabelförmige Dolde bilden, in deren Mitte sich eine von der Blüte voriger Generation zurückgelassene Narbe befindet. Der Blütenstand weist kreuzweise angeordnete Nebenblätter auf. Der eingeschnittene Kelch besteht aus drei äusseren Teilen, die filzig und schalenartig sind und aus drei inneren, kleineren, die dachziegelförmig sind und zu den äusseren wechselweise stehen. Die sechsteilige, gewundene Blumenkrone ist so tief eingeschnitten, dass sie kaum verwachsen blättrig zu nennen ist. Das Staubgefäss-System umfasst zwölf Staubfäden, die alle fruchtbar zu sein scheinen. Man erkennt sechs grössere, die den sechs Teilen der Blumenkrone gegenübergestellt sind, und sechs kleinere, die zu diesen und den sechs grossen Staubfäden wechselweise stehen. Der Fruchtknoten ist sechsfächerig, der Griffel hohl, oben kegelförmig. Die junge Frucht ist konisch eiförmig und erreicht eine Grösse von 5 zu 5 cm. Sie ist umgeben von den sechs noch deutlich erkennbaren Kelchteilen. Das Samenkorn ist länglich, oben spitz und misst 1,8 zu 1,2 cm. Es hat eine filzige Umhüllung, in der sich eine klebrige Keimhülle befindet.

Serrulaz, der die malayischen Wälder vier Jahre lang durchstreifte, stellte fünf Bäume fest, die sowohl nach den Blättern als nach ihrem Latex mit der *Isonandra gutta* verwechselt werden könnten, freilich nur auf den ersten Blick. Eine Verwechslung mit anderen *Dichopsis*-Arten ist jedoch unmöglich; die von diesen gelieferte Gutta rangiert an Qualität erst hinter der *Payena-Lerii* (*Gutta Sundeck*). Die im Handel als *Gutta Sundeck* bekannte Qualität hält Serrulaz übrigens für eine Mischung. Nach seiner Meinung ist die *Isonandra gutta* überhaupt der einzige Baum, der ein Material erster Güte, so wie insbesondere die Kabelfabrikation es erfordert, liefern kann. Er glaubt, dass man mit dem Produkte der *Bassia Parkii* und der *Mimusops balata* nur negative Resultate erzielen könne; *Payena Lerii* schliesslich dient nach ihm lediglich zur Fälschung. Als Isolationsmittel für Kabel könne nur die *Gutta-Percha* der ausschliesslich im malayischen Archipel vorkommenden *Isonandra* in Betracht kommen. Ueber die Vernichtung dieses wertvollen Baumes erstattete Serrulaz im Jahre 1890 einen Bericht an die Académie des Sciences, in dem er wörtlich sagte: „Die Zerstörung der

malayischen Wälder schreitet schnell und unaufhaltsam vorwärts. Die Eingeborenen fällen alle Bäume, die sie finden, sowohl die jungen, kaum ertragfähigen, als auch die neuen Schösslinge, so dass die Isonandra überhaupt nicht mehr zur vollen Entwicklung kommt. Seit 40 Jahren wird auf diese Weise die Vermehrung unterdrückt. Die Gutta-Percha-Arten, die anfangs in der Industrie verbraucht wurden, sind nur noch ausnahmsweise zu haben; diejenigen, durch welche sie ersetzt werden, werden noch vor Verlauf von 15 Jahren demselben Schicksal verfallen. In den malayischen Häfen lässt der Export mehr und mehr nach, und die in Niederländisch-Indien gemachten Anpflanzungen haben wenig Erfolg, da die kultivierten Arten zwar viel, aber nur geringwertigen Latex liefern. . . . In Wirklichkeit ist die Isonandra zwar schon sehr selten geworden, aber ganz ausgestorben ist sie nicht. In Chasserian-Estate, in den im Centrum von Singapor gelegenen Bergschluchten von Boukett-Timah, wo die Isonandra auch 1847 von Thomas Lobb entdeckt worden war, fand ich 1887 noch ausgewachsene Exemplare. Seit 30 Jahren war jedoch jede Ausbeutung unterblieben, da es als unzweifelhaft galt, dass die Art erloschen sei. Nichtsdestoweniger gab es noch vor drei Jahren in den letzten Resten der alten Wälder ausgewachsene Bäume dieser Art, die meistens aus Schösslingen entstanden waren. Es existierte dort nur eine Abart eines einzigen Gutta-Percha-Baumes, die mit den Abbildungen übereinstimmte, die Hooker im „London Journal of Botany“ von seiner Isonandra gutta gab“.

Die Isonandra gutta, als vornehmste Gutta-Percha-Pflanze, teilt demnach das Schicksal der Hevea Guyanensis, der vornehmsten Kautschuk liefernden Pflanze, und wie man für diese einen Ersatz in der Hevea Brasiliensis gesucht hat, so suchte man ihn für jene in der Dichopsis oblongifolium.

2. *Dichopsis oblongifolium*. Nächst der von der Dichopsis gutta stammenden Gutta-Percha liefert die Dichopsis oblongifolium nach der übereinstimmenden Ansicht aller Forscher das beste Material. Seligmann-Lui fand den Baum auf der Ostseite Sumatras und von Brau de St. Pol-Lias wurde er in Perak (Malacca) gefunden. Die Ansiedelung Bloran im Distrikt Djambon Sumatra besass 1884 77 Exemplare als Rest von 400 im Jahre 1856 gepflanzten Stämmen. Diese stammten von der Westseite Borneos, aus einer Pflanzung, die ursprünglich 2000 Stück umfasste, die 1856 unter die Farmer verteilt wurden. Was aus den übrigen geworden ist, weiss man nicht. Die schönsten Bäume findet man auf wenig steilen Bergen oder auch auf niedrigen Hügeln, die ausserhalb des Bereiches von Ueberschwemmungen liegen; sie gedeihen um so besser, je weniger sie dem Einflusse stag-

nierender Wasser ausgesetzt sind. Der Baum ist in Bezug auf seinen Standort äusserst empfindlich; ist das Terrain schlecht gewählt, so geht er ein. Man hat diese Erfahrung in Borneo bei den Anpflanzungen gemacht, die unter der Aufsicht der Kolonialregierung angelegt und einzelnen Pflanzern anvertraut waren.



Fig. 28.

Dichopsis oblongifolium (*Palaquium oblongifolium*).

Die von der Dichopsis oblongifolium gewonnene Gutta-Percha ist hinsichtlich ihrer Gleichartigkeit und Haltbarkeit ausgezeichnet. Ist sie frei von Holz und Rinde, so ist sie sehr zäh und so elastisch, dass sie sich ohne zu brechen zusammenfalten lässt. Taucht man sie in heisses Wasser, so wird sie knetbar, lässt sich formen, ohne klebrig zu werden und nimmt beim Erkalten wieder die frühere Festigkeit an. Ihre Farbe schwankt zwischen rot und dunkelbraun. Wie bei allen Gutta-Arten

ist der Saft beim Ausfliessen und so lange er unvermischt bleibt, milchweiss. Die braune Farbe entsteht erst durch die Vermengung mit Holz- und Rindenteilen, die durch das Kochen und Reinigen der Gutta ihren Farbstoff mitteilen.

Die *Dichopsis Borneense*, die *Dichopsis Treubii* und *parvifolium*, sowie die *Palaquium Vrieseanum* scheinen nur botanische Spielarten zu sein, deren Abweichungen sich nicht auf die Gutta-Percha selbst erstrecken.

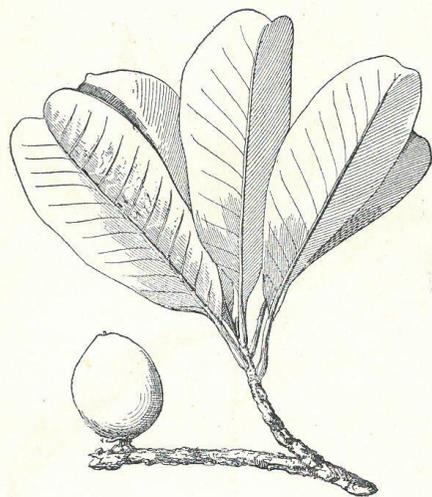


Fig. 29.
Dichopsis Borneense (nach Burcke)

Die *Dichopsis calophylla* (Benth und Hook) scheint die von Seligmann-Lui erwähnte Mayang Baton zu sein. Sie liefert eine hellere, mehr rot gefärbte Gutta-Percha, die weniger fein und weniger steif ist als die der *Dichopsis oblongifolium*.

Die *Dichopsis selendit*, die nach Seligmann-Lui Mayang Korrik, nach Burcke von den Malayan Njatveh selendit und in Sumatra Halaban genannt wird, liefert eine sehr harte, zur Kabelfabrikation ungeeignete Gutta-Percha. Vermischt mit anderen Marken ist sie jedoch für andere Zwecke gut zu gebrauchen. Die Majang Djerinjia und die

Majang Kartas sind fast identische Spielarten, deren Produkt dieselben Vorzüge und Nachteile aufweist wie das der *Dichopsis selendit*.

Die *Dichopsis Krantziana* ist ein Baum, der in Cambodge von den Eingeborenen Thior, in Cochinchina Chay genannt wird und gleicht botanisch ausserordentlich der *Isonandra gutta*. Die von ihm gewonnene Gutta-Percha ist aber sehr minderwertig und ergibt selbst bei der Vermischung mit anderen Qualitäten ein durchaus nicht zu empfehlendes

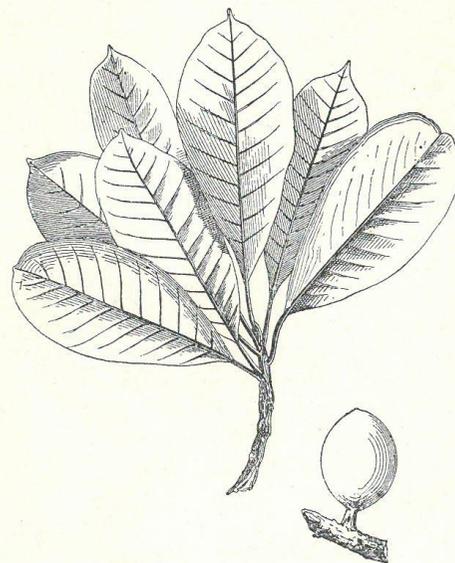


Fig. 30.
Dichopsis Treubii (nach Burcke).

Produkt. Die merkwürdige botanische Aehnlichkeit mit der *Isonandra gutta* bei der gänzlichen Verschiedenheit der Produkte erklärt sich übrigens aus dem Unterschied des Klimas, dem die beiden entstammen, und rechtfertigt vollkommen die zu Beginn des Kapitels gemachte Bemerkung, dass nur ein schmaler und beschränkter Länderstreifen alle Vorbedingungen erfüllt, die zur Erzeugung einer industriell wertvollen Gutta-Percha erforderlich sind.

Die *Dichopsis pustulatum* wurde in Perak gefunden und wird jetzt in Ceylon als Gutta-Baum kultiviert. Nähere Angaben darüber fehlen, wahrscheinlich deshalb, weil die Engländer es nicht für angebracht halten, das Resultat ihrer Versuche bekannt zu machen, vielmehr den Erfolg ihrer Arbeit, den man nach Lage und Verhältnissen voraussetzen darf, selbst geniessen wollen.

3. Die Gattung *Payena* liefert als einzigen Gutta-Baum die *Payena Lerii*. Die Pflanze wurde von Brau de St. Pol-Lias in Malacca

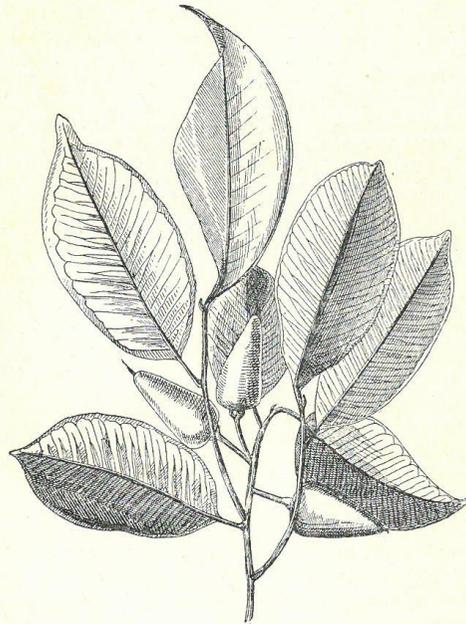


Fig. 31.
Payena Lerii (nach Burcke).

entdeckt, von Beauvisage in Paris untersucht und von diesem festgestellt, dass sie mit der von Hasskand gefundenen *Keratophorus Lerii* identisch sei. Ohne Zweifel ist Malacca ihr Heimatland. Die von de

Vriese genannte *Isonandra Benjaminia* ist nach Burcke ebenfalls dieselbe Pflanze wie die *Payena Lerii*. Ihre kleinen, dicken und zähen Blätter sehen wie mit Lack überzogen aus und sind, wenn sie jung sind, rötlich gefärbt. Die Blüte ist weiss, die Frucht fleischig mit hornartiger Umhüllung. Sie schmeckt süss und wird von den Eingeborenen gegessen. Die *Payena Lerii* liefert eine schöne, rote Gutta-Percha, die der Njatoeh Merah gleicht, Ihr Produkt trägt an verschiedenen Orten verschiedene Bezeichnungen. So nennt man sie an der Westküste Sumatras Njatoeh balam bringin, an der Ostküste Sundeck, Sundeck, Sundeck oder Sundi, in Soupayang endlich Sandaï oder Sundaï. Doch sind diese Namen nicht mit Gutta-Souni, einer Mischung von Gutta-Percha verschiedenen Ursprunges zu verwechseln. Die *Payena-Lerii* wächst sowohl auf den Ebenen von Padang (Sumatra) als in Banca, Riouw, Amboine und Malacca; in Assaham (Sumatra) ist sie selten, häufig dagegen in Siak (ebenfalls Sumatra). Ihre Gutta wird oft mit einer minderwertigen, Bouha-balam genannten Qualität gemischt. Sowohl die *Payena Lerii* als der Bouha-balam-Baum wachsen in den Niederungen; 150 m über dem Meeresspiegel wird erstere durch die *Palaquium oblongifolium* verdrängt. Während jedoch die Bouha-balam in feuchtem Erdreich gedeiht, also eine Pflanze der Sumpfgenden ist, verlangt die *Payena* trockenen Boden. Bisweilen wird die *Payena* auch Bringin oder Waringin genannt, eine Bezeichnung, die darauf zurückzuführen ist, dass ihre Blätter denen der Waringin (*Urostigma Benjaminium*) ähnlich sind.

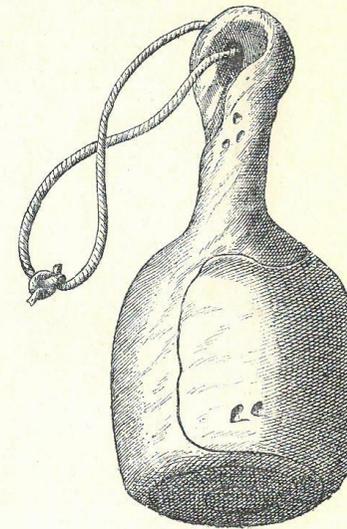


Fig. 32.
Keule (Brot) aus Gutta Sundeck
(nach Dr. Beauvisage).

4. Unter den *Bassieen* kommt als Gutta-Percha-Baum die *Bassia Parkii* in Betracht. Der Marseiller Professor Ed. Heckel hat sie untersucht und macht darüber folgende interessante Mitteilungen (1885):

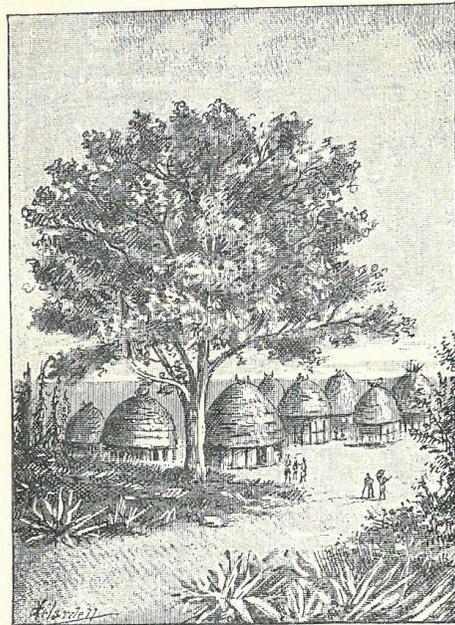


Fig. 33.
Bassia Parkii (nach Schweinfurth).

„Die Gattung *Bassia* umfasst mehrere Arten grosser Bäume, die in Indien und Afrika heimisch sind und deren ausgepresste Samen ein Fett liefern, das als Illipe-Oel in der Industrie vielfache Verwendung findet. Doch ist es bis jetzt so gut wie unbekannt geblieben, dass eine Art dieser Gattung, die afrikanische *Butyrospermum* (*Bassia*) *Parkii*, Kotschy, auch Gutta-Percha produziert. Von den Eingeborenen wird der Baum Karité oder Ghee genannt; sein butterartiges Fett kommt als Galam-, Bambouh- oder Ghibutter, auch als Karitébutter* in den Handel.“

*) Sie wird vorzugsweise zur Seifenfabrikation verwendet und wegen ihres bedeutenden Gehaltes an Stearinsäure bei der Herstellung von Kerzen benutzt.

und bildet in Afrika ein wichtiges Nahrungsmittel . . . Die *Butyrospermum Parkii*, Kotschy erreicht eine Höhe von 9 bis 10 m, und einen Durchmesser bis zu 1,80 m. Sie verzweigt sich wie die Eiche und sondert reichlich Milchsaft ab, der zu Gutta-Percha gerinnt. Die Blätter sind ganzrandig, dick, gestielt und mit Nebenlättern versehen, sie stehen büschelweise an der Spitze der starken, glatten und runzeligen Zweige. Der zuerst behaarte, später glatte Blattstiel ist 50 bis 75 mm lang, die Afterblätter sind lanzenförmig, etwa 12 mm lang und auf dem

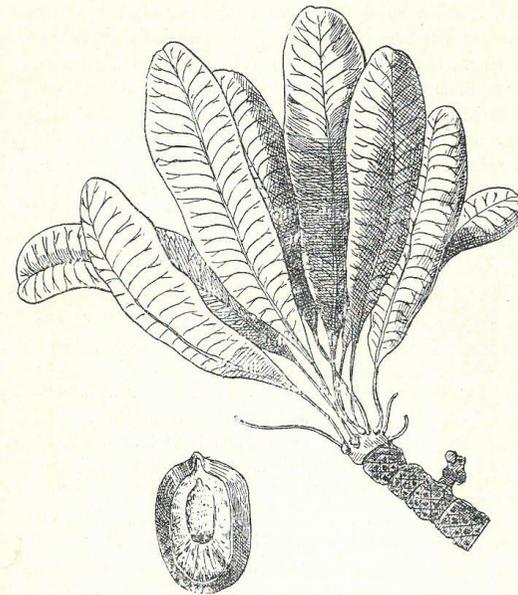


Fig. 34.
Zweig und Frucht der *Bassia Parkii* (nach Baillon).

Rücken seidenweich. Das Blatt ist länglich, keilförmig, oder unten abgerundet, in ausgewachsenem Zustande oben glatt, auf der Rückseite stark behaart und weist 20 bis 25 anfangs aufrechtstehende und offene Rippen auf. Die Blüten kommen als Dolden aus den Blattwinkeln hervor und befinden sich ebenfalls an der Spitze der Zweige; der Blumen-

stiel misst 0,025 m oder mehr, er ist in der Jugend mit einem eisenhaltigen Flaum bedeckt. Der glockenförmige Kelch hat eine kurze Röhre und ist meistens in acht längliche Teile gespalten, von denen die vier äusseren dicht mit einem eisenhaltigen Flaum bedeckt sind. Die Blumenkrone ist ebenso lang wie der Kelch, wie dieser mit einer kurzen Röhre versehen und mehrfach gespalten. Die Staubgefässe sind eingeschlossen: je einem Lappen der Blumenkrone steht ein Staubgefäss gegenüber, die Staubbeutel sind länglich und haben eine Grösse von 0,003 m, d. h. sie sind halb so lang als die pfriemenförmigen Staubfäden. Die Staminodien sind breit, länglich, an den Rändern gesägt, doch sind sie kürzer als die entwickelten Staubgefässe. Der Fruchtknoten ist kugelförmig, acht bis zehnteilig. Der Griffel ist dünn und schmal, verschieden lang, und bald in die Blumenkrone eingeschlossen, bald ausgeschlossen. Die Frucht ist eine längliche Beere, die ein einziges, mit dicken Samenlappen versehenes Samenkorn enthält. Dieses Samenkorn ist sehr gross und steckt in einer glatten, schalenartigen, kastanienbraunen Kapsel. Die ganze Frucht ist nussgross, fleischig und sehr wohlschmeckend“.

De Codolle bezeichnet dieselbe Pflanze als *Bassia Parkii*, Kotschy als *Butyrospermum*, Roxburg als *Bassia butyracea*. Sie ist heimisch in Ober-Guinea, im Königreich Bambara, wo Manga Park sie zuerst am Niger, in Nupe, in Jeba etc. entdeckte. Unter dem Namen Abbeokuta fanden D'Irving und Barter sie auch im Nilgebiet, am weissen Nil, in Gondo-Koro, Djur, Kosanga, in der Gegend der Niams-Niams und in Madi.

Heute kann die Heimat der *Bassia Parkii* noch genauer angegeben werden: Der Karité-Baum ist ausserordentlich verbreitet in den Thälern des oberen Niger, des Bakoy, des Baoulé und ihrer Nebenflüsse; in Beledonga, Fouladougou, Manding, Guenickalaris etc. findet man ganze Wälder. Wild wächst er in Felsschluchten, auf kiesel- und eisenhaltigem Boden.

Untersucht man den Durchschnitt eines jungen Zweiges der *Bassia Parkii*, so erkennt man, dass sich die nahe beieinander liegenden Milchgefässe mitten im Parenchym

der Rinde befinden, das nach aussen nur von einem dünnen Hautgewebe bedeckt ist. Die Milchgefässe sind also durch einen Einschnitt



Fig. 35.

Bassia Parkii, Querschnitt durch einen jungen Zweig.

s = Korkartig. Gewebe.

p. c. = Rindenparenchym.

c. l. = Milchkanäle.

f. l. = Bastfasern.

p. l. = Bastparenchym.

b. = Holz.

leicht zu erreichen; ebenso verhält es sich bei den Stengeln. Sind aber Stengel und Zweige ausgewachsen, so entwickelt sich im Rindenparenchym ein sehr festes, hartes Holzgewebe und Bast. Diese Gewebe wachsen schnell und bilden einen Schutz für die Milchgefässe, die sich auf der inneren Seite an die Holzwand lehnen. Die Milchkanäle sind also dann nur durch eine tiefgehende Verletzung des Baumes und mittels eines starken Instrumentes zu erreichen. Zweifellos ist diese anormale Bildung allen *Bassia*-Arten gemeinsam, und die Ausbeutung infolgedessen schwierig. Ist aber das Hindernis überwunden, so erhält man eine dicke, weisse Milch, die gerinnt und ein Produkt abwirft, das an Güte dem der *Isonandra* nicht viel nachsteht.

5. Die *Mimusops*, deren Produkt seit etwa einem Jahrzehnt nicht mehr als Gutta-Percha sondern als Balata bezeichnet in den Handel kommt. Unter diesem Namen hat sie eine eigene Industrie hervorgerufen, die sich zu derjenigen der Gutta-Percha ungefähr so verhält, wie diese zu der des Kautschuks. Ihre Beschreibung ist deshalb dem dritten Teile dieses Buches vorbehalten.

Damit sind die verschiedenen als Gutta-Percha-Erzeuger bekannten Sapotaceen aufgezählt. Doch ist die Liste noch nicht als abgeschlossen zu betrachten. Nicht nur, dass die thatsächlich bekannten Pflanzen ungenügend untersucht worden sind, gibt es zweifellos auch noch Sapotaceen, über die alle Nachrichten fehlen. So kennt man z. B. aus Borneo noch einige Arten, die in Buiten-Zorg und in Saigund in Herbarien existieren, lebend jedoch noch nirgendwo getroffen worden sind; auch von den auf der Ostseite der malayischen Halbinsel, speziell in Pahang vorkommenden Gutta-Pflanzen ist noch keine einzige wissenschaftlich beschrieben worden.

Ebenso verhält es sich mit den Arten von Indien und Aequatorial-Afrika. Es werden noch Jahre vergehen, ehe man im stande ist, über die Pflanzen, die in diesen Ländern Gutta-Percha liefern könnten, Auskunft zu geben.

Es bleibt schliesslich noch zu erwähnen, dass ausser den Sapotaceen auch noch einige Gewächse aus den Familien der Asclepiadeen, Apocynaceen und Euphorbiaceen als Gutta-Pflanzen genannt werden. Ihr Produkt ist jedoch viel eher als ein schlechtes, wenig elastisches Kautschuk denn als Gutta-Percha zu bezeichnen. Diese Pflanzen sind:

Asclepiadeen:

- Cynanchum viminale* . . . Hindustan,
- Calotropis gigantea* . . . „
- Asclepias acida* . . . „

Apogynaceen:

Alstonia scolaris Hindustan,

Euphorbiaceen:

Euphorbia cattimandoo . . Hindustan und Capland,

„ *nereifolia* „ „ „

„ *tortillis* „ „ „

„ *tirucalli* „ „ „

Macaranga tomentosa „ „ „

Pedilanthus tithymaloïdes „ „ „

In den auf Seite 162—165 befindlichen Tabellen sind die Gutta-Percha-Gewächse übersichtlich zusammengestellt. Die Aufzählung enthält jedoch wahrscheinlich noch Unrichtigkeiten, da die Botaniker, wie schon bemerkt, nach der Verschiedenartigkeit der Blätter eine Menge Spielarten festgestellt haben, die sich bei genauerer Kenntnis auf ein und dieselbe Pflanze zurückführen lassen werden.

So wenig man sich bisher über die Gutta-Percha liefernden Pflanzen geeinigt hat, ebenso uneinig ist man auch über den Einfluss, den klimatische Verhältnisse auf die Gutta-Gewächse ausüben. Seligmann-Lui ist fast der einzige, der in seinem Aufsatz über die Gutta-Gewächse wenigstens einen Versuch gemacht hat, in dieser Hinsicht einige Aufschlüsse zu geben. Seine interessanten Mitteilungen seien daher im Auszuge hier wiedergegeben.

„Die durch vulkanische Eruptionen entstandenen Sunda-Inseln, die heute noch mehrere thätige Vulkane besitzen, weisen infolge ihrer Entstehung zweierlei sehr deutlich erkennbare Erdformationen auf. In der Mitte sind die Inseln gebirgig und erheben sich oft zu beträchtlicher Höhe, nach dem Meere hin flachen sie sich ab. Zur Regenzeit empfangen die Flüsse ungeheure Wassermassen, die sie ungestüm thalwärts führen. Dadurch werden die Flussbette in den oberen Regionen tief aufgewühlt, das Wasser zwingt sich durch die engen Thäler und schleppt grosse Mengen Lehm und Erde mit, die es später, wenn sein Lauf rubiger geworden, an den Ufern ablagert. Es entstehen so am Fuss des Gebirges Anschwemmungen, die alle Tage an Ausdehnung zunehmen, und die sich auch bis weit in das Meer hinein als Bänke fortsetzen. Die zuletzt entstandenen Bänke liegen noch unter dem Meeresspiegel, ihre Form und Anlage wechselt fortwährend, es sind bewegliche Schlamm-inseln, die ganz mit Sumpfpflanzen, insbesondere mit Wasserpalmen, bedeckt sind. Die älteren Anschwemmungen dagegen, die schon an der Sonne getrocknet sind, bieten festen Boden und zeigen sich als flache, oft noch den Schlammüberschwemmungen ausgesetzte Erhebungen. In

diesen sehr fruchtbaren Teilen haben sich die Malayen angesiedelt, und auch die Europäer haben dort Pflanzungen angelegt. In Delli und in Langkat wird Tabak gebaut, in Benkalis Zimt und Manihot, in Palembang an der Westküste Zucker, Kaffee und Pfeffer. Weiter landeinwärts jedoch, wo die Flüsse durch tiefere Thäler eingedämmt werden und Ueberschwemmungen ausgeschlossen sind, wo also der Felsboden an die Stelle des angeschwemmten Lehmes tritt, ändert sich auch die Vegetation, und anstatt der Anpflanzungen dehnen sich ungeheure Wälder aus. Hier, auf den nur mit einer dünnen Humusschicht bedeckten Sandsteinbänken ist die rechte Heimat der Mayangs (Gutta-Bäume). Zahlreiche Bäche, die auch während der trockenen Jahreszeit nicht versiegen, und viel Regen, der sich auf alle Jahreszeiten verteilt, erhalten den Boden frisch und feucht. Im malayischen Archipel übersteigt der jährliche Regen 2 m. Es gibt sozusagen gar keine trockene Jahreszeit, denn nach dem Winter, während dessen periodischer Regen herrscht, der durch südwestliche Passatwinde angekündigt wird, sorgen häufige kürzere Regengüsse immer noch für genügende Feuchtigkeit. Dabei ist die Höhenlage immer noch zu gering, um eine merkliche Aenderung der Temperatur zu bewirken. An den Küsten von Java und Sumatra sinkt im Winter die Durchschnittstemperatur nicht unter 25 ° C. Dass die Mayangs nur auf diesem Boden und nur in diesem Klima gedeihen, wage ich nicht zu behaupten. Alles, was ich sagen kann, ist, dass die Verhältnisse da, wo ich diese Bäume gesehen habe, so liegen, und dass vor mir Murton sie ebenso gefunden hat“.

Diese Mitteilungen über die geographische Verteilung des Mayang liessen den übrigen Erforschern der Gutta-Länder wenig Hoffnung, und man hat wirklich ausserhalb der bezeichneten Zone, d. h. jenseits des 5.° nördlicher und des 3.° südlicher Breite, keine wildwachsenden Gutta-pflanzen mehr gefunden. Die Nachforschungen, die z. B. Pierre in Cochinchina und in Cambodge anstellte, ergaben kein bemerkenswertes Resultat, denn der Thior (Pal. Krantziana), den er dort fand, kann eigentlich gar nicht als Gutta-Pflanze bezeichnet werden, und auch die übrigen Pflanzen, auf die Pierre hinwies, entsprechen in keiner Beziehung den in Sumatra heimischen Arten. Seligman-Lui hörte allerdings, ein in siamesischen Diensten stehender Engländer habe von einer Reise nach Pre-Tcha-Bouri, das auf dem 13.° nördlicher Breite, an der Westküste des Golfes von Siam liegt, Gutta-Percha mitgebracht. Er wies jedoch bald nach, dass das betreffende Produkt nur Borneo-rubber gewesen sei, also eine Gummiart, die man auch noch in Birma und in Pegu findet. Uebrigens bestätigt auch der König von Pegu, der sich viel mit diesen Dingen beschäftigt, dass nördlich von Trigano keine Gutta-

Clouth, Gummi und Gutta-Percha.

Schematische Uebersicht der

Familie	Art	Spielarten	Wissenschaftliche Synonyme	Lokale Bezeichnungen
Sapotaceen	Palaquium od. Dichopsis	Palaquium gutta	Issonandra gutta Dichopsis gutta	Gueutha Tuban-Merah
do.	do.	Palaquium oblongifolium	Dichopsis oblongifolium	Mayang-Doerrian Njatoeh-Balam-Tembaga Njatoeh-Balam-Sirah " " -Soeson (in Sumatra) Njatoeh-Bal-Doerrian Ka-Malam-Paddi (in Borneo) Gueatta-Taban-Merah (Westküste v. Malacca)
do.	do.	Palaquium Borneense.	Dich. Borneense	—
do.	do.	Pal. Treubii und Abart parvifolium	Dich. Treubii u. Abart parvifolium	Dadauw
do.	do.	Pal. Vrieseanum	Dich. Vrieseanum	Njatoeh-Bindaloe
do.	do.	Dichopsis colophilla	Issonandr. costata " chrysonata " chrysohilla " oblongifolia	Mayang-Batou Njatoeh-Djankar

hauptsächlichsten Gutta-Gewächse.

Botaniker u. Forscher	Heimat	Bemerkungen
Th. Lobb, Dr. Oxley, Hooker, Bentham, Burcke, J. Brook, Seligmann-Lui, Baillon, Serrulaz, Beauvisage	Singapor (im gebirgigen Teil, in Chasserian-Estate, in den Schluchten von Boukett-Timah) Borneo?	Diese Art scheint die erste und die beste Gutta-Percha geliefert zu haben. Doch sind heute nur noch wenige Exemplare aufzufinden und die Ausbeutung hat aufgehört.
Seligmann-Lui und Vesque, Beauvisage, Brau de St. Pol-Lias, Teysmann, Burcke	In ganz Sumatra (besonders auf der Ostküste, in Loebe-Along) Lamong, im Südwesten von Borneo (Pontianak), im Süden von Borneo (Banjermassin), Insel Riouw, Malacca, Perak	Heute die qualitativ beste Gutta-Pflanze. — Balam-tembaga heisst: kupfergelbes Blatt. — Der Baum verlangt Feuchtigkeit, doch wenig Licht. Die Blätter enthalten Calcium-Oxalat. Latex: reichlich, farblos, durchsichtig; farblos durch die Alkalien.
Teymann	Borneo	Alle drei sind Spielarten der Palaquium oblongifolium. Die Qualität der Gutta ist gleich.
Burcke	Insel Banka	
Burcke	Sumatra (Mont Sagoh)	
Benth u. Hooker, Pierre, de Vriese, Teymann, Seligmann-Lui u. Vesque	Borneo	Liefert eine hellere und mehr rote Gutta; das Produkt ist weniger fein und kräftig. Nach Vesque nähert sich die Mayang-Batou der Palaquium colophyllum, ist aber nicht mit ihr identisch. Erstere könne grosse Trockenheit und mehr Licht ertragen als die P. oblongifolium.

Familie	Art	Spielarten	Wissenschaftliche Synonyme	Lokale Bezeichnungen
Sapotaceen	Palaquium od. Dichopsis	Pal. Selendit	—	Halaban Njatoeh-Selendit Mayang-Korsick „ -Sikkum „ -Djerinjim „ -Kartas
do.	do.	Pal. Njatoh	—	Njatoeh
do.	do.	Pal. Pistulatum	—	Njatoeh
do.	do.	Dich. elliptica	—	Pauchontea
do.	do.	Pal. Kranziana	—	In Cambodge: Thior in Cochinchina: Chay
do.	Payena	Payena Lerii	Keratophorus Lerii Issonandra Benjamina. Azaola Lerii	In Sumatra: Njatoeh-Balam-Bringin „ „ -Waringin „ „ -Sundeck „ „ -Soendai „ „ -Sandai „ „ -Soentai „ „ -Pipis Balam-Tandjong „ -Tjabee „ -Tandock „ -Troeng „ -Souté In Borneo: Njatoeh-Ka-Malam In Banka: Koelan In Riouw: Ranas, Balam-Soentai Malacca: Gutta Selendit

Botaniker u. Forscher	Heimat	Bemerkungen
Seligmann-Lui u. Vesque, Burcke	Sumatra, Malacca	Sehr harte, zur Kabelfabrikation ungeeignete Gutta. Erträgt ziemliche Trockenheit, doch wenig Licht.
Teysmann	Java (Prov. Banjerang)	do.
Pierre	Perak (Ceylon)	Mit Erfolg von den Engländern kultiviert.
Pierre	Wynaad, Coorg, Travancore (Brit. Indien)	Gutta hornig und beim Erkalten brechend.
Pierre	Französ. Schutzstaat Indo-China	Liefert, wahrscheinlich wegen ungünstiger klimatischer Verhältnisse, ein minderwertiges Produkt.
Benth u. Hooker, Miquel, de Vriese, Seligmann-Lui u. Vesque, Beauvisage, Burcke, Teysmann, Tromp, Hasskarl, Brau de St.-Pol-Lias	Sumatra (Padang, Assahan, Siak), Banka, Borneo, Riouw, Amboin, Malacca	Verdankt den Beinamen Bringin oder Waringin der Ähnlichkeit ihrer Blätter mit denen der Urostigma Benjaminum, die im Malayischen Bringin oder Waringin genannt wird. — Ihr Produkt herrscht fast in allen Mischungen vor, die als Roh-Gutta-Percha auf die Handelsmärkte kommen. Es ist in der Qualität nicht gleichmässig. Der Baum ist eher ertragsfähig als die Pal. oblongifolium. Alle Gewebe der Pflanze enthalten einen Stoff, der sich unter der Einwirkung von Alkohol schwarz färbt. Von den Engländern in Pardenia und Hemeratgoda kultiviert.

Familie	Art	Spielarten	Wissenschaftliche Synonyme	Lokale Bezeichnungen
Sapotaceen	Payena	Payena macrophylla	Kakosmanthos macrophyllus	Getah Moendirig
do.	Bassia	Bassia Parkii	B. Butyrospermum „ Niloticum „ Butyracea	Karite-Baum Ghi-Baum Saga
Asclepiadeen	Cyanchum Calotropis Asclepias	Cyn. viminale Cal. gigantea Ascl. acida	—	—
Apocynaceen	Alstonia	Alst. scolaris	—	—
Euphorbiaceen	Euphorbia Macaranga Pedilanthus	Euph. catti- mando Euph. nereifolia „ tortillis „ tirucalli Mac. tormentosa Ped. tisthymaloides	—	—

Botaniker u. Forscher	Heimat	Bemerkungen
De Vriese, Teysmann, Hasskarl, Miquel, Beauvisage, Burcke	Java (Prov. Bantam)	Die Gutta-Percha steht der vorigen an Qualität sehr nach.
Linné, de Candolle, Roxburg, Kotschy, Guibourt, Baucher, Heckel und Schlagdenhaufen, Mango-Parck, Gallieni, Schweinfurth	Ober-Guinea, Bambara, am oberen Niger, am weissen Nil, an den Niams-Niams, im Thale Bakoy, in Baoulé, Beledongo, Feladongo, Mandiarg, Guenickalaris, bei den Bougos	Nach Heckel hat die Bassia in Afrika eine Zukunft, indem sie berufen wäre, mit den Palaquien der Sunda-Inseln zu konkurrieren.
—	British-Indien	
—	do.	
—	Indien u. Kapland	Noch wenig untersucht.

Percha mehr vorkomme. Da nun aber die Bäume die Verpflanzung in ein anderes Klima und in anderen Boden sehr schlecht ertragen, im günstigsten Falle degenerieren und ein ganz minderwertiges Produkt liefern, scheinen der Akklimatisation unübersteigliche Hindernisse entgegen zu stehen. Selbst eine Kultur, die sich auf die schon mehrmals erwähnte Zone beschränkt, bereitet noch Schwierigkeiten.

Um das zu erklären, muss hier vorgegriffen und an dieser Stelle bereits einiges über die bekannten kommerziellen Marken gesagt werden. Seligmann-Lui hat bereits ausgesprochen, dass gute Gutta-Percha nicht nur durch ihre Plastik und ihr Verhalten gegen Elektrizität, sondern auch durch ihre Unveränderlichkeit charakterisiert werde. Seit Beginn der Kabelfabrikation ist man stets bemüht gewesen, die Isolierung zu verstärken, man hat diese Eigenschaft der Gutta-Percha durch verschiedene Kunstgriffe, durch Mischung verschiedener Arten u. s. w., selbst über das Mass des Notwendigen hinaus entwickelt. Keines dieser künstlich verbesserten Produkte kommt aber an Dauerhaftigkeit den ursprünglich verwendeten, viel besseren und ganz reinen Qualitäten gleich. Was also auch die Laboratorien Neues erfinden mögen, man wird immer den gemachten Erfahrungen Rechnung tragen müssen. Wenn eine neue Gutta-Percha Vorteile zu bieten scheint, soll man zweifellos deren Kultur anstreben, aber dabei nicht vergessen, dass es sich so lange um Versuche handelt, bis ein durchschlagender Erfolg wirklich die Güte des Produktes bewiesen hat. Dagegen können und sollen die Qualitäten, deren Wert seit lange anerkannt ist, ein ganz anderes Vertrauen einflössen. Unter die letzteren setzt Seligmann an erster Stelle die Gutta-Derrian oder taban. Sie ist in reinem Zustande weiss, gewöhnlich aber durch Fremdkörper rotbraun gefärbt; schon auf den ersten Blick hat sie ganz das Ansehen einer guten Gutta-Percha. Sie ist die auf den Märkten am meisten gesuchte Marke und auch zweifellos die zuerst exportierte. Zu den anderen Arten griff man erst, als die Gutta-Derrian selten zu werden begann. Der zweite Rang gebührt nach Seligmann-Lui der Gutta-Sundeck und der Gutta-Batou, die auch im Handel gleich nach der zuerst genannten Marke rangieren. Die Gutta-Sundeck ist ebenfalls weiss und fest, im Durchschnitt glatt, glänzend und elfenbeinartig. Die in den Handel kommende Sundeck zeigt jedoch meist eine rötliche Färbung, was daher kommt, dass sich der zwischen Holz und Rinde zirkulierende Latex mit einem anderen, rotfärbenden Saft, der im äusseren Rindengewebe enthalten ist, vermischt. Diese Gutta-Percha ist weniger plastisch als Derrian. Gutta-Batou ist heller und rötlicher als Derrian, hat ein weniger feines Gewebe als diese und ist auch vielleicht weniger stark. Gutta-Belouk und Gapouk, die im Handel beide als Gutta-Pouteh (weiss)

bezeichnet werden, sind untergeordnete Qualitäten, sie zeigen schon einige Verwandtschaft mit der sogenannten Bouhâ-balam Gutta, einer ganz wertlosen Qualität, die auf den flachen Inseln oder in sumpfigen Ebenen gewonnen wird. Sie wird nach verhältnismässig kurzer Zeit brüchig und staubartig. Ob diese Verwandlung eine einfache physische Veränderung ist, oder ob sich der bei allen Gutta-Percha-Arten beobachtete Vorgang der Oxydation oder Harzbildung bei diesen beiden Arten schneller vollzieht, wird erst nach einer genaueren Untersuchung festgestellt werden können, ebenso wird es sich zeigen, ob das Kochen, von dem weiter unten noch die Rede sein wird, dazu beiträgt, diese Veränderung zu verhindern, resp. zu verzögern, oder ob man, wenigstens bei der Kabelfabrikation, auf die Verwendung dieser Marken überhaupt verzichten muss. Für gewisse andere industrielle Zwecke würden sie trotzdem noch Verwendung finden können.

Aus dem Vorhergehenden dürfte man schliessen, dass es lohnte, wenigstens mit dem die Gutta-Derrian produzierenden Mayang Versuche einer rationellen Kultur und einer Verpflanzung vorzunehmen. In Bezug auf die anderen Arten bedürfte es zuvor noch einer langen und eingehenden Untersuchung. Man müsste da nicht nur die elektrischen Eigenschaften und das Isolierungsvermögen kennen, sondern auch alle anderen physikalischen und chemischen Eigenschaften ergründen: ob die betreffenden Arten elastisch, wie sie sich gegen Wärme verhalten, bei welcher Temperatur sie weich werden, welche Härte sie nach der Knetung erhalten, in wie weit sie der Oxydation widerstehen, ob sie unter Druck wasserdicht sind etc. etc. Und erst wenn die Antwort auf alle diese Fragen günstig ausfällt, wenn zu allen diesen Zeugnissen auch noch der Beweis der Erfahrung kommt, dann erst ist es an der Zeit, eine rationelle Kultur zu beginnen. Es ist möglich, dass man infolge solcher Bemühungen Produkte erhält, die die Gutta-Derrian übertreffen. Aber, wenn man berücksichtigt, dass mindestens 15 bis 20 Jahre verfließen, ehe eine Pflanzung die erste Ernte liefert, dass ferner ebenso viel Zeit vergehen wird, bis der Beweis der Haltbarkeit erbracht worden ist, so ist es klar, dass ein definitives Urteil erst nach 30 bis 40 Jahren erfolgen könnte. Es ist hieraus ersichtlich, dass die Kultur und Akklimatisierung der Gutta-Percha eine äusserst schwierige und langwierige Sache ist, und dass noch eine lange Frist verstreichen wird, ehe sich die Wissenschaft über diesen Punkt klar aussprechen kann. Alles, was man heute sagen kann, ist, dass die Engländer schon seit lange Versuche gemacht haben. Das von ihnen gewählte Probefeld, Ceylon, lässt nach seinen klimatischen Verhältnissen sehr wohl auf einen Erfolg hoffen. Wenn dagegen die von französischer Seite, von Pierre, unternommenen Versuche miss-

lingen, so ist dieser Misserfolg einzig der unglücklichen Wahl der Zone zuzuschreiben. Dieselben Versuche, in den näher am Aequator gelegenen französischen Kolonien Afrikas wiederholt, würden wahrscheinlich weit günstiger ausfallen.

III. Gewinnung der rohen Gutta-Percha.

Es ist bekannt, dass in Sumatra die Gutta-Percha durch das Fällen der Bäume gewonnen wird; von einer anderen Methode der Ausbeutung hat man bisher nichts gehört. Die ganz alten Bäume sind oft von einer sehr bedeutenden Stärke, 1 bis 2 m Stamm-Durchmesser, und am Grunde von senkrechten Trieben umgeben, so dass man, um an den Stamm zu gelangen, ein Gerüst aufrichten muss; doch sind solche Riesen selten geworden, und man findet sie nur noch in den Wäldern, die von der Bevölkerung nicht regelrecht ausgebeutet werden. Meistens arbeiten bei der Ernte drei oder vier Eingeborene zusammen. Da die Bäume fast nur in den dichtesten Teilen der Urwälder vorkommen, und die an die Kampongs (Dörfer) grenzenden Wälder schon längst ausgebeutet sind, müssen sich die Gutta-Percha-Sucher für einige Tage in der Wildnis niederlassen und sich dort eine Hütte bauen. Mit erstaunlicher Geschicklichkeit wissen sie auch im undurchdringlichsten Gestrüpp die betreffenden Bäume zu finden. Da wo ein Zweifel möglich, wo etwa unter dem Gewirre von Blattwerk die Blätter des Guttabaumes nicht zu entdecken sind, wird ein Versuchseinschnitt in den Stamm gemacht, um seine Art festzustellen; übrigens sind dem kundigen Eingeborenen die Farbe des Stammes, die Dicke der Rinde und die Härte des Holzes untrügliche Kennzeichen. Ist ein Baum gefunden, der der Ausbeutung wert scheint, so wird er mit der Axt gefällt, mit einer kleineren Axt werden sodann in einem Abstand von 30 bis 50 cm Halbkreise in die Rinde gezogen. An einigen Orten hält man es für notwendig, ehe man diese Ringe oder Rinnen anbringt, den Stamm zu entlauben, wodurch verhütet werden soll, dass sich der herausquellende Milchsaft über die Blätter und Zweige verteilt. Je nach der Art sammelt sich der Saft schneller oder langsamer in den vorgezeichneten Rinnen. Der Saft der Payena-Lerri, der Tuban derrian und tembaga von Soupayang gerinnt nicht sofort; der der Dichopsis oblongifolia ist dagegen dicker, gerinnt leicht und verdichtet sich zwischen der Rinde und den Holzfasern. Bei der Dichopsis wird die Rinde des offenen Ringes mit der Axt in eine Art weiches Mark

zerbröckelt, und dadurch das Abfließen des Milchsaftes ausserhalb der Rinne verhindert.

An vielen Orten wird die Ernte der Gutta-Percha-Milch ausserordentlich nachlässig betrieben. Während der Arbeiter damit beschäftigt

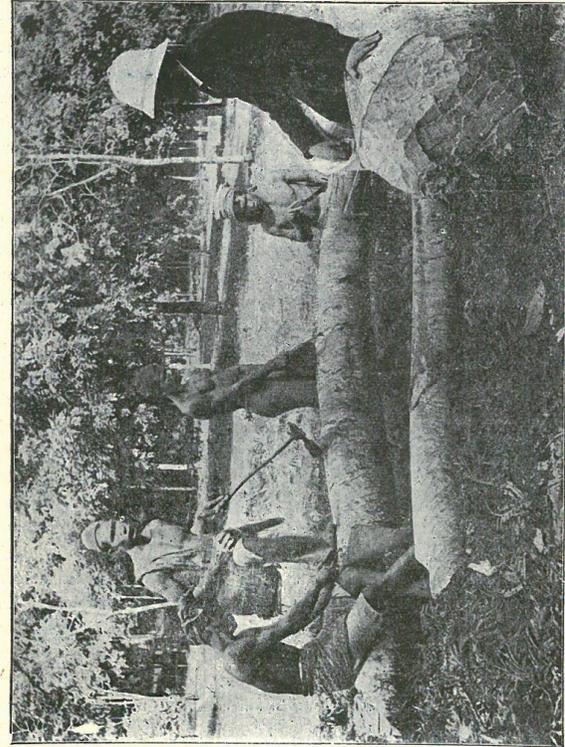


Fig. 36. Gewinnung der Gutta-Percha in Sumatra.
(Mit Genehmigung der Soc. for the encouragement of arts etc., aus Chamber Lectures on Gutta-Percha by Dr. Eug. Obach.)

ist, den Baum von der Wurzel bis zur Spitze mit Rinnen zu versehen, läuft schon eine ganz beträchtliche Menge Latex aus. Er gibt sich jedoch nicht die Mühe, die Flüssigkeit in Bechern oder anderen Gefässen aufzufangen. Manche Sammler behaupten sogar, dass die auf diese Weise ausgelaufene Gutta-Percha minderwertig sei und im Handel schlechter

bezahlt werde. Sie ist ihnen zu weiss, und sie wissen, dass man die roten oder braunen Sorten vorzieht. Andere geben für ihre Nachlässigkeit überhaupt keinen Grund an. Wenn nun der Baum so bis an die Spitze mit Einschnitten versehen ist, geht man daran, den Saft, der sich sofort in den Spalten anhäuft, zu sammeln. Mittels eines Schabeisens wird alles, was sich in den Rinnen festgesetzt hat, sowohl der geronnene Latex als die Rindenstücke, herausgeholt und in Säcke aus Spartogras gestopft. Sind alle Rinnen leer, so ist die Arbeit gethan, und man geht zu einem anderen Baume über. Es kommt freilich häufig vor, dass der Milchsaft immer noch weiter fliesst und die Rinnen zum zweiten Mal füllt, doch wird das nicht weiter beachtet. Auch werden die Einschnitte nur auf der oberen Hälfte des gefällten und auf dem Boden liegenden Baumes angebracht, während die untere Hälfte, die dem Boden zugekehrt ist, unberührt bleibt, da es unmöglich ist, den Stamm umzuwenden; es würde zuviel Arbeiter erfordern und ist bei der ganz dem Zufall überlassenen Lage des gefällten Stammes, oft mitten im Dickicht, meistens überhaupt unthunlich. Der also erst halb seiner Gutta entledigte Baum bleibt nun liegen; niemand kümmert sich mehr darum, trotzdem er noch ein ganz ausgezeichnetes Nutzholz liefern könnte. An anderen Orten wird derselbe Baum wegen seines Holzes gefällt, und hier denkt man dann wieder nicht daran, das Gummi zu sammeln. Doch schliesst diese Art der Gutta-Percha-Gewinnung noch eine andere unglaubliche Fahrlässigkeit in sich. Jeder der gefällten Riesenbäume reisst nämlich bei seinem Falle eine ganze Anzahl anderer Bäume mit, auch ist man oft genötigt, schon vorher die zunächst stehenden oder durch Schlinggewächse mit ihm verbundenen abzuholzen. Die Folgen einer solchen Zerstörung konnten nicht ausbleiben und machen sich seit einer Reihe von Jahren mehr und mehr fühlbar. Früher hielt der Sammler eine Dichopsis erst dann der Ausbeutung wert, wenn sie die Grösse eines Kokosbaumes (etwa 1 m Umfang) erreicht hat. Heute aber findet man nur noch sehr selten Exemplare von dieser Grösse und ist also gezwungen, zu den jüngeren Pflanzen überzugehen. Ausgewachsene Gutta-Bäume, die geringere Qualitäten liefern, findet man dagegen in den Wäldern in ziemlicher Anzahl, was daher kommt, dass man diese Arten früher überhaupt nicht in Angriff nahm. Erst seit etwa 15 Jahren, als die gute Gutta immer seltener und die Nachfrage immer grösser wurde, hat man auch mit der Ausbeutung dieser Bäume begonnen.

Nach den Beobachtungen, die Leon Brasse und Seligmann-Lui an Ort und Stelle gemacht haben, wird die Gutta-Percha auf verschiedene Arten zubereitet. Dünnerer Milchsäfte, wie der der Payena, werden in flüssigem Zustande in die Hütte gebracht; dickere dagegen, wie der der

Dichopsis, mischen sich beim Ausfluss mit Holzteilen und verdichten sich während des Transportes noch mehr. Der Arbeiter nimmt mit der Hand die grössten Holzsplitter und Rindenstücke heraus und wirft die Masse in einen Topf mit heissem Wasser; die Gutta wird darin weich und knetbar und verwandelt sich in eine kompakte Masse. Gute Qualitäten kleben nicht an den Fingern. Die knetbare Masse wird zu möglich dünnen und flachen Streifen verarbeitet, wodurch der grösste Teil der Holzteilchen auf die Oberfläche kommt und mit kaltem Wasser, durch Reiben oder auf andere Weise entfernt werden kann. Gewöhnlich wird diese Operation noch ein zweites Mal gemacht. Die Gutta wird dann wieder erweicht, geknetet, in Blätter ausgerollt, gewaschen und gerieben und zu Broten von verschiedener Grösse und Form zusammengefaltet. Man kann die einzelnen Blätter an den Broten noch genau erkennen. Die zweimal gereinigte Gutta-Percha ist natürlich viel besser als die nur einmal durchgearbeitete, dennoch ist auch sie noch nicht rein, sondern enthält immer noch eine beträchtliche Menge Holzteilchen, die bei der Fabrikation erst durch eine umständliche Behandlung, von der weiter unten noch die Rede sein wird, entfernt werden müssen. In Sumatra wird die Gutta nicht gereinigt, sondern im Gegenteil meistens absichtlich durch Hinzufügung grosser Mengen gestossener Rinde gefälscht. Im Verlaufe aller dieser Prozesse verändert die Gutta-Percha ihre Farbe. Sie ist, wenn sie aus dem Baume fliesst, immer weiss, infolge der Vermischung mit Rinde und Holz nimmt sie aber beim Kochen eine dunklere und bei den verschiedenen Arten verschiedene Farbe an. Während die Gutta der Payena durch den Einfluss der Luft gelblich wird, färbt sich die der Dichopsis lediglich durch die Einwirkung des Farbstoffes, den sie beim Kochen aufnimmt. Es wird auch behauptet, dass die Sammler der Gutta beim Kochen absichtlich einen Farbstoff zusetzen, um ihr die im Handel bevorzugte Farbe zu geben.

Nur selten kommt eine Gutta-Percha unvermischt, d. h. von ein und derselben Pflanzenart stammend, in den Handel. Wenn nämlich die Sammler eine gewisse Menge guter Gutta-Percha gefunden haben, aber immer noch nicht genügend, um sie vorteilhaft zu verkaufen, so sehen sie sich nach einem weiteren Baume um, der ihnen das fehlende Quantum liefert. Da sie aber mit Suchen nicht viel Zeit versäumen wollen, greifen sie den ersten besten Baum an und nehmen alles, was sich bietet, bis sie die gewünschte Menge zusammen haben. In ihr Kampong zurückgekehrt, mischen sie alles zusammen. Dieser Gebrauch ist so allgemein, dass es ganz unmöglich ist, sich bei den eingeborenen Händlern Proben einer jeden einzelnen Art zu verschaffen. Die am besten gelungene

Mischung wird oft als Balam-tembaga bezeichnet, auch dann, wenn der Saft der *Dichopsis oblongifolium* darin enthalten ist. Die Erfahrung hat indessen die Malayen gelehrt, welche Arten zusammen passen, und welche einander beeinträchtigen, und sie hüten sich in ihrem eigenen Interesse wohl, die letzteren zusammenzubringen.

Ueber die Art, wie im Nordwesten von Borneo, also in Sarawack, Pontianak, Labuan etc. bei der Gutta-Percha-Ernte verfahren wird, berichtete Leys, der Generalkonsul der britischen Besitzungen in Nord-Borneo. Aus seinen Mitteilungen geht hervor, dass die verschiedenen Sorten Produkte verschiedener Bäume sind, dass aber die reine, rote Borneo-Gutta-Percha das Produkt einer *Dichopsis* ist. Andere Bäume liefern Latex geringerer Qualität, die von den Eingeborenen mit guter Gutta-Percha vermischt wird. Die rote Gutta-Percha erhält man von grossen 40 bis 50 m hohen Bäumen, die in den alten Dschungeln auf den Abhängen der Hügel wachsen. Zur Gewinnung des Rohproduktes wendet man folgendes Verfahren an: Hat der Sammler einen Baum gefunden, der die Ausbeutung lohnend erscheinen lässt, d. h. ein Exemplar, das in Manneshöhe 1 m Umfang hat, so wird zunächst die Krone entfernt. Hierauf werden in die Rinde kreisförmige Einschnitte gemacht und zwar im Abstand von 40 bis 50 cm. Der Latex fliesst zwei oder drei Tage lang; er wird in irgend einem Gefäss, in Blättern oder durchgetheilten Kokosnüssen, aufgefangen, in einen Topf gebracht und eine halbe Stunde gekocht. Hierbei erhält er einen kleinen Zusatz von Wasser, wodurch verhindert wird, dass er sich an der Luft weiter verhärtet und am Ende gar seinen kommerziellen Wert verliert.

Auf den Ertrag, den die verschiedenen Arten und die einzelnen Exemplare der Gutta-Percha erzeugenden Bäume an Rohmaterial liefern, scheinen geographische und klimatische Lage, das Alter der Pflanzen, die Jahreszeit, in welcher die Ernte stattfindet und natürlich auch die Art ihrer Ausführung, Fällen des Baumes oder nur Anschneiden der Rinde, von weitgehendstem Einflusse zu sein. Die Angaben darüber gehen so weit auseinander, dass man Zweifel in die Richtigkeit aller zu setzen wohl berechtigt ist. Bureke gibt das Ertragnis für ausgewachsene Bäume mit 11 oz. = 0,311 kg als durchschnittlich an. Serrulaz berichtet, dass ein in Pahang gefällter Riesenbaum 13 $\frac{1}{2}$ oz. = 0,382 kg, Wray, dass ein 100 Jahre alter Taban merah-Baum 2 lbs. 5 oz. = 1,048 kg., ein ausgewachsener Taban puteh-Baum 2 lbs. 11 oz. = 1,216 kg geliefert habe. Logan gibt dagegen das Durchschnittsertragnis eines Baumes für Johor mit 5 $\frac{1}{2}$ lbs. = 2,774 kg und Oxley das gleiche für Singapor mit 13 $\frac{1}{3}$ lbs. = 3,200 kg an. Diesen

Angaben gegenüber stehen andere, die das Ergebnis wenig entwickelter Bäume mit 15 kg und dasjenige kräftiger selbst bis zu 45 kg beziffern. Welche von diesen Angaben nun auch die richtige sein mag, immer bleibt die Thatsache bestehen, dass selbst im günstigsten Falle das Ertragnis eines Baumes ein geringes, und dass bei der unrationellen Art der Ernte, bei welcher die vorhandenen Bäume mehr als dezimiert werden, die Gefahr einer Verminderung der Ausfuhr und ein endliches, gänzliches Versiegen der Quellen nicht ausgeschlossen ist.

Die Frage, wie dieser Gefahr zu begegnen sei, hat Forscher, Industrielle und Regierungen lebhaft beschäftigt und endlich E. Jungfleisch auf den glücklichen Gedanken gebracht, ihr anders als durch eine bessere Kultur und vernünftiger Ernteweise entgegenzutreten. Eine Untersuchung, die er an 1888 von Serrulaz mitgebrachten Pflanzenproben anstellte, liess in ihm die Vermutung aufkommen, dass in allen Theilen der Gutta-Gewächse Gutta-Percha enthalten sei, nicht nur im Stamm, sondern auch in den anderen Organen und zwar wahrscheinlich in weit grösseren Mengen, als die Malayen aus jenem zu ziehen vermochten. In seinen 1892 an die Société d'encouragement gerichteten Mitteilungen macht Jungfleisch ausführliche Angaben über seine Versuche, an denen Dr. Serrulaz auch Anteil hat, obwohl er in einem ebenfalls an die genannte Gesellschaft erstatteten Bericht die Erfindung Jungfleisch allein zuschreibt. Diese Versuche hatten ergeben, dass es verschiedene Auflösungsmittel gibt, mit Hilfe deren man die Gutta-Percha aus den Pflanzenzellen extrahieren kann; Toluol hat sich als das wirksamste erwiesen. Es löst die drei Bestandteile der Gutta-Percha (Gutta, Albane und Fluavile) ganz, dagegen die übrigen in Blättern, Rinden und Holz enthaltenen Stoffe, ausgenommen ein wenig Chlorophyll, nur in ganz geringen Mengen auf. Die Versuche wurden angestellt:

1. mit an der Luft getrockneten Blättern, d. h. also mit solchen, die der Oxydation durch die Luft ausgesetzt waren,
2. mit Blättern, die frisch in antiseptisches Wasser getaucht und darnach getrocknet wurden,
3. mit getrockneten und ihrer Blätter beraubten Schösslingen,
4. mit zweijährigem, trockenem und der Blätter beraubtem Holze.

Alle diese Pflanzenteile lieferten eine beträchtliche Quantität Gutta-Percha und zwar ergaben:

struiert, die in des Letztgenannten „Cantor Lections on Gutta-Percha“ (London 1898) beschrieben sind.

Der einfachste dieser Apparate ist der von D. Rigole (Fig. 36), bei dem zweifach Schwefelkohlenstoff zur Anwendung kommt. Die Blätter werden in den Kessel A gebracht, während der Schwefelkohlenstoff sich in dem Kocher B befindet, in welchem er durch ein Heisswasserbad D erhitzt und verdampft wird. Die Dämpfe steigen durch das Rohr a in C, wo sie kondensieren und flüssig auf die Blätter rinnen, die sie durchsickern, um mit der durch sie extrahierten Gutta-Percha durch a nach B zurückzuffliessen. Nach der vollständigen Auslaugung der Blätter wird aus dem Dampfkessel E durch das Rohr h Dampf in A geleitet, durch den der Schwefelkohlenstoff und die in B befindliche Lösung nach F hinüber destilliert wird, während die gewonnene Gutta-Percha in den Kocher B, im Kondenzwasser schwimmend, zurückbleibt. — Statt des von Serrulaz und Jungfleisch angewandten Toluens wenden Professor Ramsay zur Extrahierung der Gutta-Percha aus Blättern Harzöl, und Dr. E. Obach Petrol-Aether an, während ihre Apparate im wesentlichen auf gleichen Prinzipien wie der Rigol'sche beruhen.

Als abgeschlossen sind diese Versuche noch nicht zu betrachten, und immerhin bleibt abzuwarten, welche Erfahrungen man bezüglich der aus Blättern extrahierten Gutta-Percha, die bisher nur erst in ganz geringen Quantitäten verwendet wurde, mit den daraus angefertigten Gegenständen, namentlich mit den damit isolierten Telegraphendrahtleitungen in der Erde und im Meere machen wird.

IV. Kommerzielles.

Die schon mehrfach erwähnte, verdienstvolle Arbeit von Leon Brasse hat besonders zu diesem Kapitel schätzbares Material geliefert. In der Erkenntnis, wie schwer bei den gegenwärtigen Verhältnissen es ist, wirklich wissenschaftlich vorzugehen, und überzeugt, dass die veralteten Benennungen der Gutta-Percha-Marken: Macassar, Singapor, Java, Sumatra, Borneo u. s. w. nichts sagen, vielmehr geeignet sind, die Begriffe derjenigen, die aus diesen Namen auf den Wert der so bezeichneten Sorten schliessen möchten, noch mehr zu verwirren, hat Brasse jede einzelne Art vorgenommen, sie auf ihren wahrscheinlichen Ursprung hin untersucht und die Form festgestellt, unter der sie auf den internationalen Märkten erscheint. Er hat sodann das Aussehen, den Schnitt,

die Art und Menge der Fremdkörper, sowie die für die industrielle Verwendung in Betracht kommenden Eigenschaften, Nervigkeit, Härte, mehr oder weniger schnelles Erkalten und die Qualität des erhaltenen Fadens einer genauen Prüfung unterworfen. Endlich bestimmte er noch das Verhältnis der reinen Gutta zu den in jeder der untersuchten Sorten vorgefundenen Harzen und die spezifische Widerstandskraft in Megohm-Centimetern. Die Angabe der Verunreinigungen basiert auf Ergebnissen durch fabrikmässiges Waschen. Das Verhältnis der Gutta-Percha zu den Harzen bestimmte Brasse auf folgende Weise: Er nahm etwa 5 g nach dem industriellen Verfahren gereinigter Gutta-Percha und löste sie im Wasserbad in Benzin auf, derart, dass er 200 cbcm Flüssigkeit erhielt. Davon nahm er nach dem Filtrieren 50 cbcm und goss sie tropfenweise in 100 cbcm kochenden, reinen Alkohol. Die reine Gutta-Percha setzt sich, während die Harzteile aufgelöst bleiben. Er klärte die Masse nochmals durch Filtrieren, wusch sie in reinem Alkohol, trocknete sie bei 110° C. mittels trockener Kohlensäure und erhielt so das Gewicht der reinen Gutta-Percha. Eine andere Probe von 50 cbcm filtrierter Flüssigkeit wurde verdampft und bei 110° C. mittels trockener Kohlensäure getrocknet. Der Unterschied der beiden Gewichte gab das Gewicht der in der betreffenden Sorte enthaltenen Harzstoffe an.

Die spezifische Widerstandskraft gegen Elektrizität ist nach einer Messung angegeben, die an einem mit Gutta-Percha isolierten Drahte praktisch vorgenommen wurde.

Diese Untersuchungen wurden an allen bekannten Gutta-Percha-Sorten vorgenommen. Sie können als Vorbild für Arbeiten dieser Art gelten, und wenn sie im Nachfolgenden (S. 180 bis 193) in eine einzige Tabelle zusammengedrängt sind, so geschieht das nur, um den Lesern das schnelle Verständnis und die Uebersicht zu erleichtern und einen Vergleich zu ermöglichen.

Leon Brasse beansprucht nicht, damit ein erschöpfendes Bild des gesamten internationalen Gutta-Percha-Marktes gegeben zu haben, er musste vielmehr, ehe er die vorgenannten Typen zusammenstellen konnte, eine gewisse Auswahl unter den vorkommenden kommerziellen Sorten treffen. Die Mitteilungen über deren Herkunft wurden ihm von gut unterrichteten Import-Kaufleuten und von Händlern in Singapor gemacht. Alle diejenigen Sorten, die, wenn sie auch nach ihrem physikalischen und chemischen Charakter ein homogenes Ganze bilden, in Bezug auf ihren Wert Meinungsverschiedenheiten zulassen, sind nicht aufgezählt worden. Ebenso sind gewisse bekannte Sorten ausgelassen, bei denen man aus der Verschiedenheit der Resultate schliessen muss, dass sie nicht sowohl feststehende Typen, als willkürlichen Veränderungen unterworfenen

Schematische Uebersicht der

Ordnungs-Nr.	Bezeichnung	Geographischer Ursprung	Form	Aussehen	Schnitt
1	Pahang	Staat Pahang Ostküste der malayischen Halbinsel	Gewöhnlich kleine Stücke; die birnförmigen wiegen 500 g bis 1 kg, die unten rechtwinklig abgeplatteten höchstens 3 kg	Gelblich, selten rötlich, meistens ins Grünliche spielend	Weiss-gelblich, sehr selten gelbrötlich; kompakt, selten geblättert
2	do.	do.	do.	do.	do.
3	do.	do.	do.	do.	do.
4	do.	do.	do.	do.	do.
5	do.	do.	do.	do.	do.
6	do.	do.	do.	do.	do.
7	Sandakan	Nordosten von Borneo	2 kg schwere Brote in Gestalt eines Parallelepipedums mit trapezförmiger Grundlage und kahnförmiger Verlängerung; scharf ausgeprägte Winkel; geformte Gutta	Hellgelb	do.

hauptsächlichen Gutta-Percha-Sorten.

Natur u. Menge der Verunreinigungen	Wertschätzung	Natur des Fadens	Verhältnis der Gutta-Perche zum Harz	Spezifischer Widerstand in Megalogrammcentimeter	Bemerkungen
Wenig Holzteile 33 %	Die Qualität verarbeitet sich gut, bleibt lange sehr nervig, erlangt beim Erkalten sehr schnell wieder die ursprüngliche Härte	Etwas runzelig	6,20	62,10	—
do. 25 %	do.	do.	4,69	16	
do. 33 %	do.	do.	4,94	50	
do. 28 %	do.	do.	3,89	15	
do. 24 %	do.	do.	5,75	5	
do. 41 %	do.	do.	5,25	28	
Wenig Rinde 22 %	Wie oben	Der Faden ist glatter	2,29	56	Diese Gutta scheint vor dem Formen geplättet zu werden

Ordnungs-Nr.	Bezeichnung	Geographischer Ursprung	Form	Aussehen	Schnitt
8	Maragulai	?	SchrflacheBrote von 1 kg oder weniger, auch flache oder vier-eckig gepresste Spindeln von 3 bis 4 kg Gewicht	Weissgrau, mit graueren Flecken	Hornig
9	Bagan	Wahrscheinlich zwischen Malacca und Singapor	Birnförmige Stücke von 2 bis 3 kg oder Rüben von 6 bis 8 kg	Weinrot, fühlt sich sowohl kalt als warm wie Seife an	Mehrod.weniger holprig, zahlreiche Löcher, die von der unvollkommenen Verbindung der einzelnenStücke herrühren, aus denen die grossen Stücke zusammengesetzt werden.
10	do.	do.	do.	do.	do.
11	Banjer-massin	Süd-Borneo	An den Enden abgerundete Knüppel v. 80 cm Länge u. 10 bis 15 cm Durchmesser; auch Parallelepipedums von 50 zu 60 cm in Form einer Bleimulde u. auf beidenSeiten mit Skulpturen geschmückt; auf der einen ein Ungeheuer, auf der anderen Blattwerk	Schwammartig, braun, selbst schwärzlich	Lachsrot, geblättert
12	do.	do.	do.	do.	do.

Natur u. Menge der Verunreinigungen	Wertschätzung	Natur des Fadens	Verhältnis der Gutta-Percha zum Harz	Spezifischer Widerstand in Megohmcentimet	Bemerkungen
Es finden sich in der Masse keine unregelmässig geformten Rindenteilchen, dagegen sind regelmässig zugeschnittene Stückchen von etwa 1 cm Grösse vorhanden, die jedenfalls absichtlich hinzugefügt werden 16 %	Sehr harte, schnellerkaltende Gutta	Runzeliger Faden	1,27	43	—
Entweder gar keine oder wenig Rindenteile 29 %	Ziemlich harte u. nervige, schnell erkaltende Gutta	Sehr glatter Faden	1,47	30	Riecht nach Opium; schwer zu reinigen; gleicht in ihrem Verhalten bei der Reinigung und beim Spinnen sehr der Balata.
29 %	do.	do.	1,42	17	
Viel Rindenteile 45 %	Sehr harte, sehr nervige Gutta, erkaltet schnell	Runzeliger Faden	4,09	141	—
40 %	do.	do.	2,20	52	—

Ordnungs-Nr.	Bezeichnung	Geographischer Ursprung	Form	Aussehen	Schnitt
13	Kotaringin	Süd-Borneo	An beiden Enden zugespitzte Spindeln, die im Durchschnitt quadratisch oder abgeplattet sind und 1 bis 2 kg wiegen; auch Parallelepipedums von 3 bis 4 kg, an den Enden abgerundet und verjüngt	Heller als Banjermassin	Lachsrot, geblättert
14	do.	do.	do.	do.	do.
15	Pekan	In Pahang am Meeresufer	Brote von 4 bis 5 cm Dicke und 2 bis 5 kg Gewicht	Braun-rötlich, dunkel-pflaumenfarben, schimmelig	Weinrot, sehr homogen
16	do.	do.	do.	do.	do.
17	Sarawack	Nordwesten von Borneo	Die Brote sind, wenn sie trocken sind, leicht im Verhältnis zu ihrer Grösse	Schwammige Brote, die Oberfläche ist warzig mit erdbrauner Rinde	Gelb-rötlich mit weissen Adern
18	do.	do.	do.	do.	do.
19	Pontianack	Südwesten von Borneo	Blöcke von 5 bis 10 kg	Sehr schwammig, gelb-rötlich, grauer als Sarawack	Wie Sarawack, grau oder weiss geädert
20	do.	do.	do.	do.	do.

Natur u. Menge der Verunreinigungen	Wertschätzung	Natur des Fadens	Verhältnis der Gutta-Peecha zum Hutz	Stärke in Widerstand in Megohmcentimeter	Bemerkungen
32 %	Etwas weniger nervig als Banjermassin	Runzeliger Faden	4,82	25	—
26 %	do.	do.	4,89	11	—
Wenig Unreinheiten 23 %	Wenig hart, wenig nervig, erkaltet schwer	Glatter Faden	1,03	90	—
29 %	do.	do.	1,42	17	—
Viel Rindenteile 50 %	Sehr gute Qualität, sehr nervig, erkaltet bald	Runzeliger Faden	3,23	65	—
45 %	do.	do.	2,85	125	—
Viel Unreinheiten 44 %	Sehr gute Gutta	do.	3,57	141	—
33 %	do.	do.	3,02	171	—

Ordnungs-Nr.	Bezeichnung	Geographischer Ursprung	Form	Aussehen	Schnitt
21	Padang	West-Sumatra	Flache, etwa 2kg schwere Parallelepipedums, von denen jedes den Stempel seines Ursprunges trägt; auch grössere Brote bis zu 30 kg	Sehr ausgesprochen gelbrötlich	Wie aussen, deutlich geblättert
22	Sarapong oder Souni	Ost-Sumatra	Ovale, an den Enden spitz zulaufende Brote von 500g bis 1kg	Oberfläche runzelig, erdig	Homogen, weiss-gelblich
23	do.	do.	do.	do.	do.
24	Siak	do.	In der Mitte dickere Knüttel von 2 bis 3 kg	Gelb-rötlich	Schnitt heller, geblättert

Natur u. Menge der Verunreinigungen	Wertschätzung	Natur des Fadens	Verhältnis der Gutta, peccha zum Harz	Spezifischer Widerstand in Megohmcentimeter	Bemerkungen
Viel Unreinheiten 40 %	Hart u. nervig, erkaltet schnell	Nerviger Faden	2,24	457	Kann zu elektrischen Zwecken nicht unvermischt verwendet werden.
Sehr rein 30 %	Untergeordnete Qualität, ziemlich hart aber wenig nervig, erkaltet gut	Sehr glatter Faden	1,49	137	Als Souni bezeichnet man eine Reihe von den Eingeborenen Sumatras hergestellter Mischungen. Sie enthalten rote und weisse Gutta in verschiedenen Mengen. Seligmann-Lui sah folgende Mischung ausführen: Gutta Derrian (Dichopsis oblongifolia) 2 „ Sundeck (Payena Lerii) 3 „ Pontch (Boulabalam) 1 Nr. 22 ist der Typus einer guten, für Telegraphendrähte geeigneten Mischung.
27 %	do.	do.	1,42	692	
Sehr viel Rinde 50 %	Ziemlich hart aber wenig nervig, erkaltet ziemlich gut	do.	1,05	900	Eine Art Souni. Das untersuchte Muster ist eine ganz untergeordnete Qualität.

Ordnungs-Nr.	Bezeichnung	Geographischer Ursprung	Form	Aussehen	Schnitt
25	Bolungan	Ost-Borneo	Stücke von feststehender Form; Keulen, die oben ein Loch haben, was dadurch entsteht, dass man den dünnen Teil der Keule auf den dickeren faltet und dieses Ende mehrmals dreht. Kleine Brote (die besten) 2 bis 5 kg, grosse bis zu 30 kg	Schwärzlich, fast russartig; knotig wie eine schlechtholene Keule	Weiss oder veilchenfarben; lässt einen Saft ausfliessen, der sich an der Luft auf dem Messer sofort verhärtet; geblättert
26	do.	do.	do.	do.	do.
27	do.	do.	do.	do.	do.
28	do.	do.	do.	do.	do.
29	do.	do.	do.	do.	do.

Natur u. Menge der Verunreinigungen	Wertschätzung	Natur des Fadens	Verhältnis der Gutta-Percha zum Harz	Spezifischer Widerstand in Megacentimeter	Bemerkungen
Sehr sauber, aber verfälscht durch grosse Rindenstücke v. 5 bis zu 20 und selbst zu 50 g, alle von der gleichen Form u. derselben Art, wahrscheinlich von dem produktiven Baume stammend; sie sind so gleich, dass sie derselben Art angehören müssen, und da sie niemals fehlen, müssen sie von einer Pflanze kommen, die immer in der Nähe des Gutta-Baumes zu finden ist, wahrscheinlich kommen sie von diesem selbst	Harte, nervige Gutta, erkaltet gut	Runzeliger Faden	3,54	302	Die beste unter den Arten mit grosser Isolierung; sehr schwer zu verarbeiten.
30 %	do.	do.	1,26	310	
46 %	do.	do.	2,47	208	
45 %	do.	do.	3,39	780	
27 %	do.	do.	3,03	30	

Ordnungs-Nr.	Bezeichnung	Geographischer Ursprung	Form	Aussehen	Schnitt
30	Coti	Ost-Borneo	Ganz gleiche Stücke, Rollen von 80 cm Länge und 15 cm Durchmesser; es sind dünne, aufgerollte Blätter; die Enden sind mit der Hand zurückgeschlagen und zeigen den Abdruck d. Finger, die die Gutta geknetet haben.	Wie mit einem Netz überzogen; die Maschen des Netzes sind mit gelben od. gelbrötlichen Holzstückchen ausgefüllt; manche Stücke tragen eine Marke und sind dann meistens etwas rötlich	Deutlich geblättert, weissgelblich oder grünlich; sonderd wie Bolungane eine klebrige Flüssigkeit ab. Bei den gezeichneten Stücken auch der Schnitt rötlicher
31	do.	do.	do.	do.	do.
32	do.	do.	do.	do.	do.
33	do.	do.	do.	do.	do.
34	do.	do.	do.	do.	do.
35	Cotoman	?	Kleine, flache Brote oder Kantillen von 2 bis 3 kg	Oberfläche sehr glatt	Sehr weiss; sonderd eine klebrige Flüssigkeit ab.
36	Kelatan	Nordosten der Halbinsel Malacca, im Norden von Pahang	500 g bis 1 kg schwere Knäuel aus Fäden, analog den afrikanischen Kautschukknäueln	In frischem Zustande rosa und wachsartig; älter kreideweiss	do.
37	do.	do.	do.	do.	do.
38	do.	do.	do.	do.	do.

Natur u. Menge der Verunreinigungen	Wertschätzung	Natur des Fadens	Verhältnis der Gutta-Percha zum Harz	Spezifischer Widerstand in Megohmcentimeter	Bemerkungen
Wenig Rinde 30 %	Hart, ziemlich nervig, gut erkaltend	Ziemlich glatt	1,87	72	Kommt der Gutta-Bolungan gleich.
Bei den gezeichneten Stücken mehr Rinde	Die gezeichneten Stücke bessere Qualität				
26 %	do.	do.	1,81	120	
33 %	do.	do.	1,54	43	
33 %	do.	do.	1,90	453	
42 %	do.	do.	1,20	829	
Keine od. wenig Rinde, aber viel Wasser 30 %	Harte, aber nicht nervige Gutta; erkaltet gut	Sehr glatt	1,56	3045	Die abgesonderte Flüssigkeit riecht nach faulem Käse; Verlust bei der Wäsche 30 %, davon nur 2 % fester Bestandteile.
30 %	Sehr zerreiblich; im Ganzen wenig hart, erkaltet nicht sehr gut	do.	1	2101	Man kennt unter diesem Namen zwei Arten: bei der einen sieht man deutlich, dass sie so geblieben, wie sie geerntet worden, es ist die Gutta vierge (Nr. 36); die andere besteht aus zwei Teilen, einem geringeren Kern, der mit einer besseren Lage bekleidet ist. Diese Qualität wird nach kurzer Zeit brüchig.
40 %	do.	do.	0,95	743	
33 %	do.	do.	0,98	1038	

Ordnungs-Nr.	Bezeichnung	Geographischer Ursprung	Form	Aussehen	Schnitt
39	Pahang-White	Pahang	Kugeln von mehr als Kopfesdicke	Kreideweiss	Zerreiblich
40	do.	do.	do.	do.	do.
41	Assahan	Nordosten von Sumatra	do.	do.	do.
42	Tringanou	Nordosten der malayischen Halbinsel; am Ufer des Kelatan	do.	do.	do.
43	Boula-Balam	Malacca	Unförmige Stücke, die schnell zu Blöcken gepresst werden müssen, da sie sonst in Staub zerfallen	do.	do.
44	Gutta-Pouteh	Sumatra	—	—	—

Natur u. Menge der Verunreinigungen	Wertschätzung	Natur des Fadens	Verhältnis der Gutta-Percha zum Harz	Spezieller Widerstand in Megahomente-meter	Bemerkungen
40 %	Ziemlich nervig, klebrig, erkaltet gut	Sehr glatter Faden, aber schwer allein zu verarbeiten, weil er an den Cylindern anklebt	1,15	860	Die Oberfläche besteht oft aus einer Lage nerviger Gutta, die nur wenige Millimeter dick ist. Riecht nach frischem Käse.
19 %	do.	do.	1,16	743	
20 %	Etwas geringer als die vorige Qualität, klebriger, erkaltet weniger gut	do.	0,90	743	do.
31 %	do.	do.	1,18	743	do.
31 %	Weiche Gutta ohne Nerv; die Stücke kleben selbst nach mehreren Tagen des Erkaltes noch zusammen; damit sie nicht eine Masse bilden, muss man sie talken	Kann, weil zu klebrig, nicht allein verarbeitet werden	0,52		Der nicht näher beschriebene produzierende Baum wächst in den sumpfigen Gegenden der Gutta-Länder. Alle Gutta-Arten sind etwas mit dieser Qualität gefälscht. Sie wird trotz ihres niedrigen Preises wenig verwendet, wahrscheinlich weil in der weissen Gutta, durch deren Hinzufügung die Verarbeitung der guten Marken erst ermöglicht wird, genügend davon enthalten ist.
—	—	—	—	—	Unmöglich zu bestimmen.

Sorten sind. Nur eine Marke dieser Art, die als Sarapong oder Soumi bezeichnete, ist als Beispiel aufgenommen worden. Es ist endlich vermieden worden, sowohl die zahlreichen unregelmässigen Mischungen zu erwähnen, die chinesische Zwischenhändler täglich auf den Markt bringen, als auch die sogenannten „aufgekochten“ Sorten, die alle sehr untergeordneter Qualität sind, und meistens erst auf den Schiffen und in den Kellern hergestellt werden.

Es ist unmöglich, bei den Import-Kaufleuten eine Sorte von ganz bestimmter Herkunft zu kaufen; man muss die Partien so nehmen, wie sie kommen, d. h. so, wie die Händler von Singapor oder Macassar sie zusammensetzen. Die mit Chiffren (die nach den Häusern wechseln) bezeichneten Stücke sind einzig nach ihren mechanischen Eigenschaften zusammengesetzt; man erlebt an ihnen bei jeder neuen Sendung Ueberschungen oft sehr unangenehmer Art. Dieser Umstand kommt für den gewöhnlichen Gebrauch, besonders da, wo man mehr auf billigen Preis als auf Güte und Dauerhaftigkeit sieht, wenig in Betracht, bei der Herstellung elektrischer und besonders unterseeischer Kabel ist er dagegen von der allergrössten Wichtigkeit.

Aus dem früher Gesagten ging hervor, dass man so ziemlich alle Gutta-Bäume von Sumatra und der Westküste der malayischen Halbinsel kennt, dass man aber über die Gutta-Quellen auf der Ostküste von Malacca und in Borneo noch immer im Ungewissen ist. Nun ist aber die Sumatra-Gutta-Percha niemals als die beste Sorte angesehen worden; die sogenannten Macassar-Sorten, die in Wirklichkeit aus Banjermassin, Kotaringin, Coti, Bolungan und Sardakan kommen, haben immer höher rangiert als jene. Celebes gehört nicht zur eigentlichen Gutta-Zone und besitzt keine Gutta-Pflanzen, die wir kennen. Was Pahang betrifft, so liefert dieser Staat dem Gutta-Markte seit kurzer Zeit Produkte, die an Qualität alle anderen übertreffen, wodurch also das von Seligmann-Lui Gesagte bewahrheitet wird. Doch ist es schwer zu glauben, dass die Pahang-Marken ebenso wie die Borneo-Gutta das Produkt irgend einer Palaquium-Art seien.

Der Latex der Palaquium zeichnet sich dadurch aus, dass er sich sofort beim Ausfluss aus dem Baume verdickt, wodurch es unmöglich ist, ihn ohne Vermischung mit Rindenteilen zu ernten; alle Forscher sind über diesen Punkt derselben Meinung. Die Gutta-Percha dieser Bäume ist daher immer durch die in der Rinde enthaltenen Farbstoffe, die sich bei der Reinigung in kochendem Wasser dem Produkte mitteilen, gefärbt. Dagegen ist die Pahang-Gutta-Percha weissgelblich und weist nur wenig Verunreinigungen auf. Daraus kann man zweierlei schliessen: entweder fliesst der Saft reichlich, und die Gerinnung erfolgt nicht augen-

blicklich, der Vorgang gliche also dem bei der Payena Lerii, den Bäumen von Soupayang und Halaban, oder die Gutta-Percha dieser Art ist sehr rein und ist dann, da sie von der Rinde keine Farbstoffe annimmt, eine andere Sorte als die von der Palaquium gewonnene. Da man weder über den Ertrag der Pahang-Gutta-Bäume noch über die Art ihrer Ausbeutung etwas weiss, können sich diese Schlüsse nur auf Vermutungen gründen; in Bezug auf die Borneo-Gutta-Percha steht der Bericht von Leys, sowohl was Farbe als Ertrag betrifft, vollständig im Widerspruch mit den bei der Palaquium erzielten Resultaten. Es ist also sehr wohl anzunehmen, dass der Gutta-Baum Nord-Borneos keine Palaquium sei.

Die Sandakan-Gutta gleicht der Pahang; sie ist sehr rein und weissgelblich. Sarawack ist rötlicher und zeigt dabei eine starke und wie es scheint absichtliche Vermischung mit Rinde; man findet bei ihr immer weisse Adern, die jedoch sehr wenig Fremdkörper aufweisen.

Ueber die aus Pontianak kommenden Sorten lässt sich etwas Bestimmtes nicht sagen; es wird angegeben, dass in diesen Gebieten Palaquien vorkommen.

Ein Vergleich zwischen den beiden sehr verwandten Sorten Kotaringin und Banjermassin ist interessant. Kotaringin ist eine sehr saubere, oft sogar ganz weisse Gutta-Percha, während Banjermassin sehr viel Rinde enthält und immer stark gefärbt ist. Wenn diese Rindenteile von der Art der Ernte herrühren, und wenn diese Gutta-Perchen, wie das bei den Palaquien beschrieben worden ist, zur Reinigung verschiedenen Manipulationen unterworfen werden, so wäre Kotaringin die am meisten bearbeitete und am natürlichsten gefärbte von den beiden. Es ist aber gerade das Gegenteil der Fall. Es ist also mehr als wahrscheinlich, dass die Unreinheiten, die Banjermassin enthält, erst nach dem Fällen hinzugefügt werden und zwar in der Absicht, die Nachforschungen irre zu leiten und das Monopol einer jedenfalls lukrativen Industrie zu sichern.

Die sehr weisse und reine Maragulai-Gutta-Percha lässt ähnliche Betrachtungen zu. Die Bagan- und Pekan-Gutta-Perchen haben ganz besondere Eigenschaften, durch die sie sich ebenfalls von den Produkten der Palaquien scharf unterscheiden. Sie gleichen in allen ihren Eigenschaften ausserordentlich der von der Mimusops-Balata gewonnenen Balata und besonders bei der Bagan-Gutta-Percha könnte man annehmen, sie werde nicht durch Gerinnung, sondern durch Verdampfung des Saftes, wie sie in Guyana üblich, oder durch irgend ein anderes, analoges Verfahren gewonnen.

Die Sumatra-Gutta-Perchen sind Produkte der Palaquium oblongifolium, die aber mehr oder minder mit denen der Payeni Lerii, des

Bouhâ-balam-Baumes oder anderer nicht näher bekannter Gutta-Pflanzen vermischt sind. Die Pahang-Gutta-Percha bietet alle Merkmale, die von den Forschern als charakteristisch für die Palaquien angegeben werden, rote Färbung, Rindenteile etc. Souni ist nur eine unbestimmte Mischung in verschiedenen Verhältnissen.

Sehr schwer lässt sich der botanische Ursprung der als Bolungan und Coti bezeichneten Sorten feststellen. Wäre nicht ihr spezifischer Widerstand, so liesse sich auch auf sie das von den übrigen Borneo-Gutta-Perchen Gesagte anwenden. Doch ist hier der spezifische Widerstand bedeutend höher und zwar zeigt es sich, dass er mit jeder Ernte zunimmt. No. 29, 30 und 32 der Tabelle sind Sorten, die seit zehn Jahren geerntet werden; alle anderen sind jünger. Das kommt zweifellos daher, dass die Eingeborenen jetzt andere Mischungen machen, da Sandakan zu fehlen beginnt, und für den Bedarf nicht mehr genügend vorhanden ist. Der grössere spezifische Widerstand rührt wahrscheinlich von der Vermischung mit dem Saft der Payena Lerii her. Dieser Baum liefert nämlich einen Latex von grösserem spezifischen Widerstand, wie aus No. 35 und 36 der Tabelle ersichtlich; doch hat dieser Latex auch eine Neigung zur Harzbildung, wodurch der spezifische Widerstand höher und die Gutta-Percha gleichzeitig brüchig wird (siehe No. 37 und 38). Hierin liegt auch der Grund, weshalb man für die Kabelfabrikation die ausschliessliche Verwendung von Gutta-Percha mit höherer Isolierung verwirft. Man bedarf ihrer zwar in gewisser Menge, doch darf man, um der bequemeren Arbeit willen die streng festgesetzte Quantität nicht überschreiten, da man sich sonst Verrechnungen aussetzt, die, wenn sie auch erst später bemerkbar werden, deshalb doch nicht weniger schwerwiegend sind; dann können sich Unzuträglichkeiten auch erst zeigen, wenn die Verantwortlichkeit des Fabrikanten erloschen ist.

Die Sorten, die aus Assahan und Trenganu kommen, sowie die weisse Pahang-Gutta sind zweifellos Mischungen von Payena-Saft mit Bouhâ-Balam-Latex. Alle diese weissen Gutta-Sorten haben einen geringeren spezifischen Widerstand als die aus dem Saft der Payena gewonnenen Produkte. Vielleicht muss diese Thatsache der Mischung dieses Saftes mit der sehr harzigen Bouhâ-Balam-Gutta zugeschrieben werden; doch ist es unmöglich, diese Behauptung zu beweisen, da sich der spezifische Widerstand der Bouhâ-Balam nicht feststellen lässt.

Alles in allem ergibt sich nach Leon Brasse folgendes:

1. Alle besseren Gutta-Percha-Qualitäten besitzen einen geringen spezifischen Widerstand, und es ist keineswegs erwiesen, dass sie das Produkt von Palaquien sind.

2. Die Gutta-Pahang, das Produkt der Palaquium oblongifolium, ist eine Gutta-Percha mittlerer Qualität und ihr spezifischer Widerstand ist ziemlich hoch.

3. Die Sorten Bolungan und Coti, die früher zur Anwendung kamen, hatten einen geringen Widerstand; heute nimmt ihr Widerstand immer mehr zu, und man muss in ihrer Verwendung sehr vorsichtig sein.

4. Alle weissen Gutta-Sorten besitzen einen höheren Widerstand; sie können bei der Kabelfabrikation weder allein noch in grossen Quantitäten verwendet werden.

5. Es ist nicht anzunehmen, dass als Dielektrikum für die ersten unterseeischen Kabel das Produkt einer Palaquium unvermischt angewendet worden ist. Es ist immer beobachtet worden, dass dessen spezifischer Widerstand etwa $400 \cdot 10^6$ Megohm beträgt; es ist aber, wenigstens in England, kein Kabel bekannt, dessen Widerstand $120 \cdot 10^6$ überschreitet.

6. Die besten Gutta-Percha-Marken sind Pahang, Sarawak und Sandakan.

Der vornehmlichste, man kann fast sagen ausschliessliche Handelsplatz für die Ausfuhr roher Gutta-Percha aus dem malayischen Archipel ist Singapor; alle Provenienzen von den Inseln, ebenso die, gegen diese allerdings geringen Produktionen aus Bengalen, Burma, Cochinchina, Japan und selbst Arabien fliessen an diesem Stapelplatze zusammen, um erst von hier ihren Weg an die Märkte der Fabrikationsländer anzutreten. Der Import und Export von Singapor ist demnach wohl dazu geeignet, ein Bild von der Gesamtproduktion an Roh-Gutta-Percha zu geben. Nach den der Straits Settlements Government Gazette, den Blue-books und den statistischen Nachweisen der britischen Zollbehörden entnommenen Angaben beziffert E. Obach in seinem schon citierten Buche das Quantum der in Singapor eingeführten Roh-Gutta-Percha für die Jahre 1885 bis 1896 insgesamt auf 542,081 cwts. im Werte von £ 3,547,787, was einen Durchschnittspreis von 14 pence für 1 lbs. engl. ergibt. In der folgenden Tabelle (S. 198 und 199) sind diese Werte auf vier Untergruppen verteilt, die ein Bild der Produktion dieser einzelnen Gruppen geben und die Berechnung von Durchschnittspreisen für 1 lbs. engl. für Herkünfte aus diesen vier Hauptdistrikten gestatten; diese Durchschnittspreise variieren von 12,9 bis 17,5 pence für 1 lbs. engl.

Nach denselben Quellen beziffert sich für den gleichen Zeitraum von 1895 bis 1896 einschliesslich die Ausfuhr von Roh-Gutta-Percha aus Singapor im Ganzen auf 619377 cwts. im Gesamtwerte von £ 4 855 794, woraus sich ergibt, dass die Ausfuhr in dem gedachten

Import von Roh-Gutta-Percha in Singapor

Herkunft	1885		1886		1887		1888		1889		1890	
	cwts.	£										
Malayische Halb- insel	3503	22354	2897	16926	1352	8448	1026	5378	1938	15429	982	8275
Borneo, Sulu- Inseln, Labuan, Natoena-Inseln, Celebes	3650	26707	4508	28291	3136	19981	2950	21928	4251	29391	2231	16044
Sumatra, Java, Bali etc.	47126	207365	33737	216350	30090	212924	34083	274869	74789	384379	21323	150480
Arabien, Bengalen, Britisch Burma, Siam, Cochinchina, Japan etc.	12	71	48	331	—	—	—	—	97	375	39	200
Total:	52291	256497	41190	261898	34578	244353	38059	302175	81075	429574	24575	174999

Zeitraume die Einfuhr um 77 296 cwts. im Werte von £ 1308 007 überstieg. Dieser Ueberschuss ist also aus den aus den Vorjahren noch vorhandenen Stoks entnommen worden. Nach dem für sie direkt von Singapor verschifften Quantum rangieren die Importländer in folgender Reihenfolge:

England mit	470 770 cwts.
Frankreich mit	54 215 „
Deutschland mit	47 151 „
Vereinigte Staaten mit	37 894 „
Asien mit	4 241 „
Holland mit	4 202 „
Italien mit	895 „

Total: 619 377 cwts.

(Quantum und Wert) in 1885 bis 1896 einschl.

1891		1892		1893		1894		1895		1896		Total		Durchschnitts- preis p. 1 lbs engl.
cwts.	£	cwts.	£											
3143	29358	4981	59058	3095	24024	3147	25090	3508	27070	4760	38124	34332	280434	17,5
19011	178871	20066	156907	21944	144442	20239	147031	17632	123978	17711	147978	137329	1041549	16,3
30976	222912	19554	155130	20247	103921	23630	109682	15971	91472	18502	93927	370028	2223411	12,9
84	941	—	—	8	26	66	177	31	210	7	62	392	2393	13,1
53214	432082	44601	371095	45294	272413	47082	281980	37142	243630	40980	280091	542081	3547787	14,0

Daraus ergibt sich, dass mehr als $\frac{2}{3}$ der Gesamtausfuhr von Singapor nach England ging.

Die Wiederausfuhr aus England betrug in:

<u>1885</u>	<u>1886</u>	<u>1887</u>	<u>1888</u>	<u>1889</u>	<u>1890</u>
9666	11528	8824	8373	8304	11456 cwts.
<u>1891</u>	<u>1892</u>	<u>1893</u>	<u>1894</u>	<u>1895</u>	<u>1896</u>
6408	7989	7430	9975	12536	14497 cwts.

zusammen: 116 986 cwts.

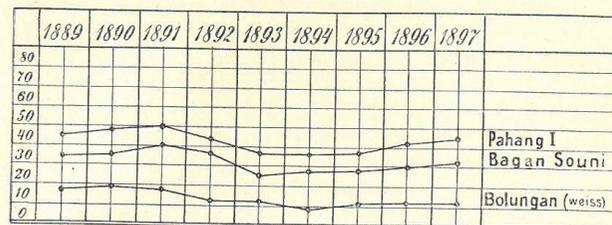
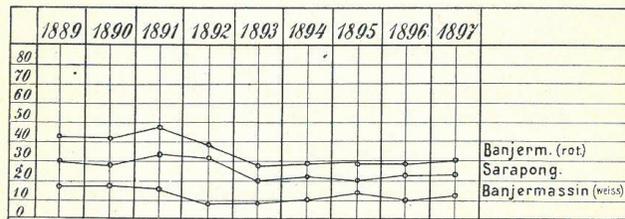
Nicht ganz $\frac{3}{4}$ der englischen Einfuhr verblieb also im Lande, zur eigenen Verarbeitung und in den Stoks.

Von der englischen Wiederausfuhr entfielen auf:

Deutschland	ca. 48 100	cwts.
Frankreich	26 000	"
Holland	16 400	"
Vereinigte Staaten	11 500	"
Andere industrielle Länder	11 300	"
Englische Kolonien	3 700	"

Die Hauptmärkte für Gutta-Percha in Europa sind Liverpool, London, Marseille, Rotterdam und Hamburg; besonders in den beiden letztgenannten Plätzen hat der Gutta-Percha-Handel seit einer Reihe von Jahren einen fortschreitenden Aufschwung genommen, so dass sie den englischen Märkten beginnen mit Erfolg den Rang streitig zu machen.

Ein deutliches Bild über die Preisschwankungen des internationalen Gutta-Percha-Marktes in der gleichen Weise zu geben, wie es im ersten Teile dieses Werkes über die Preisschwankungen des Kautschukmarktes geschehen, ist nicht möglich, weil es bei der Gutta-Percha an einer leitenden, die Preise aller anderen Qualitäten beeinflussenden und bestimmenden Marke, wie diese bei den Kautschukmarkten durch die Paraworten gegeben ist, fehlt. Dazu kommt noch der schwerwiegende Umstand, dass die Qualität der einzelnen Gutta-Percha-Marken sich im Laufe der Jahre nicht unwesentlich verändert hat, ferner, dass einzelne Sorten, die anfänglich am Markte waren, jetzt gänzlich daraus verschwunden sind, um anderen, die man früher gar nicht kannte, Platz zu machen, und dass endlich einzelne Sorten heute mit ganz anderen Namen als früher bezeichnet werden. Aus den beiden folgenden graphischen Darstellungen sind die Preisschwankungen von sechs verschiedenen Gutta-Percha-Sorten am Markte in Singapor für die Jahre 1889 bis 1897 ersichtlich.



Die Kurve in beiden Diagrammen gibt den Preis für 1 lbs. engl. in pence an.

V. Chemische und physikalische Eigenschaften der Gutta-Percha.

Bei der Verschiedenheit ihrer Herkunft und dem seltenen Vorkommen reiner, unvermischter Handelsware, d. h. einer solchen, die von ein und derselben Art produzierender Pflanzen herkommt, ist es unmöglich, die physikalischen, noch mehr die chemischen Eigenschaften der Gutta-Percha für alle Fälle unbedingt zutreffend zu bestimmen. Die folgenden Angaben beruhen auf Beobachtungen und Versuchen, die an den besten und besseren Handelsmarken gemacht wurden und können deshalb als im allgemeinen richtig angesehen werden.

Reine Gutta-Percha ist farblos, bei geringer Dicke durchscheinend; eine dünne Scheibe von $\frac{1}{5}$ mm Dicke auf eine weisse Unterlage gelegt, erscheint indessen in einer ganz spezifischen Färbung zwischen rosa und grauweiss. Sie ist an sich geschmack- und geruchlos, und wenn sie zuweilen einen charakteristisch scharfen Geruch entwickelt, so ist dieser die Folge von Zersetzung. Sie ist von zellenartiger Struktur, stark gezogen wird sie jedoch faserig; in diesem Zustande ist sie in der Richtung des Zuges sehr stark, nimmt aber in der Querrichtung an Stärke ab und zerreisst bei einem Zuge nach dieser Seite leicht. In gewöhnlicher Temperatur verbinden sich einzelne Stücke nicht mit einander, werden sie dagegen an ihren Oberflächen erwärmt, und mit mässigem Druck zusammengepresst, so vereinigen sie sich zu einem einzigen Stücke, dessen ursprünglich einzelne Teile sich nicht wieder herstellen lassen.

In gewöhnlicher Temperatur ist sie dicht, geschmeidig, sehr zäh aber wenig elastisch; die Zerreißfähigkeit der besten Sorten widersteht einem Zuge von ca. 24 kg auf 1 qmm bei einer Verlängerung von 50 bis 60 %; sie kann ohne Nachteil gefaltet, geknetet und gezogen und mit spitzen oder schneidenden Werkzeugen leicht zerkleinert werden. Ihre Elastizität gleicht derjenigen weichen Leders. Gutta-Percha ist sehr undurchdringlich, trotzdem dass ihr eine gewisse Porosität eigentümlich ist. In Wasser gelegt, nimmt sie deshalb von diesem eine gewisse Quantität auf, jedoch scheint das Wasser nur in die Zellen einzudringen, die nahe an der Oberfläche liegen.

Das spezifische Gewicht wird in der Regel mit 0,999 bis 0,979 angegeben. In Wirklichkeit ist sie jedoch schwerer als Wasser. Stark gepresste Stücke schwimmen nicht und ihr spezifisches Gewicht liegt zwischen 1,010 bis 1,020.

In einer Temperatur von + 37° C. beginnt die Gutta-Percha zu erweichen, bei + 50° C. gibt sie selbst leisem Drucke willig nach, bei + 90° C. wird sie plastisch, kann geknetet und in jede beliebige Form gebracht werden, die sie, in normale Temperatur zurückversetzt, unverändert behält. Bei + 130° C. schmilzt sie, noch weiter erhitzt, wallt sie auf und destilliert ein farbloses Oel. Mit der Flamme zusammengebracht, entzündet sie sich schnell, brennt hell mit sprühenden Funken und hinterlässt einen schwarzen Rückstand.

Gegen Kälte ist Gutta-Percha weniger empfindlich als Kautschuk, bei — 10° C. treten keinerlei Veränderungen bei ihr ein. Ebenso verhält sie sich gegen kaltes Wasser, abgesehen davon, dass sie eine kleine Quantität desselben, wie schon gesagt, in ihre äusseren Poren aufnimmt. Ebenso wie das vulkanisierte Kautschuk konserviert auch die Gutta-Percha sich am besten in kaltem Wasser. Wie auf jenes sind auch auf diese atmosphärische Luft und Licht von sehr nachteilig wirkendem Einflusse, wahrscheinlich ebenfalls infolge eintretender Oxydation. In nassem Zustande direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt, wird sie brüchig, mürbe, verliert an elektrischem Widerstande und wird endlich sogar selbst elektrischer Leiter. Ueber die Einwirkung von Luft und Licht haben Clark und W. A. Miller sehr interessante Versuche angestellt. Darnach wurden gleiche Quantitäten gleichartiger Gutta-Percha acht Monate lang unter verschiedenen Umständen aufbewahrt und zwar:

1. In Luft und Licht, geschützt vor Wasser,
2. In Luft, geschützt vor Licht,
3. In Süßwasser mit Zutritt von Luft und Licht,
4. " " " " " " geschützt vor Licht,
5. " " geschützt vor Luft und Licht,

6. In Seewasser mit Zutritt von Luft und Licht,
7. " " " " " " geschützt vor Licht,
8. " " geschützt vor Luft und Licht.

Bei Beendigung des Versuches zeigten die Proben 3, 4, 5, 6, 7 und 8 keinerlei Veränderung, ausser einer geringen, durch infiltriertes Wasser verursachten Gewichtszunahme. Die Probe No. 1, die in gerolltem Zustande in einer umgestürzten Flasche gelegen, hatte 5 % an Sauerstoff zugenommen und die Teile der Masse, 55 %, die dem Lichte zugänglich gewesen, waren harzig und brüchig, während die dem Lichte entzogenen Teile in Struktur und Aussehen nur wenig verändert erschienen. Die Probe No. 2 hatte wenig Veränderung erlitten: sie hatte 1/2 % an Gewicht zugenommen und ergab bei der Behandlung mit Alkohol 7,4 % harzige Bestandteile. — Ein ähnlicher Versuch, nach welchem eine andere Probe Gutta-Percha nur zwei Monate dem Lichte ausgesetzt war, lieferte andere Resultate: die Masse hatte 3,6 % an Gewicht zugenommen, war brüchig geworden und ergab bei der Behandlung mit Alkohol 21,5 % harzige Bestandteile, während ein Stück der gleichen Herkunft, im Dunkeln aufbewahrt, keine bemerkenswerten Veränderungen zeigte. Es folgt aus diesen Versuchen, dass die Einwirkung der Luft und des Lichtes nicht immer die gleichen und von der Natur und qualitativen Beschaffenheit der Gutta-Percha selbst mehr oder minder abhängig sind. Um diese durch Oxydation bewirkten nachteiligen Beeinflussungen der Gutta-Percha zu verhindern, hat man einen Zusatz von 10 bis 12 % Wachs oder Fett (Talg) empfohlen; der beste Schutz gegen die Oxydation bleibt die Aufbewahrung im Wasser.

Gutta-Percha ist ein schlechter Wärmeleiter und ein noch schlechterer Leiter für Elektrizität, stark gerieben, wird sie selbst elektrisch; beim Reiben mit Seide gibt sie elektrische Funken. Ihrem Widerstande gegen elektrischen Strom kommt kein anderes, bekanntes plastisches Material auch nur annähernd gleich; im Wasser und in der Erde bewahrt sie diese Eigenschaft unverändert: sie ist der Isolator par excellence. Nach Wunschendorff beträgt der elektrische Widerstand der Gutta-Percha bei einer Temperatur von + 24° C., Kupfer als Einheit genommen, $6 \times 10^{19} = 60,000,000,000,000,000,000$. Selbstverständlich ist, dass diese Angabe nicht für alle Sorten Gutta-Percha, wie sie im Handel vorkommen, gleich massgebend ist, die exakte Bestimmung des elektrischen Widerstandes und der elektrostatischen Kapazität der Gutta-Percha kann deshalb für ein bestimmtes Objekt nur durch Messung von Fall zu Fall gefunden werden. Als Ausdruck für den elektrischen Widerstand eines ringförmigen Cylinders gilt die Formel

$$R = \frac{A \log \frac{D}{d}}{L},$$

in welcher R den Widerstand, A die spezifische Isolations-Constante, D den äusseren, d den inneren Durchmesser und L die Länge des Cylinders bedeutet. Die spezifische elektrostatische Kapazität der Gutta-Percha, die Luft als Einheit genommen, = 4,2. Als Formel für die Kapazität eines ringförmigen Leiters von Gutta-Percha gilt

$$C = \frac{A L}{\log. nat. \frac{D}{d}}.$$

Hier bedeutet C die elektrostatische Kapazität, A die spezifische Induktionskapazität der Gutta-Percha, L die Länge und D d den äusseren, beziehungsweise inneren Durchmesser des Cylinders. Das Verdienst, den ungeheuren Widerstand der Gutta-Percha gegen Elektrizität gefunden zu haben, gebührt dem englischen Physiker M. Faraday, der sie im Jahre 1843 entdeckte.

Für die meisten Lösungsmittel ist Gutta-Percha unempfindlich. In kaltem Wasser ist sie vollständig unlöslich, und wenn sie in kochendem Wasser oder Dampf erweicht, so wird sie darin sonst in keiner Weise verändert. In mindergradigem, kaltem Alkohol ist sie fast unlöslich, in hochgradigem Alkohol nimmt ihre Löslichkeit zu und zwar um so mehr, je höher die Temperatur steigt, in kochendem, absolutem Alkohol verliert sie 15 bis 20 % ihrer Bestandteile. Teilweise löslich ist sie in Terpentinöl, Olivenöl und einigen mineralischen Oelen, mehr noch in Benzin. Ihre besten Lösungsmittel sind Schwefelkohlenstoff und Chloroform.

Gutta-Percha widersteht ätzenden Alkalien, dem Ammoniak und nicht oxydierenden Mineralsäuren; von konzentrierter Salzsäure wird sie fast gar nicht, dagegen von konzentrierter Schwefelsäure und Salpetersäure stark angegriffen, ebenso von freiem Chlor.

Für die chemische Untersuchung ist die Gutta-Percha, wie sie als Handelsware vorkommt, nicht geeignet, vielmehr ist es erforderlich, diese zum Zwecke der Analyse einer Vorbehandlung zu unterwerfen, um sie von mehr oder minder vorhandenen Zufälligkeiten zu befreien. Payen hat zu dem Zwecke rohe Handelsware in Schwefelkohlenstoff aufgelöst, filtriert und auf einer Unterlage von Marmor oder Glas in freier Luft ausdampfen lassen und das so gewonnene Produkt in kaltem Wasser gekühlt. Nach Miller ergeben 100 Teile rohe Handelsware nach diesem Verfahren:

Reine Gutta-Percha	79,70
Harze	15,10
Vegetabilische Fasern	2,18
Wasser	2,50
Asche	0,52
	100,00

Unter den so ausgeschiedenen Harzen hat man sechs Variationen bezüglich ihrer Löslichkeit in Aether und verschiedengradigem Alkohol festgestellt. Bei der weiteren Behandlung ergab die nach Payens Verfahren hergestellte reine Gutta-Percha:

78 — 82 % Gutta
16 — 14 „ Albane
6 — 4 „ Fluavile
100

Fluavile ist ein durchscheinend gelbliches Harz, etwas schwerer als Wasser, in kaltem Alkohol löslich; es ist hart und wird in einer Temperatur von 0 ° C. brüchig, bei + 50 ° C. wird es weich, bei + 60 ° C. plastisch und bei + 100 bis 110 ° C. vollkommen flüssig. Nach Oudemans setzt es sich zusammen aus:

Kohlenstoff (I)	83,36	(II)	83,52
Wasserstoff	11,17		11,42
Sauerstoff	5,47		5,06
	100,00		100,00

und entspricht also der Formel C²⁰ H³² O.

Albane ist ein weisses, kristallinisches Harz, spezifisch schwerer als Wasser, wird in einer Temperatur von + 160 ° C. flüssig, ist unempfindlich gegen Chlorwasserstoff, löslich in Benzin, Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Aether und kochendem Alkohol. Nach Oudemans setzt es sich zusammen aus:

Kohlenstoff (I)	78,87	(II)	78,95
Wasserstoff	10,58		10,31
Sauerstoff	10,55		10,74
	100,00		100,00

und entspricht also der Formel C²⁰ H³² O².

Gutta, das hauptsächlichste Element der Gutta-Percha, ist dicht, geschmeidig, zwischen + 10 bis + 30 ° C. nicht elastisch, wird bei + 45 ° C. weich, färbt sich braun und wird, je nachdem die Temperatur steigt, mehr oder minder klebrig und durchscheinend. Bei + 100 bis 110 ° C. wird es flüssig, bei + 130 ° C. walt es auf und liefert ein kohlenwasserstoffhaltiges Destillat, das dem des Kautschuks ähnlich ist.

Gegen Säuren, verdünnten Alkohol, Aether und Chloroform verhält es sich wie Gutta-Percha. Nach Oudemans setzt es sich zusammen aus:

Kohlenstoff	(I) 87,64	(II) 88,10	(III) 83,20
Wasserstoff	11,79	11,77	12,00
Sauerstoff	0,57	0,13	—
	100,00	100,00	—

und entspricht also der Formel $C^{20}H^{32}$ oder C^5H^8 .

Zum Schlusse dieses Abschnittes ist es am Platze, die Feinde zu erwähnen, die die Gutta-Percha im Tierreiche hat, und die besonders den mit Gutta-Percha isolierten elektrischen Leitungen verderblich werden können. Im Meere sind das: der *Teredo navalis*, ein Wurm, der eine Länge bis zu 30 cm erreicht und die *Limnoria lignorum* oder *tenebrans*, ein krebsartiges Schalentier von der Grösse einer Ameise. Besonders dieses letztere kann den submarinen Kabeln verderblich werden, weil es vermöge seiner Winzigkeit in die kleinen Lücken, die sich etwa an der Armatur bilden, hineinzuschlüpfen vermag. Auf dem Lande und in der Erde wird die Gutta-Percha manchmal von Ratten und der *Templetonia cristallina*, ein mikroskopisch kleines Insekt aus der Familie der Podura, angegriffen. Gegen diese Feinde im Wasser lassen sich Kabel nur durch eine sehr sorgfältige Metallarmatur, gegen die auf dem Lande und in der Erde durch Einbetten in Cement schützen.

VI. Verarbeitung und Verwendung der Gutta-Percha.

Vor ihrer eigentlichen Verarbeitung muss die rohe Gutta-Percha, wie sie der Handel an den Markt bringt, ebenso wie dieses bei dem rohen Kautschuk der Fall ist, einer Reihe von Vorbehandlungen unterworfen werden, die hauptsächlich den Zweck haben, fremde Bestandteile, Sand, Erde, Holz, Rinde und andere Verunreinigungen zu entfernen. Für diese Vorbehandlung gibt es verschiedene Methoden, die alle ziemlich einfach sind und im wesentlichen in folgenden Vorgängen bestehen. Die rohen Stücke, Brode oder Blöcke, werden zunächst auf einer Schneidmaschine in Scheiben geschnitten und gelangen dann auf eine mit Messern besetzte Trommel, um hier noch mehr zerkleinert zu werden. Alsdann wird diese zerkleinerte Masse in kaltes Wasser gebracht, um die schweren Beimengungen von der schwimmenden Gutta-Percha zu trennen. Hierauf gelangt sie in mit heissem Wasser gefüllte Bottiche, in welchen sie so

lange bleibt, bis sie weich geworden ist und die vorhin mechanisch zerkleinerten Stücke sich wieder mit einander verbinden und eine plastische Masse bilden.

In dem Zustande, in dem die Gutta-Percha sich nach diesen Vorbehandlungen befindet, ist sie zur Herstellung vieler Gegenstände für technische und andere Zwecke, an die nicht die höchsten und besonders keine Ansprüche in dielektrischer Hinsicht gestellt werden, ohne weiteres geeignet. Werden jedoch Anforderungen dieser Art erhoben, so ist eine weitere, sehr sorgfältige Behandlung zur Entfernung aller in der Masse etwa noch vorhandenen Spuren von Wasser und Luftblasen notwendig. Ganz besonders muss die Gutta-Percha, die zur Isolation elektrischer Kabel bestimmt ist, eine durch und durch gleichförmige homogene Masse sein. Um dieses bis zu einer möglichen Vollkommenheit zu erreichen, muss die Gutta-Percha noch einer Reihe von anderen Prozeduren unterzogen werden.

Zunächst gelangt sie in die eigentliche Waschmaschine. Diese besteht aus einem äusseren eisernen Kasten, in dessen Innern sich ein eiserner Hohlzylinder befindet, welcher wiederum eine eiserne Walze von sternförmigem Querschnitt (vier-, fünf- oder sechsstrahlig) enthält. Oben ist der äussere Kasten durch einen Deckel verschliessbar. Ebenso hat der innere Cylinder oben einen Deckel, durch welchen die Gutta-Percha hineingebracht wird. Kasten und Cylinder sind mit Wasser gefüllt, das durch direkt zugeführten Dampf erhitzt wird. Wird nun die innere Walze durch eine aussen an ihrer Achse befindliche Transmission in Rotation gesetzt, so zwingt sich die eingefüllte Gutta-Percha zwischen den Wänden des Cylinders und den tiefen Vouten der Walze in immer wechselnder Form hindurch. Um diesen Effekt noch zu steigern, sind am Boden des Cylinders noch zwei nasenartige Schienen, die den Zwischenraum zwischen Cylinderwand und Walze an diesen Stellen noch verengen. Die bei diesem Prozesse aus der Gutta-Percha ausgewaschenen Verunreinigungen fallen im Cylinder zu Boden

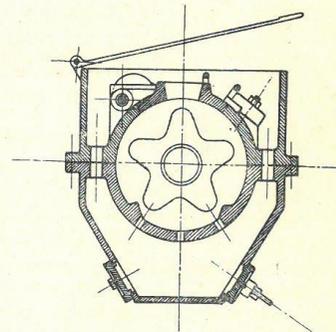


Fig. 35.
Gutta-Percha-Waschmaschine.

und gelangen durch kleine Oeffnungen in den äusseren Kasten, in dem sie sich ebenfalls am Boden niederschlagen, von wo sie von Zeit zu Zeit durch kleine Thürchen entfernt werden (Fig. 38).

Aus diesem Waschwälzwerk gelangt die Gutta-Percha in die Trockenknetmaschine (Fig. 39), die der Waschmaschine bis auf das Fehlen des äusseren Kastens sehr ähnlich ist. In ihrem Innern befindet sich eine geriefte Walze. Die Riefen laufen entweder der Achse der Walze parallel oder mit mehr oder weniger Drall spiralförmig um dieselbe. Der Vorgang des Knetens ist der nämliche wie der des Waschens, nur natürlich mit Ausschluss des Wassers; die Erzielung der erforderlichen Temperatur wird durch Dampf erreicht, der in die Zwischenräume der doppelten Wände des Cylinders eingeführt wird. Es gibt auch Knetmaschinen, in welchen zwei horizontal nebeneinander liegende Walzen gleichzeitig arbeiten. Man nimmt dazu entweder eine geriefte und eine glatte Walze oder zwei gleichartige Walzen mit schräg über sie geschobenen, elliptischen Scheiben. Die Walzen dieser letzteren Konstruktion werden so eingelegt, dass die Scheiben sich kreuzen (Fig. 40).

Von der Knetmaschine gelangt die Gutta-Percha oft noch in eine Presse (strainer), die aus einem Cylinder besteht, der an seinem unteren

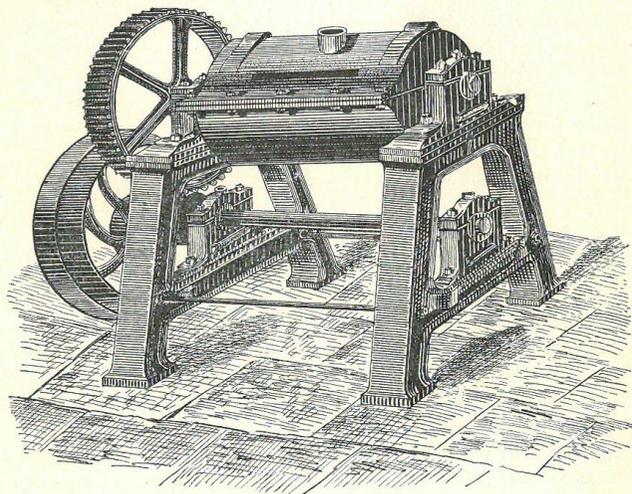


Fig. 39.
Trockenknet-Maschine für Gutta-Percha.

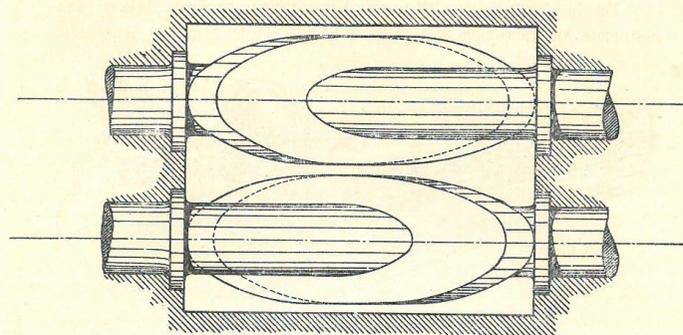


Fig. 40.
Knetwalzen mit elliptischem Ring.

Ende mehrere übereinander angeordnete Siebe von verschiedener Maschenweite oder mehrere perforierte Böden mit verschiedener Lochweite hat. Die Maschen der Siebe, beziehungsweise die Durchlochung der Böden verjüngen sich von oben nach unten in der Weise, dass die obersten die weitesten, die untersten die engsten Durchlasse haben. Den Schluss bildet ein Boden mit Lochung beliebiger Weite. Durch einen genau passenden auf und ab bewegbaren Stempel wird die weiche Gutta-Perchamasse durch dieses System hindurchgetrieben. Statt des Strainers, der in seiner Konstruktion den hydraulischen Pressen zur Herstellung von Fadennudeln nicht unähnlich ist, kommen auch gewöhnliche Filterpressen zur Anwendung. Durch diese verschiedenen Behandlungen wird die Gutta-Percha so energisch durchgearbeitet, dass alles, was etwa noch an Luft und Wasser darin enthalten war, ausgeschieden und ein durchaus homogenes Gefüge gebildet wird. Um sie in diesem Zustande für die spätere Weiterverarbeitung bequemer aufbewahren zu können, und weil es auch für die Verarbeitung handlicher ist, lässt man sie nach dem Entnehmen aus der Knetmaschine oder aus der Presse noch durch einen Walzengang passieren, um dickere oder dünnere Platten zu ziehen. Dieses Walzwerk (Fig. 41) besteht aus zwei vertikal oder schräg über einander angeordneten Walzen mit sehr glatten Oberflächen und entspricht im allgemeinen dem bei der Verarbeitung des Kautschuk zur Anwendung kommenden Kalander. Die Masse wird an der vorderen Seite des Apparates zwischen die Walzen gebracht und beim Verlassen derselben an der hinteren Seite durch ein endloses Tuch aufgenommen und weitertransportiert.

Da in den meisten Fällen an das künftige, fertige Fabrikat ganz bestimmte Anforderungen gestellt werden bezüglich Dichtigkeit, Elastizität,

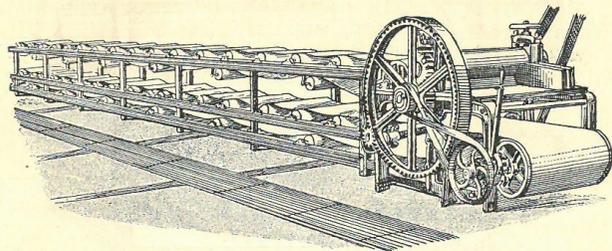


Fig. 41.
Gutta-Percha-Platten-Walzenwerk.

dielektrischer und anderer Eigenschaften, die sich selten oder nie in dem beanspruchten Maasse und Verhältnis in einer gegebenen Sorte Rohmaterial finden, so tritt an den Fabrikanten die Notwendigkeit, diese Eigenschaften durch Mischen verschiedener Sorten zu erzielen. Studieren und Probieren haben in dieser Hinsicht, ebenso wie beim Kautschuk, auch bei der Gutta-Percha zu guten Ergebnissen geführt, aber ebenso wie bei jenem werden auch hier diese Erfahrungen als Fabrikgeheimnisse betrachtet. Dass die Gutta-Percha auch mit fremden Bestandteilen gemischt wird, wie es beim Kautschuk aus bestimmten Gründen erforderlich und notwendig, ist selten und kommt in guten Fabriken, die auf Qualität halten, wohl überhaupt nicht vor, denn alle derartigen Beimischungen bedingen eine Verschlechterung der Qualität, die durch etwaige Verbilligung des Preises nicht zu rechtfertigen ist. Als Mischapparate dienen im übrigen die nämlichen, die auch zum Kneten verwendet werden.

Wie das Kautschuk, so erleidet auch die Gutta-Percha durch Waschen und Kneten eine nicht unbedeutliche Verminderung ihres ursprünglichen Gewichtes, die je nach ihrer Herkunft, Qualität und sonstigen Beschaffenheit sehr verschieden ist. Die besten Sorten verlieren in der Regel 15 bis 20 Prozent, mittlere 20 bis 25 Prozent und geringere sogar bis 50 Prozent an Gewicht.

Die weitere Verarbeitung der gereinigten Gutta-Percha, d. h. die spezielle Herstellung der vielerlei Artikel, zu welchen sie Verwendung findet, ist eine ganz ähnliche wie die Herstellung der Artikel aus unvulkanisierten, gemischten und ausgewalzten Kautschukplatten. Im ganzen ist die Fabrikation eine einfachere als bei Gummi, weil die Gutta-Percha noch plastischer und bildungsfähiger als dieses, weil die Nähte

sehr leicht miteinander verbunden werden können, und weil endlich die schwierige Vulkanisation ganz in Wegfall kommt.

Die Gutta-Percha ersetzt in vielen Fällen das Leder und ist diesem sogar in manchem vorzuziehen. Ihre beste Verwendung findet sie bei Nässe, in feuchter Kälte und bei Säuren. Deshalb findet sie vielseitige Verwendung in Form von Röhren für kalte Wasser-, Bier-, Essig-, Wein- und Säureleitungen, für Treibriemen, die in der Nässe zu laufen haben, zu Eimern, Kellen, Schaufeln, Flaschen, Hebern, Trichtern und Krahen in chemischen Fabriken, dann zu Liederungen, Stulpen- und Manschettenringen an Pumpenwerken und hydraulischen Pressen, zu Waschtrommeln, in Spinnereien zu Spinnrollen, in Kattunfabriken zu Walzenbezügen, in der Photographie zu Cuvetten, Kasten und Tauchstäben, in der Galvanoplastik zur Herstellung von Formen und Matrizen. Auch zu chirurgischen Zwecken findet sie Verwendung; ganz rein dient sie zum Plombieren hohler Zähne und zur Anfertigung künstlicher Gebisse, papierartig dünn ausgewalzt zu verschiedenartigen chirurgischen Verbänden und Kompressen. Als sehr dünner Taffet (Baudruche) wird sie zum Einlegen in Hüte und Mützen als Schutz gegen Fett und Schweiß, sowie als Schweißblätter und als sogenanntes Blumenpapier bei der Fabrikation künstlicher Blumen und bei der Blumenbinderei gebraucht. In Nordamerika werden vielfach Männerkleider statt genäht mittels Gutta-Percha-Papier zusammengeklebt. Eine wichtige Verwendung der Gutta-Percha ist endlich die als Ueberzug für Zündschnüre zu Sprengleitungen, wodurch diese durch Wasser geführt werden können, ohne dass der Zündsatz durch Feuchtigkeit unbrauchbar wird. Die wichtigste und bedeutendste Verwendung hat die Gutta-Percha als Isolationsmaterial für elektrische Leitungen, besonders für submarine Kabel und solche, die unter der Erde verlegt werden, gefunden. Für die Kabelfabrikation ist sie deshalb ein ganz unentbehrliches Material geworden, und die grossen praktischen Erfolge, die die Elektrotechnik zu verzeichnen hat, entfallen nicht zum mindesten auch auf Rechnung der Gutta-Percha, die den Anforderungen an ein dielektrisches Material weit entgegenkommt.

Die Abfälle, welche sich bei der Fabrikation ergeben, und das Altmaterial, das der Konsum durch Verbrauch und Verschleiss abstösst, sind bei der Gutta-Percha wesentlich wertvoller als beim Kautschuk, da sie ja an und für sich rein und nicht wie bei letzterem mit fremden Stoffen gemischt und nicht vulkanisiert sind. Die Abfälle bei der Fabrikation können daher ohne weiteres wieder verwendet werden. Der Wert des Altmaterials dagegen ist abhängig von dem mehr oder mindern Grade der Oxydation, in dem es sich meistens befindet und von

den chemischen Eeeinflussungen, die es durch Einwirkung gewisser Säuren und sehr hoher trockener Temperaturen erlitten hat. Altmaterial letzterer Art ist deshalb manchmal fast wertlos, während nur oxydiertes durch Behandlung mit heissem Wasser unter Zusatz kaustischer Soda, mit Benzin oder Terpentin, durch Waschen, Kneten und Vermischen mit frischem, jungfräulichen Material wieder verwendbar gemacht werden kann.

Lediglich aus historischen Rücksichten sei zum Schlusse der sogenannten Vulkanisation der Gutta-Percha gedacht. Wie schon in der Einleitung gesagt, hat man auch dieses Material mit Schwefel gemischt und denselben Prozeduren unterworfen, durch die beim Kautschuk die Vulkanisation herbeigeführt wird. Gänzliche Misserfolge waren das Ergebnis; die guten und charakteristischen Eigenschaften der Gutta-Percha wurden durch diesen Prozess zerstört, ohne dass es gelang, ihr andere und für andere nicht gekannte Zwecke neue zu geben. Die Vulkanisation der Gutta-Percha ist deshalb als ein durchaus überwundener Standpunkt zu bezeichnen.

Die Balata.

Wie die Gutta-Percha bei ihrem ersten Bekanntwerden allgemein für Kautschuk gehalten und mit diesem vielfach verwechselt wurde, ist es der Balata bei ihrem ersten Auftreten und selbst noch bis vor einem Jahrzehnt mit der Gutta-Percha ergangen. Die Möglichkeit dieser Verwechslung lag jedoch näher als jene, insofern als die charakteristischen Unterschiede zwischen Balata und Gutta-Percha nicht so hervorstechende sind als diejenigen zwischen Gutta-Percha und Kautschuk. Immerhin sind sie so bedeutend, dass man sich seit Beginn der achtziger Jahre daran gewöhnt hat, ihr eine selbständigere Stellung anzuweisen und sie von der Gutta-Percha scharf zu unterscheiden.

Zuerst bekannt wurde die Balata vor etwa dreissig Jahren, die ersten Nachrichten über sie finden sich in einem 1857 von Professor Bleekrode veröffentlichten Aufsatz und in einer Mitteilung, die er im selben Jahre der Society of Arts zugehen liess. Er bezeichnete in diesen Nachrichten die Balata als Surinam-Gutta-Percha und kam zu dem Schlusse, dass sie ein Produkt, das mit dem aus der Isonandra gutta gewonnenen identisch sei. Im Jahre 1860 sandte das Kolonial-Sekretariat von Britisch-Guyana einige von Van Holst in Berbice gesammelte Balataproben an den Sekretär der genannten Gesellschaft. Diese Proben wurden später dem Kew-Museum überwiesen. Andere Muster empfing die Gesellschaft im Februar 1864 durch Sir William Holmes infolge der Ausschreibung eines Preises für den besten Ersatz für Gutta-Percha. In seinem Briefe an das Sekretariat schreibt Holmes, dass er bei der internationalen Ausstellung 1862 Kommissär für Britisch-Guyana gewesen, und dass er dort etwa $\frac{1}{2}$ Pfund Balata ausgestellt habe; es sei Charles Hancock übergeben worden, der sich sehr günstig

darüber ausgesprochen. Dasselbe Muster kam später ebenfalls nach Kew. Ausserdem sandten noch andere Balataproben nach Kew: James Collins 1868 aus Britisch-Guyana, der Gouverneur Longdon 1874 aus Trinidad, Im Thurn 1882 aus Demerara und endlich G. S. Jenman 1884; letzterer schickte auch Balata-Milch, sowie Proben von Balata, die mittels Weingeist durch Niederschlag hergestellt war.

Die Balata ist wie die Gutta-Percha der eingetrocknete Milchsaft von einigen Pflanzen aus der Familie der Sapotaceen, die jedoch fast ausschliesslich der Gattung der Mimusops angehören, deren Vorkommen sich fast über die ganze Erde verbreitet. Balata liefernde Mimusops sind indessen bis jetzt nur in Amerika auf den grossen und kleinen Antillen und Bahama-Inseln (Westindien), Venezuela, Britisch-, Niederländisch- und Französisch-Guyana und einem Teile von Brasilien, in Afrika an der Westküste des Aequatorialgebietes, Abessinien, Angola, Madagascar und den Mauritius-Inseln, in Australien in Queens-Land und Neu-Seeland bekannt geworden; zum mindesten hat bis jetzt eine Ausfuhr von Balata nur aus den genannten Gebieten stattgefunden. Als interessant sei hier nebenbei bemerkt, dass Schweinfurt in den Umwickelungen ägyptischer Mumien Blätter der Mimusops-Schimperi Hochstätter gefunden hat. Die Heimat der Balata ist also eine durchaus andere als die der Gutta-Percha, deckt sich dagegen vielfach mit derjenigen des Kautschuks.

Die Mimusops-Balata (Gaertner) scheint dieselbe Pflanze zu sein wie die Mimusops-Balata (Blume), die Achras-Balata (Aublet), die Lucuma mamosa (de Vriese) und die Sapota-Mülleri (Blume). Ihre Blätter sind glänzend, oval und laufen vorne spitz zu; sie sind gestielt, 4 bis 6 Zoll lang und 2 bis $2\frac{3}{4}$ Zoll breit und stehen wechselweise an den Enden der Zweige. Die beigegebene Abbildung eines Balatazweiges mit Früchten ist dem schon erwähnten, 1857 veröffentlichten Aufsätze von Professor Bleekrode entnommen. Die Blüte ist sechsteilig, die Blumenkrone weiss und misst etwa $\frac{1}{2}$ Zoll. Die Frucht ist rund oder oval; sie ist essbar und schmeckt ähnlich wie eine Pflaume. Der Milchsaft, den der Stamm beim Anzapfen abgibt, wird von den Eingeborenen mit Wasser verdünnt getrunken. Die Mimusops-Balata wächst auf sandigen oder lehmigen Ufern, die sich nur wenige Fuss über die sie umgebenden Sümpfe erheben. Sie findet sich in Jamaica, Trinidad, Venezuela, Britisch-, Holländisch- und Französisch-Guyana; auch am Amazonenstrom soll sie vorkommen. Am meisten verbreitet ist sie in den angeschwemmten Niederungen von Britisch- und Holländisch-Guyana zwischen den Ufern des Berbice und des Corentyne. Hier ist sie ausserordentlich häufig, doch ist die Ausbeutung, da die Wälder sehr dicht

und schwer zu durchdringen sind, nur da möglich, wo man mit Kähnen an die Bäume heran kann. Der Baum wächst langsam, erreicht eine

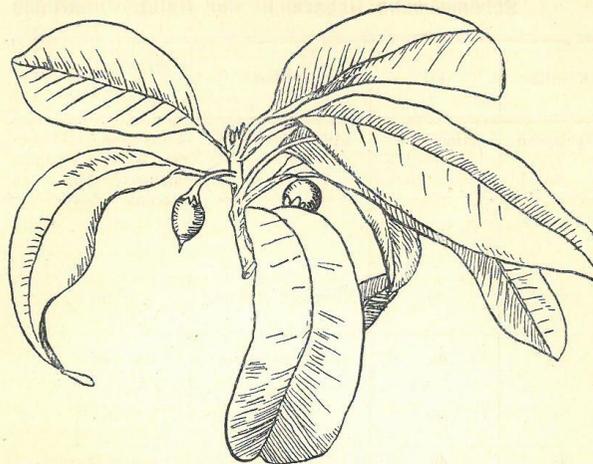


Fig. 42.

Mimusops-Balata (Gaertn. Fil) Zweig mit Blätter und Früchten.

Höhe von 120 Fuss und hat eine grosse, weit ausgebreitete Krone. Der cylindrische Stamm ist 60 bis 70 Fuss hoch bei einem Durchmesser von

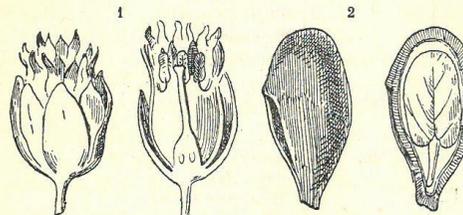


Fig. 43.

Mimusops-Balata (nach Baillon).

1) Blüte } Ganz- und
2) Samen } Längsschnitt.

4 bis 5 Fuss. Er liefert ein sehr hartes und festes Holz, von dem ein Kubikfuss 40 kg wiegt, und das zu Bauzwecken und für Mühlwalzen

Schematische Uebersicht der Balata liefernden

Familie	Art	Spielart	Wissenschaftliche Synonyme
Sapotaceen	Mimusops.	Mimusops-Balata.	Achras-Balata, Lucuma mamosa, Sapota Muelleri, Higuicrona Mastota.
do.	do.	Mimusops globosa.	do.
do.	do.	Mimusops elacta.	do.
do.	do.	Species.	do.
do.	do.	do.	Lucuma gigantea " fissilis. " lastiocarpa. " laurifolia. " procera.
do.	do.	Mimusops sp. Mimusops speciosa. Mimusops Schimper. Mimusops Kümmel.	Abessinische Mimusops.
do.	Chrysophyllum.	Chrys. ramiflorum. " species.	do.
do.	do.	Achras Australis. Sano Manilla. Imbricaria coriacea.	do.

Pflanzen aus der Familie der Sapotaceen.

Lokale Bezeichnungen	Botaniker und Forscher	Heimat
Bullet-tree oder Bolletrie. Manly-kara. Echte oder milchende Balata. Rote Balata. Galibis-Balata. Muirapiranga.	Aublet, Gaertner, D'Martin. Blume, De Vriese, Schomburgk, Santa-Anna de Nery, Boilley.	Franz., Engl. u. Holl-Guyana. (Monts Canukut; Barama Surinam.) Barbaden u. Antillen. Brasilien (Amazon.) Costa Rica.
Purvio. Purgua, Mbeerata (hartes Ding).	Gaertner, Rousseau.	Venezuela (Provinz Maturing).
Macaranduba. Apraiü.	Bernardin da Silva Continho.	Brasilien, Venezuela. (Inirido u. Guaviare.)
Maparauba.	do.	Brasilien.
Jaquã. Garaquã. Abiarana. Guapeba vermelha. Chana. Macaranduba blanca.	do.	do.
Cafequesu. M. Bimo.	do.	Angola, Gabon, Abessinien.
Baca. Guaraita. Leitero de Mato.	do.	Brasilien, Niger.
do.	do.	Queensland, Neu-Süd-Wales, Madagascar, Mauritius-Inseln.

verwendet wird. Wegen seiner rötlichen Farbe führt das Holz in den holländischen Kolonien den Namen Paardenflesch (Pferdefleisch).

Ausser der *Mimusops*-Balata sind als Balata liefernde *Mimusops*-arten noch zu nennen: die *M. globosa*, *M. elacta*, *M. speciosa*, *M. Schimper*, *M. Kümmel*, ferner die *Lucumum*-Arten: *L. gigantea*, *L. fissilis*, *L. lasiocarpa*, *L. laurifolio*, *L. procera* und endlich einige Arten von *Chrysophyllum*.

Die vorstehende Tabelle gibt eine Uebersicht aller aus der Familie der Sapotaceen bekannt gewordenen Balata liefernden Pflanzen und ihrer Spielarten, ihre wissenschaftlichen Synonyme und lokalen Bezeichnungen, die Angabe ihrer Heimat und die Namen der Botaniker und Forscher, die sich mit den einzelnen Arten besonders befasst haben.

Zur Gewinnung des Balatalatex genügt es nicht wie bei den Kautschukgewächsen, einfach Einschnitte in die Rinde zu machen. Der Milchsaft der *Mimusops* ist so dick und gerinnt so schnell, dass die Einschnitte sehr bald verstopft sein würden.

In Venezuela sägten deshalb die Sammler früher die Bäume am Fusse einfach ab, hoben sie auf Stützen und stellten Gefässe darunter auf, in denen sich die aus tiefen, kaum einen Fuss voneinander entfernten Einschnitten quellende Flüssigkeit sammelte. Mit Hilfe dieser barbarischen Methode erhielt man von einem Baume mittlerer Grösse 3 bis 6 kg Balata. Heute wendet man dagegen Handpressen an, durch die die Rinde einem starken Druck unterworfen wird. Eine Presse ergibt in der Stunde 9 bis 13 l Saft, was 2 bis 3 kg trockener Balata gleich kommt. In Maturin, ein Gebiet, das die venezuelischen Provinzen Cumana, Barcelona, Guyana und Isla Margarita umfasst, findet man sehr grosse Bäume, von denen man durch dieses Verfahren mehrere Centner Balata erhält. Dieses System der Zerstörung ist also ausserordentlich lukrativ und hat infolgedessen eine so grosse Verbreitung gefunden, dass, wenn man in der begonnenen Weise fortfährt, Maturin trotz seines grossen Reichthums an Balatabäumen bald seinen ganzen Vorrat verausgabt haben wird.

In Holländisch-Guyana, insbesondere in Surinam, werden die Bäume angezapft. Die Rinde wird bis zu einer Höhe von 20 Fuss mit Einschnitten versehen, die miteinander verbunden und so angebracht werden, dass die Milch von einer Rinne in die andere läuft, bis sie an der untersten angelangt ist. Unter dieser wird, wie es früher bei der Kautschukgewinnung erzählt wurde, eine Kürbisflasche aufgestellt, aus der die Milch später in ein grösseres, mit einem Henkel versehenes Gefäss, das man Gooba nennt, gegossen wird. In der Gooba wird die



Fig. 44.

Balata-Ernte in Surinam.

(Mit Genehmigung der Soc. for the encouragement of arts, etc. aus Cantor lectures on Gutta-Percha by Dr. E. Obach.)

Milch nach der Ansiedelung getragen und entweder als Milch verkauft oder in flache, hölzerne Verdampfschalen gegossen. Das Wasser verdunstet, die Oberfläche wird hart und bildet etwa $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Häute, die abgenommen und zum Abtropfen und Trocknen über Leinen gehängt werden. Das Trocknen dauert mehrere Wochen, da jede Balatahaut eine harte, die Verdunstung verzögernde Oberfläche bietet. Eine Gallone Milch gibt 4 Pfund trockener Balata. Ein einigermaßen geschickter Arbeiter erhält am Tage etwa 4 Galonen, ein sehr geschickter bis zu 10 Galonen Milch. Im allgemeinen ist in Holländisch-Guyana die Ausbeutung in der Weise geregelt, dass der Unternehmer an die Regierung 5 cents per ha für die Erlaubnis zahlt, Balata darauf sammeln zu dürfen. Er mietet weite Strecken von 200 ha und darüber. Zur Arbeit verwendet er Schwarze, die hauptsächlich aus den benachbarten britischen Kolonien kommen. Mit diesen trifft der Arbeitgeber dann eine Vereinbarung, nach welcher die Sammler verpflichtet sind, alle in dem betreffenden Gebiete gefundene Balata zu einem bestimmten Preise an ihn abzuliefern. Die Sammler, die gewöhnlich in Gruppen von drei bis vier Leuten arbeiten, haben für Kost und andere Bedürfnisse selbst zu sorgen, doch lässt der Unternehmer sie in Canoes an ihre Arbeitsstätten bringen. In der Regel werden die Stämme in einem Jahre nur auf einer Seite, im nächsten Jahre dann auch auf der anderen Seite angeschnitten; ist man vorsichtig dabei zu Werke gegangen, so kann diese Operation einige Jahre später wiederholt werden. Der Erfolg hängt sehr vom Wetter ab, da es bei Trockenheit für die Boote unmöglich ist, über die vielen Stromschnellen hinwegzukommen. Alles in allem ist ein solches Unternehmen eine sehr ungewisse Sache, und bei ungünstiger Witterung haben sowohl Arbeitgeber als Arbeiter Verluste. Zudem ist das Klima in den Wäldern höchst ungesund und für Europäer überhaupt kaum zu ertragen. Die Wälder sind so dicht, dass sie meistens keine Sonne durchlassen, das Trinkwasser ist voll vegetabilischer Verunreinigungen; Fieber und Rheumatismus sind daher unter den Sammlern häufig.

In Englisch-Guyana ist die Methode der Balataernte, was die Erhaltung der Bäume betrifft, eine rationellere. Es werden am Stamme mehrere Längseinschnitte gemacht, zwischen denen man die Rinde wegnimmt, doch lässt man den Bast dieser Rinde stehen, wodurch ermöglicht wird, dass sich neue Rinde bildet, und also die Wunden wieder zuwachsen. Am zweckmässigsten ist es, die Rinde in gleichmässigen Rechtecken abwechselnd fortzunehmen und stehen zu lassen. Die abgenommene Rinde wird hierauf gepresst; ein mittelgrosser Baum liefert bei dieser Erntemethode 1 kg Balata, doch ist zu berücksichtigen, dass

man den Prozess unbestimmt oft wiederholen kann, indem man in jedem Jahre die im vorhergehenden geschonten Rindenstücke fortnimmt. Am reichlichsten fliesst der Milchsafte während der Regenzeit; auch vollzieht sich alsdann die Gerinnung langsamer. Die Eingeborenen, die das Einsammeln des Saftes besorgen, behaupten, dass die Ausbeutung bei abnehmendem Mondlicht am einträglichsten sei, eine Beobachtung oder ein Vorurteil, das auch manche europäischen Ernten leitet. Die Milch, die hier „Purvio“ genannt wird, wird in Holzgefässen gesammelt, da eiserne Behälter sie schwärzlich färben, wodurch der kommerzielle Wert des Produktes geringer wird.

Rohe Balata ist grau, braun oder weiss-rötlich mit dunkleren Flecken und Adern, sieht meistens wie trockne Häute aus und fühlt sich seifig an. Graue Balata kommt jedoch auch in Blöcken von 80 cm Länge und 40 cm Breite, rote Balata dagegen in 1 bis 2 cm dicken Platten in den Handel. Die letzteren zeigen die Form der Behälter, in denen die Eintrocknung des Saftes stattgefunden hat. Die Handelsware enthält gemeinlich wenig Fremdkörper und wenig Rinde. Oft aber ist Kalk zugesetzt, besonders in letzter Zeit, wo die Eingeborenen den Saft durch einen Zusatz von Wasser fälschen und dann, um dem Produkt die nötige Konsistenz zu geben, Kalk hinzufügen. Durchschnittlich beläuft sich die Menge der Verunreinigung auf 10 Prozent. Die Balata von der *Mimusops*-Balata und der *M. globosa* ist besonders geschätzt; sie besitzt ausser ihrer grossen Stärke die Eigenschaft, nur in geringem Masse dehnbar zu sein, ein Umstand, der sie zur Fabrikation von Treibriemen besonders geeignet macht. Man zahlt für sie ebenso hohe, wenn nicht noch höhere Preise wie für Gutta-Percha.

In seinen schon wiederholt angeführten „Cantor Lectures on Gutta-Percha“ beschäftigt sich Dr. E. F. Obach auch mit der Balata und gibt wertvolle statistische Nachweise über Preis und Export der Balata aus Englisch- und Holländisch-Guyana. Diese Angaben sind teils den Gouvernementsberichten der Kolonien, teils Mitteilungen des Direktors des Kolonialmuseums zu Haarlem, sowie einem Berichte entnommen, den Konsul Churchill von Paramaribo an den Marquis von Salisbury sandte. Für den Zeitraum von 1885 bis 1896 geben sie folgendes Bild:

Ausfuhr aus Britisch-Guyana. Ausfuhr aus Holländisch-Guyana.

Jahr	engl. Ctws.	Wert (£)	Jahr	engl. Ctws.	Wert (£)
1885	496	2213			
1886	606	2979			
1887	723	3498			
1888	2219	14060			
1889	3245	15625	1889	30	116
1890—91	2025	10078	1890	1502	7951
1891—92	1039	6807	1891	1882	11950
1892—93	2120	11296	1892	2375	15086
1893—94	1832	8283	1893	641	5424
1894—95	1867	11484	1894	2132	18047
1895—96	1424	8923	1895	2631	22281
			1896	2480	21000
Total	17596	95182	Total	13673	101865

Daraus ergibt sich, dass der niedrigste Durchschnittspreis der aus Britisch-Guyana ausgeführten Balata für ein Pfund engl. mit 9,13 pence auf das Jahr 1885, der höchste mit 14,17 pence auf das Jahr 1888, der niedrigste Durchschnittspreis für die aus Holländisch-Guyana ausgeführte Balata für das gleiche Quantum mit 9,07 pence auf das Jahr 1889, der höchste mit 18,14 pence gleicher Weise auf die Jahre 1893 bis 1896 entfallen. Es ist hierbei jedoch zu berücksichtigen, dass diese Preisberechnung auf den Deklarationswert-Angaben in den Ausfuhrhäfen beruht. Der Verkaufspreis an den europäischen Märkten, Liverpool, London, Marseille, Rotterdam und Hamburg, war dagegen nicht unwesentlich höher und schwankte während der letzten fünfzehn Jahre für Balata in Platten und Blöcken in London zwischen 1/1 s. bis 2/6 s. für 1 lb. engl.

Der Hauptunterschied zwischen Gutta-Percha und Balata zeigt sich in der Art, wie beide Produkte von der Luft beeinflusst werden. Während Gutta-Percha unter der Einwirkung von Luft und Licht schnell harzig, hart und brechend wird, und zwar so, dass sich diese Erscheinungen auf die Dauer nicht nur auf die Oberflächen, sondern auch auf das Innere erstrecken, bleibt Balata unter denselben Bedingungen lange Zeit unverändert. Bei gewöhnlicher Temperatur ist die Balata weicher als Gutta-Percha und erlangt auch beim Erkalten nicht dieselbe Festigkeit wie diese. Balata erkaltet überhaupt langsam und überträgt, wenn sie mit Gutta-Percha gemischt wird, diese Eigenschaft auch auf die

Mischung. Erwärmt man sie, so verbreitet sie denselben angenehmen Geruch wie reine Gutta-Percha, die unter Wasser langsam erwärmt und ans Kochen gebracht wird. Ihr spezifisches Gewicht beträgt 1,05. Sie lässt sich schneiden wie Gutta-Percha, besitzt aber mehr Zähigkeit. In Terpentin, besonders aber in Benzin und Schwefelkohlenstoff lässt sie sich warm vollständig auflösen. Dagegen widersteht sie, wie Kautschuk und Gutta-Percha, ätzenden Alkalien; ebenso verhält sie sich gegen Salzsäure. Unter der Einwirkung von Schwefelsäure verkohlt sie. Bei gewöhnlicher Temperatur ist Balata eine hornige Masse, erweicht sich aber schon bei + 49° C. und lässt sich in diesem Zustande beliebig formen.

Wenn man das Material, das man im Handel erhält, reinigt, indem man es in kochendem Wasser unter Zusatz von einem geringen Quantum Säure, dann in kochendem Alkohol wäscht, so erhält man nach Sperllich eine Masse, die, in Schwefelkohlenstoff aufgelöst, filtriert und verdampft, dieselbe Zusammensetzung wie Gutta-Percha aufweist, also:

Kohlenstoff	88,5,
Wasserstoff	11,3.

Die Verarbeitung der rohen Balata ist eine derjenigen der Gutta-Percha ganz ähnliche und erfolgt mit denselben Apparaten und Maschinen. Nur ist sie in den meisten Fällen eine viel einfachere, weil Balata in der Regel, wie erwähnt, weniger Verunreinigungen als Gutta-Percha enthält und auch nicht zu Gegenständen für so subtile Zwecke wie diese verwendet wird. Oft wird deshalb ein einfaches Waschen im Walzwerk oder Holländer als Vorbereitung zur Weiterverarbeitung genügen. Einige Sorten liefern zwar durch starkes Kneten ein sehr homogenes Material, das jedoch eine zu grosse Elastizität behält und adhäsiv bleibt. Auch ist die gereinigte Balata weniger geschmeidig als Gutta-Percha und kann ohne mit dieser vermischt zu werden, nur zu bestimmten Zwecken verwandt werden. Zur Umhüllung von Drähten zum Zwecke der Isolation eignet sie sich unvermischt gar nicht, und auch eine Mischung mit bester Gutta-Percha ist nach dieser Richtung minderwertiger als eine Isolierung aus reiner Gutta-Percha, selbst wenn diese zweiter Qualität ist. Dagegen sind Beimischungen von Balata zur Gutta-Percha und selbst auch zum Kautschuk geeignet, diesen beiden für gewisse Zwecke verlangte Eigenschaften zu geben. Als selbständiges Fabrikat werden aus unvermischter Balata Matrizen und Formen zu galvanischen Zwecken, Schuhsohlen, Schweissblätter und vorzugsweise Treibriemen hergestellt. Ganz besonders eignet sie sich wegen ihrer grossen Zähigkeit zur Herstellung dieser letzteren, nur dürfen diese gerade so wie die Gutta-Percha-Treibriemen nicht in zu warmen Räumen

zur Verwendung kommen, weil sie sonst klebrig werden. Die Fabrikation von Balata-Treibriemen ist eine der Herstellung von Gummi-Treibriemen ganz analoge. Man verwendet zu ihnen wie zu diesen beste starke Baumwollgewebe, die auf dem Streichkalander oder der Streichmaschine mit vorbereiteter Masse behandelt, zu der erforderlichen Stärke zusammengelegt, oft auch noch mit Längsnähten versehen und dann entweder so oder nachdem sie auf einer oder auch auf beiden Seiten eine Deckplatte erhalten haben, gepresst werden. Der Vulkanisation bedürfen diese Riemen nicht, was zu erwähnen wohl kaum notwendig ist. Neben anderen, für gewisse Oertlichkeiten massgebenden Vorzügen bietet diese Art von Treibriemen die Möglichkeit einer sehr einfachen Verbindung. Um diese herzustellen, verfährt man wie folgt: Zunächst werden die beiden Enden des Riemens erwärmt, bis sie klebrig werden. Dann breitet man den Riemen, dessen Lagen sich in diesem Zustande leicht voneinander lösen lassen, flach aus, schiebt die beiden Enden soweit übereinander, dass ein Schnitt im Winkel von 45° beide Enden zueinander passend abschrägt, worauf man die Kanten 2 bis 3 cm übereinander bringt, mit einem Eisen ausdrückt, hierauf den nunmehr verbundenen Riemen wieder in die ursprünglichen Falzen zusammenlegt und dann die

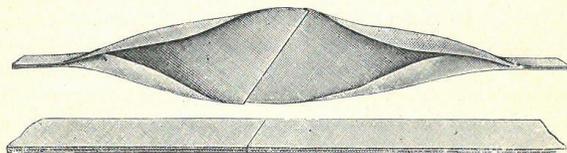


Fig. 45.

Endlose Verbindung von Balata-Treibriemen.

ganze Stelle beschwert oder noch besser zusammenbügelt oder zusammenpresst. Nachdem die Verbindungsstelle erkaltet, kann der Riemen aufgelegt werden und läuft als endloser Riemen ohne Schlag und Stoss. Deshalb eignen sich so verbundene Balatarriemen ganz besonders zum Betriebe dynamischer Maschinen.

Uebersicht

der hauptsächlichsten Fabrikate aus Gummi, Gutta-Percha und Balata.

I. Weichgummi.

1. Gegenstände zu technischen Zwecken.

a) Verdichtungs-Materialien.

Gummiplatten mit oder ohne Einlage oder Umlage, auch in Verbindung mit Asbest, für Dampf-, Wasser-, Gas- und Säure-Verdichtungen. — Verdichtungs-Ringe, -Schnüre, oder -Scheiben, ebenso und für dieselben Zwecke. — Mannlochringe und -Schnur. — Stopfbüchsenliderung. — Gefettete Baumwollschnüre mit Gummikern. — Ringe aus massiver oder hohler Schnur (Compressor-Ringe etc.) oder aus Schlauch (Wasserstandsringe etc.). —

b) Klappen, Buffer etc.

Pumpen- und Ventilklappen für kaltes und heisses Wasser etc. — Gebläseklappen. — Pumpentiefel. — Ventilkugeln. — Lippenventile. — Manschetten für hydraulische Pressen. — Konus zum Vakuum-Verschluss. — Stopfen für chemische Laboratorien. — Buffer für Eisenbahn- und Pferdebahn-Wagen etc. und gegen jede Art von Druck oder Stoss. — Bremsklötze. —

c) Schläuche.

Saug- und Druckschläuche mit oder ohne Hanf- oder Baumwoll-Einlage oder -Umlage, mit oder ohne innere oder äussere Spirale oder

Clouth, Gummi und Gutta-Percha.

Metallumflechtung etc. für Wasser (Garten- und Strassenberieselung, Feuerlöschspritzen), Dampf (Rammschläuche, Heizschläuche für Eisenbahnwagen), Säuren, Wein, Bier, Oel, Petroleum, Gas, komprimierte Luft (Carpenter- und Westinghouse-Bremsen) etc. — Schläuche für Thür- und Fenster-Verdichtungen mit oder ohne Falz. — Gummierte Hanf- und Baumwoll-Schläuche für Feuerlöschzwecke. — Gummierte Hanf-Spiral-schläuche. —

d) Treibriemen und Treibseile

für alle Arten von Transmissionen, Elevator-Gurte für Becherwerke, Transport-Bänder für Silospeicher, Zuckerfabriken, Aufbereitungen, Baggermaschinen etc. —

e) Walzen-Ueberzüge

für Nasspresswalzen, Gautschwalzen, Schaberwalzen in Papierfabriken, für Auswasch- und Appreturmaschinen in Tuchfabriken und Kattundruckereien, Walzen für Lederfabrikation, für Buntdruckereien (mit oder ohne Dessin), Wringwalzen für Wäschewringmaschinen, Schreibmaschinen, Druckmaschinen etc. —

f) Pneumatik- und Voll-Radreifen

für Velocipeds, Equipagen, Droschken, Cabs, Motorwagen (Automobilen) etc. — Radbandagen für Lastfuhrwerke, Handkarren etc. — Pedale und andere Bestandteile für Fahrräder. —

g) Zu elektrischen Zwecken.

Gummiadern für die Kabelfabrikation. — Isolierband, rein oder in Verbindung mit Geweben. — Geschlitzte Schläuche. — Handschuhe für Installateure etc. — Isolierhüte für Telegraphenstangen etc. —

h) Andere Spezial-Artikel.

Drucktücher, Kratzentücher, Kämmeltücher für Druckereien und Spinnereien, endlose Tücher für Aufbereitungsmaschinen. — Ratinierplatten für Tuchfabriken. — Deckelriemen und Siebleder für Papierfabriken. — Hutformen für Hutfabriken. — Nutschrichter für Zuckerfabriken. — Fangriemen. — Gasbeutel für Gasmotoren. — Gasabsperblasen. — Mälzer-sohlen- und Schuhe für Mälzereien. — Säureballonentleerer. — Kautschuklack für wasserdichte Anstriche und als Mittel gegen Kesselstein. — Gummilösung als Klebemittel. —

2. Gegenstände zu chirurgischen Zwecken und zur Krankenpflege.

Luft- und Wasserkissen: Sitzkissen, Fersenkissen, Kopfkissen, Halskissen, Rückenissen etc. — Luft- und Wasserbetten. — Stechbecken. — Eisbeutel. — Sauger und Milchflaschen-Garnituren. — Zahnringe und Zahnkissen. — Milchpumpen. — Schröpfköpfe. — Tropfen-zähler. — Augen-, Ohren-, Nasen- und Klystierspritzen. — Sonden. — Pessarien. — Pelotten. — Urinflaschen und Urinhalter. — Binden und Bandagen der verschiedensten Art. — Arm- und Muskelstärker. — Handschuhe für Operateure. — Bettstoffe, einfach und doppelt gummierte oder aus Doppelstoffen mit Zwischenlagen von Gummi.

3. Gegenstände zu Haushaltungs- und wirtschaftlichen Zwecken.

a) Matten und Läufer

massiv oder durchbrochen, Karpetten für Waschtische, Badewannen etc.

b) Spezial-Artikel.

Billardbanden. — Kegelkugeln. — Thürzieher. — Luftdruckpelotten für pneumatische Klingeln. — Pneumatische Anhänger für Schaufenster. — Signalhuppen. — Hufeisen mit Gummibuffern, Hufschoner, Streichkappen, Steigbügeleinlagen, Kinnketten-Unterlagen etc. für Pferde. — Flaschenverschlüsse der verschiedensten Art. — Konservenverschlüsse. — Radiergummi. — Gummiempel. — Kopierblätter. — Gummibänder für Brieftaschen, Papierrollen, als Arm- oder Strumpfbänder etc. — Fadenringe. — Schirmringe. — Tabaksbeutel. — Trink- und Würfelbecher. — Badewannen. — Badehauben. — Schwimmgürtel. — Wärmflaschen. — Gebläse für Odeurzerstäuber. — Schweissblätter. — Ballons und Spielbälle. — Puppen und Figuren.

4. Elastische Gewebe.

Gurten, Bänder und Litzen der verschiedensten Art. — Um-spinnene Fäden. — Hosenträger. — Gürtel. — Strumpfbänder. — Elastische Einsätze für Schuhe (Schuhplatten) etc.

5. Wasserdichte Stoffe etc.

Einseitig (single face) und zweiseitig (double face) gummierte Stoffe. — Doppelstoffe mit Gummizwischenlage (double textures). — Einfache und

doppelte Stoffe für Luftballons. — Bettstoffe. — Beutel und Säcke für Dynamit und Pulver. — Gassäcke, Luftsäcke. — Decken und Pläne für Eisenbahnwagen und Fuhrwerke aller Art. — Schiffsdecken. — Biwoakdecken. — Pferddecken. — Fahrdecken für Wagen und Schlitten. — Zelte. — Wassertücher. — Windschirme etc.

6. Wasserdichte Kleider und Schuhe.

Regenröcke. — Kapuzen. — Gamaschen. — Schürzen. — Vollständige Anzüge für Taucher, Bergleute, Schiffer, Fischer etc. — Südwester, Hüte und Kappen. — Gummi-Ueberschuhe und Stiefel der verschiedensten Art. — Turn- und Lawn-Tennis-Schuhe. — Schuhsohlen und Absätze.

II. Hartgummi.

1. Gegenstände zu technischen Zwecken.

Platten. — Stäbe. — Scheiben. — Röhren. — Muffen, Flantschen, Krümmer, Kniestücke, T- und +-Stücke für Leitungen. — Auslauf-, Durchlauf- und Dreiweg-Hähne. — Saug- und Druckpumpen (Flügel- und Membranpumpen). — Windkessel. — Saugkörbe. — Trichter. — Heber. — Gefässe aller Art. — Auskleidungen von Centrifugen, Trommeln, Abdampfschalen und Gefässen aller Art. — Spinnrollen (Bosses). — Ueberzüge für Schiffswellen. — Walzen. — Akkumulator-Kasten. — Batteriezellen. — Isolatorhütchen. — Isolierrohre. — Telephon-Mundstücke und -Dosen. — Griffe und Kurbeln für elektrische und andere Apparate etc.

2. Gegenstände zu chirurgischen Zwecken.

Spritzen, Stetoskope, Audiphone, Gehörrohre und Instrumente der verschiedensten Art.

3. Gegenstände zu Haushaltungs-, wirtschaftlichen und anderen Zwecken.

Kegelkugeln. — Untersätze für Flaschen und Gläser. — Zerstäuber. — Trinkbecher. — Falzbeine. — Lineale, Winkel und Kurven für Zeichner. — Messergriffe. — Schalen für Säbelgriffe, Pistolen- und Gewehrkolben. — Griffe aller Art. — Gewichte und Schalen für Wagen. — Pulverlöffel. — Mundstücke und Pfeifen zu Sprachrohren. — Spazier-

stöcke. — Knöpfe. — Fingerhüte. — Nadelbüchsen. — Streichholzdosen. — Käämme. — Schmuckgegenstände: Broschen, Ohringe, Armbänder, Uhrketten, Medaillons etc.

III. Gutta-Percha.

1. Gegenstände zu technischen Zwecken.

Platten, Schnüre, Ringe, Scheiben etc. für Kaltwasser-Verdichtung. — Manschetten zu hydraulischen Pressen. — Stulpen und Kapseln zu Pumpen. — Säurepumpen. — Treibriemen und Treibschnüre. — Röhren. — Saugkörbe. — Hähne. — Trichter. — Flaschen, Pfropfen, Kübel, Bottiche, Eimer, Becher, Giesskannen, Heber, Kellen, Sturzeln, Schaufeln, Tauchstäbe etc. — Maasse und Gewichte. — Waschtrommeln. — Spinnrollen. — Matrizen. — Walzenüberzüge. — Scheiben für Handschuhfabriken. — Chattertons-compound. — Zündschnüre. — Gutta-Percha-Adern für die Kabelfabrikation.

2. Gegenstände zu chirurgischen Zwecken.

Gutta-Percha-Papier für Verbände und Kompressen, auch für Hut-, Kleider- und Blumenfabrikation. — Gehörrohre. — Schlundröhren und Sonden. — Zahnkitt. — Urinflaschen, Nachttöpfe und Waschbecken für Irren-Heilanstalten etc.

3. Gegenstände zu Haushaltungs-Zwecken.

Untersätze für Flaschen und Gläser. — Mundstücke und Pfeifen zu Sprachrohren. — Stücke und Reitpeitschen etc.

IV. Balata.

Treibriemen. — Schweissblätter. — Schuhsohlen. — Platten, Schnüre, Ringe etc. wie bei Gutta-Percha.

Abbildungen, Karten etc.

	Seite
Fig. 1. Hevea Brasiliensis	11
" 2. Manihot Glazowii	12
" 3. Castilloa elastica	13
" 4. Ficus elastica	14
" 5. Artocarpus Port.	15
" 6. Artocarpus incisa	15
" 7. Vahea	16
" 8. Landolphia owariensis	17
" 9. Das Anzapfen der Siphonia elastica in Brasilien	41
" 10. Tigelinha, Becher zum Einsammeln des Latex	42
" 11. Seringueira, mit Machado und Tigelinhas, den Stamm einer Hevea anzapfend	43
" 12. Urceola elastica (Schnitte)	47
" 13. Gefäß zum Einsammeln des Latex	52
" 14. Fumeiro oder Räucherapparat	52
" 15. Palette zum Formen der Biskuits	52
" 16. Aufgiessen der Milch auf die Holzform	53
" 17. Seringueiro beim Räuchern	54
" 18. Rohgummi, Para Biskuit	54
" 19. Aufspießen der Ballen zum Transport nach den Ver- schiffungsplätzen	55
" 20. Rohgummi (Para) wie es früher zuweilen im Handel vorkam	56
" 21. Waschwälzwerk	101
" 22. Mischwälzwerk. System Clouth, mit Momentausrücker	106

Fig. 23. Kalander mit vier Walzen	110
" 24. Vulkanisierkessel	124
" 25. Vulkanisierkessel	124
" 26. Vulkanisierpresse mit zwei Schraubengängen	126
" 27. Dichopsis gutta	148
" 28. Dichopsis oblongifolium	151
" 29. Dichopsis Borneense	152
" 30. Dichopsis Treubii	153
" 31. Payena Lerii	154
" 32. Keule aus Gutta Sundeck	155
" 33. Bassia Parkii	156
" 34. Zweig und Frucht der Bassia Parkii	157
" 35. Bassia Parkii, Querschnitt durch einen jungen Zweig	158
" 36. Gewinnung der Gutta-Percha in Sumatra	171
" 37. Apparat zur Gewinnung grüner Gutta-Percha	177
" 38. Gutta-Percha-Waschmaschine	207
" 39. Trockenknet-Maschine für Gutta-Percha	208
" 40. Knetwalzen mit elliptischem Ring	209
" 41. Gutta-Percha-Platten-Wälzwerk	210
" 42. Mimusops-Balata (Zweig mit Blätter und Früchten)	215
" 43. Mimusops-Balata (Blüte und Samen)	215
" 44. Balata-Ernte in Surinam	219
" 45. Endlose Verbindung von Balata-Treibriemen	224

Karten.

Geographische Verbreitung der Kautschuk und Gutta-Percha lie- fernden Pflanzen	9
Geographische Verbreitung der Gutta-Percha liefernden Pflanzen	146

Graphische Darstellungen.

Preisschwankungen von Fine Para und Negro-heads 1861 bis 1897	95
Preisschwankungen einiger Gutta-Percha-Marken 1889 bis 1897	200

Schemas.

Uebersicht der Kautschuk (Gummi) liefernden Pflanzen . . .	20
Uebersicht der Rohgummi-Sorten	74
Uebersicht der hauptsächlichsten Gutta-Gewächse	162
Uebersicht der hauptsächlichsten Gutta-Percha-Sorten	180
Uebersicht der Balata liefernden Pflanzen aus der Familie der Sapotaceen	216