

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej

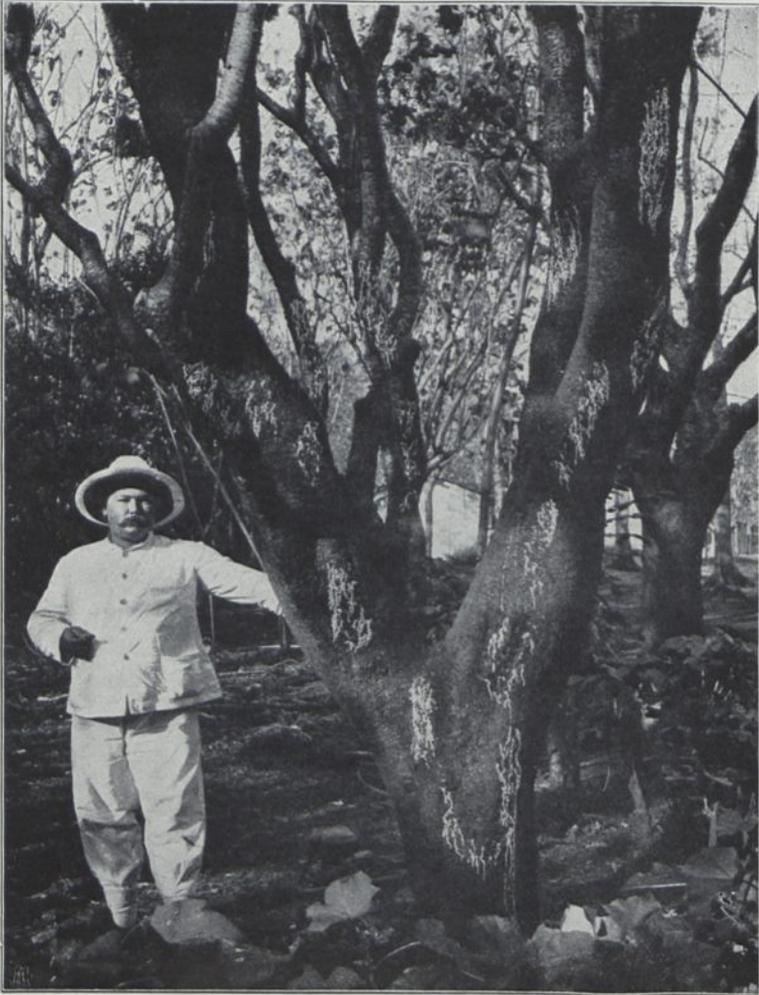


100100212748

R 256

m





Der langjährige Leiter der Plantage Lewa, E. Köhler, neben einem 11 Jahre alten, nach der Lewa-Methode angezapften Baume von *Manihot Glaziovii*.

Der Manihot-Kautschuk

Seine Kultur,
Gewinnung und Präparation

Von

Prof. Dr. A. Zimmermann

Direktor des Kaiserl. Biolog. landwirtsch. Instituts Amani

Mit 151 Figuren im Text



1913. 543.

Jena

Verlag von Gustav Fischer

1913

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.



Jan. 24/964.



349877L/1

Vorwort.

Das vorliegende Buch ist in erster Linie für die Praxis bestimmt und habe ich mich bemüht, darin alles zusammenzustellen, was für denjenigen, der sich mit der Kultur der Kautschuk liefernden Manihotarten befassen will, von Wert sein kann. Ich hoffe, daß dasselbe aber auch für diejenigen, die sich über die Kultur und Verarbeitung unseres Plantagenkautschuks genauer instruieren wollen, also speziell für Botaniker, Kautschukkonsumenten, Kolonialfreunde usw., von einigem Nutzen sein wird.

Die in dem Buche gemachten Angaben stützen sich teils auf das Studium der mir hier zugänglichen Literatur, teils auf die in Deutsch-Ostafrika gemachten Beobachtungen und Erfahrungen, teils auf meine eigenen Untersuchungen.

Die über andere Kautschukarten vorliegenden Angaben wurden, soweit sie für den Manihotpflanzer von Interesse sind, eingehend berücksichtigt. Namentlich bei Erörterung der allgemeineren Fragen habe ich mich bestrebt, die gesamte einschlägige Literatur zusammenzustellen und kritisch zu beleuchten. In einigen von diesen Kapiteln waren mehr theoretische Erörterungen und wissenschaftliche Fachausdrücke nicht zu vermeiden. Ich habe mich aber bemüht, auch diese Themata möglichst allgemeinverständlich zu behandeln.

Um denjenigen, die sich über bestimmte Fragen genauer instruieren wollen, dies zu erleichtern, ist die benutzte Literatur im Text des Buches genau zitiert und zwar beziehen sich von den hinter den Autornamen befindlichen Zahlen die erste auf das am Schluß des Buches angegebene Literaturverzeichnis, während die zweite Zahl die Seite der zitierten Arbeit angibt.

Die in dem Buche enthaltenen zahlreichen Abbildungen sind, soweit nicht das Gegenteil angegeben ist, teils nach Photographien des Verfassers, teils nach Zeichnungen der beiden am Institut Amani angestellten javanischen Zeichner (Raden Soleman und Mas Achmed) hergestellt.

Amani, Februar 1913.

A. Zimmermann.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Beschreibung der verschiedenen Kautschuk liefernden Arten und Varietäten	1
1. Die Unterscheidung der verschiedenen Arten	1
2. Manihot Glaziovii Müll. Arg. Ceará-Kautschuk	5
3. Manihot dichotoma Ule	12
4. Manihot piauhyensis Ule	15
5. Manihot heptaphylla Ule	17
II. Die verschiedenen Manihot-Arten an ihren natürlichen Standorten	18
1. Manihot Glaziovii	20
2. Die anderen Manihot-Arten	22
III. Der Anbau in den verschiedenen Ländern	23
1. Der Anbau von Manihot Glaziovii in Deutsch-Ostafrika	23
2. Der Anbau von Manihot Glaziovii außerhalb von Deutsch-Ostafrika	34
3. Der Anbau der anderen Manihot-Arten	40
IV. Die Variabilität und Zuchtwahl	42
V. Die Kultur von Manihot Glaziovii	49
1. Die Auswahl des Terrains	49
2. Die Vorbereitung des Landes	51
3. Die Pflanzweite	54
4. Die Pflanzlöcher	62
5. Die Anzucht der Bäume	63
I. Die Anzucht aus Saat	63
A. Die Beschaffung des Saatgutes	64
B. Die Vorbereitung der Saat (das Ankeimen)	64
C. Die direkte Aussaat	66
D. Die Aussaat in Pflanzkörben	68
E. Die Anzucht auf Saatbeeten	68
II. Die Anzucht aus Stecklingen	69
6. Das Auspflanzen	70
7. Das Nachpflanzen	75
8. Das Ausdünnen	76
9. Die Entfernung schwacher, kranker und schlechten Kautschukgebender Bäume	76
10. Das Beschneiden der Bäume	77
I. Die Züchtung hochstämmiger Bäume	77
II. Die Durchlichtung der Krone	82
11. Die Reinigung der Pflanzung und die Bodenbearbeitung	83
12. Zwischenkulturen und Gründüngung	86
13. Die Düngung	88
14. Die Irrigation	90
VI. Die Kultur der anderen Manihot-Arten	91
1. Manihot dichotoma	91
2. Manihot piauhyensis	92
3. Manihot heptaphylla	92
VII. Schädlinge und Krankheiten	92
A. Tierische Schädlinge	95
I. Säugetiere	95
1. Borstentiere	95
2. Nagetiere	96
3. Wiederkäuer	97

	Seite
II. Insekten	97
1. Käfer	97
a) Schnellkäfer	97
b) Wollkäfer	97
c) Rüsselkäfer	97
d) Borkenkäfer	99
e) Bockkäfer	99
f) Blattkäfer	100
2. Hautflügler	100
3. Schmetterlinge	100
4. Zweiflügler	101
5. Schnabelkerfe	101
6. Geradflügler	104
a) Feldheuschrecken	104
b) Grabheuschrecken	105
c) Termiten	105
d) Blasenfüße	109
III. Spinnentiere	109
Milben	109
IV. Würmer	109
Aelchen	109
B. Pflanzliche Schädlinge	109
I. Blütenpflanzen	109
II. Pilze	111
1. Blattfleckenkrankheiten	112
a) Maniok-Fleckenkrankheit	112
b) Ringfleckenkrankheit	113
c) Randfleckenkrankheit	114
d) Mehltaukrankheit	116
e) Blattfleckenkrankheit auf Ceylon	117
2. Die Beulenkrankheit	117
3. Wurzelfäule	117
4. Die am Stamm beobachteten Pilze	122
C. Beschädigungen durch Feuer	123
D. Krankheiten, deren Ursache noch nicht bekannt ist	124
1. Rindenbräune	124
2. Kräuselkrankheit	126
3. Knollenbildung am Stamm	127
VIII. Die Milchsaffgefäße und der Milchsaff	128
A. Die Milchsaffgefäße	128
B. Der Milchsaff	133
IX. Die Zusammensetzung des Milchsaffes	134
1. Wasser	135
2. Kautschuk	135
3. Harze	139
4. Stickstoffhaltige Bestandteile	140
5. Oxydierend wirkende Enzyme	140
6. Kristalloide	141
7. Die Zusammensetzung des Milchsaffes bei längerem Zapfen	141
X. Der Austritt des Milchsaffes bei Verwundungen	141
XI. Die Entstehung des Milchsaffes	149
XII. Die Funktion des Milchsaffes	150
XIII. Die Entstehung des Rohkautschuks aus dem Milchsaff	154
1. Die Koagulation des Milchsaffes	154
a) Das Mitreißen des Kautschuks bei der Koagulation der Proteine	155
b) Die Auflösung der Eiweißhüllen der Kautschukkügelchen	156
c) Die Erhöhung der Klebrigkeit der Kautschukkügelchen	157
d) Die Veränderung des spezifischen Gewichtes des Serums	157
e) Die Größe der Kautschukkügelchen	158
f) Die Elektrolytenwirkung der Koagulationsmittel	159
g) Die Entfernung von Schutzstoffen	159
h) Die Beeinflussung der Brownschen Molekularbewegung der Kautschukkügelchen	161

2. Die Veränderungen der Kautschuksubstanz während und nach der Koagulation	162
3. Der Einfluß der Koagulationsart auf die Qualität des Kautschuks	163
XIV. Die Kautschukgewinnung bei <i>Manihot Glaziovii</i>	164
1. Überblick über die verschiedenen Methoden	164
A. Die Kautschukgewinnung durch Verwundung des Stammes und der Zweige	164
a) Die spontane Koagulation auf der Rinde	164
b) Die Koagulation des Milchsafte durch chemische Mittel	165
c) Das Auffangen des Milchsafte	165
I. Die brasilianische Heveamethode	165
II. Die asiatischen Heveamethoden	166
III. Die Cardozosche Stichmethode	173
B. Die Kautschukgewinnung aus der Wurzel	174
C. Die Kautschukgewinnung aus abgeschnittenen Pflanzenteilen	175
2. Die Vorbereitung der Bäume zur Zapfung	176
3. Die Lewamethode	181
A. Das Auftragen des Koagulationsmittels	182
a) Die verschiedenen Koagulationsmittel	182
I. Pflanzensäfte	184
II. Organische Säuren	187
III. Andere organische Verbindungen	189
IV. Anorganische Säuren	191
V. Anorganische Salze	191
b) Die zum Transport des Koagulationsmittels dienenden Behälter	192
c) Die zum Auftragen des Koagulationsmittels dienenden Instrumente	193
B. Das Anstechen der Rinde	194
a) Die Größe und Orientierung der anzuzapfenden Flächen	194
b) Die Gestaltung und Richtung der Schnitte	199
c) Die zum Anstechen der Rinde dienenden Instrumente	201
d) Das Nachstechen	203
C. Das Absammeln des koagulierten Milchsafte	203
D. Die Abnahme des Kautschuks	206
4. Die Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode	207
A. Die Tropfbecher	207
B. Das Einschneiden der Rinnen	212
C. Die Metallrinnen und die Auffangbecher	214
D. Das Einschneiden in die Rinnen	216
E. Das Einsammeln des Milchsafte	219
F. Die Zapfung in den alten Bahnen	220
G. Vor- und Nachteile der Methode	221
5. Das Alter der Bäume bei der ersten Zapfung	222
6. Die Zapfung in den verschiedenen Jahres- und Tageszeiten und die Zahl der jährlichen Zapfungen	224
A. Die verschiedenen Jahreszeiten	224
B. Die verschiedenen Tageszeiten	226
C. Die Zahl der jährlichen Zapfungen	226
XV. Die Kautschukgewinnung bei den anderen <i>Manihot</i> -Arten	231
1. <i>Manihot dichotoma</i>	231
2. <i>Manihot piauhyensis</i>	232
3. <i>Manihot heptaphylla</i>	233
XVI. Die Untersuchung des Kautschuks	233
1. Die chemische Untersuchung des Kautschuks	235
A. Die Methode von Spence	235
a) Die Bestimmung des Waschverlustes	235
b) Die Harzbestimmung	236
c) Die Bestimmung des löslichen Reinkautschuks	237
d) Die Bestimmung der in Benzol unlöslichen Substanz	237
e) Die Bestimmung der stickstoffhaltigen Substanz (Proteine)	237
f) Die Bestimmung des Aschengehaltes	238
B. Die Nitrositmethode	238

	Seite
C. Die Tetrabromidmethode	239
D. Die Bestimmung der mechanischen Verunreinigungen des Rohkautschuks nach Beadle und Stevens	239
2. Die Bestimmung der Viskosität	240
3. Das Verhalten bei der Vulkanisation	242
4. Die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des Kautschuks	244
XVII. Das Klebrigwerden des Kautschuks	246
1. Die beim Klebrigwerden des Kautschuks eintretenden chemischen und physikalischen Veränderungen	247
a) Die Oxydation des Kautschuks	247
b) Die Änderung des Aggregationsgrades	249
2. Die das Klebrigwerden veranlassenden Faktoren	250
a) Das Klebrigwerden durch intensive Beleuchtung	250
b) Das Klebrigwerden durch Erwärmung	252
c) Starke mechanische Bearbeitung des Kautschuks	252
d) Bakterien und Fäulnis	253
e) Einfluß des Koagulationsmittels	253
f) Stoffe, die das Klebrigwerden beschleunigen	254
g) Stoffe, die das Klebrigwerden verlangsamen	257
h) Die Abstammung des Kautschuks	258
3. Die Maßnahmen zur Verhinderung des Klebrigwerdens	258
XVIII. Die Farbe des Kautschuks	259
1. Das natürliche Nachdunkeln	260
2. Farbenveränderungen infolge der Präparation	261
3. Flecken auf dem Kautschuk	261
XIX. Die Präparation des Kautschuks	262
1. Allgemeines über die verschiedenen Präparationsarten	262
A. Die Schaffung einer Standardmarke	263
B. Die Ermittlung der rentabelsten Präparationsmethode	265
C. Die Bewertung des Manihot-Kautschuks auf Grund der ver- schiedenen Untersuchungsmethoden	267
a) Die chemische Analyse	267
b) Die Viskositätsbestimmungen	269
c) Das Verhalten bei der Vulkanisation und die mechanischen Eigenschaften des vulkanisierten Kautschuks	269
D. Die für und gegen das Waschen in der Kolonie angeführten Gründe	272
E. Die Präparation des Manihot-Kautschuks in Brasilien	274
2. Die Präparation des nach der Lewamethode gewonnenen Kaut- schuks	275
A. Die Präparation des Kautschuks ohne Waschen	275
a) Die Präparation der Kautschukbälle	276
b) Die Präparation des Plattenkautschuks	278
c) Das Trocknen des Kautschuks	282
d) Das Räuchern des Kautschuks	282
B. Das Waschen des Kautschuks	283
a) Die Waschwalzen	283
b) Die Roller	284
c) Das Waschen	287
d) Das Wässern und Bleichen	288
e) Das Trocknen des Kautschuks	289
f) Das Zusammenpressen des Kautschuks	289
3. Die Präparation des Kautschuks aus aufgefangenem Milchsaff	290
a) Das Filtrieren des Milchsaffes	291
b) Die Koagulation des Milchsaffes	292
c) Die Herstellung von glatten Fellen ohne Fabrikbetrieb	294
d) Die Herstellung von glatten Fellen im Fabrikbetrieb	295
e) Die Herstellung von Kreppkautschuk	296
f) Die Herstellung in Blockform	296
g) Das Räuchern des Kautschuks	296
4. Die Verpackung des Kautschuks	297
XX. Die Erträge und die Rentabilität der Pflanzungen	297
1. Manihot Glaziovii in Deutsch-Ostafrika	297
A. Die Anlage und Unterhaltung der Pflanzung	298

	Seite
a) Die Erwerbung des Landes	298
b) Die Anwerbung und Bezahlung der Arbeiter	299
c) Zoll und Steuern	300
d) Die Anlagekosten der Pflanzung	300
e) Das Reinhalten der Pflanzung	302
f) Die Anlage und Unterhaltung der Gebäude	303
g) Die Ausgaben für europäische Beamte	304
h) Beschaffung von Werkzeugen, Transportmittel usw.	304
B. Die Gewinnung, Präparation und Versendung des Kautschuks	304
a) Die Erntekosten	304
b) Die Kosten für Verarbeitung und Verpackung des Kautschuks	305
c) Die Transportkosten, Verkaufsspesen usw.	306
d) Zusammenfassung	306
C. Die Erträge der Pflanzung	307
D. Die Preise des Kautschuks	309
2. Rentabilitätsberechnung für eine Pflanzung von 200 ha	313
3. Die außerhalb von Deutsch-Ostafrika erhaltenen Erträge von Manihot Glaziovii	317
A. Amerika	317
B. Polynesien	317
C. Asien	318
D. Afrika	319
4. Die Erträge der anderen Manihot-Arten	324
XXI. Die anderweitige Verwendung der Kautschukbäume	326
Umrechnungstabelle für die Kautschukpreise	329
Literaturverzeichnis	330
Alphabetischer Index	338

I. Die Beschreibung der verschiedenen Kautschuk liefernden Arten und Varietäten der Gattung *Manihot*.

Von der zu der Familie der *Euphorbiaceen* gehörigen Gattung *Manihot* sind nach der kürzlich erschienenen Bearbeitung von Pax (I, 22) 129 Arten bekannt, die meist in Ost- und Zentralbrasilien einheimisch sind. Von den zu derselben gehörigen Nutzpflanzen ist außer den kautschukliefernden Arten in erster Linie der seiner stärkereichen Knollen wegen angebaute *Maniok* (namentlich *Manihot utilissima*) zu nennen. Von dieser Art werden in allen Tropenländern zahlreiche Varietäten kultiviert; in Deutsch-Ostafrika ist dieselbe unter der Bezeichnung „mhogo“ allgemein bekannt.

Als kautschukhaltig wurden bisher sechs verschiedene Arten beschrieben, die gewöhnlich nach ihrem Verbreitungsbezirk bezeichnet werden. Es sind dies:

Manihot Glaziovii Müll. Arg., die Stammpflanze des Ceará-Kautschuks,

Manihot dichotoma Ule (Jequié-Kautschuk),

Manihot piauhyensis Ule (Piauhy-Kautschuk),

Manihot heptaphylla Ule (Sao-Francisco-Kautschuk),

Manihot violacea Müll. Arg. und

Manihot preciosa.

Manihot violacea soll nach Löfgreen einen guten Kautschuk liefern, nach Ule (I, 6) hat diese Art indessen nirgends Bedeutung erlangt und stellt ein krautartiges Gewächs dar, dessen Kautschukertrag weder in der freien Natur noch in der Kultur lohnend ist. Ich habe auch nirgends in der Literatur über Anbau und Verwertung dieser Art nähere Angaben gefunden und will dieselbe auch im nachfolgenden unberücksichtigt lassen. Dasselbe gilt von der an der Goldküste unter der Bezeichnung *Manihot preciosa* kultivierten Art, die nach dem Kew. Bull. of misc. Information (1910, S. 97) wahrscheinlich mit *Manihot dichotoma* Ule identisch ist.

Für die vier anderen obengenannten Arten sollen dagegen zunächst die wichtigsten zur Unterscheidung derselben dienenden Merkmale zusammengestellt und dann sollen die einzelnen Arten etwas ausführlicher beschrieben werden.

1. Die Unterscheidung der verschiedenen Arten.

Die vier obengenannten kautschukliefernden *Manihot*-Arten sind, obwohl sie in der Gestalt und Farbe der Blätter sehr stark variieren, dennoch schon an den Blättern mit Sicherheit zu unterscheiden.

Die Blätter von *Manihot Glaziovii* unterscheiden sich zunächst von denjenigen der drei anderen Arten dadurch, daß sie schildförmig sind. Als solche bezeichnet man Blätter, bei denen der Stiel nicht vom Rande des Blattes ausgeht, sondern in einer gewissen Entfernung von demselben. Speziell bei *Manihot Glaziovii* sind die untersten Lappen einer jeden Blatthälfte, wie Fig. 1 zeigt, auf der der Blattfläche abgekehrten Seite (bei *a*) zu einem zusammenhängenden, je nach der Größe des Blattes meist 8—20 mm breiten Streifen verwachsen. Bei

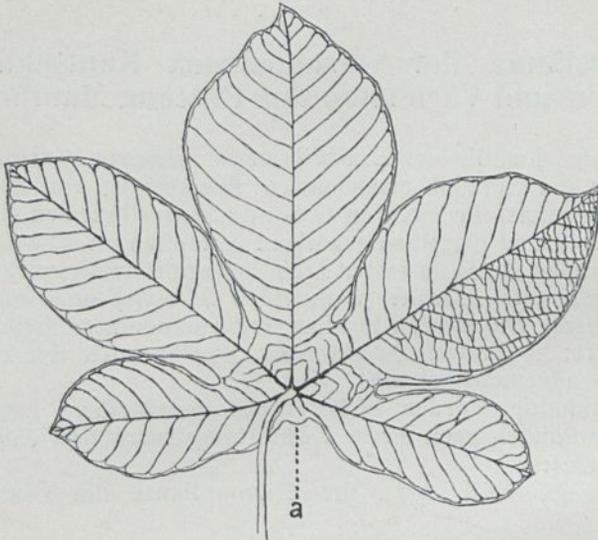


Fig. 1. Blatt von *Manihot Glaziovii* von der Unterseite gesehen. Auf $\frac{1}{6}$ verkleinert.

wurden. Von Ule (I, 25) wird angegeben, daß *Manihot dichotoma* im jugendlichen Zustande auch etwas schildförmige Blätter zeigt.

Von den drei anderen, nicht mit schildförmigen Blättern versehenen Arten ist nun ferner *Manihot dichotoma* daran zu erkennen, daß die Teilung der Blattlappen nicht bis nahezu zum Grunde des Blattes geht, daß dieselben vielmehr bis zu einer Entfernung von 10—15 mm von der Basis aus gerechnet miteinander verwachsen sind (Fig. 2), während die Blattlappen von den beiden anderen Arten bis zum Grunde oder wenigstens fast bis zum Grunde geteilt sind, so daß nur ein sehr schmaler, höchstens 2 mm breiter Verbindungsstreifen zwischen den Lappen vorhanden ist (Fig. 3).

Die beiden anderen Arten sind schließlich daran zu unterscheiden, daß bei *Manihot piauhyensis* die Blättchen verkehrt eiförmig und nicht eingeschnürt sind (Fig. 3 I), während bei *Manihot heptaphylla* das mittelste Blättchen und meist auch einige seitliche stumpf eingeschnürt sind (Fig. 3 II), so daß ein sogenanntes geigenförmiges Blättchen entsteht, eine Form der Blattlappen, die bei *Manihot dichotoma* sehr häufig, bei *Manihot Glaziovii* nur ganz ausnahmsweise vorkommt. Bei *Manihot piauhyensis* habe ich dagegen derartig eingeschnürte Blättchen niemals beobachtet.

den in Fig. 2—4 abgebildeten Blättern der drei anderen Arten sind dagegen die untersten Lappen der beiden Blatthälften nicht miteinander verwachsen und geht infolgedessen der Stiel vom Rande des Blattes aus.

Schildförmige Blätter habe ich bei sehr zahlreichen daraufhin untersuchten Blättern von *Manihot Glaziovii* ausnahmslos angetroffen, während bei den drei anderen Arten nur ganz ausnahmsweise schildförmige Blätter beobachtet

Die im obigen ausführlicher beschriebenen Merkmale lassen sich in folgende Bestimmungstabelle zusammenfassen:

- I. Blätter schildförmig. 1. *Manihot Glaziovii*.
- II. Blätter nicht schildförmig.
 1. Blätter nicht bis oder nahezu bis zum Grunde geteilt. 2. *Manihot dichotoma*.
 2. Blätter bis oder nahezu bis zum Grunde geteilt.
 - a) Blättchen nicht eingeschnürt. 3. *Manihot piauhyensis*.
 - b) Das mittelste, meist auch einige seitliche Blättchen eingeschnürt. 4. *Manihot heptaphylla*.

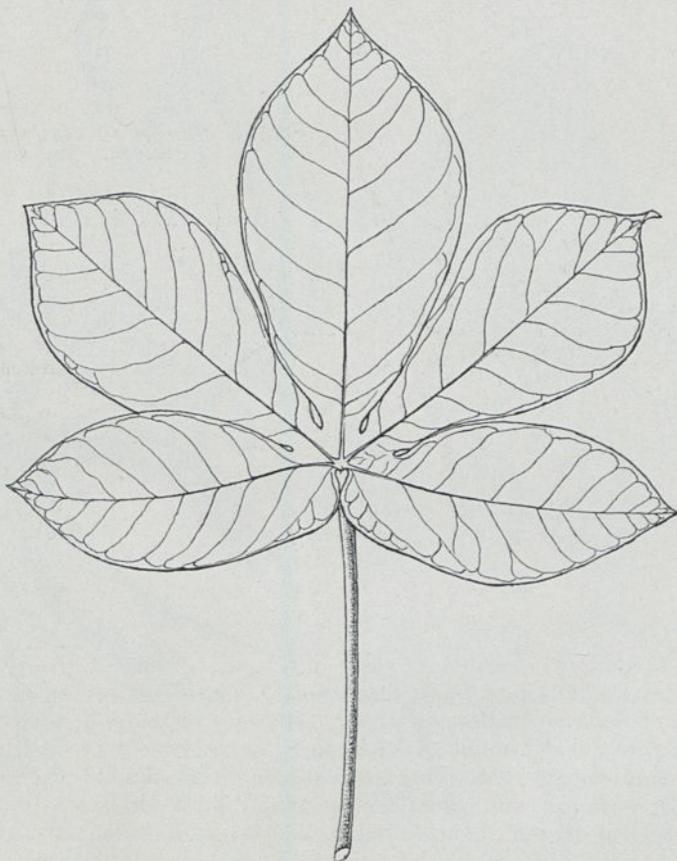


Fig. 2. Blatt von *Manihot dichotoma*. Auf $\frac{1}{2}$ verkleinert.

Außerdem sind die verschiedenen Arten auch an den Früchten und Samen zu unterscheiden. Die Früchte sind nur bei *Manihot Glaziovii* kugelförmig und völlig ohne Rippen (Fig. 4 I). Die Samen sind abgeplattet und nahezu ebenso lang wie breit (Fig. 4 II).

Bei *Manihot dichotoma* sind die Früchte (Fig. 5 I) langgestreckt und mit welligen Flügelleisten versehen. Die Samen (Fig. 5 II—IV) sind länglich.

Bei *Manihot piauhyensis* sind die Früchte (Fig. 6 I) groß, zugespitzt mit starken Flügelleisten versehen. Die Samen (Fig. 6 II) stimmen in der Gestalt mit denen von *Manihot Glaziovii* überein, sind aber bedeutend größer als diese.

Bei *Manihot heptaphylla* sind die Früchte (Fig. 6 III) zwar ebenfalls zugespitzt, aber ohne Flügelleisten

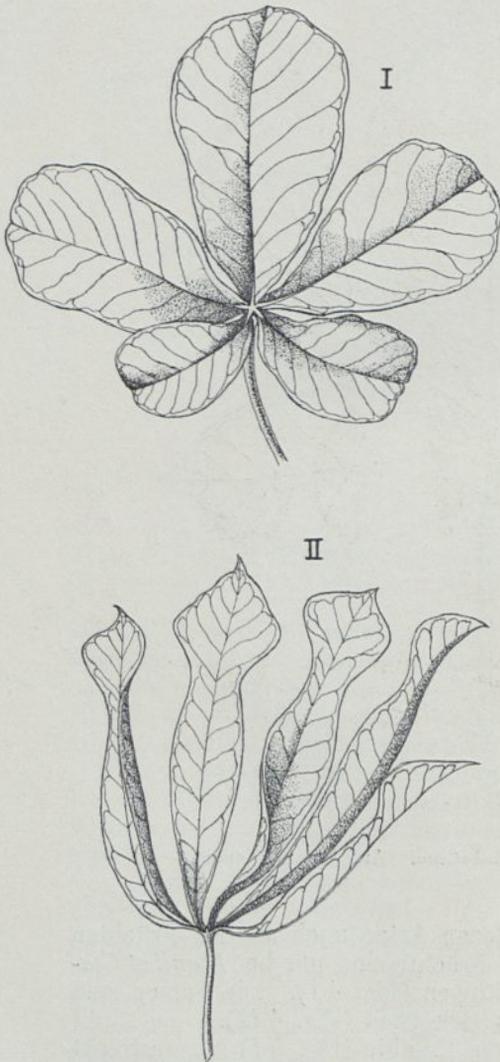


Fig. 3. I Blatt von *Manihot piauhyensis*, II Blatt von *Manihot heptaphylla* ($\frac{1}{2}$). II nach Ule.

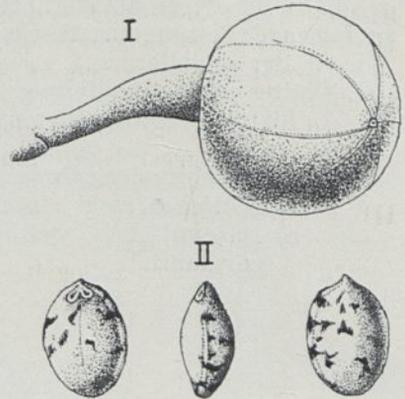


Fig. 4. *Manihot Glaziovii*. I Früchte, II Samen. Nat. Gr.

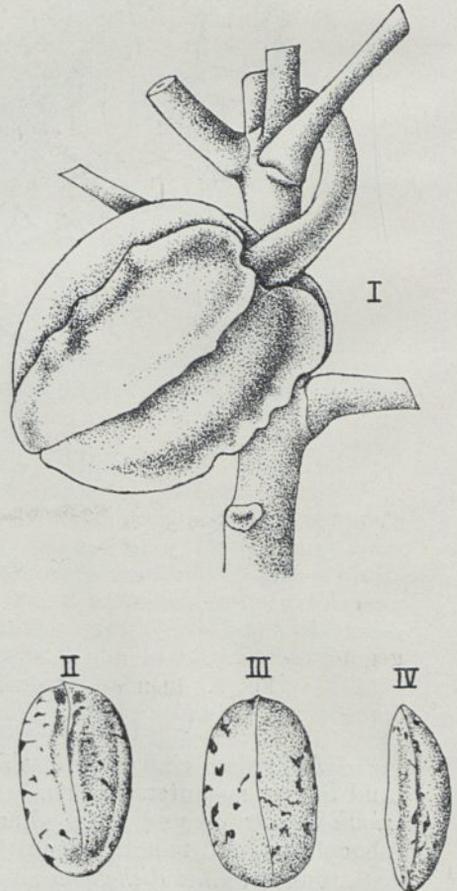


Fig. 5. *Manihot dichotoma*. I Frucht, II—IV Samen. Nat. Gr.

leisten. Die Samen sind von denen von *Manihot piauhyensis* nach Ule (I, 25) kaum zu unterscheiden.

Aus dem Obigen ergibt sich die nachfolgende Bestimmungstabelle:

- I. Früchte kugelig, nicht geflügelt. 1. *Manihot Glaziovii*.
- II. Früchte langgestreckt, stumpf endigend, schwach geflügelt. 2. *Manihot dichotoma*.
- III. Früchte zugespitzt. 3. *Manihot piauhyensis*.
- 1. Früchte geflügelt. 4. *Manihot heptaphylla*.
- 2. Früchte nicht geflügelt.

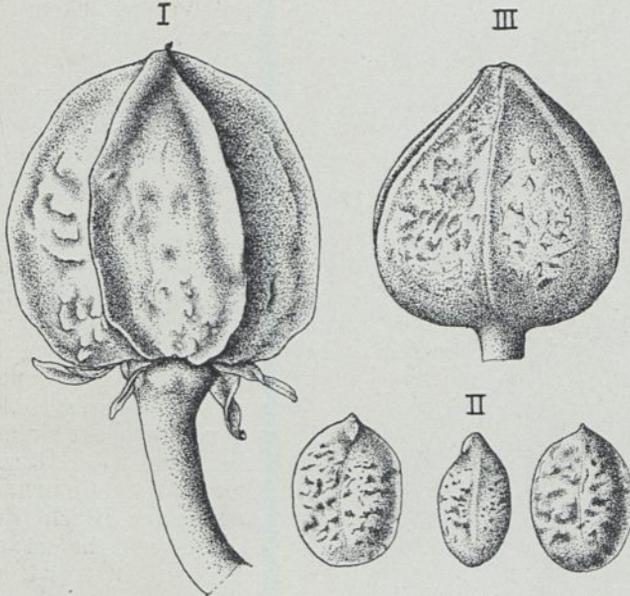


Fig. 6. I u. II *Manihot piauhyensis*. I Frucht, II Samen. III. *Manihot heptaphylla*, Frucht. Nat. Gr. (III nach Ule).

Sehr charakteristische Unterschiede bieten schließlich auch die Blütenstände, Vorblätter und Blüten. Da diese aber meist nur während einer kurzen Zeit vorhanden sind, dürften diese Merkmale für den Praktiker, für den auch die obigen Merkmale zur Bestimmung völlig ausreichen, weniger Wert besitzen. Ausführliche Angaben hierüber sollen im nächsten Kapitel bei Beschreibung der einzelnen Arten gegeben werden.

2. *Manihot Glaziovii* Müll.-Arg. Ceará-Kautschuk.

Diese Art wurde von dem französischen Botaniker Dr. Glaziov entdeckt und von Müller-Argau (I, 446) zuerst beschrieben. Sie ist nach Ule (I, 16) einheimisch in den Staaten Rio Grande do Norte, Parahyba und Ceará und wird, weil der von derselben stammende Kautschuk hauptsächlich von Ceará aus in den Handel kommt, meist als Ceará-Kautschuk oder auch als Maniçoba Ceará bezeichnet.

Manihot Glaziovii bildet in seiner Heimat nach Johnson (I, 402) bis zu 15 m hohe Bäume mit einem Stammumfang von bis zu 1½ m. Nach d'Almeida (I, 18) sollen dieselben bis zu 100 Jahre alt werden können. Die älteren Stämme und Zweige dieser Bäume haben mit denen der Kirschbäume eine gewisse Ähnlichkeit. Die Oberfläche derselben ist anfangs glatt, später wird aber die die Stämme bedeckende Korksicht gesprengt und krümmen sich dann meist einzelne Korklamellen von der Rinde ab.

Das Wurzelsystem junger Pflanzen stimmt mit dem des verwandten *Maniok* insofern überein, als sich an demselben zahlreiche knollige Verdickungen (Fig. 7) befinden. Auch an Wurzeln älterer Bäume sind diese Knollen deutlich wahrzunehmen. Dieselben sind aber im Gegensatz zu den Knollen des *Maniok* sehr wasserreich und enthalten auch wenig Milchsaft.

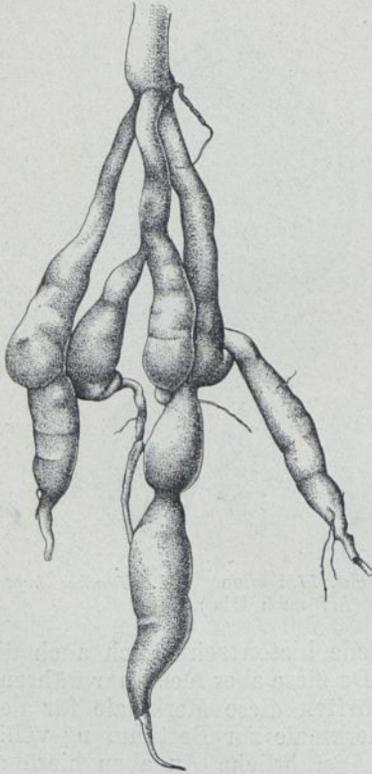


Fig. 7. Wurzelsystem von einer jungen Pflanze von *Manihot Glaziovii* mit Wurzelknollen (1/2).

Die Wurzeln älterer Bäume dringen teils tief in den Boden ein, teils breiten sie sich auch dicht an der Erdoberfläche weit hin aus, wie man namentlich deutlich beobachten kann, wenn größere Partien des Wurzelsystems durch Abspülung freigelegt sind, wie dies z. B. bei dem in Fig. 8 abgebildeten Baume durch einen sich tief einschneidenden Bach geschehen ist. Die Oberfläche ist auch bei dickeren Wurzeln meist mit einer ziemlich dünnen und glatten Korksicht bedeckt.

Die jungen Triebe sowie die Blattstiele und Blütenstände sind glatt und meist bläulich bereift, stets völlig kahl.

Die Blattstiele sind so lang oder länger als das Blatt, ziemlich kräftig, schwach gerieft oder stielrund.

Die Blattfläche ist oberseits grün, unterseits hell bläulichgrün, meist 3—7zählig, handförmig geteilt, über den Blattstiel hinaus schildförmig vorgezogen. Die Lappen sind verkehrt eiförmig, zugespitzt. Namentlich bei jungen Bäumchen kann man aber auch ziemlich häufig beobachten, daß das mittlere oder die drei mittleren Blätter mehr oder weniger tief eingeschnürt sind (Fig. 9).

Die Größe der Blätter variiert je nach Alter und Entwicklung der Bäume sehr stark, die Länge der Lappen schwankt im allgemeinen zwischen 12 und 30 cm, die Breite zwischen 6 und 15 cm.

An jungen, kräftig wachsenden Bäumen findet man meist 5- oder 7lappige Blätter, in der Nähe der Infloreszenzen gehen dieselben aber, meist in 3zählige über, nicht selten findet man auch solche, die nur aus einem einzigen Lappen bestehen (Fig. 10).

Die auf der Unterseite stark vorragenden Seitennerven erster Ordnung zweigen sich vom Hauptnerv annähernd rechtwinklig ab, biegen in der Nähe des Randes um und verlaufen in gleicher Stärke



Fig. 8. *Manihot Glaziovii*. Durch Abspülung freigelegtes Wurzelsystem eines am Rande eines Grabens stehenden Baumes.

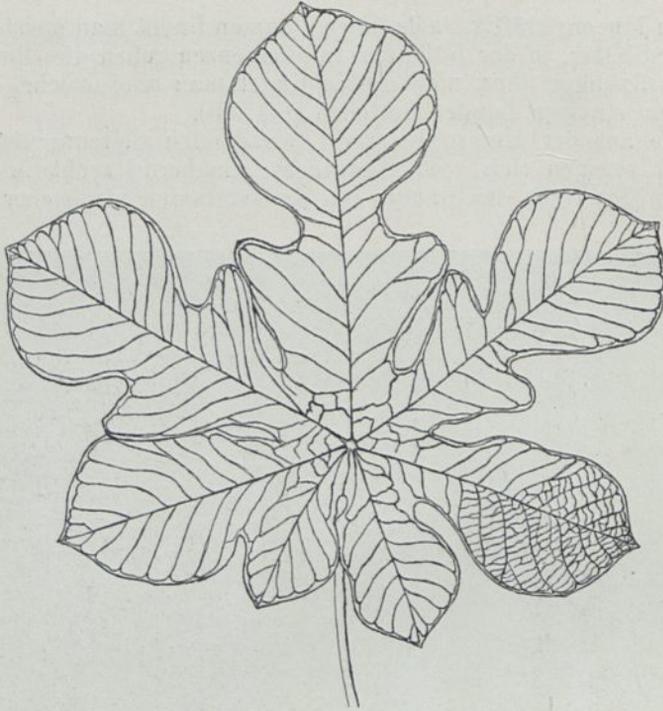


Fig. 9. Leierförmiges Blatt von *Manihot Glaziovii* ($\frac{1}{5}$).



Fig. 10. *Manihot Glaziovii*. Zweigspitze mit 5-, 3- und 1-zähligen Blatt. ($\frac{2}{5}$.)

bis zum nächst oberen Nerven, so einen deutlich markierten Randnerv bildend:

Die meist sehr früh abfallenden Nebenblätter sind lanzettlich zugespitzt, ganzrandig, bis 10 mm lang, hellgrün (Fig. 11, I bei *n*).

Bei stark aufgeschossenen jungen Bäumen beobachtete ich ziemlich häufig, daß die Nebenblätter abnorm groß waren mit laubblattartiger Ausbildung. Nicht selten zeigen die Nebenblätter bei derartigen Bäumen auch eine deutliche Gliederung in Stiel und Spreite (Fig. 11, III). Der erstere war in einzelnen Fällen bis 50 mm lang, die Blattfläche bis zu 50 mm breit und 140 mm lang.

Die Blüten stehen in lockeren pyramidenförmigen Rispen am Ende des Stammes oder der Zweige. Nicht selten beobachtet man Blüten schon an Bäumchen von weniger als 1 m Höhe. Bei diesen tritt dann

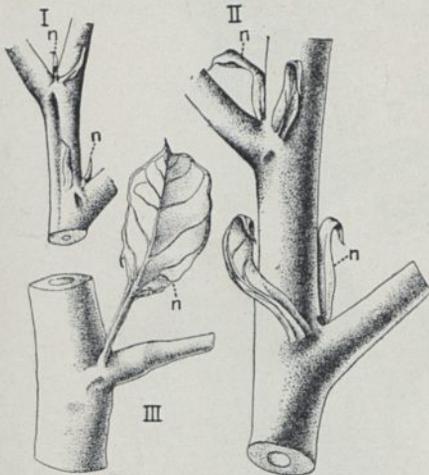


Fig. 11. Stengelstücke von *Manihot Glaziovii*. I mit normalen Nebenblättern, II u. III mit abnorm großen Nebenblättern, *n* Nebenblätter. I u. II ($\frac{1}{2}$), III ($\frac{1}{4}$).

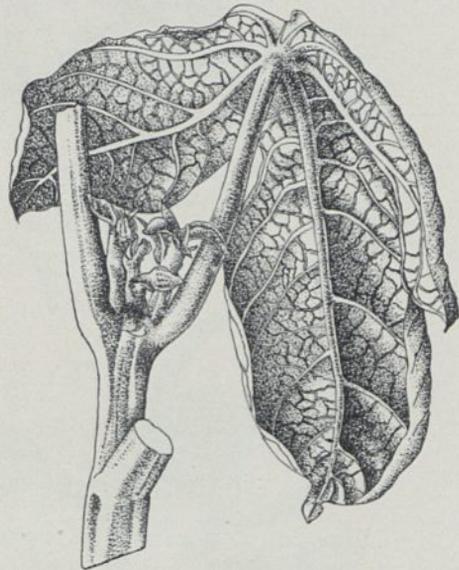


Fig. 12. Spitze eines jungen Baumes von *Manihot Glaziovii* mit endständigem Blütenstand und zwei Seitenzweigen.

stets eine sehr niedrige Verzweigung ein, da die Blütenrispe den eigentlichen Stamm abschließt (Fig. 12) und sich seitlich von derselben stets mehrere (meist 2—5) Seitenzweige bilden, die ungefähr unter gleicher Neigung gegen die Lotlinie emporwachsen.

Die an den Blütenrispen befindlichen früh abfallenden Deckblätter sind lanzettlich, grasgrün, ca. $2\frac{1}{2}$ mm lang. Die unteren sind an der Spitze zerfetzt gezähnt, die oberen ganzrandig.

Die unterhalb der Mitte der Blütenstiele befindlichen beiden Deckblättchen sind zwei- oder mehrmal kleiner als die Deckblätter.

Die Blüten sind eingeschlechtig, es finden sich aber fast allgemein männliche und weibliche Blüten an demselben Blütenstande. Von diesen kommen die an der Basis der Blütenstände befindlichen weiblichen Blüten zuerst zur Entwicklung (Fig. 13 I), während die männlichen Blüten sich erst öffnen, wenn die weiblichen bereits längst verblüht sind (Fig. 13 III).

Die männlichen Blüten (Fig. 13 IV) sind ziemlich kurz gestielt. Der Kelch derselben ist bis zu etwa einem Drittel der Höhe 5spaltig. Er ist bei manchen Bäumen (Varietäten?) mehr grünlich, bei anderen mehr violett gefärbt. Auf der Innenseite besitzt er an der Basis und in der Nähe der Einschnitte meist eine dunkelviolette Färbung. Im Zentrum der Blüten befindet sich ein gelbes, kahles Polster (Nektarium), das die Gestalt eines 10strahligen Sternes besitzt. Von den 10 Staubgefäßen sind 5 länger als die übrigen. Die Staubfäden sind kahl, die Staubbeutel 2—2½ mm lang, ca. 1 mm breit.

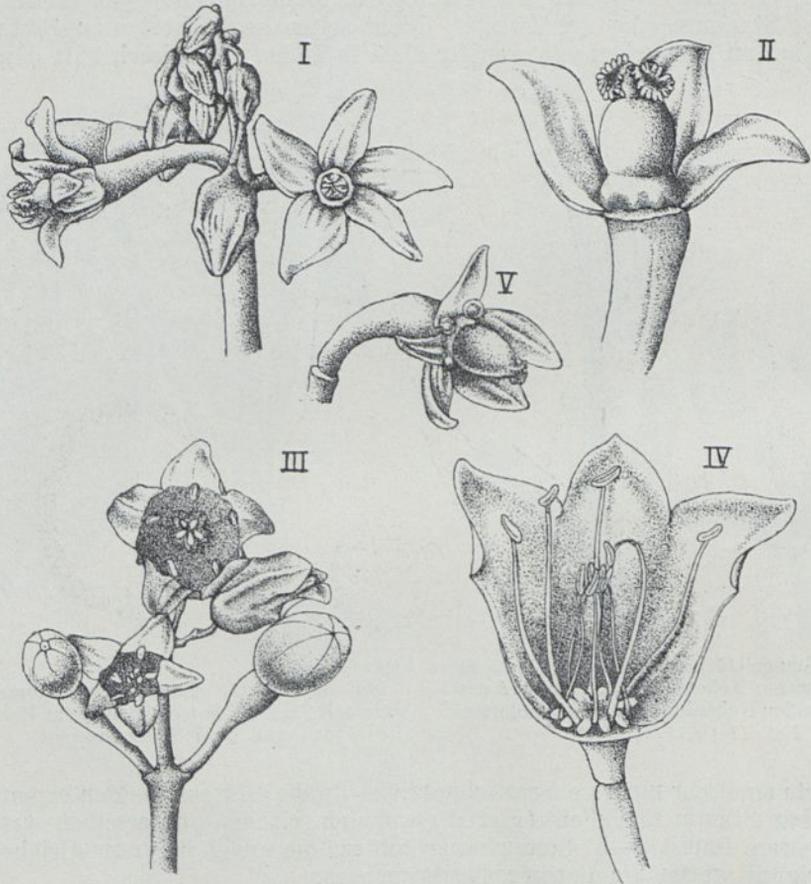


Fig. 13. *Manihot Glaziovii*. I Blütenstand mit weiblichen Blüten, II weibliche Blüte, III Blütenstand mit männlichen Blüten und jungen Früchten, IV männliche Blüte, V weibliche Blüte mit Nektartropfen am Nektarium. I, III u. V nat. Gr., II u. IV zweimal vergr.

Die weiblichen Blüten (Fig. 13 II) sind etwa doppelt so groß wie die männlichen, der Stiel derselben ist auch länger (10 mm). Der Kelch ist 5teilig, außen und innen kahl, 10—11 mm lang. Das unterhalb des Fruchtknotens befindliche Nektarium ist kahl, 5lappig. Namentlich dann, wenn man die Blüten einige Zeit in feuchter Luft liegen läßt, kann man an demselben die Ausscheidung kleiner Nektartropfen

beobachten (Fig. 13 V). Der Fruchtknoten ist fast kugelig, kahl und trägt 3 halbkugelige, am Rande gezähnte Narben.

Die Frucht (vgl. Fig. 4 auf S. 4) stellt eine fast kugelige, völlig glatte und ungeflügelte, 3fächerige Kapsel dar mit einem Durchmesser von ca. 20 mm. In jedem Fach ist ein Samen enthalten. Nach der Reife zerfällt die Wandung der Kapsel in 6 Teile, die sich beim Austrocknen plötzlich voneinander und von der am Baum verbleibenden Mittelsäule loslösen (Fig. 14 I u. II) und nach außen krümmen. Die Samen samt den zerfallenen Kapselfächern können hierbei bis auf beträchtliche Entfernungen fortgeschleudert werden. Das Platzen der Früchte ist stets mit einem ziemlich lauten Geräusch verbunden, so daß man zur Zeit der Fruchtreife in einer größeren Pflanzung bei heißem Wetter ein fortwährendes Geprassel hören kann.

Die Samen (Fig. 4 auf S. 4) sind abgeflacht, ca. 12 mm lang und 8 mm breit, an dem einen Ende zugespitzt. An dem spitzen Ende befindet sich auf der einen Seite die herzförmige Caruncula, ein wulstartiger Auswuchs aus dem Nabel der Samen, der beim Liegen in Wasser stark aufquillt (Fig. 14 III c). Die dicke und harte Samen-

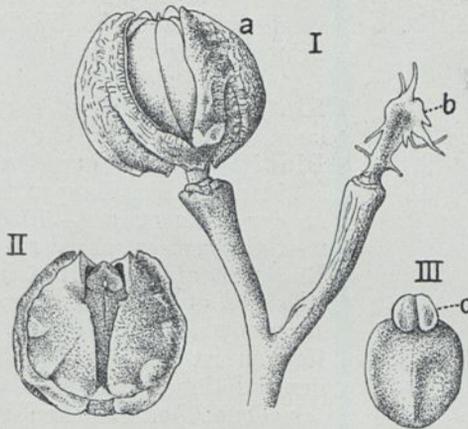


Fig. 14. *Manihot Glaziovii*. I Reife Kapsel (a) und Mittelsäule nach Ablösung der Samen. II Aufgesprungenes Kapselfach, III Samen in kochendem Wasser gequollen, c Caruncula ($\frac{1}{1}$).



Fig. 15. Längsschnitt durch den Samen von *Manihot Glaziovii*, w Würzelchen ($\frac{2}{1}$).

schale ist glänzend glatt, von bald rein grauer, bald mehr oder weniger stark bräunlicher Färbung und dunklerer Marmorierung. Von dem in den Samen enthaltenen Embryo befindet sich das Würzelchen (Fig. 15 w) dicht am spitzen Ende der Samen; er ist in das stark entwickelte Endosperm eingehüllt.

Bei der Keimung wird zunächst die harte Samenschale in zwei Längshälften zersprengt und das Würzelchen tritt aus dem Samen hervor (Fig. 16 I). Die beiden Kotyledonen bleiben dagegen zunächst vom Endosperm umschlossen (Fig. 16 I—III). Nach Aufzehrung desselben befreien sie sich aber aus ihrer Hülle, erheben sich über den Erdboden und ergrünen (Fig. 16 IV).

Ob von *Manihot Glazovii* verschiedene, durch mehr oder weniger konstante Merkmale zu unterscheidende Varietäten vorkommen, erscheint mir zweifelhaft. Wir werden auf diese Frage in dem der Zuchtwahl gewidmeten Kapitel noch zurückkommen.

3. *Manihot dichotoma* Ule.

Diese Art wurde von Ule (I, 16) im Südosten des Staates Bahia nachgewiesen und wird nach den im Zentrum des Bezirkes liegenden Städtchen Jequié Maniçoba de Jequié oder Jequié-Kautschuk genannt.

Die Bäume sind nach Ule (I, 16) meist kleiner als die von *Manihot Glaziovii*, sollen aber doch immerhin eine Höhe von 12 m erreichen. Der Artname rührt daher, daß die Bäume sich meist dichotom verzweigen sollen. Bei den in Amani gezüchteten Bäumen (Fig. 17) kann man übrigens auch sehr häufig eine Gabelung in drei und mehr Äste beobachten. Außerdem zeigen die Bäume die nachfolgenden Merkmale¹⁾:

Die jungen Triebe sind ebenso wie die jungen Blätter völlig kahl, aber häufig bläulichweiß oder violett bereift.

Der ziemlich starke Blattstiel ist etwa ebenso lang wie die Blattfläche. Die Blattfläche ist handförmig 3—5lappig. Die Lappen sind an der Basis etwa 8—10 mm weit verwachsen, am vorderen Ende zugespitzt mit feiner, weicher, etwa 2 mm langer Haarspitze. Die Gestalt der Lappen ist bei den verschiedenen Bäumen eine sehr verschiedene: bei manchen sind sie alle verkehrt eiförmig und ungeteilt, bei anderen sind nur der Mittellappen oder auch die beiden nächstliegenden oder auch alle Lappen mehr oder weniger weit und tief leierartig eingebuchtet. Die Farbe der Blätter variiert bei den in Amani gezüchteten Pflanzen zwischen Hellgrün und Dunkel-

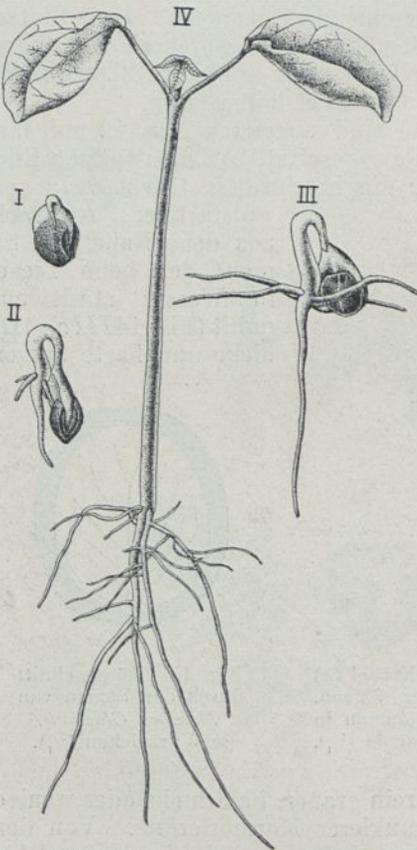


Fig. 16. *Manihot Glaziovii*. Verschiedene Keimungsstadien ($\frac{1}{2}$).

violett. Die auf der Unterseite vorragenden Seitennerven bilden mit dem Hauptnerv einen spitzen Winkel und werden nach dem Rande zu bedeutend schwächer.

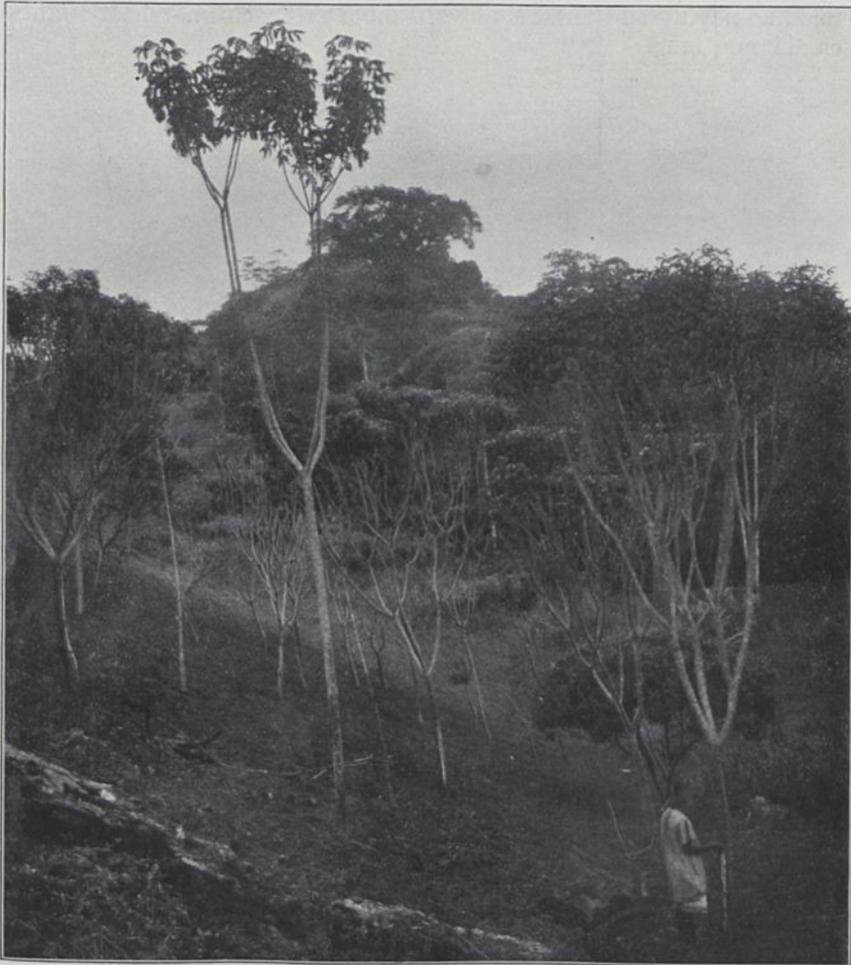
Die Nebenblätter sind ca. 12 mm lang, ziemlich lang gezähnt bewimpert.

Die traubigen Blütenstände sind 5—6 cm lang; ziemlich wenigblütig mit weißgelben Blüten.

1) Diese und die nachfolgenden Diagnosen sind zum Teil Pax (I) entnommen.

Die Deckblätter sind ca. 8 mm lang, unregelmäßig länglich lanzettlich eiförmig oder zungenförmig, spitz, am Rande wimperig und geschlitzt gezähnt, kürzer als die Blüten. Wie die etwas kleineren Deckblättchen fallen sie vor der Entwicklung der Blüten ab.

Die Blütenstiele der weiblichen Blüten sind 20—30 mm lang, die der männlichen 15—22 mm, fleischig und ziemlich dick.



Biblioteka
Pol. Wrocl.

Fig. 17. *Manihot dichotoma*, 3 1/2 Jahre alte Bäume. Amani.

Die Blüten sind grünlich-gelblich. Der Kelch der männlichen Blüte ist 20—25 mm lang, nickend, fleischig, glockenförmig, etwas über die Hälfte gespalten, die Zipfel sind breit lanzettlich eiförmig, abgestutzt, mit kurzer Weichspitze; die äußeren Zipfel mit spitz-dreieckigem, abgerundetem Mittelfeld, das an der Spitze etwas weichhaarig ist, und breitem, schwammig papillösem Außenrand; das Mittel-

feld der inneren Zipfel ist breiter und der papillöse Rand nach außen umgeschlagen.

Die Staubfäden der äußeren Staubgefäße sind 16 mm lang, die der inneren 11 mm, fadenförmig, nach unten dicker und stark verbreitert. Die Staubbeutel sind ungefähr in der Mitte angeheftet, 5—6 mm lang, unten und oben stumpf, wie die Nektarscheibe kahl.

Der Kelch der weiblichen Blüten ist 10—15 mm lang mit breit eiförmigen Zipfeln, innen mit schmalerem, etwas weichhaarigem Mittelfeld und papillösen Rändern, außen kahl. Der Fruchtknoten ist 6kantig, ca. 11 mm lang.



Fig. 18. *Manihot piauhyensis*, 2 $\frac{1}{4}$ Jahre alter Baum. Amani.

Die Früchte sind 35—40 mm lang, 28—32 mm breit, ellipsoidisch walzenförmig (vgl. Fig. 5 auf S. 4).

Die Samen sind 20—25 mm lang, 12—15 mm breit, auf dem Rücken kielig, auf der Bauchseite abgeflacht mit scharfen Kanten, braungrau mit schwärzlicher spärlicher Schraffierung (vgl. Fig. 5 auf S. 4).

Ule (I, 20) unterscheidet noch eine als *Manihot dichotoma* var. *parvifolia* Ule bezeichnete Varietät, die sich von der typischen Form dadurch unterscheidet, daß die Blätter kleiner und tiefer geteilt und die Zipfel meist ungeteilt sind. Die Bäume besitzen ferner dünnere, dunkelbraune Zweige. Der Blattstiel ist 4—7 cm lang, die Zipfel der Blattfläche sind 1—2 mm verwachsen, die mittleren 4—5 cm lang, 2 cm breit, die seitlichen kleiner. Die Blütentrauben sind 3—4 cm lang. Die Stiele der männlichen Blüten 15—28 mm lang, die Kelche ca. 15 mm lang.

Nach einem in Kew, Bull. of misc. Inform. (1908, S. 60) abgedruckten Bericht von Rowe sind im Distrikt Jequié 7 Varietäten zu unterscheiden:

1. *Manicoba blanca*. Die Blätter sind hellgrün, auf der Unterseite mit grünlichweißen Mittelrippen. Der Milchsafte ist rein weiß, fließt reichlich und koaguliert sofort ohne Zusatz eines Reagens.

2. *Manicoba rouxa*. Die Mittelrippen haben auf der Unterseite des Blattes eine purpurne Färbung, die Blätter haben eine dunklere Färbung wie bei der vorigen Varietät. In der Schnelligkeit des Wachstums und den Eigenschaften des Milchsaftes stimmt sie dagegen mit dieser überein.

Die 3. Varietät ist in der Jugend den beiden ersten sehr ähnlich, aber an älteren Bäumen wird die silberfarbige Rinde hart und rau und löst sich schichtenweise ab, wie bei der Birke. Der Milchsafte ist weiß und koaguliert leicht.

Zwei andere Varietäten haben auch rauhe Rinde, an derselben befinden sich aber kleine bräunliche Flecken. Diese Varietäten werden nicht kultiviert, weil die Rinde schwerer zu schneiden und der Milchsafterguß gering.

Schließlich werden noch 2 Varietäten erwähnt, die beide wenig hellgrünen Milchsaft enthalten, der einen sehr harzreichen Kautschuk liefert.

Auch du Chenois (II) unterscheidet 6 verschiedene Varietäten von *Manihot dichotoma*. Es ist aber wohl sehr zweifelhaft, ob dieselben wirklich alle zu dieser Art zu rechnen sind. Nach den kurzen Beschreibungen von Rowe und du Chenois läßt sich hierüber keine sichere Entscheidung fällen und es wäre hierfür jedenfalls eine exakte systematische Untersuchung an Ort und Stelle notwendig.

Sicher ist es nun aber, daß auch die unter der Bezeichnung *Manihot dichotoma* in Kultur befindlichen Bäume sehr große Verschiedenheiten zeigen. Dies lassen die in Amani und auf verschiedenen Pflanzungen von Deutsch-Ostafrika kultivierten Bäume sofort erkennen. Ähnliche Beobachtungen wurden aber auch an verschiedenen anderen Orten gemacht. So fand Lock (I) eine große Ungleichheit der vegetativen Charaktere, namentlich in der Gestalt der Blätter, ferner auch in der Form der Früchte, die teils geflügelt sind, teils nicht geflügelt. Aufgefallen ist ihm dabei, daß häufig an Bäumen, deren Blätter denen von *Manihot Glaziovii* ähnelten, die Früchte die Gestalt der typischen Früchte von *Manihot dichotoma* besaßen und umgekehrt.

Gioveti (I) beobachtete in Portugiesisch-Ostafrika vier verschiedene Formen und hält diejenige für die beste, die *Manihot Glaziovii* am meisten gleicht. Die mit stark leierförmigen Blättern hält er für die am wenigsten gute.

4. *Manihot piauhyensis* Ule.

Manihot piauhyensis ist nach Ule (I) im Südosten des Staates Piauhy verbreitet und wird deshalb auch als *Manicoba de Piauhy* bezeichnet. Sie bildet kleine Bäume von 2—5 m Höhe mit schwarzbrauner Rinde, einem $\frac{1}{2}$ —1 m hohen Stamme und ausgebreiteter Krone (Fig. 18). Jüngere Zweige, Blattstiele und Blütenachsen sind braunrot, oft etwas bereift und an den Winkeln mit rostfarbenen, schülferartigen Filzhaaren besetzt.

Die Blattstiele sind selten etwas kürzer, meist länger als die Blattfläche, stielrund.

Die Blattfläche ist ziemlich dick, oberseits lebhaft dunkelgrün, unterseits hellgraugrün. Sie ist meist 5zählig handförmig geteilt. Die Zipfel sind breit verkehrt eiförmig oder länglich verkehrt eiförmig, an der Basis keilförmig zugespitzt, an der Spitze abgerundet oder schwach ausgerandet, mit langer Haarspitze, ungeteilt, meist 6—10 cm lang und 4—6 cm breit, die äußeren sind meist etwas kleiner; selten sind 6 oder 8 Zipfel vorhanden und dann sind die äußeren bedeutend kleiner. Die Nervatur tritt ober- und unterseits vor; Seitennerven 8—12, unter einem Winkel von ca. 45° abgehend.

Die Nebenblätter sind borstenförmig rostfarbig filzig, schülferig, 5—6 mm lang.



Fig. 19. *Manihot piauhyensis*. Zweig mit Knospen.

Die Blütentrauben (Fig. 19) stehen an der Spitze der Zweige, sind oft länger als die Blätter, 10—30 cm lang, unten locker, nach oben zu dichter blütig, an der Basis einige weibliche, darüber zahlreiche männliche Blüten tragend, kahl.

Die Deckblätter sind 35—55 mm lang, 15—18 mm breit eiförmig oder lanzettlich eiförmig, nach unten verschmälert, nach oben spitz, in eine lange Haarspitze auslaufend, hellgelblichweiß oder dunkelviolett. Die Deckblättchen 15—20 mm lang, lanzettlich, eiförmig, lang zugespitzt, am Grunde verschmälert.

Die Stiele der männlichen Blüten sind 15—25 mm lang, mitteldick, Kelch innen und außen kahl, 5spaltig, in der Knospe zylindrisch, 25—35 mm lang, 12—15 mm weit verwachsen, Zipfel elliptisch-eiförmig, innen mit papillösen, häutigen Schwielen. Staubfäden 7—12 mm lang, fadenförmig, kahl, Staubbeutel unterhalb der Mitte angeheftet, 6—7 mm lang, 1 mm breit, linealisch, oben und unten stumpf.

Die Stiele der weiblichen Blüten sind 40–70 mm lang, dick und unter dem Fruchtknoten verdickt und mit 5 Drüsen versehen. Kelch innen und außen kahl, 20–28 mm lang, bis auf ein Drittel der Höhe verwachsen, Zipfel eiförmig, Fruchtknoten 6kantig, kahl.

Die Früchte (vgl. Fig. 6 I auf S. 5) sind 40–50 mm lang, 35–45 mm dick, unten breiter, oben etwas zugespitzt, runzelig, mit sechs deutlichen Flügelleisten, bereift.

Die Samen sind 16–20 mm lang, 14–16 mm breit, von rundlichem Umriß, an beiden Seiten zusammengedrückt, mit erhabenen Rändern, hell rötlich graubraun, die äußere Samenschale hell braungrau mit dunkelrotbrauner Schraffierung.

Ule (I, 26) beobachtete in den Pflanzungen von *Manihot piauhyensis* verschiedene Formen, von denen nicht festgestellt werden konnte, inwieweit dieselben auf Kultureinflüsse oder Bastardierung zurückzuführen sind. Er hält es aber für möglich, daß in den betreffenden Kautschukgebieten noch verschiedene Formen vorhanden sind, die gute Varietäten oder selbst neue Arten darstellen.

Zu *Manihot piauhyensis* gehört nach Ule (I, 52) auch die von Chevalier (I u. II) unter der Bezeichnung *Hotnima Teissonieri* Chev. beschriebene und in Französisch-Guinea kultivierte Art. Für dieselbe wird angegeben, daß die reifen Früchte nicht aufspringen. Ich habe dies in Amani auch bei einzelnen, anscheinend nicht vollständig ausgebildeten Früchten von *Manihot piauhyensis* beobachtet.

5. *Manihot heptaphylla* Ule.

Diese Art wurde von Ule (I, 17) am rechten Ufer des Sao Francisco angetroffen und wird deshalb auch als *Maniçoba de Sao Francisco* bezeichnet. Sie bildet kurzstämmige Zwergbäume mit breiter, reich beblätterter Krone von 2–8 m Höhe, mit schwarzbrauner Rinde. Die jüngeren Zweige, Blattstiele und Blütenachsen sind lebhaft purpurn, bereift und in den Achseln mit rostfarbenem, wollartigem Schülfer bedeckt.

Der Stiel der unteren Blätter ist meist länger, der der oberen kürzer als die Blattfläche. Die Blattfläche ist oberseits lebhaft dunkelgrün, unterseits heller graugrün, fast bis zur Basis 7zählig handförmig geteilt. Die Blättchen sind schmal, verkehrt lanzettlich, an der Basis zu einem kleinen gelblichen Polster zusammenfließend, ungefähr in Zweidrittelhöhe über der Basis leicht oder tiefer leierförmig eingeschnürt, nach der Einbuchtung mit breitem, lang zugespitztem Lappen und 6–8 mm langer Haarspitze. Die mittleren Zipfel sind etwas länger als die äußeren. Die Sekundärnerven ragen nicht vor.

Die Nebenblätter sind 5–6 mm lang, lanzettlich, borstenförmig spitz, braunrotfilzig, früh abfallend.

Die Blütentrauben sind dichtblütig, zu mehreren an der Spitze der Zweige hervorbrechend, viel kürzer als die Blätter, 5 bis 10 cm lang.

Die Deckblätter sind länger als die Blüten, 30–36 mm lang, 12–15 mm breit, breit eilanzettlich, lang zugespitzt, ganzrandig, gelblichweiß. Die Deckblättchen sind 10–12 mm lang, lanzettlich eiförmig, lang zugespitzt, am Grunde verschmälert, gelblichweiß.

Die Blüten sind gelblichweiß. Die Stiele der männlichen Blüten sind ziemlich dick, 5–8 mm lang. Kelch aus breiter ab-

gestutzter Basis konisch, in der Knospe spitz, 18—25 mm lang, bis auf ein Viertel der Länge 5 teilig, zwischen den Buchten mit einem kleinen stumpfen Schüppchen in der Fugennat. Die Zipfel sind 12—20 mm lang, 7—9 mm breit, lanzettlich eiförmig, fast fleischig lederartig; Mittel- und Seitennerv innen deutlich. Die Staubfäden sind 10—15 mm lang, kahl, unten breiter, dick, außen gewölbt und innen flach, nach oben sich verdünnend. Die Staubbeutel sind 5 mm lang, 1½ mm breit, linealisch, oben und unten abgestumpft. Die Nektarscheibe im Mittelpunkt der Staubfäden ist dickfleischig, gelappt, außen und innen kahl.

Der Stiel der weiblichen Blüten ist sehr dick, 10—15 mm lang, der Kelch bis zur Basis 5 teilig, außen und innen kahl.

Die Früchte sind 30—40 mm hoch und fast ebenso dick, am Grunde breiter, nach oben etwas zugespitzt, runzlich, nicht geflügelt, leicht 6kantig.

Die Samen sind 16—20 mm lang, 14—16 mm breit mit rundlichem Umriß; beiderseitig zusammengedrückt, mit erhabenen Rändern, hellrötlichbraun.

II. Die verschiedenen Manihot-Arten an ihren natürlichen Standorten.

Die kautschukliefernden *Manihot*-Arten sind ausschließlich in Brasilien und zwar in dem südlich vom Amazonenstrom gelegenen Teile desselben einheimisch. Die Menge des von den verschiedenen Ausfuhrhäfen ausgeführten *Manihot*-Kautschuks ist in der nachfolgenden Tabelle nach Wileman (I, 642) zusammengestellt:

	Ausfuhr von Manihot-Kautschuk aus Brasilien in kg					
	1903	1904	1905	1906	1907	1908
Para	950	2 430	350	—	—	—
Maranhao	27 308	11 471	—	664	1 710	6 451
Ilha Cajueiro	632 858	503 871	557 530	505 084	520 824	326 984
Fortaleza	517 824	668 809	589 218	714 829	558 854	579 468
Mossoró	—	—	—	1 680	—	—
Natal	—	—	—	—	5 500	—
Cabedello	—	1 923	8 527	135	9 812	3 954
Pernambuco	41 333	97 556	82 666	31 076	16 875	—
Maceio	—	180	—	237	—	—
Bahia	496 224	929 157	1 443 826	1 409 802	1 285 103	1 249 367
Rio de Janeiro	5 397	680	100	—	—	—
Total	1 721 894	2 216 077	2 682 217	2 663 507	2 428 678	2 166 224
Preis in Mark	6 687 834	8 305 289	17 025 595	16 835 814	14 764 407	10 349 430
Preis von 1 kg in Mark	3,88	3,75	6,80	6,32	5,54	4,78

Die Lage der in dieser Tabelle angegebenen Häfen ist aus der nebenstehenden Karte (Fig. 20) ersichtlich. Es ist jedoch zu den obigen Zahlen zu bemerken, daß dieselben über die Menge der von den verschiedenen Staaten erzeugten Kautschukmengen keinen sicheren Aufschluß geben können. Nach Wileman (I, 471) soll wenigstens

ein großer Teil von dem in Ceará geernteten Kautschuk über Land nach Bahia und Pernambuco geschafft werden.

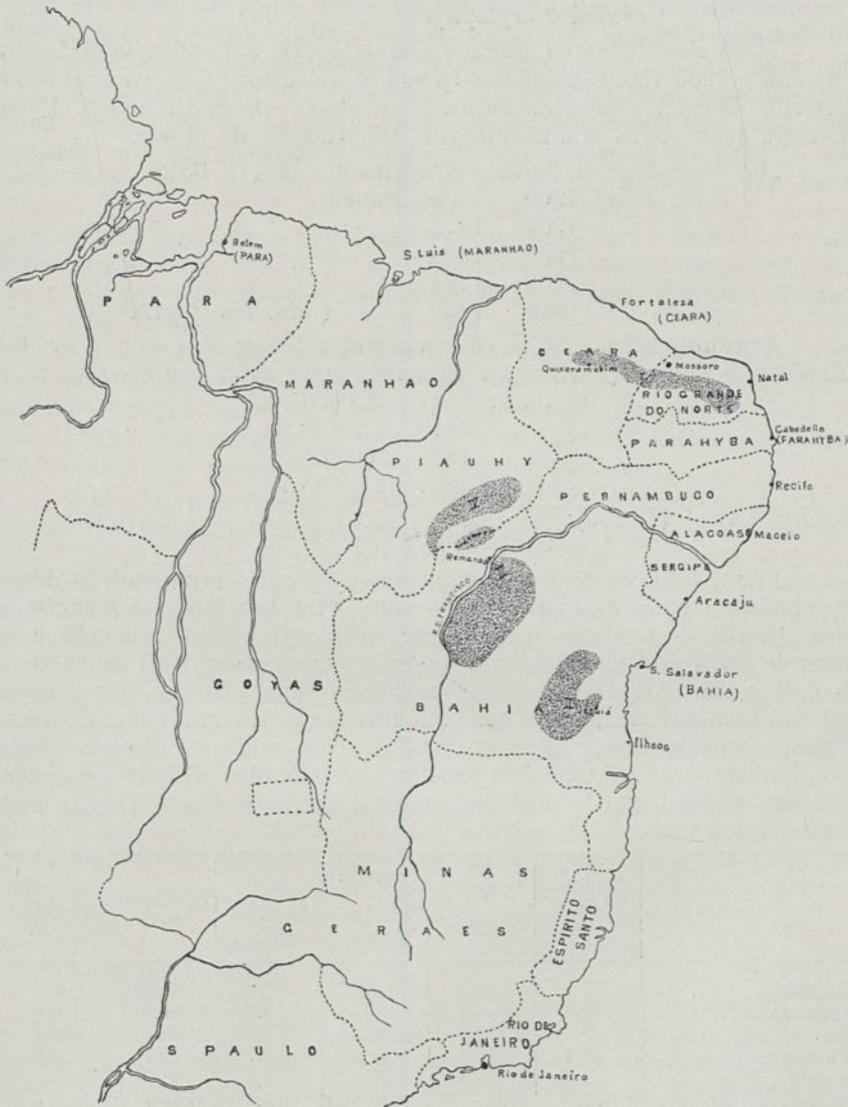


Fig. 20. Karte von Nordost-Brasilien, die Verbreitung der verschiedenen *Manihot*-Arten nach Ule. I *Manihot Glaziovii*, II *Manihot dichotoma*, III *Manihot heptaphylla*, IV *Manihot piauhyensis*.

Noch weniger kann die obige Tabelle über die Menge der von den einzelnen *Manihot*-Arten stammenden Kautschukmengen Aufschluß geben. Ich bemerke in dieser Hinsicht, daß nach Schätzungen von Ule (I, 16–18) die jährliche Produktion beträgt:

von <i>Manihot Glaziovii</i> . . .	über 700 Tonnen
„ <i>Manihot dichotoma</i> . . .	400—500 „
„ <i>Manihot piauhyensis</i> . . .	1 000 „
„ <i>Manihot heptaphylla</i> . . .	500 „

Nach einer neueren Angabe von Ule (II, 93) sollen von Ceará im Jahre 1909 730 Tonnen Kautschuk von *Manihot Glaziovii* (darunter geringe Mengen von *Mangabeira*-Kautschuk) verschifft sein. Dazu kommt noch etwas Kautschuk von Rio Grande do Norte.

Die Ausfuhr von Bahia betrug nach Ule (II, 93):

im Jahre 1906	1756 Tonnen
„ „ 1907	1472 „
„ „ 1908	1345 „
„ „ 1909	1764 „
„ „ 1910	1839 „ (Jan. bis Sept.).

Erwähnt seien schließlich noch einige ältere Angaben über die Ausfuhr von Ceará (Fortaleza). Dieselbe betrug nach Almeida (I, 22):

im Jahre 1847	13 590 kg
„ „ 1870	229 810 kg
„ „ 1887	300 464 kg
„ „ 1897	475 693 kg

nach Chapel (I, 139):

im Jahre 1888	191 170 kg.
---------------	-------------

Für die Praxis sind nun naturgemäß die Klima- und Bodenverhältnisse an den natürlichen Standorten der Kautschuk liefernden *Manihot*-Arten von besonderem Interesse. Diese scheinen nun aber je nach der Art recht voneinander abzuweichen und sollen deshalb für jede Art gesondert besprochen werden. Zuvor mag jedoch an dieser Stelle noch eine von Wileman (I, 17) zusammengestellte Tabelle wiedergegeben werden, aus der die meteorologischen Konstanten für eine Anzahl von in dem betreffenden Gebiet liegenden Plätzen angegeben ist. Leider handelt es sich in dieser Tabelle fast ausschließlich um Küstenplätze.

	Meeres- höhe in m	Temperatur			Feuchtig- keit	Regenfall
		Mittlere	Absolut. Maxim.	Absolut. Minim.		
Fortaleza	12	26,7	31,6	20,2	69,22	998
Quixeramobim	198	—	36,3	18,8	65,3	608
Natal	8	26,5	30,3	19,6	73,4	1265
Parahyba	4,4	27,4	34,0	17,7	79,6	1206
Recife	3 $\frac{1}{2}$	26,3	37,3	16,3	70,0	1930
Joazeiro	372 $\frac{1}{4}$	—	40,8	15,0	54,0	286
Aracaju	4,3	25,1	30,1	19,2	75,8	1 017
Bahia	45	24,5	34,8	17,0	83,2	1 968
Ilheos	3	25,2	34,7	19,5	84,7	1 896

1. *Manihot Glaziovii*.

Als Heimat von *Manihot Glaziovii* werden von Ule (I, 16) die mit spärlichem Strauchwerk und kleinen Bäumen bedeckten Berge der brasilianischen Staaten Rio Grande do Norte, Parahyba und Ceará bezeichnet.

Nach Huber (I) wurde aber auch im Staate Para (auf den Höhen von Quatipuru) eine *Manihot*-Art entdeckt, die vielleicht mit *Manihot Glaziovii* identisch ist. Die Angabe von Furniss (I), nach der diese Art auch im Hinterlande von Bahia vorkommen soll, dürfte aber wohl auf eine Verwechslung mit anderen Kautschuk liefernden *Manihot*-Arten zurückzuführen sein.

In dem Staate Ceará findet sich *Manihot Glaziovii* nach Biffon (Kew Bull. 1898, p. 14) sowohl in den in der Nähe der Küste gelegenen Steppen mit einem Regenfall von 1250 mm, als auch im Gebirge bei einer Meereshöhe von bis zu 1100 m und einem Regenfall von über $2\frac{1}{2}$ m. Nach Moulay (II, 11) beträgt der mittlere Regenfall an den natürlichen Standorten von *Manihot Glaziovii* 2 m. Nach Howard (Kew Bull. 1898, p. 13) ist für *Manihot Glaziovii* ein Regenfall von 2,5 m am günstigsten, sie gedeiht aber auch noch bei geringerem Regenfall (1,65—1,75 m).

Charakteristisch ist nun aber für die betreffenden Gegenden, daß eine sehr scharfe Scheidung zwischen Regen- und Trockenzeit vorhanden ist. Die Regenzeit dauert nach Chapel (I, 137) in Fortaleza von Februar bis Juni; die von Juli bis Februar währende Trockenzeit soll aber zuweilen ganz ohne Regen sein.

Daß *Manihot Glaziovii* sehr ausgedehnte Trockenzeiten ohne Schaden ertragen kann, wird auch von anderen Autoren angegeben. Nach Moulay (II, 6) scheint diese Art in sehr trockenen Jahren, wenn in der Umgebung alle anderen Pflanzen, wie Orangen, Bananen und Maniok, vertrocknen und absterben, nicht unter der Trockenheit zu leiden und fährt fort, sich zu entwickeln. Es wird auch allgemein angegeben, daß *Manihot Glaziovii* in ihrer Heimat längere Zeit hindurch ganz blätterlos ist. Nach Moulay (II, 10) verlieren die Bäume ihre Blätter im Anfang der heißen Zeit, etwa Ende September, um erst Ende Februar wieder eine neue Laubkrone zu bilden. Die Blüten erscheinen bald nach dem Auswachsen der Triebe, die Fruchtreife fällt ungefähr mit der Zeit des Laubabwerfens zusammen. Huber (I, 183) hält es auch auf Grund derartiger Beobachtungen für angezeigt, *Manihot Glaziovii* nur dort zu pflanzen, wo eine ausgesprochene Trockenzeit vorhanden ist. In einem Klima, in dem infolge von anhaltender Feuchtigkeit die Vegetation der Bäume nicht unterbrochen ist, sollen dieselben viel mehr den Angriffen tierischer und pflanzlicher Parasiten ausgesetzt sein.

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt nach Chapel (I, 137) in Fortaleza 26° C, weiter im Inneren soll aber das mittlere Maximum wenig über 35° C betragen, das Minimum selten weniger als 26° C. Nach Moulay (II, 11) schwankt die Temperatur an den natürlichen Standorten von *Manihot Glaziovii* zwischen 20 und 42° C. Nach Biffon (Kew Bull. 1898, p. 14) gedeiht die genannte Art noch in Gebirgsgegenden, in denen die Temperatur in der Nacht unter 16° C sinkt.

Der Boden, auf dem *Manihot Glaziovii* wild wächst, scheint im allgemeinen kein allzu reicher zu sein. Nach Biffon (Kew Bull. 1898, p. 14) soll sie in Ceará wenigstens häufig auf einem von Granitfelsen durchsetzten Boden vorkommen und nach Chapel (I, 136) selbst noch auf einem steinigem Boden gedeihen, auf dem weder Unkraut, noch Farne, noch Moose fortkommen.

Huber (I, 183) beobachtete die Pflanzen in ihrer Heimat stets auf tonigem Boden, niemals auf solchem, wo Sand vorherrscht. Er sah dieselben aber im Versuchsgarten zu Para im ersten Jahre auch auf sandreichem Boden gut gedeihen.

2. Die anderen Manihot-Arten.

Die Verbreitungsgebiete der drei anderen *Manihot*-Arten sind nach Ule (I) in der auf S. 19 befindlichen Karte angegeben. In der Literatur finden sich ferner noch die nachfolgenden Angaben über die Standorte der verschiedenen Arten.

1. *Manihot dichotoma*. Diese Art wächst nach Ule (I, 17) im Südosten von Bahia in der Umgebung des Städtchens Jequié, das als Zentralpunkt für den Kautschuk dieser Pflanze dient. Sie wächst dort ausschließlich in der sogenannten Catingaformation, die sich durch in der trockenen Jahreszeit Laub abwerfende Bäume von selten über 15 m Höhe auszeichnet. Die Regen fallen hier in die heiße Jahreszeit von Oktober bis April. In der kalten Zeit von April bis Oktober regnet es dort in der Regel überhaupt nicht und auch in den übrigen Monaten bleiben die Niederschläge zuweilen aus.

Manihot dichotoma ist innerhalb dieser Formation besonders zahlreich an den Bergabhängen. Die parkartigen Stellen, wo einzelne etwas größere Bäume mehr hervortreten, meidet sie, denn sie zieht eine etwas dichtere, waldige Catinga vor. Am besten gedeiht sie dort auf einem roten, lehmigen Boden, während sie auf Sandboden seltener zu finden ist und auf diesem bei weitem weniger Kautschuk geben soll.

Nach Railton (I) beträgt der Regenfall im Distrikt Jequié nach allerdings nur 3jährigen Beobachtungen nicht über 800 mm und soll fast ganz in ca. 3 Monaten fallen. Er sah zwar auch Bäume in regenreicheren Gegenden. Dieselben waren auch kräftiger entwickelt und gaben eine größere Quantität Milchsafte. Die Menge des in demselben enthaltenen Kautschuks schien aber nur gering zu sein. Die Meereshöhe des Jequié-Bezirks wird von Railton auf ca. 600 m geschätzt. Als Jahrestemperatur gibt er 26,5—29° C an, nachts soll die Temperatur aber bis auf 12° C sinken.

Nach du Chenois (I, 358) bevorzugt *Manihot dichotoma* geneigtes Terrain mit rotem Boden, soll aber auch auf sandigem Boden zufriedenstellend gedeihen. Der meiste Kautschuk soll in der Nähe von Quellen, die etwas salzhaltig sind, erhalten werden. Auch nach Labroy (I, 66) soll die genannte Art mit Vorliebe an Quellen und Bächen mit etwas salzhaltigem Wasser wachsen.

Bahiana (nach Cardozo I) gibt an, daß sie auf salpeterhaltigem Boden besonders gut gedeihen soll. Nach Thomson (I, 1) gedeiht sie am besten auf einem eigenartigen Tonboden, der mehr porös als klebrig, sehr tiefgründig, sehr absorptionsfähig und stark wasserhaltend sein soll, namentlich in Höhen von 300—600 m, mit einem Regenfall, der wohl 64 cm nicht überschreitet, mit einer 6—9 Monate währenden Trockenzeit. Thomson (I, 6) fand hier stellenweise mehr als 250 Bäume pro Hektar, von denen 25 % zapffähig waren.

2. *Manihot piauhyensis* findet sich nach Ule (I, 18) namentlich im Südosten des Staates Piauhylängs der Grenze des Staates Bahia. Sie wurde hier in den meist nur eine geringe Höhe erreichenden Sand-

steingebirgen beobachtet, in denen Sträucher und Bäume von wenigen Metern Höhe weite Gebiete bedecken. Zwischen den Felsen selbst fanden sich übrigens nur vereinzelte Exemplare von *Manihot piauhyensis*. Am besten scheint dieselbe auf Sandboden zu gedeihen, namentlich wenn dort Brände die Gehölze vernichtet haben; dann soll *Manihot piauhyensis* oft in großer Zahl hervorsprossen. Zur Kultur wählt man nach Ule (I, 47) am besten einen sandigen, nicht gar zu unfruchtbaren Boden.

Die mittlere Temperatur beträgt nach Wileman (I, 509) im Staate Piauhy 27° C, das Maximum 35°, das Minimum 18°. Regen soll namentlich im April und Mai fallen, die Zahl der Regentage 65 betragen.

3. *Manihot heptaphylla* kommt nach Ule (I, 17) ausschließlich am rechten Ufer des Rio Sao Francisco vor. Sie wurde dort zusammen mit anderen Gehölzen zwischen Felsen eines schiefrigen Glimmerquarzes beobachtet. Zur Kultur soll man nach Ule (I, 47) einen sandigen, aber auch nicht gar zu unfruchtbaren Boden auswählen.

III. Der Anbau in den verschiedenen Ländern.

Unter den Ländern, in denen *Manihot Glaziovii* plantagenmäßig angebaut wird, rangiert Deutsch-Ostafrika jedenfalls, was die Ausdehnung der Pflanzungen und die Menge des exportierten Kautschuks anlangt, an erster Stelle. Die Menge des von dieser Kolonie ausgeführten Kautschuks dürfte in diesem Jahre wohl auch die von den wilden Beständen von *Manihot Glaziovii* geerntete Kautschukmenge, die nach Ule (vgl. S. 20) auf 700 Tonnen pro Jahr geschätzt wird, übertreffen. Es erscheint somit berechtigt, daß wir in diesem Abschnitt zunächst einen Überblick über die in Deutsch-Ostafrika bestehenden Plantagen geben.

In dem zweiten Kapitel sollen sodann die in den anderen Ländern vorhandenen Kulturen, von *Manihot Glaziovii*, soweit ich in der mir hier zugänglichen Literatur Angaben darüber habe finden können, besprochen werden. Es sollen dabei namentlich auch die über das Gedeihen des Ceará-Kautschuks in den verschiedenen Ländern mitgeteilten Erfahrungen wiedergegeben werden.

Im dritten Kapitel sollen schließlich die mit den anderen *Manihot*-Arten gemachten Kulturversuche zusammengestellt werden.

1. Der Anbau von *Manihot Glaziovii* in Deutsch-Ostafrika.

In größerem Maßstabe wurde *Manihot Glaziovii* in Deutsch-Ostafrika zuerst auf der bis Anfang 1912 unter der Leitung des Herrn E. Köhler stehenden Plantage Lewa angebaut, und es ist jedenfalls das Verdienst des Herrn Köhler, die Kultur des Ceará-Kautschuks in Deutsch-Ostafrika angeregt zu haben. Während nun die ältesten Bäume in Lewa schon aus dem Jahre 1893 stammen, im Jahre 1896 etwa 1000 Bäume an Pflanzungswegen ausgepflanzt waren und im Jahre 1899 die Zahl der Kautschukbäume auf ca. 15 000 gestiegen war, wurde doch erst im Jahre 1900 mit der Anpflanzung in größerem Maßstabe begonnen. Durch die in Lewa gewonnenen Resultate veranlaßt, hat

dann auch bald darauf der Pflanzer Zschätzsch in Muhesa (Fig. 21) eine Kautschukpflanzung angelegt, die er allmählich immer mehr ausdehnte. Später folgten dann dem Beispiele von Lewa und Zschätzsch zahlreiche andere Pflanzungen und namentlich in den letzten Jahren hat die in Deutsch-Ostafrika mit *Manihot Glaziovii* bebaute Fläche ganz bedeutend zugenommen.



Fig. 21. 11 Jahre alte *Manihot*-Pflanzung. Muhesa.

Eine genaue Statistik über die Ausdehnung der verschiedenen Kautschukpflanzungen vermag ich leider nicht zu geben. Nach den amtlichen Ermittlungen (vgl. Berichte über Land- und Forstw. d. K. Gouv. v. Deutsch-Ostafrika, Bd. II, S. 109) waren aber Anfang 1903 auf Lewa schon 200 000 Kautschukbäume vorhanden. Außerdem sollen danach im Kilwa-Bezirk vom Kaiserlichen Gouvernement und der Kommune Kilwa 310 ha mit *Manihot Glaziovii* bepflanzt und auf einigen Pflanzungen kleinere Versuche angestellt sein. Im Jahre

1909 betrug nach der gleichen Quelle (Ibid., S. 447) die mit *Manihot Glaziovii* bebaute Fläche ca. 711 ha.

Auf Grund von in der Kolonie versandten Fragebogen konnte ich (XVIII) ferner feststellen, daß im Anfang des Jahres 1907 bereits mindestens 5 Millionen Kautschukbäume in Deutsch-Ostafrika vorhanden waren.

Die in den letzten Jahren mit *Manihot Glaziovii* bepflanzte Fläche und auch die Menge des ausgeführten Kautschuks ist aus der nachfolgenden, nach den amtlichen Jahresberichten zusammengestellten Tabelle ersichtlich.



Fig. 22. 7 Jahre alte *Manihot*-Pflanzung. Kwamodoro.

Nach dieser Tabelle wurden im Jahre 1910 414 Tons Kautschuk ausgeführt, also nur wenig mehr als $\frac{1}{2}$ % der Weltproduktion. Nach der großen Anzahl von Bäumen, die in den folgenden Jahren ertragsfähig werden, ist aber anzunehmen, daß die Ausfuhrmenge von Deutsch-Ostafrika in den kommenden Jahren erheblich zunehmen wird.

Jahr	Bebaute Fläche in ha		Anzahl der Bäume		Ausfuhr an Kautschuk	
	insgesamt	ertragsfähig	insgesamt	ertragsfähig	Gewicht in kg	Wert in Mark
1908	—	—	—	—	87 032	415 958
1909	11 986	2 149	11 868 466	1 924 454	218 468	1 116 731
1910	16 212	3 734	14 425 526	3 497 367	413 895	3 291 934
1911	25 484	8 586	20 293 799	8 541 662	685 245	3 609 605

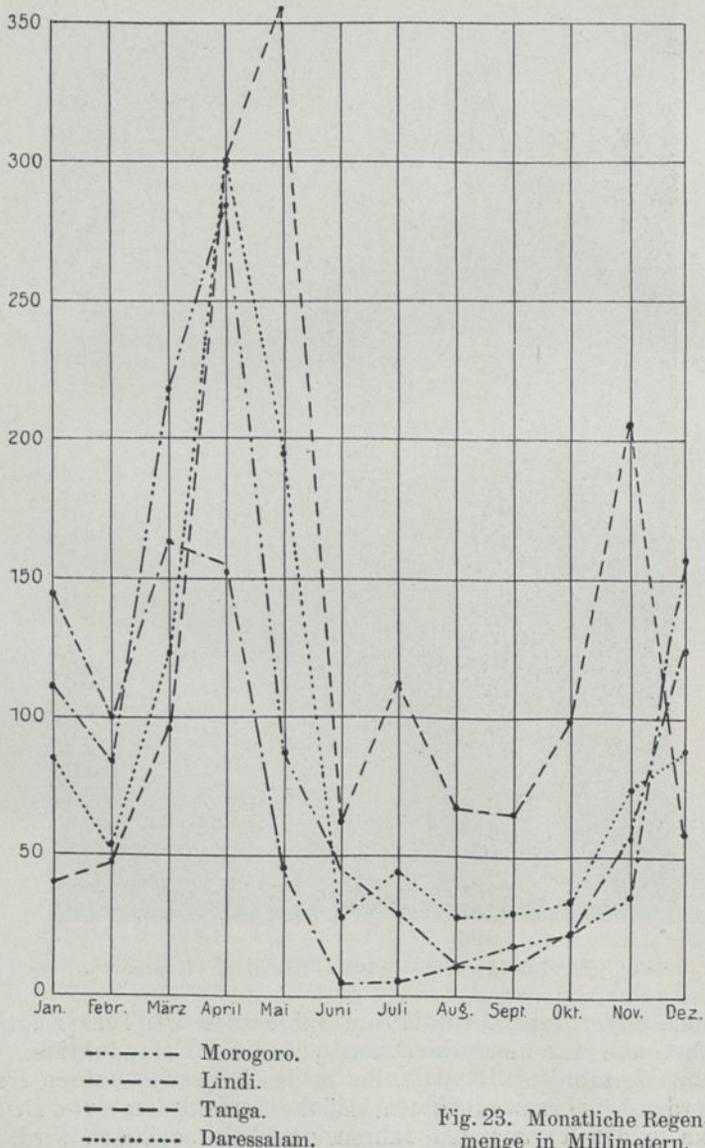


Fig. 23. Monatliche Regenmenge in Millimetern.

Die meisten dieser Pflanzungen befinden sich in den Nordbezirken Tanga, Wilhelmstal (Fig. 22) und Pangani, und zwar namentlich in der Ebene, von der Küste beginnend bis zu einer Meereshöhe von etwa 400 m. In den letzten Jahren wurden aber, namentlich auch in den Bezirken Daressalam Morogoro und Lindi, größere Kautschukpflanzungen angelegt, die sich ebenfalls meist in geringer Meereshöhe befinden. Im Moschibezirk sind dagegen auch in einer Meereshöhe von bis zu ca. 1100 m gut stehende Kautschukpflanzungen angelegt.

Von den klimatischen Bedingungen in den mit Kautschuk bepflanzten Gegenden mögen zunächst die Regenverhältnisse besprochen werden. Dieselben sind nach den Mitteilungen der Hauptwetterwarte für eine Anzahl von Orten in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt. Für einige Orte ist ferner die Regenmenge in der beistehenden Kurventafel (Fig. 23) graphisch dargestellt.

	Regenmenge in mm												Regen- tage im Jahr	
	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.		Jahr
Tanga	40	48	97	300	353	61	112	78	75	97	205	58	1524	122
Pangani	56	31	103	272	229	45	76	37	34	58	141	78	1160	
Lewa	44	52	103	271	291	53	85	71	67	87	191	103	1418	
Amani	96	53	134	397	327	106	114	82	98	162	198	159	1926	161
Mombo	52	81	91	199	211	39	34	10	13	47	85	64	926	
Moshi	36	61	89	425	312	51	52	28	23	28	89	53	1247	114
Kibohöhe	33	22	140	369	275	36	31	15	8	16	78	45	1068	
Daressalam	85	53	121	302	195	29	44	28	29	33	74	89	1082	109
Kifulu	35	29	143	239	104	16	16	18	18	32	89	76	815	
Morogoro	111	84	219	288	89	45	30	10	18	22	35	158	1109	
Mohoro	167	110	162	267	91	20	16	24	17	29	88	124	1115	
Kilwa	132	96	175	237	67	11	18	11	13	14	46	121	941	83
Liwale	247	180	173	117	21	0	4	1	6	19	23	148	944	
Lindi	145	100	164	156	48	3	4	10	10	22	55	123	850	
Muanza	72	71	138	230	72	31	5	25	40	75	120	111	990	89
Tabora	132	113	153	154	15	3	0	0	5	9	87	132	803	81

Diese Tabelle und die Kurventafel zeigen nun zunächst, daß man in der Nordhälfte der Kolonie bis etwa Daressalam zwei Regenzeiten, die „große“ und die „kleine“ Regenzeit, unterscheiden kann, die durch mehr oder weniger trockene Monate getrennt sind. Die große Regenzeit fällt in den Küstenorten Tanga, Pangani und Daressalam sowie in den nahe der Küste gelegenen Orten Lewa, Amani und Mombo und in den am Kilimanjaro gelegenen Orten Moschi und Kibohöhe in die Monate April und Mai und das Maximum der kleinen Regenzeit in den November. Abweichend verhält sich aber bereits Daressalam, wo das Maximum der kleinen Regenzeit in den Dezember fällt.

Die größte Trockenheit herrscht an den Küstenorten des Nordens (Tanga, Pangani) meist im Januar und Februar, während in der zwischen der großen und kleinen Regenzeit gelegenen Trockenzeit häufig im Juli wieder ein kleines Ansteigen der Regenmengen nachweisbar ist (dritte Regenzeit). Weiter im Inneren (Mombo, Moschi und Kibohöhe) fällt die trockenste Zeit in die Monate August und September. Dasselbe gilt auch von Daressalam.

Nördlich von Daressalam und auch weiter im Inneren rücken die beiden Regenzeiten immer näher zusammen und verschmelzen zu einer einzigen großen Regenzeit. Dies gilt sowohl für die an oder nahe an der Küste gelegenen Orte Mohoro, Kilwa und Lindi, sowie für die mehr im Inneren gelegenen Orte Morogoro und Liwale. Hier ist denn auch eine viel längere und meist nur sehr geringe Regenmengen aufweisende Trockenzeit vorhanden, die im Süden (Kilwa, Liwale, Lindi) in die Monate Juni, Juli und August fällt. Ebenso ist auch an den im Inneren der Kolonie gelegenen Orten Muanza und Tabora eine sehr ausgesprochene Trockenzeit vorhanden.



Fig. 24. *Manihot Glaziovii*. Blätterlose Bäume im Oktober.

Zu bemerken ist jedoch, daß namentlich in den Nordbezirken sehr häufig große Abweichungen von den in der Tabelle zusammengestellten Mittelwerten stattfinden. So kommt es namentlich gar nicht selten vor, daß die sogenannte kleine Regenzeit ganz oder fast ganz ausbleibt.

Je nach der Ergiebigkeit der Regen ist nun auch der Laubabfall bei den Kautschukbäumen an den verschiedenen Orten und

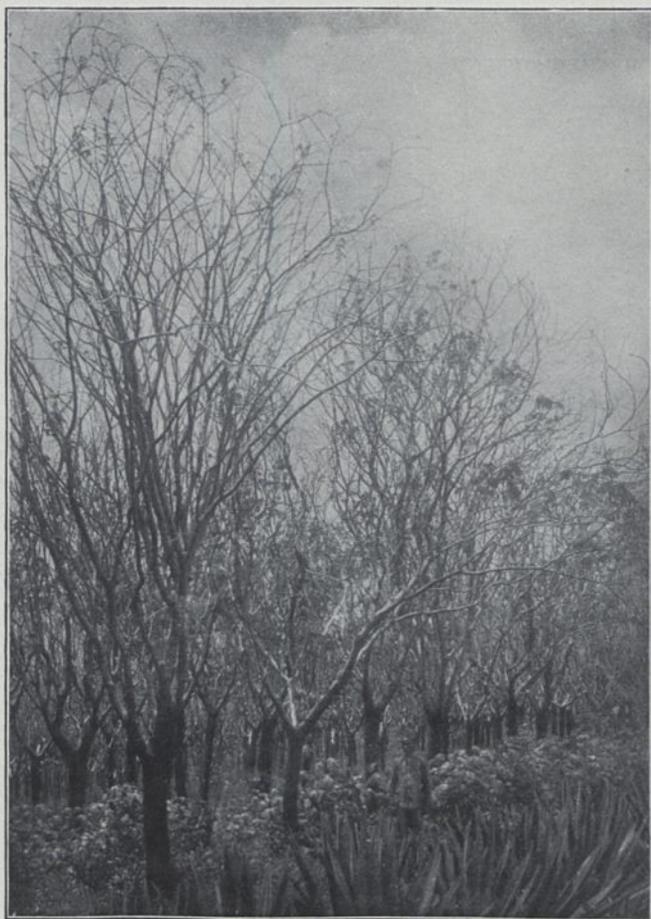


Fig. 25. *Manihot Glaziovii*. Beginn der Wiederbelaubung.

in den verschiedenen Jahren ein sehr verschiedener. Im allgemeinen werfen aber die jungen, 1—2jährigen Bäume ihre Blätter überhaupt nicht ab. Ferner scheint das Abwerfen des Laubes durch starkes Zapfen sehr befördert zu werden. Auf der anderen Seite scheint die kräftigere Entwicklung der Bäume das Abwerfen des Laubes zu verzögern. So beobachtete ich z. B. auf der Pflanzung Mitweru, daß die in der Nähe von Wegen befindlichen Bäume, häufig noch reich beblättert waren, während die inmitten der Pflanzung befindlichen ihre Blätter bereits

abgeworfen hatten. Ferner scheint auch die Kälte allgemein dem Abwerfen des Laubes entgegenzuwirken. So wurde mir versichert, daß im Moschibezirk die Kautschukbäume nie die Blätter ganz verlieren und auch in Amani stehen die Bäume nur ganz ausnahmsweise vollständig kahl.

In den an der Küste gelegenen Pflanzungen pflegen dagegen die Kautschukbäume stets längere Zeit völlig blätterlos zu sein und

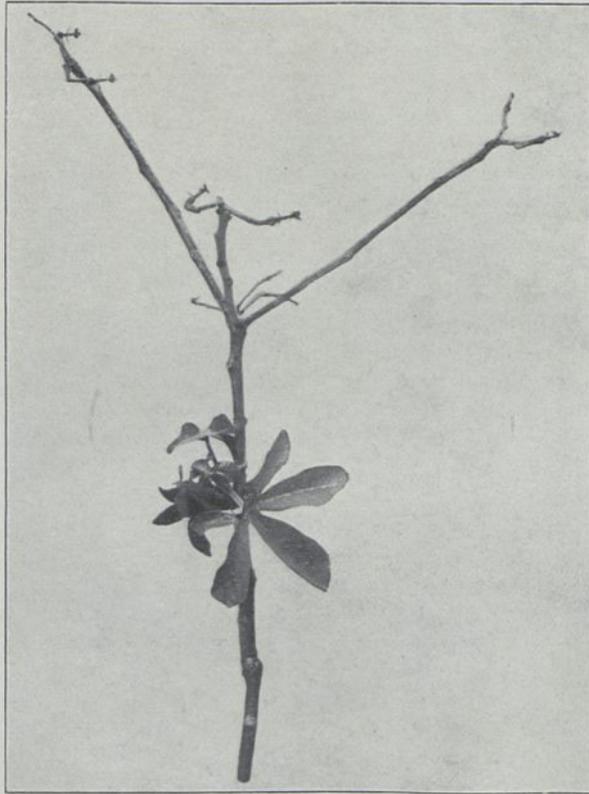


Fig. 26. *Manihot Glaziovii*. Ausschlagender Zweig.

machen dann den Eindruck einer deutschen Winterlandschaft (Fig. 24). Speziell in den Nordbezirken findet das Abwerfen des Laubes meist namentlich in den Monaten August und September statt. Es ist dies deshalb einigermaßen auffallend, weil dort die trockenste und heißeste Zeit in die Monate Januar und Februar fällt. Wir haben es hierbei wohl mit einer vererbten Eigenschaft zu tun; denn in ihrer Heimat verlieren die Manihot-Bäume ja auch ihre Blätter im Monat September.

Bei sehr starker Trockenheit stehen die Bäume übrigens auch stellenweise im Januar und Februar fast völlig kahl, so daß dann zweimal im Jahre ein Abwerfen des Laubes stattfindet. Da nun aber

Manihot Glaziovii, wie bereits S. 21 mitgeteilt wurde, auch in ihrer Heimat monatelang kahl steht, so ist aus dem Abwerfen des Laubes nicht zu schließen, daß das Küstenklima von Deutsch-Ostafrika für die Kultur dieser Bäume ungeeignet wäre.

Die Bildung des neuen Laubes beginnt in den Nordbezirken von Deutsch-Ostafrika mit dem Einsetzen der kleinen Regenzeit. Die jungen Triebe bilden sich dann aber immer, wie Fig. 25 u. 26 zeigen, etwas unterhalb der Zweigenden. Die oberhalb der auswachsenden Triebe gelegenen dünnen Zweige vertrocknen und werden abgeworfen.

Im allgemeinen ist nun übrigens unter sonst gleichen Bedingungen die Entwicklung der Bäume eine um so schnellere, je günstiger die Regenverhältnisse sind. Die Erträge sind aber auch in regenärmeren Gegenden ganz befriedigend, wenn man nicht Bäume von gleichem Alter, sondern Bäume von gleicher Dicke miteinander vergleicht.

Die Temperatur verschiedener Orte der mit Kautschuk bepflanzten Gegenden ist aus der beistehenden Tabelle und Kurventafel (Fig. 27) ersichtlich. Dieselben lassen erkennen, daß die mittlere Jahrestemperatur an allen Küstenorten ungefähr die gleiche ist, nur fällt das Maximum im Norden (Tanga) in die Zeit von Januar bis März, während im Süden die heiße Zeit schon im November beginnt. Der allgemeine Verlauf der Temperaturkurve ist ferner auch in einiger Entfernung von der Küste (Amani, Moschi) der gleiche, nur ist die absolute Höhe derselben naturgemäß je nach der Erhebung über das Meeresniveau geringer.

Abweichend verhalten sich nur die weit im Inneren gelegenen Orte (Tabora), wo die heißeste Zeit in den Oktober fällt. Auch ist hier die mittlere Jahrestemperatur im Verhältnis zur Meereshöhe eine höhere als nahe der Küste (Amani).

	Tanga	Dar- essalam	Kitunda bei Lindi	Amani	Moshi	Tabora	Bukoba	
Meereshöhe in m .	28	8	82	916	1150	1230	1143	
Jahresmittel . . .	25,4	25,5	25,3	19,9	20,8	22,5	20,2	
Jahresmittel der Höchstgrade . .	29,2	29,5	31,5	24,9	26,5	30,0	25,9	
Jahresmittel der Tiefstgrade . .	22,3	22,4	20,9	16,2	16,2	15,5	17,2	
Monats- mittel	Jan.	27,2	27,7	26,6	21,2	23,2	22,0	20,1
	Febr.	27,2	27,6	26,7	21,8	23,2	22,2	20,4
	März	27,3	27,1	26,2	21,7	22,7	21,9	20,8
	April	26,1	25,8	25,4	20,8	21,2	21,6	20,8
	Mai	24,8	24,8	24,6	19,5	19,3	21,6	20,5
	Juni	24,2	23,5	23,8	18,5	18,4	21,2	20,0
	Juli	23,4	23,2	23,6	17,8	17,9	21,2	19,4
	Aug.	23,3	23,1	23,7	17,7	18,4	22,9	19,5
	Sept.	23,8	23,7	24,1	18,1	19,8	24,3	20,2
	Okt.	25,0	24,8	25,4	19,5	21,4	25,3	20,1
	Nov.	25,8	26,3	26,8	20,4	22,0	24,1	20,1
	Dez.	26,9	27,3	26,7	21,5	22,4	21,9	20,2

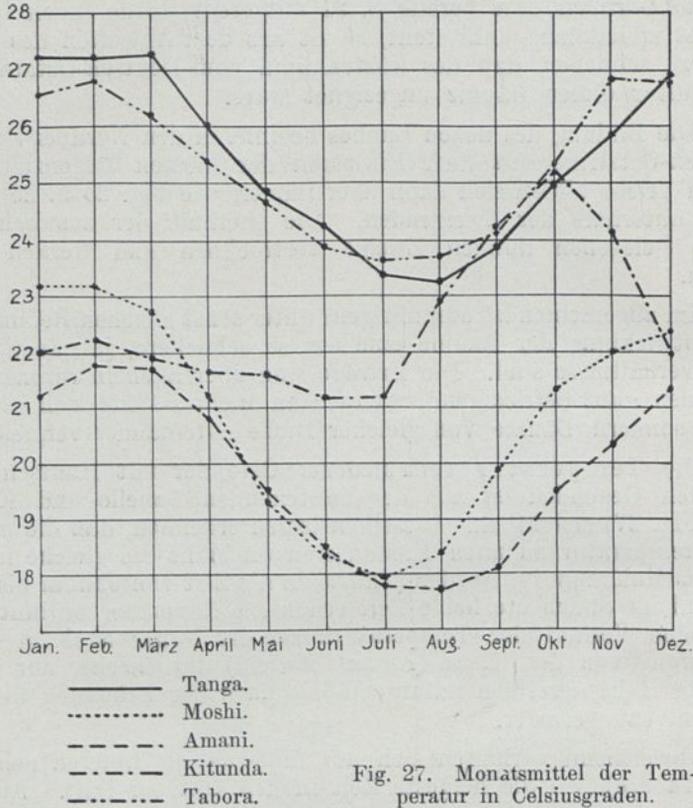


Fig. 27. Monatsmittel der Temperatur in Celsiusgraden.

Was nun das Gedeihen der Bäume bei den verschiedenen Temperaturen anlangt, so zeigen die nachfolgenden Tabellen, daß auch in dem Klima von Moschi und Amani der Kautschuk noch gut gedeiht. Im Moschibezirk dürfte das Wachstum der Bäume allerdings auch durch den verhältnismäßig guten, nährstoffreichen Boden befördert werden. In Amani wirken wohl die stärkeren Regen in dem gleichen Sinne. Die beim Anzapfen der Bäume zu erhaltenden Erträge scheinen übrigens unter sonst gleichen Bedingungen in den wärmeren Gegenden höhere zu sein.

Der Boden ist auf den meisten Pflanzungen roter Lehmboden, der aus der Verwitterung des Gneis hervorgegangen ist. Bei dem tiefgehenden Wurzelsystem der *Manihot*-Bäume ist es von Wichtigkeit, daß derselbe tiefgründig ist. Auch ist das Gedeihen der Bäume auf dem nährstoffreichen dunkleren, etwa schokoladenfarbigem Boden ein entschieden günstigeres. Auf sandreichem Boden entwickeln sich dagegen die Kautschukbäume weniger gut, was namentlich an älteren Bäumen deutlich hervortritt.

Boden mit stagnierendem Wasser ist zur Kultur von *Manihot Glaziovii* gänzlich ungeeignet. So kann man auch häufig beobachten, daß die Kautschukbäume an Stellen mit undurchlässigem Untergrund, der eine Stauung der Bodenfeuchtigkeit bewirkt, ein sehr kümmerliches Aussehen zeigen.

Über die Entwicklung der Bäume in den verschiedenen Gegenden geben die nachfolgenden Tabellen, die nach Messungen, die ich auf verschiedenen Pflanzungen an einer größeren Anzahl von Bäumen ausgeführt habe, Aufschluß. Der Stammumfang wurde dabei in 1 m Höhe oder bei niedriger verzweigten Bäumen dicht unter der Verzweigung gemessen.

Bezirke Tanga, Pangani und Wilhelmstal.

Zahl der gemessenen Bäume	Meereshöhe in m	Pflanzweite in m	Alter der Bäume in Jahren	Stammumfang in cm	
				Durchschnitt	Maximum
144	—	2/3	1 ¹ / ₁₂	25	39
233	230	3/3	1 ² / ₁₂	26,7	50
408	230	3/3	1 ² / ₁₂	24,0	53
50	230	3/3	1 ³ / ₁₂	25	32
199	—	5/3	2	20,1	38
50	230	3 ¹ / ₂ /3 ¹ / ₂	2	28	46
77	230	2 ¹ / ₂ /3	5	50,6	98
673	230	2 ¹ / ₂ /3	5	52,2	80
50	430	2/4	5	47,5	67
126	—	2/3	6	44,4	70
50	450	2 ¹ / ₂ /3	7	45	69
50	—	4/4	7 ¹ / ₂	68	123
40	30	4/4	8	78 ¹ / ₂	115
1	230	3/3	10 ¹ / ₂	—	136
1	—	—	19	—	180

Bezirk Moschi.

Zahl der gemessenen Bäume	Meereshöhe in m	Pflanzweite in m	Alter der Bäume in Jahren	Stammumfang in cm		Bemerkungen
				Durchschnitt	Maximum	
25	1250	—	2	32,8	49	Unregelmäßig gepflanzt, zum Teil sehr weit
30	1250	4/4	2	23,5	33	
46	1100	4/4	fast 3	28,1	46	
50	1180	4/4	3	34,5	53	
120	—	4/4	3	34	57	Bewässert
73	1000	4/4	3	42,5	62	Am Weg, bewässert
72	1000	4/4	3	40,3	88	Dritte Reihe vom Wege aus
50	1000	3/3	4	50,6	77	Am Weg
50	1000	3/3	4	46,3	68	Dritte Reihe
36	1000	4/4	4	65,5	114	Am Weg mit Bewässerungsgraben
36	1000	4/4	4	58,6	89	Am Weg ohne Graben
70	1000	4/4	4	50,1	72	Dritte Reihe
41	1120	4/4	5	67,3	111	Am Weg, Krone bis 5 m weit ausgebreitet
39	1120	4/4	5	53,7	85	Dritte Reihe
1	1120	—	4	—	98	Auf den Saatbeeten gelassen.

Bezirke Daressalam und Morogoro.

Zahl der gemessenen Bäume	Pflanzweite in m	Alter der Bäume in Jahren	Stammumfang in cm	
			Durchschnitt	Maximum
41	5/5	10 ⁰ / ₁₂	16,9	29
90	3½/3½	11 ¹ / ₁₂	15,7	29
50	3/4	13 ³ / ₄	21,5	34
64	3/3	21 ¹ / ₄	25,4	38
91	3/3	21 ¹ / ₂	24,9	35
30	4/4	21 ¹ / ₂	34,2	48
59	3½—3½	4	28,6	51
61	3/3	4	40,3	58
65	3½/3½	5	36,2	66
1	3½/3½	5	—	91

2. Der Anbau von *Manihot Glaziovii* außerhalb von Deutsch-Ostafrika.

Im folgenden sind die in der hier vorhandenen Literatur enthaltenen Angaben über die in den verschiedenen Ländern des Tropengürtels befindlichen Pflanzungen von *Manihot Glaziovii* und über die mit dieser Art gemachten Kulturversuche zusammengestellt. Das mir zugängliche statistische Material ist allerdings leider noch recht lückenhaft. Auch beziehen sich die Angaben über die Entwicklung der Pflanzen in den verschiedenen Gegenden zum Teil auf eine sehr geringe Anzahl von Bäumen, die sich wohl nicht immer unter normalen, häufig wohl unter besonders günstigen Bedingungen befunden haben.

1. **Amerika.** In Brasilien wurde *Manihot Glaziovii* nach d'Almeida (I, 19) bereits im Jahre 1900 angebaut. Die Bäume sollen im 1. Jahre eine Höhe von 3—4 m, im 4. Jahre eine Höhe von 6 m erreichen.

Nach Biffen (Kew Bull. 1898) wurden 1898 im Staate Ceará bereits große Pflanzungen von *Manihot Glaziovii* angelegt. 5—6 Jahre alte Bäume waren ca. 7½ m hoch mit einem Stammumfang von 63 bis 69 cm.

Nach Moulay (II, 13) hatten zwei Bäume, die auf reichem Boden standen und gut gepflegt waren, am Ende des 3. Jahres an der Basis einen Stammumfang von 47 cm¹⁾, auf weniger reichem Boden und bei weniger Pflege dagegen nur einen durchschnittlichen Stammumfang von 22 cm.

Nach Huber (I, 184) wird in Ceará *Manihot Glaziovii* namentlich im Gebirge mit Erfolg angepflanzt.

In den südlicher gelegenen Staaten Minas Geraes, Sao Paulo und Rio de Janeiro wurden nach Peckolt (I, 31) bereits im Jahre 1896 Anpflanzungen von *Manihot Glaziovii* gemacht. Dieselben sollen aber kein günstiges Resultat geliefert und auch ein Export von Kautschuk aus diesen Staaten noch nicht stattgefunden haben.

1) Wenn der Durchmesser des Stammes angegeben ist, habe ich denselben, um vergleichbare Zahlen zu haben, unter der Annahme eines kreisförmigen Querschnittes in Stammumfang umgerechnet.

In Britisch-Guiana haben nach Harrison u. Stockdale (I) die mit den verschiedenen *Manihot*-Arten angestellten Kulturversuche unbefriedigende Resultate gegeben. Weiter im Inneren in der Savannah zeigte dagegen *Manihot Glaziovii* ein gutes Wachstum. Infolge der ungünstigen Transportverhältnisse erscheint dort aber vorläufig eine lohnbringende Kultur nicht möglich.

In Kolumbien wurde nach Granger (I) *Manihot Glaziovii* mit Erfolg angepflanzt.

In Mexiko wurde nach Olsson-Seffer (I, 29) in der Höhe von 180 m eine Versuchspflanzung von *Manihot Glaziovii* angelegt. Die Entwicklung der Bäume war keine besonders günstige, der Ertrag an Milchsaft aber befriedigend.

In Trinidad haben die Kulturversuche mit *Manihot Glaziovii* nach Huber (I, 184) keine günstigen Resultate geliefert.

Auf den Bahama-Inseln gedeiht *Manihot Glaziovii* nach H. H. Smith (I, 431) sehr gut: Ein 1 Jahr und 7 Monate alter Baum war 3,5, ein 7 Monate alter 1,5 m hoch.

2. Polynesien. Auf den Hawaii-Inseln wird *Manihot Glaziovii* nach Wilcox (I, 7) in geringer Menge schon seit 1896 oder früher, in größerem Maßstabe aber erst seit 1906 gepflanzt. 1910 waren 600 ha mit Kautschukbäumen bepflanzt, größtenteils mit *Manihot*, daneben aber auch mit *Hevea* und *Castilloa*.

Nach Smith u. Bradford (I) waren auf Hawaii im Januar 1908 ca. 360 000 Bäume von *Manihot Glaziovii* angepflanzt.

In den Deutschen Kolonien der Südsee spielt der Anbau von *Manihot Glaziovii* keine Rolle. Nach den amtlichen Jahresberichten waren dort nur die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Mengen von *Manihot*-Bäumen vorhanden:

	Jahr	Bepflanzte ha	Zahl der Bäume	Ertragsfähige Bäume
Neuguinea	1910	1,75	448	—
„	1911	0,4	230	—
Marschallinseln	1910	—	600	—
Samoa	1910	2	468	244
„	1911	—	344	244

In Neu-Kaledonien wurde nach Vezia (I) *Manihot Glaziovii* als Schattenbaum zwischen Kaffee angepflanzt. Die Kultur wird aber als mißlungen bezeichnet. Die Bäume besaßen im 9. Jahre einen Stammumfang von nur 38—63 cm und gaben geringe Erträge.

3. Asien. Auf Java waren nach dem offiziellen Ausstellungsbericht im Jahre 1910 von *Manihot Glaziovii* 1302 ha und außerdem 50 621 Bäume vorhanden.

Nach van Romburgh (I, 104 u. 105) besaßen in Buitenzorg 6 Monate zuvor ausgepflanzte Bäumchen bereits eine Höhe von 2,5 m; in einem Alter von 3 Jahren maßen einige schon mehr als 11 m. 14 Jahre alte Bäume hatten auf Java eine Höhe von 19 m und einen Stammumfang von 90—105 cm erreicht.

Nach Jaski (I, 590) erreichten auf Java 1jährige Bäume auf den Saatbeeten durchschnittlich eine Höhe von 2 m und einen Stamm-

umfang von 10 cm. Bei einem ca. 8 Jahre alten, wenig gepflegten Baume beobachtete er einen Stammumfang von 90 cm.

Van Romburgh (II, 184) klagt darüber, daß der Milchsaft der Bäume so dünn ist, daß es schwierig sei, ihn einzusammeln und daß er infolge seines Eiweißgehaltes leicht in Fäulnis übergeht.

Auf Sumatra wurde nach Busse (I, 215) in der Umgebung von Deli *Manihot Glaziovii* vielfach angepflanzt, eine Ausbeutung dieser Bäume fand aber bis 1906 nicht statt, weil dieselbe als unrentabel angesehen wurde, was aber nach Versuchen von Busse nicht richtig ist. An 6 Monate alten Bäumen wurde bereits ein Stammumfang von 25 cm gemessen.

In Formosa gedeiht *Manihot Glaziovii* von den untersuchten Kautschukarten nach der Gummi-Zeitung (XXVI, 168) am besten. Die Bäume sollen in 2—3 Jahren 9 m hoch werden und einen Stammumfang von 47 cm erreichen.

Auf Ceylon waren nach Macmillan (I, 406) im Jahre 1883 395 ha mit *Manihot Glaziovii* bepflanzt. Da aber die Erträge nicht befriedigten, wurde die Kultur vernachlässigt. Neuerdings wurden aber durch verbesserte Zapfmethode bessere Erträge erhalten und ein Kautschuk, der an Qualität nur dem von Hevea nachsteht.

Etherington (I, 377) empfiehlt für Ceylon die Kultur von *Manihot Glaziovii* speziell für trockene Gegenden mit höchstens $1\frac{1}{2}$ m Regenfall. Er maß an 2jährigen Bäumen einen Stammumfang von 50 cm.

Nach Trimen (Kew Bull. 1898, p. 4) erreichten die Bäume in Peradeniya, dem botanischen Garten auf Ceylon, in $2\frac{1}{2}$ Jahren eine Höhe von $7\frac{1}{2}$ —9 m und einen Stammumfang von 53 cm.

Willis (II) maß bei 78 Bäumen, die auf ziemlich gutem Boden in Abständen von $\frac{3}{3}$ m gepflanzt waren, $1\frac{1}{2}$ Jahr nach dem Aussäen und 1 Jahr nach dem Auspflanzen in 90 cm Höhe einen Stammumfang von durchschnittlich 18 cm (11—25 cm) bei einer Höhe von 2,7 m. Auf besseren, irrigierbaren Böden war die Entwicklung der Bäume eine noch schnellere.

Nach einer Mitteilung in The trop. Agricult. (Vol. XXVI, p. 101) liefert *Manihot Glaziovii* auf Ceylon in Höhen von 600—900 m noch guten Gewinn.

Nach Kelway-Bamber (I, 54) gedeiht *Manihot Glaziovii* in den trockeneren Gegenden von Ceylon ausgezeichnet. Der Ertrag ist aber bedeutend geringer als bei Hevea. Kelway-Bamber hofft aber eine rentable Zapfmethode zu finden.

In Indien und Birma ist nach Watt (I, 657) die Kultur von *Manihot Glaziovii* sehr verbreitet. Sie begann dort bereits im Jahre 1876. Im allgemeinen gedeihen die Bäume gut.

Nach den Angaben eines sich Hopeful (I) nennenden Pflanzers soll *Manihot Glaziovii* noch in Höhen von 1700 m mit Erfolg kultiviert werden. Die erhaltenen Erträge werden allerdings nicht angegeben.

In Mysore wurden nach The Trop. Agricult. (Vol. XXXIV, p. 296) auf einer 1000 m hoch gelegenen Pflanzung mit 2,3—2,5 m Regenfall für den durchschnittlichen Stammumfang von je 1 bis 10 Bäumen folgende Werte gemessen:

bei 3½ Jahre alten Bäumen	33	cm
„ 5 „ „ „	41	„
„ 7 „ „ „	66	„
„ 10 „ „ „	81,3	„
„ 15 „ „ „	109,2	„

4. Afrika. Auf einer in der Nähe von Chartum gelegenen Pflanzung mit einem Regenfall von ca. 1 m maß Rivet (I) bei auf sandigem Boden stehenden und nicht bewässerten Bäumen folgende Dimensionen:

Alter	Höhe	Stammumfang
6 Monate	5,5 m	20,3 cm
30 Monate	6,1 m	45,7 cm
42 Monate	6,7 m	55,9 cm

In dem mehr oder weniger wüstenartigen Klima von Senegal und dem Sudan sind die Kulturversuche mit *Manihot Glaziovii* nach Henry (I, 186) mißlungen. Die Bäume entwickeln sich dort sehr langsam, können erst im 8. Jahre angezapft werden, liefern dann nur 15–20 g Kautschuk pro Baum und Jahr und sterben nach der Anzapfung leicht ab, namentlich wenn die Wunden den Ostwinden ausgesetzt sind. Sie werden auch häufig durch Termiten zerstört. Die Bäume entwickeln sich dagegen in Westafrika sehr gut, wo der jährliche Regenfall mindestens 1 m beträgt und Schutz gegen Ostwinde vorhanden ist. In Französisch-Guinea erreichten die Bäume nach Henry (I, 177) im 1. Jahre eine Höhe von 2–3 m.

In Britisch-Westafrika gedeiht *Manihot Glaziovii* nach Dudgeon (I, 9, 59 u. 123) an verschiedenen Orten recht gut und liefert auch guten Kautschuk. Es wird aber über Inkonzanz der Erträge geklagt.

In Togo waren nach den amtlichen Jahresberichten im Jahre 1910 134,5 ha mit 132 487 Bäumen von *Manihot Glaziovii* bepflanzt, wovon 20 000 als ertragsfähig bezeichnet werden.

In Misahöhe (Togo) konstatierte Gruner (I, 591) für Bäume, die sich unter normalen Lebensbedingungen befanden, am Ende des 3. Jahres einen durchschnittlichen Umfang von 30 cm (in Agu 27 cm). Bei 7 Jahre alten Bäumen fand er einen Stammumfang von 70 cm. Über die Dickenzunahme von drei Bäumen geben die von dem gleichen Autor in Misahöhe angestellten Messungen Aufschluß:

Baum	Alter in Jahren	Umfang in cm	Umfang in cm 2 Jahr u. 2 Mon. später	Zunahme in % der ersten Messung
I	4½	90	116	29
II	8½	80	100	25
III	4½	66	84	27

In Kamerun waren nach den amtlichen Jahresberichten im Jahre 1910 28,5 ha mit *Manihot Glaziovii* bepflanzt, im Jahre 1911 24,4 ha mit 19 343 Bäumen.

Im französischen Kongo besaßen nach Bouysson (I, 107) 6jährige Bäume einen Stammumfang von 60 cm.

Im belgischen Kongostaat ist nach den offiziellen Berichten (Gummi-Zeitung, Bd. XXV, S. 1892) die Zahl der Bäume von *Manihot Glaziovii* stark zurückgegangen. Sie betrug 1910 125 435 (gegen 204 671 im Jahre 1908). In den in dem großen Äquatorialurwald liegenden Distrikten ist *Manihot Glaziovii* fast gänzlich verschwunden. Dort bewirkt die konstante Feuchtigkeit der Atmosphäre und der das ganze Jahr hindurch fallende Regen zwar eine sehr schnelle Entwicklung der Bäume in den ersten 3 oder 4 Jahren, dann gehen aber sehr viele ein, gewöhnlich infolge von Pilzkrankheiten der Wurzel. Die erhaltenen Erträge waren nach de Wildeman (III, 134) im allgemeinen gering, was zum Teil auf schlechte Varietäten zurückgeführt wird. Für 4jährige Bäume gibt er eine Höhe von 4—6 m und einen Stammumfang von 25—35 cm an. Nach einer anderen Mitteilung von de Wildeman (I, 218) beträgt die Höhe der Bäume im Kongostaat

	im 1. Jahre	3,70 m,
„	2. „	5,25 m,
„	3. „	8,25 m und
„	4. „	10,00 m.

Bemelmans (I, 4) beobachtete bei 2jährigen Bäumen einen Stammumfang von 30 cm.

In Portugiesisch-Westafrika sind nach der Gummi-Zeitung (Bd. XXVI, S. 167) 810 ha mit *Manihot Glaziovii* bepflanzt. Die Erträge sollen befriedigend, die Bäume aber kurzlebig sein. Die Anzapfung erfolgt in der feuchten Jahreszeit. Der Jahresexport wird auf 5 Tonnen geschätzt. Nach dem offiziellen Ausstellungsbericht von 1911 befindet sich dort in 500 m Meereshöhe eine Pflanzung mit 800 Bäumen, die sehr gut gedeihen. Der Stammumfang beträgt bei Bäumen von 4 Jahren 63—94 cm. Auf einer anderen, 700—750 m hoch gelegenen Pflanzung mit 25 000 Bäumen wurde bei 8jährigen Bäumen ein Stammumfang von 1,3—1,5 m, bei 3jährigen von 60 bis 70 cm gemessen. Auf einer dritten, 1150 m hoch gelegenen Pflanzung mit 1950 Bäumen betrug der durchschnittliche Stammumfang:

	bei 9jährigen Bäumen	90 cm,
„	5 „	50 cm,
„	3 „	40 cm,
„	2 „	15 cm.

In Natal wurden nach Wilkinson (I) Versuche mit *Manihot Glaziovii* angestellt. Schon die Anzapfungskosten waren aber für eine rentable Kultur zu hoch; dieselben betragen 11,25 M. pro Kilogramm.

In Portugiesisch-Ostafrika erwies sich nach Cardozo (VIII) von den verschiedenen Bodenarten ein stark mit Sand gemischter Tonboden als der vorteilhafteste für die Kultur von *Manihot Glaziovii*. Auf feuchtem und schwerem Boden sollen die Bäume in den ersten Jahren sehr üppig gedeihen, später aber schnell zurückgehen.

Der genannte Autor (VIII u. IV) beobachtete bei 7 Jahre alten Bäumen einen Stammumfang von 50—60 cm, bei zwei über 10 Jahre alten einen Umfang von 74 und 84 cm. Johnson (I) maß bei 7—9 Jahre alten Bäumen einen Stammumfang von 60—113, im Durchschnitt 75 cm.

Nach dem offiziellen Bericht von 1910 (The India-Rubber Journal 1911, p. 19) wurden dort von *Manihot Glaziovii* keine recht befriedigenden Erträge erhalten, was Mangel an Erfahrung zugeschrieben wird. In dem Distrikt Quelimane befinden sich dagegen nach der Gummi-Zeitung (Bd. XXVI, S. 1218) drei Plantagen von *Manihot Glaziovii*, die mindestens eine Million Bäume tragen. Der Stand und Ertrag der Bäume soll ein guter sein.

Auf Madagaskar ist nach Herbet (I, 110) schon im Jahre 1891 mit der Kultur von *Manihot Glaziovii* begonnen. Die Resultate sollen günstig gewesen sein. Inwieweit die Kulturen aber später ausgebreitet sind, ist mir nicht bekannt geworden.

In dem Nyasaland-Protektorate gibt *Manihot Glaziovii* nach Mac Call (I, 10) nur auf einem reichen Boden mit gutem Regenfall gute Resultate. Ungeeignet für die Kultur ist dagegen leichter sandiger Boden mit einem Regenfall von unter 1 m. Über die in den letzten Jahren mit *Manihot Glaziovii* bepflanzte Fläche und die erzielten Ernten gibt die nachfolgende, nach den Annual Reports zusammengestellte Tabelle Aufschluß:

	Bepflanzte ha	Ernte in kg (geschätzt)
1910	1 782	—
1911	3 052	2 307
1912	3 647	4 055

Der Stammumfang von 3½ Jahre alten Bäumen (Pflanzweite 4,6/4,6 m) betrug im West-Nyasadistrikt im Durchschnitt 49,3 (33—76) cm, bei 1½ Jahre alten Bäumen (Pflanzweite 3/3 m) im Durchschnitt 27 (20—43) cm. Purves (I) maß bei 4 Jahre alten Bäumen einen Stammumfang von 50 cm.

Auf Zanzibar wurde nach Kirk (Kew Bull. 1898, p. 10) bereits im Jahre 1878 Ceará-Kautschuk gepflanzt. Die Bäume lieferten aber erst im 5. Jahre Erträge und auch dann waren dieselben noch so gering, daß die Kultur unrentabel erschien.

In Britisch-Ostafrika wird *Manihot Glaziovii* nach Powell (I) an verschiedenen Orten mit Erfolg angebaut. Nach „Coast Planter“ (I) sollen die Bäume dort auch an der Küste auf gutem Boden gut gedeihen und nach 12 Monaten einen Stammumfang von 30 cm erreichen.

In Uganda waren nach dem Bull. of the Imp. Inst. (1912, p. 16) 364 ha mit *Manihot Glaziovii* bepflanzt. Viele 3 Jahre alte Bäume zeigten einen Stammumfang von 51 cm. Drei im botanischen Garten von Entebbe befindliche 8jährige Bäume besaßen einen Stammumfang von 76,2, 88,9 und 63,5 cm (durchschnittlich 76,2 cm). Der dickste 8jährige Baum des Protektorats besaß einen Stammumfang von 122 cm. Die ältesten, 10 Jahre alten Bäume, die auf armem, steinigem Boden standen, hatten einen Stammumfang von durchschnittlich 76,2 cm. Fyffe (II) maß bei 3jährigen Bäumen einen durchschnittlichen Stammumfang von 48 cm.

Nach Winton (I, 62) gedeiht *Manihot Glaziovii* in Uganda gut in einer Meereshöhe von 1200 m, wo die Tages- und Nachttemperatur

um $16\frac{2}{3}^{\circ}\text{C}$ differiert. Die Bäume entwickeln sich dort auch noch in einer Höhe von 1500 m, das Wachstum ist aber ein viel langsames.

In *Erythraea* sind nach Baldrati (I) einige Kulturversuche mit *Manihot Glaziovii* angestellt. Zirka 6 Jahre alte Bäume hatten einen Stammumfang von 47—63 cm.

In der nachfolgenden Tabelle sind schließlich die an den verschiedenen Orten gemessenen Stammumfänge nach Altersstadien geordnet zusammengestellt:

Standort	Alter der Bäume in Jahren	Stammumfang in cm	Standort	Alter der Bäume in Jahren	Stammumfang in cm
Chartum	$\frac{1}{2}$	20,3	Togo	$4\frac{1}{2}$	66—90
Sumatra	$\frac{1}{2}$	25	Indien	5	41
Java	1	10	Portug.-Westafrika	5	50
Britisch-Ostafrika .	1	30	Brasilien	5—6	63—69
Ceylon	$1\frac{1}{2}$	18	Erythrea	6	47—63
Nyasaland-Protektorat	$1\frac{1}{2}$	27	Franz.-Kongo	6	60
Britisch-Westafrika	2	15	Togo	$6\frac{2}{3}$	84—116
Belg.-Kongostaat .	2	30	Indien	7	66
Ceylon	2	50	Portug.-Ostafrika .	7—9	60—113
Chartum	$2\frac{1}{2}$	45,7	Uganda	8	63,5—122
Ceylon	$2\frac{1}{2}$	53	Java	8	90
Formosa	2—3	47	Portug.-Westafrika	8	130—150
Brasilien	3	22—47	Togo	$8\frac{1}{2}$	80
Portug.-Westafrika	3	40—70	Neu-Kaledonien .	9	38—63
Uganda	3	48	Portug.-Westafrika	9	90
Indien	$3\frac{1}{2}$	33	Portug.-Ostafrika .	10	74—84
Nyasaland-Protektorat	$3\frac{1}{2}$	49,3	Uganda	10	76,2
Chartum	$3\frac{1}{2}$	55,9	Indien	10	81,3
Belg.-Kongostaat .	4	25—35	Togo	$10\frac{2}{3}$	100
Portug.-Westafrika	4	63—94	Java	14	90—105
			Indien	15	109,2

3. Der Anbau der anderen *Manihot*-Arten.

In Brasilien werden nach einem Referat in der Gummi-Zeitung (1911, S. 579) *Manihot dichotoma* und *Manihot piauhyensis* bei der Kultur bevorzugt. *Manihot dichotoma* soll speziell gegen Kälte und Winde widerstandsfähiger sein. In Deutsch-Ostafrika konnte ich aber an verschiedenen Stellen beobachten, daß die genannte Art viel leichter von Stürmen abgebrochen wird als *Manihot Glaziovii*. Das gleiche wird auch von Railton (I) und Giovetti (I) angegeben.

Nach Ule (II, 93) sollen *Manihot dichotoma*, *M. piauhyensis* und *M. heptaphylla* als echte Steppenpflanzen speziell in trockenen Gegenden gut gedeihen und ein feuchtes Klima weniger gut vertragen als *Manihot Glaziovii*.

Ich habe mich nun aber doch, obwohl ich *Manihot dichotoma* und *Manihot piauhyensis* an zahlreichen Orten in unserer Kolonie angebant gesehen habe, in allen Fällen davon überzeugen können, daß beide Arten weniger schnell wachsen und bei gleichem Alter der Bäume auch weniger Kautschuk liefern als *Manihot Glaziovii*. Auch die Qualität des von *Manihot dichotoma* gewonnenen Kautschuks schien durchaus minderwertig zu sein und zeigte große Neigung zum Klebrigwerden. Die Kultur dieser Art ist denn auch in unserer Kolonie fast

überall völlig aufgegeben und kann ich auch für Deutsch-Ostafrika nicht zum Anbau derselben raten. Gegen große Trockenheit scheint allerdings *Manihot dichotoma* weniger empfindlich zu sein als *Manihot Glaziovii*. Ich konnte wenigstens in einem Falle beobachten, daß einige Bäume von *Manihot dichotoma* noch völlig belaubt waren, während die in der Umgebung befindlichen gleichalterigen Bäume von *Manihot Glaziovii* fast ganz kahl standen.

An verschiedenen anderen Orten sind mit *Manihot dichotoma* und *M. piauhyensis* ebenfalls recht ungünstige Resultate erhalten. Es fehlt allerdings auch nicht an gegenteiligen Angaben. Wie dieselben zu erklären sind, ob vielleicht abweichende Boden- oder Klimaverhältnisse dabei eine Rolle spielen oder ob es sich um besonders günstige Varietäten der verschiedenen Arten handelt, vermag ich nicht anzugeben. Ich will mich denn auch darauf beschränken, die aus den verschiedenen Ländern vorliegenden Angaben kurz zusammenzustellen.

1. *Manihot dichotoma*. Von dieser Art sind im Staate Bahia bereits einige Pflanzungen vorhanden, die nach Ule (I, 44) einen guten Eindruck machten. Bäume von 2 und 3 Jahren waren 2—3 m hoch und begannen ihre Kronen auszubreiten.

Nach Furniss (I, 73) sollen *Manihot*-Arten schon vor 1905 in Bahia, Sergipe und anderen Staaten Brasiliens angebaut sein und in 4—5 Jahren eine Höhe von 6—15 m erreichen mit einem Stammumfang von 30—127 cm. Um welche Art es sich hierbei handelt, wird allerdings nicht angegeben; da aber auf 1 kg 900 Samen kommen sollen, ist wohl anzunehmen, daß sich die Angaben auf *Manihot dichotoma* beziehen.

Die Zahl der in der Provinz Bahia ausgepflanzten *Manihot*-Bäume soll nach Labroy (I, 68) über zwei Millionen betragen, wovon aber wohl ein Teil anderen Arten angehört.

Nach Railton (I) wächst *Manihot dichotoma* in Jequié am besten auf rötlichem, feinem, sandigem Lehm, der an der Oberfläche zu einer backsteinartigen, harten Masse erstarrt, während meist ein Bersten an der Oberfläche nicht eintritt. Die in den tieferen Schichten befindliche Feuchtigkeit wird in dieser Weise gut konserviert. Wo der Boden berstet, sollen die Bäume nicht so gut gedeihen. Das frische Land soll dort meist leicht sauer sein. Wo aber der Busch abgebrannt und die Asche dem Boden einverleibt ist, sollen die Bäume besser wachsen, vielleicht infolge der Neutralisation des Bodens. Auf den im Jequié-Bezirk vorhandenen grauen und fast schwarzen Böden sollen die Bäume klein bleiben. Ganz ungeeignet zur Kultur sollen sumpfige und niedrig gelegene Gegenden sein.

In den Straits erreichten nach Tyrden-Patterson (I) 12 Bäume von *Manihot dichotoma* in einem Jahre eine Höhe von durchschnittlich 4,39 (3,73—5,36) m mit einem Stammumfang von durchschnittlich 14,7 (10,2—18,9) cm.

Bei Kulturversuchen in Peradeniya auf Ceylon hatten nach Lock (I) die mit einer Pflanzweite von 6/6 m gepflanzten Bäume nach 2 Jahren durchschnittlich einen Stammumfang von 23 cm erreicht, die 14 größten Bäume hatten einen Umfang von 37 cm. Auf einem Boden, der vorher gepflügt, später mit der Scheibenegge behandelt

war, betrug der Stammumfang bei einer Pflanzweite von 3,7/3,7 m nach einem Jahre 15 cm.

In Johore erreichte nach Main (I) der dickste Baum von *Manihot dichotoma* auf den Saatbeeten auf leichtem, sandigem Boden bei einem Regenfall von ca. 2,5 m in 10 Monaten eine Höhe von 5,5 m, mit einem Stammumfang von 20 cm. In den Nilgeris soll nach „Hopeful“ (I) *Manihot dichotoma* noch in einer Höhe von 1600 m gedeihen. Pflanzen, die beim Auspflanzen 30 cm hoch waren, erreichten in einem Jahre eine Höhe von 1,8 m im Durchschnitt, einige 2,1—2,4 m; viele hatten einen Stammumfang von 18 cm. Bei einer Höhe von 1750 sollen die Bäume bedeutend langsamer wachsen.

In Portugiesisch-Ostafrika wuchs *Manihot dichotoma* nach Giovetti (I) beim Verpflanzen von einem mehr sandigen auf einen mehr tonigen Boden zwar besser, aber doch langsamer wie *Manihot Glaziovii*. Die Zweige brachen wie Glas.

2. *Manihot piauhyensis*. Von dieser Art sah Uhle (I, 46) bereits einige gut stehende Pflanzungen. Bäume, die 3 Jahre alt waren, besaßen eine Höhe von 3—4 m. Im Süden des Staates Piauhy wird nach Ule (II, 94) *Manihot piauhyensis* und nicht *Manihot Glaziovii* angepflanzt, weil der Anbau der ersteren Art besser rentieren soll.

Nach Labroy (II) befindet sich im Staate Piauhy eine Pflanzung von 2½ Millionen Bäumen, die gute Erträge geliefert haben.

Nach Giovetti (I) wächst *Manihot piauhyensis* in Portugiesisch-Ostafrika auf armem Boden sehr schlecht, auf einem ziemlich guten Boden, auf dem *Manihot Glaziovii* trefflich gedeiht, entwickelt sie sich nur sehr langsam. Einige Bäume waren in 2 Jahren höchstens 0,9—1,2 m hoch geworden, andere nicht höher als 60 cm.

In Borneo erreichten nach Kew Bull. (1910, p. 204) Pflanzen in 13 Monaten eine Höhe von 1,5 m und einen Stammumfang von 10 cm.

3. *Manihot heptaphylla*. Von dieser Art scheinen bisher nur wenige Pflanzungen zu bestehen. Ule (I, 46) sah auf einer derselben einige 3 Jahre alte Bäume, die eine Höhe von 4—5 m erreicht hatten.

IV. Die Variabilität und Zuchtwahl.

In der Literatur werden mehrfach verschiedene Varietäten oder Typen von *Manihot Glaziovii* unterschieden, die namentlich durch den Habitus der Bäume, durch Gestalt, Farbe und Größe der Blätter und durch die Beschaffenheit der Rinde und des in derselben enthaltenen Milchsaftes charakterisiert werden. Es ist nun allerdings auch nicht ausgeschlossen, daß sich manche von diesen Angaben überhaupt nicht ausschließlich auf *Manihot Glaziovii* beziehen, daß vielmehr in manchen Fällen die von Ule aufgestellten Arten ebenfalls als Varietäten von *Manihot Glaziovii* bezeichnet wurden.

Auf der anderen Seite kann man sich nun aber auf jeder älteren Kautschukpflanzung leicht davon überzeugen, daß auch in Deutsch-Ostafrika die unmittelbar nebeneinander auf dem gleichen Boden gewachsenen Bäume von *Manihot Glaziovii* sehr große Verschiedenheiten zeigen. Es gilt dies zunächst von der Entwicklung des Stammes, der sich bald dicht über dem Boden verzweigt, bald erst in einer Höhe von mehreren, nicht selten bis zu 5 Metern. Bei den

hochstämmigen Bäumen sind die Zweige meist aufwärts gerichtet und berechtigen dann dazu, diesen Typus als „Kandelabertypus“ (Fig. 28) zu bezeichnen. Bei den niedrig verzweigten findet häufig auch weiterhin eine starke Verästelung statt und können sich die an der Peripherie der Krone gelegenen Zweige immer mehr nach abwärts neigen, so daß sie schließlich fast bis zum Erdboden reichen. Derartig gewachsene Bäume werden vielfach als „Trauerbäume“ (Fig. 29) bezeichnet. Zwischen den typischen Kandelaber- und Trauerbäumen kommen nun aber alle nur denkbaren Übergänge vor (Fig. 30).



Fig. 28. *Manihot Glaziovii*, Kandelabertypus. 2 Jahre alt.

Ziemlich verschieden ist ferner bei den verschiedenen Bäumen die Gestalt des Stammes, der bald mehr oder weniger vollkommen zylindrisch, bald unterhalb der Blattnarben mit starken Verdickungen versehen ist. Die Farbe der die älteren Stämme überziehenden Borkenschicht schwankt ferner zwischen silbergrau und hell- und dunkelbraun. Ziemlich verschieden ist auch die Art und Weise, wie die Borke sich beim späteren Wachstum der Bäume verhält. Meist löst sich dieselbe an zahlreichen Stellen in horizontalen Streifen vom Stamme los, bei manchen Bäumen rollt sie sich aber wenig ab und zeigt der Stamm nur mehr oder weniger tief gehende vertikale Risse.

Bezüglich der Größe der Blätter ist zu bemerken, daß im allgemeinen die wenig verzweigten Bäume auch relativ große Blätter besitzen. Allgemein nimmt aber die Blattgröße mit dem Alter der Bäume immer mehr ab und es bestehen außerdem auch in dieser Hinsicht alle nur möglichen Übergänge.

Am konstantesten fand ich noch die Zahl der an einem Blattstiel sitzenden Blättchen. Es kommen hier aber nicht, wie de Wildeman (II) für Brasilien angibt, Bäume mit ausschließlich 3- oder



Fig. 29. *Manihot Glaziovii*. Trauerbaumtypus.

5zähligen Blättern vor, vielmehr fand ich, daß die Zahl der Blättchen bei den meisten Bäumen gewisse Schwankungen zeigt. Es finden sich zwar auch Bäume, die fast nur 3zählige Blätter tragen, meist kommen aber daneben auch 5zählige vor, während bei anderen Bäumen gleichzeitig 5- und 7zählige Blätter angetroffen werden. Nur sehr selten habe ich dagegen Bäume gefunden, die zugleich 3-, 5- und 7zählige Blätter getragen hätten, wenn man wenigstens von den allerletzten Blättern eines Triebes absieht, die nicht selten auch nur 1zählig sind. Es ist hierbei noch zu bemerken, daß die Bäume mit 3 und 5 Blättchen im allgemeinen stark verzweigt sind, während die Bäume mit 5- und

7zähligen Blättern sich meist nur wenig verzweigen und auch nach aufwärts gerichtete Zweige tragen.

Die Farbe der Blätter und Blattstiele schwankt zwischen rein grün und mehr rötlich-violetten Tönen. Namentlich sind die Blattstiele und dickeren Adern häufig mehr rötlich gefärbt.

Sehr verschieden ist schließlich von den morphologischen Eigenschaften auch die Färbung der Samen. Der Grundton derselben ist bald mehr hellgrau, bald hell-, bald ziemlich dunkelbraun, während auch die auf denselben befindlichen schwarzen Flecken eine sehr verschiedene Anordnung zeigen können.



Fig. 30. *Manihot Glaziovii*, stark verzweigter Kandelaberbaum.

Für die Praxis ist nun aber natürlich noch wichtiger, daß speziell auch die von gleichalterigen und gleich stark entwickelten Bäumen zu erhaltenden Kautschukmengen sehr stark variieren. Man wird auch keineswegs immer finden, daß besonders kräftig entwickelte Bäume auch besonders große Mengen von Kautschuk liefern. Es ist mir übrigens in älteren Pflanzungen, in denen von Anfang an regelmäßig alle Bäume angezapft wurden, verschiedentlich aufgefallen, daß alle Bäume einigermaßen befriedigende Kautschukmengen geben. Es scheint somit, daß auch solche Bäume, die anfangs nur wenig Kautschuk gaben, durch regelmäßiges Anzapfen zu einer intensiveren Milchsaftebildung angeregt werden.

Erhebliche Verschiedenheiten zeigt ferner auch die Qualität des Milchsafte. So variiert schon die Farbe desselben zwischen

reinem Weiß und ziemlich intensivem Goldgelb. Im allgemeinen überwiegt allerdings der rein weiße Milchsaft; aber auch der aus manchen Bäumen austretende goldgelbe Milchsaft scheint von guter Qualität zu sein. Dahingegen findet man in größeren Pflanzungen nicht selten einzelne Bäume, deren Milchsaft auf der mit den gewöhnlichen Koagulationsmitteln bestrichenen Rinde eine breiige, nicht aufwickelbare Masse bildet. Ich habe in Amani einige solche Bäume markiert, fand aber, daß der Milchsaft derselben nach einigen Jahren ziemlich gut koaguliert werden konnte. Ähnliche Beobachtungen wurden auch von Johnson (I) gemacht. Er beobachtete aber, daß der Milchsaft derartiger Bäume meist eine hellbraune Farbe besaß, während derselbe bei den von mir untersuchten Bäumen stets weißlich gefärbt war. Ebenso wenig fand ich die weitere Angabe von Johnson bestätigt, nach der die äußere Rinde von diesen Bäumen viel dicker sein soll, als bei den Bäumen mit normalem Milchsaft, und obwohl mehr gerissen, wenig Neigung zum Abschälen zeigen soll.

Johnson beobachtete aber auch, daß Bäume, die bei der ersten Anzapfung guten Kautschuk gegeben hatten, später wertlosen Milchsaft gaben. In ein oder zwei Fällen beobachtete er auch, daß verschiedene Stellen ein und desselben Baumes teils guten, teils schlechten Milchsaft lieferten. Es scheint mir nicht ausgeschlossen, daß es sich in diesen Fällen um Rindenbräune oder verwandte Erscheinungen handelte.

Für die Praxis wäre es nun jedenfalls von besonderer Wichtigkeit zu wissen, ob die guten und viel Kautschuk liefernden Bäume durch irgendwelche äußere Merkmale sofort zu erkennen sind, wie dies mehrfach in der Literatur angegeben wird.

So berichtet de Wildeman (II): Experimente von Courboin „scheinen“ zu beweisen, daß die Produktion der Kandelaberbäume viel beträchtlicher ist als die der Trauerbäume.

Eine ähnliche Angabe findet sich in Rev. d. cult. col. (XIV, 317). Nach dieser soll von zwei Varietäten die eine, die durch schlanken Stamm, gerade Zweige und wenig reichliche Belaubung charakterisiert ist, mehr Kautschuk liefern als die andere, die untersetzt, stark verzweigt und reichlich belaubt ist.

Nach Moulay (II, 10) sollen die Pflanzen mit der dunkelsten Rinde den meisten Kautschuk geben.

Nach Cardozo (II) werden ferner im Staate Rio zwei Varietäten unterschieden, von denen die eine kleine, dunkelgrüne Blätter tragen und mehr Kautschuk liefern soll als die andere Varietät mit großen, hellgrünen Blättern.

Nach einer späteren Mitteilung des gleichen Autors (V) sollen Bäume mit 2—3½ m hohem Stamm und nahezu vertikalen Ästen immer dicken und kautschukreichen Milchsaft liefern, während Bäume mit tiefer Verzweigung und sich schnell weiter verzweigenden und stark von der horizontalen abweichenden Ästen teils guten, teils schlechten Kautschuk liefern sollen.

Noch ausführlichere Angaben enthält schließlich ein in L'Agri-culture pr. d. p. ch. (II, 534) abgedruckter Bericht, nach dem in Brasilien drei verschiedene Varietäten unterschieden werden. Dieselben werden in der folgenden Weise charakterisiert:

Varietät I. Sie ist der Schnelligkeit des Wachstums und der ganzen Entwicklung nach die beste. Die Kotyledonen erheben sich, bevor sie auseinandergehen, etwa 10 cm über den Boden. Der Stamm wird bis zur ersten Verzweigung ca. 6 m hoch; die Zweige sind stark aufrecht gerichtet. Die Zahl der Blüten ist relativ gering; die Blätter fallen bei trockener Witterung leicht ab. Die Rinde ist mit silberweißen Flecken bedeckt, die sich allmählich immer mehr ausdehnen. Die Blätter sind größer als bei den beiden anderen Varietäten, gleichmäßig bläulich-grün. Die Samen sind relativ lang und dick und sollen erst nach 4 Monaten keimen.

Varietät II. Der Stamm und die Blätter sind rötlich. Der Stamm ist knotig verdickt und verzweigt sich etwa 1,5 m über dem Boden. Er soll ferner wenig widerstandsfähig sein gegen starke Stürme.

Varietät III. Es soll nicht möglich sein, den Milchsafte daraus zu extrahieren; sie fruktifiziert dagegen sehr reichlich. Die Kotyledonen erheben sich niemals über den Erdboden. Der Stamm verzweigt sich etwa 1 m über dem Boden, ist krumm, schwach und biegsam. Die Blätter sind kleiner als bei den beiden anderen Varietäten und sehr kurz gestielt. In ihrer Farbe stimmen sie mit Varietät I überein. Der Stamm ist etwas silberglänzend. Die Samen sind kleiner als bei Varietät I.

Ob es sich bei diesen drei Varietäten wirklich um *Manihot Glaziovii* handelt, ist wohl sehr zweifelhaft. Die für Varietät III angegebene Erscheinung, daß die Kotyledonen sich nicht über den Erdboden erheben sollen, habe ich jedenfalls in Deutsch-Ostafrika nie beobachtet.

Im Gegensatz zu den obigen Angaben habe ich mich nun nicht davon überzeugen können, daß die viel Kautschuk gebenden Bäume an irgendwelchen äußeren Merkmalen zu erkennen sind. So habe ich (I, 232) bereits 1905 darauf hingewiesen, daß speziell auch unter den schon in geringer Entfernung vom Boden verzweigten Bäumen mit horizontalen oder selbst nach abwärts geneigten Zweigen, von denen man nach den im vorstehenden zusammengestellten Literaturangaben erwarten sollte, daß sie nur wenig Kautschuk enthalten, sicher sehr kautschukreiche Exemplare anzutreffen sind. So fand ich bei Versuchen in Mnyusi, daß von zwei ca. 3-jährigen Bäumen, die beide stark verzweigt waren und vorwiegend 3zählige Blätter trugen, bei der Anzapfung von zwei etwa 3 cm hohen Ringen der eine, der einen Stammumfang von 47 cm besaß, 8,57 g, der andere mit einem Stammumfang von 56 cm 9,10 g trockenen Kautschuk gab. Von 56 angezapften Bäumen lieferten diese beiden überhaupt die größten Kautschukmengen.

Auf der anderen Seite wurde aber auch häufig beobachtet, daß hochverzweigte Bäume von typischem Kandelaberwuchs teils viel, teils wenig Kautschuk lieferten. Ähnliche Beobachtungen wurden übrigens später auch von Cardozo (VIII) und Johnson (I) gemacht.

Will man also aus einer Pflanzung die schlechten oder wenig Kautschuk liefernden Bäume entfernen, so könnte dies nur in der Weise geschehen, daß man sämtliche Bäume nach der gleichen Methode anzapft und dann die ungünstige Resultate liefernden Bäume ausscheidet. Mit einiger Sicherheit ist diese Entscheidung aber nur bei Bäumen von einigem Alter zu treffen und es dürfte im allgemeinen wohl nicht möglich sein, die Bäume so lange auf den Saatbeeten zu belassen, daß dieselben vor dem Auspflanzen auf ihre Ergiebigkeit an Milchsafte geprüft werden können. Will man also aus der zurzeit zu Gebote stehenden Saat eine einigermaßen gleichmäßige Pflanzung erhalten, könnte dies nur in der Weise geschehen, daß man später in der Pflanzung selbst die schlechten Bäume entfernt. Dies ist nun aber, wenn die Bäume erst einmal eine gewisse Größe erreicht haben, nicht ohne erhebliche Kosten möglich, da es in diesem Falle nicht genügen würde, die schlechten Bäume einfach abzuhaufen, weil sie

dann aus den Wurzelstümpfen immer wieder auswachsen würden. Auch würde man auf diese Weise leicht eine recht unregelmäßige Pflanzung erhalten.

Es erscheint mir denn auch sehr wahrscheinlich, daß man durch fortgesetzte richtige Auswahl des Saatgutes eher eine Pflanzung erhalten wird, die ausschließlich aus Bäumen besteht, die alle für den Pflanzler wünschenswerten Eigenschaften in sich vereinigen. Als solche wären nun wohl in erster Linie zu nennen:

kräftiger Wuchs,
nicht zu niedrige Verzweigung,
reichlicher Milchsafterguß bei Verwundungen,
normale Koagulierbarkeit des Milchsaftes und
Kautschuk von gleichmäßiger und guter Qualität.

Daß es nun durch fortgesetzte Zuchtwahl möglich sein wird, Pflanzungen zu erhalten, die in den erwähnten Eigenschaften eine bedeutend größere Gleichmäßigkeit zeigen, als dies bei den jetzigen Plantagen der Fall ist, kann nach den bei anderen Pflanzenarten erzielten Züchtungsergebnissen nicht bezweifelt werden. Zweifelhaft kann es nur erscheinen, wie lange Zeit für diese Züchtung erforderlich sein wird und wie weit sich namentlich auch die Erträge der Bäume durch speziell hierauf gerichtete Zuchtwahl werden steigern lassen.

Um nun zunächst ein Urteil darüber zu gewinnen, inwieweit verschiedene Eigenschaften der Kautschukbäume erblich sind, habe ich von bestimmten Bäumen Samen gesammelt und getrennt voneinander auf einem möglichst gleichmäßigen Abhange ausgesät.

Ich bemerke hierbei zunächst noch, daß man, um Samen von bestimmten Bäumen zu erhalten, nicht warten darf, bis dieselben von den aufspringenden Kapseln auf dem Erdboden ausgestreut sind, weil ja die Samen hierbei weit fortgeschleudert werden und somit auf dem Boden die Samen der benachbarten Bäume stets durcheinander gemengt sind. Man kann aber ganz sicher Samen von einem bestimmten Baume erhalten, wenn man die dicht vor dem Aufspringen stehenden Kapseln mit einer Baumschere oder dergleichen abschneidet und dann in mit Drahtgaze abgeschlossenen Behältern an der Sonne völlig aufspringen läßt. In dieser Weise habe ich nun von verschiedenen kräftigen Bäumen, die besonders viel Milchsaft gaben, Samen gesammelt und dieselben, von jedem Baume getrennt, ausgesät. Ferner wurden auch Samen von hoch und niedrig verzweigten Bäumen und solche von Bäumen mit gelbem, sowie mit nicht koagulierbarem Milchsaft in der gleichen Weise ausgesät.

Ferner habe ich auch von einigen bestimmten Bäumen Stecklinge genommen und ausgepflanzt. Da bei dieser Art der Vermehrung die Eigenschaften der Stammpflanze besser erhalten bleiben, wie bei der Fortpflanzung aus Saat, bei der ja immer eine gewisse Variation eintritt, ist anzunehmen, daß in dieser Weise schneller eine einigermaßen gleichmäßige Pflanzung zu erhalten sein wird, als bei alleiniger Benutzung von Saat.

Leider sind all diese Kulturen noch nicht so weit gediehen, daß ich schon jetzt über die Resultate derselben berichten könnte. Die Ausführung einer exakten Zuchtwahl wird ja auch jedenfalls noch viele Jahre in Anspruch nehmen.

Um nun aber schon jetzt möglichst gutes Saatgut zu erhalten, würden die Pflanzler meines Erachtens gut tun, entweder ihr Saatgut ausschließlich von gut entwickelten und reichlich Kautschuk gebenden Bäumen, die ja während der Zapfungen leicht von den dieselben beaufsichtigenden Europäern in irgendeiner Weise markiert werden könnten, in der oben geschilderten Weise Samen einsammeln zu lassen oder aber in einem bestimmten, in erster Linie für Saatzucht bestimmten Teile der Pflanzung mit besonderer Sorgfalt alle schlecht entwickelten oder wenig Kautschuk gebenden Pflanzen zu entfernen, so daß nur wirklich gute Bäume übrig bleiben, die sich dann auch infolge der Auslichtung noch kräftiger entwickeln können. In diesem Falle kann die Saat naturgemäß einfach am Boden aufgesammelt werden. Diese Methode hat auch noch den Vorteil, daß bei den Bäumen eine Kreuzbestäubung mit von schlechten Bäumen stammendem Pollen ausgeschlossen ist.

V. Die Kultur von *Manihot Glaziovii*.

1. Die Auswahl des Terrains.

Bei der Auswahl des für die Pflanzung bestimmten Terrains sind einerseits die Arbeiterverhältnisse, die Beschaffenheit der Zufuhrwege und die Möglichkeit der Wasserbeschaffung, andererseits Klima und Boden zu berücksichtigen.

Die Möglichkeit eine ausreichende Anzahl von Arbeitern zu beschaffen und die Höhe der Arbeitslöhne sind naturgemäß nicht nur für die Anlagekosten der Pflanzung von großer Bedeutung, sondern spielen namentlich auch bei der Gewinnung des Kautschuks eine große Rolle. Wir werden diesen Punkt später noch eingehender zu erörtern haben. An dieser Stelle möchte ich nur kurz darauf hinweisen, daß, wenn z. B. im Tangabezirk bei den hohen Anwerbekosten, den Ausgaben für Hüttenbau, Krankenpflege usw. vielfach für einen Arbeitstag 1 M. oder selbst noch mehr zu rechnen ist, und wenn ferner ein Mann auch als Durchschnittsleistung 1 kg feuchten oder $\frac{1}{2}$ kg trockenen Kautschuk bringt, so würden allein die Zapfkosten (exkl. Koagulationsmittel, Aufsicht usw.) bei einem Verkaufspreis von 8 M. pro Kilogramm schon ein Viertel des erzielten Wertes ausmachen.

Sehr großes Gewicht ist ferner darauf zu legen, daß auf der Pflanzung ein möglichst großer Stamm von ständigen Arbeitern vorhanden ist. Denn eine jede Zapfmethode erfordert eine gewisse Übung und auch sonst befähigte Arbeiter werden es erst nach einer gewissen Zeit zu der naturgemäß je nach der Beschaffenheit der Bäume verschieden großen Maximalleistung bringen.

Auch die Möglichkeit, die für die Pflanzungsarbeiter nötige Nahrung billig zu beschaffen, ist namentlich bei größeren Pflanzungen von Wichtigkeit. Schon mit Rücksicht hierauf dürfte es sich in den dicht mit Pflanzungen besäten Gegenden empfehlen, entweder einen Teil des Landes zum Anbau von Nahrungsmitteln zu reservieren oder durch fortwährende Neuanlagen mit Zwischenpflanzung von Mais, Bohnen und dergleichen dafür zu sorgen, daß auf der Pflanzung selbst Nahrungsmittel für die Arbeiter beschafft werden.

Die Transportverhältnisse, namentlich die Nähe des Ausfuhrhafens und der Bahn, sowie die Beschaffenheit der Zufuhrwege,

spielen bei einem so teuren Produkt wie Kautschuk keine besonders große Rolle. Dies leuchtet wohl ohne weiteres ein, wenn man bedenkt, daß bei einem Preise von 6 M. pro Kilogramm eine Trägerlast von 30 kg einen Wert von 180 M. repräsentiert. Immerhin ist doch zu berücksichtigen, daß außer der Abfuhr des Kautschuks auch die Zufuhr der nötigen Werkzeuge und Utensilien, des Koagulationsmittels, der Maschinen zur Aufbereitung des Kautschuks usw. durch ungünstige Transportverhältnisse nicht unerheblich verteuert werden kann.

Das Vorhandensein von ausreichenden Wassermengen spielt schon bei der Anlage der Pflanzung, namentlich bei der ersten Anzucht auf den Saatbeeten eine gewisse Rolle. Noch größere Wassermengen sind aber erforderlich, wenn der nach der Lewamethode gewonnene Kautschuk auf der Pflanzung selbst vollständig gereinigt werden soll und zwar kommt das Wasser hier nicht nur direkt als Waschwasser in Verwendung, sondern kann außerdem auch zur Speisung von Maschinen oder eventuell auch direkt als Kraftquelle benutzt werden. Auch bei der Herstellung des Kautschuks aus dem aufgefangenen Saft ist reines Wasser erforderlich.

Was nun ferner die klimatischen Bedingungen anlangt, so dürfte *Manihot Glaziovii* in Deutsch-Ostafrika, wenn wir von den ganz trockenen Steppen und den höheren, etwa über 1500 m gelegenen Gebirgsgegenden absehen, wohl überall die zu einer gewissen Entwicklung nötigen Bedingungen vorfinden. Man muß aber berücksichtigen, daß nicht überall dort, wo die Bäume einigermaßen gedeihen, auch eine rentable Kultur möglich sein wird und daß die Kultur einer jeden Kautschukart um so gewinnbringender sein wird, je besser sich die Bäume entwickeln, je günstiger die Erträge sind nach Quantität und Qualität des Kautschuks und je leichter derselbe zu gewinnen ist.

Was nun zunächst die Regenverhältnisse angeht, so haben wir ja gesehen, daß *Manihot Glaziovii* in seiner Heimat große Trockenperioden durchzumachen hat. Allerdings ist dabei Voraussetzung, daß die mit den trockenen Perioden abwechselnden Regenzeiten auch ausreichend andauernd und ergiebig sind, so daß die Bäume sich in dieser Zeit gut weiter entwickeln können. Namentlich wird auch in trockenen Gegenden die Anzucht der Pflanzen mehr Schwierigkeiten machen; denn wenn auch die jungen Pflanzen von *Manihot Glaziovii* in trockenen Zeiten ganz allgemein die Blätter weniger leicht abwerfen, wie ältere Bäume, so sind diese doch namentlich, bis sie vollkommen angewachsen sind, gegen Trockenheit ziemlich empfindlich. Auch der Milchsafterguß ist bei feuchterem Wetter ergiebiger als bei anhaltender Trockenheit. Man wird deshalb jedenfalls gut tun, sehr trockene Gegenden, mit unter etwa 800 mm Regenfall, nicht zur Kautschukkultur zu verwenden. Auf der anderen Seite kann wohl auch zu viel Regen schädlich wirken, namentlich in höher gelegenen Gegenden. Es erscheint mir wenigstens sehr wahrscheinlich, daß die Ausbreitung des Wurzelpilzes in Ostusambara mit der größeren Feuchtigkeit in Zusammenhang steht.

Außerdem dürfte hier allerdings auch die Temperatur eine Rolle spielen. Diese ist an den natürlichen Standorten von *Manihot Glaziovii* eine recht hohe und es ist auch unzweifelhaft, daß die Bäume unter sonst gleichen Bedingungen bei geringer Meereshöhe besser gedeihen wie im Gebirge. Immerhin zeigen doch aber die im Moschi-

bezirk gemachten Erfahrungen (vgl. S. 33), daß *Manihot Glaziovii* auch bei einer Meereshöhe von 1100 m noch gut gedeihen und auch befriedigende Erträge liefern kann. Nahe der Küste dürfte man übrigens wohl gut tun, mit der Kultur von *Manihot Glaziovii* nicht über 700 m hinauszugehen.

Was nun schließlich die Bodenbeschaffenheit anlangt, so ist *Manihot Glaziovii* in dieser Hinsicht allerdings nicht sehr anspruchsvoll. Gänzlich ungeeignet ist aber sumpfiges Land mit stagnierendem Wasser. Wenigstens müßte dasselbe vor dem Auspflanzen entsprechend drainiert werden, was im allgemeinen mit erheblichen Kosten verbunden sein wird.

Auch einigermaßen steiles Terrain wird man bei der Anlage von Kautschukplantagen möglichst vermeiden. Denn einerseits besteht bei diesem die Gefahr der Abspülung der wertvollen Oberkrume des Bodens, namentlich in den ersten Jahren und andererseits ist an steilen Hängen auch die spätere Zapfung viel schwieriger als in ebenem Gelände. Auch sehr steiniger und sandiger Boden ist zur Kultur des Ceará-Kautschuks wenig geeignet.

Gut gedeiht derselbe dagegen auf dem in unserer Kolonie verbreiteten roten Boden, namentlich wenn derselbe tiefgründig ist. Noch geeigneter erscheint aber dunklerer, nährstoffreicher Boden und man kann wohl im allgemeinen daran festhalten, daß der Ceará Kautschuk um so besser gedeiht, je nährstoffreicher der Boden. Auf Flächen, die mit spärlichem Graswuchs und niedrigem Gestrüpp bedeckt sind, wird man im allgemeinen auch von *Manihot Glaziovii* kein gutes Gedeihen erwarten können, ebenso wenig auf Land, das durch jahrelange Kultur durch Eingeborene ausgesogen ist. Was man bei derartigem Gelände an den Rodungskosten spart, kommt jedenfalls nicht in Betracht gegen den Nachteil, der durch die spätere schlechte Entwicklung der Pflanzen bewirkt wird.

2. Die Vorbereitung des Landes.

Auf dem für die Kautschukpflanzung bestimmten Gelände wird im allgemeinen am besten gleich der ganze vorhandene Wald oder Busch umgeschlagen und entfernt. Man hat zwar auch empfohlen, den Wald nur zum Teil zu roden. So wird von Gruber (I, 123) angeraten, im Walde abwechselnd 3 m breite Streifen ganz zu roden und zu reinigen und dazwischen 3 m breite Streifen nur in Manneshöhe zu kappen. Das geschlagene Holz, Reisig usw. soll zwischen den gekappten Stämmen bis zur Verrottung liegen bleiben und später dem Boden Humus geben. Dies Verfahren dürfte aber in einem einigermaßen üppigen Walde überhaupt nicht ausführbar sein. Auch würden die Reinigungsarbeiten durch die aus dem Busch in die Kulturstreifen hineinwachsenden Lianen sehr erschwert und das vorhandene Terrain nur unvollkommen ausgenützt werden. Ich habe auch diese Methode nirgends mit Erfolg angewandt gesehen.

Nicht zweckmäßig erscheint es mir auch, bei der Rodung einzelne Bäume stehen zu lassen, wie dies von Cardozo (VIII) empfohlen wurde, um ein schnelles und regelmäßiges Wachstum der jungen Kautschukbäume zu erzielen. Erfahrungsgemäß sterben viele Bäume, wenn sie plötzlich aus dem dichten Verband im Walde freigelegt werden, nach einigen Jahren allmählich ab und können dann in der Pflanzung er-

heblichen Schaden anrichten; außerdem entwickelt sich auch *Manihot Glaziovii* sehr gut ohne jede Beschattung. Eine Ausnahme kann man aber natürlich bei solchen Baumarten machen, die an sich einen hohen Wert besitzen, so daß man aus diesem Grunde auf deren Erhaltung Wert legt.

An besonders den Winden exponierten Stellen kann man auch durch Stehenlassen von Waldstreifen oder durch Anpflanzen von Streifen von gegen Winde nicht empfindlichen Bäumen, wie Eisenholz (*Cassia florida*), *Ficus elastica* oder dergleichen für Windschutz sorgen. Auf einigermaßen ebenem Terrain wird dies aber im allgemeinen nicht nötig sein.

Das Roden des Terrains geschieht nun zweckmäßig in der Weise, daß man zunächst das auf dem betreffenden Gebiete befindliche Gesträuch, Lianen, hohes Gras und dergleichen mit dem Buschmesser abhaut. Dann geht man daran, mit Axt oder Säge auch die Bäume zu fällen. Es geschieht dies am besten möglichst dicht über dem Boden. Die abgehauenen Stämme werden dann, soweit sie nicht als Bau- oder Brennholz Verwendung finden können, an Ort und Stelle verbrannt, nachdem sie zuvor hinreichend ausgetrocknet sind. Die bei dem Verbrennen des Holzes entstehende Asche wird möglichst gleichmäßig über die ganze Fläche verteilt.

Das im Boden befindliche Wurzelsystem größerer Bäume wird meist nicht vollständig ausgegraben, weil dies namentlich bei schwerem Walde mit großen Kosten verbunden ist. Notwendig ist aber das Entfernen der Wurzeln, wenn man das Land mit Pflug oder Kultivator bearbeiten will. Ferner ist es auch sehr wahrscheinlich, daß unter Umständen an den verfallenden Wurzeln Pilze zur kräftigen Entwicklung gelangen und von diesen ausgehend dann auch die Wurzeln gesunder Kautschukbäume antasten, so daß diese schließlich an Wurzelfäule (s. u.) zugrunde gehen. In Gegenden, in denen das Auftreten der Wurzelfäule zu befürchten ist, dürfte es sich somit empfehlen, den Boden vor der Anlage der Pflanzung von allen darin enthaltenen Wurzeln möglichst zu säubern.

Wenn man nun aber die größeren Stümpfe aus Sparsamkeitsrücksichten nicht ausroden will, so wird man jedenfalls gut tun, die zu verbrennenden Holzstöße um dieselben herum aufzuschichten, um die Stümpfe beim Brennen möglichst zum Verkohlen und Absterben zu bringen, damit sie nicht fortgesetzt wieder ausschlagen, wodurch die späteren Reinigungskosten sehr verteuert würden.

Nach Vollendung des Rodens und Brennens ist nun durch das betreffende Gelände ein rationelles Wegenetz zu legen, und zwar ist bei den Hauptwegen namentlich darauf zu achten, daß auf denselben die verschiedenen Teile der Pflanzung von der zur Aufbereitung, Trocknung und Aufbewahrung des Kautschuks dienenden Anlage möglichst schnell erreicht werden können. Bei unebenem Terrain sind dabei unnütze Steigungen möglichst zu vermeiden.

Um dies zu erreichen, kann man sich bei der Tracierung des Wegenetzes eines sogenannten „road-tracers“ bedienen. Es ist dies in der Hauptsache eine von einem Stabe herabhängende Metallröhre, der man, je nachdem man mit einem bestimmten Gefälle auf- oder abwärts gehen will, eine an einer Skala abzulesende Neigung gibt. Man sieht dann durch die entsprechend eingestellte Röhre nach einer an einem gleich langen Stocke und mit Kreuz oder dergleichen versehenen Tafel, die man so lange auf- oder abwärts bewegen läßt, bis die Mitte der Tafel

genau in die Verlängerung der Röhrenachse fällt. Ist dies der Fall, so werden die beiden Punkte, an denen sich die beiden Instrumente befinden, durch kleine Pfähle markiert und es wird dann in der gleichen Weise fortgeschritten, bis die ganze Trace markiert ist.

Auf ebenem Terrain wird man aber gut tun, auch die Hauptwege möglichst geradlinig verlaufen zu lassen, damit die Einteilung der Pflanzung in quadratische Stücke von bestimmter Größe möglichst erleichtert wird. Auf alle Fälle ist mit Rücksicht auf die spätere Kontrolle der Pflanzungsarbeiten und des Zapfens der Bäume eine Einteilung der ganzen Pflanzung in Blöcke von bestimmter Größe (etwa 1, 2 oder 4 ha) von großer Wichtigkeit. Beim Abstecken dieser Blöcke, die zweckmäßig eine quadratische oder rechteckige Form erhalten, kann man sich mit Vorteil eines Winkelspiegels bedienen. Zur Abgrenzung derselben kann man außer den Hauptwegen schmälere, von diesen ausgehende Seitenwege benutzen oder kann auch an den nicht durch Wege gebildeten Grenzen einfach eine Reihe von Bäumen ausfallen lassen oder man markiert die Grenzen durch Anpflanzung von anderen Baumarten, z. B. *Kapok*, *Eisenholz* und dergleichen. Es dürfte im allgemeinen genügen, nur die vier Ecken eines Blockes in dieser Weise zu markieren. Namentlich dann, wenn die betreffende Baumart anderweitig zu verwenden ist, z. B. durch Lieferung von Nutz- oder Brennholz, kann man aber auch alle Grenzen vollständig mit einer Reihe von derartigen Bäumen bepflanzen.

Es empfiehlt sich auch möglichst bald eine Übersichtskarte von dem betreffenden Gebiet zu entwerfen, auf der die einzelnen Blöcke genau eingetragen sind. Dieselben werden dann auch zweckmäßig durchgehend numeriert und die betreffenden Nummern auch im Gelände durch Schilder markiert. Diese sind zweckmäßig zunächst an Pfählen anzubringen, sobald die Bäume aber eine gewisse Größe erreicht haben, können sie auch an diesen, eventuell auch an den Grenzbäumen befestigt werden.

An Stelle der Bezeichnung durch Zahlen kann man den einzelnen Blöcken auch bestimmte Namen in der Sprache der Eingeborenen geben, die man dann auf den Schildern im Terrain durch einfache Zeichnungen zur Darstellung bringt, so daß auch die des Lesens unkundigen die verschiedenen Blöcke sofort erkennen können.

Befinden sich in der Pflanzung morastige Teile, die man aus irgendwelchen Gründen auch mit Kautschukbäumen bepflanzen will, so ist es unbedingt notwendig, diese zuvor durch Abzugsgräben zu entwässern, und zwar geschieht dies zweckmäßig durch tiefere Sammelgräben, die man bei etwas geneigtem Terrain so weit als möglich auf der der Böschung abgekehrten Seite der Wege verlaufen läßt, und durch flachere, in diese einmündende Drainerrinnen.

Da, wo zu befürchten ist, daß Steppenbrände, die allerdings wohl nur für junge und ungenügend gereinigte Pflanzungen gefährlich werden können, in die Plantage übergreifen, ist dies durch entsprechende Schutzstreifen zu verhindern.

Sehr gut bewährt haben sich zu diesem Zwecke dichte Streifen von *Cassia florida*, die in Deutsch-Ostafrika gewöhnlich als Eisenholz bezeichnet wird. Die Samen können direkt an Ort und Stelle in Abständen von $1\frac{1}{2}/1$ m ausgelegt werden. Etwa neun Reihen, die später auf fünf Reihen ausgedünnt werden können, sind zum Schutz gegen

Steppenbrände ausreichend. Die herausgeschlagenen Stangen können zum Hüttenbau oder als Brennholz verwandt werden. Ich bemerke jedoch, daß das Holz von jungen Bäumen, das lediglich aus Splint besteht, von Termiten schnell angegriffen wird.

Außerdem können auch Streifen von Bananen und Hecken von *Sisalagaven* zum Schutz gegen Steppenbrände verwandt werden.

Namentlich da, wo man später zwischen dem Kautschuk einjährige Gewächse anpflanzen will, ist es notwendig, den gerodeten Boden ganz umzuhacken oder, wo dies möglich ist, zu pflügen. Eine derartige Bodenbearbeitung wird naturgemäß auch später den Kautschukbäumen zugute kommen und kann auch die Unterdrückung schädlichen Unkrautes erleichtern. Man kann auch jedenfalls in Pflanzungen, in denen man keine Zwischenkulturen anlegen will, durch Auflockerung des Bodens das Wachstum der Kautschukbäume befördern.

3. Die Pflanzweite.

Man pflanzt *Manihot Glaziovii* gewöhnlich im Quadratverband, also wie in Fig. 31 I angedeutet ist, in parallel miteinander verlaufenden Reihen, deren Abstand ($A_1 B_1, B_1 C_1$) gleich ist dem Abstand der Bäume in den Reihen ($A_1 A_2, A_2 A_3$). Stellenweise nimmt man auch den Abstand zwischen den Reihen ($A_1 B_1$ in Fig. 31 II) etwas größer als den in den Reihen ($A_1 A_2$), so daß die Bäume im Rechteckverband stehen. Diese Art der Pflanzung ist dann berechtigt, wenn der Abstand zwischen den Pflanzen so gering ist, daß bei quadratischem Pflanzen die Bodenbearbeitung erschwert werden würde, wie z. B. bei der Baumwolle.

Beim Kautschuk kann aber dies Moment nicht in Frage kommen. Eher könnte man mit Rücksicht auf die Erleichterung von Zwischenpflanzungen sich für eine rechteckige Pflanzart entscheiden. Immerhin scheinen mir aber doch erhebliche Abweichungen von der quadratischen Pflanzweise nicht sehr empfehlenswert, da ja die Bäume naturgemäß das Bestreben haben, sich nach allen Seiten hin gleichmäßig zu entwickeln, was durch die quadratische Pflanzweise besser ermöglicht wird wie durch die rechteckige. Das einem jeden Baume bei gleichmäßiger Entwicklung zufallende Gebiet ist im oberen Teil der nebenstehenden Figuren durch ausgezogene Linien angedeutet.

Rein theoretisch würde sogar der Dreiecksverband noch zweckmäßiger erscheinen. Bei diesem bilden je drei benachbarte Pflanzen, wie Fig. 31 III zeigt, ein gleichseitiges Dreieck ($A_1 A_2 B_1$). Der bei gleichmäßiger Entwicklung einer jeden Pflanze zufallende Raum würde, wie im oberen Teile der Figur angedeutet, bei dieser Pflanzweise ein regelmäßiges Hexagon darstellen, das sich dem bei ganz gleichmäßiger Entwicklung entstehenden kreisförmigen Raume, den Wurzelsystem und Krone eines sich ganz frei entwickelnden Baumes im allgemeinen einnehmen werden, noch mehr annähert, als ein Quadrat oder gar ein Rechteck.

Der Abstand zwischen den Reihen $A_1 A_2 A_3, B_1 B_2 B_3, C_1 C_2 C_3$ usw. ist in diesem Falle kleiner als der Abstand in den Reihen $A_1 A_2, A_2 A_3$ usw. Wie groß derselbe sein muß, läßt sich leicht in folgender Weise berechnen: Da das Dreieck $A_1 A_2 B_1$ als gleichseitig angenommen wurde, so sind die drei Seiten desselben $A_1 A_2, A_2 B_1$ und $B_1 A_1$ untereinander gleich; wir wollen dieselbe gleich a setzen. Der Abstand zwischen den Reihen $A_1 A_2 A_3$ und $B_1 B_2 B_3$ usw. wird nun gemessen

durch die Linie D B, die wir b nennen wollen. Es folgt dann aus der Gleichseitigkeit des Dreiecks $A_1 A_2 B_1$, daß $D A_2 = \frac{1}{2} A A_2 = \frac{a}{2}$ und das ferner $D B_1 =$

$$b = \sqrt{(B_1 A_2)^2 - (D A_2)^2} = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{3}{4} a^2} = \frac{a}{2} \sqrt{3} = 0,866 \cdot a.$$

In der Praxis würde man sich natürlich mit einer geringeren Genauigkeit begnügen können. Auf alle Fälle ist aber bei Befolgung dieser Methode das Markieren der Pflanzlöcher etwas umständlicher als bei dem quadratischen Verband; es erscheint mir auch sehr zweifelhaft, ob diese Mehrarbeit durch den dadurch zu erzielenden Vorteil ausgeglichen wird. In den Kautschukplantagen wurde denn auch bisher fast ausschließlich der quadratische oder der rechteckige Verband eingehalten.

Über die Anzahl der bei Quadrat- und Dreiecksverband auf einen Hektar kommenden Pflanzen gibt die umstehende, Berkout und Greshof (I, 220) entnommene Tabelle Aufschluß:

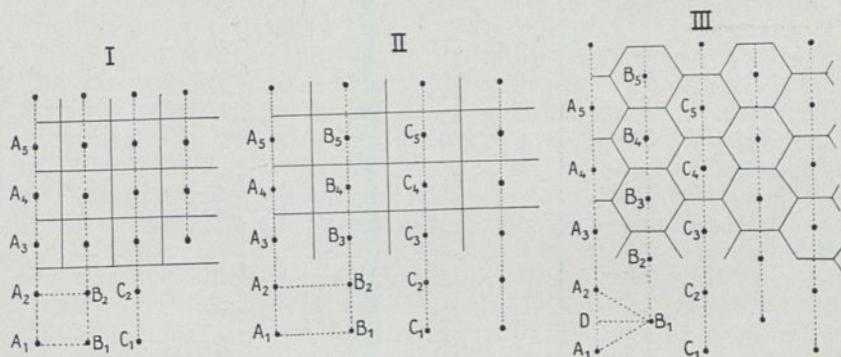


Fig. 31. Schema der Pflanzmethoden. I Quadratverband, II Rechteckverband, III Dreieckverband.

Über die am zweckmäßigsten zu wählende Größe der Pflanzweite sind die Ansichten noch ziemlich geteilt und es lassen sich auch sowohl für eine enge als auch für eine weite Pflanzweite mehr oder weniger stichhaltige Gründe anführen.

In Deutsch-Ostafrika ist zurzeit wohl der Hauptgrund für eine enge Pflanzweite, daß die meisten Plantagendirektionen den Wert einer Pflanzung in erster Linie nach der Anzahl der darauf befindlichen Bäume bemessen. Auch bei den zahlreichen Verkäufen, die namentlich in dem vorletzten Jahre stattfanden, spielte immer die Zahl der Bäume eine große Rolle; ob es sich dabei um Bäume handelte, die sich infolge zu engen Pflanzens nie zu kräftigen Bäumen entwickeln können oder um weiter gepflanzte Bäume mit normaler Entwicklung, spielte dabei nur eine untergeordnete Rolle. Rationeller wäre es jedenfalls, den Wert einer Plantage nicht nach der Anzahl von Bäumen, sondern nach der Größe der mit einer geschlossenen Pflanzung bedeckten Flächen, der Anzahl der bepflanzten Hektare, sowie nach der Entwicklung der Bäume zu bemessen. Es würde hierdurch die Verleitung zu zu engem Pflanzen verhindert.

Abstand der Pflanzen in m	Anzahl der Pflanzen pro ha	
	Quadratverband	Dreiecksverband
2,5	1600	1848
2,6	1479	1708
2,7	1372	1584
2,8	1276	1473
2,9	1189	1373
3,0	1111	1283
3,1	1041	1202
3,2	977	1128
3,3	918	1060
3,4	865	999
3,5	816	943
3,6	772	891
3,7	730	843
3,8	693	800
3,9	657	769
4,0	625	722
4,2	567	655
4,4	517	596
4,6	473	546
4,8	434	501
5,0	400	462
5,5	331	382
6,0	278	321
6,5	237	273
7,0	204	236
7,5	178	205
8,0	156	180
8,5	138	160
9,0	123	143
10,0	100	115

Außerdem werden nun aber noch folgende Gründe für engeres Pflanzen angeführt:

1. Schnellere Beschattung des Bodens,
2. schnellerer Windschutz,
3. Bildung höherer Stämme,
4. größere Erträge und
5. Möglichkeit einer Auslese der guten Bäume durch Entfernung der schlechter wachsenden oder ungünstige Erträge liefernden.

Es sollen nun im folgenden zunächst diese fünf Gründe, die zugunsten einer engen Pflanzweite sprechen sollen, etwas eingehender erörtert werden.

1. Die schnellere Beschattung des Bodens. Daß bei engerer Pflanzung der Boden schneller beschattet wird und daß infolgedessen das Unkraut früher unterdrückt und an Reinigungskosten gespart wird, ist sicher nicht zu bestreiten. Dieser Vorteil kann aber durch Zwischenpflanzungen, die entweder selbst gewisse Erträge liefern oder als Gründüngung zur Bodenverbesserung dienen, wieder teil-

weise oder ganz ausgeglichen werden. Diese Zwischenpflanzungen, auf die im 12. Abschnitt dieses Kapitels noch näher eingegangen werden soll, werden ja sicher um so länger möglich sein, je länger der Boden unbeschattet bleibt.

2. Schnellerer Windschutz. Da durch stärkere Stürme nicht selten auch große Zweige und ganze Kronen von *Manihot Glaziovii* abgebrochen werden, ist es sicher in einem solchen Gelände, in dem derartige Stürme zu befürchten sind, von Vorteil, die Bäume gegen Beschädigung durch Windbruch zu schützen. In jungen Pflanzungen kann nun allerdings in der Tat durch gegenseitige Deckung in manchen Fällen früher ein Schutz gegen Windbruch erreicht werden, wenn die Bäume dichter zusammenstehen. Ich glaube aber nicht, daß dieser Unterschied ein sehr erheblicher sein wird. Später dürften auch im allgemeinen weiter gepflanzte und infolgedessen kräftiger entwickelte Bäume besser den Stürmen widerstehen können als schwache Bäume, die sich infolge zu enger Pflanzweite nicht normal entwickeln konnten. Außerdem wird man in besonders gefährdeten Gegenden wohl besser tun, durch Windschutzstreifen die Beschädigung durch Windbruch zu verhindern (vgl. S. 52).

3. Die Bildung höherer Stämme. Daß man durch engeres Pflanzen, wie dies wohl mehrfach behauptet wurde, Bäume mit höheren Stämmen erhalten könnte, dürfte schon deshalb sehr unwahrscheinlich erscheinen, weil bei *Manihot Glaziovii* die Anlage der Verzweigungen schon zu einer Zeit erfolgt, in der auch bei sehr enger Pflanzung von einer gegenseitigen Beschattung nicht die Rede sein kann. Man kann in dieser Hinsicht eine *Manihot*-Pflanzung nicht mit einem Bestand von Eichen, Buchen oder dergleichen vergleichen. Bei diesen läßt sich allerdings durch enges Pflanzen erreichen, daß die Bäume schnell gerade emporwachsen und daß die am Stamm befindlichen Seitenäste früh abgestoßen werden. *Manihot Glaziovii* hat dagegen schon an sich das Bestreben, gerade emporzuwachsen und verzweigt sich im allgemeinen nur dann, wenn sich an der Spitze des Stammes Blütentrauben bilden (vgl. S. 9). Die Zweige, die sich dann neben diesen den Stamm abschließenden Blütentrauben bilden und unter einem mehr oder weniger stark von der Vertikalen abweichenden Winkel emporwachsen, sind unter sich gleichwertig, und es würde auch bei sehr dichtem Pflanzen keiner derselben abgestoßen werden. Um gerade Stämme zu erhalten, muß man also dafür sorgen, daß die Blütenbildung möglichst spät erfolgt oder durch entsprechendes Beschneiden nachhelfen, wie wir später noch eingehender besprechen werden.

Ich habe übrigens auch durch einen Versuch die Richtigkeit des Obigen nachgewiesen. Es wurden dabei Samen, die von dem gleichen Baume stammten, in verschiedener Pflanzweite ausgelegt, und etwa 10 Monate später, nachdem die Bäume alle angefangen hatten zu blühen, wurde die Stammhöhe gemessen. Die Resultate dieses Versuches sind in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben:

Pflanzweite in m	$2\frac{1}{2}/1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}/2\frac{1}{2}$	$5/2\frac{1}{2}$	$5/5$	
Zahl der Bäume	133	94	79	40	
Stamm- höhe in cm	Durchschnitt	197,2	174,4	171,1	181,5
	Maximum .	267	298	248	268
	Minimum .	115	41	100	30

Diese Tabelle zeigt nun, daß selbst bei der Pflanzweite $2\frac{1}{2}/1\frac{1}{4}$ m, die für normale Pflanzungen nicht in Frage kommt, die Stammhöhe nicht wesentlich größer ist als bei der weitesten Pflanzweite (5/5 m). Wenn nun allerdings die Bäume noch erheblich dichter stehen, wie z. B. auf Saatbeeten, so können allerdings infolge der starken gegenseitigen Beschattung sehr hochstämmige Pflanzen zur Entwicklung kommen, wie ich dies wiederholt zu beobachten Gelegenheit hatte.

4. Höhere Erträge. Es ist ja gewiß zuzugeben, daß man in den ersten Jahren von eng gepflanzten Bäumen auf der gleichen Fläche mehr Kautschuk ernten wird als von weit gepflanzten. Im Anfang werden sich ja sicher die eng stehenden Bäume gleich gut entwickeln als die mit größeren Abständen gepflanzten. In beiden Fällen werden auch die Kautschukerträge pro Baum durchschnittlich die gleichen sein. Dies muß sich aber ändern, sobald die Kronen der dicht gepflanzten Bäume anfangen einander zu berühren, so daß sie sich nicht mehr weiter ausbreiten können, während sie sich bei den weiter stehenden Bäumen noch weiter entwickeln können.

Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß in der Krone der Bäume, speziell in den grünen Zellen der Blätter, aus dem aus dem Boden aufgenommenen Wasser und der aus der umgebenden Luft stammenden Kohlensäure diejenigen Stoffe gebildet werden, die zum Wachstum der Pflanzen, zur Bildung neuer Zellen erforderlich sind. Nur mit Hilfe der in den grünen Blättern gebildeten Stoffe vermag auch der Stamm an Dicke zuzunehmen und das Wurzelsystem sich weiter auszudehnen. Es ist somit leicht verständlich und auch experimentell leicht nachzuweisen, daß Stamm und Wurzel eines Baumes sich um so kräftiger entwickeln werden, je größer die Zahl seiner Blätter, je kräftiger die Krone desselben ist.

Ebenso wie die Ausbildung der Krone ist aber ferner auch die Entwicklung des Wurzelsystems und die Aufnahme von Wasser und anorganischen Nährstoffen durch die Wurzeln von der Pflanzweite abhängig und es ist wohl ohne weiteres verständlich, daß es für die Pflanze von Vorteil sein muß, wenn sich die Wurzeln möglichst weit nach allen Seiten hin ausbreiten können, so daß sie aus einer möglichst großen Bodenmenge die zur Ernährung des Baumes nötigen anorganischen Nährstoffe aufnehmen können.

Ferner läßt sich nun aber auch leicht nachweisen, daß ein Baum mit dickerem Stamm auch eine entsprechend dickere Rinde hat und daß eine dickere Rinde bei Anzapfung einer gleich großen Fläche im Durchschnitt auch mehr Kautschuk liefern wird wie die an einem dünneren Stamm befindliche dünnere Rinde. Nun ist aber, wenn wir uns speziell an die Lewamethode halten, für das Bestreichen mit dem Koagulationsmittel und das Anstechen bei einer dickeren Rinde nicht mehr Arbeit erforderlich wie bei einer dünnen Rinde und das Einsammeln des Kautschuks wird sogar um so leichter und schneller möglich sein, je reichlicher der Milchsafterguß ist, je mehr die aus den einzelnen Wunden stammenden Bänder von koaguliertem Milchsaft sich miteinander vereinigen. Bei Anzapfung einer gleich großen Fläche der dickeren Rinde ist also eher weniger Arbeit erforderlich als bei der Anzapfung einer dünneren Rinde und es leuchtet also ohne weiteres ein, daß bei einem Baum mit dickerer Rinde von dicken Stämmen ein Arbeiter in der gleichen Zeit mehr Kautschuk einsammeln kann wie von dünnen Stämmen. Dies ist aber für die Rentabilität

der Pflanzung von großer Bedeutung; denn die Gewinnungskosten des Kautschuks sind für diese mit in erster Linie ausschlaggebend.

Man sollte denn auch besonders dahin trachten, kräftige Bäume mit dicken Stämmen zu erhalten, und lieber in den ersten Jahren, in denen der wirkliche Verdienst bei normalen Kautschukpreisen doch nur ein relativ geringer sein wird, auf eine etwas größere Ernte verzichten, um später, wenn die Bäume imstande sind, bedeutend größere Erträge zu liefern, auch wirklich gesunde, kräftige Bäume zu besitzen.

Genauere Angaben über die Erträge von eng und weit gepflanzten Bäumen vermag ich nun allerdings noch nicht zu liefern. Derartige Bestimmungen wären ja auch nur an älteren Pflanzungen auszuführen, die sich, abgesehen von der Pflanzweite, unter sonst gleichen Bedingungen befinden und entweder überhaupt noch nicht oder ganz gleichmäßig angezapft sind.

Daß nun aber Bäume, die eine besser entwickelte Krone besitzen, auch dickere Stämme bilden, zeigen die im Moschibezirk (vgl. S. 33) ausgeführten Messungen, bei denen der Stammumfang von Bäumen, deren Krone sich nach einer Seite hin frei entwickeln konnte, und von solchen aus der Mitte der Pflanzung gemessen wurde. In diesem Falle betrug bei einer Pflanzweite von $4/4$ m bei den Bäumen, die am Rande der Pflanzung standen und sich mit ihrer Krone auf der freien Seite bis auf 5 m weit ausgebreitet hatten, der durchschnittliche Stammumfang 67,3 cm, bei den Pflanzen aus dem Inneren dagegen 53,7 cm, also bei den ersteren um 26 % mehr.

Man hat nun allerdings vielfach davon gesprochen, daß man bei dichter Pflanzung später einen Teil der Bäume totzapfen und dann heraushauen will, um so anfangs größere Erträge zu erhalten und später den übrig bleibenden Bäumen doch mehr Raum zu einer kräftigen Entwicklung zu gewähren. Es ist mir aber nicht bekannt, ob diese Maßregel wirklich auf einer Pflanzung durchgeführt ist. Es ist mir auch zweifelhaft, ob dadurch ein großer Gewinn zu erzielen sein würde, denn wenn junge Bäume viel gezapft werden, so werden die Erträge nach einiger Zeit so gering, daß dadurch bei normalen Kautschukpreisen kein großer Gewinn zu erzielen sein wird. Ob es aber möglich sein wird, aus der Rinde, eventuell auch aus den Blättern der gefällten Bäume, durch Extraktion oder auf mechanischem Wege Kautschuk zu isolieren, ist, wie später noch ausführlicher besprochen werden soll, zum mindesten zweifelhaft.

Auf alle Fälle kann man sich bei dem Entfernen der Bäume nicht damit begnügen, die Stämme einfach über dem Boden abzuhauen, da sie dann erfahrungsgemäß fast alle wieder ausschlagen würden. Auf Fig. 32 ist ein Stück einer Pflanzung abgebildet, die ursprünglich mit einer Pflanzweite von $2\frac{1}{2}/2\frac{1}{2}$ m gepflanzt, später aber durch Herausschlagen einer Reihe auf $2\frac{1}{2}/5$ m gebracht war. Die aus den Stümpfen der Bäume hervorstehenden Triebe waren schon wiederholt abgeschlagen.

Wollte man nun aber von den gefällten Bäumen auch das Wurzelsystem vollständig entfernen, so würden hierdurch ganz erhebliche Kosten verursacht werden. Außerdem werden sich die Bäume auch normaler entwickeln können, wenn Wurzel und Krone sich von vornherein nach allen Seiten hin ausbreiten können.

5. Die Auslese guter Bäume. Da ja, wie bereits wiederholt hervorgehoben wurde, die zu gleicher Zeit ausgelegte Saat stets Bäume von ungleichem Wuchs und Kautschukgehalt liefert, erscheint es rationell, die Bäume zunächst eng zu pflanzen und später, wenn sie

Fig. 32. *Manihot Glaziovii*. 3 Jahre 5 Monate alte Pflanzung, ursprünglich $2\frac{1}{2}/2\frac{1}{2}$ m gepflanzt, später auf $5/2\frac{1}{2}$ m gebreitet. Die Ausläufer der abgehaunenen Bäume waren schon wiederholt gekappt. Pflanzung Magunga.



eine gewisse Größe erreicht haben, die schlecht gewachsenen oder auch zu geringe Erträge liefernden herauszuschlagen. Es ist hierbei nun aber doch zu berücksichtigen, daß es relativ schwierig ist, in einer älteren Pflanzung das Auslichten so durchzuführen, daß allein die guten Bäume stehen bleiben und genügenden Raum zur kräftigen

Entwicklung finden, ohne daß große Lücken in dem Bestande entstehen: Einem Eingeborenen wird man diese Arbeit überhaupt schwer überlassen können, aber auch dem Europäer wird es schwer fallen, die Durchlichtung im obigen Sinne exakt durchzuführen. Es wird häufig vorkommen, daß eine größere Anzahl guter Bäume dicht beieinander stehen, von denen dann aber doch einzelne fortgenommen werden müssen, wenn die Bäume sich normal entwickeln sollen. Auf der anderen Seite werden auch nicht selten eine Anzahl schlechter Bäume beisammen stehen, so daß, wenn man sie alle weghauen würde, große Lücken entstehen, die nur durch Nachpflanzen wieder auszufüllen wären. Auch wird bei einer derartigen Art der Durchlichtung die regelmäßige Anordnung der Bäume gestört, wodurch die Kontrolle erschwert werden kann.

In der Tat scheint auch diese Art der Durchforstung nur ganz selten im Großen durchgeführt zu sein. Erwähnen will ich aber, daß auf einer im Lindibezirk gelegenen Plantage die Saat mit einer Pflanzweite von 5/1 m ausgelegt wurde und daß etwa nach einem Jahre

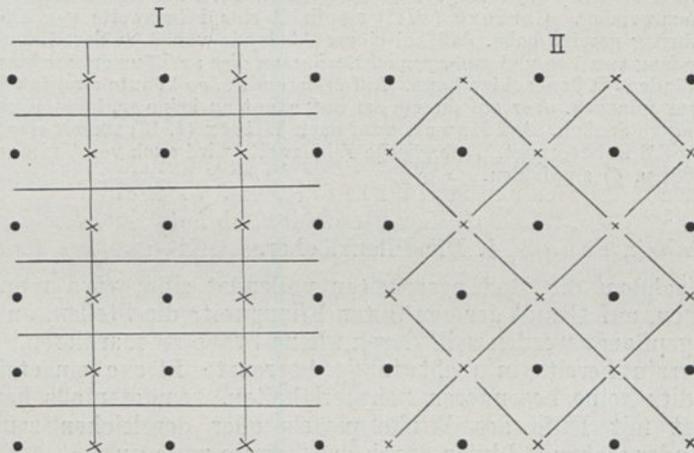


Fig. 33. Schema des Ausdünnens der Pflanzung. I in Reihen, II übers Kreuz.

alle niedrig verzweigten oder sonstwie schlecht gewachsenen Bäume herausgerissen wurden. Es bleiben in einer derartig durchgelichteten Pflanzung naturgemäß nur in einer Richtung die Reihen erhalten, was ja aber auch für die Kontrolle beim Zapfen usw. ausreicht.

Auf einer anderen Pflanzung hat man sich damit begnügt, eine um die andere Reihe herauszuschlagen (vgl. Fig. 32), wodurch ja allerdings die Bäume mehr Raum zu ihrer freien Entwicklung erlangen, ohne daß die Reihen verschwinden. Es kann hierbei aber natürlich von einer Auslese nicht die Rede sein und man würde wohl besser getan haben, von Anfang an eine größere Pflanzweite zu wählen. Wenn die Bäume vorher im Quadratverband standen, dürfte es auch zweckmäßiger sein, beim Durchlichten nicht abwechselnd eine Reihe herauszuschlagen, wie dies in dem Schema Fig. 33, in dem die zu entfernenden Bäume durch Kreuze angedeutet sind, dargestellt ist, sondern in allen Reihen jeden zweiten Baum herauszuhauen, wie in dem Schema Fig. 33 II. Im ersteren Falle kommen die Bäume, wie aus den Figuren

ohne weiteres ersichtlich ist, in Rechteckverband, im zweiten wieder in Quadratverband.

Zum Schluß möchte ich aber in diesem Abschnitt noch darauf hinweisen, daß man auch in den *Hevea*-Pflanzungen von Ceylon und Hinterindien die anfangs gewählte engere Pflanzweite immer mehr aufgegeben und, obwohl *Hevea* sicher den Boden langsamer beschattet als der Ceará-Kautschuk, doch allmählich immer mehr zu größeren Pflanzweiten übergegangen ist, weil man hier mit Recht auf die Erziehung kräftiger Bäume das Hauptgewicht legt.

Nach den bisher vorliegenden Erfahrungen halte ich es denn auch für empfehlenswert, bei *Manihot Glaziovii* unter eine Pflanzweite von 4/4 m nicht herabzugehen. Ob eine Pflanzweite von 5/5 oder von 6/6 m, die ich am Kilimanjaro angewandt sah, auf die Dauer noch vorteilhafter sein wird, ist bei dem geringen Alter der betreffenden Pflanzungen noch nicht mit Sicherheit zu entscheiden.

Nach Moulay (I) scheint man übrigens in Brasilien eine Pflanzweite von 3/3 m anzuwenden. Cardozo (VIII) empfiehlt eine Pflanzweite von 5/5 m, da die Erfahrung gezeigt habe, daß bei einem Abstände von 4 m der Stamm nicht einen Umfang von 1 m und mehr erreicht, wie man dies an Bäumen mit hinreichenden Abständen oft beobachten kann. Auf ärmerem Boden könnte man ja allerdings auch enger pflanzen, aber auf diesem sei überhaupt an keine rentable Kautschukgewinnung zu denken. Auf Hawaii wird nach Wilcox (I, 18) zurzeit eine Pflanzweite von 6/6 m bevorzugt. Die gleiche Pflanzweite wird auch von Trimen (Kew Bull. 1898, p. 4) empfohlen.

4. Die Pflanzlöcher.

Nachdem die Rodungsarbeiten vollendet sind, wird man dazu übergehen, auf Grund der gewählten Pflanzweite die Stellen, an denen später gepflanzt werden soll, durch kleine Stäbe zu markieren. Wenn das Terrain bereits in rechtwinklig begrenzte Blöcke eingeteilt ist, bietet dies keine besonderen Schwierigkeiten. Anderenfalls hat man zunächst mit Hilfe des Winkelspiegels oder dergleichen senkrecht aufeinander stehende Linien durch das Terrain zu legen.

Das Markieren der Pflanzstellen geschieht am besten durch lange Leinen, an denen in der gewählten Pflanzweite gleichen Abständen Knoten, leicht sichtbare Zeuglappen oder dergleichen angebracht sind. Bei jedem Knoten wird dann ein kleiner Pfahl in den Boden hineingetrieben.

Sind in dieser Weise die Pflanzstellen markiert, so kann man mit dem Ausheben der Pflanzlöcher beginnen. Man verfährt hierbei zweckmäßig in der Weise, daß man die Erde der oberflächlichen Schichten, die im allgemeinen humusreicher und durch stärkere Verwitterung für die Ernährung der Pflanzen besser geeignet ist, auf die eine Seite des Pflanzloches bringt, die noch weniger aufgeschlossene Erde der tieferen Schichten auf die andere Seite.

Beim Zufüllen der Pflanzlöcher, das, um die Verwitterung der ausgeworfenen Erde möglichst zu fördern, zweckmäßig erst nach einigen Monaten geschieht, füllt man dann die Pflanzlöcher möglichst mit Erde von den oberen Schichten, jedenfalls den oberen Teil derselben. Wo Komposterde, Dünger oder dergleichen vorhanden, kann man diese zweckmäßig der in die Löcher zu füllenden Erde beimengen.

Die in die Pflanzlöcher eingefüllte Erde ist mit dem Fuß leicht anzudrücken. Die Oberfläche des Pflanzloches soll annähernd die gleiche Höhe besitzen wie die Umgebung. Die Erde über den Pflanzlöchern zu einem kleinen Hügel aufzuschütten, ist namentlich bei abschüssigem Terrain nicht anzuraten, weil die vorragende Erde leicht allmählich abgespült wird, wodurch später der Wurzelhals der jungen Kautschukbäume freigelegt wird, wie dies auch in der Tat auf einigen hiesigen Pflanzungen stellenweise geschehen ist. Nach dem Anfüllen der Pflanzlöcher wird der Markierpfahl wieder in die Mitte derselben hineingesteckt.

Ich will übrigens an dieser Stelle bemerken, daß in Deutsch-Ostafrika von dem Ausheben der Pflanzlöcher vielfach ganz abgesehen wird. Winton (I, 63) empfiehlt aber bei direkter Aussaat 15 cm breite und ebenso tiefe Pflanzlöcher auszuheben, beim Auspflanzen von den Saatbeeten solche von 30—50 cm Breite und Tiefe. In einigermaßen schwerem Boden wird man aber zweckmäßig auch bei direkter Aussaat Pflanzlöcher von etwa 30 cm Durchmesser und Tiefe ausheben.

Erwähnt sei noch, daß für einigermaßen festen Boden von Smith und Bradford (I) empfohlen wurde, die Pflanzlöcher nicht zu graben, sondern zu sprengen. Es soll dies in folgender Weise geschehen:

Ein $1\frac{3}{4}$ zölliger, achtkantiger, stählerner, gut geschärfter Drillbohrer wird ungefähr 2 Fuß tief in den Boden getrieben und ungefähr ein Drittel einer Stange „giant powder Nr. 2“ mit einem Zünder, der gerade lang genug ist, um über die Erdoberfläche herauszuragen, in das Loch hineingebracht. Ein Ausfüllen des Sprengloches ist dabei nicht erforderlich. Wo der Boden hart und dicht ist, soll diese Methode billiger sein als Graben der Bohrlöcher; sie ist außerdem sehr schnell auszuführen, da zwei Leute an einem Tage 150—225 Sprengungen ausführen sollen. Ferner soll sich der Boden nach der Sprengung in einem günstigeren Zustande befinden, als wenn mit Picke und Schaufel ein Loch gegraben wurde, weil durch das Sprengen der Untergrund gelockert und zerspalten wird, so daß die Wurzeln besser eindringen können. Auch die Drainage wird dadurch verbessert.

5. Die Anzucht der Bäume.

Die Anzucht von *Manihot Glaziovii* kann sowohl aus Saat als auch durch Stecklinge geschehen. Die erstere Vermehrungsart ist aber jedenfalls die in der Praxis fast ausschließlich angewandte. Wir wollen deshalb auch diese zunächst ausführlich besprechen, um dann noch kurz auf die Vermehrung durch Stecklinge einzugehen.

Es sei jedoch gleich noch an dieser Stelle erwähnt, daß auch vielfach in der Pflanzung aus spontan ausgestreuter Saat aufgeschossene Pflanzen zur Vermehrung verwandt werden. Wenn diese Pflanzen in tiefem Schatten gewachsen sind und sich infolgedessen geil und schwächlich entwickelt haben, so ist von der Verwendung derselben entschieden abzuraten. Handelt es sich dagegen um Pflanzen, die sich in lichten Beständen, an Wegrändern oder dergleichen normal haben entwickeln können, so können dieselben ebenso gut wie die auf Saatbeeten herangezüchteten bei der Anlage von Pflanzungen und namentlich auch zum Nachpflanzen verwandt werden.

I. Die Anzucht aus Saat.

Bei der Anzucht aus Saat ist naturgemäß die Beschaffung guten Saatgutes von der größten Wichtigkeit. Ferner ist zu berücksichtigen, daß auch die beste Saat bei gewöhnlicher Anzucht häufig nur sehr

langsam keimt. Man hat deshalb verschiedene Mittel in Vorschlag gebracht, durch die die Keimung der Saat beschleunigt werden soll. Die in dieser Weise vorbehandelte, „angekeimte“ Saat kann man dann entweder direkt an Ort und Stelle aussäen oder in Pflanzkörben oder auch erst auf Saatbeeten anzüchten. Es sollen nun im folgenden diese verschiedenen Methoden der Anzucht etwas ausführlicher besprochen werden.

A. Die Beschaffung des Saatgutes.

Bei Beschaffung der Saat hat man vor allem Gewicht darauf zu legen, daß dieselbe von nicht zu jungen, kräftigen und guten und reichlichen Kautschuk liefernden Bäumen stammt. Wir sind auf diesen Punkten bereits in dem die Zuchtwahl behandelnden Kapitel spezieller eingegangen. Von praktischer Bedeutung ist nun aber ferner noch, daß die Samen von *Manihot Glaziovii*, wenn sie direkt nach dem Abfallen vom Baum ausgesät werden, häufig sehr langsam, nach Cardozo (III) zum Teil erst nach 5 Jahren keimen. Daß von den auf den Saatbeeten ausgelegten Samen ein Teil erst nach Jahren keimte, habe ich ebenfalls in Amani mehrfach beobachten können. Auf einer ca. 2 Jahre alten Pflanzung konnte ich auch wahrnehmen, daß in der Nähe der großen Bäume sich noch sehr junge Pflanzen entwickelt hatten, die sicher von der ursprünglich ausgelegten Saat stammten und erst mindestens 1 Jahr nach der Aussaat gekeimt waren.

Nach den in Deutsch-Ostafrika gemachten Erfahrungen, die übrigens nach d'Almeida (I, 20) mit den in Brasilien gemachten übereinstimmen, keimen Samen, die etwa 1 Jahr alt sind, schneller als frische. Nach einer Mitteilung im Culturgids keimten von alter Saat 70 %, von frischer nur 20—25 %. Alte Saat dürfte somit, wo sie zu beschaffen ist, auf alle Fälle den Vorzug verdienen. Wir werden jedoch im nächsten Abschnitt sehen, daß man auch frische Saat durch entsprechende Vorbehandlung relativ schnell zur Keimung bringen kann und es ist deshalb auch die Beschaffung vorjähriger Saat keineswegs unbedingt erforderlich.

Bei Berechnung der erforderlichen Saatmenge ist zu beachten, daß bei *Manihot Glaziovii* auf 1 kg ca. 1400—1800 Samen kommen. Man wird aber gut tun, stets eine bedeutend größere Menge von Samen zu bestellen, als später Bäume gepflanzt werden sollen. Bei der direkten Aussaat der angekeimten Saat wird man zweckmäßig etwa 4—6 Samen in jedes Pflanzloch legen und hat außerdem noch damit zu rechnen, daß ein Teil der Samen nicht rechtzeitig zum Ankeimen zu bringen sein wird.

Bei der Aussaat auf den Saatbeeten wird man schon deshalb eine größere Anzahl von Samen aussäen müssen als später erforderlich, um beim Auspflanzen die kräftigsten Pflanzen auslesen zu können. Auch werden eventuell zum Nachpflanzen und zum Ersatz für schlecht wachsende Bäumchen später noch Pflanzen nötig sein. Man wird auf alle Fälle gut tun, mindestens fünfmal so viel Samen zu bestellen als später Bäume vorhanden sein sollen, also z. B. bei einer Pflanzweite von 4/4 m mindestens 2 kg pro Hektar.

B. Die Vorbereitung der Saat (das Ankeimen).

Für den Plantagenbetrieb dürfte die nachfolgende, in Deutsch-Ostafrika vielfach angewandte Methode die am meisten zu emp-

fehlende sein: Die Samen werden an einem sonnigen Platze in etwa 5 cm dicker Schicht auf dem Boden ausgebreitet und jeden Tag 2—3mal begossen. Stellenweise werden sie auch noch mit Jutesäcken oder dergleichen bedeckt. Die harte Samenschale wird dann durch die gleichzeitige Wirkung von Wärme und Feuchtigkeit erweicht und nach 8—14 Tagen beginnen einzelne Samen zu platzen. Man kann dann damit beginnen, die aufgeplatzten Samen auszulesen und je nach der gewählten Pflanzmethode auszulegen.

Man kann aber auch die in dieser Weise behandelten Samen wieder trocken werden lassen und nach dem Auslesen der bereits geplatzten Samen längere Zeit aufstapeln oder nach anderen Orten versenden. Nach Mitteilung des Herrn B. Reichel (Kwamodoro) sollen sie in diesem Zustande lange Zeit aufbewahrt werden können, bei späterer Aussaat aber schnell keimen.

Außerdem konnte ich mich davon überzeugen, daß auch durch Anschleifen der Samenschale die Keimung stark befördert werden kann. Das Anschleifen geschieht zweckmäßig mit einem rotierenden Schleifstein. Es erwies sich dabei aber nicht als zweckmäßig, wie dies von verschiedenen Autoren empfohlen wurde, das spitze Ende der Samen so lange anzuschleifen, bis das weiße Innere des Samens durchzuschimmern beginnt. Da sich, wie auch Fig. 15 auf S. 11 zeigt, an dem spitzen Ende des Samens gerade die Wurzelspitze des in diesem enthaltenen Embryos befindet, kann diese bei der erwähnten Art des Anschleifens leicht verletzt und dadurch die normale Entwicklung der Pflanze gestört werden. Es hat sich denn auch als zweckmäßiger erwiesen, die Samen nicht an der Spitze selbst, sondern seitlich von derselben und zwar an beiden Seiten etwas anzuschleifen. Bei zu tiefem Anschleifen könnte so höchstens der Rand der Kotyledonen etwas verletzt werden, was für die Entwicklung der Keimpflanze nicht von Bedeutung sein würde.

Die in dieser Weise angeschliffene Saat habe ich dann, wenn sie keimen sollte, in ein Gefäß mit Wasser geschüttet, in dem sie ca. 24 Stunden verblieb. Dann wurde das Wasser abgeschüttet und wurden die Samen nur durch Bedecken mit Sackzeug oder dergleichen feucht gehalten. Bei einem derartigen Versuche waren von 677 frischen Samen

in den ersten 8 Tagen nach dem Befeuchten 356 oder 53 %,
nach weiteren 8 Tagen noch 123 oder 18 % und
nach weiteren 11 Tagen noch 25 oder 4 % geplatzt.

Bei meinen Züchtungsversuchen habe ich die so vorbereiteten Samen mit gutem Erfolg verwandt. Im Großen dürfte allerdings die zuerst beschriebene Methode dort, wo ausreichende Sonnenwärme vorhanden ist, den Vorzug verdienen, denn das Anschleifen der Samen ist immerhin mit einigen Kosten verbunden. Nach Moulay (I, 17) soll allerdings ein Knabe in einem Tage 3000 Samen anschleifen können. Es dürfte dies aber nur möglich sein, wenn man sich beim Anschleifen einer Klemme bedient, mit der gleichzeitig eine größere Zahl von Samen erfaßt und angeschliffen werden kann.

Erwähnen will ich an dieser Stelle noch die von Bemelmans (I, 3) empfohlene Methode, nach der die Samen nicht angeschliffen, sondern die Spitze derselben mit einer Zange abgekniffen werden soll. Ein Knabe soll in dieser Weise in einem Tage 1500—2000 Samen präparieren können. Nach dieser Art der Behandlung sollen in 10 Tagen 30—60 % keimen.

Nach einer Mitteilung im Cultuurgids (1911, I, 185) soll die Gefahr der Beschädigung der Samen nicht so groß sein, wenn nicht nur die vorderste Spitze des Samens abgekniffen wird, sondern beim Abkniffen die vorderste Spitze des Embryos vollständig bloßgelegt wird. Dahingegen sollen dann aber die Samenblätter nicht die Kraft haben, die harte Samenschale zu spalten, so daß bei einer großen Anzahl von Pflanzen die Kotyledonen in der Samenschale stecken bleiben und verfaulen. Auch werden von dem bloßgelegten Kerne leicht Ameisen angelockt, die einen großen Teil der Samen vernichten können. Ist aber die abgekniffene Öffnung sehr klein, so ist die Gefahr der Beschädigung durch Ameisen geringer und ferner platzt die Samenschale wie bei der natürlichen Keimung. Es sollen in Java durch Ankniffen in einem Falle 90 % der Samen zum Keimen gebracht sein; im allgemeinen befriedigte die Methode aber nicht.

van Romburgh (I, 109) empfiehlt schließlich die Verletzung der Samenschale in der Weise auszuführen, daß die Samen in einem gleichzeitig Sand enthaltenden Behälter stark frottiert werden.

Von verschiedenen Autoren wurde auch empfohlen, die Keimung der Samen durch mehr oder wenig langes Einweichen in kaltem oder warmem Wasser zu beschleunigen. Ich habe aber bei zahlreichen derartigen Versuchen keine wesentliche Beschleunigung der Keimung erzielen können und auch Davis (I, 19) konnte dadurch, daß er die Samen vor der Aussaat 1—5 Wochen in Wasser quellen ließ, keine Beschleunigung der Keimung bewirken. Ich will mich deshalb auch an dieser Stelle darauf beschränken, die von den verschiedenen Autoren gemachten Angaben kurz zusammenzustellen:

Nach Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 34) sollen Samen, die 6 Tage in Wasser gelegen haben, in der 4. Woche nach der Aussaat keimen.

Gruber (I, 22) empfiehlt die Samen 14 Tage lang in Wasser zu weichen; es sollen dann ein Viertel bis ein Drittel der Samen binnen 3—5 Wochen keimen.

Moulay (II, 17) empfiehlt, die Samen zunächst 6 Stunden lang bei 70° C in 10%iger Eisenvitriollösung liegen zu lassen. Auf 2 kg Samen soll 1 l dieser Lösung genügen. Mit der gleichen Lösung sollen auch die Samen beim Aussäen oder die Erde, in die man sie aussät, benetzt werden.

In The trop. Agricult. (XXVI, p. 101) wird empfohlen, die Samen in kochendes Wasser zu tauchen und dasselbe 5—10 Minuten kochen zu lassen oder dasselbe langsam erkalten zu lassen und dann die Samen aus demselben herauszunehmen. Die Samen sollen dann mit einer Schicht Pferdemist bedeckt werden, wodurch die Keimung beschleunigt wird.

In dem gleichen Journal (XXXIII, p. 472) wird empfohlen, in eine Kiste zunächst 15 cm hoch Pferdemist zu schütten, darauf dann die Samen zu legen und darüber 2½ cm hoch Pferdemist mit etwas Sand vermischen. Die Kiste wird dann in der Sonne oder an einem warmen Orte aufgestellt. Die Packung soll möglichst locker sein.

Smith und Bradford (I, 10) empfehlen, die Samen mit kochendem Wasser zu begießen und in diesem 24 Stunden zu belassen oder die Samen zunächst in Wasser quellen und dann in einer „sun box“, einer kleinen Kiste, die auf der Innenseite schwarz angestrichen und mit einer Glasplatte bedeckt ist, keimen zu lassen. Dieselben in Warmbeeten über frischem Stallmist keimen zu lassen wird weniger empfohlen, weil dadurch häufig Pilzinfektionen bewirkt würden.

C. Die direkte Aussaat.

Wenn die Samen direkt an Ort und Stelle ausgelegt werden, so erreicht man hierdurch den Vorteil, daß die Entwicklung der Pflanzen nicht unterbrochen wird und daß namentlich auch das Wurzelsystem ungestört weiter wachsen kann. Es wird auch vielfach behauptet, daß man auf diese Weise kräftigere Pflanzen erhält. Auf der anderen Seite erfordert aber die Pflege der über ein großes Gebiet verteilten jungen Pflanzen, die auf keinen Fall von Unkraut überwuchert werden dürfen, bedeutend mehr Arbeit als bei den auf den Saatbeeten dicht nebeneinander stehenden Pflanzen. Auch ist es bei diesen leichter, die kräftigsten auszulesen und zur Nachzucht zu verwenden. Schließ-

lich ist noch zu beachten, daß die jungen Bäumchen in vielen Gegenden besonders häufig durch wilde Schweine, Antilopen und dergleichen beschädigt werden und daß es naturgemäß viel schwieriger ist, die ganze Pflanzung gegen diese Schädlinge zu schützen, als die einen relativ geringen Raum einnehmenden Saatbeete.

Auf alle Fälle wird man bei der direkten Aussaat an jede Stelle eine größere Anzahl (etwa 4—6) Samen bringen und dieselben nach einer der oben beschriebenen Methoden vorher ankeimen lassen, um die Entwicklung möglichst zu befördern. Man legt diese Samen zweckmäßig nicht allzu dicht zusammen, etwa mit Abständen von 5—10 cm, damit beim späteren Ausreißen der sich weniger gut entwickelnden Pflanzen die an jeder Stelle zurückbleibende in der Entwicklung nicht gestört wird. Befinden sich an einer Pflanzstelle mehrere gut entwickelte Pflanzen, so kann man die zu entfernenden zum Nachpflanzen benutzen.

Die Zeit der Aussaat richtet sich in erster Linie nach den klimatischen Bedingungen des Standortes und wird im allgemeinen so zu wählen sein, daß die jungen Pflanzen möglichst viel Regen bekommen, so daß sie sich noch kräftig entwickeln können.

Die Erfahrung hat nun aber gelehrt, daß in den Nordbezirken von Deutsch-Ostafrika, in denen, wie wir bereits S. 27 sahen, zwei getrennte Regenzeiten vorhanden sind, die in der kleinen Regenzeit ausgelegte Saat hochstämmigere Bäume liefert, wie die in der großen Regenzeit ausgelegte. Es hängt dies höchst wahrscheinlich damit zusammen, daß in den Nordbezirken von Deutsch-Ostafrika die Hauptblütezeit von *Manihot Glaziovii* in die Monate November und Dezember fällt. Dann sind die aus der kleinen Regenzeit stammenden Pflanzen noch zu klein, um zu blühen und entwickeln ihre Blüten meist erst im folgenden Jahre, wenn der Stamm bereits eine bedeutende Höhe erreicht hat. Die Pflanzen aus dem Beginn der großen Regenzeit werden aber bereits im November oder Dezember des ersten Jahres eine solche Entwicklung erreicht haben, daß sie imstande sind zu blühen. Vielleicht wird aber auch durch die verminderte Temperatur eine Wachstumsstockung, die zur Blütenbildung führt, hervorgerufen.

Auf alle Fälle würde es in den Nordbezirken von Deutsch-Ostafrika, wenn man nur auf die Ausbildung des Stammes Rücksicht zu nehmen hätte, von Vorteil sein, ausschließlich die kleine Regenzeit zur Aussaat zu benutzen. Zu berücksichtigen ist nun aber, daß gerade in den genannten Bezirken die kleine Regenzeit nicht selten so schwach ist, daß sich die jungen Pflanzen nicht mehr hinreichend entwickeln können, um die nachfolgende heiße und trockene Zeit ohne Schaden ertragen zu können.

Im Süden von Deutsch-Ostafrika ist nur eine Regenzeit vorhanden. Hier hat man also überhaupt keine Wahl.

Mag man sich nun aber auch für die große oder kleine Regenzeit entscheiden, so wird man jedenfalls gut tun, die Samen möglichst früh in den Boden zu bringen, damit die jungen Pflanzen möglichst lange von der Regenzeit profitieren können. Noch nicht angekeimte Saat kann man auch unbedenklich einige Wochen vor dem Einsetzen der Regenzeit aussäen. Sie werden dadurch in keiner Weise beschädigt; im Gegenteil wird die Keimung nach Durchfeuchtung des Bodens schneller stattfinden, wenn die Samen längere Zeit in dem von der Sonne erwärmten Boden gelegen haben.

D. Die Aussaat in Pflanzkörben.

Wenn man die angekeimten Samen zunächst in Pflanzkörbe auslegt, so hat dies den Vorteil, daß man die erste Entwicklung der jungen Pflanzen besser überwachen und dieselben dann leichter ohne Störung ihres Wurzelsystems auspflanzen kann. Man ist in diesem Fall auch von der Witterung unabhängiger und empfiehlt es sich, diese Methode namentlich beim Nachpflanzen zu verwenden.

Die Pflanzkörbe werden in Deutsch-Ostafrika namentlich aus den Blattscheiden von Bananen hergestellt. Zu dem gleichen Zwecke kann man aber auch Pflanzkörbe aus *Pandanus*-Blättern, aus gespaltenen Stengelstreifen von Bambusarten geflochtene Körbchen oder auch Glieder von Bambusstengeln verwenden. Die letzteren werden zweckmäßig vorher in der Längsrichtung gespalten und wieder zusammengebunden, damit sie beim späteren Auspflanzen leicht von dem Erdballen losgelöst werden können. Wollte man denselben mit den Bambusgliedern in den Boden bringen, so besteht die Gefahr, daß diese im Boden nicht schnell genug verfaulen und für die Entwicklung der *Manihot*-Wurzeln ein Hindernis bieten. Die aus Bananenscheiden hergestellten Körbchen kann man dagegen ohne Bedenken mit in die Erde bringen, da sie in dieser schneller verfaulen.

Erwähnt sei schließlich noch, daß von Smith und Bradford (I) auch die Blätter von *Cordyline terminalis*, sowie Töpfe, die aus festem paraffiniertem Manilapapier hergestellt sind, zum Einlegen der Samen empfohlen wurden.

E. Die Anzucht auf Saatbeeten.

Die Saatbeete werden naturgemäß am besten so angelegt, daß der Transport nach den Orten, an denen später gepflanzt werden soll, möglichst wenig Arbeit verursacht. Es wird dies allerdings nicht immer möglich sein, denn es ist auch notwendig, daß an der betreffenden Stelle für das spätere Begießen ausreichende Wassermengen zu beschaffen sind. Wünschenswert ist auch ein möglichst ebenes Terrain, damit bei starken Regengüssen keine Abspülung des Bodens stattfinden kann. Eventuell ist durch Ziehen eines Grabens am oberen Rande der Saatbeete zu verhindern, daß größere Wassermengen über die Saatbeete hinfließen.

Der für die Saatbeete bestimmte Boden sollte womöglich ziemlich leicht und nährstoffreich sein.

Wo Wildschweine, Stachelschweine, Antilopen und dergleichen vorkommen, sind die Saatbeete durch eine dichte Umzäunung gegen diese möglichst zu schützen.

Die einzelnen Saatbeete macht man zweckmäßig 1—1,2 m breit mit schmalen Wegen dazwischen. Zur Aussaat auf denselben kann man mit Vorteil angekeimte Samen benutzen. Dieselben kommen zweckmäßig etwa 2 cm tief in die Erde. Die Entfernung, in der man die Samen auslegt, richtet sich nach der Zeit, in der man die Pflanzen auspflanzen will und hat man dieselbe so zu wählen, daß sich die Pflanzen bis zu dieser Zeit normal entwickeln können. Will man die Pflanzen jung verpflanzen, genügt eine Pflanzweite von 10—15 cm, bei späterem Auspflanzen nimmt man eine Pflanzweite von 20—30 cm.

Man kann auch die Samen auf den Saatbeeten ganz dicht säen und die jungen Pflanzen später nochmals verpflanzen. So empfiehlt Cardozo (VIII) die jungen Pflänzchen etwa 14 Tage nach dem Keimen von den Saatbeeten auf Pflanzbeete zu übertragen, auf denen

sie in Abständen von 50—60 cm ausgepflanzt werden. Sie sollen auf diesen dann 1 Jahr lang verbleiben, damit vor dem definitiven Auspflanzen eine genaue Auswahl stattfinden kann. Die Bäume haben dann eine Höhe von 0,6—2 m erreicht mit einem Stammumfang von 2—10 cm und es werden von denselben nur diejenigen zur Auspflanzung verwendet, deren Stamm dick und gut gewachsen, eine Höhe von mindestens 1,80 m besitzt und einen dicken, undurchsichtigen und nicht klebrigen Milchsaft austreten läßt. Mit Rücksicht auf das spätere Zapfen legt Cardozo auch besonderen Wert darauf, daß die Stämme vertikal aufrecht gewachsen sind und sich nicht unterhalb einer Höhe von 1,80 m verzweigen. Alle Bäume, die den obigen Anforderungen nicht entsprechen, werden vernichtet. In der Tat ist auch vor dem Auspflanzen eine um so gründlichere Auslese möglich, je länger man die Pflanzen auf den Saatbeeten beläßt, vorausgesetzt, daß man ihnen zur normalen Entwicklung hinreichenden Raum gewährt.

Um Insekten fernzuhalten, wurde empfohlen, die Saatbeete mit Asche oder Holzkohle zu bestreuen.

Eine Beschattung der Saatbeete ist nicht erforderlich, scheint sogar für die normale Entwicklung der jungen Pflanzen eher hinderlich zu sein. Dieselben müssen aber, wenn nicht genügend Regen fällt, reichlich begossen werden.

II. Die Anzucht aus Stecklingen.

Da an den aus Stecklingen gezüchteten Pflanzen die Charaktere der Mutterpflanzen besser erhalten bleiben, als bei der Vermehrung



Fig. 34. Zweigsteckling von *Manihot Glaziovii*. 10 Monate alt. Amani.

durch Saat, kann die Anzucht aus Stecklingen zweckmäßig bei Züchtungsversuchen verwandt werden. Es ist aber hierbei zu beachten,

daß Zweige von älteren Bäumen, wenn sie als Stecklinge verwandt werden, allgemein Pflanzen liefern, die sich bald wieder verzweigen und häufig zunächst ein mehr buschartiges Aussehen haben, wie die auf Fig. 34 abgebildete Pflanze. Es ist hierbei gleichgültig, ob der Baum, von dem der Steckling entnommen war, einen hohen Stamm besaß oder niedrig verzweigt war.



Fig. 35. Stammsteckling vom *Manihot Glaziovii*.
11 Monate alt. Amani.

Bei den Zweigstecklingen ist die schnelle Verzweigung offenbar eine Folge davon, daß die in der Krone eines Baumes befindlichen Zweige sich im Laufe ihrer normalen Entwicklung schnell wieder verzweigen und infolgedessen auch dann, wenn sie von der Mutterpflanze losgelöst sind, sich schnell verzweigende Triebe bilden.

Verwendet man nun aber als Stecklinge Stücke von senkrecht emporgewachsenen Stämmen junger Bäume, so erhält man im allgemeinen senkrecht emporgewachsene und hoch verzweigte Stämme, wie dies auch auf Fig. 35 zu beobachten ist.

Nach meinen bisherigen Erfahrungen eignen sich am besten zu Stecklingen Stammstücke von ca. 30 cm Länge und 4–6 cm Dicke. Dieselben kommen

bis etwa zur Hälfte in den Boden. Von den sich an denselben bildenden Ausläufern sind möglichst bald alle bis auf den kräftigsten zu entfernen.

Erwähnt sei noch, daß nach den Angaben verschiedener Autoren, die aus Stecklingen gezüchteten Pflanzen weniger tiefgehende Wurzeln bilden und infolgedessen den Winden und der Trockenheit weniger gut widerstehen sollen, wie aus Saat gezüchtete Bäume. Ich habe aber bisher keine Beobachtungen machen können, durch die die Richtigkeit dieser Behauptung bewiesen würde.

6. Das Auspflanzen.

Für die auf den Saatbeeten herangezüchteten Pflanzen ist es notwendig, daß sie einige Zeit nach dem Verpflanzen zum Anwachsen

und zu ihrer ersten Entwicklung genügende Regenmengen erhalten. Mit Rücksicht hierauf würde in den Nordbezirken unserer Kolonie der Anfang der großen Regenzeit der passendste Zeitpunkt für das Auspflanzen sein. Namentlich zurückgeschnittene Pflanzen können aber auch sehr gut zu Beginn der kleinen Regenzeit ausgepflanzt werden. Jedenfalls sollte das Auspflanzen aber nicht an heißen und sonnigen Tagen geschehen, da die Pflanzen dann leicht welken und namentlich auch die Wurzeln beschädigt werden können. Am günstigsten sind Tage mit bedecktem Himmel oder schwachem Regen, und wählt man zum Auspflanzen am besten die ersten Morgenstunden oder die Zeit nach etwa 4 Uhr nachmittags. Tage mit starkem Regen sind dagegen ebenfalls nicht günstig für das Auspflanzen, weil dann der Boden leicht

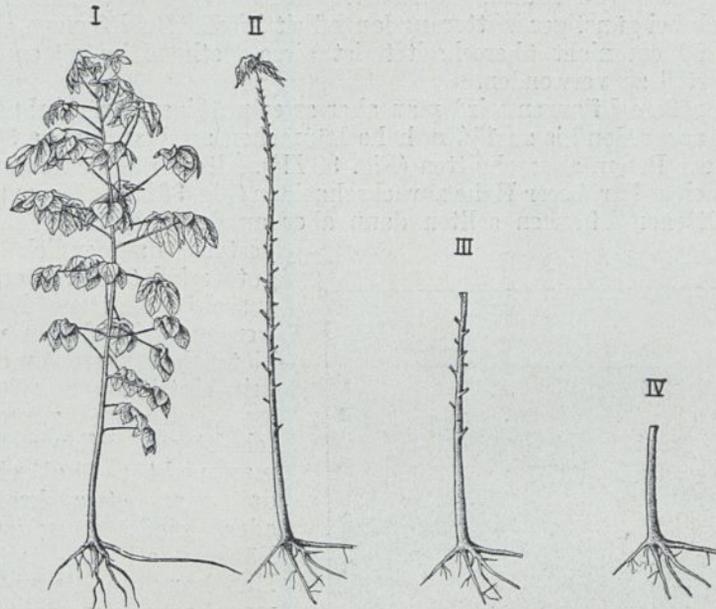


Fig. 36. Schema für das Zurückschneiden der Bäume vor dem Auspflanzen.

zu feucht und durch den Regen die Aufsicht über das Pflanzen erschwert wird.

Das Alter der Pflanzen kann beim Auspflanzen ein sehr verschiedenes sein. Kleine Pflanzen, etwa solche von ca. 10—15 cm Höhe bieten den Vorteil, daß sie leichter zu transportieren sind, und im allgemeinen auch schneller anwachsen. Natürlich müssen dieselben aber längere Zeit sorgfältig überwacht werden, damit sie auf keinen Fall von Unkraut überwuchert werden. Auch sind sie den Angriffen mancher Insekten und anderer Schädlinge mehr ausgesetzt als größere Pflanzen.

Wenn man die Pflanzen länger auf den Saatbeeten beläßt, so ist es ferner besser möglich, eine Auswahl zwischen den verschieden kräftig wachsenden Pflanzen zu treffen.

Wünschenswert wäre es ja auch, mit dem Auspflanzen so lange zu warten, bis man feststellen kann, ob die Pflanzen auch reichlich Milchsaff liefern. Die Entscheidung hierüber dürfte aber auch bei

einjährigen Pflanzen noch schwierig auszuführen sein und wird diese Art der Zuchtwahl wohl im allgemeinen in der Praxis nicht durchzuführen sein.

Wenn man sich aber dazu entschlossen hat, die Pflanzen auf den Saatbeeten zu belassen, bis sie eine Höhe von über 30 cm erreicht haben, so wird man dieselben vor dem Auspflanzen beschneiden müssen, und zwar kann dies in verschiedener Weise geschehen: Man kann zunächst, wie in dem nebenstehenden Schema (Fig. 36 II) angedeutet ist, alle größeren Blätter von den Pflanzen abschneiden, die Spitzen aber an denselben belassen. Diese Art der Verpflanzung, die auch z. B. bei Chininbäumen vielfach angewandt wird, bietet den Vorteil, daß die Pflanzen sofort weiter wachsen können und nicht nötig haben, erst wieder eine neue Spitze zu bilden. Erfahrungsgemäß ist auch die Stammspitze von *Manihot Glaziovii* relativ wenig empfindlich und hält sich bei günstiger Witterung lange Zeit frisch. Bei Pflanzen, deren Länge 50 cm nicht überschreitet, ist diese Methode im allgemeinen mit Vorteil zu verwenden.

Größere Pflanzen wird man aber zweckmäßiger zurückschneiden und zwar werden bis zu $1\frac{1}{2}$ m hohe Bäumchen am besten etwa 30 cm über dem Boden abgeschnitten (Fig. 36 IV). Ältere Bäume kann man aber auch auf größerer Höhe zurückschneiden (Fig. 36 III). Die zurückgeschnittenen Pflanzen sollten dann aber an der Schnittfläche mindestens daumendick und gut verholzt sein. Derartig zurückgeschnittene Bäume werden weniger leiden, wenn plötzlich längere Trockenheit eintritt.



Fig. 37. *Manihot Glaziovii*. Spitze von einer zurückgeschnittenen Pflanze, einen Monat nach dem Zurückschneiden.

Bei den zurückgeschnittenen Pflanzen hat man nicht zu befürchten, daß man etwa krumme oder niedrig verzweigte Bäume erhalten würde. Man kann an diesen vielmehr beobachten, daß unter günstigen Bedingungen bald nach dem Auspflanzen aus den Blattwinkeln, resp. über den Blattnarben, eine Anzahl von senkrecht emporwachsenden Sprossen austreibt, von denen natürlich möglichst frühzeitig alle

bis auf den kräftigsten, im allgemeinen den obersten, entfernt werden müssen. Naturgemäß wird dann zunächst an der Stelle, an der der Ausläufer auswächst, eine kleine Biegung vorhanden sein. Später verwächst diese Biegung aber vollständig, indem das oberhalb derselben befindliche Stammstück glatt abgeworfen wird. Zwei Stadien dieses Prozesses sind in den nebenstehenden Figuren abgebildet. Fig. 37 zeigt zunächst, wie der oberhalb des Ausläufers befindliche Stumpf abstirbt und sich der lebende Teil des Stammes durch eine schräg verlaufende Linie gegen diesen Stumpf scharf abgrenzt.



Fig. 38. *Manihot Glaziovii*. 1 Jahr 7 Monate alte Pflanzung. Die Bäume waren vor dem Auspflanzen auf ca. 1 m Höhe zurückgeschnitten.

Ein vorgeschrittenes Stadium zeigen die Fig. 38 u. 39. Dieselben sind nach Photographien, die auf der Pflanzung Magunga genommen wurden, angefertigt. Auf derselben wurden sehr große Pflanzen zum Auspflanzen verwandt und es wurden dieselben bis zu einer Höhe von ca. 1 m zurückgeschnitten. In der Zeit, in der die Aufnahmen stattfanden — ca. 19 Monate nach dem Auspflanzen — war nun die Stelle, an der der junge Trieb ausgewachsen war, zwar noch deutlich zu er-

kennen; wie aber namentlich an der Fig. 39 zu beobachten ist, war die Verwachsung schon eine so vollkommene, daß diese Stämme auch nach der Kelway-Bamberschen oder ähnlichen Methoden gut hätten angezapft werden können. Bevor die Stämme zapfreif werden, wird voraussichtlich die Verwachsungsstelle überhaupt nicht mehr zu erkennen sein.



Fig. 39. Stammstück eines Baumes von Fig. 38, die Vernarbung zwischen Stamm und Ausläufer zeigend.

Die Behandlung des Wurzelsystems richtet sich beim Auspflanzen in erster Linie nach der Größe der Pflanze. Bei jungen Pflanzen, die sich in Bastkörben oder dergleichen befinden, hat man namentlich darauf zu achten, daß etwa aus den Erdklumpen hervorragende Wurzeln, namentlich die eventuell durch den Bastkorb hindurch gewachsenen Pfahlwurzeln, ohne Beschädigung in den Boden kommen oder, wenn dies nicht möglich ist, glatt abgeschnitten werden.

Werden die Pflanzen dagegen ohne Benutzung von Bastkörben direkt von den Saatbeeten ausgepflanzt, so kann dies bei jungen Pflanzen in der Weise geschehen, daß man die Erde möglichst an den Wurzeln beläßt. Man muß dann die Saatbeete vor der Entnahme der Pflanzen gut befeuchten, so daß man mit dem Buschmesser oder Spaten einen kubischen Erdklumpen daraus herausschneiden kann. Die ausgehobenen Pflanzen sind dann in Kisten nach den Pflanzstellen zu transportieren und es sind hierbei alle starken Erschütterungen möglichst zu vermeiden.

Namentlich bei einigermaßen großen Pflanzen wird es aber im allgemeinen nicht möglich sein, dieselben mit dem ganzen Erdklumpen zu verpflanzen. In diesem Falle hat man besonders darauf zu achten, daß alle irgendwie beschädigten Teile des Wurzelsystems über der verletzten Stelle glatt abgeschnitten werden. Auch ist das Wurzelsystem bis zum Auspflanzen sorgfältig gegen direkte Besonnung zu schützen, am besten mit Bananenblättern oder dergleichen zu bedecken.

Beim Auspflanzen ist ferner besonders darauf zu achten, daß die Wurzeln in normaler Lage, also in der gleichen Orientierung wie sie sich früher befunden hatten, in den Boden gebracht werden. Man muß zu diesem Zwecke in das zuvor wieder angefüllte Pflanzloch ein je nach der Größe des Wurzelsystems verschiedenes großes Loch graben. Nach dem Pflanzen ist die Erde etwas anzudrücken und hat man hierbei namentlich auch darauf zu achten, daß der Stamm in eine genau vertikale Lage kommt.

Namentlich bei irgendwie geneigtem Terrain ist auch darauf zu achten, daß die Pflanzen nicht zu hoch über den Erdboden zu stehen kommen. Wird nämlich die Erde über den Pflanzlöchern höher angehäuft, so besteht die Gefahr, daß das Wurzelsystem später durch Abspülen dieser Anhäufungen zu sehr bloßgelegt wird.

7. Das Nachpflanzen.

Wenn die an Ort und Stelle ausgelegte Saat unregelmäßig aufgegangen oder die jungen Keimpflanzen durch irgendwelche Schädlinge vernichtet sind, so wird man gut tun, an den Fehlstellen möglichst bald durch Nachsäen für Ersatz zu sorgen. Um die Keimung möglichst zu beschleunigen, wird man in diesem Falle zweckmäßig angekeimte Saat verwenden, wenn die Witterung dies gestattet.

Ebenso wird man auch von den zunächst auf Saatbeeten herangezüchteten Pflanzen diejenigen, die sich nach dem Auspflanzen schlecht entwickeln oder absterben, möglichst bald durch neue gesunde Pflanzen ersetzen, und wird gut tun, zu diesem Zweck auf den Saatbeeten eine beträchtliche Anzahl von Pflanzen in Reserve zu halten. Man kann zu diesem Zwecke aber auch sehr gut an den Rändern der Pflanzung und dergleichen aus der spontan ausgesäten Saat zur Entwicklung gelangte Pflanzen benutzen, vorausgesetzt, daß diese sich kräftig entwickeln konnten und nicht geil emporgeschossen sind.

Auf alle Fälle wird man zweckmäßig möglichst bald mit dem Nachpflanzen beginnen, namentlich, wenn man sich zu einer weiten Pflanzweise entschlossen hat. Auch später wird man zweckmäßig möglichst bald alle entstandenen Lücken durch neue Pflanzen ausfüllen. Wenn die Bäume aber erst einmal eine solche Größe erreicht haben, daß sie mit ihren Kronen zusammenschließen, wird man nur

dort nachpflanzen, wo größere Lücken vorhanden sind. Von den unter einem dichten Laubdach ausgepflanzten Bäumen wird man niemals kräftige, zapffähige Bäume erwarten können.

8. Das Ausdünnen.

Wenn die Anzucht der Pflanzen durch direktes Auslegen der Samen in der Pflanzung selbst geschah, so werden von den an jeder Pflanzstelle ausgelegten Samen im allgemeinen mehrere zur Keimung gelangen und es sind dann von diesen Pflanzen alle bis auf die kräftigste zu entfernen. Schon mit Rücksicht auf etwaige Beschädigungen durch Insekten und andere Schädlinge wird man im allgemeinen gut tun, dies Ausdünnen nicht zu früh stattfinden zu lassen. Man ist dann auch besser in der Lage, zwischen den an jeder Pflanzstelle befindlichen Pflanzen eine Auswahl zu treffen. Man darf mit dem Ausdünnen aber auch nicht so lange warten, bis die Bäumchen soweit herangewachsen sind, daß sie einander in ihrer Entwicklung beeinträchtigen. Die zu entfernenden Pflanzen sind möglichst mit der Wurzel auszureißen, was am besten gelingt, wenn der Boden durch Regen aufgeweicht ist. Wenn man die Pflanzen nur dicht am Boden abhauen würde, würden dieselben leicht wieder auswachsen können.

Befinden sich an einer Pflanzstelle mehrere gut entwickelte Pflanzen, so kann man, wenn die Witterung dies gestattet, die ausgerissenen zweckmäßig zum Nachpflanzen benutzen.

In Pflanzungen, die mit zu enger Pflanzweite angelegt sind, wird man gut tun, einen Teil der Bäume möglichst bald zu entfernen. Wenn irgend möglich, wird man die Bäume zweckmäßig nicht nur über dem Boden abhauen, sondern wenigstens den obersten Teil des Wurzelsystems mit ausgraben, weil sonst die Bäume fortwährend wieder austreiben würden. Auf alle Fälle ist dies Ausdünnen aber in einer älteren Pflanzung mit großen Kosten verbunden und wird man gut tun, wie bereits oben (vgl. S. 60) ausführlich besprochen wurde, lieber von vornherein eine ausreichende Pflanzweite zu wählen.

9. Die Entfernung schwacher, kranker und schlechten Kautschukgebender Bäume.

Bäume, die von vornherein eine schlechte Entwicklung zeigen, wird man zweckmäßig möglichst bald ausreißen und durch neue ersetzen. Dasselbe gilt auch von den die Rindenbräune (s. u.) zeigenden Bäumen. Erfahrungsgemäß ist es aber unbedenklich an Stellen, an denen Pflanzen mit Rindenbräune gestanden haben, sofort wieder neue Bäume auszupflanzen.

Soweit das vorhandene Personal die sachgemäße Durchführung einer solchen Maßregel gestattet, dürfte es sich auch empfehlen, alle Bäume, die wenig oder nicht koagulierbaren Kautschuk liefern, zu entfernen und, soweit die Kronen der umstehenden Bäume nicht bereits zusammenschließen, durch neue zu ersetzen.

Auf alle Fälle sollten aber in einer geschlossenen Pflanzung alle diejenigen Kautschukbäumchen, die sich aus der von den Bäumen ausgestreuten Saat spontan entwickelt haben, bei jeder Reinigung der Pflanzung mit entfernt werden. Zur Nachzucht sind diese geil aufgewachsenen Pflanzen doch nicht zu verwenden. Läßt man aber diese Pflanzen sich ungestört weiter entwickeln, so saugen sie den Boden

unnötig aus und beeinträchtigen dadurch die eigentliche Pflanzung. Dieselben deshalb anzuhalten, um, wenn durch Windbruch oder dergleichen Lücken in der Pflanzung entstehen, gleich einen Ersatz zur Hand zu haben, dürfte schon deshalb unzweckmäßig sein, weil man dann mit Rücksicht auf eine doch nur an einzelnen Stellen zu erwartende Eventualität hin, die ganze Pflanzung schädigen würde. Überdies werden die dünnen Stämmchen, die Jahre lang im Schatten gestanden haben, sich schwerlich zu normalen Bäumen entwickeln. Größere Lücken werden zweckmäßiger durch normale, eventuell stark zurückgeschnittene Bäumchen ausgefüllt.

10. Das Beschneiden der Bäume.

Bei dem Beschneiden der Bäume kann einerseits bezweckt werden, Stämme von einer gewissen Höhe zu züchten; andererseits kann dadurch auch eine Auslichtung dichter und zu stark verzweigter Kronen bewirkt werden. Es sollen nun im folgenden diese beiden Arten des Beschneidens etwas ausführlicher besprochen werden.

I. Die Züchtung hochstämmiger Bäume.

Bei Anwendung derjenigen Methoden, bei denen der Milchsaft in flüssiger Form aufgefangen wird, ist es durchaus notwendig, daß die Kautschukbäume einen geraden Stamm von einer gewissen Länge — etwa 2—2½ m — besitzen. Daß es aber auch für die nach der Lewamethode auszuführenden Zapfungen vorteilhafter ist, wenn die Bäume sich nicht bereits in geringer Höhe über dem Boden gabeln, wurde von mir (XIX) nachgewiesen. Man hat allerdings auch verschiedene Gründe angeführt, die zugunsten einer niedrigen Verzweigung sprechen sollen.

So wird zunächst geltend gemacht, daß hochstämmige Bäume leichter vom Winde umgebrochen werden, als solche mit niedriger Krone. Es kann auch in der Tat nicht bezweifelt werden, daß der Wind bei gleich großer Angriffsfläche die Bäume leichter abbrechen wird, wenn er an einem längeren Hebelarm ansetzt. Auf der anderen Seite habe ich nun aber nur relativ selten beobachtet, daß die Bäume durch den Wind ganz entwurzelt oder nahe der Basis abgebrochen wären. Viel häufiger sah ich, daß einzelne Zweige oder auch die ganze Krone nahe an ihrer Basis abgebrochen wurden. In diesem Falle kommt es nun aber in erster Linie auf die Ausdehnung der Krone, nicht aber auf die Länge des Stammes an.

Sodann wurde mehrfach zugunsten der tief verzweigten Bäume angeführt, daß die Zapfer in diesen leichter herumklettern können, um auch die Zweige, sobald sie eine gewisse Dicke erreicht haben, anzupapfen. Auch dieser Grund scheint mir nicht sehr stichhaltig, denn wenn die Bäume eine Stammhöhe von 2 m besitzen, so wird man sich zweckmäßig lange Zeit mit der Anzapfung des Stammes begnügen können. Will man aber später die Zweige auch anzapfen, so kann man sehr gut den Zapfern zum Erklimmen der Bäume geeignete Leitern mitgeben.

Von größerer Bedeutung scheint mir denn auch der dritte zugunsten der niedrig verzweigten Bäume angeführte Grund zu sein, nach dem diese eine größere Zapffläche besitzen und infolgedessen auch mehr Kautschuk liefern sollen, als unverzweigte Bäume. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei den Zweigen, wenn sie auch

zusammen eine größere Oberfläche besitzen wie der Stamm, die Dicke der Rinde sicher auch entsprechend geringer ist. Da nun ferner erfahrungsgemäß dünnere Stämme mit dünnerer Rinde im allgemeinen weniger Kautschuk liefern als dickere Stämme mit dickerer Rinde, so ist anzunehmen, daß auf die gleiche Fläche bezogen, die Zweige auch je nach ihrer Dicke entsprechend weniger Milchsaft liefern werden, wie der Stamm. Immerhin ist doch nicht ohne weiteres zu erweisen, daß in dieser Beziehung vollständige Proportionalität besteht und es erschien mir von Interesse, die genannte Frage durch exakte Versuche zu prüfen.

Ich verfuhr hierbei in der Weise, daß ich von unter den gleichen Bedingungen aufgewachsenen, vorher nicht angezapften Bäumen, solche, die einen niedrig verzweigten, und solche, die



Fig. 40. *Manihot Glaziovii*. Gegabelter Stamm
Ringförmige Flächen angezapft.

nach könnte es nun allerdings scheinen, als ob es vorteilhafter wäre, die Bäume sich schon in geringerer Tiefe verzweigen zu lassen, weil ja in der Tat diese Bäume in ihren oberen Teilen 12,1 % mehr Kautschuk geliefert haben.

Sollte sich nun aber bei ausgedehnteren Versuchen herausstellen, daß die Zweige noch etwas größere Kautschukmengen liefern als der Stamm, so würde daraus doch noch nicht zu folgern sein, daß die verzweigten Bäume vorteilhafter sind als die unverzweigten. Es ist hierbei ja noch zu berücksichtigen, daß bei den verzweigten Bäumen ein nicht erheblich größerer Ertrag sich auf eine bedeutend größere Fläche verteilt und daß infolgedessen auch die Zapfkosten bedeutend größere sein werden. Bei Berechnung auf die gleiche Fläche haben auch die Zweige im Durchschnitt 29,9 % weniger Kautschuk geliefert als der Stamm der gleichen

einen hoch verzweigten Stamm besaßen, in der gleichen Weise angezapfte. Bei den tief verzweigten Bäumen wurden zunächst, wie Fig. 40 zeigt, dicht über der Gabelung an den Zweigen 20 cm hohe Ringe und gleichzeitig 50 cm tiefer am Stamm ebenso hohe Ringe nach der Lewamethode angezapft. Zum Vergleich wurden dann ferner am Stamm von hoch verzweigten Bäumen (Fig. 41) ungefähr in gleicher Höhe und in gleicher Entfernung voneinander ebenfalls Ringe von 20 cm Höhe in der gleichen Weise angezapft. Die von den gleichartigen Ringen erhaltene Kautschukmenge wurde dann zusammen eingesammelt, in der Waschwalze gut gewaschen, getrocknet und gewogen.

Bei den in dieser Weise ausgeführten Versuchen war nun allerdings die von den Zweigen erhaltene Kautschukmenge etwas größer (im Durchschnitt 7,5 %) wie von den 50 cm tiefer am Stamm befindlichen Ringen. Bei den hochstämmigen Vergleichsbäumen wurde dagegen an den oberen Ringen etwas weniger (im Durchschnitt 4,6 %) Kautschuk erhalten wie an den unteren Ringen der gleichen Bäume. Hier-

Bäume, während die oberen Ringe der hochstämmigen Bäume pro Flächeneinheit im Durchschnitt 1,5 % mehr Kautschuk gaben als die unteren Ringe der gleichen Bäume. Es ist hierbei noch zu beachten, daß ich meine Versuche mit nur wenig verzweigten Bäumen (59 gliederten sich in 2, 14 in 3 Zweige) ausgeführt habe. Bei stärkerer Verzweigung würden die Verhältnisse für die verzweigten Bäume sicher noch ungünstiger liegen.

Ferner ist noch zu berücksichtigen, daß bei stark verzweigten Bäumen die Zweige häufig sehr schwer auf allen Seiten anzuzapfen sind und daß bei einigermaßen starker Neigung derselben meist ein nicht unbeträchtlicher Teil des Milchsaftees auf den Boden herabtröpfelt. Es erscheint mir somit auch für den Fall, daß die Lewamethode nicht von einer anderen Methode, bei der der Saft aufgefangen wird, verdrängt werden wird, vorteilhafter, die Bäume so zu züchten, daß sie einen 2—2,5 m hohen geraden Stamm besitzen.

Wie bereits auf S. 67 erörtert wurde, kann man in den Nordbezirken von Deutsch-

Ostafrika hochstämmigere Bäume dadurch erhalten, daß man zur Aussaat die kleine Regenzeit benutzt. Da dies nun aber keineswegs an allen Orten und in jedem Jahre möglich ist, ist es von Vorteil, auch noch andere Methoden kennen zu lernen, durch die hochstämmige Bäume gezüchtet werden können.

Daß zunächst durch engeres Pflanzen keine hochstämmigeren Bäume gezüchtet werden können, wurde bereits auf S. 57 nachgewiesen.

Es fragt sich nun, ob und eventuell in welcher Weise durch späteres Beschneiden der Bäume eine stärkere Verzweigung derselben verhindert werden kann.

Um nun zur Beantwortung dieser Frage Anhaltspunkte zu gewinnen, habe ich (XX) in Amani eine Versuchsreihe durchgeführt, die an dieser Stelle zunächst kurz beschrieben werden soll:

Bei derselben wurden ca. 5 Monate alte Bäume, die sich bereits sehr niedrig verzweigt hatten, nach drei verschiedenen Methoden beschnitten:

Bei Gruppe I wurde der Stamm 30—40 cm über dem Boden glatt abgeschnitten.



Fig. 41. *Manihot Glaziovii*. Stamm in zwei ringförmigen Flächen angezapft.

Bei Gruppe II wurde der Stamm dicht unter der untersten Gabelung abgeschnitten.

Bei Gruppe III wurden die Gabeläste, wie Fig. 42 zeigt, bis auf einen dicht am Stamm abgeschnitten, so daß ein der Vertikalen sich möglichst nähernder, aber doch immer etwas zickzackartig geknickter Stamm entstand. Bei dieser Gruppe wurde das Entfernen der inzwischen gebildeten Gabeläste einen Monat später nochmals in der gleichen Weise wiederholt.

Eine Gruppe IV bildeten endlich Pflanzen, die auf den Saatbeeten angezchtet und in der Zeit, in der die anderen Bäume beschnitten waren, an Stelle von abgestorbenen oder schlechten Pflanzen ausgesetzt waren.



Fig. 42. *Manihot Glaziovii*. Oberer Teil einer jungen zickzackartig beschnittenen Pflanze.

Es zeigte sich nun bei diesem Versuche, daß bei den Bäumen der Gruppe III die gegen die Vertikale geneigten Gabeläste sich auch dann, wenn die in gleicher Höhe entspringenden Gabeläste entfernt waren, nicht aufrichteten, und zwar war dies auch dann nicht der Fall, wenn dieselben sich noch in einem sehr jugendlichen Zustande befanden. Die Bäume der Gruppe III zeigten also dauernd mehr oder weniger starke zickzackartige Knickungen, wie dies auch an Fig. 43 zu erkennen ist. Ferner wurde auch beobachtet, daß die bei Gruppe III den Stamm abschließenden Zweige alsbald wieder blühen und neue Gabelungen bilden. Eine starke Verlängerung des Stammes ist also auf diese Weise nicht zu erreichen.

Bei den unterhalb der Gabelungen zurückgeschnittenen Bäumen bildeten sich dagegen alsbald neue Ausläufer, die senkrecht emporwuchsen, und wenn dieselben bis auf einen, den kräftigsten, entfernt waren, so fand zwischen dem ursprünglichen Stamm und dem Ausläufer eine so vollständige Verwachsung statt

daß die Verwachsungsstelle immer weniger deutlich zu erkennen war (vgl. auch S. 72).

Die bei den Bäumen der verschiedenen Gruppen gemessenen Dimensionen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

	Gruppe I Dicht über dem Boden abgeschnitten	Gruppe II Dicht unter der untersten Gabelung abgeschnitten	Gruppe III Gabeläste bis auf einen entfernt	Gruppe IV Nach- gepflanzt
Zahl der Bäume	46	36	35	60
Durchschnittliche Stamm- höhe vor dem Beschnei- den in cm	37	65	76	—
Zuwachs der Stammhöhe in cm	127	31	45	—
Gesamte Stammhöhe . . .	164	96	121	170
Stammumfang in 1 m Höhe in cm	22	25	25	19

Aus dieser Tabelle ist zunächst ersichtlich, daß die dicht unter der untersten Gabelung zurückgeschnittenen Bäume der Gruppe II sich viel schneller wieder verzweigen als die Bäume der Gruppe I, die dicht über dem Erdboden abgeschnitten waren. Die dicht über dem

Boden abgeschnittenen Bäume haben auch von den drei ersten Gruppen die höchsten Stämme geliefert. Noch etwas günstiger verhielten sich aber die nachgepflanzten Bäume der Gruppe IV, die infolge der günstigen Witterung sehr hohe Stämme gebildet haben.

Nach dem vorliegenden Versuche erscheint es somit am vorteilhaftesten, die tief verzweigten Bäume in geringer Entfernung über dem Erdboden zurückzuschneiden. Ich will aber nicht unerwähnt lassen, daß die auf einigen Pflanzungen ausgeführten ähnlichen Versuche zum Teil weniger befriedigende Resultate geliefert haben. Sehr wesentlich scheint auch für den Erfolg des Zurückschneidens die Jahreszeit zu sein, in der dasselbe geschieht. Soviel ich die Sache schon jetzt zu beurteilen vermag, erscheint es am vorteilhaftesten, die tief



Fig. 43. *Mahinot Glaziovii*. 1 Jahr 6 Monate alt. Im Alter von 6 Monaten wurden die jungen Zweige bis auf einen entfernt. Amani.

verzweigten Bäume schon im 1. Jahre und zwar kurz vor oder bei Beginn der kleinen Regenzeit ca. 30 cm vom Erdboden entfernt zurückzuschneiden.

Hervorheben möchte ich aber noch, daß das Beschneiden der Bäume nach dem Schema der Fig. 42 (Gruppe III des Versuches), das ich auf verschiedenen Pflanzungen angewandt fand, nirgends recht befriedigende Resultate gegeben hat. Die betreffenden Bäume bleiben Jahre lang zickzackartig gebogen oder einseitig gekrümmt, wie der in Fig. 44 abgebildete Baum. Bäume der letzten Art sind naturgemäß gegen Windbruch ganz besonders empfindlich.



Fig. 44. *Manihot Glaziovii*. Durch spätere Entfernung von Ästen auf einen Stamm gesetzt.

II. Die Durchlichtung der Krone.

Bei älteren, einigermaßen stark verzweigten Bäumen kann man sich leicht davon überzeugen, daß an diesen allmählich eine natürliche Durchlichtung stattfindet, indem alle im Wachstum zurückgebliebenen und von den kräftigeren Zweigen überragten Äste allmählich absterben, vertrocknen und abgeworfen werden. Die hierbei entstehende Wunde wird, wie Fig. 45 zeigt, schnell überwält, bildet aber häufig kleine zapfenartige Vorsprünge an den Zweigen.

Durch diese natürliche Durchlichtung wird nun das spätere Zapfen der Kronen in vielen Fällen nicht unerheblich erleichtert. Vielfach kann es aber doch zweckmäßig sein, diese Ausüstung zu beschleunigen, um bei dicht und niedrig verzweigten Bäumen wenigstens einige Äste bequem anzapfen zu können und dieselben in ihrem Wachstum möglichst zu befördern. Von Gruner (I, 124) wurde auch das Ausästen der Kronen empfohlen, um dadurch die Beschädigungen durch Windbruch zu vermindern. Schließlich wird man aber sicher auch gut tun, von Bäumen, die das Bestreben haben, ihre Zweige bis auf den Boden herabzusenken, die äußeren Zweige zu entfernen.

Das Auslichten geschieht in all diesen Fällen am besten in der Weise, daß die betreffenden Zweige dicht an ihrer Basis mit einer scharfen Säge abgesägt werden. Die entstehenden Wunden werden dann am schnellsten überwallen. Wenn das Absägen in der trockenen Jahreszeit geschieht, wird es im allgemeinen nicht erforderlich sein, die Wunden mit Teer, Baumwachs oder dergleichen zu bestreichen. In Amani habe ich wenigstens das Eindringen von Pilzen von den in keiner Weise abgeschlossenen Wunden aus in keinem Falle beobachtet. In termitenreichen Gegenden dürfte aber wohl ein Bestreichen der Wunden mit Holzkohlenteer oder dergleichen empfehlenswert sein.

11. Die Reinigung der Pflanzung und die Bodenbearbeitung.

Namentlich im ersten Jahre ist durch möglichst oft wiederholtes Reinigen dafür zu sorgen, daß die jungen Pflanzen nicht vom Unkraut überwachsen werden, da sie hierdurch in ihrer Entwicklung sehr beeinträchtigt werden würden. Es ist namentlich dafür zu sorgen, daß die unmittelbare Umgebung der jungen Pflanzen stets von Unkraut frei ist, damit dieselben nach allen Seiten hin ihre Blätter normal entwickeln können und auch in keiner Weise beschattet werden.

In sehr jungen und weit stehenden Pflanzungen kann man sich unter Umständen anfangs darauf beschränken, nur die unmittelbare Umgebung der Bäume oder 1—1½ m breite Streifen sorgfältig zu reinigen. Man wird bei diesen aber doch im allgemeinen gut tun, dafür zu sorgen, daß sich in den zwischenliegenden Streifen keine hohen Büsche und dergleichen entwickeln. Eventuell kann man diese von Zeit zu Zeit mit dem Buschmesser umschlagen.



Fig. 45. *Manihot Glaziovii*. Zeigt die Vernarbung nach Abwurf überwachsender Äste.

Später wird man aber jedenfalls am besten immer die ganze Pflanzung möglichst rein halten, denn auch die über das Unkraut emporgewachsenen Bäumchen werden in ihrer Entwicklung gestört, wenn der Boden mit Unkraut bedeckt ist. Es ist hierbei auch zu berücksichtigen, daß bei öfterem Reinigen die Kosten für die jedesmalige Reinigung erheblich geringer sind, als wenn man das Unkraut erst stark heranwachsen läßt.

Als besonders schädlich sind manche Gräser anzusehen, die wie die Quecken im Boden hinkriechende und denselben zu sehr abschließende Rhizome bilden. So hat sich im Moschibezirk eine dort als „*msangara*“ bezeichnete Grasart (wahrscheinlich *Digitaria usambarensis* Mez) als besonders schädlich erwiesen. Dieselbe breitet sich namentlich bei künstlicher Bewässerung stark aus, tritt aber auch in nicht bewässerten Pflanzungen auf, wenn diese nicht genügend rein gehalten werden. Zur Bestreitung müssen die Wurzelstöcke ausgegraben und verbrannt oder außerhalb der Pflanzung aufgehäuft werden. Auch Zwischenpflanzung von Mais oder Bohnen hat sich als vorteilhaft zur Unterdrückung des Grasses erwiesen, wenn dasselbe zuvor möglichst vernichtet war. Wenn der Boden beschattet ist, soll das Gras nicht mehr aufkommen.

Besonders zu achten ist ferner noch darauf, daß die jungen Kautschukbäume nicht von den in den Tropen so häufigen Schlingpflanzen überwuchert werden, da diese dieselben leicht in ihrem Wachstum beeinträchtigen und die Stämme in der verschiedensten Weise deformieren können.

In älteren Pflanzungen, in denen die Kronen der Bäume dicht zusammenschließen, werden im allgemeinen die Kosten für die Reinigung immer geringer werden, weil die Entwicklung des Unkrautes im Schatten immer schwächer wird.

In vielen Gegenden wird ein gutes Reinhalten der Pflanzung auch deshalb notwendig, weil sonst die in der umliegenden Steppe entstehenden Brände leicht in die Pflanzung übergreifen und auch die Kautschukbäume stark beschädigen könnten.

Außer dem Reinhalten des Bodens ist nun aber jedenfalls auch eine eventuell in größeren Zwischenräumen zu wiederholende Auflockerung des Bodens für das Wachstum der Kautschukbäume sehr förderlich. Dasselbe geschieht zweckmäßig bei Beginn der Trockenzeit.

Da, wo Viehhaltung möglich ist, kann sowohl das Reinigen als auch das Auflockern des Bodens mit einem flach gehenden Pfluge oder Kultivator geschehen. Auf alle Fälle wird man dabei aber darauf zu achten haben, daß man nicht zu dicht an die Kautschukbäume herankommt, damit die ziemlich oberflächlich verlaufenden Seitenwurzeln derselben nicht beschädigt werden.

In der unmittelbaren Umgebung der jungen Pflanzen wird man das Unkraut auf alle Fälle am besten mit der Hand ausreißen oder mit Buschmesser oder Hacke entfernen. Die Reinigung mit Hacke und Buschmesser wird nun auch für die meisten für die Kautschukkultur geeigneten Teile von Deutsch-Ostafrika, in denen durch Tsetse und dergleichen die Viehhaltung ausgeschlossen ist, ausschließlich in Betracht kommen.

Von Smith und Bradford (I) wurde empfohlen, das Unkraut durch Abmähen zu entfernen. Das Gros der in unserer Kolonie vorhandenen Arbeiter dürfte sich aber wohl schwer an die Handhabung der Sense gewöhnen und werden

sich dieselben, wenn man sich auf ein Abschlagen des Unkrautes beschränken will, wohl zweckmäßiger des Buschmessers bedienen.

Das abgeschlagene Unkraut wird man im allgemeinen am besten entweder etwas unterhacken oder auf dem Boden ausbreiten. Im letzteren Falle sollte namentlich in der Umgebung der jungen Kautschukbäume der Boden damit bedeckt werden, um denselben feucht zu halten und Abspülung der Oberkrume zu verhindern.

Nicht zweckmäßig erscheint es, das Unkraut in Haufen oder Dämmen in der Mitte zwischen den Baumreihen aufzuhäufen, weil hierdurch die durch das Unkraut zu erzielende Bodenverbesserung verhindert und die Bloßlegung des Wurzelsystems der Kautschuk-



Fig. 46. Wurzeln von *Manihot Glaziovii*, an einer Wegeböschung durch Abspülung freigelegt.

bäume durch Abspülung befördert wird. Eine Abspülung des Bodens ist naturgemäß bei geneigtem Terrain am meisten zu befürchten und findet man auf diesem nicht selten große Partien der Seitenwurzeln völlig freigelegt, wie auf der beistehenden Fig. 46, die allerdings an einer Wegeböschung aufgenommen wurde, ersichtlich ist.

Die Abspülung kann nun dadurch befördert werden, daß man die Dämme von Unkraut in der Richtung der stärksten Neigung des Terrains verlaufen läßt. Durch horizontal verlaufende Dämme würde dagegen allerdings der Abspülung der Oberkrume in einem gewissen Sinne entgegengearbeitet, aber auch bei geneigtem Terrain dürfte es vorteilhafter sein, den ganzen Boden gleichmäßig mit dem Unkraut zu bedecken oder dasselbe in erster Linie um die Kautschukbäume

herum anzuheufen, resp. beim Durchhacken des Bodens mit unterzuhacken.

12. Zwischenkulturen und Gründüngung.

Im ersten Jahre nach der Aussaat oder dem Auspflanzen werden die Kautschukbäume den Boden noch so wenig beschatten, daß die verschiedenartigsten Nutzpflanzen zwischen denselben gedeihen werden. Auch im 2. Jahre wird vielfach noch eine Zwischenkultur möglich sein. Dann wird aber in normalen Pflanzungen der Boden soweit beschattet sein, daß nur noch solche Pflanzen angebaut werden können, die sich auch ohne vollständige Besonnung normal entwickeln.

Auf alle Fälle wird man aber zwischen den Kautschukpflanzen nicht solche Gewächse anpflanzen dürfen, die die jungen Kautschukpflanzen zu sehr beschatten; auch wird man die unmittelbare Umgebung derselben oder etwa 1—2 m breite, den Baumreihen folgende Streifen unbepflanzt lassen.

Pflanzen, die den Boden zu sehr aussaugen, wird man ebenfalls besser nicht anbauen und lieber solche Pflanzen wählen, die dem Boden Stickstoff zuführen, wie die Leguminosen. Die Stickstoffanreicherung des Bodens wird bei diesen allerdings nur dann in vollem Maße stattfinden können, wenn sie nicht abgeerntet, sondern vor der Fruchtreife geschnitten werden (Gründüngung).

Die Zwischenkulturen können auch dadurch für die spätere Entwicklung der Kautschukbäume günstig sein, als mit dem Anbau eine Auflockerung des Bodens verbunden und schädliche Unkräuter, namentlich dichte Rasen bildende Gräser, dadurch unterdrückt werden können. Auf geneigtem Terrain kann auch durch die Zwischenpflanzungen der Abspülung der oberen Bodenkrume entgegengearbeitet werden. Nach Wilcox (I, 18) sollen auch die Seitenwurzeln der Kautschukbäume durch die Zwischenkulturen veranlaßt werden, tiefer in den Boden einzudringen und dann später nicht so leicht verletzt werden.

In erster Linie dürften nun zur Zwischenpflanzung bei *Manihot Glaziovii* die nachfolgenden Gewächse in Frage kommen:

Von den verschiedenen Hülsenfrüchten besitzen die weißen Speisebohnen (*Phaseolus vulgaris*) den höchsten Handelswert und sind auch bereits auf einigen Pflanzungen mit Erfolg angebaut. Für dieselben ist zurzeit in der Kolonie selbst ein Absatzgebiet vorhanden, bei günstigen Transportbedingungen dürfte sich aber auch ein Export nach Europa als rentabel erweisen. Schon mit Rücksicht auf die einfachere Kultur wird man aber ausschließlich Buschbohnen anbauen. Schlingende Bohnen könnten überdies auch leicht durch Umschlingen der jungen Kautschukbäume schädlich werden.

Auf einer in der Ebene gelegenen Pflanzung wurden in der Zeit zwischen April und August zwei Ernten erzielt. Zur Aussaat dienten pro Hektar ca. 150 kg und es wurden bei einem Versuch bei der ersten Ernte ca. 1100 kg pro Hektar geerntet. Die Pflanzweite beträgt bei den Bohnen zweckmäßig ca. 50/50 cm; in jedes Pflanzloch kommen 3—4 Samen.

Ferner sind aber auch die verschiedenen Arten von *Vigna sinensis* („mkunde“), *Dolichos Lablab* („mfwi“) und *Phaseolus Mungo* („mschiroko“), deren Samen von den Eingeborenen ebenfalls gern gekauft werden, zwischen den Kautschukbäumen anzubauen. Auch die großsamige Schwertbohne (*Canavallia ensiformis*), die in den heißen

Gegenden besonders gut gedeiht, wäre zur Zwischenpflanzung zu empfehlen, wenn für dieselbe in Europa Absatzmöglichkeit besteht, was allerdings noch zweifelhaft ist.

Die Erdnuß (*Arachis hypogaea*) und die Erderbse (*Voandzeia subterranea*) kommen namentlich für lockeren Boden in Betracht. Mit Sojabohnen wurden bisher in unserer Kolonie nur wenig günstige Resultate erzielt.

Mais wurde in Deutsch-Ostafrika mehrfach zwischen Kautschuk angepflanzt. Es wird sogar von einzelnen Pflanzern unserer Kolonie behauptet, daß dadurch die Entwicklung der Kautschukpflanzen befördert werden soll. Es ist ja allerdings wohl nicht ausgeschlossen, daß dieselben zwischen den Maispflanzen schneller aufrecht emporwachsen. Auf alle Fälle sollte man aber doch auch vermeiden, den Mais zu dicht an die Kautschukpflanzen heranzupflanzen, damit diese nicht in ihrer Entwicklung behindert werden. Auch werden durch den Mais leicht Wildschweine angelockt, die dann auch die jungen Kautschukbäume beschädigen können.

Für Negerhirse („*mtama*“), die übrigens in den Küstenbezirken immer mehr von dem Mais verdrängt zu werden scheint, dürfte dasselbe gelten, wie für Mais.

Eine Zwischenpflanzung von Maniok (*Manihot utilissima*, „*mhogo*“) dürfte weniger zu empfehlen sein, weil er den Boden zu sehr aussaugt und diesem auch bei der nahen Verwandtschaft mit unserem Kautschuk die gleichen Nährstoffe entziehen dürfte. Auch werden dadurch leicht Schweine angelockt. Dasselbe gilt von den Süßkartoffeln (*Batatas edulis*, „*viazi*“), die außerdem leicht ein lästiges Unkraut werden können.

Baumwolle kann in manchen Gegenden im ersten Jahre mit Erfolg zwischen Kautschuk angebaut werden. Doch ist dabei besonders darauf zu achten, daß die jungen Kautschukbäume nicht zu sehr beschattet werden. Im 2. Jahre werden die Kautschukbäume im allgemeinen schon zu viel Schatten geben, um die Baumwolle, die gegen Schatten sehr empfindlich ist und bei Beschattung auch eine minderwertige Wolle liefert, noch zur normalen Entwicklung kommen zu lassen.

Tabak kann in den Gegenden, in denen er gut gedeiht, ebenfalls als Zwischenkultur in Frage kommen.

Kaffee oder Kakao zwischen Kautschuk anzupflanzen oder umgekehrt den Ceará-Kautschuk als Schattenbaum für Kaffee oder Kakao zu benutzen, scheint nach den bisher in unserer Kolonie gemachten Erfahrungen wenig empfehlenswert. Die ziemlich oberflächlichen Wurzeln des Kautschuks dürften auch auf die Dauer die Zwischenpflanzungen in ihrer Entwicklung zu sehr beeinträchtigen. Nach einer in der Gummi-Zeitung (1911, S. 296) abgedruckten Mitteilung hat sich auch in Indien *Manihot Glaziovii* als Schattenbaum für Kaffee nicht bewährt.

Zur Gründüngung dürften in erster Linie *Vigna sinensis* („*mkunde*“) und *Canavalia ensiformis* zu empfehlen sein. Außerdem kämen namentlich noch *Crotalaria striata* und verwandte Arten, sowie *Thephrosia purpurea* und *Indigofera*-Arten in Frage. Diese können mehrere Male dicht über dem Boden abgeschnitten werden und liefern

so eine beträchtliche Blattmasse. Die abgeschnittenen Stengel werden zweckmäßig in Streifen, in denen sich die jungen Kautschukbäume befinden, ausgebreitet, eventuell untergehackt.

13. Die Düngung.

Über die Düngung von *Manihot Glaziovii* scheinen bisher noch keine umfangreichen Untersuchungen vorzuliegen. In Deutsch-Ostafrika wurden zwar im Jahre 1911 von dem Kaiserlichen Gouvernement und von Herrn Dr. Marckwald systematische Düngungsversuche begonnen; dieselben sind aber noch nicht soweit abgeschlossen, daß aus denselben bereits zuverlässige Schlüsse gezogen werden könnten.

Von Winton (I, 63) wird ferner ein Rezept zur Düngung von *Manihot Glaziovii* angegeben; es ist mir aber nicht bekannt, inwieweit dasselbe auf exakte Versuche gestützt ist. Nach demselben soll jeder Baum mit $\frac{1}{2}$ kg von folgender Mischung gedüngt werden:

30 Teile	Rizinusölkuchen,
20 „	Fischguano
8 „	Blutmehl
7 „	Ammonsulfat
5 „	Kalinitrat
3 „	Kalisulfat und
5 „	Superphosphat.

Ferner liegen in der Literatur einige Angaben vor, nach denen speziell durch Düngung mit Chilisalpeter die Kautschukerträge von *Manihot Glaziovii* wesentlich erhöht werden sollen:

Die ersten Versuche wurden von Wilcox (I) angestellt. Derselbe erhielt von drei Gruppen von je drei Bäumen, die vor dem Düngen gleiche Kautschukmengen gegeben hatten, in den ersten 14 Tagen nach dem Düngen.

Gruppe I ungedüngt:	34,0 g,
„ II mit $\frac{1}{4}$ Pfd. NO_3Na pro Baum gedüngt	36,9 g,
„ III „ $\frac{1}{2}$ „ „ „ „ „ „ „ „	65,2 g.

Durch die Düngung mit $\frac{1}{4}$ Pfd. Chilisalpeter werde also der Ertrag um 8,5 %, durch Düngung mit $\frac{1}{2}$ Pfd. um 91,8 % erhöht.

Bei einem weiteren Versuche wurden Gruppen von je fünf Bäumen, die in 3 Tagen vor der Düngung je 25,5 g Kautschuk gegeben hatten, mit $\frac{1}{2}$ Pfd. Chilisalpeter pro Baum gedüngt und gaben in den 3 auf die Düngung folgenden Tagen 36,9 (resp. 34) g, also um 44,7 (resp. 33,3) % mehr als vor der Düngung.

Über die zweite Versuchsreihe liegt hier nur ein Referat aus der Gummi-Zeitung (1911, Bd. XXV, S. 1972) vor. Danach wurde in Südindien durch Düngung mit Chilisalpeter der in acht Zapfungen erhaltene Ertrag von 47,3 g auf 66,8 g, also um 39,1 % gesteigert. Nähere Angaben sind in dem betreffenden Referat nicht enthalten.

Eine dritte Versuchsreihe wurde von E. Marckwald (II, 370) beschrieben. Die betreffenden Angaben sind basiert auf einen Düngungsversuch, der von dem Plantagenleiter P. Schmidt auf Plantage Grunewald ausgeführt wurde. Nach Mitteilung des Herrn P. Schmidt ist nun aber dieser Versuch von dem Herrn Dr. Marckwald unrichtig wiedergegeben. Derselbe berechtigt auch nicht zu den von Herrn Dr. Marckwald aus dem Versuch gezogenen Schlüssen. Nach der mit gütiger Erlaubnis des Herrn P. Schmidt von Eichinger und mir (I) publizierten Beschreibung des betreffenden Versuches wurde derselbe in folgender Weise ausgeführt:

Von zwei Parzellen A und B, die eine Größe von 6,25 ar besaßen und aus je zwei Reihen von Bäumen bestanden, wurde zunächst durch vier gleichartige Zapfungen der Ertrag festgestellt; es wurde hierbei erhalten:

Tag der Zapfung	Erträge an Kautschuk in g	
	Parzelle A	Parzelle B
6./4.	420	330
18./4.	440	350
28./4.	520	440
8./5.	560	700
Summe	1940	1820
Durchschnitt pro Zapfung	485	455

Nach diesen Vergleichszapfungen wurde Parzelle A mit 6,25 kg Chilisalpeter (entsprechend 100 kg pro Hektar) gedüngt, Parzelle B blieb zur Kontrolle ungedüngt.

Bei den nach der Düngung erhaltenen Zapfungen wurden erhalten:

Tag der Zapfung	Erträge an Kautschuk in g	
	Parzelle A.	Parzelle B.
1./6.	930	670
10./6.	650	520
21./6.	720	700
29./6.	610	610
8./7.	950	700
28./7.	800	600
29./8.	800	1000
26./9.	750	600
Summa	6210	5400
Durchschnitt pro Zapfung	776	680

Infolge der günstigeren Jahreszeit steigerte sich also der Ertrag bei der nicht gedüngten Parzelle B von 455 auf 680 g pro Zapfung oder um 49 %. Nehmen wir nun an, daß der Ertrag der Parzelle A ohne Düngung um den gleichen Betrag zugenommen hätte, so müßte derselbe von 485 auf 723 g gestiegen sein. Geerntet wurden aber auf Parzelle A 776, also um 53 g oder 6,8 % mehr.

Angeregt durch die obigen Angaben von Wilcox wurde ferner bereits im Jahre 1910 von Eichinger und mir (I) ein Düngungsversuch mit Chilisalpeter begonnen, der ebenfalls bedeutend weniger günstige Resultate wie der Wilcoxsche Versuch geliefert hat.

Bei demselben wurden je zwei Reihen von gleichalterigen Bäumen ungedüngt gelassen, mit $\frac{1}{2}$ Pfd. und mit 1 Pfd. Chilisalpeter gedüngt. Die Bäume wurden zuerst am Tage der Düngung und dann später an verschiedenen Tagen nach der Lewastreifenmethode angezapft. Der eingesammelte Kautschuk wurde dann in der Waschwalze vollständig gereinigt und zu feinen Kreppen ausgewalzt, die nach dem Trocknen gewogen wurden.

Die Resultate dieses Versuches sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt, und zwar sind in derselben zunächst die an jedem Zapftage erhaltenen Erträge an trockenem, reinem Kautschuk in Grammen angegeben. Die eingeklammerten Zahlen stellen ferner die Erträge eines jeden Zapftages in Prozenten der an diesem Tage von dem ungedüngten Felde erhaltenen Erträge dar, wodurch die Vergleichung der verschiedenen Erträge erleichtert wird. Wenn nun die Düngung einen die Produktion fördernden Einfluß ausübt, so muß sich dies offenbar daran

zeigen, daß die Prozentzahlen in der betreffenden Gruppe größer werden wie bei der ersten Zapfung, die am Tage der Düngung stattfand, bei der also der Dünger noch nicht gewirkt haben konnte.

Zahl der Bäume Art der Düngung	Gruppe I 34 Ungedüngt	Gruppe II 34 ¼ kg Chili- salpeter pro Baum	Gruppe III 32 ½ kg Chili- salpeter pro Baum	Tag der Zapfung
	67 (100)	54 (81)	51 (76)	16./12. 1910
	59 (100)	53 (90)	65 (110)	17./12. 1910
	58 (100)	47 (81)	47 (81)	19./12. 1910
Erträge an trockenem reinen Kautschuk in Grammen.	72 (100)	51,5 (72)	54,5 (76)	21./12. 1910
In Klammer Erträge von Gruppe I = 100 ge- setzt.	83 (100)	56 (67)	61 (73)	28./12. 1910
	60 (100)	37 (62)	60 (100)	7./2. 1911
	79 (100)	73 (92)	66 (84)	27./4. 1911
	100,2 (100)	76,9 (77)	63,8 (64)	7./5. 1912
	95,5 (100)	72,5 (76)	77 (81)	19./5. 1912
	84 (100)	65 (77)	63 (71)	25./5. 1912

In der nachfolgenden Tabelle sind die Durchschnittswerte der gegen die Zapfung des ersten Tages in den Zapfungen der 3 Jahre beobachteten Zunahmen in Prozenten der ersten Zapfung ausgedrückt, zusammengestellt:

Zunahme der Erträge in Prozenten der ersten Zapfung.

	1910	1911	1912
Gruppe II . . .	— 4,9	— 4,9	— 5,4
Gruppe III . . .	+ 11,8	+ 23,7	— 7,6

Wenn nun auch bei diesem mehr zur Orientierung dienenden Versuche gewisse Fehlerquellen vorhanden waren, so hätten dieselben die Resultate doch nicht derartig beeinflussen können, daß bei einer wirklichen Zunahme von 40 oder gar 100 % eine Abnahme der Erträge beobachtet wäre wie bei Gruppe II.

14. Die Irrigation.

Daß namentlich in trockenen Gegenden durch künstliche Bewässerung das Wachstum und die Kautschukerträge von *Manihot Glaziovii* wesentlich befördert werden können, erscheint nach den bisherigen Erfahrungen unzweifelhaft. Fraglich muß es aber erscheinen, inwieweit durch die erhöhten Erträge die für eine größere Irrigationsanlage erforderlichen Kosten wieder eingebracht werden. Im allgemeinen wird man jedenfalls besser tun, den Kautschuk nur in solchen Gegenden anzubauen, in denen eine künstliche Bewässerung nicht erforderlich oder wenigstens ohne erhebliche Kosten auszuführen ist.

Es ist auch jedenfalls bei der Irrigation eine gewisse Vorsicht geboten. Denn die Wurzeln von *Manihot Glaziovii* sind gegen stagnierendes Wasser sehr empfindlich. Es scheint mir auch, daß auf einer Pflanzung des Moschibezirkes durch starke Bewässerung eines Fleckens, auf dem dadurch die Termiten bekämpft werden sollten, die Ausbreitung der Wurzelfäule sehr befördert wurde. Es dürfte sich somit auf alle Fälle empfehlen, daß Wasser in den Kautschukpflanzungen nicht längere Zeit stehen zu lassen. Auch die Ausbreitung von queckenartigen Gräsern und von *Cyperus*-Arten kann durch die Bewässerung in unliebsamer Weise befördert werden.

Erwähnt sei noch, daß neuerdings auf einer Pflanzung von Deutsch-Ostafrika die künstliche Bewässerung dazu benutzt wurde, um bei großer Trockenheit die Kautschukerträge zu erhöhen. Unter Umständen kann diese Maßregel jedenfalls von Vorteil sein.

VI. Die Kultur der anderen Manihot-Arten.

1. *Manihot dichotoma*.

Die Anzucht von *Manihot dichotoma* geschieht wohl am zweckmäßigsten durch Samen, die ziemlich gut keimen. Nach Ule (I, 41) kann man darauf rechnen, daß bei sofortiger Aussaat die im Januar und Februar zur Reife gelangenden Samen zum Teil noch am Ende der Regenperiode, also im Februar bis April, die meisten aber erst zu Beginn der neuen Regenzeit aufgehen. Nach du Chenois (I, 358) soll ein Teil der Samen erst nach einem Jahre keimen. Nach Railton (I) sollen die Samen gut in der Sonne ausreifen oder wenigstens 9 Monate lang nach dem Abfallen vom Baum auf einer trockenen Flur aufbewahrt werden, weil sonst die Keimung sehr unregelmäßig ist. Dadurch daß man die Samen erst 1 Woche lang in Wasser quellen läßt, soll die Keimung beschleunigt werden. Dies Verfahren kann aber bei plötzlich eintretender Trockenheit gefährlich werden und soll bei gut ausgereiften Samen überflüssig sein.

Die Aussaat geschieht nach Railton (I) am zweckmäßigsten gleich an Ort und Stelle. Aus Stecklingen gezogene oder von Saatbeeten verpflanzte Bäume sollen keine normale Pfahlwurzel bilden und besonders stark unter Windbruch leiden. Auch von Ule (I, 45) wird aus dem gleichen Grunde von der Anzucht aus Stecklingen abgeraten.

Nach Thomson (I, 6) werden in Brasilien auch junge, aus den wild wachsenden Beständen entnommene Pflanzen zur Anzucht verwandt. Dieselben werden dann vor dem Auspflanzen entsprechend zurückgeschnitten. Derartige „stumps“, die beim Auspflanzen eine Länge von 1,8—2,4 m besaßen, sollen nach 4 Monaten schon Triebe von 1,2—1,5 m Länge gebildet haben.

Als Pflanzweite wird von Ule (I, 45) und du Chenois (I, 358) $2/2$ m empfohlen, was aber für einigermaßen günstigen Boden, auch wenn man die geringere Größe der Bäume berücksichtigt, etwas eng sein dürfte. De Souza empfiehlt auch nach Labroy (I, 70) eine Pflanzweite von $3,3/2,25$ m, so daß 1300 Bäume auf den Hektar kommen. Nach The Trop. Agric. (1910, p. 568) wird eine Pflanzweite von $3,3/1,7$ m als die in Brasilien am meisten angewandte empfohlen. Railton (I, 7) empfiehlt eine Pflanzweite von $1,8/1,8—2,4/2,4$ m.

Bei der großen Verschiedenheit der Bäume, welche sich aus der in den Handel kommenden Saat von *Manihot dichotoma* entwickeln, dürfte eine Auslese sehr empfehlenswert sein. Lock (I) empfiehlt, die Bäume erst 3 Jahre alt werden zu lassen und dann allein die gute Erträge liefernden anzuhalten.

Gegen Windbruch ist *Manihot dichotoma* nach den in Deutsch-Ostafrika gemachten Erfahrungen noch empfindlicher wie *Manihot Glaziovii*. Der Anbau sollte deshalb nur auf gegen Winde geschütztem Terrain geschehen oder es sollte durch Anpflanzen von Schutzhecken

für Windschutz gesorgt werden. Ferner zeigen die Stämme eine große Neigung, schief zu wachsen, was durch Stützen zu verhindern ist.

Hoch verzweigte Bäume empfiehlt Railton (I) in einer Höhe von 1,8—2,1 m zu köpfen.

Als Zwischenkulturen werden von Ule (I, 45) für die ersten Jahre Mais, Bohnen, Kürbis und Melonen empfohlen. Railton (I) empfiehlt zur Zwischenkultur Baumwolle.

2. *Manihot piauhyensis*.

Von den bisher nach Deutsch-Ostafrika gelangten Samen von *Manihot piauhyensis* ist stets nur ein sehr geringer Prozentsatz gekeimt. Nach dem Kew. Bull. (1910, p. 204) sollen aber in Westindien von den dicht am Hilus angefeilten Samen ca. 25 % gekeimt sein. Nach den auf der Pflanzung Mitweru gemachten Erfahrungen läßt sich *Manihot piauhyensis* sehr leicht durch Stecklinge vermehren.

Als Pflanzweite wird von Ule (I, 46) 2/2 m empfohlen. De Souza empfiehlt nach Labroy (I, 70) eine Pflanzweite von 3,3/1,65 m oder 1800 Bäume pro Hektar.

3. *Manihot heptaphylla*.

Die Samen von *Manihot heptaphylla* scheinen noch schlechter zu keimen wie die von *Manihot piauhyensis*. Über die Kultur dieser Art habe ich in der Literatur keine speziellen Angaben gefunden. Ich habe auch bisher keine Gelegenheit gehabt, diese Art in Deutsch-Ostafrika zu beobachten.

VII. Schädlinge und Krankheiten.

In Gegenden, die nach Klima und Bodenverhältnissen für die Kultur von *Manihot Glaziovii* geeignet sind, hat dieselbe im allgemeinen wenig unter den Angriffen von tierischen und pflanzlichen Schädlingen zu leiden und ist auch gegen Verletzungen aller Art wenig empfindlich. Wo die Kautschukbäume gut gedeihen, ist es sogar schwierig, dieselben dort, wo man sie entfernen will, auszurotten. Namentlich kann man leicht beobachten, daß die Bäume, wenn man sie wiederholt dicht über dem Boden abschlägt, immer aufs neue wieder auswachsen.

Auch gegen Beschädigungen aller Art ist *Manihot Glaziovii* nicht empfindlich. Dies zeigt z. B. unsere Fig. 47, auf der ein ca. 6½-jähriger Baum von *Manihot Glaziovii* abgebildet ist, dessen Krone einen völlig normalen Eindruck macht. Trotzdem befanden sich an demselben verschiedene große, bis tief ins Holz hineingehende Wunden, die zum Teil ganz mit Mulm angefüllt waren. In letzteren fand ich unter anderem drei über 3 cm lange Käferlarven und einen zu den *Tenebrinoiden* gehörigen Käfer. Die größten dieser Wunden sind aus Fig. 48, in der ein Stammstück von dem gleichen Baume abgebildet ist, ersichtlich. Diese Figur zeigt auch, daß vom Rande der Wunden aus bereits die Überwallung derselben begonnen hat. Einige kleinere Wunden waren bereits völlig überwallt.

Die Fig. 49 auf S. 95 zeigt ferner, daß auch stark beschädigte Bäume noch verhältnismäßig große Mengen von Kautschuk liefern

können. Sogar unmittelbar oberhalb der großen, am unteren Ende des Stammes befindlichen, bis tief in das Holz hineingehenden Wunde ist ja beim Anzapfen noch eine große Menge Milchsafte ausgeflossen.



Fig. 47. *Manihot Glaziovii*. 6½ Jahre alter Baum. Sehr viel gezapft, mit großen Wunden am Stamm. Amani.

Diese Beispiele zeigen wohl zur Genüge, daß die Angabe von Gruner (I, 589), nach der in Togo die Bäume durch die geringste

Verletzung des Holzes derartig geschwächt werden, daß sie meist später von Stürmen abgebrochen werden, für Deutsch-Ostafrika nicht zutrifft.

Auf der anderen Seite wird nun aber *Manihot Glaziovii* doch auch von verschiedenen Schädlingen und Krankheiten heimgesucht.

Von tierischen Schädlingen haben namentlich verschiedene Säugetiere stellenweise an *Manihot* nicht unerheblichen Schaden angerichtet. Aus der Insektenwelt sind in erster Linie die *Termiten* zu nennen, und zwar zunächst deshalb, weil sie die Stämme mit einer dicken Lehmkruste bedecken, wodurch die Gewinnung reinen Kautschuks in vielen Gegenden sehr erschwert wird. Durch neuere Untersuchungen wurde aber nachgewiesen, daß eine bestimmte Termitenart auch in das gesunde Holz lebender Bäume einzudringen und diese durch Tötung von Holz und Kambium zum Absterben zu bringen vermag.

Namentlich für junge Pflanzen sind ferner Heuschrecken und Grillen stellenweise sehr schädlich geworden, während die an verschiedenen Stellen auf den Blättern von *Manihot Glaziovii* beobachteten Schildläuse, Milben und Blasenfüße für dieselben nur wenig schädlich zu sein scheinen.

Von Pilzen dürften diejenigen, die die sogenannte Wurzelfäule verursachen, für *Manihot* am schädlichsten sein. Außerdem werden zwar häufig auch verschiedene Blattflecken verursachende Pilze beobachtet; der durch diese veranlaßte Schaden scheint aber kein großer zu sein.

Von den Krankheiten, deren Ursache bisher noch nicht festgestellt ist, ist in erster Linie die Rindenbräune zu nennen, durch die namentlich junge Bäume angetastet werden. Ob das Absterben von größeren Rin-



Fig. 48. Stammstück von dem gleichen Baum wie Fig. 47.

denpartien an älteren, viel gezapften Bäumen auf die gleiche Ursache zurückzuführen ist, ist noch zu untersuchen.

Im folgenden gebe ich nun eine Zusammenstellung der bisher an Kautschuk liefernden *Manihot*-Bäumen beobachteten Schädlinge und Krankheiten, wobei namentlich die als direkt schädlich erkannten eingehender besprochen werden sollen.

A. Tierische Schädlinge.

I. Säugetiere.

I. Borstentiere.

Daß durch Wildschweine, die die knollig verdickten Wurzeln der jungen Bäume ausgraben, diese häufig stark beschädigt werden, wurde in verschiedenen Gegenden beobachtet, so in Indien und Birma nach Watt (I, 658) und nach Busse (I, 216) auf Sumatra. Nach Vosseler (I, 419) sind in Deutsch-Ostafrika in dieser Weise sowohl das Warzenschwein (*Phacochoerus africanus* Gm.) als auch das Flußschwein (*Potamochoerus africanus* Schrb.) schädlich. Zur Bekämpfung derselben wurden namentlich Vergiften, Fallgruben, Abschießen und Zäune empfohlen. Da die Schweine namentlich für junge Pflanzen gefährlich werden können, kann man sich auch darauf beschränken, allein diese mit einem Stacheldrahtzaun zu umgeben. Nachdem die Bäume ein Alter von etwa 2 Jahren erreicht haben, kann der Zaun entfernt und der Stacheldraht zur Einzäunung von Neupflanzungen verwandt werden.

Zum Vergiften der Wildschweine wurde von Stuhlmann (I) arsenige Säure (*Acidum arsenicosum*, weißer Arsenik) empfohlen. Von diesem wurden ca. 1½ g unter die Hüllblätter von Maiskolben gestreut und diese dann an Stellen, an denen frische Schweinespuren sichtbar waren, ausgelegt. Gerth (I)

benutzte für den gleichen

Zweck reife Mangofrüchte, und zwar soll am besten vorher der Stein am Stielende herausgedrückt werden und dann das Gift (½—1½ g pro Frucht) in die vom Stein befreite Schale gestreut werden, wo das Gift leicht am Fruchtfleisch haften bleibt, somit nicht verschüttet oder verloren werden kann. Auch Maniok, Süßkartoffeln, Gurken, kleine Kürbisse oder Wassermelonen, Ananas und Bananen werden



Fig. 49. *Manihot Glaziovii*. Stammstück eines oberhalb einer großen Wunde angezapften Baumes.

von Gerth als Köder empfohlen. An der betreffenden Knolle oder Frucht wird ein kleiner Ausschnitt gemacht, die entstandene Grube noch etwas ausgehöhlt, mit Arsenik versehen und mit dem Ausschnitt wieder verschlossen. Letzterer muß noch mit kleinen Holzstückchen befestigt werden.

Wegen der Giftigkeit des Arsens ist natürlich bei Ausführung dieser Bekämpfungsmethode größte Vorsicht geboten und es ist namentlich dafür zu sorgen, daß die Köder nicht versehentlich von Menschen, dem Weidevieh, Hühnern oder dergleichen verzehrt werden können. Dieselben sind auf alle Fälle erst abends auszulegen und die nicht von Schweinen aufgefressenen am folgenden Morgen in aller Frühe wieder zu entfernen.

2. Nagetiere.

Von den Nagetieren ist in Deutsch-Ostafrika wohl der Erdbohrer (*Georhynchus cinereo-argenteus* Ptrs.) für die Kautschukbäume am schädlichsten. Derselbe frißt namentlich die Wurzeln von jungen Bäumen ab, die dann plötzlich umfallen.



Fig. 50. Erdbohrer. Photographie von Prof. Vosseler (²/₅.)

Die Lebensweise und Gestalt dieses kleinen Nagers, der von den Eingeborenen als „fuko“ oder „ifuko“ bezeichnet wird, wurde von Vosseler (IV, 269) eingehend beschrieben. Er gräbt danach Gänge in den Boden, ab und zu kleine Erdhaufen auswerfend. „Auf seinem Wege angetroffene Wurzeln beißt der Erdbohrer ab oder frißt davon. Besonders zusagenden Bissen, wie *Manihot*-, auch *Mohogo*-Knollen und den saftigen Wurzelstöcken der *Sisalagaven*, gräbt er nach.“

Die Augen dieses Wühlers (Fig. 50) sind kaum stecknadelkopfgroß. Die Ohren liegen als einfache runde Öffnungen auf einer schwach behaarten Blöße im Pelz. Der verhältnismäßig große Kopf endigt in eine nackte Schnauze, unter der die zwei oberen Schneidezähne hervorragen. Auch die unteren Schneidezähne liegen frei. Das Nagegebiß steht über die Schnauze vor und ist mächtig entwickelt. Die äußerst zarte silbergraue Behaarung des gedrungenen Körpers reicht bis zu den Hand- und Fußwurzeln, läßt aber die Vorder- und Hinterpoten frei. Ihr Rücken

ist aber nicht ganz nackt, sondern mit wenigen starren Härchen, ihr Außenrand mit einem Kranz von solchen bekleidet. Das Schwänzchen ist bis auf einen kleinen, kaum aus dem Pelz hervorragenden Stummel verkümmert.

Der Erdbohrer kommt sowohl an der Küste als auch im Gebirge (Ostusambara) vor, auch in Süd- und Zentralafrika. Die Bekämpfung geschah vielfach mit gutem Erfolg durch Fallen und durch Ausgraben der Nester. Auf einer im Luëngeratale gelegenen Pflanzung wurden in dieser Weise in 1½ Jahren 1550 Erdbohrer gefangen und getötet. Danach hatten aber auch die durch den Erdbohrer bewirkten Beschädigungen ganz bedeutend abgenommen.

Auch durch Stachelschweine (*Hystrix africae-australis*) wurde mehrfach in Kautschukplantagen Schaden angerichtet. Dieselben können namentlich für Saatbeete und ganz junge Pflanzungen gefährlich werden. Die Saatbeete sind zur Abwehr derselben zweckmäßig mit dichten Zäunen zu umgeben.

Ratten und Mäuse können in Kautschukpflanzungen Schaden anrichten, namentlich dadurch, daß sie die ausgelegten Samen verzehren. Derartige Beobachtungen wurden von Smith und Bradford (I) auch auf Hawaii gemacht.

3. Wiederkäuer.¹

Die Blätter der Kautschukbäume werden von den meisten Haustieren (Ziegen, Rindern, Maultieren usw.) gern gefressen. Naturgemäß können diese Tiere für junge Pflanzen gefährlich werden. Diese sind also durch geeignete Maßnahmen gegen die Invasion des Weideviehes zu schützen. Auch die verschiedenen Antilopenarten können in jungen Pflanzungen und namentlich auf den Saatbeeten viel Schaden anrichten. Inwieweit hier durch Abschießen Abhilfe geschaffen werden kann, wird natürlich ganz von den örtlichen Verhältnissen abhängen.

II. Insekten.

1. Käfer (*Coleoptora*).

a) Schnellkäfer (*Elateridae*).

Von den Larven der Schnellkäfer ist bekannt, daß sie an Pflanzenwurzeln nagen und für viele Kulturpflanzen schädlich werden können. In Deutsch-Ostafrika sind dieselben aber noch nicht als Schädlinge in Kautschukpflanzungen nachgewiesen. Nach Smith und Bradford (I) haben dagegen auf Hawaii die Larven einer nicht bestimmten *Elateride* viele angefeilte Samen vernichtet. Dieselben sollen mit dem als Dünger benutzten Pferdemist eingeführt sein.

b) Wollkäfer (*Lagriidae*).

Nach Morstatt (III) wurde durch den kleinen bronzefarbenen Wollkäfer (*Lagria villosa*) auf einer Kautschukpflanzung Schaden angerichtet. Die Käfer saßen dicht gedrängt an den Blättern der jungen Kautschukbäume, die sie in kurzer Zeit vernichteten, nur die stärkeren Blattrippen übrig lassend. An dem Fraß beteiligten sich auch die schwarzen behaarten Larven des Käfers. Ganz junge Bäumchen starben infolge des Fraßes ab, da die Käfer an ihnen auch die Rinde angriffen.

c) Rüsselkäfer (*Curculionidae*).

Der Rüssler (*Systates pollinosus* Gerst.) hat nach Aulmann (I, 261) in Deutsch-Ostafrika durch Abfressen der Blätter junger

Pflanzen von *Manihot Glaziovii* Schaden angerichtet. Der Körper der auf Fig. 51 abgebildeten Käfer ist schwarz gefärbt, aber mit zahlreichen anliegenden kurzen graugelben Borsten bedeckt, so daß er wie mit Pollen bestäubt aussieht. Diese Bestäubung erscheint dichter zu beiden Seiten des Halsschildes und der Flügeldecken. Die Länge der weiblichen Käfer schwankt zwischen 10 und 12 mm, die der Männchen

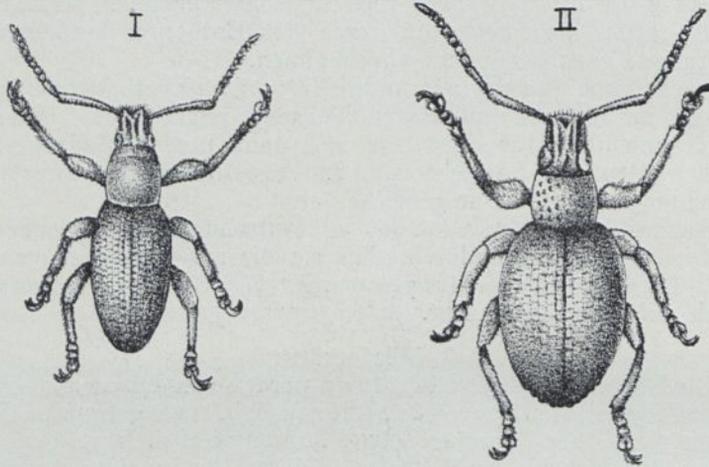


Fig. 51. *Systates pollinosus* Gerst. I Männliches, II weibliches Insekt. 4/1. Nach Aulmann (I, 262).

zwischen 7 und 9 mm. Der Aufenthalt der Larven dieses Käfers ist noch nicht bekannt. Daß dieselben aber speziell in der Rinde der Kautschukbäume leben sollten, ist wohl nicht sehr wahrscheinlich, weil sie dann doch wohl in diesen bereits gefunden sein würden.

In Amani konnte ich ferner beobachten, daß durch den hier auch auf zahlreichen anderen Gewächsen vorkommenden Rüsselkäfer *Dicasticus gerstaeckeri* Faust. (Fig. 52) von einem kleinen Bäumchen von *Manihot Glaziovii* etwa die Hälfte der Blätter fast völlig aufgefressen war. Ein von diesen Käfern zugerichtetes Blatt ist auf Fig. 53 abgebildet. Nach Beobachtungen des Forstamtes Morogoro wurden in diesem Bezirk durch den gleichen Rüsselkäfer 5 Jahre alte Bäume von *Manihot Glaziovii* völlig kahl gefressen. Einige Bäume sollen sogar dadurch zum Absterben gebracht sein.



Fig. 52. *Dicasticus gerstaeckeri* Fst. 3/1.

Das Einsammeln der Rüsselkäfer wird dadurch erleichtert, daß sich dieselben beim Schütteln der Bäume, auf denen sie sich befinden, fallen lassen und zunächst unbeweglich liegen bleiben, so daß sie dann leicht eingesammelt werden können. Die eingesammelten Käfer werden zweckmäßig in ein Gefäß mit Wasser, das mit einer dünnen Petroleumschicht bedeckt ist, gebracht.

Der nach Smith und Bradford (I) auf Hawaii an *Manihot Glaziovii* beobachtete Rüsselkäfer *Pseudolus longulus* wird von den genannten Autoren für unbedenklich gehalten.

d) Borkenkäfer (*Bostrychidae*).

Borkenkäfer kommen jedenfalls auch in Deutsch-Ostafrika sehr häufig in abgestorbenen Stämmen von *Manihot Glaziovii* vor. Das Vorhandensein derselben ist an den feinen Bohrgängen leicht wahr-

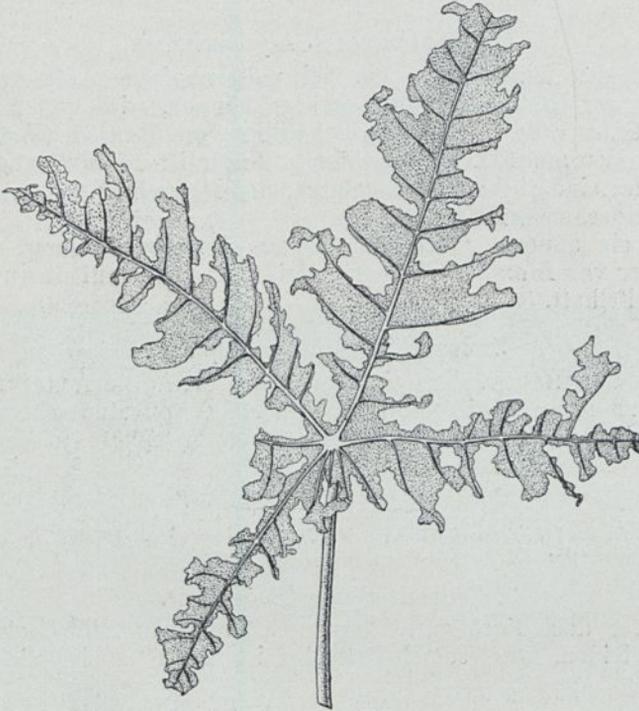


Fig. 53. Blatt von *Manihot Glaziovii* von *Dicasticus gerstaeckeri* angefressen ($\frac{1}{3}$).

zunehmen. In den meisten Fällen handelt es sich aber wohl sicher um Käfer, die erst nachträglich in die durch andere Ursachen zum Absterben gebrachten Stammteile eingedrungen sind. Daß sie in Deutsch-Ostafrika durch Befallen von gesunden Stämmen schädlich werden können, ist noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Nach Smith und Bradford (I) ist dagegen auf Hawaii der Borkenkäfer *Xyleborus affinis* Eichh. auf einer Kautschukplantage in solchen Mengen aufgetreten, daß ernstliche Verluste durch denselben nicht ausgeschlossen sind.

e) Bockkäfer (*Cerambycidae*).

Nach Morstatt (III) wurde der Bockkäfer *Stenodontes downesii* Hope auf verschiedenen Kautschukpflanzungen von Deutsch-Ostafrika beobachtet. Der Käfer scheint seine Eier an Astbruchstellen und anderen

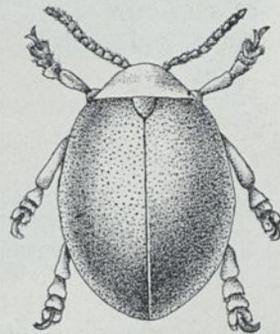


Fig. 54. *Oides collaris* Baly. 26/1. Nach Aulmann (I, 264).

Verletzungen der Bäume abzulegen. Die Larven bohren dann im morschen Holz lange Gänge, wodurch sie das weitere Absterben des Holzes und den Zerfall der Bäume sehr beschleunigen. Die fertigen Käfer gelangen durch einen Gang, den sie durch das Holz und auch durch die unverletzte Rinde fressen, ins Freie.

f) Blattkäfer (*Chrysomelidae*).

Von den Blattkäfern, die bei massenhaftem Auftreten durch Abfressen der Blätter schädlich werden können, wird von Aulmann (I, 268) *Oides collaris* Baly als Schädling von *Manihot Glaziovii* angeführt. Der auf Fig. 54 abgebildete Käfer ist 11 mm lang. Kopf und Fühler sind tief schwarz gefärbt, der Halsschild hell orange-gelb, die Flügeldecken matt tiefschwarz.

Ob ein anderer Blattkäfer *Ceralces ferrugineus* Gerst. ebenfalls die Blätter von *Manihot Glaziovii* anfrisßt, ist nach Aulmann (I, 265) noch zweifelhaft.

2. Hautflügler (*Hymenoptera*).

Von den Hautflüglern sind an dieser Stelle die Ameisen (*Formicidae*) zu nennen, die häufig in der Nähe von Kautschukbäumen, namentlich von krankhaften, ihre Nester anlegen. Daß sie aber auch gesunde Teile dieser Bäume angreifen sollten, wurde bisher nicht nachgewiesen. Eher könnten sie die frisch ausgelegten Samen vernichten. Derartige Beobachtungen wurden von Smith und Bradford (I) auf Hawaii gemacht.

3. Schmetterlinge (*Lepidoptera*).

Unter dem Fraß von Raupen scheint *Manihot Glaziovii* sehr wenig zu leiden. In Deutsch-Ostafrika ist darauf, soviel mir bekannt geworden, überhaupt noch keine blattfressende Raupe beobachtet. Nach Raiton (I) sollen aber in Brasilien durch eine als „*Mandioca caterpillar*“ bezeichnete Raupe die Blätter von *Manihot dichotoma* abgefressen werden. Zur Bekämpfung derselben soll sich Pariser Grün gut bewährt haben.

Erwähnen will ich an dieser Stelle noch eine zu der Familie der *Tineiden* gehörige Mottenlarve, durch die in einzelnen Fällen Kautschukbälle angefressen wurden. Die

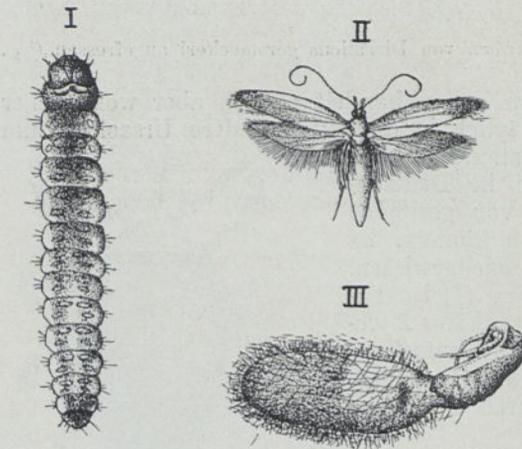


Fig. 55. Tineide, die an Kautschuk frißt. I Larve, II Motte, III Cocon mit der verlassenen Puppe. I und III 4 mal, II 2 mal vergrößert.

Larven (Fig. 55 I) leben meist in größerer Menge im Inneren der Bälle, die sie mit ihrem Kot stark verunreinigen. Die von einem

graubraunen Kokon umgebenen Puppen ragen nach dem Ausschlüpfen der Motte aus diesem heraus (Fig. 55 III). Die Motte (Fig. 55 II) besitzt namentlich an den Unterflügeln lange Fransen.

4. Zweiflügler (*Diptera*).

Larven von einer noch nicht näher bestimmten *Diptere* (Fliege oder Mücke) fand Morstatt (I) in der Rinde von *Manihot Glaziovii*. Dieselben sind 3—6 mm lang und etwa 1 mm dick. Am vorderen Ende sind sie zugespitzt und besitzen dort zwei, mit bloßem Auge nur als schwarzer Punkt sichtbare Mundhaken. Die Larven liegen meist zu mehreren zusammen und scheinen immer an den Narben von Zapfwunden einzudringen und veranlassen durch ihr Bohren das Ausfließen von Kautschuk. Später dringen sie bis zum Kambium vor, das durch dieselben getötet wird. Auf rundlichen Flecken von



Fig. 56. Blattstück von *Manihot Glaziovii* mit *Aspidiotus Palmae*. 5 mal vergrößert.

2—3 cm Durchmesser kann die Rinde vollständig absterben. Namentlich geschälte Bäume und solche, die am Rande der Pflanzung standen, wurden befallen. Ich halte es übrigens nicht für ausgeschlossen, daß die Larven eine mehr sekundäre Erscheinung darstellen.

5. Schnabelkerfe (*Hemiptera*).

Schildläuse (*Coccidae*).

Verschiedene Arten von Schildläusen wurden auf den Blättern von *Manihot Glaziovii* nachgewiesen. Sie scheinen aber auf diesen keinen besonders großen Schaden zu veranlassen und nur ganz ausnahmsweise ein frühzeitiges Abfallen der Blätter zu bewirken.

In Deutsch-Ostafrika sind namentlich verschiedene Arten der Gattung *Aspidiotus* ziemlich verbreitet. Dieselben finden sich, wie Fig. 56 zeigt, gewöhnlich in großer Menge und in den verschiedensten Entwicklungsstadien nebeneinander, meist auf der Unter-, seltener auf der Oberseite der Blätter. Die erwachsenen Weibchen sind von einem bald kreisförmigen, bald etwas in die Länge gestreckten, häutigen Schildchen bedeckt. Nachgewiesen wurden bisher folgende Arten:

1. *Aspidiotus cyanophylli* Sign.

Diese Art wurde von Smith und Bradford (I, 30) auf Hawaii auf den Blättern von *Manihot Glaziovii* beobachtet; ein erheblicher Schaden wurde aber durch die Läuse nicht angerichtet.

2. *Aspidiotus destructor* Sign.

Diese Art hat namentlich an Palmen an verschiedenen Orten großen Schaden angerichtet. Den Blättern von *Manihot Glaziovii* scheint sie aber weniger schädlich zu sein. Sie wurde auf diesen zuerst von Lindinger (II, 254) nachgewiesen.

3. *Aspidiotus Palmae* Morgan.

Bei dieser Art ist das Schild des erwachsenen Weibchens hellbräunlich gefärbt, im Umriß eiförmig und stark gewölbt (Fig. 56). Sie bevorzugt die Unterseite der Blätter und ist in Amani und auf verschiedenen Pflanzungen ziemlich häufig, aber namentlich auf alten Blättern.

4. *Aspidiotus replicatus* Ldgr.

Diese Art bevorzugt die Oberseite der Blätter. Das kleine, annähernd kreisrunde Schild ist goldbraun gefärbt. Sie wurde auf Blättern von *Manihot Glaziovii*, die ich in Amani gesammelt hatte, von Lindinger bestimmt.

5. *Aspidiotus transparentis* Green. (syn. *Aspidiotus Lataniae* Sign.).

Diese Art wurde ebenfalls von Lindinger (I, 38) auf Blättern von *Manihot Glaziovii*, die von Amani stammten, beobachtet. Charakteristisch ist für diese Art das flache, weiße, konzentrisch geschichtete Schildchen des erwachsenen Weibchens, das bald annähernd kreisförmig, bald mehr länglich ist und einen Durchmesser von 2–3 mm besitzt.

6. *Cryptoaspidiotus nigrescens* Ldgr.

Diese Art kommt vorwiegend auf der Oberseite der Blätter vor. Das Schild ist meist eiförmig, stark einseitig gewölbt, seltener mehr rundlich, 1 mm lang, $\frac{3}{4}$ mm breit, dunkelkastanienbraun bis schwarz. Die Laus wurde in Amani vereinzelt beobachtet.

7. *Hemichionaspis aspidistrae* Cooley.

Von Lindinger auf Blättern von *Manihot Glaziovii* nachgewiesen.

8. *Lecanium marsupiale* Green.

Diese Art ist in Deutsch-Ostafrika ziemlich häufig auf der Blattunterseite von *Manihot Glaziovii* zu beobachten. Das ovale Schildchen

und die Umgebung des Blattes erscheint häufig durch weiße Ausscheidungen wie bereift. Beschrieben wurde die Art von Green (I, 212).

9. *Lecanium nigrum* Nietn. (syn. *Saissetia nigra*).

wurde von Cotes (I, 168) als Schädling von *Manihot Glaziovii* auf Ceylon angeführt. Die gleiche Art fanden Smith und Bradford (I, 30) auch auf Hawai auf den Blättern der genannten Art. Von Lindinger wurde dieselbe auch auf Blättern, die in Amani gesammelt waren, nachgewiesen. Eine genaue Beschreibung und Abbildung der Art gibt Green (I, 229).

10. *Lecanium oleae* Bern. (syn. *Saissetia oleae*).

Diese Art wurde ebenfalls von Smith und Bradford (I) auf Hawai auf Blättern von *Manihot Glaziovii* beobachtet, soll dort aber keinen erheblichen Schaden verursachen. Genau beschrieben und abgebildet wurde die Art von Green (I, 227).

11. *Perissopneumon zimmermanni* Newst.

Unter dieser Bezeichnung beschreibt Newstead (I, 157) eine 10–12 mm lange und 7–8,5 mm breite, mit feinkörniger Wachsschicht bedeckte Kokzide, die ich in Lewa auf dem Stamm von *Manihot Glaziovii* gefunden. Sie ist aber jedenfalls von sehr geringer Verbreitung und für die Praxis nicht von Bedeutung.

12. *Pseudococcus adonidum* Wester. (syn. *Dactylopius longispinus*).

Diese Art findet sich in Deutsch-Ostafrika ziemlich häufig auf der Unterseite der Blätter und ist daran kenntlich, daß der ganze Körper mit wachsartigen Ausscheidungen bedeckt ist, die namentlich am vorderen und hinteren Ende desselben zu langen Fäden ausgezogen sind (Fig. 57). Eine vielleicht mit der genannten Art identische *Pseudococcus*



Fig. 57. Blattstück von *Manihot Glaziovii* mit *Pseudococcus adonidum*. 2 mal vergrößert.

sp. wurde von Smith und Bradford (I, 30) auf Hawai auf Blättern von *Manihot Glaziovii* nachgewiesen.

13. *Selenaspidus articulatus* Fern.

wurde von Lindinger (I, 42) auf Zweigen von *Manihot Glaziovii*, die aus Amani stammten, nachgewiesen. Charakteristisch ist für diese Art, daß der Cephalothorax scharf vom Abdomen abgegliedert ist. Abbildung und Beschreibung gibt Lindinger (III, 5).

6. Geradflügler (*Orthoptera*).

a) Feldheuschrecken (*Acrididae*).

Während von der Wanderheuschrecke (*Schistocerca peregrina* Oliv.) noch nicht nachgewiesen ist, daß sie auch für Kautschukpflanzungen gefährlich werden kann, wurde durch die bunte Stinkschrecke (*Zonocerus peregrinus* Thunb.) in Deutsch-Ostafrika wiederholt in Kautschukpflanzungen erheblicher Schaden angerichtet. Namentlich auf den Saatbeeten und an jungen Bäumen können die Stinkschrecken durch Abfressen der Blätter und Triebspitzen schädlich werden.

Die Stinkschrecke wurde von Morstatt (II) eingehend beschrieben. Ich erwähne nur, daß die Länge der erwachsenen geflügelten Insekten 28—55 mm beträgt. Sie sind lebhaft bunt gefärbt. Der Brust Rücken ist gelb bis olivengrün, der Hinterleib schwarz und gelb, weiß bis bläulich geringelt, Kopf und Beine sind gelb und schwarz gezeichnet. Die Flügel sind dunkelrot oder graugrün mit gelbgrünem Geäder.

Zur Bekämpfung empfiehlt Morstatt (II) in erster Linie die Vernichtung der im Boden abgelegten Eierpakete. Diese werden, da sie nur wenige Zentimeter tief im Boden liegen, durch Hacken des Bodens entweder direkt zerquetscht oder sie kommen an die Oberfläche und sind dann den Einflüssen der Witterung ausgesetzt, so daß die Eier besonders durch Vertrocknen zugrunde gehen. Ein direktes Absammeln der Tiere ist bei den jungen, lebhaft beweglichen Stinkschrecken schwer durchzuführen, dahingegen kann man später die mehr ausgewachsenen Tiere in der kühleren Zeit und namentlich morgens leicht sammeln. Man kann die eingesammelten Tiere dann verbrennen oder zerstampfen.

Zum Vergiften der Tiere wird namentlich arsenigsaures Natron (Arsensoda) empfohlen. Für jüngere Tiere benutzt man eine Lösung von $\frac{1}{2}$ kg arsenigsaures Natron und 1 kg Zucker oder Melasse in 80 l Wasser. Bei älteren Tieren nimmt man die Lösung zweckmäßig stärker bis etwa doppelt so konzentriert. Die Verteilung des Giftes geschieht mit einem Zerstäuber (Rebenspritze), einer Handspritze oder auch mit einer Gießkanne. Wegen der großen Giftigkeit des arsenigsauren Natrons ist bei Anwendung desselben große Vorsicht geboten. Speziellere Angaben über die Bekämpfungsmethoden sind von Morstatt zusammengestellt.

Erwähnt sei schließlich noch an dieser Stelle, daß in Portugiesisch-Ostafrika nach Cardozo (VI, 166) von nicht näher bezeichneten Heuschrecken speziell die Blätter und Zweigspitzen von

Manihot dichotoma abgefressen wurden, während *Manihot Glaziovii* von denselben verschont werden soll.

b) Grabheuschrecken (*Gryllidae*).

Durch Grabheuschrecken oder Grillen scheinen auch in Deutsch-Ostafrika häufig junge Kautschukpflanzen abgefressen zu werden. Es soll dies namentlich der Fall sein, wenn die Pflanzung plötzlich von Unkraut gereinigt wird, so daß dann die Insekten keine anderweitige Nahrung finden. In Gegenden, in denen zahlreiche Grillen vorkommen, kann man versuchen, dieselben dadurch von den Kautschukbäumen abzuhalten, daß man nur die unmittelbare Umgebung der Kautschukpflanzen von Unkraut reinigt.

Welche Arten speziell in Deutsch-Ostafrika derartigen Schaden angerichtet haben, ist bisher noch nicht nachgewiesen. In Westafrika wurde nach Bradford (Kew Bull. 1897, p. 188) *Brachytrypus membranaceus* Drury schädlich für junge Pflanzen von *Manihot Glaziovii*.

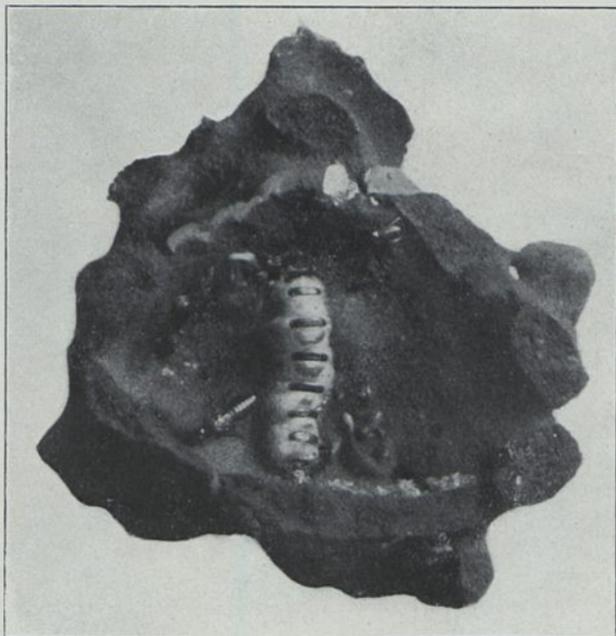


Fig. 58. *Termes* sp. Königinnenzelle mit Königin, König, Soldat und Arbeitern. Phot. von Dr. Morstatt.

c) Termiten (*Termitidae*).

Von der Familie der Termiten oder weißen Ameisen kommen auch in Deutsch-Ostafrika sehr verschiedene Arten vor. Die meisten derselben haben ihre Nester im Erdboden, einige aber auch an Bäumen. Man unterscheidet bei ihnen wie bei den schwarzen Ameisen geschlechtslose Tiere (Arbeiter und Soldaten) sowie die beim Ausschlüpfen aus dem Nest mit Flügeln versehenen geschlechts-

reifen Tiere. Diese werfen aber, wenn sie neue Kolonien bilden, ihre Flügel ab und bei dem in dem fertigen Nest in einer besonders großen Zelle lebenden Weibchen, der Königin, schwillt der Hinterleib bedeutend an, so daß das Tier eine Länge von mehreren Zentimetern erreichen kann. In der Königinnenzelle (Fig. 58) befindet sich außerdem noch ein geschlechtsreifes Männchen, der König, und meist noch eine größere Anzahl von Arbeitern und Soldaten.

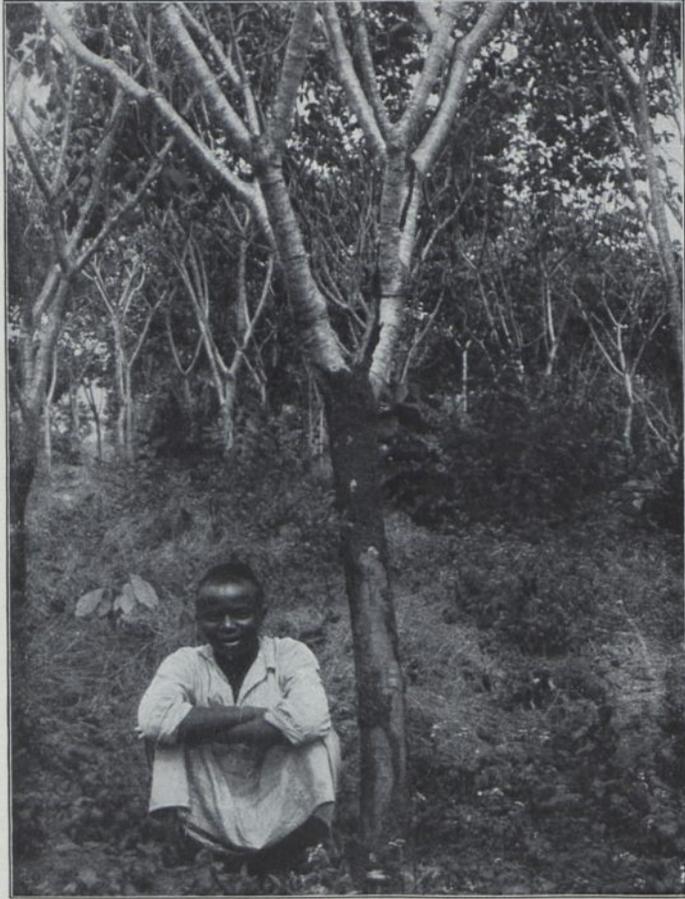


Fig. 59. *Manihot Glaziovii*. Stamm durch Termiten mit Lehm bedeckt.

Die Termiten richten nun in Kautschukpflanzungen zunächst sehr häufig dadurch großen Schaden an, daß sie an den Stämmen der Kautschukbäume emporwandern und diese mit einer dicken Erdschicht bedecken, unter deren Schutze die gegen Besonnung sehr empfindlichen Tiere sich allein an den Stämmen aufzuhalten vermögen. Fig. 59 stellt einen derartigen von Termiten befallenen Baum dar. Entfernt man nun von einem solchen Baume die Erdkrusten, so wird man unter

diesen häufig noch die Termiten antreffen, meist wird man sie aber bereits verlassen finden.

Es ist nun unzweifelhaft, daß die Termiten schon durch das fortdauernde Verunreinigen der Stämme mit großen Erdmassen recht schädlich werden können; denn es wird dadurch das Einsammeln von reinem Kautschuk sehr erschwert und durch das hierfür erforderliche fortgesetzte Reinigen der Stämme können in termitenreichen Gegenden ganz bedeutende Ausgaben entstehen. Es würde somit schon aus diesem Grunde ein in der Praxis ausführbares Mittel, durch das die Termiten dauernd von den Stämmen fernzuhalten oder direkt zu vernichten wären, für die Kautschukpflanzungen von großem Nutzen sein.

Noch schädlicher können aber die Termiten dadurch werden, daß sie die Kautschukbäume selbst verletzen und zum Absterben bringen. Die meisten Termiten scheinen nun allerdings in dieser Beziehung unschädlich zu sein und sich mit dem Abfressen der äußeren Borkefetzen und Korkschichten zu begnügen. So kann man sich z. B. durch Entfernen der von den Termiten an den Stämmen angebrachten Erdkrusten an jungen, noch nicht gezapften Bäumen leicht davon überzeugen, daß die Termiten meist nur die äußerste tote Rindenschicht, die Korkschicht, die auch beim Schälen der Bäume entfernt wird, mehr oder weniger vollständig abgefressen haben, so daß die darunter befindliche grüne Rindenschicht freigelegt ist. Durch genaue Untersuchung einer größeren Anzahl derartiger Bäume konnte ich mich aber davon überzeugen, daß die Termiten stellenweise auch die grüne Rinde verwunden und einen Austritt von Kautschuk, der bei vorsichtigem Abwaschen der Erdkruste auf der Rinde haften bleibt, bewirkt haben. Ausgedehntere, tiefgehende Wunden habe ich allerdings in keinem Falle an jungen Bäumen beobachten können. Es ist ja auch nicht ausgeschlossen, daß gerade der austretende Milchsaft die Termiten von weiterem Anfressen der gesunden grünen Rinde abhält. Immerhin ist aber auch nicht ausgeschlossen, daß bereits die kleinen Verwundungen dadurch, daß sie Pilzinfektionen und dergleichen begünstigen, unter Umständen schädlich werden können. Bei älteren, viel gezapften Bäumen scheinen die Termiten tiefer in die Rinde einzudringen und können hier wohl eher die Angriffe von Bakterien und dergleichen begünstigen. Doch vermag ich über die Größe des hierdurch entstehenden Schadens noch keine zuverlässigen Angaben zu machen.

Nach den noch nicht zum Abschluß gelangten Untersuchungen von Dr. Morstatt ist es nun aber sehr wahrscheinlich, daß eine bestimmte Termitenart von abgestorbenen Rindenflecken aus in das gesunde Holz einzudringen und sich in diesem auszubreiten vermag, den Baum schließlich vollständig zum Absterben bringend. Auf Fig. 60 ist ein in dieser Weise von Termiten vernichteter Baum abgebildet. Es scheint, daß auf verschiedenen Pflanzungen auf diese Weise eine beträchtliche Anzahl von Kautschukbäumen getötet wird.

Um nun die Termiten von den Kautschukbäumen fernzuhalten, hat man zunächst versucht, an der Basis der Stämme Ringe von Raupenleim, Teer, Euphorbiensaft und dergleichen anzubringen. All diese Mittel haben aber, soweit mir bekannt geworden, die damit bestrichenen Bäume nur eine relativ kurze Zeit gegen die Angriffe der Termiten geschützt und sind deshalb in der Praxis nicht zu verwenden.

Auf einigen Pflanzungen hat man auch versucht, die Termiten durch Vernichtung der Königinnen unschädlich zu machen. Das Auffinden der häufig nur mit kleinen Öffnungen versehenen Nester wird dabei dadurch erleichtert, daß beim Klopfen auf den Boden oberhalb der Nester ein eigenartiger dumpfer Ton entsteht, für den namentlich manche Eingeborene ein sehr scharfes Ohr zu haben scheinen. Die der Königin beraubten Termitenkolonien scheinen sich nun aber in wenigen



Fig. 60. 5 Jahre alte *Manihot*-Pflanzung. Der vorderste Baum von Termiten vernichtet. Phot. von Dr. Morstatt.

Monaten wieder eine neue Königin heranzüchten zu können, so daß auch dies Mittel keine radikale Vernichtung der Termiten ermöglicht.

Auch die in anderen Ländern anscheinend mit gutem Erfolg angewandten Räucherapparate („Ameisentöter“), sowie das Einbringen von giftigen Stoffen in die Nester haben in Deutsch-Ostafrika bisher weniger günstige Resultate geliefert (vgl. Morstatt, II). Die diesbezüglichen Versuche sollen aber noch fortgesetzt werden.

d) Blasenfüße (*Physopoda*).

Die Blasenfüße, die früher sämtlich zu der Gattung *Thrips* gerechnet wurden, sind Insekten von sehr geringer Größe, die meist in den verschiedenen Entwicklungsstadien beisammen auf Blättern, Blüten und dergleichen zusammen leben. Die ausgebildeten Insekten, die eine Länge von 1–2 mm besitzen, sind langgestreckt, geflügelt und meist dunkel gefärbt. Die bedeutend kleineren Larven sind an Gestalt den ausgebildeten Insekten ähnlich, aber meist hell gefärbt.

Von Voßeler (I, 418) wurde eine *Thrips. sp.* in Amani auf Blättern von *Manihot Glaziovii* beobachtet. Die Larven dieser Art sind leuchtend rot. Die Insekten erzeugen durch Anstechen der Blätter kleine weißliche Flecken, die oft in großer Menge beisammen liegen. Außerdem ist die Anwesenheit der Tiere an den dunkelgefärbten Exkrementen, die sie auf den Blättern ablegen, zu erkennen. Ein erheblicher Schaden scheint durch diese Insekten, die ich auf verschiedenen Kautschukpflanzungen beobachtet habe, nicht verursacht zu werden.

III. Spinnentiere.

Milben (*Acarina*).

Eine kleine, nur mit einer Lupe deutlich zu erkennende rot und braungefleckte Milbenart, die jedenfalls zu den *Tetranychiden* gehört, fand ich ziemlich häufig auf den Blättern von *Manihot Glaziovii*. Sie erzeugen auf diesen rostfarbige kleine Flecken. Meist kommen diese Milben aber nur auf älteren Blättern vor, bei denen durch die Angriffe derselben wohl stellenweise ein frühzeitigeres Abfallen bewirkt wird. Ich habe aber bisher nicht beobachten können, daß durch diese Milben ein erheblicher Schaden veranlaßt wäre.

Schädlicher war anscheinend eine hellgrüne Milbe, die ich (XIV) früher im Buitenzorger Kulturgarten auf Blättern von *Manihot Glaziovii* beobachtet habe.

IV. Würmer.

Älchen (*Anguillulidae*).

Die an den Wurzeln verschiedener Kulturpflanzen erheblichen Schaden anrichtenden Älchen, namentlich *Heterodera* und *Tylenchus*, habe ich bisher in Deutsch-Ostafrika an Kautschukbäumen nicht beobachtet. Auf Hawaii soll aber nach Smith und Bradford (I) auf den Saatbeeten von *Manihot Glaziovii* durch Wurzelälchen viel Schaden angerichtet werden. Es wird deshalb empfohlen, den für die Saatbeete zu benutzenden Boden vorher durch Einleiten von Wasserdampf eine Stunde lang oder länger zu erhitzen, um die in demselben enthaltenen Wurzelälchen zu töten.

B. Pflanzliche Schädlinge.

I. Blütenpflanzen.

Von den zu den höheren Pflanzen gehörigen Schmarotzern sind in Deutsch-Ostafrika zahlreiche verschiedene Arten der Gattung *Loranthus* sehr verbreitet. Einige Exemplare von *Loranthus Schelei* Engl. habe ich in Amani auch auf Zweigen von *Manihot Glaziovii* be-

obachtet. Ferner konnte ich auf verschiedenen Pflanzungen *Loranthus*-Arten auf den Kautschukbäumen wahrnehmen und zwar namentlich am Rand der Pflanzungen, wohin sie wohl von dem angrenzenden Wald oder Busch verschleppt wurden.

Die Verbreitung der *Loranthaceen* geschieht durch Vögel, die die beerenartigen Früchte derselben verzehren und dann die unverdau-

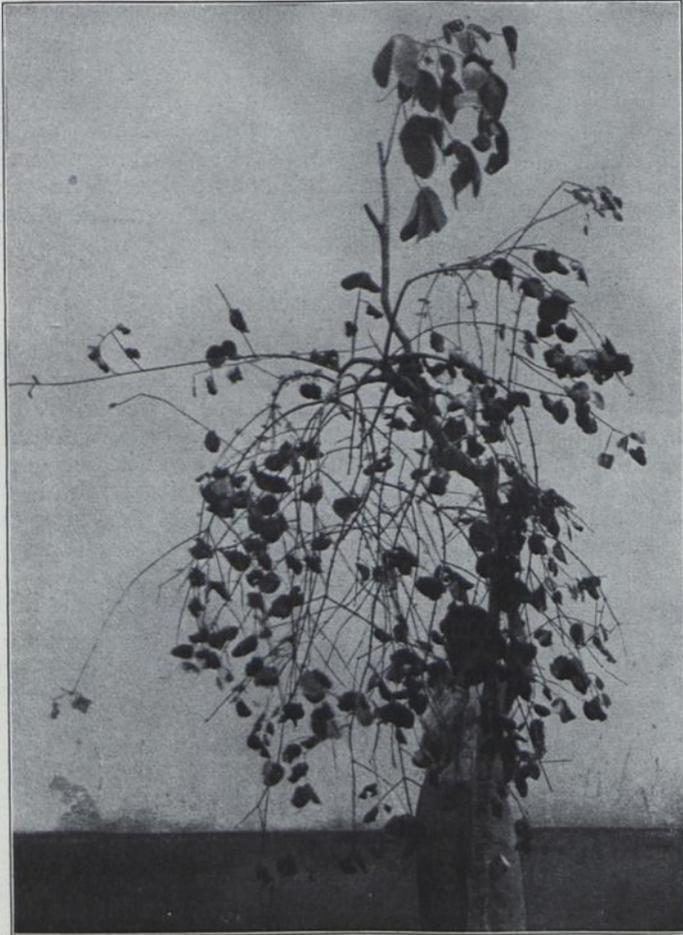


Fig. 61. *Loranthus Schelei* auf einem Zweig von *Manihot Glaziovii*.

lichen harten, Samen auf den Zweigen ablagern, auf denen sie keimen und sich allmählich zu großen Büschen (Fig. 61) entwickeln. An der Stelle, wo der Schmarotzer dem Zweige des Kautschukbaumes aufsitzt, bildet sich an diesem, wie Fig. 62 zeigt, ein ringförmiger Wulst, der die Basis des Parasiten vollständig einhüllt.

Da die *Loranthaceen* selbst grüne Blätter besitzen und infolgedessen die Kohlensäure der Luft assimilieren können, haben sie nicht nötig, ihren Wirtspflanzen organische Nahrung zu entziehen. Wenn

sie aber in größeren Mengen auftreten, können sie für diese doch durch Entnahme von Wasser und anorganischen Nährstoffen und durch Entziehung von Luft und Licht schädlich werden. Es empfiehlt sich deshalb, die Schmarotzer überall da, wo sie auf Kautschukpflanzen auftreten, zu vernichten. Es geschieht dies am besten in der Zeit, in der die Kautschukbäume kahl stehen, weil dann die Schmarotzer, die ihre Blätter nicht abwerfen, am leichtesten wahrzunehmen sind. Zur vollständigen Vernichtung genügt es nun aber nicht, einfach die Zweige des

Parasiten abzubrechen, da derselbe ja dann aus dem in dem Kautschukzweige zurückbleibenden Stumpf leicht wieder auswachsen könnte. Es ist vielmehr erforderlich, die den Schmarotzer tragenden Zweige einige Zentimeter unterhalb der Ansatzstelle desselben abzusägen.

Nach Ule (II, 95) kommen auch in Brasilien auf *Manihot Glaziovii* häufig *Loranthaceen* vor und es wird von diesem Autor Vernichtung der Schmarotzer empfohlen.



Fig. 62. Ansatzstelle des Schmarotzers (*Loranthus*) am Zweig von *Manihot Glaziovii*.

II. Pilze.

Von den durch Pilze bewirkten Krankheiten sollen zunächst die an den Blättern auftretenden besprochen werden. Ich habe nun bisher an *Manihot Glaziovii* drei verschiedene Blattfleckenkrankheiten beobachtet und eine an *Manihot dichotoma*. Eine Blattfleckenkrankheit wurde ferner auf Ceylon auf *Manihot Glaziovii* nachgewiesen. Von einer der von mir beobachteten Blattfleckenkrankheiten ist es nun allerdings noch sehr zweifelhaft, ob sie durch Pilze verursacht wird, sie mag aber doch an dieser Stelle mit besprochen werden.

Im Anschluß an die Blattfleckenkrankheiten sollen dann die in Brasilien beobachtete Beulenkrankheit beschrieben werden, durch die in erster Linie der Stengel befallen wird, sodann die in verschiedenen Gegenden beobachtete Wurzelfäule und schließlich die am Stamm beobachteten Pilze.

1. Die Blattfleckenkrankheiten.

a) Die *Maniok*-Fleckenkrankheit.

Die obige Bezeichnung wurde gewählt, weil der diese Krankheit verursachende Pilz zuerst in Java auf den Blättern des *Maniok* (*Manihot utilissima*) nachgewiesen wurde (Zimmermann, XIII, 218). Die gleiche Krankheit ist auf dieser Pflanze auch in Deutsch-Ostafrika sehr häufig anzutreffen, sie ist aber ferner auch auf *Manihot Glaziovii*, namentlich auf den Blättern junger Bäume ziemlich häufig zu beobachten.

Die durch den Pilz verursachten Flecken besitzen, wie Fig. 63 zeigt, eine unregelmäßige Begrenzung und einen Durchmesser von bis zu etwa 15 mm. Sie zeigen zunächst häufig eine bläuliche Färbung mit dunklem, fast schwarzem Rande, später werden sie heller bräunlich grau.

Mit der Lupe erkennt man auf den Flecken deutlich die Fruchträger des Pilzes, die sowohl auf der Ober- als auf der Unterseite des Blattes hervorbrechen, namentlich in der Nähe der größeren und kleineren Nerven (Fig. 64).



Fig. 63. Blattstück von *Manihot Glaziovii* mit der *Maniok*-Fleckenkrankheit. ($\frac{1}{2}$).

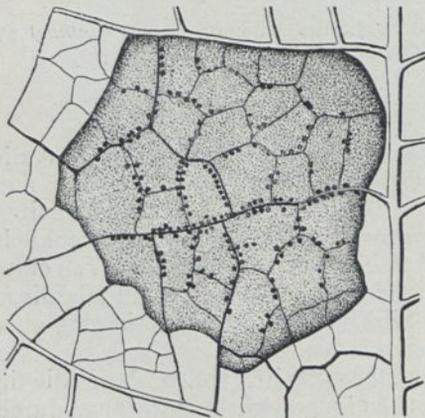


Fig. 64. Blattstück von *Manihot Glaziovii* mit einem Fleck der *Maniok*-Fleckenkrankheit. 10 mal vergrößert

Der als *Septogloeum Manihotis* Zn. bezeichnete Pilz ist ferner durch folgende Merkmale charakterisiert: Die Konidienträger sind zu Büscheln vereinigt, die einen Durchmesser von 0,04 bis 0,07 mm besitzen. Die Konidien (Fig. 65) sind zylindrisch, meist 2—5 zellig, hyalin, 12—65 μ lang, 4—6 μ breit, am oberen Ende stumpf, am unteren Ende schwach zugespitzt und mit Membranverdickung.



Fig. 65. Sporen von *Septogloeum Manihotis*. 435 mal vergrößert.

Großer Schaden wird durch den Pilz, soweit ich dies bisher beobachten konnte, nicht angerichtet. Wenn er aber auf den Saatbeeten oder an jungen Pflanzen in großen Mengen auftritt, empfiehlt es sich, alle die beschriebenen Flecken zeigenden Blätter abzuschneiden und zu vernichten.

b) Die Ringelfleckenkrankheit der Blätter.

Die durch diese Krankheit erzeugten Flecken sind meist von unregelmäßiger Gestalt (Fig. 66): häufig werden sie durch die größeren Nerven begrenzt. Ihr Durchmesser schwankt meist zwischen 5 und 25 mm. Sie sind zunächst dunkelbraun, fast schwarz gefärbt; später werden sie meist heller braun schokoladenfarbig mit dunklerem Rande. Schon mit bloßem Auge erkennt man ferner auf den meisten Flecken



Fig. 66. Blattstück von *Manihot Glaziovii* mit Ringelfleckenkrankheit ($\frac{1}{6}$).

feine dunklere Linien, die ungefähr dem Rande der Flecken parallel laufen, ca $\frac{1}{2}$ mm voneinander entfernt sind und eine konzentrische Streifung der Flecken bewirken (Fig. 67). Besonders charakteristisch für die Krankheit ist, daß meist einzelne Bäume von derselben ganz besonders stark befallen werden, während die in der Umgebung derselben befindlichen völlig frei von Flecken sind. Wenn zahlreiche Flecken vorhanden sind, fallen die Blätter meist frühzeitig ab. Es dürfte sich jedenfalls empfehlen, Bäume, die stark von der Krankheit angetastet sind, zu entfernen. Ich fand auf den Flecken sehr häufig einen zu den *Sphaeriaceen* gehörigen Pilz, dessen Diagnose ich hier folgen lasse. Ob derselbe aber als Ursache der Krankheit anzusehen ist, vermag ich noch nicht mit Sicherheit anzugeben.

Lizonia Manihotis sp. n. Perithezien (Fig. 68 I u. II) auf der Ober- und Unterseite der Blätter, meist einzeln, etwas flach, mit vorragender Mündungspapille, dunkelbraun bis schwarz, glatt, Durchmesser 80—120 μ , Durchmesser der Mündungspapille 15—22 μ , Asci (Fig. 68 IV) dickzylindrisch, an beiden Seiten stumpf, 8sporig, 50 μ lang, 11 μ breit, ungestielt; Sporen (Fig. 68 III) länglich, schwach eingeschnürt, nach beiden Seiten etwas zugespitzt, zweizellig, hyalin, 21 μ lang, 5 μ breit.

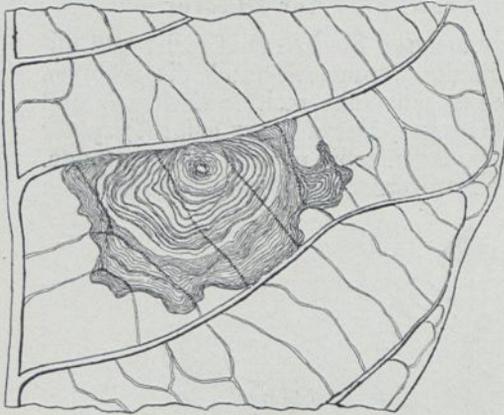


Fig. 67. Blattstück von *Manihot Glaziovii* mit einem Ringelfleck (3/2).

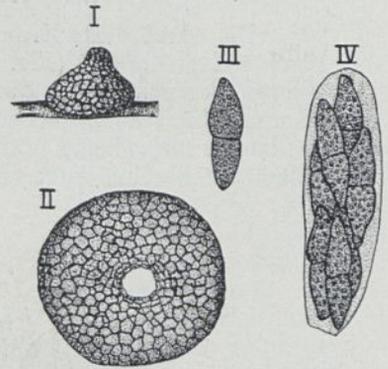


Fig. 68. *Lizonia Manihotis*. I und II Perithecium, III Spore, IV Ascus. I 112 mal, II 230 mal, III und IV 720 mal vergrößert.

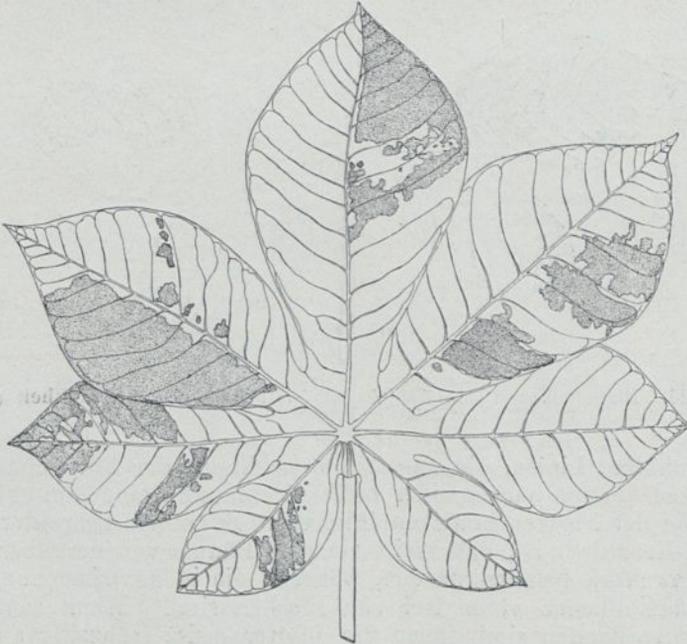


Fig. 69. Blatt von *Manihot Glaziovii* mit Randfleckenkrankheit ($\frac{1}{6}$).

c) Randfleckenkrankheit.

Die durch diese Krankheit bewirkten Flecken sind meist bedeutend größer wie die bei den zuvor beschriebenen Krankheiten und

ragen meist vom Rande der Blätter aus in das Innere derselben hinein (Fig. 69). Die Färbung der Flecken ist von oben gesehen, zunächst olivengrün, von unten etwa spangrün, im durchscheinenden Lichte fallen die Flecken sofort durch dunkle Färbung auf. Sie sind stets scharf begrenzt und am Rande etwas dunkler. Später werden die Flecken mehr bräunlich grau.

Durch die Krankheit werden, soviel ich bisher beobachten konnte, nur ausgewachsene Blätter angetastet, häufig bleiben aber die ältesten völlig von derselben verschont, während jüngere Blätter befallen werden. Die befallenen Blätter werden meist welk und vertrocknen.

Die Ursache dieser Krankheit habe ich bisher nicht feststellen können, auf älteren Flecken findet man zwar stets eine große Anzahl verschiedener Pilze; daß dieselben aber als die Ursache der Krankheit

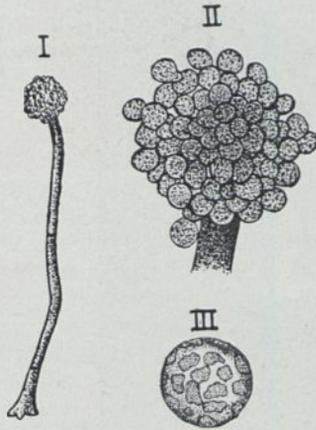


Fig. 70. *Periconia Manihotis*. I Konidienträger, II Köpfchen desselben, III Konidie. I 122 mal, II 435 mal, III 1100 mal vergrößert.

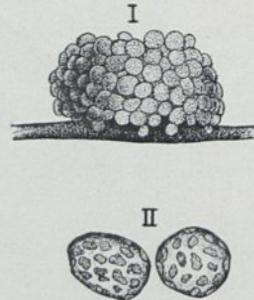


Fig. 71. *Epicoccum Manihotis*. I Fruchtkörper, II Konidie. I 283 mal, II 1050 mal vergrößert.

anzusehen wären, wird dadurch unwahrscheinlich, daß ich auf den jüngsten, aber scharf markierten Flecken, keinerlei Pilze beobachten konnte und ebensowenig auch im Inneren der Blätter irgendwelche Pilzmycelien. Ob nun die Krankheit durch Witterungsverhältnisse oder Ernährungsstörungen bewirkt wird, ist noch zu untersuchen. Soweit ich bisher beobachten konnte, scheint die Krankheit namentlich bei feuchter Witterung aufzutreten, aber ohne jemals erheblichen Schaden anzurichten.

Von den verschiedenen auf älteren Flecken beobachteten Pilzen habe ich bisher nur die beiden nachfolgenden näher untersucht, die aber wohl sicher als sekundäre Parasiten aufzufassen sind.

Periconia Manihotis sp. n. Konidienträger (Fig. 70 I) auf der Ober- und Unterseite des Blattes hervorbrechend, meist in ziemlicher Menge zusammenstehend, zylindrisch, an der Basis schwach verdickt, meist mit 2—3 Scheidewänden, an der Basis fast schwarz, nach der Spitze zu heller werdend, 200—350 μ lang, 10—13 μ dick. Konidien (Fig. 70 III) zimtbraun, warzig, kugelig, Durchmesser 9—11 μ .

Epicoccum Manihotis sp. n. Fruchtkörper (Fig. 71) halbkugelig, zu vielen beisammen, auf der Ober- und Unterseite der Blätter, mikroskopisch schwarz erscheinend, 70—100 μ breit, 40—50 μ hoch. Konidien (Fig. 71 III) fast kugelig, warzig an der Oberfläche, umbrafarbig, Durchmesser 7—10 μ .

d) Mehltau-Krankheit.

Auf den Blättern von *Manihot dichotoma* beobachtete ich in Amani ziemlich häufig dunkelgraue Flecken von kreisförmiger Gestalt (Fig. 72) mit einem Durchmesser von 3—5 mm. Später fließen die



Fig. 72. Blätter von *Manihot dichotoma* mit Mehltaukrankheit.

einzelnen Flecken häufig zusammen und können fast das ganze Blatt bedecken. Die von dieser Krankheit angetasteten Blätter machen zwar einen etwas krankhaften Eindruck, namentlich, wenn sie schon in der Jugend befallen werden, sie fallen aber zur selten frühzeitig ab.

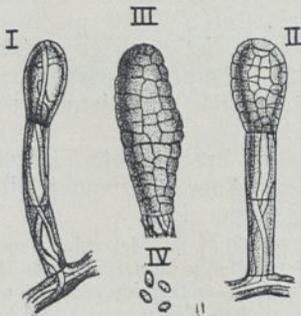


Fig. 73. *Cicinnobolus Manihotis*. I und II junge Pykniden, III ausgebildete Pyknide, IV Sporen. 325 mal vergrößert.

Die Blattflecken sind überzogen von dem Mycel eines Mehltaupilzes (*Oidium* sp.), der aber selbst selten zur Fruktifikation gelangt. Es ist dies dadurch zu erklären, daß der Mehltaupilz in allen untersuchten Fällen von einem auf ihm schmarotzenden Pilze befallen war, der in den Konidienträgern des Mehltaupilzes fruktifiziert. Dieser Schmarotzer des Mehltaupilzes mag an dieser Stelle kurz beschrieben werden:

Cicinnobolus Manihotis n. sp. Pykniden (Fig. 73 III) von ziemlich verschiedener Gestalt, eiförmig oder birnförmig, langgestreckt, stumpf oder etwas zugespitzt, zuweilen auch einmal oder mehrere Male eingeschnürt, gestielt, gelbbraun, 44—88 μ lang, 30—35 μ breit. Sporen hyalin, länglich, 8—9 μ lang, 3 μ breit, in Schleimfäden austretend. Fig. 73 I zeigt einen von den Hyphen des Pilzes befallenen Konidienträger von *Oidium*, Fig. 73 II eine junge Pyknide.

e) Blattfleckenkrankheit von Ceylon.

Bei der von Petch (II, 10) auf Ceylon beobachteten Krankheit befinden sich auf den Blättern unregelmäßig begrenzte Flecken, die anfangs rotbrann, später grau gefärbt sind, mit dunkelbraunem Rande; später fließen dieselben vom Rande des Blattes aus zu großen unregelmäßig begrenzten Flecken zusammen.

Der die Krankheit verursachende Pilz wird als *Cercospora Cearae* Petch bezeichnet und in folgender Weise beschrieben: Konidienträger des Pilzes auf beiden Seiten des Blattes, in kleinen schwarzen, später grauen Büscheln; Konidien zylindrisch, gegen das Ende schwach zugespitzt, gerade, olivenfarbig, 6—11zellig, 42 bis 78 μ lang, 6—7 μ breit.

2. Die Beulenkrankheit.

Die von Ule (II, 94) in Brasilien beobachtete Krankheit von *Manihot Glaziovii* bewirkt an den Stämmen und Zweigen beulenartige Anschwellungen, die oft einen mehr als viermal größeren Durchmesser besitzen als die Zweige, auf denen sie sich befinden. Meist sind dieselben etwas länglich, zeigen eine Anhäufung junger Zweige oder zuweilen eine Anzahl aufgesprossener Zweige nach Art der Hexenbesen. Auf den Blättern ruft der Pilz rostige Flecken hervor.

Die Krankheit ist im Staate Ceará sehr verbreitet. Sie vermindert zunächst den Kautschukertrag, dann verursacht sie das Absterben von Zweigen und Ästen und zuletzt des ganzen Baumes. Zur Bekämpfung wird empfohlen, die befallenen Teile möglichst bald abzuschneiden und zu verbrennen. Auch soll bei der Vermehrung durch Stecklinge ausschließlich gesundes Material benutzt werden. Da die Krankheit in anderen Ländern noch nicht beobachtet zu sein scheint, ist auch bei der Einfuhr von Samen aus Brasilien Vorsicht geboten.

Verursacht wird die Krankheit durch einen als *Uredo Manihotis* P. Henn. bezeichneten Pilz, der auch auf anderen wilden *Manihot*-Arten und auch auf dem Maniok (*Manihot utilissima*) beobachtet wurde.

3. Die Wurzelfäule.

Wohl auf allen Pflanzungen wird man gelegentlich beobachten, daß einzelne Bäume mehr oder weniger plötzlich absterben und schließlich vom Winde umgeworfen werden. Bei Untersuchung derartiger Bäume wird man auch gewöhnlich finden, daß die dickeren Wurzeln und die Basis des Stammes mehr oder weniger stark in Fäulnis übergegangen oder auch von Termiten angegriffen sind.

Es ist nun nicht anzunehmen, daß wir es in all diesen Fällen mit der gleichen Krankheit zu tun haben. In vielen Fällen kann ja auch durch ungünstige Bodenbeschaffenheit, zu starkes Zapfen am Wurzelhals und dergleichen ein Absterben der Bäume verursacht werden.

In zahlreichen Fällen konnte ich nun aber doch mit Sicherheit nachweisen, daß die absterbenden Bäume ganz charakteristische Erscheinungen zeigen, die auf die gleiche Ursache und zwar auf einen höheren Pilz als Krankheitserreger hinweisen.

Um sich über die Ursache dieser Art der Wurzelfäule zu orientieren, wählt man am besten solche Bäume, die in den ersten Stadien der Krankheit stehen, bei denen also die Blätter unabhängig von den klimatischen Bedingungen plötzlich abgefallen sind und die Spitzen abzusterben beginnen. Wenn man von einem solchen Baume an der Basis des Stammes die harte Korkschiicht vollständig abschält, so wird man finden, daß die darunter gelegene Rinde nicht wie bei gesunden Bäumen grün gefärbt ist, sondern rostfarbig braun und zwar kann diese Entfärbung der Rinde je nach dem Entwicklungsstadium der Krankheit verschieden hoch am Stamm heraufgehen.



Fig. 74. Stammstück von einem durch Wurzelfäule getöteten Baume von *Manihot Glaziovii*, das weiße Mycel in der Rinde freipräpariert.

Untersucht man ferner die Rinde an der Grenze zwischen den abgestorbenen braunen und den noch lebenden grünen Teilen, so findet man in derselben schon mit dem bloßen Auge sichtbare weiße Lamellen, die ähnlich wie feuchte Kautschukfladen aussehen, aber in Wirklichkeit aus einem Gewebe von Pilzhyphen bestehen. In Fig. 74 ist ein Stammstück mit einer derartigen freipräparierten Pilzlamelle abgebildet. Nach dem Vorkommen dieser Pilzlamellen an der Grenze der absterbenden Rinde kann kein Zweifel darüber bestehen, daß dieselben als Ursache des Absterbens der Rinde anzusehen sind.

Die Rinde der Wurzeln ist bei derartigen Bäumen meist völlig gebräunt und mehr oder weniger stark in Fäulnis übergegangen. Allmählich wird auch das Holz von Stamm und Wurzeln angegriffen.

Die derartig charakterisierte Wurzelfäule wurde nun bisher namentlich in Amani beobachtet, wo sie sich an einem in etwa 850 m Höhe gelegenen Hange allmählich immer mehr ausgebreitet hat. Auch auf einer gleich hoch gelegenen Plantage, auf der ebenfalls beträchtliche Regenmengen niederfallen, wurde die Krankheit in größerer Menge nachgewiesen. Auf den in der Ebene gelegenen Pflanzungen habe ich aber nur vereinzelte Bäume angetroffen, die von der gleichen Krankheit angetastet waren. Meist waren es auch ältere Bäume, die derselben erlegen waren. Vereinzelt fand ich den Pilz aber auch an jungen, etwa einjährigen Bäumen. Nach den bisher vorliegenden Beobachtungen scheint sich aber die Krankheit nur in besonders feuchten Gebirgsgegenden stärker auszubreiten und auf den in der Ebene gelegenen, ein trockeneres Klima aufweisenden Pflanzungen keinen erheblichen Schaden anzurichten.

Häufig scheint auch die Krankheit an den noch schwächer angetasteten Bäumen wenigstens zeitweilig wieder zum Stillstand zu kommen und es bilden sich dann oberhalb der getöteten Rinde wieder zahlreiche Wurzeln, wie dies in Fig. 75 abgebildet ist. Es ist aber jeden-

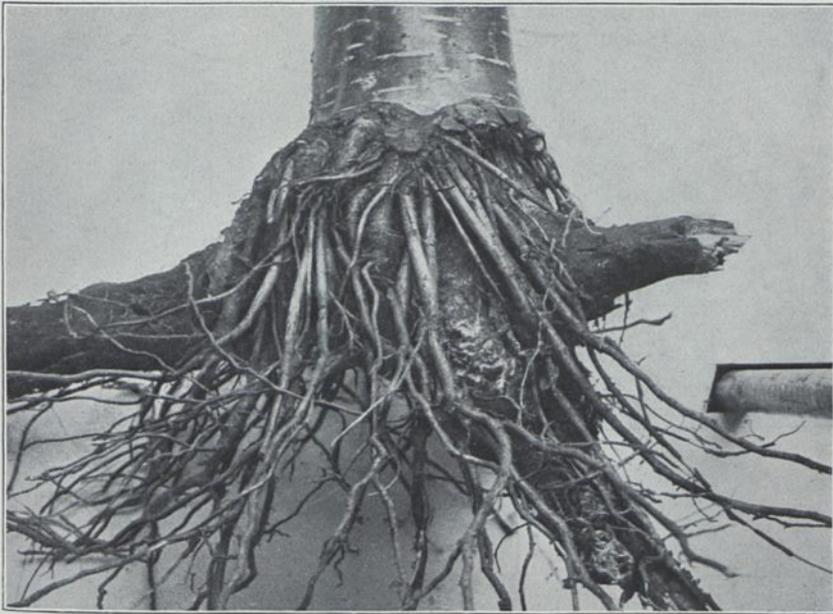


Fig. 75. Wurzelhals eines wurzelfaulen Baumes von *Manihot Glaziovii* mit neugebildeten Wurzeln.

falls ausgeschlossen, daß sich derartige Bäume normal entwickeln werden und es ist dringend anzuraten, alle Bäume, die Anzeichen der geschilderten Krankheit erkennen lassen, möglichst bald auszugraben und die Wurzeln und die angetastete Stammbasis möglichst schnell zu verbrennen. Handelt es sich um größere Flecken, so wird man auch gut tun, dieselben nicht wieder mit *Manihot Glaziovii* zu bepflanzen.

Um die Wurzelfäule, die auf den regenreichen *Hevea*-Pflanzungen Ostasiens stellenweise erheblichen Schaden anrichtet, zu bekämpfen, hat man auch vorgeschlagen, schon bei der Anlage der Pflanzung alle im Boden befindlichen Wurzeln vollständig auszugraben. Es ist ja in der Tat nicht unwahrscheinlich, daß der die Wurzelfäule bewirkende Pilz von den im Boden verfaulenden Wurzeln ausgeht. Die exakte Durchführung dieser Maßregel ist aber mit sehr großen Kosten verbunden und dürfte in den trockeneren Gegenden von Deutsch-Ostafrika, in denen die Wurzelfäule bisher nur sporadisch an einzelnen Bäumen aufgetreten ist, wohl kaum die Kosten lohnen. Für sehr unwahrscheinlich halte ich es ferner, daß die Wurzelfäule von auf dem Boden liegenden Stammstücken aus auf gesunde Bäume übertragen wird.

Den die geschilderte Art der Wurzelfäule bewirkenden Pilz vermag ich noch nicht mit voller Sicherheit anzugeben. Ich fand zwar zuweilen auf den von derselben angetasteten Wurzel- und Stammstücken einen mit dem in Europa verbreiteten „Judasohr“ nahe verwandten Pilz *Auricularia polytricha* Sacc., der bei Benetzung gallertartig aufquillt (Fig. 76). Der gleiche Pilz ist aber in der Umgebung von Amani sehr

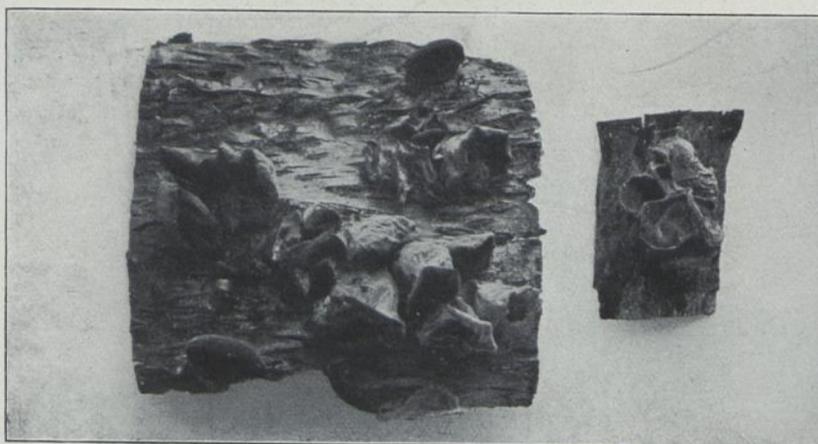


Fig. 76. Stammstücke von einem wurzelfaulen Baume von *Manihot Glaziovii* mit *Auricularia polytricha*.

verbreitet und kommt auf den verschiedenartigsten faulenden Hölzern vor. Ich fand ihn auch an Stämmen von *Manihot Glaziovii*, deren Rinde durch Anzapfen nach der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode teilweise zum Absterben gebracht war (Fig. 77). In diesem Falle war der Pilz sicher sekundär aufgetreten und war auch in die gesunde Rinde, die schon die Wunde zu überwallen begann, nicht eingedrungen.

Wahrscheinlicher erscheint es mir, daß der auf Fig. 78 abgebildete Pilz, der nach Eichelbaum (I, 57) als *Nyctalis Coffearum* Eich. zu bezeichnen ist, die Wurzelfäule veranlaßt. Ich habe denselben wenigstens wiederholt an dem Wurzelhals von Kautschukbäumen, die an Wurzelfäule litten, beobachtet. Der gleiche Pilz bildete sich auch häufig an Stücken von wurzelfaulen Kaffeebäumen, die im Laboratorium in Glaszylindern aufbewahrt waren. Mit voller Sicherheit ließe sich allerdings nur durch

Infektionsversuche feststellen, ob der genannte Pilz wirklich als die Ursache der Wurzelfäule anzusehen ist. Meine diesbezüglichen Versuche haben aber bisher noch nicht zu einem positiven Ergebnis geführt.

In der im Sigital befindlichen Kautschukpflanzung des Instituts Amani fand ich nun aber ferner an einigen Bäumen den in Fig. 79 abgebildeten Pilz, der nach gütiger Mitteilung der botanischen Zentralstelle wahrscheinlich als *Fomes pachyphloeus* zu bezeichnen ist. Eine andere Art der gleichen Gattung (*Fomes semitostus*) bewirkt nach Petch (I, 180)



Fig. 77. Stammstück von einem nach der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode angezapften Baume. Auf abgestorbenem Längsstreifen *Auricularia polytricha*.

auf Ceylon eine Wurzelfäule von *Hevea brasiliensis*. Es ist mir nun aber sehr zweifelhaft, ob es sich in diesem Falle um die oben beschriebene Art der Wurzelfäule handelt. Jedenfalls habe ich den gleichen Pilz bisher an keinem der in Amani absterbenden Bäume beobachtet. Auch habe ich denselben bisher an keinem der wurzelfaulen Bäume, die ich auf verschiedenen Plantagen untersuchen konnte, angetroffen.

Erwähnen will ich schließlich noch, daß nach de Wildeman (IV, 135) auch im Kongostaat durch Wurzelfäule zahlreiche Bäume getötet werden. Es wird dort die Pfahlwurzel zuerst angegriffen und

schließlich fast das ganze Wurzelsystem getötet, so daß die Bäume leicht von Winden umgeworfen werden können. Der die Fäulnis bewirkende Pilz wächst allmählich auch etwas am Stamm empor und gelangt dicht über dem Wurzelhals zur Fruktifikation, die mit einem *Polyporus* verglichen wird. Nach den von de Wildeman gegebenen Abbildungen zeigt derselbe mit dem in Fig. 79 abgebildeten Pilz eine große Übereinstimmung.

Fig. 78. Stammstück von einem wurzelfaulen Baum von *Manihot Glaziovii* mit *Nectatis coffearum*.

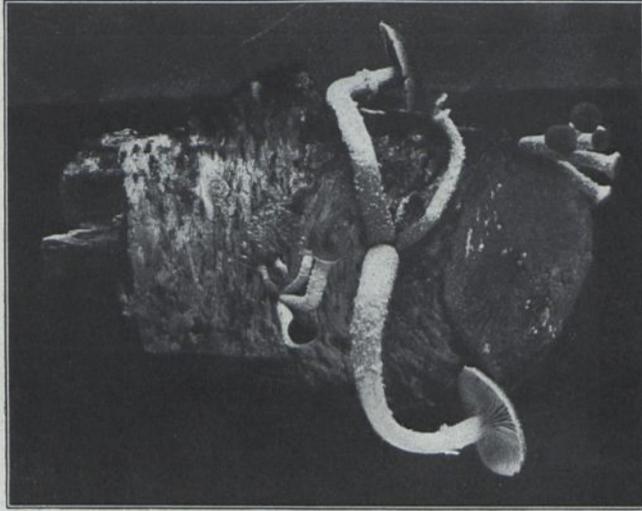


Fig. 79. Stammstück von einem wurzelfaulen Baum von *Manihot Glaziovii* mit *Fomes pachyphloeus*.



Nach einer privaten Mitteilung von Kurt Busse kommt die Wurzelfäule auch auf Sumatra in Pflanzungen von *Manihot Glaziovii* vor und zwar namentlich an aus Stecklingen gezüchteten Bäumen.

4. Die am Stamm beobachteten Pilze.

Am Stamm und den abgestorbenen Zweigen von *Manihot Glaziovii* habe ich mehrfach außer der bereits S. 120 erwähnten *Auricularia*

polytricha auch noch andere Pilze beobachtet. So namentlich ungestielte Polyporeen, die mit breiter Fläche dem Substrat aufliegen. Zwei derselben wurden durch gütige Vermittlung der botanischen Zentralstelle als *Trametes corrugata* Bres. f. *subresupinata* und *Trametes Zimmermanni* Bres. bestimmt. Allem Anschein nach befallen diese Pilze aber erst die durch andere Ursachen getöteten Pflanzenteile. Dasselbe gilt auch von dem auf abgestorbenen Zweigen dunkel schmutzig grüne Krusten bildenden *Stereum retirugum* Cooke.

C. Beschädigungen durch Feuer.

Namentlich bei der Vergrößerung von Pflanzungen kommt es nicht selten vor, daß die am Rande der alten Pflanzung befindlichen



Fig. 80. *Manihot Glaziovii*, durch Brand beschädigter Baum.

Bäume durch das Brennen auf der angrenzenden Rodung beschädigt werden. Häufig wird dann die Rinde auf der der Bodung zugekehrten Seite vollständig getötet, wie dies auch bei dem in Fig. 80 abgebildeten Baume der Fall war. Fig. 81 zeigt ferner zwei Zweigstücke von einem solchen Baume. Es ist daran deutlich zu erkennen, daß die durch das Feuer erzeugten Wunden bereits teilweise wieder von den Rändern aus überwält sind. Mit der Zeit werden sich derartige Wunden auch wieder vollständig schließen. Allerdings besteht die Gefahr, daß derartig verletzte Zweige vom Winde leichter abgebrochen werden.

D. Krankheiten, deren Ursache noch nicht bekannt ist.

1. Die Rindenbräune.

Als Rindenbräune habe ich eine Krankheit bezeichnet, die namentlich an jungen Bäumen häufig in beträchtlicher Menge auftritt und in ganz Deutsch-Ostafrika vorzukommen scheint.

Außerlich sind die von dieser Krankheit befallenen Bäume dadurch charakterisiert, daß die Blätter an den Spitzen des Stammes oder der Zweige eine hellgelbe Farbe zeigen und zwar findet häufig ein ziemlich schneller Übergang von normal grünen zu hellgefärbten Blättern statt.

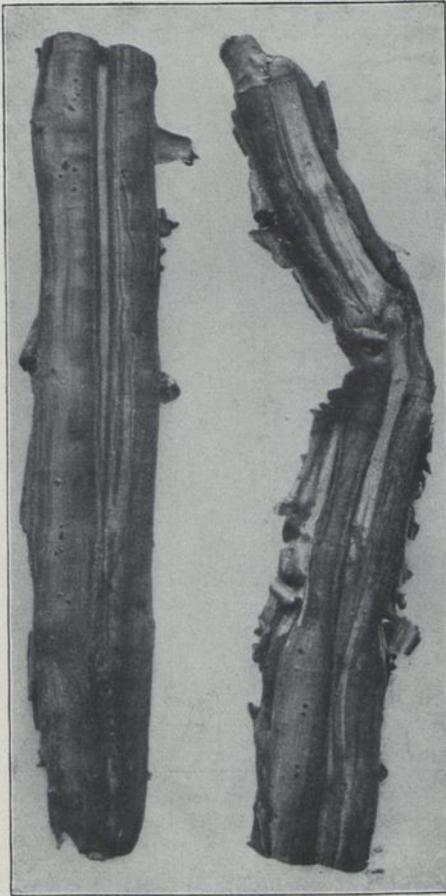


Fig. 81. Zweigstücke von *Manihot Glaziovii* mit zum Teil vernarbten Brandwunden.



Fig. 82. *Manihot Glaziovii*. Stammstück eines rindenkranken Baumes. Auf der ganzen Fläche angezapft. Gibt nur an der Basis und im oberen Teile Milchsaft.

Ziemlich häufig findet man auch bei den von der Rindenbräune angetasteten Pflanzen, daß der Stengel sich nach dem Boden herabneigt. Verwundet man ferner den Stamm von derartigen Bäumen, so wird man finden, daß derselbe zum mindetsen an manchen Stellen überhaupt

keinen oder nur sehr wenig Milchsaft austreten läßt. Untersucht man aber ferner die Rinde von solchen wenig oder keinen Kautschuk gebenden Stellen, indem man zuerst die äußere Korkschicht entfernt und dann mit der Oberfläche parallele Schnitte von der Rinde abhebt, so wird man finden, daß die unter der äußeren grünen Rinde gelegenen Rindenschichten, die bei gesunden Pflanzen hellgrün bis hellgelb gefärbt sind, eine mehr oder weniger dunkel rotbraune Färbung zeigen. Wegen dieser für die Krankheit besonders charakteristischen Erscheinung habe ich auch für dieselbe die Bezeichnung Rindenbräune in Anwendung gebracht.

Diese Krankheit ist namentlich bei einige Monate alten Bäumen sehr auffällig und es zeigen bei diesen meist der ganze Stengel und auch die dickeren Wurzeln den geringen Milchsafterguß und die Bräunung der inneren Rindenschichten. Bei älteren Bäumen kann man aber auch häufig beobachten, daß nur einzelne Teile die für die Krankheit charakteristischen Erscheinungen zeigen. So beobachtete ich z. B. an 1½ Jahre alten Bäumen, daß die oberen Teile die Rindenbräune sehr stark zeigten, daß aber der untere Teil des Stammes ganz normal war und beim Anstechen auch reichlich Milchsaft austreten ließ. Andere Bäume schienen nur am Wurzelhals Rindenbräune zu besitzen; Wurzel und Stamm waren noch gesund. Bei wieder anderen Bäumen waren einzelne Zweige völlig normal, andere von der Rindenbräune angetastet. Bei einigen Bäumen waren schließlich Wurzel und Krone krank, das dazwischen befindliche Stammstück aber gesund.

Die Ursache dieser Krankheit konnte bisher noch nicht festgestellt werden. Durch mikroskopische Untersuchung konnte ich mich nur davon überzeugen, daß die Bräunung der kranken Rindenteile in erster Linie dadurch hervorgerufen wird, daß die in denselben gelegenen Milchsaftgefäße absterben und eine erst gelbe, später mehr bräunliche Färbung erhalten. Die in der Umgebung der Milchsaftgefäße gelegenen Zellen bleiben dagegen meist am Leben und zeigen auch vielfach noch lebhaft Teilung durch Wandungen, die den Platten der abgestorbenen Partien parallel laufen. Irgendwelche für die Krankheit verantwortlich zu machenden Mikroorganismen habe ich nun aber weder in den abgestorbenen oder absterbenden Milchsaftgefäßen, noch in der Umgebung derselben beobachten können.

Ob die von der Rindenbräune angetasteten Pflanzen — eventuell nach Abschneiden der krankhaften Teile — sich wieder zu normalen Bäumen, die dauernd gesund bleiben, entwickeln können, wie dies mehrfach behauptet wurde, ist mir einigermaßen zweifelhaft. Bei denjenigen Bäumen, die ich in Amani fortgesetzt genau beobachten konnte, ist auch nach dem Zurückschneiden der größte Teil vollständig abgestorben. Einige haben allerdings wieder Ausläufer gebildet, aus denen aber nach dem Verwunden entweder überhaupt kein Saft austrat oder eine nur ganz schwach trübe Flüssigkeit. Ein Baum, der nur in seinem oberen Teile Rindenbräune zeigte, wurde 20 cm unterhalb der Stelle, an der die letzten Spuren von Rindenbräune wahrzunehmen waren, abgesägt. Nach 3 Monaten war aber auch der vorher gesunde Stammstumpf bis zum Wurzelhals hin stark von Rindenbräune angetastet.

Ich möchte deshalb auch dringend anraten, alle Bäume, die die Rindenbräune zeigen, möglichst bald zu entfernen und durch gesunde Pflanzen zu ersetzen. Sofort nach dem Ent-

fernen der kranken Pflanzen an der gleichen Stelle wieder eine neue Pflanze einzusetzen, erscheint mir deshalb unbedenklich, weil die Krankheit nur sehr wenig infektiös zu sein scheint und, soweit wir bis bis jetzt wissen, nicht oder nur unter ganz besonderen Bedingungen von einer kranken auf eine gesunde Pflanze übergeht. Hierfür spricht schon die Art des Auftretens der Krankheit. Man findet nämlich selten eine größere Anzahl kranker Pflanzen nebeneinander und niemals Flecken, von denen aus sich die Krankheit allmählich ausbreitet. Meist sind die kranken Pflanzen ungefähr gleichmäßig über die ganze Pflanzung verteilt. Ich konnte auch wiederholt beobachten, daß da, wo mit dem Ausdünnen der Pflanzen lange gewartet war, von zwei in demselben Pflanzloch zur Entwicklung gelangten, also dicht nebeneinander stehenden Pflanzen, die eine stark von der Rindenbräune befallen, die andere dagegen völlig gesund war.

Erwähnen möchte ich an dieser Stelle noch, daß ich neuerdings an viel gezapften Bäumen mehrfach Erscheinungen beobachtet habe, die mit der Rindenbräune eine gewisse Ähnlichkeit haben. Die betreffenden Bäume stimmen zunächst mit den von der Rindenbräune ange-tasteten insofern überein, als sie beim Anzapfen überhaupt keinen Milchsaft austreten lassen. Allerdings ist diese Erscheinung meist auf die am meisten angezapften Partien beschränkt. So ließ z. B. der in Fig. 82 abgebildete Stamm, der auf der ganzen Oberfläche mit kleinen Messerstichen verwundet war, nur an der Basis und an seinem oberen Ende Milchsaft austreten, während aus der ganzen mittleren Partie kein Tropfen Milchsaft ausfloß. Beim Anschneiden der keinen Milchsaft gebenden Partien kann man ferner beobachten, daß die Rinde wie bei der Rindenbräune in ihren inneren Partien dunkel gefärbt war. Ob nun aber die beschriebenen Erscheinungen wirklich auf die gleiche Ursache zurückzuführen sind, wie die echte Rindenbräune, vermag ich noch nicht zu entscheiden. Ich halte es aber nach den bisher vorliegenden Versuchen für wahrscheinlich, daß die betreffenden Bäume sich allmählich wieder erholen. Bis die betreffenden Untersuchungen zum Abschluß gelangt sind, möchte ich die beschriebene, anscheinend in erster Linie auf zu starkes Zapfen zurückzuführende Erkrankung der Rinde als „sekundäre Rindenbräune“ bezeichnen.

2. Die Kräuselkrankheit.

Bei dem Maniok (*Manihot utilissima*) tritt in Deutsch-Ostafrika sehr häufig eine Krankheit auf, bei der die Blätter mehr oder weniger stark verkümmert und auch häufig verbogen und gekräuselt sind. Die Ursache dieser Krankheit, die ich (XXI) unter der Bezeichnung Kräuselkrankheit beschrieben habe, konnte bisher noch nicht festgestellt werden. Es konnte aber gezeigt werden, daß dieselbe durch Pflanzung auf gesunde Pflanzen übertragen werden kann und daß auch Stecklinge von kranken Pflanzen besonders kranke Pflanzen liefern. Da nun bei dem Maniok die Vermehrung in der Praxis ausschließlich durch Stecklinge geschieht, so wird es begreiflich, daß bei dieser durch die Krankheit erheblicher Schaden angerichtet werden kann.

Bei *Manihot Glaziovii*, die ja fast ausschließlich durch Saat fortgepflanzt wird, würde die Kräuselkrankheit dagegen wohl schwerlich die gleiche Bedeutung erlangen können. Ich habe bei dieser Art auch

bisher nur ganz selten einzelne Pflanzen beobachtet, die die gleiche Verkümmernng und Kräuselung der Blätter zeigten, wie bei dem kräuselkranken Maniok. In Fig. 83 ist eine solche Pflanze abgebildet.



Fig. 83. *Manihot Glaziovii*. Junger Baum mit Kräuselkrankheit.

3. Die Knollenbildung am Stamm.

An stark gezapften Bäumen, an denen die Rinde stark verletzt und teilweise ganz abgestorben ist, beobachtet man nicht gerade selten, daß die Oberfläche der Rinde unregelmäßig gestaltet und stellenweise mit knolligen Verdickungen versehen ist. Diese sind wohl eine Folge von den durch das Absterben des Kambiums bewirkten Wachstumsstörungen.

Außerdem beobachtete ich nun aber bei einigen Bäumen auch an Stellen, die überhaupt noch nicht gezapft waren, knollige Verdickungen. Zwei solche Zweige sind in Fig. 84 abgebildet. Die die Rinde durchbrechenden Wucherungen bestehen in diesem Falle aus einem von einer nur relativ dünnen Rinde überzogenen Holzkörper. Die Ursache dieser Erscheinung, die ich bisher nur an ganz vereinzelt Bäumen, an diesen aber in großer Menge angetroffen habe, vermag ich nicht anzugeben.

Mit der von Ule beschriebenen Beulenkrankheit (s. S. 117) sind diese Erscheinungen, wie auch von dem genannten Autor bestätigt wurde, nicht identisch. Es ist auch nicht wahrscheinlich, daß es sich überhaupt um eine Pilzkrankheit handelt.

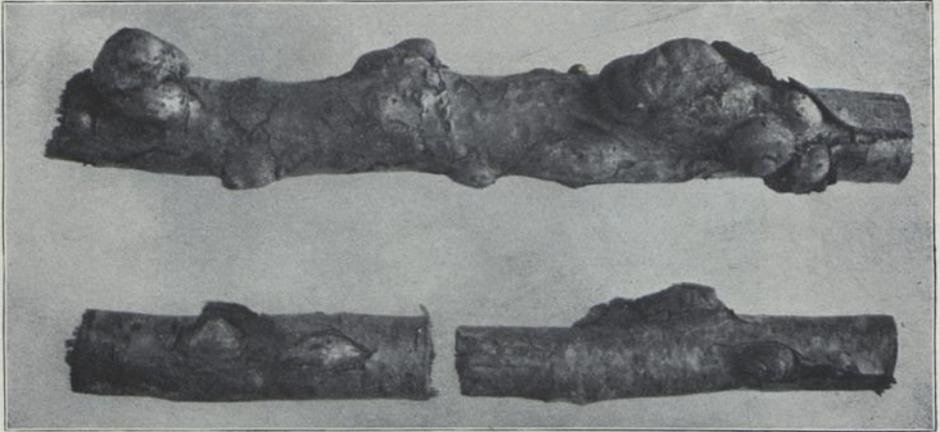


Fig. 84. Zweigstücke von *Manihot Glaziovii* mit knolligen Verdickungen.

VIII. Die Milchsaftegefäße und der Milchsaft.

A. Die Milchsaftegefäße.

Der den Kautschuk enthaltende Milchsaft, auch vielfach Latex genannt, findet sich in den lebenden Pflanzen in einem System kommunizierender Röhren eingeschlossen, die so fein sind, daß sie nur mit Hilfe des Mikroskops beobachtet werden können. Über die Verbreitung dieser Gefäße kann man sich aber auch mit unbewaffnetem Auge oder besser noch mit einer Lupe einigermaßen orientieren. Wenn man z. B. einen noch grünen Stengel von *Manihot Glaziovii* mit einem scharfen Messer gerade oder noch besser etwas schief durchschneidet, so daß eine völlig glatte Schnittfläche entsteht und dann von dieser Schnittfläche schnell den ausgetretenen Milchsaft abwischt, so kann man sehen, daß derselbe nicht nur aus der Rinde austritt, sondern auch aus dem Mark und zwar ganz in der Nähe des Holzkörpers. Diese in der sogenannten Markkrone gelegenen Milchsaftegefäße, die, wie man direkt beobachten kann, nur relativ wenig Kautschuk liefern, haben nun aber für die Praxis keine Bedeutung, da sie überdies an älteren Stämmen stets bereits funktionslos geworden sind.

Für die Praxis sind nur die in der Rinde gelegenen Milchsaftegefäße von Bedeutung. Über die Verteilung derselben in der Rinde eines älteren Baumes kann man sich nun auch leicht orientieren, indem man zunächst die äußeren braunen Korkschichten, die keinen Milchsaft enthalten, abschält und dann in die darunter gelegene, außen grün, innen hellgelblich gefärbte Rinde eine bis auf das Holz gehende rechteckige Öffnung einschneidet. Am unteren Rande der Öffnung (Fig. 85)

wird dann zweckmäßig die Schnittfläche durch einen schiefen Schnitt erneuert und zwar so, daß die Schnittfläche nach außen abfällt. Indem man dann von dieser Schnittfläche den ausgetretenen Milchsafte mit Fließpapier oder auch einfach mit dem Finger abwischt, kann man leicht die Stellen erkennen, an denen wieder von neuem Milchsafte austritt. Man wird dann beobachten, daß aus den äußeren grünen Rindenschichten relativ wenig Milchsafte austritt, daß bei weitem die größte Menge des Milchsafte in den inneren Rindenschichten zum Vorschein kommt und daß auch in der unmittelbaren Nähe des Holzes, also dicht an der mit bloßem Auge nicht zu erkennenden Bildungsschicht (Kambium) Milchsafte austritt.

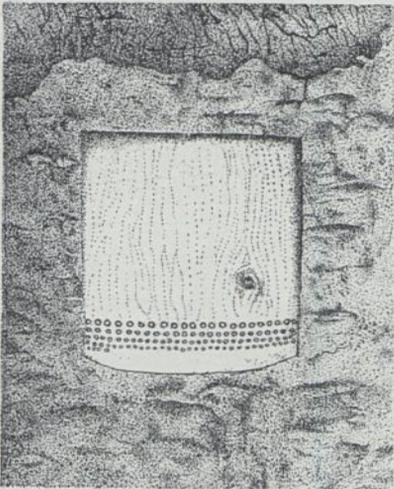


Fig. 85. Rindenoberfläche mit quadratischem Einschnitt zur Demonstration des Milchsafteausstritte. Schematisch.

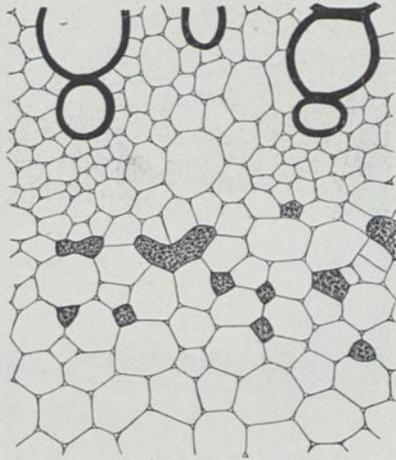


Fig. 86. *Manihot Glaziovii*. Querschnitt durch das äußere Mark und das innerste Holz. Zeigt die Milchsaftegefäße im Mark. Dieselben sind durch Punktierung des Inhalte hervorgehoben.

Die feinere Struktur der Milchgefäße ist nun allerdings nur mit Hilfe des Mikroskops zu erkennen. Man kann aber die Milchsaftegefäße auch an ziemlich dicken Schnitten gut sichtbar machen, wenn man Schnitte von Alkoholmaterial in eine Lösung von Alkannin in einem Gemisch von gleichen Volumteilen Alkohol, Glycerin und Wasser bringt und darin einige Zeit beläßt, eventuell auch etwas erwärmt. Ist die Färbung zu intensiv, so können die Schnitte mit einem Gemisch von gleichen Teilen Glycerin, Alkohol und Wasser ausgewaschen werden. Bei gut gelungenen Präparaten ist der koagulierte Milchsafte intensiv rot gefärbt und hebt sich von den übrigen Bestandteilen der Rinde scharf ab. An einem in dieser Weise behandelten Querschnitt durch einen jungen Stengel von *Manihot Glaziovii* kann man nun zunächst die im Mark enthaltenen Milchsaftegefäße leicht beobachten. Dieselben sind auf Fig. 86 durch Punktierung hervorgehoben.

Wie nun aber die für die Praxis allein in Betracht kommenden Milchsaftegefäße in der inneren Rinde verlaufen, wird zunächst durch

die beistehende schematische Fig. 87 anschaulich gemacht. Dieselbe stellt in ihrem oberen Teile einen Querschnitt durch die Rinde und den äußeren Teil des Holzes dar, während im unteren Teile in der Mitte ein der Oberfläche der Rinde parallel verlaufender (tangentialer) Schnitt durch die Rinde und an beiden Seiten senkrecht zur Rindenoberfläche geführte (radiale) Schnitte durch Holz und Rinde sichtbar sind. Das an der Grenze zwischen Holz und Rinde befindliche Bildungsgewebe (Kambium) ist auf der Figur durch Querstrichelung angedeutet ($K-K$). Das System der Milchsaftegefäße ($M-M$) ist dagegen wieder durch Punktierung hervorgehoben. Dieses bildet nun, wie aus der Figur unmittelbar ersichtlich sein dürfte, in der Rinde der Oberfläche derselben parallel verlaufende Platten, die in dem ganzen Stamm,

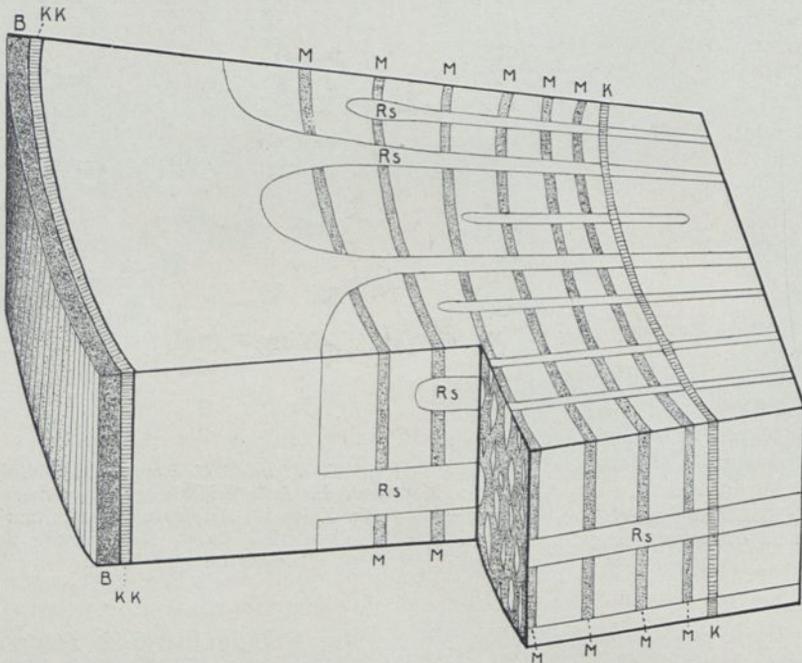


Fig. 87. Schematische Darstellung des Milchsaftegefäßsystems in der inneren Rinde. K Kambium, M Milchsaftegefäßsystem, Rs Rindenstrahlen, KK Korkkambium, B Korkschicht.

wie das Kambium, eine zylindrische Form besitzen. Auf dem Querschnitt erscheinen diese Platten allerdings durch radial verlaufende Streifen, die Rindenstrahlen (Rs) getrennt; wie aber der tangentialer Längsschnitt erkennen läßt, stellen diese Streifen nur Löcher in dem System der Milchsaftegefäße dar, durch die der Zusammenhang der verschiedenen Milchsaftegefäße einer jeden Zylinderplatte nicht gestört wird.

Über den feineren Bau des Milchsaftegefäßsystems können ferner noch die beiden Fig. 88 und 89 Aufschluß geben. Fig. 88 stellt zunächst einen Querschnitt durch die innere Rinde und das zwischen Holz und

Rinde gelegene Bildungsgewebe (Kambium, C—C) dar. Auf dieser Figur sind die einzelnen Milchsaftegefäße durch Punktierung ihres Inhaltes hervorgehoben, während die Wandung derselben ganz schwarz gezeichnet ist.

Fig. 89 stellt ferner einen parallel der Rindenoberfläche geführten Längsschnitt dar, auf dem deutlich ersichtlich ist, wie die wieder durch Punktierung hervorgehobenen Milchröhren, die auf dem Querschnitt durch die Rindenstrahlen unterbrochen erscheinen, zu einem nur siebartig durchbrochenen Komplex zusammenschließen.

Für die Praxis ist nun aber noch von besonderem Interesse, wie in diesen Platten die einzelnen Milchsaftegefäße miteinander in Verbindung stehen. Dies ist ebenfalls an Fig. 89 leicht zu erkennen. Wenn man nämlich die auf derselben schwarz gezeichneten Membranen genauer betrachtet, so wird man sofort erkennen, daß sowohl die längs verlaufenden, als auch die Querwände zahlreiche Unterbrechungen aufweisen, durch die ein kontinuierlicher Zusammenhang zwischen den einzelnen Milchröhren erreicht wird. Wir können also die Milchröhren einer jeden Platte als ein System von unter sich kommunizierenden Röhren betrachten, die in der ganzen Pflanze miteinander in Zusammenhang stehen.

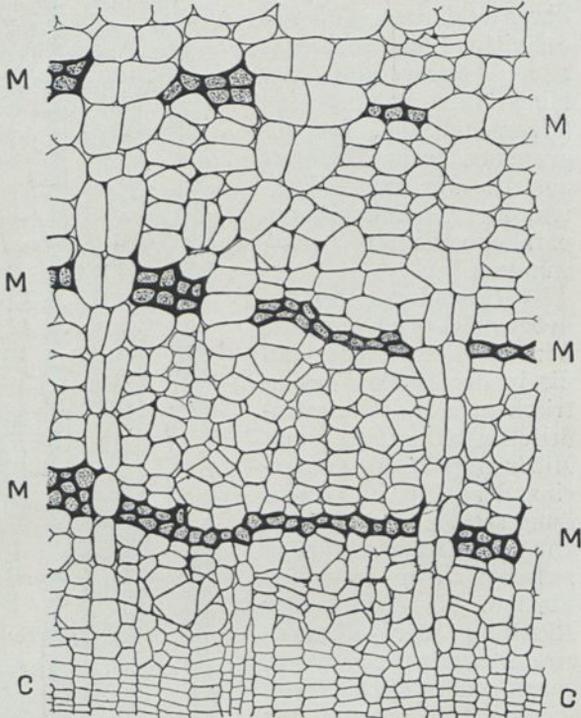


Fig. 88. Querschnitt durch innere Rinde und Kambium von *Manihot Glaziovii*. (M = Milchsaftegefäße, C = Kambium.)

Kurz erwähnt sei hier noch, daß die Milchröhren gleichzeitig mit den anderen Rindenelementen im Kambium angelegt werden und aus Reihen von zunächst geschlossenen Kambiumzellen hervorgehen. Während der Ausbildung der Milchröhren wird aber ein Teil der Quer- und Längswände aufgelöst, so daß der Zusammenhang in der Längs- und Querrichtung hergestellt wird. Die ursprüngliche Zellstruktur ist aber auch an den ausgebildeten Milchröhren noch deutlich zu erkennen.

Dadurch, daß die Milchröhren unter sich große zusammenhängende Systeme bilden, wird es nun auch leicht verständlich, daß der Milchsaft, wenn man die Rinde anschneidet, in großer Menge austreten kann, da er ja sowohl in der Quer- als in der Längsrichtung nach dieser Wunde hinströmen kann. Welche Kräfte dies Ausströmen bewirken,

werden wir in einem späteren Kapitel noch eingehender zu erörtern haben. An dieser Stelle möchte ich aber noch darauf hinweisen, daß bei den Milchsaitgefäßen, wie auch Fig. 89 sofort erkennen läßt, in der Längsrichtung ein vollständigerer Zusammenhang vorhanden ist, als in der Querrichtung, und daß somit auch der Milchsait in der Längsrichtung besser zu strömen vermag wie in der Querrichtung. Es wird hierdurch erklärlich, daß aus Schnitten, die senkrecht zum Längsverlauf der Milchröhren geführt sind (Querschnitten), im allgemeinen mehr Milchsait austritt wie aus Schnitten, die den Milchröhren parallel verlaufen (Längswunden).

Besonders hervorheben möchte ich nun aber noch an dieser Stelle, daß die in der Rinde konzentrisch angeordneten, zylindrischen Platten von Milchsaitgefäßen untereinander nicht in Verbindung stehen. Das Fehlen von radialen Verbindungen zwischen den einzelnen Platten, die also in der Richtung der Rindenstrahlen verlaufen müßten, wurde neuerdings auch von Arens (I, 52) speziell für *Manihot Glaziovii* hervorgehoben. Für die Praxis ist dies insofern von besonderem Interesse, als bei dem Fehlen von radialen Verbindungen zwischen den einzelnen Platten beim Anschneiden der Rinde je nach der Tiefe des Schnittes nur aus denjenigen Zylinderplatten Milchsait austreten kann, die wirklich von dem Schnitt getroffen wurden, und daß man, um möglichst viel Milchsait zu erhalten, auch alle Zylinderplatten anschneiden, also mit dem Schnitt bis dicht an das Kambium herangehen muß.

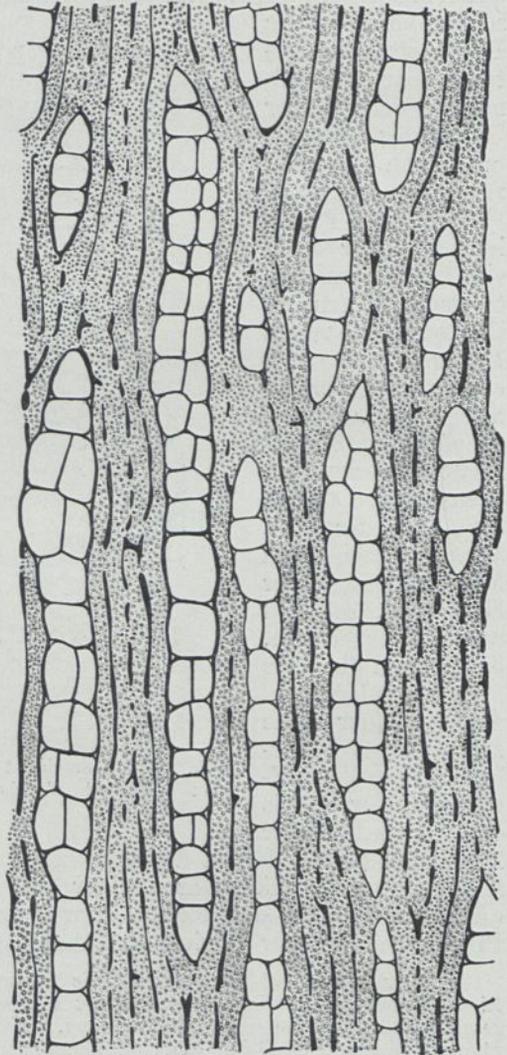


Fig. 89. Tangentialer Längsschnitt durch eine Schicht von Milchgefäßen (diese durch Körnung bezeichnet).

B. Der Milchsaff.

Der Milchsaff der Kautschukpflanzen bildet wie die Kuhmilch eine trübe Flüssigkeit, in der Körper von verschiedener Größe und Gestalt suspendiert sind. Die Flüssigkeit, in der diese Inhaltskörper eingeschlossen sind, wird häufig, wie die im Blut die Blutkörperchen umgebende Masse, als Serum bezeichnet; die in diesem schwebenden, meist kugelförmigen Körperchen werden dagegen meist Kautschukkügelchen genannt. Speziell für *Manihot Glaziovii* wurde nun aber bereits von Hart (I) angegeben, daß die Kautschukkörper langgestreckt sind und die Gestalt von Trommelstöcken besitzen.

Um die Inhaltskörper des Milchsaffes zu untersuchen, verfährt man am zweckmäßigsten in der Weise, daß man frisch aufgefangenen Milchsaff stark mit Wasser verdünnt und dann einen Tropfen von dieser Flüssigkeit auf dem Objektträger durch Bedecken mit dem Deckglas in sehr dünner Schicht ausbreitet und bei starker Vergrößerung betrachtet. Speziell bei *Manihot Glaziovii* fand ich nun in dieser Weise im Milchsaff drei verschiedene Arten von Inhaltskörpern: lange Stäbchen, winzige Kugeln und größere, körnige, meist kugelförmige Körper (Fig. 90 I). Der Masse nach überwiegen bei weitem die stäbchenförmigen Körper, deren Dicke jedenfalls unter 1μ liegt. Sie sind auch sicherlich als die den Kautschukkügelchen der anderen Kautschukpflanzen entsprechenden Gebilde aufzufassen und lagern sich bei der Koagulation, wie Fig. 90 II zeigt, zu netzartigen Massen zusammen. Ob die im Milchsaff enthaltenen kleinen Kügelchen ebenfalls aus Kautschuk bestehen, vermag ich nicht anzugeben. Die größeren körnigen Körper färben sich mit Jodlösung intensiv gelb bis braun und sind vielleicht als Zellkerne zu deuten

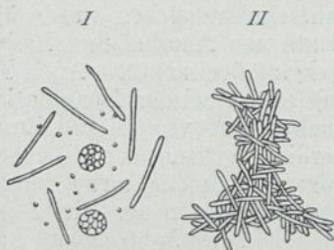


Fig. 90. I Inhaltskörper des Milchsaffes von *Manihot Glaziovii*. II Bei der Koagulation zusammengelagerte Milchsaffstäbe. Stark vergrößert.

Die Stäbchen und Kügelchen zeigen nun in dem frischen Saft eine lebhaft Brown'sche Molekularbewegung, die namentlich nach dem Verdünnen des Saftes gut zu beobachten ist. Die Geschwindigkeit dieser Bewegungen konnte Henri (II) durch mikroskopisch-kinematographische Aufnahmen von sehr verdünntem Milchsaff genau messen.

Die Zahl der im Milchsaff enthaltenen Kautschukkügelchen ist naturgemäß eine sehr große. Nach Henri (vgl. Ditmar, I, 30) sind bei *Hevea* in einem Kubikmillimeter Latex 50000 Kautschukkügelchen enthalten. Die Zählung geschah, nachdem die Brown'sche Bewegung durch Zusatz von 500 Teilen etwa 20 % Kochsalzlösung zu einem Teil Milchsaff zum Stillstand gebracht war.

Nach Weber (II) sind die Kautschukkügelchen von *Castilloa* von einer Hülle von weit geringerem Lichtbrechungsvermögen umgeben, die sich durch die Jodreaktion sofort als aus Eiweiß bestehend zu erkennen gibt. Da sie durch Alkohol nicht gelöst wird, kann sie nicht aus Harz bestehen. Ich bemerke jedoch, daß ich an den Kautschukstäb-

chen von *Manihot Glaziovii* weder direkt, noch nach Zusatz von Jodlösung eine Spur von einer Eiweißhülle beobachten konnte.

Mehrfach erörtert wurde ferner die Frage, ob die Kautschukkörper sich in einem festen oder flüssigen Aggregatzustande befinden. Zugunsten eines flüssigen Aggregatzustandes sprechen nun zunächst die Viskositätsbestimmungen, die von Borrowman (I) an *Hevea*-Milch von verschiedener Konzentration ausgeführt wurden. Während nämlich bei Suspensionen von festen Körpern in einem flüssigen Medium die Viskosität der Konzentration ganz oder nahezu proportional ist, nimmt dieselbe bei Emulsionen, bei denen sich flüssige Teilchen in einem anderen flüssigen Medium befinden, mit der Konzentration schnell zu. Borrowman fand nun in der Tat, daß bei dem untersuchten Milchsaff die Viskosität mit der Konzentration schnell zunahm.

Ferner wurden nun aber auch noch eine Reihe von mikroskopischen Beobachtungen angeführt, die für einen flüssigen Aggregatzustand der Milchsaffkörper sprechen. So konnte zunächst Weber (II) bei dem Milchsaff von *Castilloa* beobachten, daß die größeren Kügelchen unter Ergießung ihres flüssigen Inhaltes bersten und daß dieser flüssige Inhalt nunmehr sehr rasch fest wird. Ein Bersten der Kautschukkügelchen wurde übrigens auch bereits von Hart (I) nach Zusatz von Alkohol und Essigsäure sowie bei starkem Druck auf das Deckglas beobachtet. Auch Fickendey (III, 46) spricht bei Schilderung seiner bei der Koagulation von *Kickxia*-Milchsaff gemachten Beobachtungen von einem Zusammenfließen der Kautschukkügelchen; allerdings sollten sich dieselben nur selten zu einer neuen Kugel vereinigen, vielmehr meist langgestreckt bleiben, manchmal mit einer Einschnürung in der Mitte.

Bei *Manihot Glaziovii* konnte ich nun aber trotz mehrfacher Bemühungen keine derartigen Beobachtungen machen. Ich konnte dahingegen feststellen, daß auch in den koagulierten Kautschukmassen die stäbchenförmigen Kautschukkörper noch deutlich zu unterscheiden waren (Fig. 90 II). Schon die langgestreckte Gestalt der Kautschukstäbchen spricht aber ebenfalls dafür, daß wir es bei diesen mit einer zum mindesten sehr zähflüssigen Masse zu tun haben.

Nach Schidrowitz (I, 117) schwankt die Größe der Kautschukkügelchen mit dem Alter der Pflanzen. Er fand im Milchsaff einer sehr jungen Pflanze von *Hevea* Kautschukkügelchen von 0,5 μ Durchmesser, in dem von älteren von 1—2 μ Durchmesser. Ob sich *Manihot Glaziovii* in dieser Beziehung ähnlich verhält, scheint bisher noch nicht untersucht zu sein.

IX. Die Zusammensetzung des Milchsaffes.

Der Milchsaff von *Manihot Glaziovii* besitzt nach Moulay (I, 368) ein spezifisches Gewicht von 1,02—1,03. Er reagiert sofort nach dem Austritt aus Rindenwunden schwach sauer. Es ist hierbei aber nicht ausgeschlossen, daß der bei der Verwundung aus anderen Rindenelementen austretende Saft die Reaktion des Milchsaffes beeinflusst hat.

Auch im ganz frischen Zustande hat der Milchsaff von *Manihot Glaziovii* einen eigenartigen Geruch, der erst allmählich, wenn man den Milchsaff ruhig stehen läßt, in Fäulnisgeruch übergeht.

Von den verschiedenen Bestandteilen des Kautschuks sind die wichtigsten:

1. Wasser,
2. Kautschuk,
3. harzartige Verbindungen,
4. Eiweißstoffe.
5. oxydierende Fermente und
6. Krystalloide (Aschenbestandteile).

1. Wasser.

Der Masse nach ist das Wasser im Milchsaft gegen die anderen Bestandteile bedeutend überwiegend. Genaue Bestimmungen über die Menge des im Milchsaft von *Manihot Glaziovii* enthaltenen Wassers scheinen aber bisher nur in geringer Menge ausgeführt zu sein. Die Bestimmung des bei einer bestimmten Koagulationsart zu erhaltenden Rohkautschuks kann ja in dieser Hinsicht allein nicht genügen, auch wenn derselbe durch Trocknen vollständig von Wasser befreit ist. Es bleibt ja noch zu berücksichtigen, daß die Flüssigkeit, die bei der Koagulation des Milchsaftes zurückbleibt, resp. aus der koagulierten Masse ausgepreßt wird, keineswegs reines Wasser darstellt, sondern noch verschiedene andere Stoffe enthalten kann, deren Menge je nach der Beschaffenheit des angewandten Koagulationsmittels erheblich differieren dürfte. Immerhin möchte ich doch an dieser Stelle erwähnen, daß nach den von mir in Deutsch-Ostafrika ausgeführten Bestimmungen der frisch gewonnene Milchsaft 18–21 % trockenen Rohkautschuk lieferte.

Nach Seret (I, 143) beträgt im Kongostaat die Menge des im Latex enthaltenen Kautschuks nur 15,5 %. Johnson (I) fand in Portugiesisch-Ostafrika in dem Latex 16,4–24 % (im Durchschnitt 19,7 %) trockenen Rohkautschuk. Nach Michelin & Co. (I) enthält der Milchsaft von *Manihot Glaziovii* 70 % Wasser, 20 % Kautschuk und 10 % lösliche Substanz. Auch van Romburgh (I, 102) erhielt durch Koagulation des Milchsaftes mit Alkohol 20 % Rohkautschuk.

Nach Herbet (I, 74) soll dagegen bei *Manihot Glaziovii* der Latex von guten Bäumen 25–35 % Kautschuk liefern, im Maximum 40 %. Es ist aber wohl zweifelhaft, ob dieser Kautschuk wirklich völlig wasserfrei war. Nach Moulay (I, 369) soll im Milchsaft von *Manihot Glaziovii* enthalten sein:

Schwach alkalisches Wasser	51,55 %
Kautschuk	35 %
Stickstoffhaltige Substanz	1,85 %
Kali und Natronsalze	11,48 %

Wenn diese Analyse richtig ausgeführt ist, muß es sich um einen ganz abnorm zusammengesetzten Milchsaft gehandelt haben. Zweifelhaft ist mir auch, was in der Tabelle unter Kautschuk verstanden wird.

2. Kautschuk.

Als Kautschuk werden sowohl in der Literatur als auch in der Praxis sehr verschiedene Substanzen bezeichnet. Zunächst wird die bei der Koagulation des Milchsaftes erhaltene Masse, die natürlich stets noch große Mengen von Wasser enthält, vielfach als Kautschuk oder als nasser Kautschuk bezeichnet. Hat derselbe nun aber soviel Wasser verloren, daß er verschifft werden kann, so bezeichnet man ihn vielfach als trockenen Kautschuk. Natürlich kann derselbe aber doch noch ganz beträchtliche Mengen von Wasser enthalten und würde des-

halb auch wohl besser als Handels-Kautschuk oder getrockneter Kautschuk bezeichnet. Als trockenen Kautschuk würde man wohl zweckmäßig nur den Kautschuk bezeichnen, der wirklich bei weiterem Trocknen kein Wasser mehr abgibt und zwar könnte man hierbei noch zwischen lufttrockenem und absolut trockenem Kautschuk unterscheiden. Schon um den Kautschuk völlig lufttrocken zu bekommen, ist aber bei dicken Stücken eine lange Trocknung erforderlich. Leicht gelingt dies dagegen, wenn man den Kautschuk in einer Waschwalze dünn auswalzt. Absolut trockenen Kautschuk kann man nur durch Erwärmung oder im Exsikkator erhalten.

Der getrocknete Kautschuk kann nun aber je nach der Gewinnungsart noch verschieden große Mengen von Verunreinigungen, wie Rindenteile, Sand und dergleichen, enthalten, die beim Waschen des Kautschuks in einer Waschwalze entfernt werden können. Der beim Waschen entstehende Gewichtsverlust wird gewöhnlich als Waschverlust bezeichnet. Es ist hierbei jedoch zu bemerken, daß gewöhnlich das vor dem Waschen in dem Kautschuk noch enthaltene Wasser mit zu dem Waschverlust gerechnet wird, da der gewaschene Kautschuk leicht zu trocken ist und gewöhnlich als lufttrockener Kautschuk gewogen wird. Den beim Waschen gewonnenen lufttrockenen Kautschuk bezeichnet man häufig als technisch reinen oder auch als gewaschenen Kautschuk.

Der gewaschene Kautschuk stellt nun aber noch keineswegs eine einheitliche chemische Verbindung dar, sondern enthält noch eine Reihe von anderen Substanzen, namentlich Harze, Eiweiß und anorganische Salze, die bei der Koagulation des Milchsafftes mit koaguliert wurden.

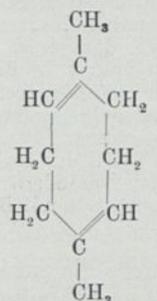
Im Gegensatz zu diesen Beimengungen bezeichnet man als reinen Kautschuk im chemischen Sinne eine Substanz, die aus dem gewaschenen Kautschuk durch chemische Mittel isoliert werden kann und bei allen Arten von Kautschuk die gleiche Zusammensetzung besitzt, die der Formel $(C_{10}H_{16})_x$ entspricht. Wir haben es also bei dem reinen Kautschuk mit einem Kohlenwasserstoff zu tun. Diesen hat man nun vielfach im Gegensatz zu dem Rohkautschuk als Reinkautschuk oder Kautschuk-Kohlenwasserstoff bezeichnet. Zweckmäßiger dürfte es allerdings wohl sein, dafür eine kurze chemische Bezeichnung einzuführen. Von Tschirch (I, 989) wurde auch bereits für den Kautschuk-Kohlenwasserstoff der Ausdruck Kautschugutta in Vorschlag gebracht. Derselbe scheint aber bisher wenig in Gebrauch gekommen zu sein.

Im folgenden soll, wo Mißverständnisse zu befürchten sind, folgende Terminologie angewandt werden:

1. Nasser Rohkautschuk = der koagulierte Milchsaff, wie er in der Fabrik gewonnen oder bei Anwendung der Lewa-Methode von den Arbeitern angeliefert wird;
2. getrockneter Rohkautschuk = der nach dem Trocknen in den Handel kommende Kautschuk;
3. lufttrockener Rohkautschuk = der nach dem Auswalzen oder auch Zerschneiden an der Luft kein Wasser mehr abgebende Kautschuk;
4. absolut trockener Rohkautschuk = der bei 100° C kein Wasser mehr abgebende Kautschuk;
5. technisch reiner Rohkautschuk = der durch die Waschwalze von allen mechanischen Verunreinigungen gereinigte Kautschuk;

6. Reinkautschuk = der auch chemisch gereinigte Kautschuk von der Zusammensetzung $(C_{10}H_{16})_x$.

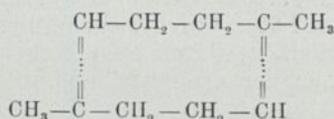
Für den Reinkautschuk wurde nun von Harries (I) die nebenstehende Strukturformel



Reinkautschuk.

aufgestellt. Derselbe ist demnach als Dimethyleyclooctadien aufzufassen.

Neuerdings wird allerdings von Harries (VII, 224) zugegeben, daß der Kautschuk auch einen höheren Kohlenstoffring, z. B. einen solchen von 20 Kohlenstoffatomen enthalten könnte. Es wird dies durch folgende Formel zum Ausdruck gebracht:



In derselben können an Stelle der punktierten Linien eine beliebige Anzahl von $\text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}-\text{H}$ eingeschaltet werden.

Durch Harries, der seine Untersuchungen zunächst nur an Parakautschuk angestellt hatte, wurde ferner nachgewiesen, daß auch aus der Guttapercha ein Kohlenwasserstoff von der gleichen Struktur erhalten werden kann. Durch Spaltung des durch Behandlung mit Ozon entstandenen Ozonids bilden sich aber bei der Guttapercha andere Mengen von den Zerfallsprodukten Lävulinsäure und Lävulinaldehyd wie bei dem Parakautschuk. Später wurde nun von Gottlob (III) nachgewiesen, daß das aus dem Kautschuk verschiedener afrikanischer Lianen hergestellte Ozonid die gleichen Zerfallsprodukte liefert wie das Ozonid der Guttapercha. Andere Kautschukarten scheinen in dieser Hinsicht noch nicht untersucht zu sein.

Die gleiche Struktur wie der aus Parakautschuk und Guttapercha isolierte Kohlenwasserstoff besitzt nun ferner auch der von Harries (VIII) und Hofmann (I) aus Isopren hergestellte künstliche oder synthetische Kautschuk. Neuerdings hat man allerdings auch mehrfach aus anderen Stoffen Kohlenwasserstoffe hergestellt, die eine etwas andere Zusammensetzung haben, aber mit dem Kautschukkohlenwasserstoff nahe verwandt sind und auch ähnliche Produkte wie dieser liefern.

Besonders hervorheben möchte ich nun aber noch, daß der Kautschuk weder im Milchsaft noch auch nach der Koagulation einfach aus isolierten Molekülen von der Formel $C_{10}H_{16}$ besteht, daß in demselben vielmehr stets eine größere Anzahl solcher Moleküle zu sogenannten Molekülkomplexen zusammengelagert ist, ein Vorgang, der als Polymerisation bezeichnet wird, während man den umgekehrten Vorgang, den Zerfall der Molekülkomplexe Depolymerisation nennt. Wie groß nun aber in jedem Falle die durch Polymerisation entstandenen Molekülkomplexe sind, läßt sich zurzeit noch nicht angeben.

Erwähnen möchte ich aber an dieser Stelle, daß Bary (I) auf Grund des Verhaltens bei der Vulkanisation annimmt, daß das Molekulargewicht des Kautschuks bei 140° C 2720, entsprechend der Formel $(C_{10}H_{16})_{20}$ beträgt, bei niedriger Temperatur aber bedeutend höher ist.

Durch Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung des durch Ausschütteln mit Benzol aus Kikxiamilch gewonnenen Kautschuks kommen ferner Hinrichsen und Kindscher (I) zu dem Schluß, daß dieser Kautschuk ein Molekulargewicht von mindestens 3000 besitzt; der Faktor in der Formel $(C_{10}H_{16})_x$ müßte also mindestens 23 betragen. Ob nun allerdings bereits der in der lebenden Pflanze enthaltene Kautschuk ein gleich hohes Molekulargewicht besitzt, kann nach diesen Versuchen noch nicht als erwiesen gelten. Denn einerseits operierten die beiden genannten Autoren mit einem Milchsafte, der bereits etwa ein halbes Jahr alt war und andererseits ist bei der leichten Veränderlichkeit des Kautschuks auch nicht ausgeschlossen, daß durch das Ausschütteln mit Benzol eine Polymerisation eintritt.

Von Weber (I u. II) wurde die Ansicht vertreten, daß der Kautschuk im Milchsafte eine von dem koagulierten Kautschuk abweichende Struktur, etwa die eines Diterpens $C_{20}H_{32}$ besitzen sollte, und daß erst bei der Koagulation durch Polymerisation aus diesem Stoffe der hochmolekulare Kautschuk $(C_{10}H_{16})_x$ entstehen sollte. Weber stützte diese Ansicht namentlich durch die Beobachtung, daß der im Milchsafte enthaltene Stoff in Äther löslich sei, Kautschuk aber nicht. Die Richtigkeit dieser Angabe wurde nun aber von verschiedenen Forschern, wie Ditmar (II), de Jong und Tromp de Haas (I), Harries (II u. III), Esch und Chwolles (I) u. a. bestritten. Harries (II, 851) betont ferner, daß man aus frischem Latex durch Behandlung mit Äther sofort eine kolloidale Lösung erhält, wodurch angezeigt wird, daß das Molekül dieser Substanz ein ziemlich großes ist und nicht ein Diterpen $C_{20}H_{32}$ sein kann.

Erwähnen möchte ich an dieser Stelle noch, daß Harries (II u. III) drei verschiedene Modifikationen des Kautschuks unterscheidet, die er als lösliche, unlösliche und ölige bezeichnet.

Die lösliche Modifikation wird erhalten, wenn man den Kautschuk aus einer Lösung mit Alkohol fällt. Er ist dann auch in Äther fast immer gut löslich. Im trockenen Zustande aufbewahrt, geht nun aber dieser Kautschuk allmählich in die unlösliche Modifikation über. Von derartigem Kautschuk bleibt selbst nach tagelangem Kochen in den Lösungsmitteln, in denen er früher löslich war, der größte Teil ungelöst. Man kann aber durch Kochen mit Eisessig oder Essigsäureanhydrid die unlösliche Modifikation wieder in die lösliche zurückverwandeln. Äußerlich sollen sich diese beiden Modifikationen wenig voneinander unterscheiden. Neuerdings hat übrigens Harries (VII, 194) die Vermutung ausgesprochen, daß die unlösliche Modifikation des Kautschuks dadurch entsteht, daß die Kautschukpartikelchen allmählich einen feinen Überzug von Autoxydationsprodukten erhalten, die von den üblichen Lösungsmitteln nicht aufgenommen werden und deshalb das Eindringen derselben in die Masse verhindern.

Die ölige Modifikation entsteht, wenn man Kautschuklösungen längere Zeit in der Wärme — in den Sommermonaten genügt schon die Zimmertemperatur — stehen läßt und dann mit Alkohol ausfällt. Die so erhaltene ölige Masse bildet auch kolloidale Lösungen und unterscheidet sich in seiner Löslichkeit nicht wesentlich von der löslichen Modifikation. Wird aber der ölige Kautschuk abgehoben und längere Zeit getrocknet, so wird er allmählich fest wie gewöhnlicher Kautschuk und schließlich auch ganz unlöslich.

Harries hält es nun aber für wahrscheinlich, daß es eine noch größere Anzahl von Modifikationen des Kautschuks gibt. Wie dieselben zu erklären sind, ist noch nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Immerhin ist wohl anzunehmen, daß alle Modifikationen die Zusammensetzung $(C_{10}H_{16})_x$ besitzen und aus dem Dimethycyclooctadien bestehen, daß wir es aber entweder mit verschiedenen Polymerisationsstufen zu tun haben oder mit einer physikalischen Polymorphie wie beim Schwefel.

3. Harze.

Als Harze bezeichnet man in der Kautschukliteratur eine Gruppe von Verbindungen, die in allen Milchsäften vorkommen, sich aber von dem Kautschuk, namentlich durch ihre Löslichkeit in Alkohol und Azeton, in denen Reinkautschuk unlöslich ist, unterscheiden. Die chemische Konstitution dieser Körper ist noch wenig erforscht. Die Harze von *Manihot Glaziovii* sind, soviel mir bekannt, überhaupt noch nicht auf ihre chemische Zusammensetzung untersucht worden.

Spence (I, 194) hält es für sehr wahrscheinlich, daß die Kautschukharze zum Reinkautschuk in der Weise in Beziehung stehen, daß sie Nebenprodukte oder Zwischenstadien bei dem Aufbau oder Zerfall des Kautschuks in der Pflanze darstellen. Er begründet dies namentlich damit, daß durch neuere Untersuchungen gezeigt wurde, daß in einigen Fällen die aus dem Rohkautschuk extrahierten Harze wenigstens in ihrer elementaren Zusammensetzung gewissen harzartigen Produkten ähneln, welche durch Oxydation von Kautschuk in einem Luftstrom erhalten wurden.

Durch Hinrichsen und Marcusson (I) wurde das optische Drehungsvermögen der verschiedenen Kautschukarten untersucht. Es ist dies auch insofern von Interesse, als die optisch aktiven Harze nicht als Derivate (Oxydationsprodukte) des Reinkautschuks aufgefaßt werden können. Die aus *Manihot*-Kautschuk gewonnenen Harze sind nun im Gegensatz zu den von Parakautschuk stammenden optisch aktiv (spez. Drehung 27,2—27,5). Unverseifbar sind von diesen Harzen 79 %. Im Gegensatz zu den Harzen der anderen Kautschukarten wurde nun aber gefunden, daß die verseiften Anteile optisch inaktiv sind. Da nun aber die verseifbaren Anteile ebenfalls optisch inaktiv sind, so muß durch das Kochen mit alkoholischer Lauge Razemisierung der die Aktivität bewirkenden Bestandteile eingetreten sein.

Obwohl exakte Untersuchungen über diese Frage noch nicht vorliegen, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß die Kautschukharze in den Kautschukkügelchen, resp. Kautschukstäbchen und nicht im Serum enthalten sind. Daß die Harze in Reinkautschuk leicht löslich sind, ist ja bekannt.

Die Menge der später in dem getrockneten Rohkautschuk durch Analyse nachgewiesenen sogenannten Harze hängt übrigens vielfach von der Behandlung des Kautschuks ab, und es kann schon jetzt als sichergestellt gelten, daß die Löslichkeit des Rohkautschuks durch Erwärmung, Fäulnis, starke Belichtung und dergleichen stark verändert werden und daß dementsprechend durch die Analyse ein verschieden großer Harzgehalt angezeigt wird. So ist es denn auch bisher noch schwer zu sagen, wie große Mengen von wirklich harzartigen Körpern im frischen Milchsafte von *Manihot Glaziovii* vorkommen.

Nach den an Rohkautschuk ausgeführten Untersuchungen ist die im Milchsafte von *Manihot Glaziovii* enthaltene Harzmenge keine sehr große, das Verhältnis zwischen Harzen und Reinkautschuk schwankt bei einer großen Anzahl vom Imperial Institute ausgeführter Analysen (vgl. Zimmermann, XVI) zwischen 3,4 und 17,8 zu 100. Es ist übrigens sehr wahrscheinlich, daß bei den besonders harzreichen Proben bereits eine teilweise Zersetzung des Kautschuks stattgefunden hatte.

Im allgemeinen scheint bei jungen Bäumen der Harzgehalt etwas größer zu sein, als bei älteren. Doch verhält sich *Manihot Glaziovii* in dieser Hinsicht keineswegs so ungünstig, wie die meisten anderen Kautschukarten, namentlich *Ficus elastica* und *Castilloa*. Schellmann (I, 12) fand z. B. bei einer einem 13 Monate alten Baum entnommenen Probe als Verhältnis zwischen Harz und Kautschuk 12,1 zu 100.

4. Die stickstoffhaltigen Bestandteile (Proteine).

Die im Milchsafte der Kautschukpflanzen enthaltenen stickstoffhaltigen Bestandteile werden gewöhnlich als Proteine bezeichnet und es ist auch wohl anzunehmen, daß ein großer Teil derselben aus proteinartigen Substanzen besteht. Speziell scheint der Milchsafte von *Manihot Glaziovii* durch besonderen Reichtum an eiweißartigen Verbindungen ausgezeichnet zu sein und es ist hierauf jedenfalls in erster Linie die leichte Fäulnis und der üble Geruch, den der nichtsterilisierte Milchsafte und auch der langsam trocknende Rohkautschuk beim Stehen an der Luft annimmt, zurückzuführen.

Nach Spence (I, 198) gehören die im Milchsafte enthaltenen Proteinstoffe in die Gruppe der Glukoproteine oder Muzine, die in ihrem Molekül einen großen Kohlehydratkomplex enthalten, der von den Peroxydasen (s. u.) angegriffen und teils in organische Säuren, teils in dunkel gefärbte Zersetzungsprodukte, durch die das Dunkeln des Kautschuks bewirkt wird, verwandelt wird.

Im Milchsafte von *Kickxia elastica* kommen übrigens nach Spence (VII) Stickstoffverbindungen vor, die durch Dialyse vom Milchsafte getrennt werden können. Die Struktur dieser kristalloiden Stickstoffverbindungen hat der genannte Autor aber noch nicht festgestellt. Frank (I) hält es ferner für wahrscheinlich, daß in dem Milchsafte der genannten Pflanze erheblich schwefelhaltige und stickstoffarme Eiweißsubstanzen vorliegen. Dieselben sollen auf Zusatz von Säure oder anderen Proteingerinnungsmitteln nicht gerinnen, aber mit Formalin und Alkaloidreagentien (Sublimat, Tannin usw.) reagieren.

Im Milchsafte von *Manihot Glaziovii* befindet sich nach J. R. Green ein Globulin, das folgende Eigenschaften besitzt: Es wird aus seiner Lösung durch Dialyse niedergeschlagen, koaguliert bei 74—76° C, wird niedergeschlagen bei Sättigung der neutralen oder sauren Lösung mit festem Magnesiumsulfat, ferner durch starke Verdünnung der Lösung und durch Leiten eines Stromes von Kohlen-säure durch die verdünnte Lösung.

Über die Menge der im Milchsafte enthaltenen proteinartigen Verbindungen gibt eine Analyse von van Romburgh (I, 102) Aufschluß: derselbe fand in einer Probe Milchsafte 1,03 % Stickstoff, was einem Gehalt von 6 % Albumin entsprechen würde. Durch Fällen mit Alkohol erhielt der genannte Autor aus diesem Milchsafte 29 % trockenen Rohkautschuk, der aber nur 2,17 % stickstoffhaltige Substanz enthielt. Der größte Teil dieser Substanz ist also durch den Alkohol nicht mitgefällt, denn sonst müßte der Rohkautschuk ja 20,7 % stickstoffhaltige Substanz enthalten haben. Ebenso dürfte übrigens auch bei den meisten anderen Koagulationsverfahren nur ein Teil der im Milchsafte enthaltenen stickstoffhaltigen Stoffe mit ausgefällt werden und es ist auch wohl hierauf in erster Linie zurückzuführen, daß die Menge des im Rohkautschuk gefundenen Proteins eine sehr verschiedene ist. Bei den bereits erwähnten Analysen des Imperial Institut (vgl. Zimmermann, XV) schwankte das Verhältnis zwischen Kautschuk und Protein zwischen 100 : 3,7—35,9.

5. Oxydierend wirkende Enzyme.

Als Enzyme oder ungeformte Fermente bezeichnet man solche Stoffe, die ohne sich selbst dabei zu zersetzen, bestimmte chemische Prozesse beschleunigen. Sie haben also eine ähnliche Wirkungsweise wie gewisse Mikroorganismen, z. B. Bierhefe, die als geformtes Ferment bezeichnet wird.

Unter den Enzymen gibt es nun solche, die speziell die Oxydation verschiedener Stoffe zu beschleunigen vermögen und zwar bezeichnet man dieselben je nach der Intensität der von ihnen eingeleiteten Oxy-

dation als Oxydasen oder Peroxydasen. Zum Nachweis der Oxydasen benutzt man unter anderem eine alkoholische Lösung von Guajakharz, die bei Anwesenheit von Oxydasen eine blaue Färbung annimmt. Ebenso geben Oxydasen mit der Indophenolmischung von Röhmann und Spitzer schnell Violettfärbung. Bei alleiniger Anwesenheit von Peroxydasen gelangen diese beiden Reaktionen dagegen erst nach Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd.

Von Spence (XII u. XIII) wurden nun im Milchsafte von *Hevea* und *Kickxia* Oxydasen und Peroxydasen nachgewiesen. Nach Cayla (I) kommen Peroxydasen auch im Milchsafte von *Manihot Glaziovii* vor.

6. Kristalloide (Aschenbestandteile).

Als Kristalloide bezeichnet man im Gegensatz zu den Kolloiden diejenigen Substanzen, die bei der Dialyse in das Waschwasser übergehen. In den Milchsäften verschiedener Arten von Kautschukbäumen wurden nun von Kristalloiden namentlich verschiedene Zuckerarten, die bereits auf S. 140 erwähnten stickstoffhaltigen Verbindungen, organische Säuren und deren Salze und anorganische Salze nachgewiesen. Welche von diesen Verbindungen speziell im Milchsafte von *Manihot Glaziovii* vorkommen, scheint noch wenig untersucht zu sein. Man hat sich bei den diesbezüglichen Untersuchungen auch meist auf eine Bestimmung der Aschenbestandteile beschränkt und dieselben vorwiegend an dem durch Koagulation des Milchsafte erhaltenen Rohkautschuk ausgeführt. Die Untersuchung des letzteren kann aber über die Zusammensetzung des Milchsafte keinen bestimmten Aufschluß geben, weil ja in den Rohkautschuk je nach der Gewinnungsweise desselben aus gleich zusammengesetztem Milchsafte verschiedene Mengen von Aschenbestandteilen mit übergehen werden. Ich will deshalb auch an dieser Stelle auf diese bisher noch nicht systematisch durchgearbeitete Frage nicht näher eingehen.

Erwähnen will ich nur noch, daß der Milchsafte in Brasilien besonders reich an Aschenbestandteilen sein muß, wenn die von Moulay (II, 24) gemachte Angabe sich nicht auf einen von ganz abnorm salzhaltigem Boden gewonnenen Kautschuk bezieht oder irgendein Irrtum vorliegt. Nach Angabe dieses Autors soll nämlich der Milchsafte von *Manihot Glaziovii* 11,48 % Kali- und Natronsalze enthalten.

7. Die Zusammensetzung des Milchsafte bei längerem Zapfen.

Ob der Milchsafte infolge des Zapfens eine Änderung in seiner chemischen Zusammensetzung erfährt, wurde speziell für *Manihot Glaziovii*, soviel mir bekannt, noch nicht untersucht. Für *Hevea brasiliensis* wurde aber durch die Untersuchungen von Tromp de Haas (I) nachgewiesen, daß bei fortgesetztem Zapfen der Gehalt des Milchsafte an koagulierbarer Substanz im allgemeinen bedeutend abnimmt. Diese Abnahme kann über 30 % der Gesamtmasse betragen. Die Aschenbestandteile und die stickstoffhaltigen Substanzen zeigten dagegen eine bedeutende Zunahme.

X. Der Austritt des Milchsafte bei Verwundungen.

In dem vorletzten Kapitel wurde ausführlich auseinandergesetzt, daß der den Kautschuk liefernde Milchsafte in der lebenden Rinde in

Systemen von unter sich kommunizierenden Röhren enthalten ist. Da nun der Milchsft ferner, wie man bei einem beliebigen Kautschukbaume leicht beobachten kann, bei einer jeden Verwundung der Rinde in beträchtlichen Mengen aus den Wundflächen austritt, so ist hieraus zu folgern, daß sich der Latex in dem Milchsftgefäßsystem unter einem gewissen Drucke befindet, durch den er an den Wundflächen ausgepreßt wird. Genauere Messungen, die allerdings nicht an *Manihot Glaziovii*, sondern an anderen ebenfalls Milchsft enthaltenden Pflanzen ausgeführt wurden, haben auch in der Tat ergeben, daß die Größe dieses Druckes eine ganz erhebliche ist. Speziell bei *Manihot Glaziovii* wird derselbe wohl teils durch die gespannten Membranen der Milchröhren selbst, teils durch die dieselben umgebenden Zellen erzeugt.

Da nun dieser Druck im ganzen Milchsftgefäßsystem vorhanden ist und dieses, wie früher ausführlich besprochen wurde, ein sowohl in der Längs- als in der Querrichtung kommunizierendes Röhrensystem darstellt, so wird es leicht begreiflich, daß der Milchsft aus beträchtlichen Entfernungen nach den Wunden hingepreßt wird und daß aus kleinen Wunden relativ große Mengen von Milchsft austreten können. Rein theoretisch könnte man sogar annehmen, daß der Milchsfterguß erst dann aufhören müßte, wenn in der ganzen Pflanze bis hinauf zu den Blättern und hinab zu den Wurzeln der im Milchsftgefäßsystem vorhandene Überdruck durch den ausgepreßten Milchsft ausgeglichen wäre. Daß dies nun aber in der Praxis niemals eintritt, hat jedenfalls in erster Linie darin seinen Grund, daß die Strömung des dickflüssigen Milchsftes in den engen Milchröhren doch nicht unbegrenzt weit stattfinden kann und daß die mit dieser Strömung verbundenen Reibungswiderstände dem weiteren Austreten des Milchsftes bald ein Ziel setzen. Außerdem kann natürlich auch durch Verstopfung der Milchröhren — etwa durch Koagulation des Milchsftes — der weitere Austritt desselben verhindert werden. Daß in der Tat in manchen Fällen durch eine Verstopfung der Schnittflächen der Milchsfterguß sistiert wird, kann man daraus schließen, daß bei Abnahme des koagulierten Milchsftes wie man namentlich bei feuchtwarmer Witterung gar nicht selten beobachten kann, aus den alten Wunden wieder von neuem Milchsft austritt.

Auf der anderen Seite konnte ich (II) nun aber auch speziell bei *Manihot Glaziovii* durch eine Reihe von Versuchen nachweisen, daß nach Verwundung des Milchsftgefäßsystems auch in beträchtlicher Entfernung von den zuerst angebrachten Wunden bei neuen Verwundungen eine bedeutende Abnahme des Milchsftergusses stattfindet. Ich will an dieser Stelle zwei von diesen Versuchen etwas ausführlicher beschreiben:

Bei dem ersten Versuche wurden am Stamme eines 6 Jahre alten Baumes 17 übereinander gelegene, 10 cm hohe, ringförmige Flächen markiert. Dieselben sind in der nachfolgenden Tabelle 1, von oben beginnend, mit I—XVII bezeichnet. Von den markierten Flächen wurde sodann nach vorherigem Bestreichen der Rindenoberfläche mit verdünnter Karbolsäure, durch die eine schnelle Koagulierung des austretenden Milchsftes bewirkt wird, zunächst die mittelste Fläche (IX) so lange mit kleinen, horizontalen Messerstichen verwundet, bis bei weiteren Stichen nur noch minimale Mengen von Milchsft austraten. Sodann wurden die oberste (I) und die unterste Fläche (XVII) in der gleichen Weise angezapft. Als dann aus den auf den drei Flächen befindlichen Wunden kein Milchsft mehr austrat, wurde derselbe gesammelt und später gepreßt, im Trockenofen getrocknet und gewogen.

Die hierbei erhaltenen Gewichtsmengen sind, in Milligrammen ausgedrückt, in der ersten Vertikalreihe der Tabelle I zusammengestellt.

Unmittelbar nach dem Einsammeln des Kautschuks wurden sodann drei weitere Flächen in derselben Weise angezapft. Die Orientierung derselben am Stamm, sowie auch die Menge des erhaltenen Kautschuks sind aus der zweiten Vertikalreihe der Tabelle I ersichtlich. Ein Vergleich der dort befindlichen Zahlen mit denen der ersten Vertikalreihe läßt nun sofort erkennen, daß bei der zweiten Anzapfung ganz bedeutend weniger Kautschuk erhalten wurde als bei der ersten, im Durchschnitt nicht einmal ein Drittel soviel. Noch bedeutend geringere Kautschukmengen wurden aber bei den beiden Reihen von späteren Anzapfungen erhalten, wie die in der dritten und vierten Vertikalreihe der Tabelle I aufgeführten Zahlen zeigen.

Tabelle I.

Fläche	1. Anzapfung	2. Anzapfung	3. Anzapfung	4. Anzapfung
I	2990	—	—	—
II	—	—	—	137
III	—	—	330	—
IV	—	—	—	—
V	—	687	—	—
VI	—	—	—	—
VII	—	—	85	—
VIII	—	—	—	—
IX	2575	—	—	—
X	—	638	—	—
XI	—	—	—	29
XII	—	—	—	—
XIII	—	—	225	—
XIV	—	—	—	—
XV	—	—	—	147
XVI	—	789	—	—
XVII	2026	—	—	—
Summa	7591	2114	640	313

Bei dem zweiten Versuche wurden nicht quer um den Baum verlaufende Flächen, sondern 1,7 m hohe Längsstreifen angezapft, und zwar geschah die Verwundung, um überall Wunden von gleicher Länge zu erhalten, mit Hilfe eines Stemmeisens. Ein derartiges Instrument ist nun aber, wie sich später herausgestellt hat, infolge seiner sich schnell verjüngenden Schneide zum Anzapfen von Kautschukbäumen wenig geeignet und es dürfte hierauf zurückzuführen sein, daß die absolute Größe der bei den verschiedenen Anzapfungen erhaltenen Kautschukmengen relativ gering war. Zum Teil ist dies aber vielleicht auch dem Umstande zuzuschreiben, daß der betreffende Baum nicht frühmorgens, sondern erst um 11½ Uhr vormittags bei völlig wolkenlosem Himmel angezapft wurde. Trotzdem zeigte sich nun aber bei diesem Versuche, daß die Menge des austretenden Milchsaftes bei den späteren Anzapfungen allmählich immer mehr abnahm. Während nämlich die erste Vertikalreihe von Wunden 420 mg Kautschuk ergab, lieferte die zweite, die sich auf der den ersten Wunden gegenüberliegenden Seite des Stammes befand, nur 260 mg. Noch weniger, nämlich nur 160 mg, ergab eine dritte Vertikalreihe, die sich in der Mitte zwischen den ersten beiden Vertikalreihen befand. Eine vierte Reihe von Wunden, die sich zwischen der ersten und dritten Reihe befand, lieferte sogar nur 120 mg, also nicht einmal ein Drittel so viel als die erste Reihe von Wunden.

Auf der umstehenden Abbildung (Fig. 91) ist das Ergebnis dieses Versuches schematisch dargestellt, und zwar soll auf derselben der Kreis den Querschnitt durch den Stamm darstellen. Die inmitten desselben befindlichen Pfeile lassen ferner erkennen, in welcher Reihenfolge die verschiedenen Längsstreifen angezapft wurden, während die außerhalb des Kreises befindlichen Zahlen die Mengen der von den einzelnen Längsstreifen erhaltenen Kautschukmengen, in Milligrammen ausgedrückt, angeben.

Diese Versuche und verschiedene andere, die ähnliche Resultate geliefert haben, zeigen zur Genüge, daß durch den Austritt des Milchsaftes sowohl in der Längs- als in der Querrichtung des Stammes auf

ziemlich bedeutende Entfernungen hin eine merkliche Abnahme des Milchsaftergusses bei neuen Verwundungen bewirkt wird. Die Ursache dieser Abnahme ist jedenfalls in erster Linie darin zu suchen, daß durch den zuerst austretenden Milchsaft der in dem Milchsaftsystem vorhandene Überdruck auch in der weiteren Umgebung der Wunden vermindert wird.

Nachdem der Milchsafterguß aufgehört hat und ein Verschuß der alten Wunden stattgefunden hat, kann nun aber der Druck in dem Milchsaftgefäßsystem wieder dadurch erhöht werden, daß einerseits allmählich aus größeren Entfernungen Milchsaft nach den zuerst angezapften Flächen hingepreßt wird und andererseits in den Milchröhren selbst Aufnahme von Wasser aus den umgebenden Zellen oder Neubildung von irgendwelchen den Druck erhöhenden Stoffen stattfindet.

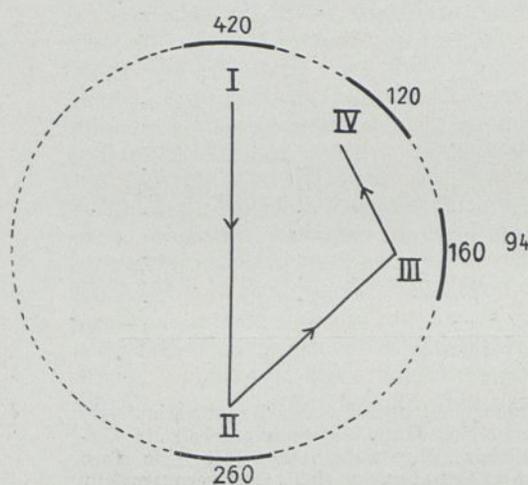


Fig. 91. Schema der Kautschukerträge.

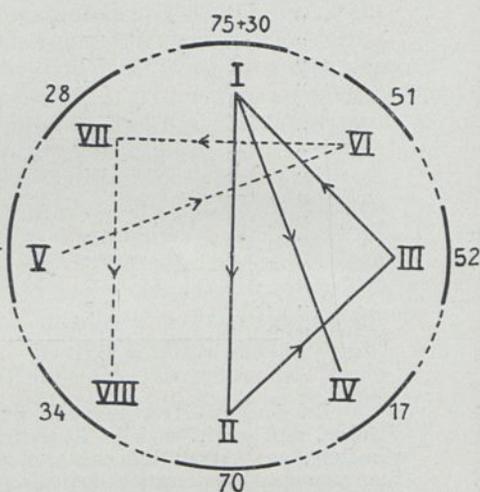


Fig. 92. Schema der Kautschukerträge.

Daß aber in der Tat in der Nähe der zuerst verwundeten Flächen nach einiger Zeit wieder ein ganz beträchtlicher Milchsafterguß stattfinden kann, wurde durch eine Reihe von exakten Versuchen nachgewiesen, von denen ich an dieser Stelle wieder zwei ausführlich beschreiben will:

Bei dem ersten Versuche wurde zunächst am 8. Juni 1906 ein ungefähr in der Mitte des Stammes gelegener 10 cm hoher Querring bis zur Erschöpfung mit kleinen Messerstichen angezapft. Es wurden hierbei, wie auch in der ersten Vertikalreihe der nachfolgenden Tabelle II angegeben ist, 899 mg trockener Kautschuk erhalten. Hätte ich nun unmittelbar darauf einen dicht darüber oder darunter gelegenen Querring in der gleichen Weise angezapft, so würde ich sicher nur auf eine bedeutend geringere Menge von Kautschuk, nach Versuch 1 auf etwa ein Drittel von der zuerst erhaltenen Menge, haben rechnen können. Als ich nun aber die zweite Anzapfung erst nach ca. 24 Stunden vornahm, ergab die über dem zuerst angezapften Querringe gelegene Fläche von gleicher Größe bei der gleichen Art der Anzapfung sogar etwas mehr, die darunter gelegene nur um ein Geringes weniger, als bei der ersten Anzapfung gewonnen war. Ähnliche Resultate wurden auch bei den folgenden fünf Anzapfungen erhalten, deren Erträge in den verschiedenen Vertikalreihen der nachfolgenden Tabelle angegeben sind.

Tabelle II.

14. Juni	—	—	—	—	—	—	1320
13. „	—	—	—	—	—	1110	—
12. „	—	—	—	—	1075	—	—
11. „	—	—	—	1232	—	—	—
10. „	—	—	1107	—	—	—	—
9. „	—	942	—	—	—	—	—
8. „	899	—	—	—	—	—	—
9. „	—	615	—	—	—	—	—
10. „	—	—	991	—	—	—	—
11. „	—	—	—	862	—	—	—
12. „	—	—	—	—	889	—	—
13. „	—	—	—	—	—	848	—
14. „	—	—	—	—	—	—	842

Bei dem zweiten Versuche wurden Längsstreifen von 1,5 m Länge mit horizontalen Stemmeisenwunden von 21 mm Breite, die in vertikaler Richtung 5 cm voneinander entfernt waren, angezapft, und zwar geschah dies am 1. Tage auf den auf dem nebenstehenden Schema (Fig. 92) mit I, II, III und IV bezeichneten Flächen, die auf dem Schema durch eine ausgezogene Linie miteinander verbunden sind. Die Fläche I wurde zweimal angezapft, und zwar zum zweiten Male nach der Fläche III. Die bei den beiden Anzapfungen dieser Fläche gewonnenen Kautschukmengen sind durch ein Pluszeichen miteinander verbunden.

Wie nun die bei unserem Schema an der Außenseite des Kreises befindlichen Zahlen erkennen lassen, zeigte dieser Versuch am 1. Tage die gleiche Abnahme in der Menge des erhaltenen Kautschuks wie der auf S. 143 beschriebene Versuch. Im Gegensatz hierzu wurden aber am folgenden Tage wieder bedeutend größere Kautschukmengen erhalten. Die an diesem Tage angezapften Flächen sind in unserem Schema durch eine gestrichelte Linie verbunden. Man hätte nun offenbar von der Fläche V am 1. Tage höchstens 50 mg Kautschuk erwarten können, statt dessen ergab dieselbe am 2. Tage 94 mg, also mehr als die am 1. Tage zuerst angezapfte Fläche I. Bei der Fläche VI hätte man ferner am 1. Tage höchstens auf 17 mg Kautschuk rechnen können; dieselbe ergab aber am 2. Tage 51 mg. Ebenso lieferten auch die Flächen VII und VIII am 2. Tage verhältnismäßig hohe Ernten.

Bei dem zuletzt beschriebenen Versuche trat nun schon deutlich hervor, daß die späteren Zapfungen nicht nur gleich viel, sondern sogar etwas mehr Kautschuk lieferten, als die erste. Noch auffallender ist in dieser Hinsicht die nachfolgende Versuchsreihe, die über einen größeren Zeitraum ausgedehnt wurde.

Bei dieser wurde zunächst bei vier ca. 2½ Jahre alten Bäumen am 17. Juni 1905 etwa 1 m über dem Erdboden eine ringförmige, ca. 10 cm hohe Fläche mit kleinen Messerstichen bis zur Erschöpfung angezapft. Der hierdurch erhaltene trockene Kautschuk ist in der obersten Reihe der nachfolgenden Tabelle, in Grammen ausgedrückt, angegeben.

Am nächstfolgenden Tage wurde dann ober- und unterhalb der zuerst angezapften Fläche ein Ring von 2,5—3 cm Höhe angezapft und der aus diesen beiden Flächen austretende Milchsaft zusammen eingesammelt. Am folgenden Tage wurde dann wieder ein höher und ein tiefer gelegener Ring angezapft und sofort an 28 aufeinander folgenden Tagen. Die an diesen Tagen gewonnenen Kautschukmengen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Auf derselben ist außerdem auch die Summe und der Durchschnitt von den vom 18. Juni bis 15. Juli erhaltenen Erträgen angegeben.

Vergleicht man nun die im Durchschnitt bei den späteren 28 Anzapfungen erhaltenen Erträge, die auf der untersten Horizontalreihe der Tabelle zusammengestellt sind, mit den bei der ersten Anzapfung gewonnenen Kautschukmengen, bei der überdies noch eine beinahe doppelt so große Fläche angezapft wurde, dann wird man finden, daß die späteren Anzapfungen ganz bedeutend größere Kautschukmengen geliefert haben als die ersten, nämlich bei den einzelnen Bäumen 2,3, 1,8, 4,0 und 3,3 oder im Durchschnitt 2,85 mal soviel.

Tabelle III.

	Baum I	Baum II	Baum III	Baum IV
17. Juni	1,71	1,18	0,34	0,16
18. „	1,72	1,37	0,41	0,23
19. „	2,62	2,20	0,58	0,33
20. „	2,16	1,58	0,50	0,30
21. „	2,79	2,07	0,63	0,40
22. „	2,42	1,67	0,57	0,33
23. „	2,76	1,99	0,70	0,37
24. „	2,27	1,52	0,61	0,33
25. „	2,48	1,66	0,80	0,32
26. „	2,90	2,13	0,91	0,45
27. „	3,27	2,05	0,82	0,43
28. „	3,74	1,95	0,89	0,40
29. „	3,96	2,00	1,17	0,47
30. „	3,74	1,75	1,32	0,48
1. Juli	4,20	1,97	1,34	0,49
2. „	3,64	1,92	1,35	0,43
3. „	4,57	2,30	1,46	0,56
4. „	3,92	2,33	1,61	0,53
5. „	3,78	1,88	1,50	0,60
6. „	3,69	2,51	1,59	0,65
7. „	4,62	2,50	2,28	0,71
8. „	5,97	2,06	2,25	0,83
9. „	6,19	2,39	2,50	0,73
10. „	5,03	2,91	2,12	0,68
11. „	4,56	2,58	1,74	0,63
12. „	4,66	2,86	2,19	0,69
13. „	5,56	2,64	2,54	0,89
14. „	6,18	2,45	2,68	0,90
15. „	4,67	2,15	1,77	0,75
18. Juni bis 15. Juli	108,07	59,39	38,83	14,91
Durchschnitt	3,86	2,12	1,37	0,53

Noch günstiger gestaltete sich übrigens dies Verhältnis bei zwei weiteren Versuchsreihen, bei denen teils 2, teils 4 Tage zwischen den einzelnen Zapfungen gewartet wurde. Bei der ersten von diesen ergaben die späteren Anzapfungen im Durchschnitt 3,00, bei der zweiten 4,63 mal soviel Kautschuk als bei der ersten.

Daß auch speziell bei *Manihot* die erste Zapfung relativ wenig Kautschuk liefert, wird übrigens auch von Moulay (II, 28) angegeben. Erst etwa bei der vierten Zapfung sollen nach Angabe dieses Autors normale Erträge erhalten werden.

Von Willis (I, 129) wird dagegen das Vorhandensein eines Wundreizes bei *Manihot Glaziovii* bestritten und auch Johnson (I) erhielt von 13 Gruppen von Bäumen bei sechs bei der ersten Zapfung, bei drei bei der zweiten und bei vier bei der dritten Zapfung die größten Erträge. Von vier Gruppen, bei denen die Bäume zuerst auf der einen und dann auf der anderen Seite des Stammes angezapft wurden, lieferten alle mit Ausnahme von einer die größten Erträge bei der ersten Anzapfung. Diese Resultaten dürften jedoch zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß die von dem genannten Autor angewandte Zapfmethode mit einer viel stärkeren Schädigung der angezapften Bäume verbunden war, als dies bei meinen Versuchen der Fall war.

Die Tatsache, daß bei wiederholter Zapfung zunächst eine Zunahme des Milchsafteergusses stattfindet, wurde übrigens, wenn sie auch im Prinzip den Kautschukzapfern der brasilianischen Urwälder

schon lange bekannt war, zuerst für *Hevea brasiliensis* von Curtis, Willis und Parkin (vgl. Petch, I, 24) durch exakte Versuche nachgewiesen. Die Ursache dieser Erscheinung wird gewöhnlich als Wundreiz oder Wundreflex („*wound response*“) bezeichnet.

Bei *Hevea* tritt nun bei gleicher Art der Verwundung der stärkste Milchsafterguß bald schon bei der zweiten oder dritten, bald erst bei der vierten, fünften oder sechsten Zapfung ein und bleibt dann lange Zeit ungefähr der gleiche, soweit nicht Änderungen der Witterung eine oft ganz beträchtliche Ab- oder Zunahme bewirken.

Nach meinen zahlreichen Versuchen zeigt nun *Manihot Glaziovii* in dieser Hinsicht ein ganz ähnliches Verhalten wie *Hevea brasiliensis*, während die meisten anderen Kautschukpflanzen sich ganz verschieden verhalten. So findet speziell bei *Kickxia elastica* und den zu den Gattungen *Landolphia* und *Clitandra* gehörigen Kautschuklianen bei fortgesetzter Anzapfung größerer Flächen in kurzen Intervallen eine sehr schnelle Abnahme des Milchsaftergusses statt.

Zur Erklärung des Wundreizes könnte man nun zunächst anführen, daß nach dem Verschuß der Wunden in dem Milchsaftegefäßsystem einerseits durch allmählichen Zustrom des Milchsaftes aus ferner gelegenen Partien, andererseits durch Wasseraufnahme aus den umgebenden Zellen der Druck erhöht wird. Durch Wasseraufnahme wird aber auch der Milchsaft eine flüssigere Konsistenz erhalten und infolgedessen schneller in den engen Milchröhren strömen. Schließlich könnte auch durch Bildung von wasseranziehenden Stoffen innerhalb der Milchröhren der in denselben herrschende Druck erhöht werden.

Welche von diesen Ursachen nun aber bei dem Wundreiz die Hauptrolle spielen, namentlich auch das spätere Konstantbleiben des Milchsaftergusses trotz wiederholter Verwundungen bewirken, ist zurzeit noch nicht für alle Fälle mit Sicherheit nachgewiesen. Durch zahlreiche bei *Hevea* ausgeführte Versuche ist nun aber zunächst festgestellt, daß bei dieser Pflanze der Wassergehalt des Milchsaftes mit fortgesetzter Zapfung allmählich immer mehr zunimmt. Nach Petch (I, 32) liefert der Milchsaft von zum ersten Male gezapften Bäumen ca. 50 % Rohkautschuk, dann fällt diese Menge bei fortgesetzter Zapfung mehr oder weniger regelmäßig auf 25–30 %, wenn jeden oder jeden zweiten Tag gezapft wird, oder auf 30–40 %, wenn die Intervalle länger genommen werden.

Mit einer geringeren Konzentration des Milchsaftes nimmt nun aber keineswegs auch die Gesamtmenge des von gleichartigen Wunden gelieferten Rohkautschuks entsprechend ab. Dies zeigen zahlreiche bei *Hevea* gemachte Messungen, läßt sich aber auch bei *Manihot Glaziovii* leicht nachweisen. Man braucht ja nur die Erträge von feuchtwarmen Tagen mit solchen von heißen Tagen zu vergleichen. Wenn die übrigen auf den Milchsafterguß einen Einfluß ausübenden Faktoren die gleichen geblieben, wird man dann stets finden, daß nicht nur die Menge des Milchsaftes, sondern auch die absolute Menge des darin enthaltenen Kautschuks bei feuchter Witterung eine größere ist.

Bei feuchtwarmer Witterung sind ja auch alle Gewebe der Pflanze viel mehr mit Wasser durchtränkt und es wird so dem Milchsaft leichter werden, Wasser aus der Umgebung aufzunehmen, wodurch der Milchsaft dünnflüssiger und der Druck erhöht wird. Auf die bei starker Feuchtigkeit eintretende Drucksteigerung ist es auch jedenfalls zurück-

zuföhren, daß, wie man bei starkem Regenwetter häufig beobachten kann, aus alten Wunden plötzlich wieder Milchsafte austritt. Es ist dies wohl sicher dadurch zu erklären, daß durch die feuchte Witterung infolge starker Wasseraufnahme der Druck in dem Milchsaftegefäßsystem so erhöht wird, daß dadurch der Verschluß der angeschnittenen Milchröhren gesprengt wird.

Von Fickendey (I) wurde aber ferner auch die Menge derjenigen Stoffe bestimmt, die den Druck innerhalb des Milchsaftegefäßsystems erzeugen. Wie hier nicht ausführlich auseinandergesetzt werden kann, kann man aus der Höhe des Gefrierpunktes der Milch auf die Menge dieser Stoffe einen Schluß ziehen und zwar muß die Menge derselben um so größer sein, je niedriger der Gefrierpunkt des betreffenden Milchsaftees. Fickendey fand nun bei den mit *Hevea* ausgeführten Versuchen, daß der Gefrierpunkt der gewonnenen Milch bei fortgesetzter Zapfung zunächst etwas steigt, dann aber wieder sinkt und zwar über den ursprünglichen Wert hinaus. Es folgt daraus, daß der Druck in den Milchsaftegefäßen bei fortgesetzter Zapfung zwar anfangs fällt, dann aber trotz der Zunahme des Wassergehaltes größer wird als bei der ersten Zapfung. Ein weiterer Versuch des gleichen Autors zeigt noch, daß die den Druck steigernden Stoffe nicht anorganischer Natur sein können, weil bei demselben der Aschengehalt des Milchsaftees bei fortgesetzter Zapfung annähernd konstant bleibt. Welche Stoffe es nun aber sind, die die Drucksteigerung bewirken, wurde bisher noch nicht festgestellt.

Von Interesse ist es noch, daß nach einer weiteren Versuchsreihe von Fickendey *Kickxia elastica* sich in dieser Beziehung ganz anders verhält. Bei dieser Versuchsreihe fand der genannte Autor, daß die Menge des ausfließenden Milchsaftees, der Gehalt desselben an Rohkautschuk und die Gefrierpunktserniedrigung nach der ersten Zapfung kleiner werden, im weiteren Verlauf der Zapfungen sich aber mit kleinen Schwankungen ungefähr auf gleicher Höhe halten.

Wie sich nun speziell *Manihot Glaziovii* in dieser Hinsicht verhält, wurde bisher noch nicht untersucht. Die Gleichartigkeit der beim Zapfen erhaltenen Resultate macht es aber wahrscheinlich, daß bei unserer Pflanze in dem Milchsaftegefäßsystem die gleichen Kräfte wirksam sind wie bei *Hevea brasiliensis*.

Wir würden somit auch bei *Manihot Glaziovii* die bei Verwundung des Milchsaftegefäßsystems sich abspielenden Vorgänge in folgender Weise zusammenfassen können:

Aus den bei Verwundung der Rinde angeschnittenen Milchsaftegefäßen wird infolge des im Milchsaftegefäßsystem vorhandenen Druckes Milchsafte ausgepreßt. Der Milchsafte kann dabei aus ziemlich weiten Entfernungen nach den Wunden hinströmen. Der Milchsafteerguß wird aufhören, nachdem der Druck in der Nähe der Wunden ausgeglichen und die Reibungswiderstände einen Nachschub aus weiter entfernten Teilen des Milchröhrensystems verhindern. Es findet dann allgemein ein Verschluß der Wunden durch Koagulation des Milchsaftees an den Schnittflächen statt. Vielleicht findet auch in manchen Fällen durch frühzeitigere Koagulation eine Verstopfung der Schnittflächen und infolgedessen Sistierung des Milchsafteergusses statt.

Auch nach Verschluß der Wunden findet nun aber ein allmählicher Strom von Milchsafte nach den Wunden hin statt und es wird hierdurch

wieder eine Drucksteigerung bewirkt. Das gleiche wird dadurch erreicht, daß der Milchsafte aus den umgebenden Zellen Wasser anzieht, wodurch der Kautschukgehalt der Milch verringert, ebenfalls aber auch der prozentische Gehalt an wasseranziehenden Stoffen zunächst eine Verminderung erfährt. Nach einigen Zapfungen steigt nun aber die Menge der wasseranziehenden Stoffe wieder und zwar etwas über die vor der ersten Zapfung vorhandene Größe, um dann annähernd konstant zu bleiben. Bei späteren Zapfungen ist die Menge der aus den Wunden austretenden Milchsafte in erster Linie von der Witterung abhängig und wird durch alle äußeren Faktoren, die die Wasseraufnahme seitens der Wurzeln begünstigen, die Transpiration aber herabsetzen, die Ergiebigkeit des Milchsafteergusses befördert.

Außerdem können aber naturgemäß auch andere Faktoren, z. B. die Ernährung der Pflanzen durch die Wurzeln und die Kohlensäureassimilation der Blätter auf die Höhe des in den Milchröhren vorhandenen Druckes einwirken und derselbe wird im allgemeinen um so größer sein, je günstiger die Wachstumsbedingungen sind, unter denen sich die betreffenden Bäume befinden und je kräftiger sich dieselben entwickelt haben.

Erwähnen will ich schließlich noch, daß man theoretisch den Milchsafteerguß auch dadurch befördern könnte, daß man an den Wunden durch Luftverdünnung den Atmosphärendruck ganz oder teilweise aufhebt. Clarkson (I) hat sich auch einen hierfür geeigneten Apparat patentieren lassen. Ob sich derselbe aber irgendwo in der Praxis bewährt hat, ist aus dem mir vorliegenden Referat nicht ersichtlich.

XI. Die Entstehung des Milchsafte.

Die Frage, wo der Milchsafte gebildet wird, ist bisher noch nicht mit Sicherheit entschieden. Durch mikroskopische Untersuchung wurde allerdings festgestellt, daß die den Milchsafte enthaltenden Milchröhren in der Rinde ausschließlich aus den bei der Teilung des Kambiums auf der Außenseite desselben entstehenden Zellen hervorgehen, indem bestimmte Zellreihen durch partielle Auflösung ihrer Wände zu einem zusammenhängenden System verschmelzen und gleichzeitig der Inhalt derselben die für die Milchröhren charakteristische Zusammensetzung annimmt, sich in Latex verwandelt. Daß in der Rinde unabhängig vom Kambium — etwa durch Wundreiz — noch weitere Milchröhren entstehen sollten, ist durch keine Beobachtung nachgewiesen und auch an sich sehr unwahrscheinlich.

Eine andere Frage ist es nun aber, ob auch der Milchsafte selbst nur in der Nähe des Kambiums gebildet wird oder ob auch später noch an anderen Orten eine Neubildung desselben stattfindet, ob namentlich bei fortgesetzter Zapfung nicht eine Ergänzung von Milchsafte stattfindet.

Daß sich in den Milchröhren in der Tat noch die verschiedenartigsten chemischen Umsetzungen abspielen können, wird schon dadurch sehr wahrscheinlich, daß auch die ausgebildeten Milchröhren, wie zuerst von Treub und E. Schmidt nachgewiesen wurde, noch einen plasmatischen Wandbelag und oft sehr zahlreiche Kerne, somit auch die gleichen Fähigkeiten besitzen, wie die anderen lebenden Zellen der Pflanzen. Auch das bereits erwähnte Vorkommen von Fermenten innerhalb des Milchsafte spricht für diese Annahme.

Die Frage, ob außer in der Nähe des Kambiums noch bestimmte Bestandteile des Milchsaftes, also in erster Linie Reinkautschuk, Harze und Eiweißstoffe, von denen wir aber den für uns wichtigsten, den Kautschuk, allein ins Auge fassen wollen, entstehen, würde man nun mit Sicherheit entscheiden können, indem man folgende vier Größen genau bestimmt:

1. Die Gesamtmenge des in dem ganzen Baume, inklusive Blättern und Wurzeln, am Anfang des Versuches enthaltenen Kautschuks.
2. Die Menge des während einer längeren Zapfperiode dem Baume durch die Zapfungen entzogenen Kautschuks.
3. Die Menge des während der gleichen Periode in den neugebildeten Milchröhren entstandenen Kautschuks.
4. Die Menge des am Ende des Versuches in dem ganzen Baum enthaltenen Kautschuks.

Wenn die Summe aus 2 und 4 größer ist als die aus 1 und 3, so muß offenbar unabhängig von der Neubildung in der Nähe des Kambiums an irgendeiner Stelle in den ausgebildeten Milchröhren eine Neubildung von Kautschuk stattgefunden haben.

Eine genaue Bestimmung dieser Größen ist nun aber mit großen Schwierigkeiten verbunden und kann auch naturgemäß nicht an dem gleichen Baume ausgeführt, sondern nur durch Vergleichung der an verschiedenen Bäumen gemachten Messungen und Wägungen geschehen.

Von Petch (I, 36) wurde nun zuerst der Versuch gemacht, die obigen Faktoren mit einiger Genauigkeit abzuschätzen und er kommt dabei zu dem Resultate, daß bei *Hevea* auch unabhängig vom Kambium eine Neubildung von Kautschuk stattfinden muß.

Wo nun aber diese Neubildung stattfindet, ist zurzeit noch nicht mit Sicherheit zu sagen. Jedenfalls werden aber die organischen Bestandteile des Milchsaftes, also vor allem Kautschuk, Eiweiß und Harze, wenn sie neu gebildet werden, nur auf Kosten der in den grünen Blattzellen gebildeten Kohlehydrate entstehen können. Da ja aber diese überall in der Nähe der Milchröhren, in der Rinde speziell in den an die Milchröhren grenzenden Rindenstrahlen, häufig in großen Mengen aufgespeichert sind, scheint mir rein theoretisch die Annahme, daß auch in der Rinde des Stammes eine Neubildung von Milchsaft stattfindet, keineswegs ausgeschlossen.

XII. Die Funktion des Milchsaftes.

Über die Frage, welche Bedeutung der Milchsaft für die denselben enthaltenden Pflanzen besitzt, sind in der Literatur bereits sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen; dieselbe kann aber dennoch keineswegs als gelöst gelten. Ich will denn auch an dieser Stelle auf die umfangreiche Literatur, welche über die Funktion des Milchsaftes besteht, nicht ausführlich eingehen, sondern nur die wichtigsten der von den verschiedenen Autoren vertretenen Ansichten kurz besprechen.

Manche Autoren (vgl. u. a. Haberland, I, 302) sehen namentlich auf Grund von vergleichend anatomischen Beobachtungen die Funktion des Milchsaftgefäßsystems in der Leitung plastischer, d. h. zur Ernährung der übrigen Pflanzenteile dienender organischer Stoffe,

wie Eiweiß, Stärke, fettes Öl usw. Andere Autoren (vgl. Bernard, I) betrachten das Milchsaftegefäßsystem mehr als ein Magazin, in dem Reservestoffe aufgespeichert werden. Experimentell untersucht wurde in dieser Hinsicht namentlich das Verhalten der im Milchsafte mancher *Euphorbiaceen* enthaltenden Stärkekörner, die nach den von Bernard (I, 272) bestätigten Beobachtungen von Treub und Schullerus, wenn die Assimilation der betreffenden Pflanzen durch Verdunkelung oder Kohlensäureentziehung sistiert ist, allmählich abnehmen. Von Bernard konnten auch Korrosionserscheinungen an den Stärkekörnern der im Dunkeln oder in kohlensäurefreier Luft gewachsenen Pflanzen beobachtet werden. Beachtenswert ist jedoch in dieser Hinsicht, daß nach Beobachtungen von Kniep (I) die Stärkekörner in den Milchröhren verdunkelter Pflanzen noch völlig intakt waren, wenn in allen anderen Geweben die Stärke bereits fast vollständig verschwunden war.

Außerdem wurde nun auch mehrfach beobachtet, daß die Konsistenz des Milchsafte je nach dem Entwicklungsstadium der Pflanze eine sehr verschiedene ist. So gibt Bernard (I, 269) an, daß bei im Dunkeln gezogenen Keimpflanzen und bei jungen Pflanzen, die später verdunkelt wurden, der Latex immer substanzärmer und schließlich ganz wässrig wurde. Ferner sollen nach Bernard (I, 264) speziell auch bei *Manihot Glaziovii* die jungen Früchte einen normalen dicken Milchsafte liefern, die reifen Früchte aber einen wässrigen Saft austreten lassen. Ähnliche Beobachtungen machte er auch an den Blättern von *Hevea*, die kurz vor dem Abfallen keinen Milchsafte austreten lassen. Ferner beobachtete der gleiche Autor (I, 266), daß der Latex in den Vegetationspunkten fast wässrig ist und erst in einiger Entfernung von diesem die normale Konsistenz erhält und daß junge Bäume von *Hevea*, die stark blühen, weniger fruktifizieren, wenn sie stark angezapft werden.

Wenn wir es somit als wahrscheinlich ansehen können, daß ein Teil von den im Milchsaftegefäßsystem abgelagerten Stoffen wieder in dem Stoffwechsel der Pflanze Verwendung finden kann, so fehlt es doch für die meisten dieser Stoffe noch an exakten Untersuchungen, die ein bestimmtes Urteil über die Rolle, welche dieselben im Stoffwechsel spielen, gestatten. Es gilt dies namentlich auch für den uns in erster Linie interessierenden Kautschuk, den man bis vor kurzem ziemlich allgemein als Exkret aufgefaßt hat, das nicht weiter im Stoffwechsel der Pflanze Verwendung findet.

Von Harries (I, 1198) wurde nun aber nachgewiesen, daß der Kautschuk zu den Kohlehydraten in enger Beziehung steht. Harries vertritt denn auch die Ansicht, daß derselbe in der Pflanze, wie die anderen organischen Produkte des Pflanzenkörpers, ein Umwandlungsprodukt der Zuckerarten darstellt. Es soll dies in der Weise geschehen, daß die Zucker, vielleicht vorwiegend die Pentosen, zu dem Rest C_5H_8 (*Pentadienyl*) reduziert werden und dieser sich in *statu nascendi* zu Kautschuk ($C_{10}H_{16}$)_x kondensiert, indem sich zwei *Pentadienylreste* zu einem ringförmigen Körper verbinden.

Auf Grund der von Harries festgestellten chemischen Beziehungen zwischen Kautschuk und Zucker wurde nun von Ditmar (I, 36) die Ansicht ausgesprochen, daß der Kautschuk auch ebenso wieder in Zucker zurückverwandelt werden kann und eine Art von Reservestoff darstellt, von dem sich die Pflanze bei Nährstoffmangel

ernährt. Zum experimentellen Nachweis dieser Auffassung hat der genannte Autor bereits Versuche eingeleitet, die Resultate derselben sind aber, soviel mir bekannt, noch nicht publiziert.

Die gleiche Ansicht wurde übrigens auch neuerdings von Spence (I, 199) vertreten, der ebenfalls den Kautschuk als einen Reservestoff auffaßt, der, wenn die Umstände dies erfordern, durch die im lebenden Protoplasma des Milchsafte enthaltenen Enzyme in einfache Nährstoffe, die Zucker, verwandelt wird. Er stützt seine Ansicht auf eine im „Pflanzer“ mitgeteilte Beobachtung. Ich nehme an, daß die im Pflanzen 1907 (S. 148) nach Jumelle (I, 372) referierte Beobachtung gemeint ist, nach der die in Madagaskar strauchartig wachsende *Mascarenhasia anceps* zu gewissen Jahreszeiten einen sehr klaren und nur sehr wenig Kautschuk enthaltenden Saft liefert. Zur Zeit der ersten Regen und auch etwas früher sollen die Pflanzen aber ziemlich gute Erträge liefern. Ferner soll auch die den Guayulekautschuk liefernde Pflanze in gewissen Jahreszeiten sehr viel weniger Kautschuk liefern wie die anderen.

Ob nun diese beiden Beobachtungen nicht noch in anderer Weise gedeutet werden können, ist noch durch exakte Versuche festzustellen; jedenfalls wäre es von großem Interesse, daß diese Frage bald durch experimentelle Untersuchungen geprüft würde. Zurzeit kann es aber jedenfalls noch nicht als exakt erwiesen gelten, daß der Kautschuk wirklich als ein Reservestoff aufzufassen ist.

Außerdem hat man nun aber auch dem Milchsafte vielfach andere, mit dem Chemismus der Pflanze nicht in Beziehung stehende Funktionen zugeschrieben, und zwar wurde derselbe teils als Schutzmittel gegen Tierfraß, als Mittel zum Wundverschluß und als Wasserreservoir gedeutet.

Die erstere Deutung wurde zuerst von Stahl (I) ausgesprochen. Nach seiner Auffassung wird der unter hohem Drucke stehende Milchsafte, sobald die Pflanze von kleinen Tieren angebissen wird, an der Wundfläche ausgepreßt, um sich in die Mundteile des Angreifers zu ergießen und denselben von weiterem Fraß abzuschrecken.

Eingehender untersucht wurde diese Frage später von H. Kniep (I, 61), einem Schüler Stahls. Er konnte zunächst bei verschiedenen *Euphorbia*-Arten beobachten, daß dieselben von den Schnecken im normalen Zustande verschont werden, daß sie von diesen aber gierig verzehrt werden, wenn ihnen durch wiederholtes Anzapfen der Milchsafte entzogen war. Bei zahlreichen anderen Pflanzen machte der genannte Autor gleichartige Beobachtungen, wenn er Blattstücke auf mehrfach erneuertem Wasser schwimmen ließ, so daß der in ihnen enthaltene Milchsafte ausgelaugt wurde. Auch wurde mit Milchsafte verschiedener Pflanzen verrührter Stärkekleister von Schnecken nicht angerührt, während reiner Stärkekleister von denselben verzehrt wurde. Schließlich spricht auch das nachgewiesene Vikariieren von Sekretgängen und Milchsaftebehältern bei den Kompositen, von Gerbstoffschläuchen, Sekretschläuchen und Milchröhren bei den *Euphorbiaceen* für die Deutung der Milchsaftegefäße als Schutz gegen Tierfraß. Es wäre jedenfalls von Interesse, auch bei typischen Kautschukpflanzen derartige Versuche anzustellen. Daß, ganz abgesehen von größeren Tieren, verschiedene Käfer und Heuschrecken sich durch den Milchsafte nicht abschrecken lassen, die Blätter und jungen Stengel von *Manihot*

Glaziovii anzunagen, wurde bereits in Kapitel VII erwähnt. Allerdings sind blattfressende Raupen, soviel mir bekannt, auf *Manihot Glaziovii* bisher noch nicht beobachtet worden, wohl aber in Brasilien auf *Manihot dichotoma*. Ferner werden die ebenfalls sehr milchsaffreichen Blätter von *Kickxia elastica* sehr vielfach von einer Raupe angegriffen.

Erwähnt sei an dieser Stelle schließlich noch eine Beobachtung von Wurth (I, 73), der einen Borkenkäfer (*Xyleborus Coffeae*) auf lebende Zweige von *Hevea* und *Kickxia* brachte und fand, daß dieselben durch den beim Verwunden aus diesen austretenden Milchsaft am weiteren Eindringen gehindert wurden und meist wie an Leimruten festklebten.

Die Ansicht, daß die Milchsäfte allgemein als Wundschutz dienen und an den Wunden namentlich das Eindringen von Bakterien und Luft in die Gewebe verhindern sollen, wurde zuerst von de Vries (I) ausgesprochen. Daß aber verschiedene Milchsaft führende Pflanzen ihre Wunden ebenso wie die nicht Milchsaft führenden durch Bildung von Wundkork gegen die Außenwelt abschließen, wurde bereits von Kniep (I, 59) nachgewiesen, und es läßt sich auch speziell bei *Manihot Glaziovii* leicht beobachten, daß bei Verwundung der Rinde die unter dem eingetrockneten Milchsaft gelegenen Zellen absterben und durch Wundkork abgegrenzt werden. Der Wundschutz könnte also in diesem Falle nur darin bestehen, daß durch die Bedeckung mit dem eingetrockneten Milchsaft die Wunden gegen Infektion mit Bakterien oder dergleichen geschützt würden. Daß aber der eiweißreiche Milchsaft, der selbst, solange er nicht völlig trocken ist, leicht in Fäulnis übergeht, hierzu besonders geeignet sein sollte, ist wohl einigermaßen zweifelhaft. Jedenfalls fehlt es zurzeit noch ganz an Beobachtungen, die diese Auffassung wahrscheinlich machen könnten. Nach Beobachtungen von Bernard (I, 259) sollen sich bei *Hevea* und *Castilloa* die Wunden sogar besser schließen, wenn der koagulierte Milchsaft von denselben abgesammelt wird.

Die Ansicht, daß der Milchsaft die Pflanzen gegen zu starke Verdunstung schützen soll, wurde von Olsson-Seffer (I, 20) ausgesprochen. Er stützt seine Ansicht namentlich auf Beobachtungen, die er an *Castilloa* gemacht hat. Nach diesen sollen Pflanzen, die stark transpirieren, bei Verwundung viel und substanzreichen Milchsaft austreten lassen. Pflanzen mit schwacher Transpiration aber wenig und mehr wässrigen. Es bleibt nun aber noch zu untersuchen, inwieweit die gemachten Beobachtungen auf individuelle Verschiedenheiten oder auf andere nicht genügend beachtete Nebenumstände zurückzuführen sind. Sollte es sich aber allgemein bestätigen, daß die Bildung des Milchsaftes durch die Transpiration begünstigt wird, so würde hieraus noch nicht zu folgern sein, daß der Milchsaft die Pflanzen gegen Transpiration schützt oder als Wasserreservoir dient, aus dem die Pflanzen bei Wassermangel Wasser entnehmen können.

Auch die von Fickendey (V) angeführten Beobachtungen vermögen für die Richtigkeit der letzteren Annahme keinen Beweis zu erbringen. Sie zeigen nur, daß der Milchsafterguß bei hoher Turgeszenz zunimmt. Bei Wassermangel werden die Milchsaftgefäße auch nur dann größere Wassermengen an die sie umgebenden Gewebe abgeben können, wenn in ihnen ein geringerer osmotischer Druck vorhanden wäre, was aber sehr unwahrscheinlich ist. Wenn wir ferner die Wasserspeicherung als eine Hauptfunktion der Milchsaftgefäße auffassen

wollten, so würde es gänzlich unverständlich sein, daß in ihnen so große Mengen von Kautschuk, Harzen, Eiweißstoffen usw. abgelagert sind.

Nach dem Obigen glaube ich zu der Annahme berechtigt zu sein, daß eine ernährungsphysiologische Bedeutung für den Milchsaft im allgemeinen und speziell auch für den in demselben enthaltenen Kautschuk noch nicht als erwiesen gelten kann. Daß derselbe zum mindesten in manchen Fällen den Pflanzen dadurch von Nutzen ist, daß er dieselben gegen Schneckenfraß schützt, kann dagegen als erwiesen gelten. Es ist ja aber damit keineswegs ausgeschlossen, daß dem Milchsaft daneben noch andere Funktionen zukommen und daß derselbe auch im Chemismus der Pflanze eine gewisse Rolle spielt.

XIII. Die Entstehung des Rohkautschuks aus dem Milchsaft.

Um aus dem Milchsaft Kautschuk zu erhalten, ist zunächst eine Zusammenballung der in dem Milchsaft enthaltenen Kautschukkügelchen erforderlich. Dieser Vorgang wird gewöhnlich als Koagulation bezeichnet und soll im folgenden zunächst eingehend besprochen werden.

Im Anschluß hieran wollen wir dann noch kurz diejenigen Veränderungen besprechen, die während oder nach der Koagulation mit der Substanz des Kautschuks vor sich gehen. Schließlich soll die Frage, wie die Qualität des Kautschuks durch die Art der Koagulation beeinflusst wird, erörtert werden.

1. Die Koagulation des Milchsaftes.

Der Ausdruck Koagulation wurde zuerst für den bei dem Gerinnen der Eiweißstoffe durch Erwärmen eintretenden Vorgang benutzt. Da nun das Eiweiß eine kolloidale Lösung darstellt, der Latex dagegen eine Emulsion oder Suspension (vgl. S. 134), so wird von manchen Autoren, so von Ditmar (I) und Fickendey (III) die Anwendung des Ausdruckes Koagulation für die Abscheidung des Milchsaftes verworfen und dafür der von Weber zuerst vorgeschlagene Ausdruck Koaleszenz oder Koalisation angewandt. Dieser Vorschlag hat aber bisher wenig Anklang gefunden. Auch bemerke ich, daß auch in der modernen Kolloidchemie ziemlich allgemein von der Koagulation kolloider Lösungen und Emulsionen gesprochen wird.

Dahingegen werden nun aber zurzeit von verschiedenen Autoren, die sich allerdings ausschließlich auf an den Milchsaften von *Kickxia*, *Castilloa* und *Hevea* angestellte Untersuchungen stützen, zwei verschiedene Phasen der Koagulation unterschieden:

Von diesen ist die erstere, die vielfach als Agglutination, Koaleszenz, Aufflockung oder Aufrahmung bezeichnet wird, dadurch charakterisiert, daß sich im Milchsaft größere Kügelchen oder lockere Flocken bilden, die sich meist in den oberen Schichten der Flüssigkeit ansammeln, während das darunter befindliche, meist stark verdünnte Serum völlig klar wird. Der agglutinierte Milchsaft läßt sich nun aber nicht durch Rühren oder dergleichen zur Vereinigung bringen, er kann dagegen durch Schütteln oder Verdünnen wieder gleichmäßig in der Flüssigkeit verteilt werden. Die Agglutination ist

also ein Vorgang, der wieder rückgängig gemacht werden kann, ein „reversibeler“ Vorgang.

Bei der zweiten Phase der Koagulation findet dagegen eine weitergehende Vereinigung der Milchsafkkügelchen zu einem Netzwerk größerer Fasern statt, die sich beim Rühren zu einem festen, elastischen Kuchen vereinigen, der bei fortgesetztem Rühren immer dichter wird und sich durch einfache mechanische Behandlung nicht in einzelne Fasern oder Kugeln zerlegen läßt. Die Koagulation kann somit nicht wieder rückgängig gemacht werden, sie ist ein irreversibeler Vorgang.

Agglutination tritt nun z. B. bei dem Milchsafte von *Castilloa elastica* ein, wenn man demselben mit etwa der 10fachen Menge Wasser verdünnt. Versetzt man aber den abgeheberten agglutinierten Milchsafte mit etwas Essig- oder Oxalsäure, so tritt nach einiger Zeit Koagulation ein.

Zwischen beiden Vorgängen läßt sich übrigens keine scharfe Grenze ziehen, und man kann speziell bei *Kickxia* und *Hevea* häufig beobachten, daß ein Teil des Milchsafte kleine Kügelchen gebildet hat, die sich durch Rühren nicht vereinigen lassen, ein Teil größere Klumpen, die sich durch Rühren leicht zusammenballen lassen.

Es ist nun jedenfalls von großem theoretischem Interesse zu erfahren, wodurch in der lebenden Pflanze das Agglutinieren und Koagulieren der Kautschukkügelchen verhindert wird und wodurch diese Vorgänge bei den aus der Pflanze gewonnenen Milchsäften bewirkt werden. Da ferner die Art der Koagulation sicher auch auf die Qualität des dadurch gewonnenen Kautschuks von Einfluß ist und die Kosten des Koagulationsmittels in vielen Fällen nicht unerhebliche sind, würde ein Einblick in diese Vorgänge sicher auch für die Praxis nicht ohne Bedeutung sein können.

Zurzeit sind wir nun allerdings noch weit davon entfernt, eine völlig befriedigende Erklärung für alle Koagulationsvorgänge geben zu können. Ich will es aber doch versuchen, die verschiedenen zur Erklärung der Koagulation ausgesprochenen Ansichten und die zur Begründung derselben ausgeführten Untersuchungen systematisch zusammenzustellen.

a) Das Mitreißen des Kautschuks bei der Koagulation des Proteins.

Von Weber (I, 311) wurde die Hypothese aufgestellt, daß „die Koagulation des Kautschuks lediglich in der Koagulation des in der Milch vorhandenen Eiweißes besteht, worauf dann das sich auscheidende Eiweiß die in der Milch suspendierten Kautschukkügelchen mechanisch mit niederreißt“. Die gleiche Ansicht wurde übrigens schon früher von Biffen (I) geäußert.

Zugunsten dieser Ansicht läßt sich nun anführen, daß in der Tat durch viele der Reagentien, die mit Vorteil zur Koagulation des Kautschuks Verwendung finden, sowie durch Kochen, auch Eiweißstoffe gefällt werden und daß in den meisten, wenn nicht in allen Rohkautschuken des Handels Eiweiß enthalten ist. Daß die Milchsäfte verschiedener Pflanzen sich gegen die gleichen Koagulationsmittel sehr verschieden verhalten, könnte ja auch zum Teil dadurch erklärt werden, daß die in diesem enthaltenen Eiweißstoffe verschiedene Eigenschaften besitzen. Letztere Annahme wird auch von Frank (IV, 15) verfochten und es wird von ihm als Beweis dafür angeführt, daß der Eiweißstoffe enthaltende Milchsafte von *Hevea* durch Säure

koaguliert wird, der eine peptonartige Verbindung enthaltende Milchsaft von *Kickxia* aber nur durch andere Proteingerinnungsmittel wie Formaldehyd und Alkaloidreagentien (Quecksilberchlorid, Tannin).

Dahingegen wurden nun aber doch auch bereits eine Reihe von Beobachtungen angeführt, aus denen hervorgeht, daß Agglutination und Koagulation sicher auch ohne Mitwirkung von Eiweißstoffen stattfinden können. So fanden de Jong und Tromp de Haas (I), daß mit Alkohol koagulierter Latex von *Castillosa* sp. eiweißfrei war und daß durch 12maliges Waschen von allem Eiweiß befreiter Latex der gleichen Pflanze ebenso gut zur Koagulation zu bringen war, als der nicht ausgewaschene eiweißhaltige. Ähnliche Versuche hat auch Spence mit *Kickxia elastica* angestellt, während Crossley (I) bei *Hevea* durch Verdünnen des Milchsaftes mit Wasser den Eiweißgehalt des schließlich erhaltenen Kautschuks nur auf 2,74 % herabdrücken konnte. Daß durch Verdauung der Eiweißstoffe mit Papayin und Entfernung der verdauten Albumine durch Dialyse auf Alkoholzusatz Agglutination eintrat, konnte Gardner (I) für *Hevea*, *Castilloa* und *Micrandra* nachweisen. Schließlich nimmt auch Henri (II) auf Grund seiner ausgedehnten mikroskopischen Untersuchungen für den von ihm untersuchten *Hevea*-Latex an, daß die Koagulation von Proteinstoffen unabhängig ist.

Weber gibt denn auch selbst die Möglichkeit einer Zusammenballung der Kautschukkügelchen ohne Mitwirkung von Proteinstoffen zu, er bezeichnet diesen Vorgang aber nicht als Koagulation, sondern als Koaleszenz und nimmt an, daß durch diesen Vorgang stets minderwertiger Kautschuk entstehen soll, eine Annahme, die aber, wie schon von verschiedenen Autoren nachgewiesen wurde, den Tatsachen nicht entspricht.

Wir können es somit als erwiesen ansehen, daß eine Koagulation des Milchsaftes in manchen Fällen auch ohne jede Mitwirkung von Eiweißstoffen möglich ist. Damit ist nun aber doch nicht bewiesen, daß nicht unter Umständen namentlich in eiweißreichen und unverdünnten Milchsaften durch die durch Kochen oder Reagentionszusatz bewirkte Koagulation der Eiweißstoffe auch die Koagulation des Kautschuks direkt gefördert werden kann. In welchen Fällen dies nun aber wirklich der Fall ist, wäre noch zu untersuchen.

b) Die Auflösung der Eiweißhüllen der Kautschukkügelchen.

Da Weber auf der gleichen Seite seiner zitierten Mitteilung die bereits S. 133 besprochenen Eiweißhüllen beschreibt, wurde die Webersche Ansicht auch vielfach dahin gedeutet, daß durch diese Eiweißhüllen die Vereinigung der Kautschukkügelchen verhindert würde und daß gerade umgekehrt durch Entfernen des Eiweiß aus dem Latex eine Vereinigung der Kautschukkügelchen bewirkt werden müßte. Dies ist nun aber nach Versuchen von de Jong und Tromp de Haas (I) keineswegs der Fall. Ebensowenig konnte Spence (IV) bei dem von ihm benutzten *Kickxia*-Milchsaft, dessen Zusammensetzung allerdings von dem von Fickendey (III u. IV) untersuchten Milchsaft von *Kickxia elastica*¹⁾ anscheinend erheblich verschieden war, durch Ver-

1) Dieser soll, wie wir noch sehen werden, kein Eiweiß, sondern Peptone enthalten.

daung des Eiweiß mit Thrypsin eine Beschleunigung der Koagulation beobachten. Auch Gardner (I) hebt hervor, daß bei dem bereits erwähnten Versuche nach Verdauung der Eiweißstoffe durch Papayin keineswegs sofort Koagulation eintrat.

Ein einfaches Zusammenschmelzen der Kautschukkügelchen nach Auflösung der hypothetischen Eiweißhüllen dürfte also wohl schwerlich bei der Koagulation eine Rolle spielen.

c) Die Erhöhung der Klebrigkeit der Kautschukkügelchen.

Auf Grund von einigen mit *Castilloa* ausgeführten Untersuchungen, bei denen Eisessig, Alkohol und Azeton als Koagulationsmittel dienten, haben de Jong und Tromp de Haas (I) die folgende Erklärung für den Koagulationsprozeß als plausibel hingestellt: Die Oberfläche der Kautschukkügelchen wird durch das von den genannten Reagentien bewirkte Auflösen der Harze so geändert, daß sie ein größeres Klebvermögen bekommen, so daß sie, wenn sie gegeneinander stoßen, sofort aneinander haften.

Zur Widerlegung dieser Annahme wurde bereits von Weber (II) u. a. darauf hingewiesen, daß Harze in Eisessig überhaupt nicht löslich sind und daß der Kautschuk allgemein um so klebriger ist, je harzreicher er ist. Ebenso wie bei Eisessig kann aber auch bei den meisten anderen bewährten Koagulationsmitteln von einer Auflösung der Harze nicht die Rede sein.

Außerdem nehmen nun aber de Jong und Tromp de Haas (I) auch an, daß durch Kochen der Kautschukkügelchen die Klebrigkeit derselben erhöht wird und daß hierdurch speziell bei dem gereinigten *Castilloa*-Milchsaft die Koagulation bewirkt wird. Auch Fickendey (III, 45) nimmt an, daß bei dem Kochen der eiweißfreien Milchsäfte die Koagulation dadurch gefördert wird, daß die Kügelchen klebriger werden und infolgedessen fester aneinander haften, wenn sie einmal zur Berührung gekommen sind.

Naturgemäß kann diese Erklärung aber nur für die durch Erwärmen bewirkte Koagulation herangezogen werden und es dürfte jedenfalls schwierig sein, exakt nachzuweisen, eine wie große Rolle das Klebrigwerden der Kautschukkügelchen bei dieser Koagulationsart spielt.

d) Die Veränderung des spezifischen Gewichtes des Serums.

Von de Jong und Tromp de Haas (I, 3305) wird zur Erklärung der Koagulation angeführt. „Die Veränderung des spezifischen Gewichtes der Lösung durch Zugabe des Koagulationsmittels hat insofern Einfluß auf den Prozeß, als sie das Aneinandergehen der Kügelchen begünstigt.“ Ähnliche Ansichten wurden wohl auch gelegentlich von anderen Autoren vertreten, so z. B. von Hart (II).

Zugunsten dieser Ansicht läßt sich nun anführen, daß der Kautschuk und somit wohl auch die Kautschukkügelchen ein geringeres spezifisches Gewicht besitzen als Wasser. Nach Gardner (I, 226) beträgt das spezifische Gewicht des reinen Kautschuks bei 14° C 0,920, während das spezifische Gewicht der verschiedenen Milchsaftarten zwischen 0,973 und 0,980 liegen soll.

Daß nun aber das spezifische Gewicht bei der Koagulation höchstens nur eine untergeordnete Rolle spielen kann, geht schon

daraus hervor, daß die meisten guten Koagulationsmittel bereits in derartiger Verdünnung und in so kleinen Mengen wirken, daß durch Zusatz derselben das spezifische Gewicht nicht wesentlich erhöht wird. Bei *Manihot Glaziovii* wird ja sogar durch Verdünnen mit Wasser, also durch Verminderung des spezifischen Gewichtes des Serums, die Koagulation beschleunigt. Dasselbe gilt auch für *Kickxia* und es ist somit jedenfalls berechtigt, daß von Fickendey (III) die Änderung des spezifischen Gewichtes als ein Faktor bezeichnet wird, der bei der Koagulation eine zum mindesten sehr untergeordnete Bedeutung besitzt.

e) Die Größe der Kautschukkügelchen.

Von verschiedenen Autoren wurde die Leichtigkeit, mit der die Koagulation eintritt, mit der Größe der Kautschukkügelchen in Zusammenhang gebracht. Von Fickendey (IV, 205) werden diese Beziehungen durch die nachfolgende Tabelle demonstriert. Zur Beobachtung der Aufrahmung wurde die Milch in Reagenzgläsern mit dem vierfachen Volumen Wasser versetzt, durchgeschüttelt und dann sich selbst überlassen.

	Durchmesser der Kautschukkügelchen in μ	Aufrahmungsgeschwindigkeit
<i>Castilloa elastica</i> <i>Ficus elastica</i>	2—3	Vollständige Scheidung von Rahm und Waschwasser nach 12 Stunden
<i>Sapium sp.</i>	Wechselnd von 0,5—4, die meisten 2—3	Nach 29 Stunden vollständige Trennung, Rahm zum Teil am Boden des Glases
<i>Hevea brasiliensis</i>	0,5—1, einzelne auch 2	Nach 8 Tagen dicke Rahmschicht, Trennung jedoch unvollständig
<i>Kickxia africana</i> *)	0,5—1, einzelne auch unter 0,5	Nach 8 Tagen dünne Rahmschicht

Auch Spence (V) sucht die schwere Koagulierbarkeit des Milchsaftes von *Kickxia* im Gegensatz zu *Hevea* durch die geringere Größe der Kautschukkügelchen zu erklären. Er fand als Durchmesser für die Kautschukkügelchen bei *Hevea* 0,5—2,5 μ ; die von *Kickxia elastica* konnten dagegen „kaum deutlich wahrgenommen werden, nur sehr wenige hatten einen Durchmesser von 0,1 μ “.

Henri (II, 206) beobachtete ferner, daß in einer hohen Säule von verdünnter *Hevea*-Milch sich nahe der Oberfläche die größten Kautschukkügelchen ansammelten und daß die Größe derselben nach unten zu abnahm. Dementsprechend waren nun auch die größeren oberen Kautschukkügelchen leichter zu koagulieren als die tiefer gelegenen.

Es kann somit als erwiesen gelten, daß die Geschwindigkeit der Koagulation unter sonst gleichen Bedingungen mit der Größe der Kautschukkügelchen zunimmt. Weshalb sich nun aber verschiedene Milchsaft gegen verschiedene Koagulationsmittel ganz verschieden verhalten und weshalb überhaupt in jedem speziellen Falle Koagulation eintritt, kann aus der Größe der Kautschukkügelchen allein nicht geschlossen werden.

*) Gemeint ist wohl sicher *Kickxia elastica*.

f) Die Elektrolytenwirkung der Koagulationsmittel.

Von Henri (I) wurde nachgewiesen, daß in dem Milchsaft von *Hevea*, der durch Dialyse in Kollodiumsäckchen möglichst von allen Kristalloiden befreit war, beim Durchleiten eines elektrischen Stromes die Kautschukkügelchen sich an der Anode ansammeln, so daß nach Verlauf von 4—5 Stunden in der Umgebung derselben eine Verdichtung des Milchsaftes eintrat, während die Umgebung der Kathode völlig klar wurde. Es ist hieraus zu folgern, daß die Kautschukkügelchen mit negativer Elektrizität geladen sind und daß der betreffende Latex sich wie eine Emulsion negativ elektrischer Kolloide verhält. Derartige Emulsionen werden durch Hinzufügung von Stoffen mit positiv elektrischer Ladung ausgefällt und Henri fand nun auch in der Tat, daß die mit starker positiver Spannung versehenen Lösungen von Säuren und den Salzen zweiwertiger und dreiwertiger Metalle auf den dialysierten Milchsaft von *Hevea* stark koagulierend wirken. Später hat dann Henri noch von zahlreichen anderen Stoffen die Einwirkung auf den dialysierten *Hevea*-Milchsaft untersucht. Inwieweit nun aber bei diesen Versuchen die Wirkung der verschiedenen Stoffe ihrer elektrischen Ladung entspricht, ist aus dem mir allein zugänglichen Bericht von Ditmar (I, 31) nicht zu ersehen.

In Übereinstimmung mit den Angaben von Henri fand nun übrigens Spence (IV), daß bei dem dialysierten Latex von *Kickxia* ebenfalls durch negative Ionen die Agglutination inhibiert, durch positive (Säuren, Salze zwei- und dreiwertiger Metalle) aber begünstigt wird. Unerklärt bleibt aber nach der elektrischen Hypothese, weshalb speziell Gemische von Alkohol und Phenol (1 : 10) sowie solche von Alkohol und Kreosol (1 : 20) eine so intensive Koagulation bewirken.

Jedenfalls sind noch weitere Untersuchungen — namentlich solche mit dem Milchsaft anderer Kautschukarten — erforderlich, bevor wir darüber entscheiden können, inwieweit die elektrische Spannung der Elektrolyten bei der Koagulation ausschlaggebend oder mitwirkend ist. Jedenfalls ist auch zu hoffen, daß die Entwicklung der Kolloidchemie in dieser Hinsicht noch weitere Fingerzeige an die Hand geben wird.

g) Die Entfernung von Schutzstoffen.

Nach Fickendey (III, 44) wird die Vereinigung der Kautschukkügelchen in der in der lebenden Pflanze enthaltenen Milch durch Kolloide (Eiweißstoffe) oder Semikolloide (Peptone) verhindert. Diese üben, wie in der modernen Kolloidchemie in zahlreichen Fällen nachgewiesen wurde, auf Emulsionen eine Schutzwirkung aus, durch die sie vor Scheidung nach dem spezifischen Gewichte (Aufrahmen) bewahrt werden. Die betreffenden Stoffe werden deshalb auch vielfach als „Schutzstoffe“ bezeichnet. Die Schutzwirkung dieser Stoffe tritt aber nur bei einer gewissen Konzentration der Schutzkolloide ein. Wird die Konzentration derselben durch Zusatz von Wasser unter diese Grenze herabgedrückt, so ballen sich die Kautschukkügelchen zu Häufchen zusammen, sie rahmen auf. Nach Fickendey sollen nun auch in der Tat bei genügender Verdünnung mit Wasser die Milchsaft aller Kautschukarten aufrahmen. Ob er nun allerdings speziell auch mit *Manihot* diesbezügliche Versuche gemacht hat, wird von

Fickendey nicht angegeben. Dahingegen beschreibt er eine Anzahl von Versuchen, die er mit *Kickxia* und *Castilloa* ausgeführt hat. Den Latex der ersteren Art fand er eiweißfrei dagegen peptonhaltig, den der zweiten eiweißhaltig.

Bei dem Milchsafte von *Kickxia elastica* beobachtete nun der genannte Autor, daß bei sechsfacher Verdünnung mit Wasser Aufrahmung (Agglutination) eintritt. Dieselbe findet aber um so schneller statt, je größer der Wasserzusatz ist. Der sich abscheidende Rahm bildet eine breiige, dicke, weiße Masse, die beim längeren Stehen allmählich in zähen, elastischen Kautschuk übergeht (Koagulation). Sind die Kautschukkügelchen noch nicht genügend stark verklebt, so kann man den Rahm dadurch wieder in eine Emulsion verwandeln, daß man demselben wieder reines Serum zufügt und schüttelt. Man erhält so wieder eine Emulsion von der Beständigkeit der ursprünglichen Milch. Das gleiche geschieht auch, wenn frischer Rahm mit 4—8 %iger Peptonlösung geschüttelt wird.

Auch den Rahm von *Castilloa*-Milch konnte Fickendey in eine ziemlich beständige Emulsion zurückführen, wenn er denselben mit 10—15%iger Eiweißlösung schüttelte. Daß dabei ein ziemlich beträchtlicher Teil wieder aufrahmte, soll wahrscheinlich seinen Grund darin haben, daß ein Teil des Eiweiß durch Gerbstoffe aus der Rinde beim Zapfen geronnen ist und die Milchkügelchen einhüllt, so daß sie beim Schütteln nicht wieder zu trennen sind¹⁾.

Eine ähnliche Beobachtung war übrigens schon früher von de Jong (I) mitgeteilt, der aus gewaschener gereinigter *Castilloa*-Milch durch Zusetzen von etwas Hühnereiweiß eine Milch bekam, welche genau die gleichen Eigenschaften wie der vom Baum gesammelte Milchsafte zeigte. Die beobachtete Hemmung der Koagulation durch den Eiweißzusatz wird allerdings von diesem Autor in ganz anderer Weise gedeutet.

Bei *Kickxia*-Milch konnte Fickendey eine Agglutination auch durch Dialyse erreichen, weil dieselbe ihren Schutz diffusionsfähigen Peptonen verdankt.

Die Wirkung der koagulierend wirkenden Reagentien soll nun nach Fickendey hauptsächlich darin bestehen, daß sie die Schutzwirkung der Eiweißstoffe zerstören. Die bei den eiweißhaltigen Milchsäften koagulierend wirkenden Stoffe sollen alle ohne Ausnahme Eiweiß fällen. Bei der an Stelle von Eiweiß Peptone enthaltenden *Kickxia*-Milch wirken dagegen die Fällungsmittel für Peptone koagulierend. Formalin wirkt auf eiweißhaltige Milchsäfte nicht koagulierend, weil es die Fällung des Eiweiß verhindert; *Kickxia*-Milch bringt es dagegen zur Koagulation, weil es Peptone niederschlägt.

Auf der anderen Seite gibt nun allerdings Fickendey auch zu, daß durch Zusatz von Elektrolytenladung bewirkenden Stoffen (vgl. unter f) die Koagulation befördert werden kann.

Daß nun die von Fickendey angenommene Schutzwirkung der Eiweißstoffe und Peptone in manchen Fällen bei der Koagulation eine gewisse Rolle spielt, kann wohl nach den mitgeteilten Versuchen kaum bezweifelt werden. Dieselbe kann aber nicht, wie ja auch von dem genannten Autor zugegeben wird, allein zur Erklärung aller Koa-

*) Dies wäre dann Koagulation im Sinne von Weber (vgl. unter a).

gulationserscheinungen ausreichen. Auch wären doch namentlich noch entsprechende Versuche mit anderen Milchsäften sehr erwünscht. Speziell ist es doch auffallend, daß der Milchsafte von *Manihot Glaziovii*, der besonders reich an Eiweißstoffen ist, so leicht koaguliert, sogar ohne Zusatz von Reagentien und durch ganz schwaches Verdünnen mit Wasser. Wird derselbe dagegen mit sehr viel Wasser etwa mit dem 100fachen Volum versetzt, so tritt auch nach langer Zeit keine Koagulation ein, namentlich wenn auch ein desinfizierend wirkendes Reagens zugesetzt wird. Von verschiedenen derartigen Versuchen erwähne ich an dieser Stelle nur, daß in Milchsafte, der mit 100 Volum Wasser und 1% Formalin versetzt in einer geschlossenen Flasche aufbewahrt war, auch nach 7 Monaten nur eine partielle Aufrahmung stattgefunden hatte, die durch Schütteln wieder rückgängig gemacht werden konnte. In dem mit 0,5%igem Kreosot versetzten, sonst aber gleich behandelten Milchsafte war nach 7 Monaten ein Teil des Milchsafte zu kleinen Flocken koaguliert, die sich auch durch starkes Schütteln nicht wieder zum Zerfall bringen ließen.

h) Die Beeinflussung der Brownschen Molekularbewegung der Kautschukkügelchen.

Von Fickendey (III, 45) wurde die Ansicht geäußert, daß durch Erwärmen des Milchsafte die Koagulation deshalb gefördert würde, weil die Möglichkeit sich zu berühren in der Hitze für die Kautschukkügelchen bedeutend größer sei, weil die Amplitude und die Geschwindigkeit der Brownschen Molekularbewegung mit der Temperatur zunimmt. Hierzu bemerke ich jedoch, daß nach von Smoluchowski (I) die Geschwindigkeit der Brownschen Molekularbewegung von der Temperatur nur dann abhängig ist, wenn dadurch die Viskosität der Flüssigkeit verändert wird.

Außerdem ist zu beachten, daß nach den direkten Messungen von Henri (II) die Geschwindigkeit der Brownschen Molekularbewegung bei Zusatz koagulierend wirkender Stoffe, wie z. B. Säure, zunächst abnimmt, um, bevor die Koagulation beginnt, ganz sistiert zu werden. Bei Anwendung stärkerer Säuren konnte dann Henri die Zusammenballung der Kautschukkügelchen direkt unter dem Mikroskop beobachten. Bemerkenswert ist allerdings, daß auch bei Zusatz von Alkalien, die nicht koagulierend wirken, die Intensität der Molekularbewegung auf die Hälfte herabgedrückt wurde. Zur Erklärung der Verlangsamung der Molekularbewegung nimmt Henri an, daß die Kautschukkügelchen nach Zusatz des Alkali oder der Säure von einer Absorptionszone umgeben sind, in der die betreffenden Stoffe in größerer Konzentration vorhanden sind.

Daß bei stärkerer Molekularbewegung die Koagulation der Kautschukkügelchen schwerer gelingt, folgt übrigens auch aus dem bereits S. 158 beschriebenen Versuche von Henri, bei dem die größeren Kautschukkügelchen leichter koaguliert wurden als die kleineren; denn die Intensität der Molekularbewegung ist unter sonst gleichen Umständen um so größer, je kleiner die Teilchen sind.

2. Die Veränderungen der Kautschuksubstanz während und nach der Koagulation.

Daß der Kautschuk im Milchsaft bereits als Kohlenwasserstoff von der Struktur des Dimethyleyclooctadiens enthalten ist, ist nach den bereits erwähnten Untersuchungen von Harries u. a. anzunehmen. Nicht unwahrscheinlich ist es jedoch, daß er in diesem in einer mehr oder weniger flüssigen, vielleicht zähflüssigen Modifikation vorkommt. Wann nun aber die Umwandlung dieser zähflüssigen Modifikation in die feste und elastische Masse, wie wir sie in dem Rohkautschuk des Handels vor uns haben, stattfindet, ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Ohne direkte Beobachtungen ist ja von vornherein nicht zu sagen, ob diese Umwandlung schon während der ersten Phase der Koagulation, der Agglutination, oder erst bei völliger Koagulation oder auch erst nach derselben während des Austrocknens stattfindet. Der Umstand, daß frisch koagulierter, feuchter Kautschuk häufig sehr wenig Elastizität und Nervigkeit besitzt, aber namentlich durch Auswalzen und Pressen, ebenso aber auch beim Trocknen stetig an Nervigkeit zunimmt, könnte vielleicht dafür sprechen, daß noch nach der Koagulation eine Strukturveränderung des Kautschuks stattfindet.

Beachtenswert ist in dieser Hinsicht, daß, wie bereits von Weber beobachtet wurde, der koagulierte Kautschuk bei starkem Druck eine ganz andere Konsistenz annimmt. Von Interesse ist auch, daß von H. S. Smith (I) durch Zentrifugieren von *Castilloa*-Milch in manchen Fällen ein knochentrockenes Produkt erhalten wurde, in dem sich der Kautschuk doch nur in dem Stadium der Agglutination befand. Durch den leisesten Druck konnte derselbe aber koaguliert werden, und zwar entstand dadurch, wie von Beadle (The Rubber-Industry 1911, p. 247) näher beschrieben wurde, aus der zuvor käseartigen Masse sofort eine immens zähe Substanz.

Daß nun aber bei der Koagulation des Kautschuks keine Polymerisation stattfindet, wird durch Versuche von Fickendey (III, 46) wahrscheinlich gemacht. Der genannte Autor fand nämlich, daß während der Koagulation des Milchsaftes von *Kickxia* weder eine Temperaturerhöhung, noch eine Volumveränderung stattfindet.

Schließlich erwähne ich an dieser Stelle noch, daß nach Schidrowitz (II) in Schnitten und feinen Kautschukhäuten von *Hevea* und *Kickxia* sowie in Benzollösungen derselben noch sehr zahlreiche Kügelchen von ähnlichem Aussehen und ähnlicher Größe, wie sie den im Latex vorkommenden Kügelchen eigen ist, vorkommen sollen. Danach würden also die Kautschukkügelchen durch die Koagulation des Latex nicht zerstört werden, sondern auch im trockenen Kautschuk weiterbestehen und selbst nicht durch Auflösen in Benzol vernichtet werden. Von Fickendey (III, 46) wird allerdings die Richtigkeit dieser Angabe bestritten.

3. Der Einfluß der Koagulationsart auf die Qualität des Kautschuks.

Über die für die Praxis besonders wichtige Frage, durch welche Koagulationsart der beste Kautschuk erhalten wird, liegen in der Literatur bisher nur wenige exakte Untersuchungen vor. Derartige Untersuchungen werden auch dadurch sehr erschwert, daß wir, wie in einem folgenden Kapitel noch ausführlich auseinandergesetzt werden

soll, noch keine allgemein anerkannten Methoden besitzen, die den technischen Wert des Rohkautschuks zahlenmäßig anzugeben gestatten.

Im allgemeinen wird man allerdings wohl mit Beadle und Stevens (III) diejenige Koagulationsmethode als die beste bezeichnen können, durch welche ein Rohkautschuk mit dem geringsten Gehalt an Nichtkautschukstoffen hergestellt werden kann und bei welcher stark wirkende Chemikalien und hohe Hitzegrade, durch die das Rohprodukt geschädigt wird, vermieden werden.

Daß man nun je nach der Koagulationsart einen Rohkautschuk von verschiedener Zusammensetzung erhalten kann, wurde von Schidrowitz und Kaye (I) für *Kickxia elastica* nachgewiesen. Sie fanden, daß speziell der Harzgehalt, je nach der Art der Koagulation auf trockenem Kautschuk berechnet zwischen 5,30 und 7,82 % schwankt; durch Pressen mit einem Lösungsmittel für Harz konnte derselbe sogar auf 1,74 % herabgedrückt werden. Einen besonders hohen Harzgehalt (8,76 %) fanden die genannten Autoren (II) bei der Koagulation mit Formaldehyd. Nach Versuchen von Eduardoff (I) betrug bei *Kickxia elastica* das Verhältnis zwischen Reinkautschuk und Harz bei Koagulation

mit 2 % rohem Kreosot	100 : 10
„ 98 % Alkohol	100 : 12
„ 2 % Koalatex	100 : 19
„ 2 % Karbolsäure	100 : 21.

Schidrowitz und Kaye (I) fanden übrigens bei ihren Versuchen ferner, daß auch die mechanischen Eigenschaften der durch die verschiedenen Koagulationsmethoden gewonnenen Rohkautschuke sehr verschieden waren. Das Gleiche hatte Henri (I) schon früher für *Hevea brasiliensis* festgestellt. Für die Praxis wäre es nun allerdings sicher von größerem Werte gewesen, die mechanischen Eigenschaften des aus den betreffenden Rohkautschuken zu gewinnenden vulkanisierten Produktes festzustellen.

Die mechanischen Eigenschaften des vulkanisierten Kautschuks wurden von Frank und Marekwald (I u. III) für zahlreiche, nach verschiedenen Koagulationsmethoden gewonnene Kautschukproben von *Manihot Glaziovii* und *Kickxia elastica* bestimmt. Diese Untersuchungen haben nun allerdings noch nicht zu abschließenden Resultaten geführt. Sie zeigen aber, daß die Art der Koagulation auch auf die Qualität des vulkanisierten Kautschuks von großer Bedeutung ist.

Da nun ferner der brasilianische *Hevea*-Kautschuk von den Praktikern besonders geschätzt wird, vielfach mehr als der größtenteils mit Säuren koagulierte ostasiatische *Hevea*-Plantagenkautschuk, untersuchten Beadle und Stevens (V) den in diesen beiden Kautschukarten vorhandenen Säuregehalt und fanden dabei

im wilden Parakautschuk	0,120—0,168 % Säure
im Plantagenkautschuk, sheets	0,150—0,292 % „
im Plantagenkautschuk, crêpes	0,017—0,120 % „

Wie von Schidrowitz (III) hervorgehoben wurde, können wir hieraus den Schluß ziehen, daß der Säuregehalt des Rohkautschuks in den beobachteten Grenzen auf die Qualität desselben keinen Einfluß hat. Schidrowitz hält aber den Säuregehalt während der Koagulation für wichtig, da bei schwachem Säuregehalt nur Agglutination eintreten, zu viel Säuregehalt dagegen durch Zerstörung der netzförmigen Bindungen den Kautschuk hart und brüchig machen soll.

XIV. Die Kautschukgewinnung bei *Manihot Glaziovii*.

Von den zahlreichen verschiedenen Methoden, welche bisher bei *Manihot Glaziovii* zur Kautschukgewinnung benutzt wurden, dürften nur wenige eine rentable Ausbeute gestatten. Ich will mich denn auch darauf beschränken, zwei derselben, über die ich ausreichende Erfahrungen sammeln konnte, ausführlicher zu besprechen. Bevor ich aber hierzu übergehe, möchte ich auch die anderen Methoden, die in den verschiedenen Ländern benutzt sind, kurz beschreiben. Ich will hierbei beginnen mit denjenigen Methoden, bei denen der Kautschuk ausschließlich durch Verwundung des Stammes und der dickeren Zweige gewonnen wird. Man kann hierbei drei verschiedene Zapfungsarten unterscheiden; bei der ersten läßt man den aus den Wunden austretenden Milchsaft ohne jede Vorbehandlung einfach durch Verdunstung auf der Rinde koagulieren, bei der zweiten Art wird die Rinde vor der Verwundung mit einem koagulierend wirkenden Mittel bestrichen, bei der dritten Zapfungsart wird der aus den Wunden austretende Milchsaft aufgefangen und ganz getrennt vom Baume zur Koagulation gebracht. Nach diesen drei Zapfungsarten sollen dann noch diejenigen Methoden besprochen werden, nach denen der Kautschuk durch Verwundung der Wurzeln gewonnen wird und schließlich die Methoden, bei denen der Kautschuk aus der vom Baum abgeschälten Rinde, sowie den jungen Zweigen und Blättern mechanisch oder durch chemische Mittel isoliert wird.

1. Überblick über die verschiedenen Methoden.

A. Die Kautschukgewinnung durch Verwundung des Stammes und der Zweige.

a) Die spontane Koagulation auf der Rinde.

Nach Etherington (I, 377) wurde auf Ceylon der Kautschuk von *Manihot Glaziovii* in der Weise gewonnen, daß man an dem zuvor geschälten Stamm kleine Einschnitte anbringt. Der aus diesen austretende Milchsaft soll dann ohne Zusatz fast momentan koagulieren und abgewickelt werden können. Der in dieser Weise gewonnene Kautschuk wird gewöhnlich als „*scrap rubber*“ oder auch einfach als „*scraps*“ bezeichnet.

Nach Granger (I) läßt man auch in Kolumbien den Kautschuk am Stamm ohne Zusatz von Reagentien koagulieren.

Von den verschiedenen nach Moulay (II, 24) in Brasilien von den Eingeborenen bei *Manihot Glaziovii* angewandten Methoden würden die beiden folgenden in diese Rubrik gehören:

Nach der ersten wird zunächst der Boden in der Umgebung des Stammes von allem Unkraut, Laub und dergleichen gereinigt, dann wird ungefähr 10 cm über dem Erdboden ein ca. 10 cm langes und 7 cm breites Rindenstück aus der Rinde herausgeschnitten. Der aus dieser Wunde austretende Milchsaft fließt teils auf den Boden, teils koaguliert er auf der Rinde und in den Wunden. Auf dem Boden wird er durch Verdunstung zur Koagulation gebracht und dadurch, daß das Serum, in dem die Kautschukkügelchen suspendiert sind, in den Boden eindringt. Der am nächsten oder übernächsten Tage einzusammelnde Kautschuk ist naturgemäß immer mit Sand und dergleichen verunreinigt. Der am Baum allein durch Verdunstung koagulierte ist zwar reiner, soll aber infolge des darin enthaltenen eiweißreichen Serums mehr oder weniger stark in Fäulnis übergehen.

Nach dem Abnehmen des Kautschuks tritt wieder von neuem Milchsafte aus; durch Abschaben der Wundfläche kann der Ausfluß desselben noch bedeutend vermehrt werden. Der genannte Autor gibt aber an, daß auch bei aller Vorsicht nach 30-maliger Zapfung der Baum stark leiden kann und hält die beschriebene Methode nicht für empfehlenswert.

Nach der zweiten Methode, die als „procédé du choro“ (Tränenmethode) bezeichnet wird, wird zunächst auf der Hälfte des Stammumfanges die Rinde gereinigt, dann werden nebeneinander 4—5 ca. 10 cm lange vertikale Einschnitte in dieselbe gemacht. Der aus denselben austretende Milchsafte koaguliert zum Teil auf der Rinde in „Tränen“, teils fällt er auf den Boden und wird dort auch eingesammelt. Nach 2 Tagen ist er hinreichend trocken, so daß er in Bändern abgewickelt werden kann („scraprubber“).

Nach der Abnahme des Kautschuks werden gleichartige Einschnitte unterhalb der zuerst gemachten in der Rinde angebracht und so fortgefahren, bis die Basis des Stammes erreicht ist. Im folgenden Jahre wird der Stamm dann auf der anderen Seite angezapft. Daß diese Methode einen unreinen Kautschuk liefern muß und auch nur bei sehr alten Bäumen erhebliche Erträge liefern kann, scheint mir unzweifelhaft. Für unsere *Manihot*-Plantagen kann dieselbe wohl schwerlich in Betracht kommen.

Rein historisches Interesse besitzt schließlich die nach Lamson (The trop. Agricult. 1887, p. 619) früher auf Ceylon verwandte Methode. Nach dieser wird an Vertikalstreifen, die 2 cm breit und mindestens 4 cm voneinander entfernt sind, die äußere Rinde entfernt. Die dadurch der Sonne ausgesetzte zartere innere Rinde berstet dann und es tritt aus den Rissen Kautschuk aus. Der bloßgelegte Rindenstreifen soll zwar absterben, später aber von den Rändern aus allmählich wieder überwallt werden.

b) Die Koagulation des Milchsafte auf der Rinde durch chemische Mittel.

Eine Methode, nach der der aus den Wunden austretende Milchsafte auf der Rinde durch vorheriges Bestreichen derselben mit chemischen Mitteln zur Koagulation gebracht wird, wurde bei *Manihot Glaziovii* zuerst in Deutsch-Ostafrika in großem Maßstabe angewandt und zwar geschah dies auf der Plantage Lewa und es wird diese Methode deshalb auch zurzeit allgemein als die Lewa-Methode bezeichnet. Wesentlich ist bei der Lewa-Methode noch, daß die Verwundung durch kleine Einschnitte erfolgt. Auf weitere Details will ich an dieser Stelle nicht eingehen, weil diese Methode im 3. Kapitel dieses Abschnittes ausführlich beschrieben werden soll.

c) Das Auffangen des Milchsafte.

Zum Auffangen des Milchsafte wurden bei *Manihot Glaziovii* in erster Linie die bei *Hevea* mit bestem Erfolg angewandten Methoden benutzt, und zwar haben wir hier zwischen der im Gebiet des Amazonasstromes an den wilden Beständen üblichen Methode und den namentlich in Ceylon und Hinterindien ausgebildeten Methoden zu unterscheiden. Wir wollen nun zunächst diese Methoden und ihre Anwendung auf *Manihot Glaziovii* besprechen, um dann noch einige andere Methoden zu beschreiben.

I. Die Brasilianische *Hevea*-Methode.

Die in den Urwäldern von Brasilien bei den verschiedenen *Hevea*-Arten übliche Zapfmethode wird nach Moulay (II, 26) in Brasilien auch bei *Manihot Glaziovii* angewandt. Man verfährt dabei in folgender Weise:

Zunächst werden mit Hilfe eines kleinen Beiles („machadinho“ oder „machete“ Fig. 93 I), dessen Schneide eine Länge von nur etwa 3½ cm besitzt, zwei nach Art eines V angeordnete Wunden in die Rinde gemacht. Dieselben sollen sich aber nicht berühren (wie in Fig. 93 IIb), sondern, wie in Fig. 93 IIa abgebildet ist, verlaufen, weil dann die Wunden besser vernarben und nicht so leicht von Insekten angegriffen werden sollen. Man soll die Wunden aber auch in der in Fig. 93 IIc angegebenen Weise orientieren können, wobei der Abstand der beiden Schnitte ca. 2 cm betragen soll. Beim Herausziehen des Beiles soll dasselbe etwas nach oben gebogen werden, um so eine Rinne zu erzeugen, in der der Milchsafte herabfließt. Zum Auffangen desselben dienen kleine Metallbecher, die einfach in die Rinde hineingeschoben werden (Fig. 93 III). Nach 1—2 Stunden ist der Milchsafte erguß beendet und kann die Einsammlung desselben geschehen.

Je nach der Dicke des Stammes sollen an einem Baume 1—3 Paare von Einschnitten in ungefähr gleicher Höhe angebracht werden. Ein Arbeiter unterstützt von einem Knaben, soll in dieser Weise 500—600 Bäume anzapfen können.

Bei der ersten Zapfung werden diese Schnitte möglichst hoch an dem Baume angebracht. Am folgenden Tage werden ca. 5 cm tiefer gleichartige Schnitte angebracht und es wird so nach dem in Fig. 93 IV abgebildeten Schema fortgeföhren, bis die Basis des Stammes nahezu erreicht ist. Der Baum kann so ca. 50mal angezapft werden, nach 10 Tagen soll aber eine Pause von 10 Tagen eingehalten werden. Als Übelstand dieser Methode wird von dem genannten Autor angegeben, daß sie bei Regenwetter nicht auszuführen ist, weil dann der Milchsafte am Stamm herabläuft.

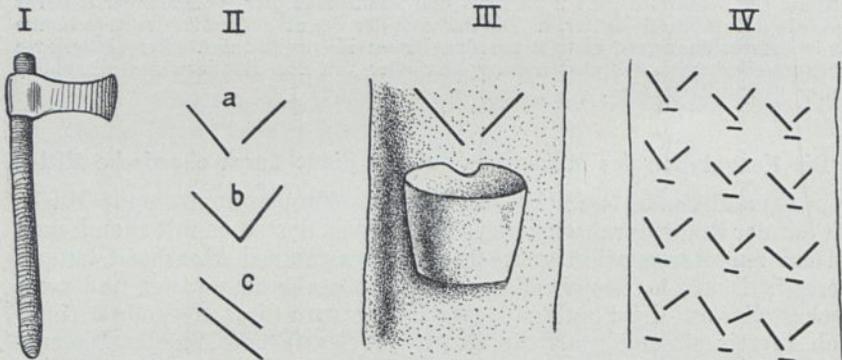


Fig. 93. I Machete. II Verschiedene Arten von Einschnitten. III Einschnitte mit Auffangbecher. IV Orientierung der Schnitte an größeren Bäumen. Nach Moulay.

Diese Methode soll nach Ule (II, 92) jetzt auf allen *Maniçoba*-Pflanzungen Brasiliens, auf denen ein intensiver Betrieb herrscht, angewandt werden. Ein Mann soll im Staate Ceará auf den im Gebirge gelegenen Pflanzungen 100—200 Bäume anzapfen und dabei 2—10 kg Milch erhalten. 3 kg Milch sollen ferner 1 kg wasserfreien Kautschuk geben. Das Alter der betreffenden Bäume und die Zahl der Zapfungen pro Jahr wird von Ule leider nicht angegeben. Bei einigermaßen jungen Bäumen dürfte diese Methode aber wohl sicher nicht rentieren und auch bei älteren dürften andere Methoden den Vorzug verdienen.

II. Die asiatischen Hevea-Methoden.

Von den verschiedenen auf den Plantagen von Ceylon und Hinterindien bei der Anzapfung von *Hevea brasiliensis* angewandten Zapfmethoden haben für uns namentlich drei Interesse. Wir wollen dieselbe im folgenden unter den Bezeichnungen Schabmethode, Schab- und Stichmethode und Rinnen- und Stichmethode kurz beschreiben:

1. Die Schabmethode. Bei Anwendung dieser Methode hat man zunächst am Stamm eine Rinne zu erzeugen, die eine sehr verschiedene Gestalt besitzen kann und zwar haben wir in der Hauptsache fünf verschiedene Methoden zu unterscheiden:

1. einfache schiefe Schnitte (Schema in Fig. 94 I),
2. V-Schnitte (Fig. 94 II),
3. halber Grätenschnitt („half herringbone“, Fig. 94 III),
4. Grätenschnitt („herring-bone“, Fig. 94 IV),
5. Spiralschnitt (Fig. 94 V).

Die Vor- und Nachteile dieser verschiedenen Systeme sind in der umfangreichen *Hevea*-Literatur (vgl. u. a. Wright, I, 90) ausführlich beschrieben. Im allgemeinen scheinen aber der halbe Grätenschnitt und der Grätenschnitt in Ceylon und Hinterindien am meisten angewandt zu werden.

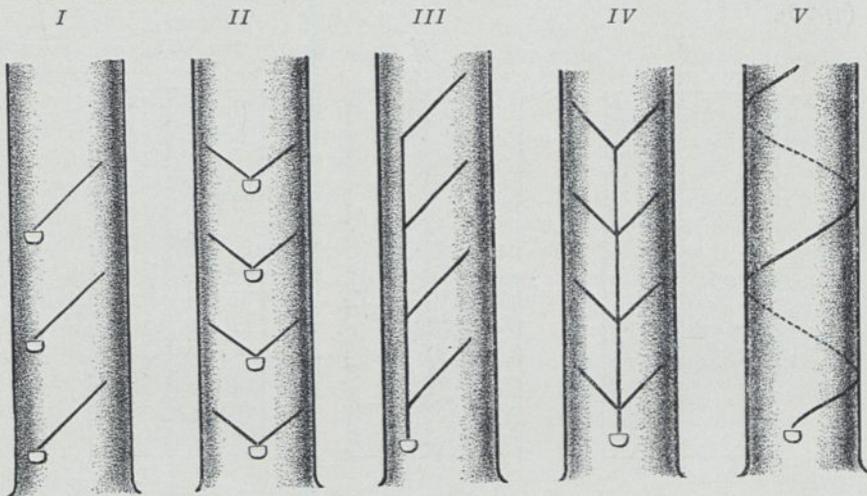


Fig. 94. Schematische Darstellung der verschiedenen Zapfmethoden bei *Hevea*.

Zum Auffangen des Milchsaftes dient in allen Fällen ein am unteren Ende eines jeden Schnittes oder Schnittsystems eingefügtes Becherrchen oder eine Rinne, unter die der Auffangbecher gestellt wird. Von besonderer Wichtigkeit ist aber, daß die Rinnen so geführt werden, daß die zwischen Holz und Rinde gelegene Bildungsschicht (das Kambium) nicht verletzt wird. Die Rinne soll also etwa die in Fig. 95 I schematisch abgebildete Gestalt besitzen, und zwar stellt auf derselben *R—R* die Rinde, *H—H* das Holz, und *K—K* das zwischen denselben gelegene Kambium dar.

Nachdem nun in dieser Weise das Kanalsystem, in dem der Milchsaft fließen soll, hergestellt ist, wird am folgenden Zapftage nicht etwa ein neues Rinnensystem hergestellt, sondern es wird am untersten Rande der Rinne ein möglichst dünner Rindenstreifen (in Fig. 95 II bei *A* schraffiert) abgehoben, wodurch die Milchsaftgefäße wieder geöffnet werden, so daß von neuem Milchsaft austreten kann. Die Menge desselben ist infolge des Wundreizes (s. S. 147) an den folgenden Tagen im allgemeinen größer wie bei der ersten Zapfung. In der gleichen Weise wird dann fortgefahren (Fig. 95 III) und es kann eventuell die ganze

Rinde von den Bäumen abgeschält werden. Wenn hierbei das Kambium nicht verletzt wird, so findet von den oberen Rändern der ursprünglichen Rinne aus (bei *B* Fig. 95 *III*) die Bildung einer neuen glatten Rinne statt, die nach einiger Zeit (etwa 2—4 Jahren) wieder aufs neue angezapft werden kann. Findet dagegen bei dem Schneiden eine Verletzung des Kambiums statt, so erfolgt die Regeneration der Rinde langsam und die neugebildete Rinde wird uneben und zum Zapfen ungeeignet.

Erwähnen will ich schließlich noch, daß man zuweilen das Herabfließen des Milchsaftes noch dadurch zu beschleunigen sucht, daß man am oberen Ende einer jeden Leitungsrinne einen sogenannten Tropfbecher („driptin“) anbringt, aus dem langsam Wasser auströpfelt, durch das der Milchsaft in den Rinnen herabgespült wird. Beschrieben und abgebildet sind diese Tropfbecher unter anderen von Wright (*I*, 96).

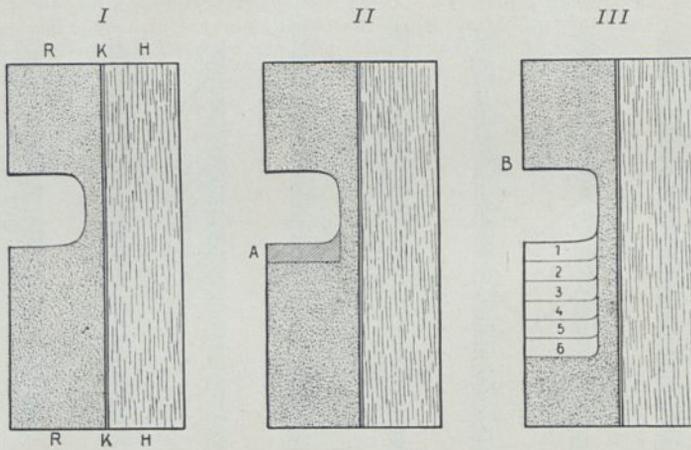


Fig. 95. Schema der Schabmethode. *I* zeigt die Rinne. *II* bei *A* den am zweiten Zapftage abgehobenen Rindenstreifen, schraffiert angedeutet. *III* Die an den verschiedenen Tagen abgehobenen Rindenstreifen. *R*—*R* Rinde, *K*—*K* Kambium, *H*—*H* Holz.

Bei *Manihot Glaziovii* habe ich nun nach dieser Methode bereits im Jahre 1907 einige Versuche ausgeführt. Bei diesen wurden Bäume mit einem Stammumfang von 36—45 cm auf einer Stammlänge von 1,3—1,88 m zunächst mit einer Spiralarinne und dann durch jedesmaliges Abheben von schmalen Rindenstreifen in der Zeit von ca. 50 Tagen 23—31 mal angezapft und gaben hierbei pro Baum und Zapfung 1,02, 1,16 und 1,52, also im Durchschnitt 1,23 g gewaschenen, trockenen Kautschuk. Ein anderer Baum wurde anfangs mit einem, später mit drei V-Schnitten, die sich auf ca. Dreiviertel des Stammumfanges erstreckten, in der gleichen Weise angezapft und es wurden hierbei zunächst von dem einen Schnitt bei fünfmaliger Anzapfung im Durchschnitt 1,2 g, später bei 22 maliger Zapfung im Durchschnitt:

- von dem obersten V-Schnitt 1,05 g,
- von dem mittleren V-Schnitt 0,42 g,
- von dem untersten V-Schnitt 1,31 g,
- im ganzen also pro Baum und Zapfung 2,78 g

gewaschener, trockener Kautschuk erhalten. Es war aber bei diesen relativ jungen Bäumen nicht möglich, die Schnitte so zu führen, daß das Kambium geschont wurde. Die Bäume sind aber trotzdem nicht abgestorben und es hat später eine vollständige Überwallung der spiraligen Wunden von beiden Schnitträndern aus stattgefunden.

Ausgedehntere Versuchsreihen wurden von Johnson (I) in Portugiesisch-Ostafrika nach der Schabmethode ausgeführt. Bei Anwendung der Spiralrinne erhielt derselbe im Durchschnitt von 35 Bäumen, die 6—10 mal angezapft wurden, 15,4 g reinen trockenen Kautschuk (7,4 g aus dem Latex, 8,0 g am Baum koaguliert). Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß die Stämme bis zu einer Höhe von 2 m angezapft wurden und daß es sich um bedeutend ältere Bäume handelte. Dieselben waren 7—9 Jahre alt und besaßen in 1 m Höhe einen Stammumfang von 60—113 cm (im Durchschnitt 75 cm). Sie befanden sich ca. 30 m über dem Meeresspiegel mit einem Regenfall von durchschnittlich 1,33 m. Ähnliche Erträge erhielt der genannte Autor auch bei Anwendung von grätenförmigen Rinnen.

Bei den obigen Versuchen wurde stets vor dem Zapfen die äußere Korkschicht entfernt. Ferner fand Johnson, daß *Manihot Glaziovii* nach dieser Methode infolge der geringen Dicke der Rinde, die bei seinen Bäumen im Durchschnitt nur 3 mm betrug, viel schwieriger ohne Verletzung des Kambium anzuzapfen ist als *Hevea*, bei der die Rindendicke nach Johnson zwischen 3 und 12,5 mm variiert. Außerdem beobachtete Johnson, daß bei *Manihot* bedeutend breitere Rindenstreifen abgetragen werden müssen als bei *Hevea* erforderlich ist. Er führt dies darauf zurück, daß die Rinde von *Manihot* schneller austrocknet. Vielleicht spielt aber auch die vorherige Entfernung der gegen Verdunstung schützenden Korkschicht hierbei eine Rolle. Welche von den verschiedenen Schnittmethoden als die günstigste anzusehen ist, ist aus den Versuchen von Johnson noch nicht zu entnehmen.

Ferner sind an dieser Stelle noch die auf Hawai von Smith und Bradford (I) ausgeführten Versuche zu erwähnen. Bei diesen wurde vor dem Anzapfen ebenfalls stets die harte Korkschicht von den Stämmen abgeschält. Von den verschiedenen Schnittsystemen sollen sich ferner vertikale Rinnen, die nur an der Basis durch schiefe Rinnen verbunden sind, durch die der Milchsaft in die Auffangbecher geleitet wird, am besten bewährt haben. Die vertikalen Rinnen haben namentlich den Vorteil, daß sie am leichtesten anzufertigen sind und am schnellsten vernarben sollen. Die zuerst hergestellten Rinnen sollen möglichst flach (etwa 1 mm tief) und etwa 3 mm breit sein. Die zweite Zapfung soll in der gleichen Bahn geschehen, ohne dieselbe zu verbreitern. Bei allen folgenden Zapfungen soll die Wunde auf ein und derselben Seite der vertikalen Rinne erneuert werden. Auf diese Weise breitet sich die angezapfte Fläche allmählich nach einer Seite hin auf dem Stamme aus, während von der anderen Seite aus eine schnelle Heilung der Wunden erfolgt. Die vertikalen Rinnen sollen nicht mehr als 10—12½ cm voneinander entfernt sein, da der Zustrom des Milchsaftes nach den Wunden hin aus einer Entfernung von 2½—5 cm in jeder Richtung stattfinden soll.

Erwähnt sei noch, daß nach den Beobachtungen der genannten Autoren der aus den Wunden austretende Milchsaft ohne weiteren Zusatz nur 2—5 Minuten lang fließen soll; läßt man aber Wasser auf die Wunden träufeln, so soll der Milchsafterguß einige Minuten länger andauern, während derselbe, wenn man die Wunden mit sehr verdünnter Ammoniaklösung berieselt, 30—40 Minuten dauern soll. Um

nun die Wunden mit der Ammoniaklösung zu berieseln, wird am Stamm in etwas über 2 m Höhe ein aus Zeug oder Segeltuch bestehender Sack befestigt, der ungefähr 1 l Flüssigkeit faßt und bei dem sich auf der dem Baume zugekehrten Seite abwechselnd Streifen von porösem und geöltem Zeug befinden. Diese Säcke („water bags“) werden vor dem Zapfen an den Bäumen befestigt und verbleiben an denselben während der ganzen Zapfperiode. Die Konzentration der benutzten Ammoniaklösung beträgt etwa $\frac{1}{3}$ g per 1 l Wasser. Von dieser Flüssigkeit wird in jeden Sack ungefähr $\frac{1}{2}$ l eingefüllt.

Neuerdings wurden schließlich von Fyffe (Bull. of the Imp. Instit. 1912, p. 17) in Uganda nach der Schabmethode einige Versuche angestellt. Bei einem derselben wurden vier Bäume, die einen durchschnittlichen Stammumfang von 50 cm besaßen, 10mal, und zwar jeden 2. Tag, angezapft und gaben zusammen 425 g trockenen Kautschuk oder pro Baum und Zapfung 10,6 g.

2. Die Schab- und Stichmethode („Paring and Pricking“). Bei dieser Methode verfährt man zunächst in der gleichen Weise, wie bei der soeben beschriebenen Schabmethode. Um nun aber nach dem Abschaben der Rindenstreifen, das in diesem Falle, um das Kambium möglichst zu schonen, auch wohl etwas weniger tief ausgeführt wird, auch die tiefer gelegenen Milchsaftgefäße anzuschneiden und den in denselben enthaltenen Milchsaft zum Ausfluß zu bringen, wird mit einem geeigneten Instrument („pricker“, Fig. 96) in die Rinde hineingestochen. Man benutzt zu diesem Zwecke meist ein Rädchen, das an seinem Rande mit ca. 10 mm langen und 5–8 mm breiten, scharfen Zähnen versehen ist. Bei den späteren Zapfungen wird dann abwechselnd ein neuer Rindenstreifen abgehoben und mit dem „pricker“ in die aufs neue bloßgelegte Rinde hineingestochen.



Fig. 96. Pricker.

Bei *Manihot Glaziovii* wurden nach dieser Methode von Johnson (I) einige Versuche ausgeführt. Nach diesen ist dieselbe aber bei dieser Kautschukart nicht anwendbar, weil die Rinde am folgenden Tage in der Nähe der Wunden schon zu sehr ausgetrocknet war, als daß die Einstiche in dieselbe noch Milchsaft hätten zum Austritt bringen können.

Günstigere Resultate erhielt dagegen Fyffe (Bull. of the Imp. Instit. 1912, p. 17) bei zwei nach der Schab- und Stichmethode ausgeführten Versuchen. Bei dem einen Versuche wurden drei ca. 8 Jahre alte Bäume, die auf einem steinigem Boden gewachsen waren und infolgedessen einen durchschnittlichen Stammumfang von nur 76,2 cm besaßen, bis zu einer Höhe von 137 cm nach der Schab- und Stichmethode 35 mal jeden 2. Tag angezapft und gaben 1616 g trockenen Kautschuk oder pro Baum und Zapfung 11,5 g.

Bei dem anderen Versuche wurden 20 ca. $2\frac{3}{4}$ Jahre alte Bäume mit einem durchschnittlichen Stammumfang von 47,3 cm auf der Hälfte der Rindenoberfläche bis zu einer Höhe von 1,07 m mit dem Halbgrätenschnitt nach der Schab- und Stichmethode 15 mal jeden 2. Tag abends zwischen 5,30 Uhr und 6,30 Uhr angezapft und gaben in dieser Zeit zusammen 963,9 g trockenen Kautschuk, also pro Baum und Zapfung 3,2 g, davon in Form von Biskuits 751,7 g, oder pro Baum und Zapfung 2,5 g.

3. Die Rinnen- und Stichmethode. Dieselbe wurde auf Ceylon von Kelway-Bamber für *Hevea* empfohlen und in Deutsch-Ostafrika

durch Sandmann (I) bekannt gemacht. Das Wesentliche bei dieser Methode besteht darin, daß mit einem flach gebogenen Messer zunächst eine am Stamm vertikal herablaufende Rinne hergestellt wird. Dieselbe soll aber nur zur Leitung des Milchsafte dienen und so flach sein, daß möglichst wenig Milchsaft austritt. Der Austritt des Milchsafte wird erst nach Fertigstellung der Rinne durch horizontale, etwa 1 cm breite Einschnitte bewirkt, von denen durch ein geeignetes Instrument stets mehrere gleichzeitig erzeugt werden. Zum Auffangen des Milchsafte dient eine am unteren Ende der Rinne eingeschobene Metallrinne, von der der Milchsaft in einen untergestellten Auffangbecher fließt. Um das Abfließen des Milchsafte zu befördern und die Verstopfung der Wunden zu verhindern, wird ferner am oberen Ende der Rinne ein Tropfbecher angebracht, aus dem ein langsamer Strom von Wasser oder Ammoniaklösung in der Rinne herabläuft. Die Einzelheiten dieser Methode, die von Sandmann auch für *Manihot Glaziovii* empfohlen und von mir durch zahlreiche Versuche erprobt wurde, sollen nach Besprechung der Lewamethode ausführlich besprochen werden.

An dieser Stelle möchte ich aber noch erwähnen, daß ich bereits im Dezember 1910, bevor ich durch den Herrn Sandmann mit der Kelway-Bamberschen Methode bekannt gemacht war, *Manihot Glaziovii* nach einer ähnlichen Methode angezapft habe. Ich stellte dabei zunächst mit einem Baumreißer an den zuvor geschälten Stämmen ein System von ganz flachen Rinnen her, die die Gestalt der Fischgeräte, aber nur zwei Paar Seitenrinnen besaßen. Diese wurden so lang genommen, daß sie auf der anderen Seite des Stammes einander fast berührten. Am untersten Ende der Längsrinne wurde dann eine Metallrinne angebracht, an die ein zum Auffangen des Milchsafte bestimmtes Gefäß gehängt werden konnte. Nachdem dies fertiggestellt war, wurde mit einem scharfen, ca. 1 cm breiten Messer in die Rinne hineingestochen, wodurch dann ein reichlicher Austritt von Milchsaft bewirkt werden konnte. Bei der zweiten Zapfung wurde dann unmittelbar oberhalb der oberen und unterhalb der unteren V-Rinne eine neue Rinne gemacht und dann wiederum durch Anstechen ein Ausfluß des Milchsafte bewirkt.

Ebenso wurde bei den späteren Zapfungen verfahren (Fig. 97 u. 98). Außerdem wurde allerdings auch in die gleiche Rinne mehrere Male hintereinander an verschiedenen Tagen hineingestochen. Es wurde aber bei der zweiten Benutzung der gleichen Bahn meist schon weniger Milchsaft erhalten wie das erste Mal. Bei dem dritten Male fand eine weitere Abnahme des Milchsafte statt.

In den Monaten April und Mai wurden in dieser Weise bei 10maliger Anzapfung von 44 Bäumen im Durchschnitt erhalten:

- bei der Zapfung in neuer Bahn 3,6 g,
- bei der zweiten Zapfung in der gleichen Bahn 2,6 g und
- bei der dritten Zapfung in der gleichen Bahn 2,0 g trockener reiner Kautschuk.

Nach Beendigung der großen Regenzeit am 5.—7. Juni wurden von den 44 Bäumen noch etwas größere Ernten erhalten, nämlich im Durchschnitt bei der ersten Zapfung in der neuen Bahn 4,0 g,
bei der zweiten Zapfung in der gleichen Bahn 4,2 g,
bei der dritten Zapfung in der gleichen Bahn 2,7 g trockener reiner Kautschuk.

Ich habe bei diesen Versuchen den Stamm rundherum angezapft, weil durch die flachen Rinnen und die kurzen Stiche die in der Rinde

vorhandenen Leitungsbahnen nicht so vollständig unterbrochen werden wie bei der Schabmethode. Für die Anbringung von nur zwei Seitenrinnen hatte ich mich entschieden, weil auf diese Weise sowohl von unten als auch von oben her ein Zustrom von Milchsafte nach den Wunden hin stattfinden konnte.

Ein Übelstand ist nun aber bei dieser Methode, daß namentlich bei vielgezapften Bäumen der Milchsafte leicht aus den schräg verlaufenden Rinnen nach unten abfließt und daß infolgedessen der



Fig. 97. Stamm von einem $6\frac{1}{4}$ Jahre alten *Manihot*-Baum, geschält und wiederholt mit Doppel-V-Schnitt angezapft. Amani.

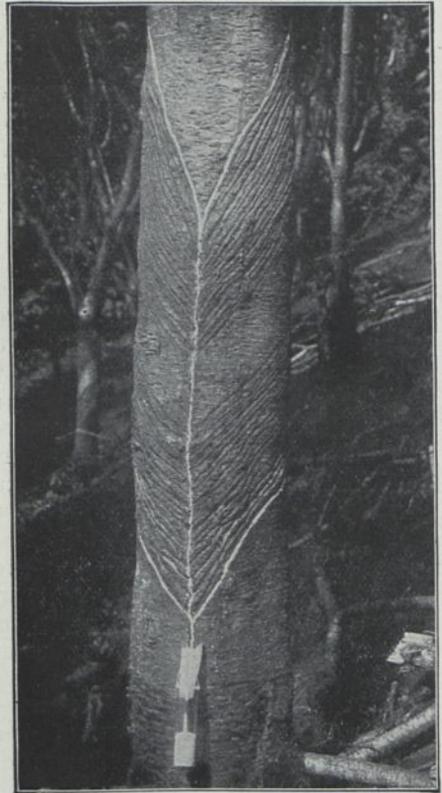


Fig. 98. Stück von dem in Fig. 97 abgebildeten Stamme, weniger verkleinert.

Zapfer nicht so schnell arbeiten kann wie bei vertikal nach abwärts verlaufenden Rinnen. So war denn auch die bei Anwendung dieser Methode erforderliche Arbeitszeit unverhältnismäßig groß. Bei einem derartigen Versuche brauchten zwei Arbeiter zum Anzapfen in neuer Bahn von 47 Bäumen 3 Stunden und 32 Minuten und ernteten dabei im ganzen nur 165 g oder pro Baum 3,5 g trockenen reinen Kautschuk. Bei einem neunstündigen Arbeitstage kämen also auf den Mann nur ca. 210 g reiner trockener Kautschuk.

Bei einem anderen Versuche, bei dem 47 Bäume wieder in der alten Bahn gezapft wurden, ernteten zwei Mann in $2\frac{1}{2}$ Stunden 155 g

Kautschuk; dies gäbe also für einen Mann in neunstündigem Arbeitstage 280 g trockenen reinen Kautschuk.

Hierbei ist jedoch noch zu berücksichtigen, daß diese Versuche mit Bäumen gemacht wurden, die zwar schon nahezu 6 Jahre alt waren, sich aber in einer Höhe von ca. 850 m befanden und vorher schon sehr viel angezapft waren. Wie sich diese Verhältnisse bei vorher nicht gezapften und in günstigerer Lage befindlichen Bäumen gestalten würden, habe ich bisher nicht untersucht. Ich glaube aber annehmen zu müssen, daß auch bei diesen die Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode, was die Tagesleistung eines Arbeiters anlangt, günstigere Resultate liefern würde.

III. Die Cardozosche Stichmethode.

Bei den mit *Manihot Glaziovii* ausgeführten Untersuchungen brachte Cardozo (VIII) am Stamme eine Reihe von 1 cm langen, horizontalen Schnitten an, die in Abständen von 5—7 cm vertikal übereinander stehen. Der aus den verschiedenen Wunden austretende Milchsafte fließt so in einem gemeinsamen Strome nach unten und wird an der Basis des Stammes in einer kleinen Rinne aufgefangen, durch die er dann in eine Porzellanschale geleitet wird. Diese ist mit einem in der Mitte perforierten Metalldeckel bedeckt, durch den verhindert wird, daß der aufgefangene Milchsafte durch Erde, Insekten oder dergleichen verunreinigt wird. Der Milchsafteerguß dauerte 5—10 Minuten.

Bei jedem Baume mit einem Umfange von 50 cm oder mehr bringt man am ersten Tage an zwei einander gegenüberliegenden Seiten solche Vertikalreihen von Wunden an. Am folgenden Tage werden auf den beiden zwischenliegenden Seiten in der gleichen Weise Wunden erzeugt und so fort an den folgenden Tagen. Wenn es nötig wird, wieder auf den alten Vertikalreihen Wunden anzubringen, so geschieht dies zwischen den alten Schnitten. Die Schnitte werden aber schädlich, wenn man sich den alten Wunden bis auf 2 mm nähert und man wird dann mit Zapfen aufhören müssen. Wenn man auf der Rinde pro Quadratmeter 5000 Schnitte angebracht hat, soll man den Baum im folgenden Jahre in Ruhe lassen.

Cardozo erntete nun in dieser Weise von vier Bäumen bei 92maliger Anzapfung 1161 g trockenen Kautschuk, also pro Baum und Jahr 290 g und pro Baum und Anzapfung 3,15 g. Im folgenden Jahre erntete er von den gleichen Bäumen bei 16maliger Anzapfung 1231 g, also pro Baum und Jahr 308 g und pro Baum und Anzapfung 5,05 g. Die Bäume waren aber nach Ansicht des genannten Autors zu stark angezapft und mußten darauf ein Jahr ruhen, damit sich ihre Rinde wieder erholte. Cardozo hält es auch für rationeller, im 1. Jahre nur 150, im zweiten 160 g trockenen Kautschuk von den Bäumen zu gewinnen. Das letztere Gewicht soll die äußerste Produktionsgrenze eines 7jährigen Baumes mit 50—60 cm Stammumfang darstellen, wenn man seine Produktionskraft für die folgenden Jahre nicht beeinträchtigen will. 10—12jährige Bäume mit einem Stammumfang von mindestens 80 cm würden dagegen ohne Nachteil 300 bis 350 g trockenen Kautschuk liefern können. Cardozo glaubt auch, daß Bäume mit einem Stammumfang von 1 m leicht im Jahre 500 g Kautschuk liefern könnten.

Bezüglich der von einem Arbeiter nach dieser Methode zu erhaltenden Erträge bemerkt Cardozo, daß nach seinen Erfahrungen ein Eingeborener in 6—7 Stunden 40 Bäume anzapfen und davon ca. 200 g trockenen Kautschuk gewinnen kann. Es ist dies jedenfalls nur ein relativ geringer Ertrag, der mit den bei Anwendung der Lewamethode von viel jüngeren Bäumen erhaltenen Erträgen nicht konkurrieren kann. Daß die Bäume in 7 Jahren erst einen Stammumfang von 50—60 cm erreichten, zeigt allerdings, daß sich dieselben unter ungünstigen Bedingungen befanden. Auch dürfte die Anzapfung von 40 Bäumen wohl eine sehr geringe Tagesleistung darstellen, die bei geübten Arbeitern erheblich gesteigert werden könnte. Immerhin dürfte bei dieser Methode, die sich von der Kelway-Bamberschen in der Hauptsache nur dadurch unterscheidet, daß die zur Leitung des Milchsafte dienende flache Rinne nicht angebracht wird, bei Bäumen, die eine etwas unebene Rinde besitzen, leicht zu großen Verlusten führen.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte ich (XVII) denn auch bei Versuchen, die nach einer zunächst für *Kickxia elastica* empfohlenen Methode ungefähr gleichzeitig mit den Cardozoschen Versuchen ausgeführt wurden. Nach dieser Methode wurde der aus kleinen Stichwunden austretende Milchsaf mit Hilfe eines Pinsels auf der Rinde in bestimmte Bahnen geleitet. Diese Leitung gelingt natürlich am leichtesten, wenn die einzelnen Schnitte wie bei der Cardozoschen Methode vertikal übereinander liegen; es läßt sich aber auch bei Schnitten, die nach dem Schema des Gräten- oder Spiralschnittes orientiert sind, eine Leitung des Milchsafte nach dem am unteren Ende der Bahn befindlichen Sammelgefäße hin bewirken. Voraussetzung ist hierbei nun allerdings, daß die Rinde einigermaßen glatt ist, was aber nur bei jungen Bäumen zutrifft. Bei älteren Bäumen mit rauher Rinde gelingt die Leitung bedeutend schwieriger und erfordert so viel Aufmerksamkeit seitens des Zapfers, daß er zu langsamem und infolgedessen auch unprofitablem Arbeiten gezwungen würde. Diese Methode hat sich denn auch in der Praxis nicht bewährt, weil die Zapfer pro Tag zu geringe Erträge erhielten.

B. Die Kautschukgewinnung aus der Wurzel.

Nach einem in der Revue des cultures coloniales (Tome XIII, p. 362) abgedruckten Berichte wird *Manihot* in Brasilien vielfach nach der folgenden Methode angezapft: Man legt den Wurzelhals und den oberen Teil des Wurzelsystems frei, bringt dann an der Hauptwurzel oder an dickeren Seitenwurzeln kleine Wunden an und läßt den aus diesen austretenden Milchsaf entweder an der Oberfläche des in die Erde gegrabenen Loches koagulieren oder fängt ihn in geeigneten Behältern auf. Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 56) empfehlen die Vertiefung im Boden, in der der Milchsaf aufgefangen werden soll, mit feuchtem Lehm zu bestreichen. Dieser soll dann den wässerigen Teil des Milchsafte aufsaugen, nicht aber den Kautschuk, der dann rein auf der Oberfläche der Lehmschicht zurückbleibt. Ob sich nun allerdings diese Angaben speziell auf *Manihot Glaziovii* beziehen, vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben, da früher alle Kautschuk liefernden *Manihot*-Arten unter der Bezeichnung *Maniçoba* zusammengefaßt wurden.

Nach van Romburg (I, 106) wurde übrigens auch auf Java bei *Manihot Glaziovii* gelegentlich allein die Wurzel angezapft, während nach Cameron (I) in Indien in der trockenen Zeit zweckmäßig die dicken Wurzeln, nach dem Regen aber der Stamm zur Kautschukgewinnung benutzt werden soll. Über die hierbei erhaltenen Erträge habe ich aber keine bestimmten Angaben gefunden.

Bei einigen Versuchen, die ich in Deutsch-Ostafrika mit *Manihot Glaziovii* angestellt habe, konnte ich mich nicht davon überzeugen, daß die dicken Wurzeln mehr Kautschuk geben als der Stamm, es sei denn, daß dieser durch langes fortgesetztes Zapfen mehr oder weniger erschöpft war. Zu dem gleichen Ergebnis hat auch ein auf der Pflanzung Kwazunga ausgeführter größerer Versuch geführt. Das Anzapfen der Wurzeln ist überdies umständlich und zeitraubend und liefert einen viel mehr verunreinigten Kautschuk.

C. Die Kautschukgewinnung aus abgeschnittenen Pflanzenteilen.

Bei verschiedenen Arten von Kautschukpflanzen wurde der Versuch gemacht, den Kautschuk aus den abgeschnittenen Stengeln oder Wurzeln durch mechanische Mittel (Klopfen, Quetschen und dergleichen) oder durch chemische Reagentien zu isolieren. Im Großen scheint diese Methode aber bisher nur bei verschiedenen Kautschuklianen mit Erfolg durchgeführt zu sein.

Manihot Glaziovii würde aber infolge seines schnellen Wachstums und der Schnelligkeit, mit der abgehauene Bäume wieder austreiben, für diese Art der Kautschukgewinnung besonders geeignet sein, namentlich wenn auch aus den Blättern und jungen Trieben ein brauchbarer Kautschuk gewonnen werden könnte. Die bisher angestellten Untersuchungen haben nun allerdings größtenteils keine günstigen Resultate geliefert. Von Parkin (I, 118) wurde allerdings mitgeteilt, daß der in den jungen Trieben enthaltene Kautschuk bei *Manihot Glaziovii* ebensogut zu sein scheint wie der aus dem Stamm älterer Bäume gewonnene und auch Preyer (I) erhielt aus den Blättern eine weiche, plastische, zerreißbare, nicht klebrige Masse. Parkin hält aber doch die Gewinnung des Kautschuks durch Extraktion der Rinde nicht für profitabel und bezweifelt namentlich auch die Haltbarkeit des so gewonnenen Kautschuks.

Alexander und Bing (I, 65) konnten aus der Rinde eines etwa $\frac{3}{4}$ Jahre alten Baumes von *Manihot Glaziovii* mit Benzol nur 1,4 % der Trockensubstanz extrahieren. Die Hälfte davon war löslich in Aceton. Der Rest (also 0,7 %) wäre als wahrscheinlich noch verunreinigter Kautschuk anzusprechen.

Nach Uitée (I) wurde aus den fein gepulverten Blättern von *Ficus elastica* 2,22, resp. 3,03% der lufttrockenen Substanz an minderwertigem Kautschuk erhalten. Versuche mit *Manihot Glaziovii* gaben ebenfalls ein wenig ermutigendes Resultat.

In Kolumbien soll man allerdings nach Granger (I) auch bei *Manihot Glaziovii* eine kleine Menge Kautschuk aus den abgepflückten Blättern gewinnen, besonders mit Hilfe einer kleinen, für Handbetrieb eingerichteten Maschine von Squires & Co. in Buffalo. Speziellere

Angaben habe ich aber über die dortigen Versuche nicht auffinden können.

Von Peckolt (I, 32) wird schließlich angegeben, daß in den trockenen Blättern von *Manihot Glaziovii* 6,68 % Kautschuk enthalten sein sollen, in den trockenen Blattstielen 3 %. Wie diese Kautschukmengen bestimmt wurden, wird leider nicht angegeben.

2. Die Vorbereitung der Bäume zur Zapfung.

Um beim Zapfen einen möglichst reinen Kautschuk zu erhalten, wird man bei Anwendung einer jeden Methode gut tun, die Oberfläche der Rinde, wo dies nötig ist, zu reinigen. Speziell für die Lewamethode ist es aber auch von Vorteil, wenn die Stämme eine nicht nur reine, sondern auch möglichst glatte Oberfläche besitzen. Eine solche ist aber nur bei jungen Bäumen vorhanden, während bei älteren Stämmen namentlich, wenn sie viel angezapft sind, sich zahlreiche Rindenstreifen mehr oder weniger weit loslösen, wodurch das Absammeln des koagulierten Milchsafte sehr erschwert wird. Um nun auch bei diesen Bäumen eine glatte Stammoberfläche zu erhalten, hat man vielfach die den Stamm bedeckenden braunen Korkschichten entfernt, so daß die darunter befindliche grüne Rinde freigelegt wird. Dies „Schälen“ der Rinde wird notwendig, wenn man zum Auffangen des Milchsafte Rinnen in den Stamm einschneiden will, weil es schwer oder vielfach unmöglich ist, durch die Korkschichten hindurch eine exakte Rinne zu ziehen und überdies die Messer dabei schnell abgenutzt werden würden. Wir wollen nun zunächst die zum Reinigen der Rinde dienenden Instrumente und dann das Schälen der Bäume etwas ausführlicher besprechen.

a) Die Reinigung der Rinde. Eine Reinigung der Rinde ist namentlich dort erforderlich, wo zahlreiche Termiten vorkommen, die die Stämme, wie wir bereits S. 106 sahen, mit einer dicken Lehmkruste bedecken. Auf vielen Pflanzungen hilft man sich nun in der Weise, daß man die Stämme beim Zapfen mit einem Messer oberflächlich abschabt und legt deshalb Wert darauf, daß die zum Zapfen dienenden Messer außer der zum Einstechen dienenden schmalen Schneide an der Spitze auch eine breite Schneide zum Reinigen der Bäume besitzen. Bei diesem Reinigen werden dann häufig auch die mehr oder weniger auf der Rinde haftenden Korkstreifen mit entfernt. Es besteht aber hierbei die Gefahr, daß die Arbeiter zu tief in die Rinde hineinschneiden und daß von den hierdurch erzeugten Wunden aus eine Infektion und Fäulnis größerer Rindenpartien eintritt.

Auf alle Fälle dürfte es sich auch empfehlen, in dieser Beziehung eine Arbeitsteilung eintreten und das Abschaben der Bäume von besonders hierfür eingeübten Leuten ausführen zu lassen. Diese sind dann auch namentlich dahin zu instruieren, daß sie die unter der braunen Korkschicht befindliche grüne Rinde möglichst wenig beschädigen.

Zur Entfernung des auf den Bäumen befindlichen Schmutzes hat man aber vielfach auch starke Bürsten benutzt, und zwar haben sich für diesen Zweck Stahldrahtbürsten gut bewährt. Auf manchen Pflanzungen wird allerdings darüber geklagt, daß dieselben von den Eingeborenen schnell abgenutzt werden. Vielfach habe ich übrigens

auch angeschärfte Stäbe oder Stücke von alten Säcken zum Reinigen der Bäume benutzen sehen.

Um nun am Stamm von älteren Bäumen anhaftende Borkenfetzen und sonstige Unebenheiten möglichst zu entfernen, hat man neuerdings auch mehrfach sogenannte Baumkratzer benutzt. Recht geeignet erscheinen für diesen Zweck die in Fig. 99 abgebildeten Instrumente. Im allgemeinen dürfte es genügen, die Stämme einmal jährlich mit diesen gründlich zu reinigen.

b) Das Schälen der Stämme. Das als Schälen der Stämme bezeichnete Verfahren besteht darin, daß die braunen Kork- oder Borkenschichten, die bei allen älteren Bäumen die eigentliche lebende Rinde bedecken und in der Hauptsache als ein Schutz gegen zu starke Verdunstung und Verletzungen aufzufassen sind, abgeschält werden, so daß die weichere Rinde, die in den äußeren Partien je nach dem Alter der Bäume eine mehr oder weniger intensiv grüne Färbung besitzt, freigelegt wird.

Um nun zu zeigen, welche Umstände für das Schälen von Bedeutung sind, will ich zunächst die Entstehung der Korkschichten kurz beschreiben. Um diese beobachten zu können, vergleicht man am besten Querschnitte von noch grünen Stengelteilen mit solchen, bei denen die Oberfläche des Stengels eine hellbräunlich-silberartig schimmernde Oberfläche erhält. Bei mikroskopischer Untersuchung dieser Querschnitte wird man beobachten können, daß die noch grünen Stengelteile von einer zusammenhängenden Zellschicht, der Epidermis (*E-E*, Fig. 100 I), bedeckt sind, deren äußere Wandung, die Kutikula, etwas verdickt ist und hauptsächlich zum Schutz gegen zu starke Verdunstung dient.

An den von etwas älteren Stengelstücken stammenden Querschnitten wird man ferner beobachten können, daß die unterhalb dieser Epidermis gelegenen Zellen sich in der Richtung senkrecht zur Rindenoberfläche in die Länge gestreckt und durch Wände, die parallel der Oberfläche verlaufen, geteilt haben. Von den so entstandenen Zellreihen (*K*, Fig. 100 II) werden nun die äußeren durch chemische Veränderung ihrer Zellwände in Korkzellen umgewandelt, während die inneren lange im teilungsfähigen Zustand bleiben und neue Korkzellen nach außen abscheiden. Es befindet sich also unter der Korkschicht ein ähnliches Bildungsgewebe wie zwischen Rinde und Holz, dasselbe wird auch in der anatomischen Literatur als Korkkambium bezeichnet.

Beim Schälen der Bäume findet nun die Loslösung der Korkschicht durch Zerreißen des zartwandigen Korkkambiums statt und es wird so begreiflich, daß das Abschälen der Rinde am leichtesten gelingt, wenn das Korkkambium sich in einem lebhaften Wachstum befindet, so daß mehrere Schichten von besonders dünnwandigen

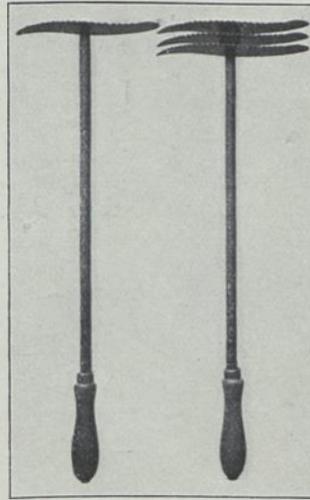


Fig. 99. Baumkratzer.

Zellen vorhanden sind, ebenso wie ja auch das Schalen der Weidenzweige, bei dem aber das zwischen Holz und Rinde befindliche Kambium zerrissen wird, auch nur zu gewissen Jahreszeiten gelingt. Im Norden von Deutsch-Ostafrika scheint das Schalen bei *Manihot Glaziovii* nach den bisher vorliegenden Erfahrungen am Ende der großen Regenzeit und nach derselben bis zum Anfang der großen Trockenzeit am besten zu gelingen. Daß die Bäume sich in einem für die Schälung günstigen Stadium befinden, kann man meist daran erkennen, daß nach dem Ablösen der Korkschicht die darunter befindliche grüne Rinde feucht erscheint.

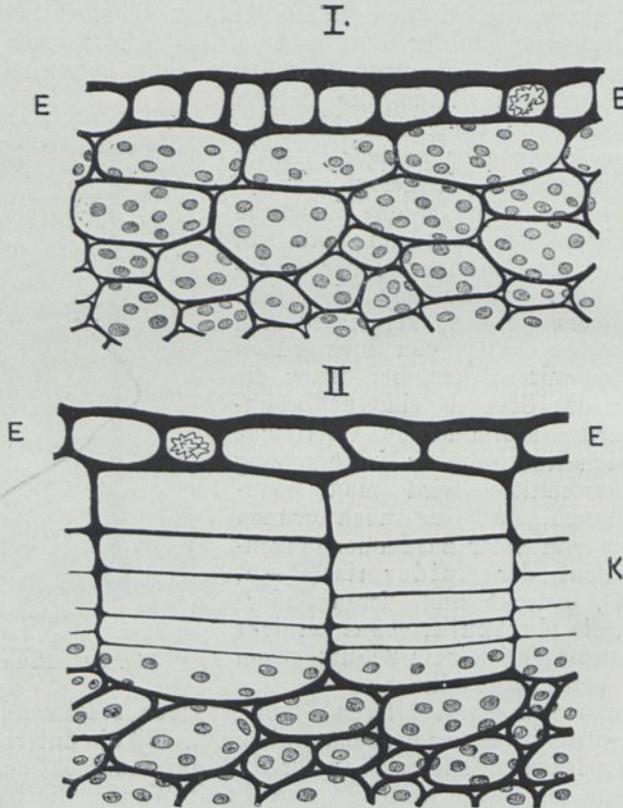


Fig. 100. Äußerste Zellschichten des Stammes von *Manihot Glaziovii*. I Von einem noch grünen Stammstück vor Bildung des Korkes. II Von einem älteren Stammstück, bei dem die Korkbildung beginnt. (E = Epidermis, K = Korkbildung).

Von großer Bedeutung für die Leichtigkeit, mit der das Schalen ausgeführt werden kann, ist nun aber ferner das Alter der Bäume und die Menge der an denselben vorhandenen Zapfwunden, und zwar gelingt das Schalen am leichtesten an den Stämmen von jungen ungezapften Bäumen. Wenn man an diesen mit einem scharfen Messer einen möglichst wenig tief gehenden Längsschnitt anbringt, so kann man meist die Korkschicht leicht rings um den Stamm herum abwickeln. Um zu zeigen, wie schnell das Schalen in diesem Falle auszuführen ist, erwähne ich, daß bei einem von mir (XII, 432) in Magunga

ausgeführten Versuche von acht Arbeitern in einem Tage 507 teils überhaupt noch nicht, teils nur sehr wenig gezapfte, ca. 3 Jahre alte (mittlerer Stammumfang 38,3 cm) Bäume geschält wurden, also pro Mann und Tag 63 Bäume.

Bei dem Schälen ist nicht zu vermeiden, daß die lebende Rinde stellenweise verletzt wird und infolgedessen Milchsafte austritt. Ich habe es nun versucht, diesen Milchsafte, nachdem er durch Verdunstung auf der Rinde koaguliert war, einsammeln zu lassen. Es hat sich dies aber nicht als rentabel erwiesen: denn in einem Falle sammelte ein Mann in einer Stunde nur 12,7 g Kautschuk (nach dem Waschen und Trocknen gewogen), in dem anderen in 3½ Stunden 50,5 g.

Bei älteren Bäumen wird das Schälen nun allerdings etwas größere Schwierigkeiten machen, weil die Korkschicht allmählich immer dicker und härter wird. Besonders große Schwierigkeiten bietet aber das Schälen viel gezapfter Bäume. Es hat dies darin seinen

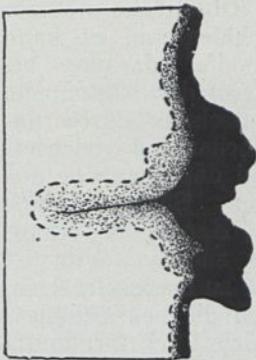


Fig. 101. Rindenstück von *Manihot Glaziovii* mit Stichnarbe, senkrecht zur Fläche des Einstiches geschnitten. Die schwarzen Partien sind vollständig abgestorben. Die gestrichelte Linie zeigt das neugebildete Korkkambium.



Fig. 102. Älterer, frischgeschälter Stamm von *Manihot* mit den Narben älterer Wunden.

Grund, daß bei diesen die innere Oberfläche der Korkschicht nicht glatt ist, sondern bei jeder Wunde mehr oder weniger tief in die Rinde hineinragt. Bei einem jeden Verwunden der Rinde sterben nämlich die in der Nähe der Wunden gelegenen Zellen ab und es wird natürlich auch die Bildungsschicht des Korkes, das Korkkambium, unterbrochen. Die Heilung der Wunden geschieht nun in der Weise, daß sich innerhalb der abgestorbenen Elemente ein neues zusammenhängendes Korkkambium bildet, das an den Wunden keilförmig in die Rinde hineinragt (Fig. 101). Um eine einigermaßen glatte Rinde zu erhalten, hat man nun alle diese keilförmigen Körper, die mit dem Kork fest ver-

wachsen sind, zu entfernen. In der richtigen Jahreszeit ist das Schälén aber auch bei viel gezapften Bäumen noch auszuführen. In Fig. 102 ist ein Stammstück von einem derartigen Baume nach dem Schälén abgebildet.

Zu beachten ist nun aber noch, daß sich an den geschälten Stämmen nach kurzer Zeit wieder eine neue Korkschicht bildet, und zwar geschieht dies in der Weise, daß in einiger Entfernung von der neuen Oberfläche der Rinde sich ein neues Korkkambium (*Kc*, Fig. 103) bildet, das fortgesetzt nach außen Korkzellen (*Kz*, Fig. 103) abscheidet, während gleichzeitig die außerhalb dieser Schicht gelegenen Zellen absterben und vertrocknen. Äußerlich sind diese Veränderungen daran zu erkennen, daß die gleich nach dem Schälén vorhandene grüne

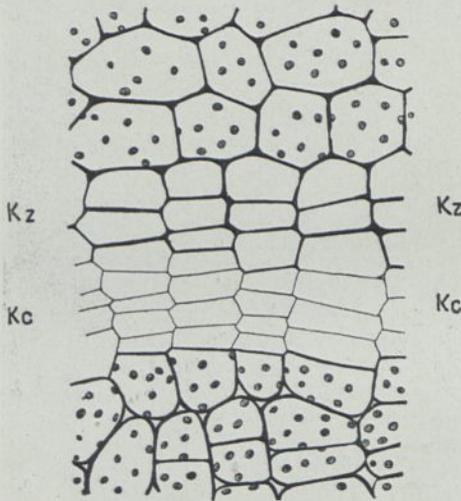


Fig. 103. Neubildung des Korkes in der grünen Rinde, 12 Tage nach dem Schälén. Zwischen *Kz*—*Kz* neugebildete Korkzellen, zwischen *Kc*—*Kc* neues Korkkambium.

Farbe der Stammoberfläche allmählich in Silbergrau und Gelblichbraun übergeht.

Die in dieser Weise geschälten Bäume haben nun auch nach Bildung der neuen Korkschicht eine bedeutend glattere Oberfläche wie vor dem Schälén und es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß das Absammeln des Kautschuks durch das Schälén bedeutend erleichtert wird und daß man von den geschälten Bäumen auch reineren Kautschuk erhält. Auf der anderen Seite ist nun aber zu berücksichtigen, daß auch die neu gebildete Korkschicht bei fortgesetztem Zapfen ebenfalls allmählich rau und uneben wird.

Man kann dann allerdings die Bäume wieder von neuem schälén, und zwar geht dies um so leichter, je öfter man die Bäume schälét, weil dann die an den Zapfwunden sich bildenden Korkzapfen beim Schälén weniger große Hindernisse bieten.

Es bleibt nun aber noch zu untersuchen, inwieweit das Schälén der Bäume auf dieselben einen nachteiligen Einfluß ausüben kann. In dieser Hinsicht kann nun nach den auf verschiedenen Pflanzungen gemachten Erfahrungen als erwiesen gelten, daß selbst nach wiederholtem Schälén die Lebensfähigkeit der Bäume nicht beeinträchtigt wird und daß dieselben auch fortfahren, normale Mengen von Kautschuk zu liefern. Nach Moulay (II, 11) sollen auch in Brasilien die *Manihot*-Bäume, ohne dadurch in ihrer Entwicklung beschädigt zu werden, geschälét werden.

Allerdings ist beim Schälén eine gewisse Vorsicht geboten. So darf dasselbe jedenfalls nicht stattfinden, wenn die Bäume in heißer trockener Zeit ganz blätterlos dastehen, weil dann die frisch bloßgelegte Rinde leicht eintrocknen und absterben könnte. Es wird

dies namentlich dann eintreten, wenn noch heiße trockene Winde hinzukommen. So wurde von Henry (I, 77) an der Westküste von Afrika beobachtet, daß die geschälten Stämme auf der den Ostwinden ausgesetzten Seite schnell austrocknen. Die Rinde bekommt dann Risse und ganze Bänder lösen sich los und fallen ab, so daß das Holz bloßgelegt und sofort durch xylophage Insekten und Termiten angegriffen wird.

Auf der anderen Seite scheint aber auch allzu große Feuchtigkeit für die zarte Rinde schädlich werden zu können, indem dadurch Fäulnis und völliges Absterben großer Rindenpartien bewirkt wird. Nach allem erscheint es mir das zweckmäßigste, die Bäume in den auf die großen Regenzeit folgenden Monaten zu schälen; daß sich dann auch das Korkkambium in einem für das Schälen günstigen Stadium befindet, wurde bereits bemerkt.

Es empfiehlt sich auch, die Bäume nicht gleich nach dem Schälen anzuzapfen, sondern lieber einige Tage zu warten, bis sich an der Oberfläche der Rinde wieder eine neue Korkschicht gebildet hat, die namentlich auch das Eindringen der zur Koagulation dienenden Reagentien in die lebende Rinde verhindert.

3. Die Lewamethode.

Nachdem die Lewamethode eine große Verbreitung gefunden und auch sicher für die Anzapfung von *Manihot Glaziovii* gewisse Vorteile besitzt, dürfte es von allgemeinem Interesse sein, was mir Herr E. Köhler im Jahre 1903 über die von ihm erfundene Methode mitteilte. Nach Schilderung verschiedener nach der Grätenschnittmethode u. dgl. ausgeführten Versuche beschreibt er mit folgenden Worten, wie er auf die Lewamethode gekommen ist:

„Da kam ich zufällig auf den Gedanken, das Anzapfen auf andere Weise zu versuchen. Zugleich hatte ich in Erfahrung gebracht, daß die Eingeborenen in Useguha und Übondei (Landschaften in Deutsch-Ostafrika) zur Koagulation der Milch Zitronensäure verwenden. Mein Versuch gelang glänzend.

Um die Bäume mehr zu schonen, hatte ich schon daran gedacht, ob man nicht, durch kleine Schnitt- oder Stichwunden, ebensolche Resultate erzielen könne, und dieser Versuch war wider Erwarten gelungen. Nun bestrich ich die anzuzapfende Stelle einfach mit Zitronensaft, machte ähnlich wie beim Impfen eines Armes kleine horizontale Schnitte in den Baum; es floß reichlich Milch und diese koagulierte sofort, so daß nichts zu Boden fiel und nach einigen Minuten schon mit dem Aufwickeln der langen, weißen Fäden begonnen werden konnte.

Die kleinen Stichwunden, etwa 5 mm tief, heilten sehr schnell und schadeten dem Baum gar nicht; dagegen heilten die vertikalen Schnitte viel langsamer und ließen bemerkbare große Wunden am Baum zurück, ein Zeichen, daß diese Art nicht die empfehlenswerte und richtige ist.

Die Menge des gewonnenen Kautschuks war diesmal auch befriedigend, indem ein Baum nach mehrmaligem Anzapfen 220—250 g feuchten Kautschuk gab, welcher indes trocken geworden, auf ca. 125 g zusammenschrumpfte. Die Bäume wurden hier nunmehr 1 Jahr lang intensiv angezapft; die Arbeiter wurden darin recht geschickt; während sie anfangs nur 100—150 g feuchten Kautschuk brachten, bringen sie jetzt bis 300 und 400 g. Bei dieser Arbeitsleistung ist eine Rentabilität klarliegend.“

Bei der Lewamethode haben wir nun drei verschiedene Vorgänge zu unterscheiden: Zunächst wird die Rinde mit dem zur Koagulation des Milchsafte dienenden Stoffe bestrichen. Dann wird die bestrichene Fläche mit kleinen Einschnitten oder Stichen verwundet, wodurch das Austreten des Milchsafte bewirkt wird, und schließlich wird der

in Bändern auf der Rinde koagulierte Milchsafte gesammelt. Wir wollen nun diese drei verschiedenen Vorgänge etwas eingehender besprechen.

A. Das Auftragen des Koagulationsmittels.

a) Die verschiedenen Koagulationsmittel.

Während man ursprünglich bei der Lewamethode allein den Saft von wilden Orangen zur Koagulierung des Milchsaftes benutzte, sind später zahlreiche Substanzen zu diesem Zwecke empfohlen und auch mit mehr oder weniger großem Erfolg angewandt. Zurzeit sind nun auf den Plantagen von Deutsch-Ostafrika außer dem Saft von wilden Orangen namentlich Essigsäure, Karbolsäure und Gemische von diesen beiden Stoffen, sowie Chlorkalzium in Gebrauch. Eine mehr beschränkte Anwendung findet das Fruchtfleisch der Früchte des Affenbrotbaumes und der Tamarinden. Auf einigen Plantagen werden auch von den Zapfern noch allerlei Pflanzensäfte, Abfallstoffe usw. dem Koagulationsmittel zugesetzt. Wenn dies ohne jede Kontrolle geschieht, so ist es natürlich leicht möglich, daß die Qualität des Kautschuks durch die verschiedenen Zusätze beeinträchtigt und daß namentlich auch ein ungleichmäßiges Produkt gewonnen wird.

Bei Versuchen über die Brauchbarkeit eines Koagulationsmittels hat man zu beachten, daß durch das Bestreichen der Rinde mit dem Koagulationsmittel einerseits erreicht wird, daß der aus den darauf anzubringenden Messerstichen ausfließende Milchsafte an der Rinde herunterfließt und nicht größtenteils auf den Boden abtröpfelt, wie dies im allgemeinen der Fall ist, wenn man direkt in die nicht mit einem Koagulationsmittel bestrichene Rinde hineinsticht. Andererseits wird aber durch das Bestreichen mit dem Koagulationsmittel auch eine je nach dessen Konzentration schnellere oder langsamere Koagulierung des Milchsaftes bewirkt, so daß derselbe in kurzer Zeit eine das Einsammeln und Zusammenballen ermöglichende Konsistenz erhält.

Man kann sich nun aber durch einen Versuch leicht davon überzeugen, daß der erste Effekt, die Verhinderung des Abtröpfelns des Milchsaftes, schon durch Bepinseln der Rinde mit reinem Wasser erreicht werden kann. Das Abtröpfeln von der nicht bepinselten Rinde ist eben nur eine Folge davon, daß dieselbe von dem Milchsafte nicht schnell genug benetzt wird. Vergleicht man nun aber den Milchsaftefluß auf einer nur mit Wasser bestrichenen Rinde mit dem auf einer solchen, die vor der Verwundung mit einem guten Koagulationsmittel, also z. B. 3% Karbolsäure, bestrichen ist, dann wird man finden, daß auf der nur mit Wasser bestrichenen Rinde der Milchsafte schnell herabfließt und daß auf der durchflossenen Bahn nur relativ wenig von dem Milchsafte an der Rinde haften bleibt. Der Milchsafte wird also in diesem Falle auf einer sehr großen Fläche verteilt, so daß auch nach dem wohl in erster Linie infolge von Verdunstung eintretenden Festwerden des Milchsaftes das Einsammeln desselben sehr schwierig ist. Auf der mit einem guten Koagulationsmittel bestrichenen Rinde fließt dagegen der Milchsafte infolge der Fällung der mit dem Koagulationsmittel in Berührung kommenden Teile des Milchsaftes nur

relativ langsam herunter und bildet dicke Bänder, die je nach der Konzentration und Beschaffenheit des Koagulationsmittels mehr oder weniger schnell erstarren, so daß sie dann leicht von der Rinde abgesammelt werden können.

Als ein gutes Koagulationsmittel werden wir also auch nur ein solches zu bezeichnen haben, durch das der Milchsaft so schnell zur Koagulation gebracht wird, daß er nicht auf weite Strecken hin am Stamme herabläuft und auch vor dem Austrocknen eine solche Konsistenz annimmt, daß das Absammeln des koagulierten Milchsaftes leicht vonstatten geht.

Im allgemeinen werden nun aber auch an sich gute Koagulationsmittel, wie Zitronensäure, Essigsäure, Karbolsäure usw., um so weniger günstige Resultate geben, in je stärkerer Verdünnung sie zur Anwendung gelangen. Bei zu starker Verdünnung kann es z. B. vorkommen, daß der Milchsaft weit am Stamm herabläuft oder sogar, wie ich auf einer Plantage beobachten konnte, in so großen Mengen auf den Erdboden gelangt, daß bereits das Einsammeln dieses natürlich stark mit Erde verunreinigten Kautschuks versucht war.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß auch das gleiche Koagulationsmittel bei verschiedenen Bäumen ungleiche Resultate liefern kann. So ist bereits vielfach beobachtet worden, daß bei manchen Bäumen, die durch kein äußeres Merkmal von normalen Bäumen mit Sicherheit unterschieden werden können, auch mit den besten Koagulationsmitteln eine Koagulation des Milchsaftes nicht gelingt. Außerdem besitzen im allgemeinen junge und noch nicht gezapfte Bäume einen dünneren und folglich auch ein konzentrierteres Koagulationsmittel erfordernden Milchsaft als ältere und bereits vielfach angezapfte Bäume. Schließlich kann aber auch der gleiche Baum in den verschiedenen Jahreszeiten, ja selbst in den verschiedenen Stunden des Tages, einen Milchsaft von verschiedener Konzentration besitzen und infolgedessen auch Koagulationsmittel von verschiedener Stärke erfordern.

Unter diesen Umständen wird es begreiflich, daß es nicht möglich ist, eine für alle Fälle gleich zweckmäßige Konzentration für die verschiedenen Koagulationsmittel anzugeben. Sehr erhebliche Abweichungen werden aber doch wohl in den für die Praxis in Frage kommenden Fällen in dieser Hinsicht nicht zu beobachten sein. Auch wird man im allgemeinen gut tun, das Koagulationsmittel lieber etwas konzentrierter als zu verdünnt zu nehmen, da die Kosten des Einsammelns des Kautschuks bei ungenügender Konzentration des Koagulationsmittels ganz unverhältnismäßig groß sind. Allerdings veranlaßt ja auch die Beschaffung des Koagulationsmittels auf verschiedenen Plantagen ganz erhebliche Kosten, und es wurden durch Auffindung billigerer Koagulationsmittel bereits ganz nennenswerte Ersparnisse erzielt.

Es mag nun aber ferner noch besonders hervorgehoben werden, daß neben den durch das Koagulationsmittel veranlaßten Kosten auch die Beschaffenheit des mit Hilfe desselben gewonnenen Kautschuks Berücksichtigung verdient. In dieser Hinsicht läßt sich nun aber zurzeit für die meisten Koagulationsmittel noch kein irgendwie abschließendes Urteil fällen. Daß aber das Koagulationsmittel auf

die Beschaffenheit des Kautschuks von Einfluß ist, kann wohl schon jetzt als feststehend gelten.

Ich gebe nun im folgenden einen Überblick über die, soweit mir bekannt geworden, bisher bei *Manihot Glaziovii* erprobten Koagulationsmittel:

I. Pflanzensäfte.

1. Der Saft der Früchte wilder Orangen („*mdanzi*“) und Zitronen („*mlimao*“). Solange die Früchte der verschiedenen wild wachsenden *Citrus*-Arten noch in ausreichenden Mengen und ohne allzu große Kosten zu beschaffen waren, verfuhr man bei der Lewamethode meist in der Weise, daß man die Rinde der Bäume direkt mit den aufgeschnittenen Früchten bestrich, so daß dieselbe mit dem ausgepreßten Fruchtsafte befeuchtet wurde. Es war hierbei natürlich unvermeidlich, daß ein großer Teil des Fruchtfleisches mit in den Kautschuk hineingelange. Außerdem war in dieser Weise eine vollständige Ausnützung des Fruchtsaftes nicht möglich, und schließlich ist auch nachgewiesen, daß der Saft der verwandten Früchte eine solche Konzentration besitzt, daß er auch nach Verdünnung mit Wasser noch eine gute Koagulation bewirken würde.

Um nun einige Anhaltspunkte darüber zu erhalten, bis zu welchem Grade man den Fruchtsaft der wilden *Citrus*-Arten verdünnen kann, ohne eine ungenügende Koagulationswirkung zu erhalten, haben Kinzelbach und ich (I) aus den in der Umgebung von Amani gesammelten Früchten, die zuvor durchgeschnitten waren, mit Hilfe einer kleinen Saftpresse den Saft ausgepreßt und diesen dann teils unverdünnt, teils in verschiedenen Graden der Verdünnung zur Koagulation verwandt. Es zeigte sich bei diesen Versuchen, daß bei einer Verdünnung mit der dreifachen Menge Wasser noch eine gute Koagulation eintrat. Bei stärkerer Verdünnung lief der Milchsaft zu sehr am Baume herab, so daß dadurch das Einsammeln erschwert wurde.

Sehr wahrscheinlich wird nun aber der Fruchtsaft anderer *Citrus*-Varietäten einen anderen Säuregehalt besitzen; auch wird derselbe wohl je nach dem Entwicklungsstadium der Früchte und nach dem Standorte, an dem sie gewachsen sind, ein verschiedener sein, und es wird dementsprechend durch verschieden starke Verdünnung noch ein gutes Koagulationsmittel zu erhalten sein. Immerhin dürften doch die bisherigen Versuche bereits zur Genüge dartun, daß durch vorheriges Auspressen der Früchte und nachherige Verdünnung des ausgepreßten Saftes eine Ersparnis zu erzielen ist. Wie weit man mit der Verdünnung gehen kann, wird in jedem speziellen Falle leicht durch Versuche zu ermitteln sein.

Man kann sich übrigens außer durch Auspressen des Saftes auch dadurch ein geeignetes Koagulationsmittel verschaffen, daß man die zerschnittenen Früchte in großen Fässern oder dergleichen mit Wasser auslaugt.

2. Das Fruchtmark des Affenbrotbaumes (*Adansonia digitata*, *Baobab*, „*mbuyu*“). Das in den Früchten des Affenbrotbaumes enthaltene Mark wird auf verschiedenen Pflanzungen allein oder mit verschiedenen Zusätzen zur Koagulation des Milchsaftes benutzt. Nach den Untersuchungen von Kinzelbach (I) ist in den Früchten

ca. 8% Fruchtmark, in der Weinsäure und Kaliumtartrat nachgewiesen wurde, enthalten. Eine 7%ige wässrige Lösung von dem isolierten Fruchtmark genügte zur Erzielung einer guten Koagulation. Um eine einigermaßen reine Koagulationsflüssigkeit zu erhalten, empfiehlt Kinzelbach (I) folgende Methode: ca. 150 Früchte werden aufgeschlagen, der Inhalt herausgenommen und mit 100 l Wasser zusammen unter Umrühren so lange gekocht, bis sich das Fruchtmark von den Samen gelöst hat, wozu 10 Minuten langes ununterbrochenes Kochen genügen. Die ganze Masse wird dann durch ein Stück Tuch geseiht und ist dann fertig zum Gebrauch. Gemische von *mbuyu*-Saft mit Karbolsäure gaben kein praktisch verwertbares Resultat. Erwähnt sei schließlich noch, daß die Samen des Affenbrotbaumes infolge ihres Fettgehaltes einen gewissen Handelswert besitzen (vgl. Kinzelbach I).

3. Fruchtmus der Tamarinden (*Tamarindus indica*). Das ebenfalls säurehaltige Fruchtmus der Tamarinden wird auf einigen Pflanzungen von Deutsch-Ostafrika zur Koagulation verwandt. Dasselbe dürfte aber nur ganz ausnahmsweise in so großen Mengen zu beschaffen sein, daß es auf größeren Plantagen ohne weitere Zusätze benutzt werden könnte.

4. Saft der Sisal-Agaven. Da der beim Entfasern der Sisalblätter ausfließende Saft stark sauer reagiert, lag es nahe, diesen zur Koagulation zu benutzen. Bei meinen ersten exakten Versuchen mit diesem Saft fand ich (VII) nun aber, daß selbst der ganz unverdünnte Saft, wie er mit der Saftpresse aus den Sisalblättern gewonnen wird, zu schwach koagulierend wirkt, um in der Praxis verwandt werden zu können.

Später wurde nun aber von Kinzelbach und mir (I) nachgewiesen, daß der Sisalsaft bei gewissen Zusätzen eine gute Koagulation bewirkt, und zwar erwiesen sich als ausreichend Gemische von:

Sisalsaft und 1½% Essigsäure,
Sisalsaft und 0,4% Karbolsäure,
Sisalsaft und 0,6% Prurub und
Sisalsaft und 15 % Orangensaft.

Es kann also durch Verwendung des bisher ganz unbenutzt abfließenden Sisalstoffes, da wo er ohne große Transportkosten zu erhalten ist, erheblich an Koagulationsmitteln gespart werden.

Da nun aber außer den Säuren im Sisalsaft noch eine nicht unbeträchtliche Menge von vergärbarem Zucker vorhanden ist, wurde versucht, aus dem Sisalsaft durch Alkohol- und darauf folgende Essiggärung ein stärkeres Koagulationsmittel zu erhalten. Es gelang auch in der Tat durch Zusatz von etwas „tembo“ (Palmwein) in dem Sisalstoffe eine intensive, ca. 2 Tage anhaltende Gärung zu erhalten, bei der sich an der Oberfläche der Flüssigkeit allmählich eine Bakterien-schicht bildete. Der in dieser Weise gegorene Sisalsaft bewirkte nun ohne jeden weiteren Zusatz eine vollkommen ausreichende Koagulation. Ob und eventuell wie es nun aber ohne allzu große Kosten möglich sein würde, den Sisalsaft im großen zu vergären, konnte bisher nicht ermittelt werden.

5. Der aus den Blättern des Mauritiushanf (*Fourcroya gigantea*) ausgepreßte Saft wirkt ähnlich wie der der Sisalagave und ist ohne Zusatz nicht bei der Lewamethode zu verwenden (Zimmermann, VII).

6. Der Saft von *Carica Papaya*. Der aus unreifen *Papaya*-Früchten ausgepreßte Saft ist nach meinen (VII) Versuchen ohne Zusatz bei der Lewamethode nicht zu verwenden.

7. Der Saft aus den Stengeln von *Costus afer*. Der Saft dieser Pflanze, die in den Wäldern von Ostusambara sehr verbreitet ist, wurde deshalb geprüft, weil in Westafrika verschiedene Arten der gleichen Gattung unter dem Namen Bossanga-Pflanze zur Koagulation des Milchsaftes von *Kickxia* benutzt werden. Es zeigte sich nun aber, daß dieser Saft für die Lewamethode nicht ausreicht (Zimmermann, VII).

8. Der Saft von *Cissus adenocaulis*. Die bei den Eingeborenen von Deutsch-Ostafrika unter der Bezeichnung „*mwengere*“ bekannte Pflanze gehört in die Familie der *Vitaceen* und bildet ein rankendes Gewächs, das mit dem wilden Wein eine gewisse Ähnlichkeit hat, aber bedeutend kleinere Blätter und eine rübenartige Wurzel besitzt. Die Pflanze ist in Deutsch-Ostafrika sowohl an der Küste als auch in Usambara an lichten Stellen sehr häufig. Auf verschiedenen Pflanzungen werden nun die Blätter und Stengel — stellenweise auch die rübenartigen Wurzeln — der „*mwengere*“-Pflanze von den Eingeborenen dem Koagulationsmittel zugesetzt, und zwar werden sie zu diesem Zwecke zunächst einige Zeit gekocht und dann zu Mus zerstampft. Wenn nun die ganze so erhaltene Masse, wie dies meist geschieht, dem Koagulationsmittel zugesetzt wird, so erhält man allerdings eine trübe, breiartige Masse, von der wohl ein Teil in den Kautschuk übergehen und ihn verunreinigen wird.

Daß durch Verwendung des „*mwengere*“-Krautes, wo dasselbe leicht in genügender Menge beschafft werden kann, an Ausgaben für Koagulationsmittel gespart werden kann, ist unzweifelhaft. Ich erwähne in dieser Hinsicht, daß auf einer allerdings nicht sehr ausgedehnten Pflanzung, die Zapfer nur 3—4 wilde Orangen erhalten und sich aus diesen und *mwengere*-Kraut eine für den ganzen Tag ausreichende Menge von Koagulationsflüssigkeit herstellen.

Von vielen alten Zapfern wird auch behauptet, daß sie ohne Benutzung von „*mwengere*“-Kraut viel geringere Erträge erhalten und es ist bisher vielfach nicht gelungen, sie von dem Gegenteil zu überzeugen. In der Tat muß auch durch den Zusatz des *mwengere*-Krautes zu einem an sich zu schwachen Koagulationsmittel die Koagulation befördert werden, was darauf zurückzuführen ist, daß der Saft der genannten Pflanze ziemlich stark sauer reagiert. Außerdem zeigt derselbe übrigens auch die Eigenschaft, einen ziemlich beständigen Schaum zu bilden. Durch diese Schaumbildung und die breiige Konsistenz des mit dem *mwengere*-Kraut versetzten Koagulationsmittels wird vielleicht bewirkt, daß der aus den Wunden austretende Milchsaft nicht so leicht in alle kleinen Risse und Unebenheiten der Rinde eindringt und infolgedessen leichter abgesammelt werden kann. Mit Rücksicht auf die durch dasselbe bewirkten Verunreinigungen des

Kautschuks möchte ich aber doch von der Verwendung des *mwengere*-Krautes abraten.

II. Organische Säuren.

1. Essigsäure. Essigsäure wird zurzeit in Deutsch-Ostafrika in großen Mengen zur Koagulation des Milchsaftees verwandt und zwar meist in 2—3%iger Lösung oder auch gemischt mit Karbolsäure (s. d.). Mit Rücksicht auf die hohen Transportkosten wird die Säure meist in konzentrierter Form importiert.

Von Frank und Marckwald wird nun allerdings die Essigsäure vielfach als ein wenig zu empfehlendes Koagulationsmittel bezeichnet. Marckwald (I, 20) behauptet speziell: Die Koagulation mit Essigsäure „setzt den Nerv und die Lebensfähigkeit des Kautschuks herab“.

Was nun zunächst die erstere Angabe anlangt, so weiß ich nicht, durch welche Beobachtungen dieselbe bewiesen sein soll. Tatsache ist aber, daß unter den von Frank und Marckwald selbst untersuchten Kautschukproben die mit Essigsäure koagulierten zum Teil bei der Vulkanisation sehr nervige Produkte geliefert haben, wie dies aus der in Kapitel XVIII wiedergegebenen Tabelle sofort ersichtlich ist. Ebenso fand aber auch Wray (I) bei Vergleichung der mechanischen Eigenschaften von wildem Parakautschuk und teils nach der brasilianischen Methode, teils mit Essigsäure koaguliertem *Hevea*-Plantagenkautschuk, daß der letztere in manchen Beziehungen der beste war.

Die geringe Haltbarkeit des mit Essigsäure koagulierten Kautschuks soll nun aber nach Frank (IV, 19 u. V, 5) dadurch hervorgerufen werden, daß die Essigsäure „mit in der Milch enthaltenen Salzen Verbindungen eingeht, die, wenn auch nur zum kleinen Teil, mechanisch mit in die Kautschuksubstanz gehen können und in derselben festgehalten werden. Auch die intensivste Wäsche vermag die letzten Azetatteilchen nicht aus dem Kautschuk herauszubringen. Nun scheinen sich aber solche Azetate schon beim Vulkanisationsvorgang in der Kautschukmischung zu zersetzen und so sekundär nachteilig auf die fertigen Kautschukwaren einzuwirken“. Das von mir gesperit wiedergegebene Wörtchen „scheint“ zeigt wohl zur Genüge, daß die obigen Angaben noch nicht als exakt nachgewiesene Tatsachen anzusehen sind. Außerdem wurde bereits von Beadle und Stevens (vgl. o. S. 163) nachgewiesen, daß auch in dem wilden Parakautschuk beträchtliche Mengen von Säure enthalten sein können. In dem untersuchten Falle wurde darin sogar erheblich mehr Säure nachgewiesen als in den Kreppen von *Hevea*-Plantagenkautschuk. Auch von Schidrowitz und Goldsbrough (III) wurde nachgewiesen, daß der *Hevea*-Kautschuk bei der Koagulation mit Essigsäure ein erstklassiges Produkt liefert.

Es werden nun allerdings von Frank auch noch verschiedene Autoren angeführt, die sich für die Schädlichkeit der Essigsäure ausgesprochen haben sollen, so zunächst F. Clouth. In der zitierten Mitteilung dieses Autors (I) ist nun aber von einer Schädlichkeit der Essigsäure überhaupt nicht die Rede. Es heißt dort wörtlich:

„Was die Behandlung des Gummis anbelangt, so besorgen einige der Pflanzler das Koagulieren mittels Wasserzusatzes in der Sonne, andere mittels Alkohol oder Essig, einige wieder, indem sie einfach das Wasser, welches sich naturgemäß ansetzt,

in der Sonne oder in der Wärme verdunsten lassen. Hierauf wird das Gummi meistens in der Sonne getrocknet und dann entweder zu Platten gepreßt oder mittels einer Handwalze ausgewalzt und dann verschickt.“

„Ich habe die einzelnen Pflanzler darauf aufmerksam gemacht, daß ich dieses Trocknen in der Sonne nicht für richtig hielt, weil Licht überhaupt ein Feind des Gummis sei und weil dem Saft selbst, resp. den Platten, zu viel ätherische Öle entzogen würden. Einige haben versucht, das Gummi mittels Palmnüssen zu räuchern, andere wollen es im Schatten getrocknet haben, im ganzen bleibt man aber bei der vorher beschriebenen Art der Behandlung, weil die Leute durch die hohen Preise, die sie in Hamburg und England für ihre kleinen Quantitäten erzielt haben, sehr verwöhnt, sich einbilden, ihr Verfahren sei das richtige. Ich bewies ihnen an dünnen Häuten, daß das von der *Hevea* in Brasilien gewonnene Kautschuk sich viel länger ziehen lasse und sehr viel zäher sei, erhielt aber immer dieselbe Antwort: „Wir lösen ja 4—6 d mehr für das Kautschuk, als für Para gezahlt wird und muß doch wohl unser Verfahren das richtige sein.“ Sie sehen aber nicht ein, daß sie meiner Ansicht nach für viel mehr als 4 d bereits durch die Art der Behandlung des Kautschuks verloren haben.“

Aus dem Obigen zu folgern, daß der Herr Clouth die Ansicht hatte, daß speziell die Essigsäure als Grund der Minderwertigkeit des *Hevea*-Plantagenkautschuks anzusehen sei, erscheint mir gänzlich unstatthaft. Später wurde nun allerdings von Dominikus in der Gummizeitung (Bd. XXII, S. 931 Anm.) die obige Stelle in folgender Weise wiedergegeben:

„Einige Ceyloner Pflanzler haben versucht, den Gummi mittels Palmnüsse zu räuchern; im ganzen bleibt man aber bei der vorher beschriebenen Art der Behandlung (Koagulation durch Essigsäure), weil die Leute durch die hohen Preise, die sie in Hamburg und England für ihre Quantitäten erzielt haben, sehr verwöhnt, sich einbilden, ihr Verfahren sei das richtige. . . .“

Der von Dominikus gemachte Zusatz „Koagulation durch Essigsäure“ könnte allerdings für den, der die Originalmitteilung von Clouth nicht kennt, zu Irrtümern Veranlassung geben.

Ferner zitiert Frank (IV, 19) noch Wallace und Tucker:

„Wallace sagt, daß der Kautschuk aus Mal. States nicht so gut sei, wie er sein müßte und könnte, weil die Pflanzler Essigsäure zur Darstellung bringen, indem sie glauben, damit den brasilianischen Räucherprozeß nachbilden zu können. — Tucker berichtet an einer anderen Stelle, daß für isolierte Drähte die Verwendung von mit Säuren koaguliertem Kautschuk unbedingt vermieden werden müsse.“

Inwieweit nun aber in diesen Mitteilungen, die ich leider nicht im Original nachsehen konnte, der Nachweis erbracht ist, daß speziell Essigsäure als besonders schädlich anzusehen sei, vermag ich nicht zu beurteilen. Nach dem, was Frank aus der Tuckerschen Mitteilung berichtet, müßte aber Zitronensäure, die von Frank und Marckwald sehr empfohlen wird, ebenso schädlich wirken wie Essigsäure.

Wenn nun schließlich neuerdings von verschiedenen Autoren darüber geklagt wird, daß der *Hevea*-Plantagenkautschuk, der ja allerdings zum größten Teil durch Essigsäure koaguliert wird, in manchen Hinsichten dem wilden Parakautschuk nicht gleichkommt, so kann dies doch auch ebensogut in dem geringen Alter der Bäume, der kultivierten Varietät, dem Boden und Klima, der ganzen Präparationsart des Kautschuks und wohl auch noch in anderen äußeren Umständen seinen Grund haben. Wenn aber auch wirklich für die in Ostasien bei *Hevea* befolgte Zapf- und Präparationsmethode die ungünstige Wirkung der Essigsäure exakt nachgewiesen sein sollte, so würde hieraus noch immer nicht für die Zapfung von *Manihot Glaziovii* nach der Lewamethode mit Sicherheit das Gleiche zu folgern sein.

Um für die Lewamethode die Frage, ob die Essigsäure wirklich nachteilig wirkt, exakt zu entscheiden, dürfte es am zweckmäßigsten sein, Kautschukproben, die von den gleichen Bäumen stammen und sonst in ganz gleicher Weise präpariert sind, auf ihre mechanischen Eigenschaften und Dauerhaftigkeit zu untersuchen. Bevor dies geschehen, kann ich die Behauptungen von Frank und Marekwald nicht als exakt erwiesen ansehen.

2. Ameisensäure. Von dieser Säure genügt nach meinen Versuchen (II, 310) eine 2%ige Lösung. Bei einem später ausgeführten genaueren Vergleich zwischen gleich konzentrierten Lösungen von Ameisensäure und Essigsäure zeigte sich, daß die Ameisensäure etwas stärker koagulierend wirkt. Der relativ hohe Preis der Ameisensäure läßt aber die Verwendung derselben nicht zweckmäßig erscheinen.

3. Zitronensäure. Von kristallisierter Zitronensäure ist nach meinen Versuchen (II, 311) eine mindestens 3%ige Lösung zur Koagulation erforderlich. Mit Rücksicht auf den hohen Preis der Säure dürfte dieselbe für die Praxis nicht in Frage kommen können.

4. Milchsäure. Diese Säure wurde neuerdings zur Koagulation des Milchsaftes empfohlen. Nach meinen Versuchen hat dieselbe aber eine etwas geringere Koagulationswirkung als gleich konzentrierte Lösungen von Essigsäure, so daß der Preis nicht für die Anwendung der Milchsäure sprechen würde. Ob der damit koagulierte Kautschuk besonders gute Eigenschaften besitzt, ist noch festzustellen.

5. Oxalsäure. Unter der Bezeichnung Coalatex wurde von der Firma Lehmann und Voss ein Koagulationsmittel in den Handel gebracht, das in der Hauptsache aus Oxalsäure zu bestehen scheint. Ich (VI) habe mit diesem Mittel bei *Manihot Glaziovii* einige Versuche gemacht, fand aber, daß eine 10%ige Coalatexlösung nur annähernd so viel leistet wie eine 4%ige Karbolsäurelösung. Bei dem relativ hohen Preise des Coalatex kann diese Substanz somit für die Lewamethode nicht empfohlen werden.

6. Gerbsäure. Diese Säure wurde von mir (II, 310) in Form von 2- und 5%igen Lösungen von reinem Tannin erprobt, gab aber insofern ein unbefriedigendes Resultat, als die Koagulation auch nach längerer Zeit unvollständig blieb und das Fällungsprodukt eine eigenartig breiartig-schmierige Konsistenz besaß, wodurch die Einsammlung im großen sehr erschwert werden würde. Ähnliche Resultate erhielt ich übrigens auch mit einem Rindenextrakt von *Acacia decurrens*, den ich deshalb untersuchte, weil er in unserer Kolonie leicht in beliebigen Mengen zu beschaffen gewesen wäre. Der Extrakt wurde in der Weise hergestellt, daß getrocknete Rindenstücke gemahlen und dann unter Erwärmen mit der vierfachen Gewichtsmenge Wasser extrahiert wurden. Dieser Extrakt bewirkte nun aber eine ganz ähnliche breiartige Fällung wie reines Tannin.

III. Andere organische Verbindungen.

1. Karbolsäure. Mit Karbolsäure (Phenol) wurden zuerst auf der Plantage Lewa auf mein Anraten Versuche angestellt. Dieselbe ist später auf verschiedenen Plantagen zur Koagulation benutzt, und zwar in 2—3%iger Lösung. Bei Verwendung von roher Karbolsäure,

die sich in Wasser schwer löst, ist es notwendig, die Lösung vor dem Gebrauch gut zu schütteln, wozu man sich zweckmäßig eines Mischapparates bedienen kann. In Muhesa wurde zu diesem Zwecke mit gutem Erfolg eine Kesselmischmaschine von Zemsch (Wiesbaden) benutzt. Dieselbe kostet mit 50 l Inhalt loco Tanga ca. 105 Mark. Im allgemeinen dürfte sich die Verwendung eines möglichst vollständig löslichen Präparates empfehlen.

Der durch Karbolsäure koagulierte Milchsaft scheint im allgemeinen ein gutes Produkt zu liefern. Es wird aber mehrfach darüber geklagt, daß dasselbe auch nach der Vulkanisation noch nach Karbolsäure riecht. Auch ist die Farbe des mit roher Karbolsäure hergestellten Kautschuks wohl stets eine dunklere als bei der Benutzung von reiner Essigsäure. Besonders tritt eine Dunkelfärbung des mit Karbolsäure koagulierten Kautschuks dann ein, wenn derselbe irgendwie mit Eisen in Berührung kommt, da die Karbolsäure mit Eisensalzen eine dunkelviolette Färbung gibt.

Nach den Versuchen von Kinzelbach und mir (II, 26) ist nun übrigens durch Mischen von Karbolsäure, die im chemischen Sinne nicht als Säure, sondern als Alkohol aufzufassen ist, mit einer wirklichen Säure ein erheblich billigeres Koagulationsmittel herzustellen. Die Veranlassung zu diesen Versuchen gaben die mit Sisalsaft ausgeführten Untersuchungen, bei denen es aufgefallen war, daß von Karbolsäure im Vergleich mit Essigsäure und Orangensaft zur Erreichung einer guten Koagulation ein verhältnismäßig nur sehr geringer Zusatz erforderlich war. Es legte dies den Gedanken nahe, daß die Karbolsäure durch Mischung mit Säuren eine bedeutend stärkere Koagulation bewirkt als in reiner wässriger Lösung. Durch einige diesbezüglichen Versuche wurde sofort die Richtigkeit dieser Annahme bestätigt, und es zeigte sich auch, daß durch Vermischung von Karbolsäure mit organischen Säuren, wie Essigsäure oder Zitronensäure, ganz besonders billige Koagulationsmittel erhalten werden können.

Sehr gut bewährt hat sich in der Praxis z. B. ein Gemisch von 0,6% Karbolsäure und 0,3% Essigsäure, das auf verschiedenen Pflanzungen ausschließlich zur Koagulation benutzt wird. Auch ein Zusatz von Karbolsäure zu dem Saft von wilden Orangen hat sich vielfach gut bewährt. Wir erreichten z. B. eine gute Koagulation mit einem Gemisch von 0,4% Karbolsäure und 5% frisch ausgepreßtem Orangensaft.

2. Lysol und verwandte Stoffe. Lysol koaguliert nach den von mir (II, 311) ausgeführten Versuchen den Milchsaft ungefähr in der gleichen Weise wie Karbolsäure und es wäre eine 3%ige Lösung dieses Stoffes jedenfalls mit Vorteil zu verwenden. Da aber Lysol erheblich teurer ist als rohe Karbolsäure, wird man in der Praxis der letzteren den Vorzug geben müssen.

Nach bisher nicht publizierten Versuchen des Herrn Kinzelbach wurden auch gute Koagulationen erhalten mit Kresol (2,5 bis 2,8%), Kreolin (3%) und Kreosot (2%). Mit Rücksicht auf den Preis würden diese Stoffe aber schwerlich rentabler sein als Karbolsäure, eher könnte die desinfizierende Wirkung derselben, namentlich als Zusatz bei anderen Koagulationsmitteln, in Frage kommen.

3. Alkohol. Gewöhnlicher Äthylalkohol bewirkt nach bisher noch nicht publizierten Versuchen des Verfassers auch in einer Kon-

zentration von 10% noch keine ausreichende Koagulation, ebensowenig Gemische von 5 oder 10% Alkohol und 0,2% Essigsäure.

4. Formalin (2%) bewirkt eine nur sehr langsame Koagulation (Zimmermann II, 810), könnte aber schon wegen seiner Giftigkeit für die Koagulation am Baum nicht in Betracht kommen.

5. Pyridin wurde von mir (II, 310) in 2- und 4%iger Lösung erprobt, bewirkte aber keine für die Lewamethode ausreichende Koagulation.

IV. Anorganische Säuren.

1. Von Salz- und Schwefelsäure genügt nach meinen Untersuchungen (II, 310) ein Gemisch von 2 Gewichtsteilen der konzentrierten Säure mit 100 Teilen Wasser, um eine gute Koagulation zu erhalten. Der geringe Preis dieser Säuren (in Deutschland 13—15 Mark pro 100 kg) könnte auch die Benutzung derselben empfehlenswert erscheinen lassen. Demgegenüber ist jedoch zu berücksichtigen, daß das Manipulieren mit diesen scharfen Säuren große Übelstände mit sich bringen würde, u. a. würden selbst die verdünnten Säuren die zum Aufstreichen benutzten Pinsel oder dergleichen und die zum Anzapfen benutzten Messer in kurzer Zeit angreifen und unbrauchbar machen. Ferner ist auch sehr wahrscheinlich, daß die Rinde der Bäume durch die Mineralsäuren stärker beschädigt wird als durch organische Säuren oder neutrale Salze.

2. Fluorwasserstoffsäure (Purub). Unter der Bezeichnung Purub wird von der Gesellschaft m. b. H. Purub für diesen Zweck besonders rein hergestellte Fluorwasserstoffsäure (Flußsäure) in den Handel gebracht und auch für die Lewamethode empfohlen. Nach Versuchen von Kinkelbach und mir (I, 22) ist zur Anwendung bei der Lewamethode eine 1%ige Purublösung erforderlich. Beim Herstellen dieser Lösung ist einige Vorsicht geboten, da dieselbe die Haut stark angreift und sehr schmerzhaft Wunden verursachen kann. Auch sind bei Verwendung des Purub Metallgefäße zu vermeiden, da diese ebenso wie Glas von der Flußsäure angegriffen werden. Man stellt die entsprechende Lösung am besten in einem Holzfaß her und benutzt auch in der Pflanzung zweckmäßig Holzeimer oder solche aus komprimiertem Holzstoff.

Die Qualität des mit Purub koagulierten Kautschuks scheint nach Frank und Marckwald (I) eine gute zu sein. Infolge des hohen Preises des Purubs ist dasselbe aber bisher wenig im großen benutzt worden und es erscheint auch nach den bisher vorliegenden Untersuchungen zweifelhaft, ob die Kosten des Koagulationsmittels durch den höheren Preis des damit gewonnenen Kautschuks aufgewogen werden würden. Dasselbe gilt auch von Gemischen von Purub mit anderen billigeren Säuren, z. B. Essigsäure.

V. Anorganische Salze.

Chlorkalzium (Calcium chloratum, CaCl_2). Daß Chlorkalzium bei der Lewamethode zur Fällung des Kautschuks mit Vorteil zu benutzen ist, wurde von mir (XVI) nachgewiesen. Es ist seitdem auch bereits von verschiedenen Plantagen mit Erfolg angewandt worden, und zwar meist in einer etwa 2—3%igen Lösung. Diese ist ganz er-

heblig billiger¹⁾ als reine Essigsäure oder Karbolsäure oder das oben empfohlene Gemisch von beiden. Der durch Koagulation mit Chlorkalzium gewonnene Kautschuk ist bisher gleich gut bewertet wie der mit anderen Koagulationsmitteln gewonnene.

Bei dem Gebrauch des Chlorkalziums ist zu beachten, daß dasselbe stark hygroskopisch ist und aus der Luft schnell so viel Wasser anzieht, daß es sich verflüssigt. Es findet hierbei aber keinerlei Zersetzung statt. Es ist nur naturgemäß nicht so einfach, aus dem an der Luft verflüssigten Salze Lösungen von bestimmter Konzentration herzustellen. Man könnte aber in der Weise verfahren, daß man nach Öffnung eines Fasses gleich die ganze Masse in Petroleumtins oder dergleichen einfüllt, von denen jedes eine bestimmte Menge — etwa eine Tagesration — enthält. Wenn das Salz dann Wasser anzieht, so würde dies auf die Beschaffenheit der später daraus herzustellenden Lösungen ohne Einfluß sein. Auf manchen Pflanzungen sind zu diesem Zwecke auch zementierte Bassins gebaut, aus dem die gebrauchsfertige Lösung mit einem Hahn abgelassen werden kann.

Im Handel wird das Chlorkalzium gewöhnlich als *Calcium chloratum* bezeichnet und wird in sehr verschiedenen Graden der Reinheit hergestellt. Für unsere Zwecke genügt aber, wie die Versuche in Amani ergeben haben, ein unreines Präparat, das unter der Bezeichnung *Calcium chloratum crudum fusum* im Handel ist.

Baryumchlorid, Magnesiumchlorid und Magnesiumsulfat wirken zwar nach meinen Versuchen (XVI) ebenfalls ziemlich stark koagulierend, aber doch nicht so energisch wie Chlorkalzium.

Mit Alaun (5%ige Lösung), Ferrozyankalium (5%), Kaliumbichromat (5%) und Sublimat (1 u. 5%) erhielt ich (II, 310) ein ungünstiges Resultat. Eine nur unvollkommene Koagulation bewirkt ferner Kochsalz (2 und 5%). Kinzelbach (I, 169) fand Kochsalz auch als Zusatz zu *mbuyu*-Saft völlig unwirksam. Er hält einen solchen Zusatz sogar für direkt schädlich, weil das Kochsalz beim Trocknen des Kautschuks auskristallisiert und, sobald es mit feuchter Luft in Berührung kommt, wieder Wasser anzieht.

Nach Henry (I, 180) soll nun allerdings Salzwasser zur Koagulation den Vorteil bieten, daß es für einige Zeit die Termiten fernhält und ein leichteres Ausheilen der Wunden gestattet.

b) Die zum Transport des Koagulationsmittels dienenden Behälter.

Die Menge des von einem Zapfer pro Tag benötigten Koagulationsmittels richtet sich, wie wir sogleich noch näher sehen werden, in erster Linie danach, wie dasselbe auf die Stämme aufgetragen wird. Ich erwähne an dieser Stelle nur, daß die Zapfer auf den meisten Pflanzungen etwa 8—10 l Koagulationsmittel erhalten, häufig aber auch mehr, auf einer ca. 25 l. Der Transport derselben geschieht in diesen Fällen am besten in großen Eimern, doch sind Metalleimer bei den meisten Koagulationsmitteln, namentlich denen, die Säuren, wie Essigsäure oder gar Purub, enthalten, zu vermeiden. Auch die durch ihren geringen Preis in Frage kommenden Petroleumtins werden in diesen Fällen besser nicht benutzt. Besonders schädlich sind eiserne Gefäße bei solchen Koagulationsmitteln, die Gerbsäure enthalten, wie z. B.

1) In Tanga kostet zurzeit 1 l Essigsäure ca. 88 Heller, 1 l Karbolsäure 73 Heller und 1 kg Chlorkalzium 16 Heller.

das Fruchtmus des Affenbrotbaumes. Es kann in diesem Falle sehr leicht aus dem gelösten Eisen und der Gerbsäure das schwarz gefärbte gerbsaure Eisen (Tinte) entstehen und auch eine starke Schwärzung des Kautschuks eintreten. Diese tritt, wie bereits S. 190 hervorgehoben wurde, auch dann ein, wenn Karbolsäure mit Eisensalzen in Berührung kommt.

Zu empfehlen sind dagegen Holzeimer oder solche, die aus gepreßtem Holzmehl hergestellt sind. Namentlich die letzteren sind leicht, handlich und ziemlich dauerhaft; allerdings ist der Preis derselben ein ziemlich hoher.

Um nun aber die großen Eimer nicht immer mit sich herumschleppen zu müssen, erhalten die Zapfer außerdem zweckmäßig noch ein kleineres Gefäß, mit dem sie schnell von Baum zu Baum gehen, eventuell auch in die Bäume hineinklettern können. Sehr geeignet sind für diesen Zweck die ausgehöhlten Früchte des Affenbrotbaumes oder von Flaschenkürbissen, von denen in der Kolonie Varietäten mit sehr verschiedenartig gestalteten Früchten kultiviert werden. Für den genannten Zweck dürften diejenigen von etwa eiförmiger Gestalt am besten sein. Die größeren Früchte von Flaschenkürbissen werden auch stellenweise zum Ersatz von Eimern verwandt. Sie sind aber leider nicht sehr dauerhaft. Die Dauerhaftigkeit derselben kann aber erhöht werden, wenn man sie mit einem Geflecht von Stricken umgibt, das auch mit einem Henkel versehen ist und namentlich auch den Boden durch ein dickeres Flechtwerk schützt.

Auf einer Pflanzung sah ich auch, daß jeder Zapfer ein ca. 25 l fassendes Essigsäuredemijon erhielt und zugleich einen kleinen Eimer, den er je nach Bedarf aus dem in der Mitte seines Zapfgebietes aufgestellten größeren Behälter anfüllte.

c) Die zum Auftragen des Koagulationsmittels dienenden Instrumente.

Wenn man die Früchte der wilden Orangen zur Koagulation benutzt, so kann man in der Weise verfahren, daß man den Stamm direkt mit den halbierten oder an dem einen Ende geschälten und angeschnittenen Früchten bestreicht. Bei gleichzeitiger Benutzung von anderen Reagentien, z. B. verdünnter Karbolsäure, hat man auch wohl von dieser Flüssigkeit in die zum Teil ausgepreßten Zitronen hineingegossen und dann die Stämme damit eingerieben. Es ist in diesen Fällen aber unvermeidlich, daß die Rinde stark mit Partikeln des Fruchtfleisches verunreinigt wird. Auch ist, wie wir bereits oben sahen, in dieser Weise eine vollständige Ausnützung des Orangensaftes nicht möglich und ist es zweckmäßiger, den Saft auszupressen oder auszulaugen.

Um nun mit dem ausgepreßten Orangensaft sowie auch den anderen oben erwähnten Lösungen die Rinde zu bestreichen, benutzt man zweckmäßig billige Bürsten (Schuhbürsten) und Pinsel, die aber einigermaßen dauerhaft sein sollen. Steife Bürsten haben auch den Vorteil, daß sie eine schnellere und vollständigere Benetzung der Rinde ermöglichen.

Von den als billigeren Ersatz für diese Bürsten vorgeschlagenen Mitteln haben wohl Pinsel aus den Blättern der wilden Dattelpalme (*Phoenix reclinata*), die auch zum Mattenflechten verwandt werden und unter der Bezeichnung „ukindu“ in Deutsch-Ostafrika vielfach

auf den Markt gebracht werden, die besten Resultate geliefert. Doch werden auch diese ziemlich schnell abgenutzt.

Noch weniger bewährt haben sich dagegen die von mir (VIII) empfohlenen Pinsel, die aus gewissen Bambusstengeln (namentlich von *Dendrocalamus strictus*) durch Klopfen des einen Endes herzustellen sind. Diese sind zwar sehr billig; sie haben aber den Übelstand, daß sie sehr leicht fasern und daß die sich von denselben loslösenden Fasern mit in den Kautschuk gelangen, aus dem sie auch beim Waschen nur schwer entfernt werden können. Ähnliche Übelstände sind auch mit an einem Ende geklopften Sisalblättern, Sansevierienblättern, Fruchtstielen der Kokospalmen und dergleichen verbunden. Auch die auf verschiedenen Plantagen aus Sisalabfällen hergestellten Bürsten und Pinsel sind zwar sehr billig, aber wenig dauerhaft und fasern ebenfalls sehr stark. Auch die aus den Hülsen von Maiskolben hergestellten Pinsel erscheinen wenig dauerhaft.

Um nun zu verhindern, daß von den Pinseln aus Fasern auf die Rinde gelangen, hat man auch vielfach das Koagulationsmittel nicht auf den Baum aufgestrichen, sondern die Pinsel mehr nach Art einer Maurerquaste benutzt. Hierbei ist nun aber natürlich eine bedeutend größere Menge vom Koagulationsmittel erforderlich, was um so mehr ins Gewicht fällt, je höher der Preis desselben ist.

B. Das Anstechen der Rinde.

Wir wollen in diesem Kapitel zunächst die Frage erörtern, welche Größe und Orientierung die anzustechenden Flächen am zweckmäßigsten besitzen. Dann soll die Gestalt und Richtung der einzelnen Stiche besprochen werden. An dritter Stelle sollen sodann die verschiedenen zum Anstechen der Rinde benutzten Instrumente beschrieben werden. Schließlich soll noch das als „Nachstechen“ bezeichnete Verfahren behandelt werden.

a) Die Größe und Orientierung der anzuzapfenden Flächen.

Man könnte zunächst wohl daran denken, die gesamte Oberfläche des Stammes mit kleinen Stichen anzuzapfen (Fig. 104) und es wurde diese Methode auch zeitweilig angewandt. Es wird durch dieselbe auch sicher jedesmal dem Baume die größtmögliche Menge von Milchsafte entzogen. Trotzdem kann diese Methode nicht als rationell bezeichnet werden. Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß, wie in Kapitel X ausführlicher auseinandergesetzt wurde, bei jeder Verwundung der Rinde der Milchsafte aus beträchtlicher Entfernung nach den Wunden hinströmt und daß dadurch auch in der weiteren Umgebung derselben der den Austritt des Milchsafte bewirkende Druck vermindert wird. Wenn nun die ganze Rinde des Stammes gleichzeitig verwundet wird, so wird nur relativ wenig Milchsafte nach jeder einzelnen Wunde hinströmen und es wird infolgedessen auch aus jeder einzelnen Wunde nur relativ wenig Milchsafte austreten können. Bei rationellem Zapfen wird man aber in erster Linie darauf zu sehen haben, daß aus jeder Wunde, die ja immerhin mit einer gewissen Schädigung des Baumes verbunden ist, möglichst viel Milchsafte austritt.

Ferner ist diese Methode aber auch deshalb als irrationell zu bezeichnen, weil alle bei der Kautschukgewinnung auszuführenden

Manipulationen, das Aufbringen des Koagulationsmittels, das Anstechen und das Absammeln des Kautschuks, im Verhältnis zu dem erzielten Produkte um so weniger Arbeit erfordern, je mehr Kautschuk man von einer gleich großen Partie der Rindenoberfläche erhält. Aus den oben erwähnten Gründen wird man nun aber von einer angezapften Fläche um so mehr Kautschuk erwarten dürfen, je kleiner diese Fläche



Fig. 104. Auf der ganzen Oberfläche mit kleinen Messerstichen angezapfter Stamm von *Manihot Glaziovii*. 3 $\frac{3}{4}$ Jahre alt. Amani.

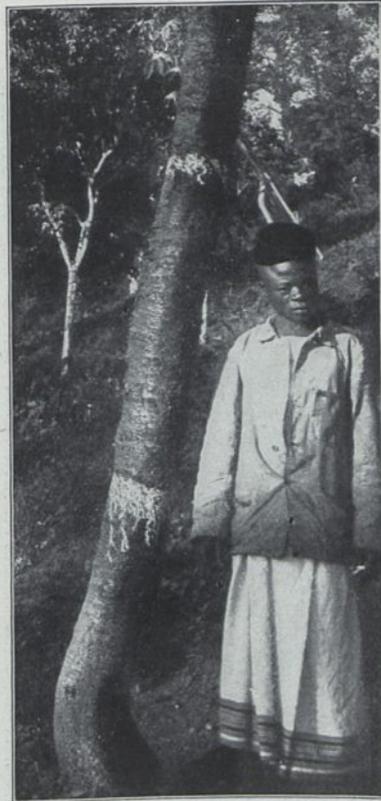


Fig. 105. Auf zwei ringförmigen Flächen angezapfter Stamm von *Manihot Glaziovii*. 3 $\frac{1}{2}$ Jahre alt. Amani.

ist, je mehr Milchsaft nach dem Anstechen von allen Seiten her nach den Wunden hinströmen kann.

Man könnte nun ferner daran denken, jedesmal niedrige, quer zu dem Stamm verlaufende Ringflächen anzuzapfen (Fig. 105), weil ja, wie wir S. 132 sahen, die Zuwanderung des Milchsaftes am schnellsten in der Längsrichtung des Stammes stattfindet. Ich habe auch in der Tat auf diese Weise bei verschiedenen Versuchsreihen sehr gute Erträge erhalten. Diese Methode ist aber dennoch aus verschiedenen Gründen als unrentabel zu bezeichnen. Zunächst müssen bei jeder Zapfung relativ sehr große Flächen mit dem Koagulationsmittel bestrichen werden; denn da der Milchsaft von den ringförmigen Flächen

nach unten am Stamm herabfließt, muß unterhalb des anzuzapfenden Ringes noch eine je nach der Ergiebigkeit des Milchsaftergusses etwa 20—30 cm hohe Rindenfläche mit dem Koagulationsmittel befeuchtet werden. Der Arbeiter muß hierbei und beim Anstechen der Bäume jedesmal ganz um den Baum herumgehen. Dann erfordert aber das Ab sammeln des Milchsafte bei den schmalen Ringflächen ganz unverhältnismäßig viel Zeit. Es beruht dies darauf, daß bei Anzapfung längsgestreckter Flächen der aus den übereinander liegenden Wunden



Fig. 106. Vierjähriger Stamm von *Manihot Glaziovii*, nach der ursprünglichen Lewamethode angezapft.

ausströmende Milchsaf zusammenfließen kann und daß infolgedessen bei einigermaßen reichlichem Milchsafteerguß ein System von zusammenhängenden Bändern entsteht, das in relativ kurzer Zeit von der Rinde abgenommen werden kann. Bei der Anzapfung von niedrigen Horizontalringen haben nun aber die aus den verschiedenen Wunden stammenden Bänder von koaguliertem Milchsaf nur wenig Gelegenheit, sich miteinander zu vereinigen und müssen somit größtenteils einzeln abgehoben werden, was wieder relativ viel Arbeitszeit erfordert. Bei Anwendung dieser Methode würde also ein Arbeiter einerseits relativ viel Koagulationsmittel nötig haben und in einer bestimmten Arbeitszeit relativ wenig Kautschuk abliefern.

Mit Rücksicht auf die Ausnützung des Baumes und die erforderliche Arbeitszeit ist nun aber die Orientierung der anzuzapfenden Flächen,

die bei der ursprünglichen Lewamethode stattfindet, als durchaus rationell zu bezeichnen. Nach dieser werden, wie Fig. 106 zeigt, Flächen von ungefähr rechteckiger Form angezapft, wobei die längere Seite des Rechtecks mit der Längsrichtung des anzuzapfenden Stammes oder Astes zusammenfällt. Die Breite der Flächen beträgt ca. 5—10, die Länge 30—40 cm. Von derartigen Zapfflächen wird nun an jedem Stamme eine je nach der Größe desselben größere oder geringere Anzahl angebracht. Wenn man bei älteren Bäumen außer dem Stamm auch die dickeren Zweige anzapfen will, so sind an diesen ebenfalls Zapfflächen von ähnlicher Größe — eventuell bei dünneren Zweigen von geringerer Breite — anzubringen. Jedenfalls sind aber die verschiedenen Zapfflächen

möglichst gleichmäßig über die gesamte Oberfläche des Stammes, eventuell der Zweige, zu verteilen. Es wird hierdurch erreicht, daß nach jeder Fläche hin ein möglichst starker Zustrom des Milchsaftes stattfinden kann. Andererseits wird auch durch die in der Längsrichtung des Stammes gestreckte Gestalt der anzuzapfenden Flächen erreicht, daß die Menge des nötigen Koagulationsmittels relativ gering ist und daß die aus den verschiedenen Wunden der gleichen Zapffläche entstehenden Streifen von koaguliertem Milchsaft sich möglichst miteinander vereinigen und somit leicht abgewickelt werden können.

In mancher Beziehung noch günstiger ist nun aber eine andere neuerdings wohl mehr in Gebrauch befindliche Zapfmethode, bei der jedesmal, wie unsere Fig. 107 zeigt, ein am ganzen Stamm herablaufender Längsstreifen angezapft wird. Will man ferner auch die Zweige anzapfen, so bringt man auch an diesen ähnliche Längsstreifen an, die möglichst mit den am Stamm angebrachten Streifen in Zusammenhang stehen.

Bei dieser Art der Zapfung kann allerdings hauptsächlich nur von den Seiten her ein Zustrom von Milchsaft nach den Zapfflächen zu stattfinden; dafür ist aber die mit dem Koagulationsmittel zu bestreichende Fläche noch kleiner und es wird auch ein noch vollständigeres Zusammenfließen des Milchsaftes stattfinden als bei der ursprünglichen Lewamethode.

Auch bei dicken Bäumen sollten aber bei Anwendung dieser Methode die Streifen nicht zu breit — nicht über etwa 5 cm breit — genommen werden, damit ein möglichst ergiebiger Milchsaftstrom von den Seiten aus stattfinden kann. Bei sehr dicken Bäumen dürfte es eher zweckmäßig sein, immer zwei einander gegenüberliegende Seiten des Stammes an dem gleichen Tage anzuzapfen.

Welche von den beiden letztgenannten Methoden, der ursprünglichen Lewamethode und der Längsstreifenmethode, in der Praxis die größeren Vorteile bietet, ist noch nicht exakt festgestellt. Es wird auch kaum möglich sein, eine für alle Fälle gültige Entscheidung zu treffen, weil die Vor- und Nachteile der beiden Methoden, der stärkere Zustrom des Milchsaftes von oben und unten her bei der ursprünglichen



Fig. 107. Nach der Längsstreifenmethode angezapfter Stamm von *Manihot Glaziovii*.

Lewamethode und die geringere Ausdehnung der mit dem Koagulationsmittel zu bestreichenden Flächen und das leichtere Einsammeln des koagulierten Milchsafte bei der Längsstreifenmethode, sich schwer in unter sich vergleichbaren Zahlen ausdrücken lassen. Nach allen, was ich bisher habe beobachten können, neige ich aber doch zu der Ansicht, daß die Längsstreifenmethode namentlich da, wo die Arbeitskräfte teuer sind, den Vorzug verdienen dürfte.

Bezüglich der Anzapfung der Zweige möchte ich noch darauf hinweisen, daß es auch bei Anwendung eines guten Koagulationsmittels, namentlich dann, wenn die Zweige eine rauhe Oberfläche besitzen und stärker gegen die Vertikale geneigt sind, häufig vorkommt, daß ein Teil des aus den Wunden austretenden Milchsafte auf den Boden herunterträufelt. Man kann diesen Milchsaft durch Unterlegen von großen Blättern (z. B. Bananenblättern) auffangen. Da auf dieselben stets auch etwas von dem Koagulationsmittel herabträufelt, wird der Milchsaft auf den Blättern gut koaguliert und kann leicht von denselben abgesammelt werden.

Will man auch die vom Boden aus nicht erreichbaren Teile des Stammes oder der Zweige anzapfen, so kann man zu diesem Zwecke Leitern benutzen, die sich die Eingeborenen auf primitive Art selbst herzustellen verstehen. Sehr leichte Leitern sind auch aus dickstämmigen Bambusarten (z. B. *Bambusa vulgaris*) anzufertigen. Auf einer Pflanzung sah ich ferner Leitern, die am oberen Ende mit einem Brett versehen waren, das derartig eingeschnitten war, daß es sich um den Stamm des Baumes herumlegte und so groß war, daß der Zapfer bequem darauf stehen und auch seinen Eimer mit Koagulationsflüssigkeit darauf stellen konnte.

Zu erörtern bleibt nun noch die Frage, wie die Zapfflächen am zweckmäßigsten an den aufeinander folgenden Tagen am Baume zu wählen sind. In dieser Hinsicht dürfte es nun wohl sicher am vorteilhaftesten sein, daß die gesamte Oberfläche des Stammes und der anzupfenden Zweige möglichst gleichmäßig angezapft wird und daß die an den aufeinander folgenden Tagen anzupfenden Flächen möglichst weit auseinander liegen. Bei Bäumen, die zum ersten Male angezapft sind, wird es ja auch leicht möglich sein, zu erkennen, welche Flächen noch nicht angezapft sind; später wird dies aber immer schwieriger werden, und man wird es dann namentlich bei der ursprünglichen Lewamethode, bei der sich wohl kaum eine in der Praxis durchführbare Regel aufstellen lassen wird, den Zapfern überlassen müssen, diejenigen Stellen zu finden, die am wenigsten angezapft sind und infolgedessen den meisten Kautschuk geben.

Bei der Längsstreifenmethode könnte man allerdings eher daran denken, einen bestimmten Turnus beim Zapfen einzuführen, indem man z. B. mit den Zapfflächen immer in der gleichen Richtung um die Bäume herumgeht. Es dürfte wohl gelingen, auch weniger intelligente Neger in diesem Sinne zu instruieren. Bei der großen Anzahl der anzulernenden Zapfer dürfte die Durchführung eines solchen Zapfmodus aber doch wohl auf Schwierigkeiten stoßen und wird man es wohl auch bei der Längsstreifenmethode im allgemeinen den Zapfern überlassen müssen, die Bäume möglichst gleichmäßig anzupfenden.

Erwähnen will ich noch an dieser Stelle, daß von Winton (I, 68) der Vorschlag gemacht wurde, die Kautschukbäume zunächst während zweier Monate

nur auf der einen Seite des Stammes anzuzapfen, den Baum dann einen Monat ruhen zu lassen, dann auch die andere Seite zwei Monate lang anzuzapfen, um nach einer Ruhepause von einem Monat wieder mit der ersten Fläche zu beginnen. Zwischen beiden Flächen sollen aber Streifen von $7\frac{1}{2}$ —10 cm Breite ganz ungezapft bleiben. Die Durchführung dieser Maßregel dürfte aber wohl in der Praxis auf große Schwierigkeiten stoßen.

Eher durchführbar erscheint es mir, wie auf Veranlassung von H. v. Horn an einer Anzahl von Pflanzen ausgeführt wurde, ein ca. 30 cm hohes Stück an der Basis des Stammes nicht anzuzapfen. Bei derartig gezapften Bäumen dürfte namentlich eine Regeneration der Bäume eher möglich sein, wenn die Stämme durch Überzapfen zu sehr erschöpft sind.

b) Die Gestalt und Richtung der Schnitte.

Die einzelnen auf einer jeden Zapffläche anzubringenden Schnitte werden jedenfalls zweckmäßig nicht zu lang genommen, weil einerseits durch lange Schnitte die Saftleitung in dem Baume zu sehr unterbrochen wird und andererseits aus kleineren Schnitten auch verhältnismäßig mehr Kautschuk ausfließt. Die Erfahrung hat auch gezeigt, daß man durch Schnitte, die etwa 8—10 mm breit sind, recht befriedigende Resultate erhält. Die Schnitte noch schmaler zu machen, erscheint mit Rücksicht auf die dann erforderliche größere Arbeitsleistung nicht ratsam.

Es fragt sich nun ferner, ob man die Schnitte besser der Längsrichtung des Stammes folgen oder senkrecht dazu, also horizontal verlaufen läßt. Längsverlaufende Schnitte haben nun allerdings den Vorteil, daß die leitenden Organe der Rinde durch dieselben weniger stark unterbrochen werden, dahingegen haben sie den Nachteil, daß sie infolge der Rindenspannung, die das Bestreben hat, die Schnitte noch mehr zu erweitern, weniger leicht vernarben. Dasselbe gilt übrigens auch von schräg geführten Schnitten. Wie ein mit überdies ziemlich breiten, schrägen Schnitten angestochener Stamm nach einiger Zeit aussieht, zeigt die umstehende Fig. 108.

Ferner ist aber noch zu beachten, daß der Zustrom des Milchsaftes infolge der besseren Kommunikation des Milchröhrensystems parallel der Längsachse des Stammes (vgl. S. 130) bei Längsschnitten weniger ergiebig ist, als bei Querschnitten.

Wie groß nun der Unterschied der Erträge zwischen gleich langen Quer- und Längsschnitten ist, wurde bisher noch nicht genau festgestellt. Immerhin sah ich aber, daß auf allen Pflanzungen, auf denen überhaupt eine sachgemäße Überwachung der Zapfer stattfindet, die Zapfschnitte vorwiegend in horizontaler Richtung verlaufen.

Schließlich ist noch die Frage zu erörtern, wie tief die Schnitte in die Rinde hineingetrieben werden sollen. Wie bereits in Kapitel VIII auseinandergesetzt wurde, bilden die Milchsaftgefäße in der Rinde zylindrische Platten, die konzentrisch ineinander geschachtelt sind. Während nun aber innerhalb dieser Platten eine offene Kommunikation besteht, sind die einzelnen Platten unter sich nicht verbunden und man wird also, wenn man den Milchsaft aus allen Platten zum Austritt bringen will, auch sämtliche Platten anschneiden müssen. Mit anderen Worten, man wird um so mehr Milchsaft erhalten, je tiefer man in die Rinde hineinsticht.

Der auf Fig. 88, S. 131 abgebildete Querschnitt zeigt ferner, daß die jüngsten Milchsaftgefäße dicht am Kambium liegen. Nach genaueren Messungen beträgt die Entfernung zwischen ihnen und dem Kambium

im allgemeinen 0,2—0,4 mm. Die direkte Beobachtung zeigt ferner, daß gerade die dicht am Kambium gelegenen Milchröhren den meisten Milchsafft austreten lassen.

Will man also alle Milchsafftzyylinder anschneiden, so erscheint es ausgeschlossen, daß hierbei das Kambium ganz geschont wird. Wenn es auch möglich wäre, ein Messer zu konstruieren, das bei einer ganz bestimmten Rindendicke gerade nur den letzten Milchröhrenzylinder anschneidet, so würde das gleiche Messer doch schon bei dem gleichen

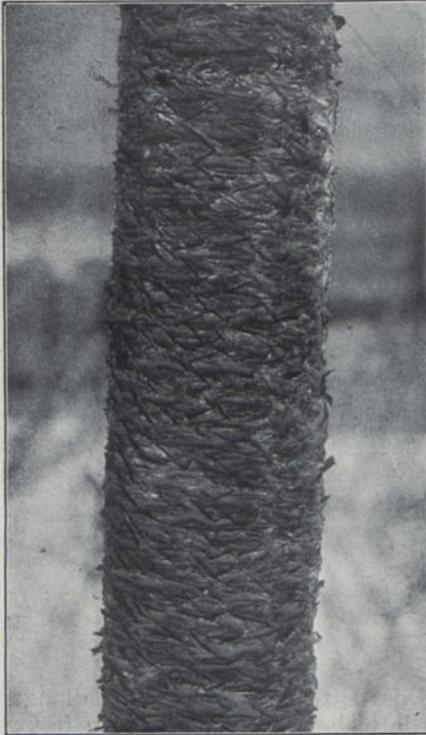


Fig. 108. Stück eines mit schiefen Schnitten angezapften Stammes.

Baume an anderen Stellen mit etwas abweichender Rindendicke entweder doch das Kambium verletzen oder nicht alle Milchröhrenzylinder anschneiden. Ebenso würde das Messer bei Anzapfung eines zweiten Baumes, wenn derselbe auch das gleiche Alter besitzt, wie der erste, nur ausnahmsweise gerade vor dem Kambium Halt machen.

Es fragt sich also, ob man lieber die Verletzung des Kambiums mit in Kauf nehmen oder in manchen Fällen auf das Anschneiden der innersten Milchsafftzyylinder verzichten, sich also mit einem geringeren Ertrage begnügen soll.

In dieser Hinsicht ist nun zunächst hervorzuheben, daß man zwar ziemlich allgemein angibt, daß eine Verletzung des Kambiums für den Baum besonders schädlich sei. Dies ist nun auch für die *Hevea*-Schabmethode (vgl. S. 167), bei der die Rinde auf große Strecken vollständig entfernt wird und bei Bloßlegung des Holzes nur schwer eine Neubildung des Kambiums stattfinden könnte,

unstreitig völlig richtig. Bei den feinen Stichen der Lewamethode wird nun aber stets nur ein ganz schmaler Streifen des Kambiums verletzt und es kann infolgedessen relativ leicht von allen Seiten her eine Regeneration des Kambiums eintreten. Es läßt sich auch in der Tat leicht beobachten, daß das Kambium, wenn es glatt durchschnitten wird, sich schnell wieder zu einer zusammenhängenden Schicht regeneriert.

Ich glaube somit, daß man gegen eine Verletzung des Kambiums keine so großen Bedenken zu haben braucht und es dürfte auch in der Tat bei mindestens 99% von allen Schnitten, die bisher in Deutsch-Ostafrika nach der Lewamethode ausgeführt sind, das Kambium mit verletzt sein.

Eine andere Frage ist es, inwieweit Schnitte, die über das Kambium hinaus in das Holz hineingehen, den Baum schädigen. In dieser Hinsicht ist nun zunächst zu beachten, daß allerdings eine jede Verwundung des Holzes das Absterben der in der Nähe des Schnittes gelegenen Holzzellen bewirkt. Wie weit das Absterben geht, kann man an der Bräunung der abgestorbenen Zellen leicht erkennen. Da ferner im Holz nicht wie beim Kambium eine Regeneration der abgestorbenen Zellen stattfindet, die gebräunten Partien vielmehr unverändert im Holzkörper liegen bleiben, resp. nach Regeneration des Kambiums neue gesunde Holzelemente außerhalb derselben abgelagert werden, so kann man auch bei alten Stammstücken an dem Vorhandensein von braunen Flecken im Holz noch deutlich wahrnehmen, inwieweit das Holz beim Zapfen verletzt ist. Ich glaube nun auch auf Grund von auf verschiedenen Plantagen ausgeführten Untersuchungen, daß man fast bei jedem viel angezapften Stamme zahlreiche derartige braune Flecken im Holz wird auffinden können.

Da nun aber durch die Elemente des Holzes einerseits das aus den Wurzeln aufgenommene Wasser und die in demselben gelösten anorganischen Nährstoffe in die Laubkrone des Baumes hinaufbefördert werden und andererseits auch die in den Blättern gebildeten organischen Substanzen (Stärke, fette Öle usw.) aufgespeichert und auch bis zu einem gewissen Grade nach den Verbrauchsorten hintransportiert werden, so wird durch Tötung, resp. Außerfunktionssetzen von Teilen des Holzkörpers die Möglichkeit des Wassertransportes und auch der Speicherung organischer Nährstoffe an diesen Stellen aufgehoben und es wird der hierdurch der Pflanze erwachsende Schaden natürlich um so größer sein, je größer und zahlreicher die abgestorbenen Partien sind.

Daß nun aber auch durch zahlreiche und zum Teil ziemlich tief in das Holz hineingehende Schnitte die Lebensfähigkeit der Bäume nicht sehr stark beeinträchtigt wird, zeigen die auf zahlreichen Pflanzungen gemachten Erfahrungen. Immerhin ist es doch sicher empfehlenswert, eine Verletzung des Holzes beim Anzapfen der Bäume möglichst zu vermeiden.

c) Die zum Anstechen der Rinde dienenden Instrumente.

Wie wir im vorigen Kapitel sahen, sollen die Zapfmesser dazu dienen, eine große Anzahl von ca. 1 cm breiten, horizontalen Schnitten in der Rinde zu erzeugen.

Um diese Arbeit möglichst schnell verrichten zu können, hat man nun verschiedene und zum Teil sehr kostspielige und komplizierte Instrumente konstruiert, mit denen stets eine größere Anzahl von Schnitten gleichzeitig angebracht wird. Mit dem in Fig. 109 I abgebildeten Instrumente sollen eine große Anzahl von längsstehenden Keilen in den Baum hineingepreßt werden, mit dem in Fig. 109 II abgebildeten eine Anzahl Nägel. Das dritte Instrument (Fig. 109 III) erzeugt zwar horizontale Schnitte, ist aber viel zu kompliziert, um für den Gebrauch im großen in Betracht kommen zu können. Ein mit verstellbaren und in jeder Lage fixierbaren Klingen versehenes radartiges Instrument wurde auch von dem früheren Leiter der Plantage Greiz konstruiert. Das betreffende Instrument ist aber nur für junge Bäume zu verwenden, weil man mit demselben bei älteren schwer den zum Durchstechen der dicken Borkenschichten nötigen

Druck ausüben kann. Außerdem hat das Instrument den Nachteil, daß die Messer in der Rinde etwas gedreht werden, wodurch die Milchsaftgefäße zum Teil zusammengedrückt werden. Auch dürfte schon der hohe Preis des Instrumentes der allgemeinen Anwendung desselben entgegenstehen.

Ich habe bisher keines dieser Instrumente in der Praxis in Gebrauch gesehen und kann auch keines derselben zur Anwendung empfehlen.

Ob das Kelway-Bambersche Messer (s. u. Fig. 123), auf das wir später noch zurückkommen, auch bei der Lewamethode zu verwenden sein wird, ist noch zu erproben. Nach einigen diesbezüglichen Versuchen scheint mir dies nicht unwahrscheinlich. Allerdings

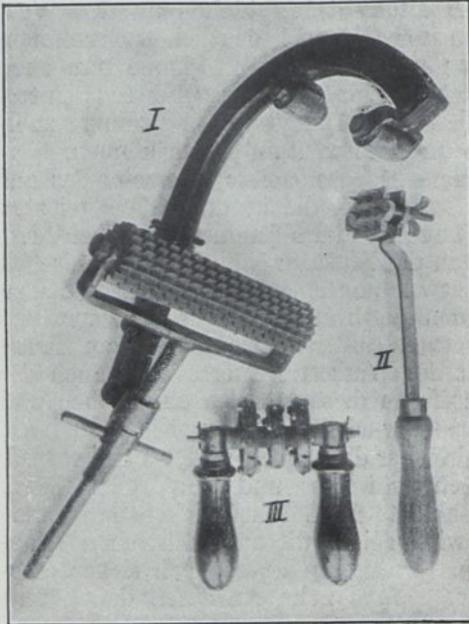


Fig. 109. Verschiedene Zapfinstrumente für die Lewamethode.

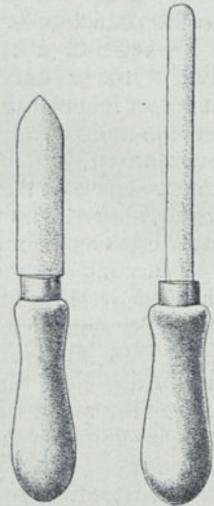


Fig. 110. Zapfmesser.

wäre das Messer in soliderer und billigerer Form auszuführen als dies bisher geschehen.

Im übrigen glaube ich, daß man mit jedem vorn etwa 1 cm breiten, soliden Messer am schnellsten und billigsten zum Ziele gelangt. Hauptsache ist jedenfalls, daß die Messer jederzeit gut scharf gehalten werden und nach hinten zu sich nicht zu schnell verdicken, so daß die Milchsaftgefäße glatt durchschnitten und nicht zusammengedrückt werden.

Zwei einfache und zugleich sehr billige Zapfmesser sind in Fig. 110 abgebildet. Von denselben dürfte das schmalere Messer am meisten zu empfehlen sein. Auf verschiedenen Pflanzungen wurde übrigens die Erfahrung gemacht, daß das Arbeiten mit diesen Messern weniger ermüdet, wenn die Klängen derselben nicht steif, sondern etwas elastisch sind. Derartige Messer mit elastischer Klinge werden u. a. von der Westdeutschen Handels- und Plantagengesellschaft in Tanga in den Handel gebracht. Recht gut bewährt haben sich in Amani auch die

sogenannten Buchbindermesser, die nur vor dem Gebrauch mit einer breiten und möglichst flachen Schneide versehen werden müssen.

d) Das Nachstechen.

Nach der von einem früheren Assistenten der Plantage Lewa, dem Herrn Leipold, ersonnenen Methode verfahren die Zapfer in der Weise, daß sie, nachdem sie eine Anzahl Bäume nach der ursprünglichen Lewamethode oder nach der Längsstreifenmethode angezapft haben, wenn der Milchsaft aufgehört hat zu fließen, mit dem ersten Baume beginnend und, ohne den koagulierten Milchsaft vorher abzunehmen, nochmals in die alten Zapfflächen hineinstechen. Der aus diesen Wunden herausfließende Kautschuk wird dann gemeinsam mit dem aus den zuerst gemachten Wunden stammenden abgenommen.

Durch dies als „Nachstechen“ bezeichnete Verfahren wird erreicht, daß von der gleichen Zapffläche mehr Kautschuk erhalten wird und daß infolge des stärkeren Zusammenfließens der koagulierten Milchsaftstreifen das Absammeln derselben sich schneller ausführen läßt. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß jede Wunde dem Baume eine gewisse Schädigung zufügt und daß somit das Nachstechen nur dann als eine rationelle Maßregel angesehen werden kann, wenn dadurch wirklich eine entsprechende Vermehrung der Milchsafterträge erhalten wird. Wie groß nun aber die durch das Nachstechen zu erhaltenden Mehrbeträge unter Umständen sein können, zeigt der nachfolgende, von mir auf der Pflanzung Muhesa ausgeführte Versuch:

Bei demselben wurden am 21. Juni 1912 77 fünfjährige Bäume, die durchschnittlich einen Stammumfang von 50,6 cm besaßen, zunächst zwischen 6 Uhr 35 Minuten und 7 Uhr 5 Minuten nach der Längsstreifenmethode angezapft. Der ausgetretene Kautschuk wurde dann in diesem Falle, um sein Gewicht feststellen zu können, abgesammelt und hatte nach starkem Auspressen ein Gewicht von 495 g (pro Baum 6,43 g). Nach dem Abnehmen des Kautschuks wurden dann die gleichen Flächen der betreffenden Bäume von 8 Uhr 5 Minuten an nochmals in der gleichen Weise angestochen und es wurde dann der austretende Kautschuk gesammelt und in gleicher Weise ausgepreßt und gewogen. Das Gewicht betrug 370 g (pro Baum 4,81 g). Die durch das Nachstechen erhaltene Kautschukmenge betrug also in diesem Falle 74,7% von der beim ersten Anstechen erhaltenen Kautschukmenge.

Unter ähnlichen Bedingungen, wie bei dem obigen Versuch würde das Nachstechen in der Tat als rentabel zu bezeichnen sein. Denn das Nachstechen erfordert relativ wenig Zeit.

Wenn zur Zeit des Nachstechens das Koagulationsmittel eingetrocknet ist, kann man die Stämme zuvor wieder damit bespritzen. Auch Anfeuchtung mit reinem Wasser wird im allgemeinen genügen.

C. Das Absammeln des koagulierten Milchsaftes.

Mit dem Absammeln der auf der Rinde koagulierten Milchsaftbänder kann begonnen werden, sobald dieselben so weit erstarrt sind, daß sie sich leicht und vollständig von der Rinde ablösen lassen. Ein vollständiges Eintrocknen der Milchsaftbänder, das bei heißer und trockener Witterung und namentlich dann, wenn die Stämme von der Sonne beschienen werden, relativ schnell eintritt, ist auf alle Fälle zu vermeiden, weil der eingetrocknete Milchsaft von *Manihot Glaziovii* so fest an der Rinde haftet, daß er nur sehr schwer von derselben losgelöst werden kann. Im allgemeinen wird ein Mann je nach der Witterung 5—30 Bäume anzapfen können, bevor er mit dem Einsammeln des Kautschuks beginnt.

Das Einsammeln des Kautschuks geschah nun früher allgemein in der Weise, daß der Zapfer sich zunächst aus abgenommenen Milchsaftbändern einen kleinen Ball anfertigte und mit diesem dann auf den Zapfflächen unter ziemlich festem Andrücken hinrollte. Da die feuchten Milchsaftstreifen leicht zusammenkleben, werden diese dann an der Kugel festhaften und es können so bei einiger Übung alle Milchsaftbänder schnell abgewickelt und zu einem großen Balle vereinigt werden.

Unvermeidlich ist natürlich bei dieser Art des Abnehmens, daß viel Schmutz, wie Rindenteile, Erde und dergleichen, mit in den Ball hineingelangt. Man hat deshalb auch mehrfach in der Weise verfahren, daß man den Kautschuk nicht zu Bällen aufwickelt, sondern die ja im allgemeinen zu Netzen vereinigten Bänder von koaguliertem Milchsaft von der Rinde abzieht und dann entweder auf einem Brettchen oder dergleichen zusammendrückt oder in ein Gefäß mit Wasser oder auch in den das Koagulationsmittel enthaltenden Eimer hineinwirft. Es kann so in der Tat ein etwas reinerer Kautschuk erhalten werden; ganz rein wird derselbe aber auch in dieser Weise nicht zu gewinnen sein und namentlich dann, wenn man den Kautschuk doch alsbald in die Waschwalze bringt, dürfte es gleichgültig sein, ob derselbe etwas mehr oder weniger verunreinigt ist.

Gerade für das spätere Waschen bietet nun aber der in Bändern abgezogene Kautschuk, wenn er nicht vorher zusammengepreßt wird, den Vorteil, daß aus demselben viel leichter der Überschuß des Koagulationsmittels ausgewaschen und daß der aus lockeren Bändern bestehende Kautschuk auch viel leichter fein ausgewalzt werden kann als der in Bällen zusammengepreßte Kautschuk. Wenn man mit Rücksicht hierauf den Kautschuk in Bändern von der Rinde abzieht, so darf man allerdings die Bänder nicht vor dem Auswalzen in Fladen oder dergleichen zusammenpressen.

Auf der anderen Seite ist aber zu berücksichtigen, daß die Arbeiter, wenn sie den Kautschuk in Bällen oder dergleichen abwickeln, schneller arbeiten und also auch im allgemeinen größere Erträge pro Tag abliefern können. Das Abziehen in Bändern kann also gegenüber dem Abwickeln nur dann als rentabler angesehen werden, wenn durch die damit verbundene Qualitätsverbesserung und leichtere Präparationsfähigkeit die geringere Arbeitsleistung des Mannes ausgeglichen wird. Im allgemeinen dürfte dies wohl nicht der Fall sein.

Um nun das Abwickeln des Kautschuks, das in der Tat die am meisten Zeit erfordernde Manipulation bei dem ganzen Zapfen darstellt, zu erleichtern, wurden verschiedene Instrumente konstruiert. Ich erwähne an dieser Stelle eine Gummiwalze, in deren Inneren sich eine etwas biegsame Stahlwalze befindet. Dieser Apparat ist aber einerseits viel zu teuer und auch deshalb, weil zur Handhabung desselben stets beide Hände erforderlich sind, wenig empfehlenswert. Das Instrument ist auch, soviel mir bekannt, nirgends in der Praxis eingeführt.

Dahingegen wird der Kautschuk vielfach auf zylindrischen Stäben aufgewickelt. Man kann sich dieselben leicht aus beliebigem Holz oder auch aus Bambusstengeln herstellen. An letzteren wird man allerdings vorher zweckmäßig die glatte Außenschicht, an der der Kautschuk weniger gut haftet, vorher entfernen. Die Stäbe haben zweckmäßig eine Länge von etwa $\frac{1}{2}$ m und einen Durchmesser von

ca. 3 cm. Ein Vorteil dieser Methode ist noch, daß der Kautschuk leichter in Form von größeren Platten erhalten werden kann.

Der letztere Zweck wird beim Zapfen in Bällen nach der von Herrn von Donop erfundenen Methode dadurch erreicht, daß man die Kautschukstreifen um eine Holzkugel herumwickelt. Wird dann ein solcher

Ball, wie auf Fig. 111 abgebildet ist, zerschnitten, so erhält man vier Teilstücke, die sich leicht in einzelne Schalenstücke zerreißen lassen. Letztere können dann noch weiter ausgewalzt werden. Durch das Zapfen um die Holzkugel wird in diesem Falle erreicht, daß auch

die innersten Schalenstücke eine nicht allzu geringe Größe besitzen. Der Durchmesser der Holzkugel, die natürlich nicht fein abgedreht zu sein braucht, sollte etwa 5—6 cm betragen.

Schließlich möchte ich an dieser Stelle noch hervorheben, daß es namentlich bei älteren Bäumen mit rauher Rinde

sehr schwer gelingt, den Kautschuk vollständig aus allen Rissen und Spalten herauszuziehen. Wenn man also von dem Arbeiter verlangen wollte, daß er auch das letzte Krümelchen von Kautschuk einsammelt, so würde seine Arbeit dadurch sehr stark verlangsamt werden. Es ist jedenfalls rentabler, auf eine geringe Kautschukmenge zu verzichten, wenn durch das Absammeln derselben die Arbeitsleistung des Mannes, die ja für die Rentabilität der Kautschukpflanzung in erster Linie maßgebend ist, bedeutend herabgesetzt werden würde. Auf der anderen Seite wird man aber auch darüber zu wachen haben, daß nicht zu viel Kautschuk auf den Stämmen zurückbleibt, nur darf man dabei nicht allzu peinlich verfahren.

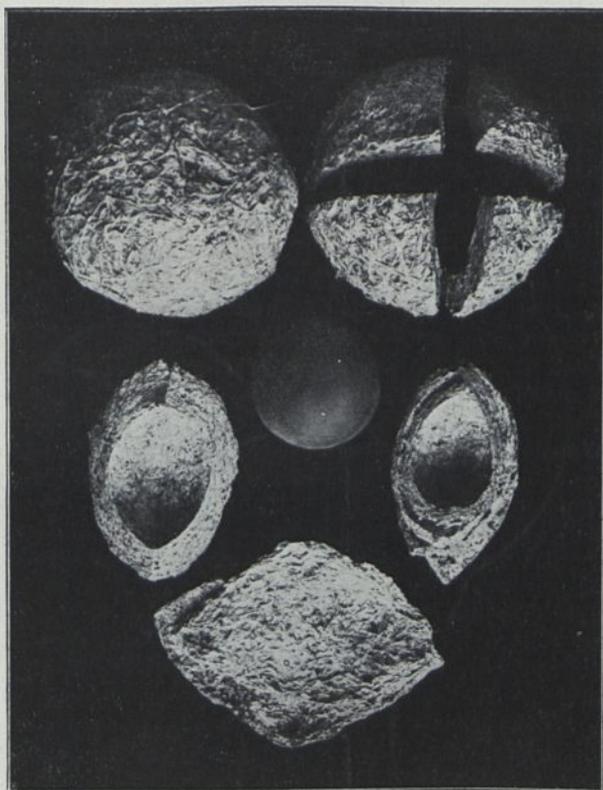


Fig. 111. Obere Reihe: Ball um eine Holzkugel gewickelt und aufgeschnitten. Mittlere Reihe: Holzkugel und ein Viertel der Kautschukhohlkugel, rechts in Schalenstücke zerlegt. Unten: Zwei einzelne Schalenstücke, schwach ausgewalzt.

D. Die Abnahme des Kautschuks.

Um die Zapfer dazu anzuspornen, möglichst viel Kautschuk abzuliefern, wird man dieselben sicher am besten in Akkord arbeiten lassen, d. h. ihnen einen der Menge des angelieferten Kautschuks entsprechenden Lohn auszuzahlen. An ungeübte Leute wird man allerdings anfangs keine allzu hohen Anforderungen stellen dürfen und wird dieselben auch wohl zweckmäßiger zunächst in Tagelohn zapfen lassen. Man wird aber jedenfalls gut tun, auch bei ihnen von Anfang an die Menge des eingesammelten Kautschuks genau festzustellen und die schlechten Zapfer in erster Linie durch sachgemäße Unterweisung



Fig. 112. Abnahme des Kautschuks auf der Pflanzung Kifulu.

und nur im Notfalle und bei wirklich nachgewiesener Faulheit durch Strafen zur Ablieferung größerer Kautschukmengen zu bringen.

Auf alle Fälle ist es aber von Wichtigkeit, daß bei der Abnahme des Kautschuks (Fig. 112) die Arbeitsleistung eines jeden Mannes schnell festgestellt werden kann. Zu diesem Zwecke bedient man sich wohl allgemein mit Teller versehener Federwagen, die direkt das Gewicht der Kautschukbälle oder dergleichen anzeigen. Wenn dann für jeden Arbeiter das Gewicht des eingelieferten Kautschuks täglich notiert wird, so kann man sich leicht über die Leistungen seiner verschiedenen Arbeiter ein Urteil bilden.

Wichtig ist hierbei aber natürlich, daß die Zapfer auch Kautschuk von gleicher Qualität abliefern, daß namentlich der Wassergehalt desselben auch annähernd der gleiche ist, weil sonst die Leute, die feuchteren Kautschuk anbringen, bedeutend im Vorteil sein würden. Es wird

deshalb auch vielfach in der Weise verfahren, daß man den Kautschuk vor der Abnahme durch Aufseher kontrollieren und abnorm feuchten Kautschuk auspressen läßt. Auf manchen Pflanzungen läßt man den Kautschuk auch vor der Abnahme durch eine Walze gehen, um ein trockneres Produkt zu erhalten.

Außerdem hat man bei der Abnahme auch darauf zu achten, daß von den Zapfern nicht, um ein größeres Gewicht zu erzielen, absichtlich Steine und andere grobe Verunreinigungen mit in den Kautschuk hineingebracht werden. Ein derartiger Betrug ist naturgemäß bei großen Bällen am leichtesten möglich. Diese wird man deshalb zweckmäßig vor der Annahme durchschneiden lassen.

4. Die Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode.

Die von Kelway-Bamber (II, 122) zunächst für *Hevea brasiliensis*, von Sandmann (I) aber auch speziell für *Manihot Glaziovii* empfohlene Methode soll nach den Angaben des zuletzt genannten Autors in folgender Weise ausgeführt werden:

Zunächst wird dem Milchsafte durch eine der Längsrichtung des Stammes folgende flache Rinne (Fig. 113) die Bahn vorgezeichnet, in der der Milchsafte nach unten fließen soll. Am unteren Ende dieser Rinne wird sodann eine kleine Metallrinne in die Rinde eingeschoben, durch die der Milchsafte in ein untergestelltes Auffanggefäß geleitet wird. Sodann wird am oberen Ende der Rinne ein Tropfbecher angebracht, durch den ein langsamer Strom von Wasser oder verdünnter Ammoniaklösung in die Bahn des Milchsafte geleitet wird. Schließlich werden in die am Stamm befindliche Rinne mit einem eigens hierfür konstruierten Instrumente kleine Einschnitte gemacht, durch die der Milchsafte zum Austreten gebracht wird.

Wir wollen nun auf die einzelnen bei dieser Methode auszuführenden Manipulationen etwas näher eingehen.

A. Die Tropfbecher.

Die Tropfbecher (Fig. 114) sollten nach der ursprünglichen Idee von Sandmann aus einem dünenförmigen Blech bestehen, das am oberen Ende derartig umgebogen ist, daß es an einem Draht aufgehängt werden kann (Fig. 115) und am



Fig. 113. Stamm von einem $6\frac{1}{2}$ Jahre alten Baume von *Manihot Glaziovii* nach der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode angezapft.

unteren spitzen Ende eine feine Öffnung besitzt. Durch diese Öffnung sollte ein Bindfaden oder dergleichen gezogen werden, der mit einem Knoten versehen war, der so dick war, daß er durch die Öffnung des Tropfbeckers nicht hindurchging. Das aus dem Loch heraushängende, etwa 5 cm lange Ende des Fadens sollte dazu dienen, die aus dem Tropfbecher austretende Flüssigkeit in das obere Ende der am Baum angebrachten Rinne hineinzuleiten. Durch Anziehen oder Lockern des Fadens, wodurch der Knoten fester oder schwächer gegen die Öffnung gedrückt wurde, war auch eine gewisse Regulierung des Wasseraustrittes möglich. Bei den in Amani und Longuza gemachten Versuchen, bei denen verschiedene Arten von Bindfäden, Wollfäden und dergleichen zur Verwendung kamen, stellte sich nun aber heraus, daß die Schnelligkeit, mit der die Flüssigkeit aus den Tropfbeckern ausfloß, sich fortwährend änderte und es erschien nicht möglich, in dieser Weise ohne fortwährende Regulierung einen auch nur einigermaßen gleichmäßigen Flüssigkeitsstrom zu erhalten.



Fig. 114. Tropf-
becher nach Sand-
mann (C. Schlie-
per).

Von dem Leiter der Unionplantagen, Herrn Bresgott, wurde nun vorgeschlagen, die Fäden durch einen etwa 2 mm dicken Draht zu ersetzen. Es gelang so allerdings, einen etwas gleichmäßigeren Strom

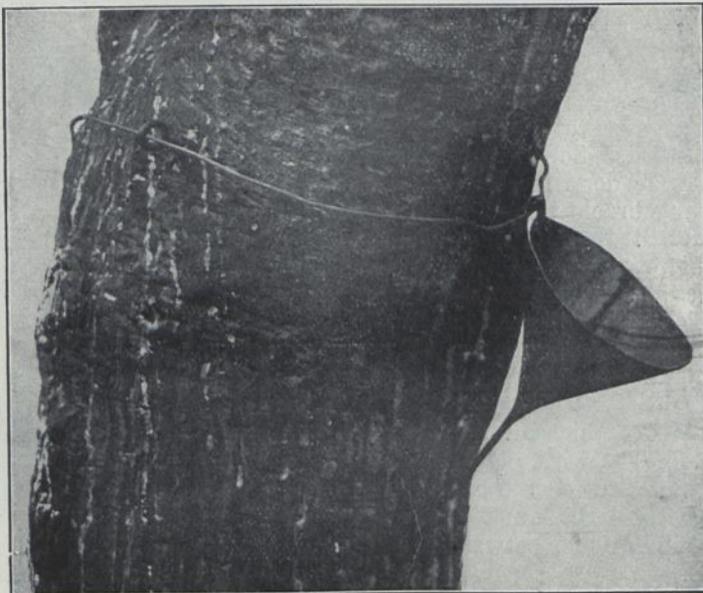


Fig. 115. Tropfbecher, am Baume befestigt.

zu erhalten, aber auch die später auf Veranlassung von Sandmann in Deutschland in dieser Weise hergestellten Tropfbecher sind ohne Nachfeilen und fortwährendes Regulieren nicht zu verwenden.

Um nun aber zunächst über die bei *Manihot Glaziovii* durch Verwendung der Tropfbecher zu erzielenden Vorteile ein Urteil zu gewinnen, habe ich aus einer großen Anzahl in Amani angefertigter Tropfbecher solche ausgewählt, bei denen die eingefüllte Flüssigkeit (50 ccm) in etwa 20 Minuten ausfloß und diese Becher wurden dann für die im nachfolgenden beschriebenen Versuche verwandt.

Als Zweck der Tropfbecher wird nun von Sandmann angegeben, daß durch den aus denselben in den Rinnen herabfließenden langsamen Strom von Wasser oder Ammoniaklösung der Milchsaff in die Auffanggefäße heruntergespült wird, so daß die Menge des in den Rinnen zurückbleibenden Milchsaffes (Skraps) vermindert wird und daß andererseits der Verschluß der Wunden infolge von Koagulation an denselben durch das fortwährende Abspülen des Milchsaffes verlangsamt werden soll, so daß aus den Wunden mehr Milchsaff austreten kann.

Nun ist aber zu bemerken, daß der mit Wasser verdünnte Milchsaff von *Manihot Glaziovii* stets erheblich schneller koaguliert wie unverdünnter Milchsaff. Um ferner über die Wirkungsweise des Ammoniaks ein Urteil zu gewinnen, habe ich (XII, 369) zwei Versuche angestellt, die hier zunächst wiedergegeben werden sollen.

Bei dem ersten Versuche wurden je 40 ccm frisch gezapfter Milch von *Manihot Glaziovii* durch Verdünnen mit Wasser auf das 10 fache Volum gebracht und es wurden dabei die in der obersten Reihe der beistehenden Tabelle angegebenen Mengen von Ammoniak zugesetzt. Als Stammlösung diente dabei eine Lösung, die im Liter 185 ccm Liquor Ammonii caustici pur. (D = 0,925 mit 20% NH₃), also 3,7% NH₃ enthielt. Die in den verschiedenen Gemischen koagulierten Kautschukmengen wurden zu verschiedenen Zeiten herausgenommen und nach dem Auswalzen und Trocknen gewogen. Die so erhaltenen Gewichtsmengen sind in Prozenten der Gesamtmenge in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

Nach:	10% der Lösung	5% der Lösung	1% der Lösung	0,5% der Lösung	Reiner Milchsaff ohne Zusatz
	0,37% NH ₃	0,185% NH ₃	0,037% NH ₃	0,0185% NH ₃	
2¼ Stunden	großer Teil koaguliert	zum Teil koaguliert	nicht koaguliert	nicht koaguliert	nicht koaguliert
6 Stunden	größtenteils koaguliert	etwas weniger koaguliert	schwache Koagulation am Boden	flüssig	flüssig
18¼ Stunden	62% koaguliert	36% koaguliert	18% koaguliert	7% koaguliert	flüssig
1 Tag 18¾ Stunden	nichts weiter koaguliert	2,5% koaguliert	82% koaguliert	93% koaguliert	ganz koaguliert
3 Tagen 20¾ Stunden		7,5% koaguliert			
ca. 5 Tagen	28% koaguliert	51% koaguliert			
ca. 7 Tagen	5% koaguliert	3% koaguliert			
ca. 8 Tagen	5% koaguliert				

Wie die Tabelle ersehen läßt, trat mit der verdünnteren Lösung (0,5% der Stammlösung) die Koagulation am langsamsten ein; sie begann aber doch schneller wie bei dem unverdünnten Milchsafte.

Um nun zu sehen, ob noch mehr verdünnte Lösungen günstiger wirken würden, wurde ein zweiter Versuch angesetzt, bei dem wieder je 40 cem Latex durch Verdünnen mit Wasser auf das 10fache Volum verdünnt und die in der Tabelle angegebenen Mengen von Ammoniak zugesetzt wurden.

Nach:	0,5% der Lösung 0,0185% NH ₃	0,1% der Lösung 0,0087% NH ₃	0,05% der Lösung 0,00185% NH ₃	Mit Wasser verdünnt	Unverdünnter Latex
5 Stunden	29% koaguliert	96% koaguliert	99% koaguliert	97% koaguliert	flüssig
19 Stunden	15% koaguliert	2% koaguliert	1% koaguliert	3% koaguliert	flüssig
1 Tag 22½ Stunden	56% koaguliert	2% koaguliert			koaguliert

Wie diese Tabelle zeigt, tritt bei geringerem Ammoniakzusatz als 0,5% der Stammlösung stets eine schnellere Koagulation ein. Besonders hervorheben möchte ich aber noch, daß, wie beide Versuche ergeben haben, auch bei dem günstigsten Ammoniakzusatz die Koagulation früher beginnt als bei dem unverdünnten Saft.

Nach diesen orientierenden Versuchen wurden nun zwei Versuchsreihen durchgeführt, die direkt über die Vor- und Nachteile der Tropfbecher Aufschluß geben sollten:

Es wurden dabei 91 genau markierte Bäume benutzt, die derartig in 3 Gruppen eingeteilt waren, das immer auf einen Baum der ersten Gruppe ein Baum der zweiten und dann ein Baum der dritten Gruppe folgte. Es wurden angezapft:

	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
am 1. Tag	ohne Tropfbecher	mit Wasser im Tropf- becher	mit Ammoniak im Tropfbecher
„ 2. „	mit Ammiak im Tropfbecher	ohne Tropfbecher	mit Wasser im Tropf- becher
„ 3. „	mit Wasser im Tropf- becher	mit Ammoniak im Tropfbecher	ohne Tropfbecher

Es wurden also in dieser Weise der Reihe nach alle Bäume nach den verschiedenen Methoden angezapft und es wurden so etwaige Ungleichheiten, die durch die verschiedenen Zapftage und Tageszeiten hervorgerufen werden konnten, möglichst ausgeglichen.

Von den Bäumen einer jeden Gruppe wurde dann der Milchsafte für sich aufgefangen und sofort nach Beendigung des Versuches durch ein Haarsieb gegeben, so daß das bereits Koagulierte von dem noch flüssigen Latex getrennt wurde. Der letztere wurde dann ebenfalls zur Koagulation gebracht und ebenso wie das bereits vorher Koagulierte gewaschen, getrocknet und gewogen. Außerdem wurde auch der am Baum in den Rinnen zurückgebliebene Kautschuk (Scraps) abgesammelt und ebenfalls gewaschen, getrocknet und gewogen.

Der Versuch wurde zweimal in der gleichen Weise ausgeführt und die dabei erhaltenen Kautschukmengen sind in der nachfolgenden Tabelle untereinander gestellt, um zu zeigen, daß dieselben eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung zeigen.

Sämtliche Zahlen der Tabelle beziehen sich auf völlig reinen und trockenen Kautschuk, dessen Menge in Grammen ausgedrückt ist. Die Zapfmesser hatten in allen Fällen einen Abstand von 4 cm.

		Ohne Tropfbecher			Wasser in den Tropfbechern			Ammoniak in den Tropfbechern		
		Koa-guliert	Flüs-sig	Scraps	Koa-guliert	Flüs-sig	Scraps	Koa-guliert	Flüs-sig	Scraps
Gruppe I	Versuch I	0,9	52,1	9,4	25,7	15,0	7,2	22,3	21,8	10,7
	Versuch II	1,0	50,3	4,3	19,1	21,2	7,5	22,4	21,5	8,6
Gruppe II	Versuch I	1,3	33,8	7,1	18,6	17,2	10,6	11,0	15,6	7,4
	Versuch II	0,0	42,3	4,4	18,8	17,2	6,6	13,8	19,9	8,4
Gruppe III	Versuch I	0,2	38,1	4,0	20,0	13,9	17,8	20,3	16,8	9,6
	Versuch II	3,2	37,2	4,7	20,5	16,4	12,5	15,9	25,2	7,2
Summe		6,6	253,8	33,9	122,7	100,9	61,8	105,7	120,8	51,9
Summe des Auf- gefangenen		260,4			223,6			226,5		
Durchschnitt pro Baum		2,13		0,13	1,83		0,51	1,86		0,43

Die obige Tabelle zeigt nun zunächst, daß die Menge des in den Bechern auf-
gefangenen Milchsaftes ohne Verwendung von Tropfbechern (260,4 g) eine etwas
größere war als bei Verwendung derselben, mochten dieselben nun mit Wasser
(223,6 g) oder Ammoniaklösung (223,5 g) gefüllt sein. Zwischen Ammoniaklösung
und Wasser war kein nennenswerter Unterschied zu beobachten.

Sehr bemerkenswert ist ferner, daß ohne Tropfbecher der größte Teil des
Milchsaftes im flüssigen Zustande eingesammelt werden konnte. Koaguliert waren
nur 2,5%. Bei Verwendung von Wasser in den Tropfbechern waren dagegen 54,4%,
mit Ammoniak in den Tropfbechern 46,7% schon in den Sammelgefäßen koaguliert.

Schließlich war die Menge der Scraps ohne Tropfbecher eine geringere (0,13 g
pro Baum) als bei Verwendung von Wasser (0,51 g) oder Ammoniak (0,43 g) in den
Tropfbechern.

Bei den beiden Versuchsreihen hat sich also gezeigt, daß die
Zapfungen ohne Tropfbecher in jeder Beziehung günstigere
Resultate geliefert haben als die Zapfungen mit Tropf-
bechern. Natürlich bleibt es aber nicht ausgeschlossen, daß unter
abweichenden klimatischen Bedingungen oder Bodenverhältnissen,
namentlich bei größerer Trockenheit und höherer Temperatur, das
Ergebnis ein anderes sein könnte. Daß aber auch in der Ebene das
Zapfen ohne Tropfbecher ebenfalls sehr gute Resultate geben kann,
zeigt ein Versuch, den ich in Tanga machen konnte, bei dem ein Baum,
der gleichzeitig mit zwei Rinnen ohne Tropfbecher angezapft war,
pro Rinne 8—9 g trockenen reinen Kautschuks gab, der ganz in flüssigem
Zustande eingesammelt war.

Daß das Ergebnis sich unter anderen Verhältnissen derartig
ändern sollte, daß die Verwendung der Tropfbecher die Zapfung ren-
tabler machen sollte, kann ich nach allem nicht für wahrscheinlich
halten. Denn rentabler kann die Verwendung der Tropfbecher nur dann
werden, wenn dadurch erheblich mehr Kautschuk geliefert wird, da
ja naturgemäß die Zapfkosten durch die Anwendung der Tropfbecher
nicht unerheblich vergrößert werden. Die Kosten für die Becher selbst
und für die Anbringung derselben würden ja allerdings, da sie sich
auf eine große Zahl von Zapfungen verteilen, nicht so sehr ins Gewicht
fallen. Die Ausgaben für Ammoniak würden auch sehr unbedeutend
sein, da 5 l der obigen Stammlösung in Deutschland nur etwa 7 Pf.
kosten würden, wofür wir inkl. Transport 10 Pf. setzen wollen. 5 l

dieser Stammlösung geben aber 1000 l der für die Tropfbecher benutzten Lösung und diese würden, wenn wir 50 ccm pro Baum rechnen, für 20 000 Bäume ausreichen; das gäbe also erst für 2000 Bäume 1 Pfg. Rechnen wir ferner auch nur 2 g Kautschuk pro Baum, so würden durch die Beschaffung des Ammoniaks die Zapfkosten für 1 kg Kautschuk nur um $\frac{1}{4}$ Pf. erhöht werden.

Mehr würde dagegen die durch die Füllung der Tropfbecher verursachte Arbeit ins Gewicht fallen. Nehmen wir an, daß ein Mann 200 Bäume zapft, so würde er schon 10 l Flüssigkeit mit in die Pflanzung tragen und die Flüssigkeit nach den einzelnen Bäumen hinbringen müssen, er würde sich auch schließlich davon zu überzeugen haben, daß der Becher gut läuft. Soll dies der Zapfer selbst besorgen, so würde er dadurch sicher erheblich an seiner Arbeitszeit verlieren, während auf der anderen Seite durch Beigabe eines Gehilfen wieder erhebliche Kosten verursacht werden würden.

Wenn man nun schließlich bedenkt, daß der Hauptvorteil der Kelway-Bamberschen Methode, das Gewinnen von flüssigem Milchsaft, durch die Tropfbecher größtenteils illusorisch wird, so wird man sich zur Anwendung derselben nur dort entschließen können, wo dadurch erheblich mehr Kautschuk erhalten wird.

Auf der anderen Seite wird nun aber die Kelway-Bambersche Methode überall da, wo sie ohne Tropfbecher befriedigende Resultate gibt, bedeutend an Einfachheit gewinnen.

Erwähnen will ich übrigens noch an dieser Stelle, daß auch Johnson (I) weder durch Ammoniaklösung, noch durch 1—5%ige Formalinlösung die Koagulation des Milchsaftes bis zum Einsammeln verhindern konnte.

Wilcox (I, 13) erhielt zwar auf Hawaii bei einigen mit „waterbags“ (vgl. S. 170) ausgeführten Versuchen größere Erträge, bei einer größeren über 2 Wochen ausgedehnten Versuchsreihe aber bedeutend geringere, als ohne Anwendung der „waterbags“.

B. Das Einschneiden der Rinnen.

Um an den Bäumen scharf begrenzte Rinnen herstellen zu können, muß man von den Stämmen zuvor die harten Korkschichten entfernen; man muß die Bäume vorher „schälen“, wie bereits S. 177 ausführlich beschrieben wurde.

Der Zweck der Rinnen (Fig. 116) ist es nun aber nicht, Milchsaft zum Ausfluß zu bringen, es soll dieselben vielmehr nur eine feuchte glatte Fläche geschaffen werden, auf der der aus den später anzubringenden Schnitten austretende Milchsaft herunterfließt, so daß er über die am Ende der Rinnen in die Rinde eingeschobenen Metallrinnen in die Auffangbecher gelangt. Im übrigen soll die Rinde durch die Rinnen möglichst wenig beschädigt werden und sollen dieselben deshalb möglichst wenig tief in die Rinde eindringen. Es soll also auch beim Anfertigen der Rinnen möglichst wenig Milchsaft zum Ausfluß gelangen.

Der Verlauf der Rinnen soll möglichst genau vertikal sein. Die mehrfach geäußerte Befürchtung, daß den Eingeborenen von Deutsch-Ostafrika die zur Anfertigung derartiger Rinnen nötige Geschicklichkeit abgehen sollte, ist durch die Erfahrung nicht bestätigt. Dahingegen setzt die Methode voraus, daß die Bäume schlanke, senkrecht emporgewachsene Stämme besitzen. Bei nur schwacher Neigung des Stammes wird aber der Milchsaft auch noch gut in den Rinnen

herabfließen, ebenso können auch dicke Zweige, die nur wenig gegen die Lotlinie geneigt sind, mit angezapft werden.

An den folgenden Zapftagen hat man nun jedesmal wieder gleichartige Rinnen an den Bäumen anzubringen, und zwar erscheint es mir am zweckmäßigsten, daß die neue Rinne stets auf der gleichen Seite der zuletzt angefertigten liegt, so daß man also bei allen Bäumen mit den Rinnen in der gleichen Richtung um den Stamm herumgeht.

An die Einhaltung einer solchen Vorschrift werden sich auch die Eingeborenen am leichtesten gewöhnen.

Um die Stoffleitung in den angezapften Bäumen möglichst wenig zu unterbrechen, wird man gut tun, die Rinnen nicht so dicht nebeneinander zu legen, daß sie einander unmittelbar berühren; man wird vielmehr zweckmäßig jedesmal einen etwa 1 cm breiten Streifen zwischen denselben lassen.

Was zu geschehen hat, wenn die Stammoberfläche vollständig mit Rinnen bedeckt ist, soll in einem späteren Abschnitt ausführlich besprochen werden.

Zum Anfertigen der flachen Rinnen haben sich nun nach den in Amani ausgeführten Versuchen gewöhnliche Reißhaken (Fig. 117 I u. II), wie sie in der Forstwirtschaft zum Markieren der Bäume benutzt werden, besser bewährt als die zahlreichen verschiedenen im Handel befindlichen, speziell für Kautschukbäume bestimmten Instrumente.

Namentlich bei vielgezapften Bäumen mit unebener Rinde ist es aber doch häufig schwierig, die Rinnen so zu ziehen, daß sie nicht stellenweise tiefer als notwendig in die Rinde eindringen. Es wurde deshalb versucht, durch Anbringen von Eisenstreifen zu beiden Seiten der Rinne ein zu tiefes Eindringen in die Rinde unmöglich zu machen. Das erste derartige in Amani hergestellte Messer ist in Fig. 117 IV abgebildet. Bei demselben war aber der Bogen der Schneide noch etwas zu hoch. Ähnliche Messer (Fig. 118) wurden später auf Veranlassung von Sandmann in Deutschland von der Firma C. Schlieper (Remscheid) im großen angefertigt. Diese Messer gestatten nun auch in

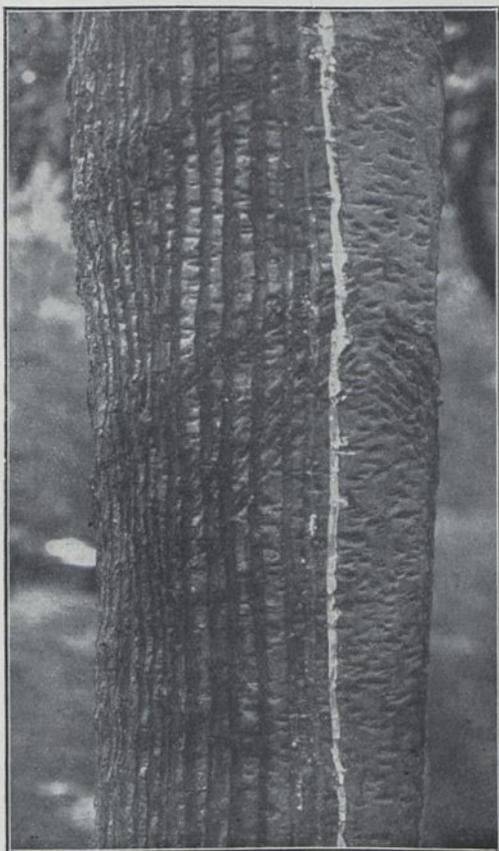


Fig. 116. Stammstück mit Rinnen.

der Tat bei Bäumen mit einigermaßen glatter Rinde ein sehr schnelles Arbeiten. Ein Übelstand derselben ist aber, daß auch da ein tieferes Eindringen in die Rinde ausgeschlossen ist, wo Unebenheiten der

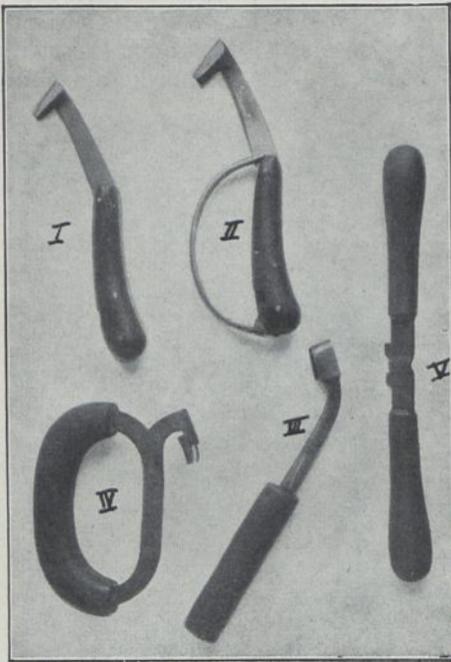


Fig. 117. Instrumente zum Anfertigen der Rinne. I und II Reißhaken. III „Safety“-Zapfmesser von Ceylon. IV und V In Amani angefertigte Modelle.



Fig. 118. Baumreißer nach Sandmann von C. Schlieper.



Fig. 119. Metallrinne (C. Schlieper).

Rinde und dergleichen dies erfordern. Bei Bäumen, die nicht zuvor nach der Lewamethode angezapft sind, wird sich aber dieser Übelstand voraussichtlich weniger bemerklich machen.

C. Die Metallrinnen und die Auffangbecher.

Die Metallrinnen, die den Milchsafte in die Auffangbecher leiten, müssen naturgemäß, da ja bei jeder Zapfung am Stamm eine neue Rinne gezogen wird, jeden Tag verschoben werden; es ist somit durchaus wünschenswert, daß die Rinnen einerseits schnell und sicher in die Rinde eingeführt werden können, andererseits aber auch eine möglichst geringe Verletzung der Rinde verursachen. Nach verschiedenen diesbezüglichen Versuchen hat sich nun die in Fig. 119 abgebildete Form am besten bewährt. Dieselbe bietet den Vorteil, daß nur eine kleine Spitze in die Rinde hineingeschoben und infolgedessen auch nur eine relativ kleine Wunde erzeugt wird und daß die Rinnen sich doch der Rinde gut anlegen.

Die Rinnen werden wohl am zweckmäßigsten aus verzinntem Eisenblech hergestellt, müssen aber so stark sein, daß sie sich beim Einschieben in die Rinde nicht leicht verbiegen.

Zum Auffangen des von den Metallrinnen abfließenden Milchsaftes wird unter dieselben irgendein kleines Gefäß gestellt, und zwar wurden zu diesem Zwecke namentlich Kokoschalen und aus Glas, Porzellan, Papiermaché, Aluminium, emailliertem oder verzinnem Blech, Steingut usw. verfertigte Auffangbecher (Fig. 120) empfohlen.

Wichtig erscheint es nun vor allem, daß die Auffangbecher schnell gut gereinigt werden können und schon aus diesem Grunde sind Kokoschalen, die ja allerdings den Vorteil der Billigkeit haben, nicht sehr zu empfehlen. Ferner ist zu vermeiden, daß der Milchsaft längere Zeit mit Eisen in Berührung kommt, was sowohl bei den aus verzinnem Eisenblech wie bei den emaillierten Bechern, wenn dieselben längere Zeit in Gebrauch sind, leicht stattfinden kann. Wie von Vernet

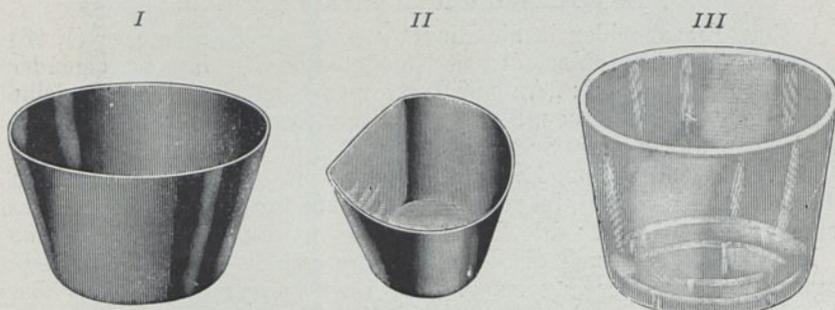


Fig. 120. Zapfbecher. I und II aus Blech, III aus Glas (C. Schlieper).

(I, 411) hervorgehoben wurde, haftet auch der in den Bechern zur Koagulation gelangte Kautschuk viel mehr an den Wänden von den aus Blech bestehenden Bechern, namentlich wenn an denselben das Eisen bloßgelegt ist.

Im allgemeinen dürften denn auch die aus dickem Glas hergestellten Becher den Vorzug verdienen. Diese sind stets leicht zu reinigen und man kann sich bei denselben auch schnell davon überzeugen, ob sie gut gereinigt sind. Aus Glas bestehende Auffangbecher werden jetzt auch im großen speziell für die Benutzung auf Kautschukplantagen hergestellt, und zwar teils mit flachem, teils mit spitzem Boden. Die erstere Form (Fig. 120 III) dürfte wohl im allgemeinen den Vorzug verdienen.

Eine Verunreinigung des Kautschuks durch die Substanz der Becher ist auch durch die auf Anregung von Sandmann angefertigten Becher (Fig. 121) aus Papiermaché ausgeschlossen; dieselben scheinen aber in den Tropen wenig haltbar zu sein.

Um das Einfallen von Rindenteilen, Staub usw. in die Auffangbecher möglichst zu verhindern, kann man dieselben auch zweckmäßig mit einem Deckel abschließen. Derselbe muß dann aber natürlich mit einem Einschnitt versehen sein, durch den der Milchsaft von der Metallrinne in die Becher hineinfließt (Fig. 121).

Um namentlich ein frühzeitiges Koagulieren des Milchsaftes zu verhindern, muß man dafür sorgen, daß die Auffangbecher nach dem

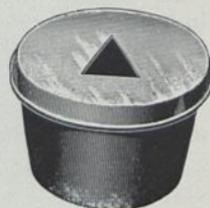


Fig. 121. Auffangbecher mit Deckel (C. Schlieper).

Ausgießen des Milchsafftes jedesmal gut gereinigt werden. Es geschieht dies am besten in der Pflanzung selbst. Die gereinigten Becher werden dann entweder an in die Stämme der Kautschukbäume hineingeschlagenen Haken aufgehängt oder mit dem Boden nach oben auf kurze Pfähle gestellt, die zu diesem Zwecke neben jedem Baume im Boden angebracht sind. Vor letzterem Verfahren wird jedoch von Vernet (I, 411) gewarnt, weil die Pfähle, wenn sie in Fäulnis geraten, leicht zum Entstehen von Erkrankungen der Kautschukbäume (Wurzelfäulnis) führen könnten. In Deutsch-Ostafrika dürfte dies aber weniger zu befürchten sein wie auf den viel feuchteren Kautschukplantagen Ostasiens.

D. Das Einschneiden in die Rinnen.

Zum Einschneiden in die Rinnen wurde von Sandmann (I, 28) ein Instrument empfohlen, dessen Konstruktion von ihm in folgender Weise beschrieben wird: „An dem Instrument sind vier bis sechs kleine Messer in Abständen von 2, 3 oder 4 cm voneinander angebracht. Die Messer haben eine Schnitttiefe von 5 mm und eine Breite von 10 mm. Sie sind an den Ecken abgerundet und ganz besonders dünn gehalten. Der Holzgriff, im rechten Winkel zur Länge des Instrumentes stehend, hat nicht nur den Zweck, das Instrument gegen die Rinne zu halten, sondern auch die durch Hammerschlag in die Baumrinde eingetriebenen Messer in ganz gleicher Lage bequem wieder aus den gemachten Schnitten zu entfernen. Die in die Rinde eingetriebenen dünnen Messer hinterlassen, wenn sie in derselben Lage wieder herausgezogen werden, nur ganz minimale Narben; es entsteht aber kein Verknorpeln der Rinde, wie es eintreten würde, wenn man die Wunde weiter öffnen wollte oder gar das Kambium und das Holz verletzen würde. Die horizontal zum Wuchs des Baumes stehenden Schnitte haben auch nicht die Neigung wie vertikal laufende, sich mit dem Stärkerwerden des Baumes weiter zu öffnen, sondern schließen sich sofort, nachdem der Druck in den Kanälen und damit der Milchausfluß aufgehört hat. Andererseits aber werden fast alle an dieser Stelle in der Rinde befindlichen Milchkanäle geöffnet, weil die *Manihot*-Rinde immer nur eine Dicke von 5–6 mm besitzt.“

Daß nun mit Hilfe eines derartigen Instrumentes in der Tat ein schnelles und sicheres Arbeiten möglich ist und daß auch die Eingeborenen die Handhabung desselben schnell erlernen, erscheint mir nach den inzwischen gesammelten Erfahrungen unzweifelhaft. Nicht bestätigen kann ich dagegen, daß die Vernarbung der mit diesem Messer erzeugten Wunden immer so glatt verläuft, wie von Sandmann angegeben wird. Dies ist auch an dem in Fig. 122 abgebildeten Stammstück von einem nach der Kelway-Bamberschen Methode angezapften Baume deutlich zu erkennen. Ferner ist übrigens auch eine Verletzung des Kambiums bei Benutzung des Sandmannschen Messers keineswegs ausgeschlossen. Ich habe ja bereits S. 199 ausführlich auseinandergesetzt, daß es nicht möglich ist, bei *Manihot Glaziovii* ohne jede Verletzung des Kambiums den Bäumen allen durch Schnitte erreichbaren Milchsaff zu entziehen.

Ferner hat sich das von Sandmann nur als Modell aufgefaßte Instrument für den praktischen Gebrauch nicht als dauerhaft genug erwiesen. Aber auch die neuen, auf Veranlassung von Sandmann

konstruierten Instrumente (Fig. 123) lassen in dieser Beziehung noch zu wünschen übrig und sind auch für den praktischen Gebrauch noch zu kompliziert und teuer. Es dürfte aber doch wohl mit der Zeit



Fig. 122. Stammstück eines nach der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode angezapften Kautschukbaumes. Pflanzung Magunga.

gelingen, ein für die Praxis geeigneteres Instrument in den Handel zu bringen.

Beim Zapfen wird nun das Instrument in der Weise an die zuvor am Stamm angefertigte Rinne gehalten, daß die Schneiden vertikal übereinander stehen und beim Klopfen mit einem Holzhammer (Fig. 124) in die Rinne hineingetrieben werden.

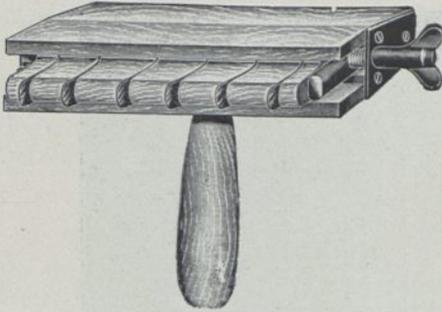


Fig. 123. Zapfmesser nach Sandmann (C. Schlieper).

Wie weit nun aber bei dem Instrument die einzelnen Messerchen am zweckmäßigsten voneinander entfernt sind, ist noch durch umfassendere Versuchsreihen zu ermitteln. Es ist ja auch sehr wohl möglich, daß diese Entfernung bei Bäumen von verschiedenem Alter zweckmäßig verschieden

groß genommen wird. Ich hatte bisher nur Gelegenheit, eine Versuchsreihe über diese Frage anzustellen. Dieselbe wurde mit den gleichen

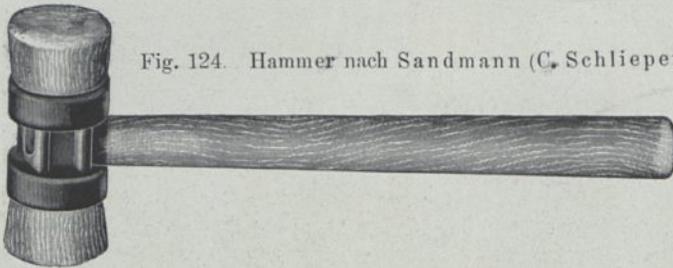


Fig. 124. Hammer nach Sandmann (C. Schlieper).

Bäumen wie die auf S. 210 mitgeteilten Versuche ausgeführt. Die Resultate desselben sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

	Abstand der Messer		
	2 cm	3 cm	4 cm
Gruppe I	43,5	55,4	52,0
Gruppe II	51,2	24,8	41,8
Gruppe III	53,8	49,8	28,3
Summe	148,5	130,0	122,1
Durchschnitt pro Baum	2,43	2,13	2,00

Der Versuch zeigt, daß durch Verwendung des Instrumentes mit dichter stehenden Messern in der Tat mehr Kautschuk erhalten wird. Bei Anwendung des 2 cm-Instrumentes wurde 21½% mehr Kautschuk erhalten als bei Anwendung des 4 cm-Instrumentes, das dafür aber auch nur halb so viel Wunden machte. Es ist übrigens auch noch zu berücksichtigen, daß der Unterschied bei der Verwendung verschiedener Instrumente naturgemäß um so größer sein wird, je oberflächlicher die zuerst angefertigte Rinne ist, je weniger Milchsaft also bereits vor Anfertigung der Schnitte ausfließt. Ich glaube nun, daß meine Leute in dieser Beziehung noch schonender hätten vor-

gehen können, namentlich auch, wenn die Bäume nicht bereits von früheren Zapfungen her so viel Narben und abgestorbene Stellen besessen hätten.

E. Das Einsammeln des Milchsaftes.

Daß der Milchsaft von *Manihot Glaziovii* bei einigermaßen günstigem Wetter in flüssigem Zustande eingesammelt und größtenteils auch in dieser Form zur Verarbeitung nach der Fabrik gebracht werden kann, wurde u. a. durch die von mir (XII) in Amani, Magunga und an anderen Orten ausgeführten Versuche nachgewiesen. So waren z. B. bei zwei in Amani ausgeführten Versuchsreihen von dem in den Bechern aufgefangenen Milchsaft 97,5% in flüssiger Form im Laboratorium abgeliefert. Bei dem ersten von mir (XII, 433) in Magunga ausgeführten Versuche wurden 84% von der Gesamtmenge des gerteneten Kautschuks als Milchsaft verarbeitet, 16% wurden beim Reinigen der Auffangbecher, Haarsiebe, Eimer usw. gewonnen.

Bei sehr heißem und trockenem Wetter wird nun allerdings sicher ein noch größerer Teil des Milchsaftes schon in den Bechern koagulieren. Bei der relativ großen Oberfläche der Auffangbecher wird ja auch schon durch Verdunstung und Erwärmung des Milchsaftes die Koagulation desselben beschleunigt werden können, und es ist auch zur Verhinderung der Koagulation empfehlenswert, die Auffangbecher mit einem Deckel möglichst abzuschließen.



Fig. 125. Eimer mit Sieb und Deckel.

Daß durch Eingießen von Wasser die Koagulation beschleunigt werden würde, wurde bereits S. 209 nachgewiesen, ebenso auch für verdünnte Ammoniaklösung. Es ist auch bisher noch kein Reagens bekannt, durch das bei *Manihot Glaziovii* die Koagulation aufgehalten werden könnte.

Auf der anderen Seite kann nun aber durch unsauberes Arbeiten, namentlich dadurch, daß in den Auffangbechern kleine Reste von Milchsaft belassen werden, die dann in Fäulnis übergehen, die Koagulation des Milchsaftes beschleunigt werden. Es ist schon mit Rücksicht hierauf dringend anzuempfehlen, die Auffangbecher möglichst sauber zu halten.

Ferner dürfte es sich empfehlen, den Milchsaft möglichst kurze Zeit in den Auffangbechern zu belassen und so schnell wie möglich in bedeckte und im Schatten aufzustellende Eimer (Fig. 125) einzufüllen. Wenn schnelle Koagulation zu befürchten ist, kann man den Milchsaft auch gleich von groben Verunreinigungen reinigen, indem man denselben sofort durch ein Sieb gießt.

Von den zum Einfüllen des Milchsaftes empfohlenen Eimern dürften solche aus Holzstoff den Metalleimern vorzuziehen sein; die-

selben lassen sich gut reinigen und scheinen recht dauerhaft zu sein. Vernet (I, 411) empfiehlt für den gleichen Zweck eiserne Henkelkrüge, die mit einem Ausguß versehen sind, so daß beim Ausgießen des Milchsafftes kein Verlust durch Vorbeigießen entstehen kann. Diese Gefahr dürfte aber wohl auch bei Eimern nicht allzu groß sein. Auf alle Fälle ist der eingesammelte Milchsafft möglichst bald nach Beendigung der Zapfungen in die Fabrik zu bringen, um hier in der in Kapitel XIX noch näher zu beschreibenden Weise verarbeitet zu werden.

Man kann übrigens den Milchsafft auch in der Plantage selbst abnehmen lassen, indem man ihn in größere, eventuell auf Rädern montierte Fässer (Fig. 126) einfüllt. Wenn schnelle Koagulation zu befürchten ist, könnte dies auch mehrmals pro Tag geschehen.

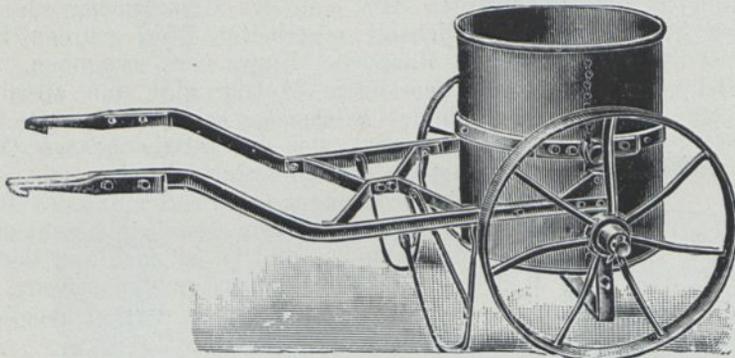


Fig. 126. Transportwagen mit aushängbarem Behälter.

F. Die Zapfung in den alten Bahnen.

Wenn man mit den Rinnen um den Stamm herumgekommen ist, so daß die ganze Oberfläche desselben, wie unsere Fig. 122, S. 217 zeigt, mit Rinnen bedeckt ist, so soll man nach Sandmann bei den zuerst angelegten Rinnen wieder mit Zapfen beginnen können und es soll dann in diesen der Milchsafft ebenso leicht herunterfließen, wie in den frischen Rinnen, so daß nun die Arbeit erheblich schneller vonstatten gehen müßte.

Hierbei ist jedoch übersehen, daß der Milchsafft in den frischen Rinnen in erster Linie deshalb herunterfließt, weil diese feucht sind und infolgedessen von dem Milchsafft leicht benetzt werden, während, wie schon mehrfach hervorgehoben wurde, die trockene, von Kork bedeckte Rinde nur schwer benetzt wird, so daß bei dieser bei der kleinsten Unebenheit oder Neigung sehr leicht ein Abtropfen des Milchsafftes stattfindet. Die alten Rinnen sind nun aber ebenfalls vollständig mit Kork überzogen und verhalten sich somit bezüglich ihrer Benetzbarkeit ebenso wie die zwischenliegende Rindenfläche und es wird somit begreiflich, daß, wie auch durch die Erfahrung bestätigt wird, der Milchsafft bei vorhandenen Unebenheiten viel leichter aus den Rinnen austritt oder auf den Boden tröpfelt, wie bei den frischen und noch feuchten Rinnen. Schon bei meinen ersten Versuchen in Magunga konnte ich (XII, 435, Versuch VII) mich davon überzeugen, daß selbst in 2 Tage alten und infolgedessen trocken gewordenen Rinnen

der Zapfer mehr Obacht darauf geben muß, daß nichts vorbeifließt, also zu langsamerem Arbeiten gezwungen wird. Noch mehr Nachhilfe war bei einem späteren Versuche nötig, bei dem etwa 4 Monate später in den alten Rinnen gezapft wurde. Die Oberfläche der Rinne zeigte übrigens auch, wie Fig. 122 erkennen läßt, durch Vernarbung der alten Wunden an verschiedenen Stellen ganz erhebliche Unebenheiten. Inwieweit diese durch exakteres Arbeiten hätten vermieden werden können, muß noch festgestellt werden; daß die Rinnen dauernd völlig glatt bleiben, dürfte aber auch bei Benutzung der besten Instrumente und bei dem vorsichtigsten Zapfen nicht zu erreichen sein.

Exakte Versuche über die bei der Zapfung in alten Rinnen zu erhaltenden Erträge sind bisher noch wenig angestellt. Ich erwähne in dieser Hinsicht nur einen Versuch, den ich in Magunga ausführen konnte. Bei diesem erhielt ich bei Anzapfung von 50 Bäumen, bei denen 4 Monate vorher mit der Zapfung begonnen war und die im Durchschnitt einen Stammumfang von 49,7 cm besaßen, bei der Zapfung in den ältesten Rinnen aus dem aufgefangenen Milchsafte 90 g reinen, lufttrockenen Kautschuk, also pro Baum 1,8 g.

Es ist dies immerhin noch erheblich weniger als bei der ersten Zapfung.

G. Vor- und Nachteile der Methode.

Nachdem wir nunmehr die Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode ausführlich besprochen, will ich an dieser Stelle noch die Vor- und Nachteile, welche dieselbe der Lewamethode gegenüber besitzt, zusammenstellen.

Ein entschiedener Vorteil der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode ist es zunächst, daß durch dieselbe die Gewinnung von Milchsafte und somit eines reineren Kautschuks möglich ist. Der aus Milchsafte gewonnene Kautschuk würde sich auch, wenn er einheitlich präpariert ist, viel leichter einen festen Preis auf dem Weltmarkte erobern können, als dies bei dem am Baum koagulierten Kautschuk möglich sein wird. Was die technische Verwendbarkeit anlangt, steht übrigens der nach der Lewamethode gewonnene Kautschuk, der ja auch bei Verwendung geeigneter Koagulationsmittel sehr schnell zur Koagulation gelangt, soweit die bisherigen Untersuchungen ein Urteil gestatten, dem aus Milchsafte gewonnenen Kautschuk nicht nach. Namentlich sind auch die physikalischen Eigenschaften der durch Vulkanisation aus dem Lewakautschuk gewonnenen Produkte, wie in Kapitel XVIII noch ausführlich besprochen werden soll, sehr gute.

Ein Nachteil der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode besteht aber zunächst darin, daß dieselbe auch bei relativ schwachen Regen und stärkerem Nebel nicht anwendbar ist, weil der austretende Milchsafte, sobald die Rindenoberfläche feucht ist, sich über den ganzen Stamm verbreitet. Nach der Lewamethode kann dagegen nur während stärkerer Regen, solange das Wasser am Stamm herunterfließt, nicht gezapft werden. Es werden auch bei Anwendung derselben gerade an etwas feuchten Tagen häufig die größten Erträge erhalten.

Sodann muß man, wenn man nach der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode zapfen will, die Bäume stets vorher schälen, was immerhin mit einigen Kosten verbunden ist.

Ferner erfordert die Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode auch eine größere Anzahl von zum Teil recht kostspieligen Instrumenten und Gefäßen, während allerdings auf der anderen Seite die Ausgaben für Koagulationsmittel fast ganz in Wegfall kommen.

Sodann stellt die Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode an die Intelligenz der Arbeiter sicher größere Anforderungen und erfordert auch zur exakten Durchführung mehr Übung, was namentlich bei schnell wechselndem Arbeitermaterial ins Gewicht fällt. Immerhin dürfte doch auch der Durchschnittsneger bei genügender Aufsicht und sachgemäßer Unterweisung in nicht zu langer Zeit die zur schnellen und exakten Ausführung der Zapfungen nötigen Handgriffe erlernen. Allerdings würde wohl die Zahl der in den Pflanzungen selbst tätigen Europäer eine größere sein müssen, als dies bisher auf vielen Plantagen der Fall ist. Auf manchen derselben tritt ja zurzeit die Tätigkeit in der Pflanzung gegenüber den Arbeiten im Bureau ganz in den Hintergrund.

In erster Linie werden nun aber doch bei Abschätzung der beiden Methoden die mit Hilfe derselben erhaltenen Resultate den Ausschlag geben müssen, und zwar haben wir dabei sowohl die Tagesleistung eines Mannes als auch die pro Baum und Jahr zu erhaltenden Erträge zu berücksichtigen. Diese sind nun aber nach den bisher vorliegenden Untersuchungen (vgl. Zimmermann, XII) jedenfalls nicht annähernd so günstig, wie sie von Sandmann (I) geschildert wurden. Ich bemerke in dieser Hinsicht noch, daß verschiedene Pflanzungen von Deutsch-Ostafrika, die einige Zeit nach der Kelway-Bamberschen oder ähnlichen Methoden haben zapfen lassen, dies sämtlich wieder aufgegeben haben und zu der Lewamethode zurückgekehrt sind.

Ob es nun aber bei älteren, vorher nicht nach einer anderen Methode gezapften Bäumen, die auch auf hohe Stämme gezüchtet sind, möglich sein wird, nach der beschriebenen oder auch nach einer ähnlichen Methode günstigere Resultate zu erhalten, bleibt noch zu untersuchen.

5. Das Alter der Bäume bei der ersten Zapfung.

In welchem Alter der Bäume man mit dem Zapfen derselben beginnen kann, hängt in erster Linie von den Bedingungen, unter denen sich die Bäume entwickelt haben, und von der anzuwendenden Methode ab. In der Praxis werden allerdings wohl immer auch die Preise des Kautschuks mit ausschlaggebend sein.

Im allgemeinen wird man jedenfalls daran festzuhalten haben, daß junge Bäume mit dünner Rinde bei der gleichen Zapfungsart, auf die gleiche Fläche berechnet, bedeutend weniger Kautschuk geben, als ältere Bäume mit dickerer Rinde. Die Gewinnungskosten der gleichen Kautschukmenge werden somit auch unter sonst gleichen Bedingungen um so größer sein müssen, je jünger die anzuzapfenden Bäume sind.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß durch jede Anzapfung die Lebenskraft des Baumes bis zu einem gewissen Grade geschädigt wird. Es wird ja bei jedem Stiche ein Teil der Rinde und häufig auch eine gewisse Partie des Holzes getötet, wodurch die Saftleistung und infolgedessen auch die Entwicklung des Baumes beeinträchtigt werden muß. Außerdem wird auch durch die Zapfungen den Bäumen eine große

Menge von Stoffen entzogen, die vielleicht im Chemismus der Pflanze hätten Verwendung finden können, deren Ersatz jedenfalls eine beträchtliche Menge von assimilierten Nährstoffen erfordert. Daß in der Tat bei jungen Bäumen die Zapfungen schädlich auf die Entwicklung derselben einwirken, kann man daran erkennen, daß viel gezapfte Bäume viel schneller ihre Blätter verlieren als ungezapfte.

Außerdem ist nun aber auch die Qualität des Kautschuks mit zu berücksichtigen, die bei verschiedenen Arten, wie z. B. *Ficus elastica* und *Castilloa elastica* bei jungen Bäumen eine sehr minderwertige ist, insofern bei diesen schon die chemische Analyse einen ganz abnorm hohen Harzgehalt anzeigt. Speziell bei *Manihot Glaziovii* ist nun aber der Harzgehalt auch bei jungen Bäumen nicht erheblich höher als bei alten. Auf der anderen Seite scheinen doch auch bei dieser Art die physikalischen Eigenschaften des von jungen Bäumen stammenden Kautschuks weniger gute zu sein als bei älteren Bäumen und man sollte schon aus diesem Grunde von einem Anzapfen sehr junger Bäume absehen.

Es erscheint mir denn auch unzweifelhaft, daß man, um später größere Erträge zu erhalten, besser tun wird, die Bäume in der Jugend möglichst zu schonen und daß die relativ geringen Erträge, die bisher auf den meisten Kautschukplantagen von Deutsch-Ostafrika geerntet wurden, mit darauf zurückzuführen sind, daß man zu früh mit dem Zapfen der Bäume begonnen hat. Es ist doch gar nicht selten, daß hier schon einjährige Bäume regelmäßig angezapft werden, während man fast überall spätestens bei 1½—2 jährigen Bäumen mit dem Zapfen beginnt. Daß man in dieser Hinsicht in anderen Ländern meist anders verfährt, mögen die nachfolgenden Literaturangaben zeigen:

Wilcox (I, 17) rechnet auf Hawaii erst auf rentable Erträge, wenn die Bäume ein Alter von 6—8 Jahren besitzen.

Henry (I, 95) empfiehlt mit dem Zapfen bis zum 6. Jahre zu warten und behauptet, daß selbst von 4 jährigen Bäumen stammender Kautschuk noch minderwertig sei, was aber, wie die Erfahrung gezeigt hat, für den deutsch-ostafrikanischen Kautschuk von *Manihot Glaziovii* jedenfalls nicht zutrifft.

Nach Biffon (Kew. Bull. 1898, S. 14) sollen in Brasilien die Bäume in 5 bis 6 Jahren zuerst angezapft werden, wenn sie einen Stammumfang von 62—72 cm besitzen, nach Howard (Ibid., S. 13) 5 Jahre nach dem Pflanzen, wenn die Bäume sich gut entwickelt haben.

Nach d'Almeida (I, 20) wird in Brasilien bei 4 jährigen Bäumen mit dem Zapfen begonnen, nach Seligmann, Torilhon und Falconnet (I, 55) bereits bei 3 jährigen, die einen Stammumfang von 40 cm besitzen, nach Moulay (II, 25) bei solchen mit einem Stammumfang von 38 cm.

Nach Visser (I, 16) soll am Kongo erst bei 5 jährigen Bäumen mit dem Zapfen begonnen werden.

Ein sich Coast-Planter (II) nennender Pflanzler hält es dagegen für vorteilhaft, die Bäume schon in einem Alter von 1½ Jahren anzupfen. Der Stamm soll sich dann besser ausdehnen können, während dann, wenn man erst nach 3 Jahren mit dem Zapfen beginnt, die äußere Rinde hart werden und die Ausdehnung des Stammes verhindern soll. Daß nun in der Tat die Stämme an vielgezapften Stellen dicker werden, als an wenig oder überhaupt nicht gezapften, kann man in alten Pflanzungen leicht beobachten; man kann sich aber an derartigen Bäumen auch davon überzeugen, daß die ungezapften Teile des Stammes im allgemeinen bedeutend mehr Kautschuk geben, wie die viel gezapften.

Größtenteils dürfte übrigens das frühe Anzapfen der Bäume in Deutsch-Ostafrika darauf zurückzuführen sein, daß die Lewamethode schon bei jüngeren Bäumen ein rentableres Arbeiten gestattet, als dies bei anderen Methoden möglich ist. Immerhin wird man doch auch bei

Anwendung der Lewamethode, sobald die Kautschukpreise heruntergehen, von einem Anzapfen derartig junger Bäume absehen müssen und es dürfte dies auch jedenfalls im Interesse der späteren Entwicklung derselben liegen.

Um eine zu starke Schädigung der Bäume zu verhindern, möchte ich auch entschieden davon abraten, Bäume, deren Stammumfang nicht mindestens 40 cm beträgt, anzuzapfen. Dahingegen würde ich es für sehr zweckmäßig halten, daß die Bäume, die eine hinreichende Dicke besitzen, auch wirklich alle angezapft werden und daß man den Arbeitern nicht gestattet, sich immer nur die besten Bäume zur Zapfung auszusuchen. Bäume, die infolge von Rindenbräune oder dergleichen nur geringe oder überhaupt keine Erträge liefern, und solche, deren Milchsaft schlecht koaguliert, wird man allerdings am besten ausschlagen und wenn man nicht bereits von vornherein zu dicht gepflanzt hat, durch gesunde Bäume ersetzen.

6. Die Zapfung in den verschiedenen Jahres- und Tageszeiten und die Zahl der jährlichen Zapfungen.

A. Die verschiedenen Jahreszeiten.

Wie in Kapitel X ausführlich erörtert wurde, ist für die Menge des aus den Wunden austretenden Milchsaftes der in dem Milchröhrensystem vorhandene Druck von großer Bedeutung. Dieser wird ferner im allgemeinen um so größer sein, je mehr Wasser die Bäume aus dem Boden aufnehmen können und je weniger sie durch Verdunstung verlieren. Die Wasseraufnahme durch die Wurzeln ist nun aber außer von der im Boden enthaltenen Feuchtigkeit auch von der Temperatur abhängig und es wird auch der Druck in den Milchsaftgefäßen unter sonst gleichen Bedingungen bei höherer Temperatur ein größerer sein. Es wird so begreiflich, daß an feuchtwarmen Tagen am meisten Milchsaft aus den Wunden austritt. Es ist nun allerdings zu berücksichtigen, daß an solchen Tagen die Menge des in einem bestimmten Volum Milchsaft enthaltenen Kautschuks etwas geringer sein wird als an heißen und trockenen Tagen. Die Erfahrung hat nun aber gelehrt, daß an feuchtwarmen Tagen trotzdem auch die Menge des von den gleichen Bäumen zu erhaltenden Kautschuks besonders groß ist.

Namentlich wird übrigens der Milchsafterguß auch durch trockene heiße Winde, die eine starke Transpiration in der Laubkrone bewirken, vermindert.

Nach dem Obigen sind also gegen Ende der Regenzeit und am Beginn der Trockenzeit, wenn der Boden noch mit Feuchtigkeit durchtränkt ist, die größten Erträge zu erwarten. Bei lange andauernder Trockenheit werden dagegen die Erträge, wie auch durch die Erfahrung bestätigt wird, immer mehr abnehmen müssen. Die Unterschiede in den Erträgen sind nun auf vielen Pflanzungen derartig, daß die gleichen Zapfer bei langer Trockenheit nur halb oder ein Drittel so viel Kautschuk pro Tag abliefern wie in den günstigen Monaten. Es fragt sich nun, soll man trotzdem die Bäume das ganze Jahr hindurch anzapfen?

Von manchen Autoren, u. a. von Smith und Bradford (I) wurde nun empfohlen, die Bäume dann, wenn sie ihre Blätter abgeworfen

haben, überhaupt nicht anzupapfen. Daß nun aber die Bäume während dieser Zeit durch das Zapfen besonders geschädigt würden, wurde bisher nicht nachgewiesen. Es erscheint mir dies auch an sich nicht wahrscheinlich, und es ist in dieser Beziehung besonders beachtenswert, daß nach den übereinstimmenden Angaben von Huber (I, 183), Moulay (II, 26) und Biffon (Kew. Bull. 1898, S. 14) in Brasilien die *Manihot*-Bäume namentlich in den ersten Monaten der Trockenzeit angezapft werden, wenn sie ihre Blätter abgeworfen haben. Daß hier während der Regenzeit nicht gezapft wird, hängt vielleicht zum Teil damit zusammen, daß die dort angewandten Methoden, bei denen im allgemeinen der flüssige Milchsaft aufgefangen wird, in dieser Zeit nicht auszuführen sind.

In anderen Ländern wird denn auch gerade die Regenzeit als die günstigste für das Zapfen angegeben. So empfiehlt Gruner (I, 591) für Togo besonders die Zeit kurz vor dem Ende der Regenzeit (September bis Anfang Oktober). Auch Visser (I, 169) empfiehlt zum Zapfen die Regenzeit und erhielt am Kongo am Anfang derselben gute Resultate. Auch in der *Revue des cult. col.* (Vol. XIII, S. 361) wird die Regenzeit, wenn die Pflanze am lebhaftesten vegetiert, als die günstigste für die Kautschukgewinnung bezeichnet.

In Deutsch-Ostafrika werden nun die Bäume, namentlich in den einigermaßen feuchten Gegenden, häufig das ganze Jahr hindurch angezapft. Bei hohen Kautschukpreisen werden ja auch relativ kleine Ernten noch die Zapfkosten zu decken vermögen und es wird für größere Pflanzungen, auf denen ausschließlich *Manihot* angebaut ist, vielfach schwierig sein, die Arbeiter längere Zeit hindurch anderweitig zu beschäftigen. Dennoch erscheint es mir ratsam, soweit dies irgend durchführbar ist, in den trockensten Monaten mit dem Zapfen auszusetzen. Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß die Bäume durch jede Zapfung etwas geschädigt werden und es liegt kein Grund vor zu der Annahme, daß diese Schädigungen während der ungünstigsten Monate geringer sein sollten als während der günstigen. Wenn nun aber in diesen ein Arbeiter z. B. doppelt so viel Kautschuk von der gleichen Anzahl Bäume gewinnt wie in den ungünstigen Monaten, so werden in der ungünstigen Zeit, um das gleiche Quantum Kautschuk zu erhalten, die Bäume doppelt so viel geschädigt wie in der günstigen Zeit. Die Bäume würden also jedenfalls mehr geschont werden, wenn man sie lieber in der günstigen Zeit etwas mehr anzapfen, sie dagegen in der ungünstigen Zeit ganz schonen würde. Dazu kommt noch, daß der pekuniäre Gewinn, der beim Zapfen erzielt wird, in der günstigen Zapfzeit ein bedeutend größerer ist wie in der ungünstigen, daß also die Arbeitskräfte in den guten Monaten viel besser ausgenützt werden.

In der Praxis dürfte es nun allerdings namentlich für größere Pflanzungen schwer fallen, die Arbeiter Monate lang anderweitig zu beschäftigen. Immerhin sollte man aber doch danach streben, die Hauptreinigungsarbeiten, das Abkratzen der Stämme, die Anlage und Reparatur der nötigen Bauten, die für etwaige Neuschläge erforderlichen Arbeiten und dergl. möglichst in den für das Zapfen ungünstigen Monaten ausführen zu lassen, um den Bäumen während dieser Zeit eine möglichst lange Ruhe gönnen zu können. In manchen Fällen dürfte es auch möglich sein, durch anderweitige Kulturen oder Zwischenkulturen, die Arbeiter in der trockensten Zeit zu beschäftigen.

An manchen Tagen wird man nun aber auch während der Regenzeit mit dem Zapfen aussetzen müssen. Bei Anwendung der Lewamethode wird dies jedoch nur während stärkerer Regen, wenn das Wasser an den Stämmen herunterfließt, notwendig sein. In solchen Fällen wird übrigens meistens schon die Rücksicht auf die Gesundheit der Arbeiter vom Zapfen abhalten müssen. Bei Anwendung derjenigen Methoden, bei denen der Milchsaff in flüssiger Form gewonnen werden soll, wird man aber auch schon bei schwachen Regen mit dem Zapfen aussetzen müssen, weil dann, wie bereits S. 221 besprochen wurde, der Milchsaff nicht in den Bahnen, in denen er herabfließen soll, verbleibt, sich vielmehr leicht auf der ganzen Stammoberfläche ausbreitet.

Mehr als Kuriosum will ich schließlich noch erwähnen, daß nach L'Agri-culture prat. des pays chauds (Vol. II, p. 337) auch der Mond auf die Ergiebigkeit des Milchsaffflusses einen großen Einfluß haben soll und daß man deshalb die Bäume nur zur Zeit des Neumondes zapfen soll.

B. Die verschiedenen Tageszeiten.

Ebenso wie mit den verschiedenen Jahreszeiten, wechselt die Ergiebigkeit des Milchsaffergusses auch mit den verschiedenen Tageszeiten und man wird im allgemeinen am frühen Morgen die größten, während der heißen Mittagsstunden die kleinsten Erträge erhalten. Dieser Unterschied wird naturgemäß an heißen und trockenen Tagen größer sein, als bei feuchtem Wetter und bedecktem Himmel.

Es ist somit auch anzuempfehlen, bei trockenem Wetter und klarem Himmel möglichst früh mit dem Zapfen beginnen zu lassen und das Zapfen abzubrechen, wenn die Erträge mit Zunahme der Lufttemperatur abnehmen. Auf manchen Pflanzungen wird auch mit gutem Erfolg außer morgens von Nachmittag bis zum Einbrechen der Dunkelheit gezapft.

Vorteilhafter würde es ja allerdings sein, wenn man auch die Nachtstunden zum Zapfen benutzen könnte. So wird auch von Smith und Bradford (I) empfohlen, nur die Zeit von 12 Uhr Mitternacht bis 7 Uhr morgens zum Zapfen zu benutzen. Die Arbeiter sollen dabei mit einer ähnlichen Lampe, wie die Grubenlampen, die auf dem Kopfe getragen werden, ausgerüstet werden.

Auf einigen Pflanzungen von Deutsch-Ostafrika wurde ebenfalls der Versuch gemacht, schon 3 oder 4 Uhr morgens mit dem Zapfen beginnen zu lassen. Die Arbeiter erhielten dabei kleine Lämpchen oder Laternen. Bei dieser Art des Zapfens ist aber, ganz abgesehen von anderen Übelständen, die Beaufsichtigung der Leute eine viel schwierigere und es scheinen auch bisher mit dem nächtlichen Zapfen keine besonders günstigen Resultate erzielt zu sein.

Auf alle Fälle sollte man aber dafür sorgen, daß die Zapfer sofort bei Tagesanbruch mit dem Zapfen beginnen und daß namentlich auch durch das Verlesen, die Verteilung des Koagulationsmittels usw. keine unnötige Verzögerung eintritt. Namentlich an heißen, trockenen Tagen wird man ferner gut tun, das Zapfen frühzeitig abzubrechen und die Arbeiter in den heißen Tagesstunden lieber mit anderen Arbeiten (Reinigen der Pflanzung und der Bäume usw.) zu beschäftigen.

C. Die Zahl der jährlichen Zapfungen.

Wie oft man einen Kautschukbaum anzapfen kann, hängt naturgemäß in erster Linie von der Art der Zapfung und der Dicke der Bäume

ab. Es wird auch jedenfalls schwierig sein, in dieser Hinsicht eine bestimmte Regel aufzustellen. In erster Linie werden hierbei jedenfalls die bei fortgesetztem Zapfen zu erhaltenden Erträge und der Gesundheitszustand der Bäume ausschlaggebend sein müssen.

Was nun zunächst die bei oft wiederholtem Zapfen zu erhaltenden Erträge anlangt, so wurde von manchen Pflanzern die Ansicht vertreten, daß die Bäume von *Manihot Glaziovii* überhaupt nicht tot zu zapfen seien und daß sie um so größere Erträge lieferten, je mehr sie angezapft werden. Dies ist nun aber doch nur bis zu einem gewissen Grade richtig. Allerdings nehmen ja die Kautschukerträge bei den ersten Zapfungen meist etwas zu, um dann bei gleichbleibender Witterung einige Zeitlang annähernd konstant zu bleiben und es dauert auch bei häufigem Zapfen lange, bis die Bäume überhaupt keinen Kautschuk mehr geben.

Auf der anderen Seite steht jedoch fest, daß die Erträge bei häufigem Zapfen ganz erheblich abnehmen. Dies zeigen auch die beiden folgenden Versuche, die allerdings beide noch über einen größeren Zeitraum ausgedehnt werden sollen:

Versuch I. Auf der Pflanzung Muhesa wurde am 22. Juni 1912 ein Komplex von 5jährigen Bäumen, die mit einer Pflanzweite von $3/2\frac{1}{2}$ m gepflanzt und zuvor bereits stark angezapft waren, in 4 Felder geteilt und es wurde dann der Stammumfang von sämtlichen Bäumen in 1 m Stammhöhe gemessen. Der Durchschnittswert von diesen Messungen ist in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Die Bäume wurden sämtlich nach der Lewa-Längsstreifenmethode an zwei aufeinander folgenden Tagen angezapft und zwar die von Feld 1 jede Woche, die von Feld 2 jede 2. Woche, die von Feld 3 jede 4. Woche und die von Feld 4 jede 8. Woche. Der Kautschuk eines jeden Feldes wurde getrennt eingesammelt und nachdem er mit der Hand möglichst ausgepreßt war, feucht gewogen. Die in jeder Zapfperiode von 8 Wochen von einem jeden Feld erhaltenen Kautschukmengen wurden dann durch die Anzahl der Bäume dividiert und die so erhaltenen Durchschnittserträge eines Baumes in dem oberen Drittel der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

In der Mitte der Tabelle ist ferner angegeben, wie viel Kautschuk durchschnittlich pro Baum und Zapfung in den verschiedenen Zapfperioden erhalten wurde. Im untersten Teile der Tabelle sind dann schließlich noch die Erträge der einzelnen Zapfperioden in Prozenten der in der ersten Zapfperiode erhaltenen Erträge ausgedrückt.

	Feld 1	Feld 2	Feld 3	Feld 4
Zahl der Bäume	169	172	168	164
Stammumfang durchschnittlich in cm	52,0	51,2	53,0	52,4
Art der Zapfung	jede Woche 2 mal	je 2 Wochen 2 mal	je 4 Wochen 2 mal	je 8 Wochen 2 mal
Erträge an feuchtem Kautschuk in g durchschnittlich pro Baum und Zapfperiode				
1. Zapfperiode	105,8	49,8	22,4	10,4
2. „	76,4	48,0	22,9	12,3
3. „	50,6	37,7	26,4	11,6
4. „	55,1	40,2	19,4	12,9
Summe	287,9	175,7	91,1	47,2

	Feld 1	Feld 2	Feld 3	Feld 4
Erträge an feuchtem Kautschuk in g durchschnittlich pro Baum und Zapfung				
1. Zapfperiode	6,61	6,23	5,60	5,20
2. „	4,78	6,00	5,73	6,15
3. „	3,16	4,71	6,60	5,80
4. „	3,44	5,03	4,85	6,45
Durchschnitt	4,50	5,49	5,69	5,90
Erträge mit denen der ersten Zapfperiode (= 100 gesetzt) verglichen.				
1. Zapfperiode	100	100	100	100
2. „	72	96	102	118
3. „	48	77	118	112
4. „	52	81	87	124
Durchschnitt	68	88	102	113

Aus dem Versuch I geht nun zunächst hervor, daß die Erträge bei häufigem Zapfen (zweimal pro Woche) ziemlich schnell abgenommen haben (von 100 auf 52), eine geringere Abnahme zeigt Feld 2, das zweimal jede 2. Woche angezapft wurde, während die Erträge in Feld 3 (zweimal jede 4. Woche angezapft) ungefähr gleich geblieben sind und die von Feld 4 (zweimal jede 8. Woche angezapft) eine merkbare Zunahme zeigen.

Es ist übrigens anzunehmen, daß mit dem Eintreten der Regen alle Erträge erheblich zunehmen werden. Anhaltspunkte für die zweckmäßigste Art der Zapfung werden sich aus diesem Versuche aber erst gewinnen lassen, wenn derselbe mindestens über einen Zeitraum von 2 Jahren ausgedehnt ist.

Ich möchte aber an dieser Stelle noch darauf hinweisen, daß die von diesen Bäumen erhaltenen Gesamtbeträge ziemlich große waren. Von den jede Woche zweimal angezapften Bäumen wurden ja bereits in den ersten vier Zapfperioden (32 Wochen) 287,9 g feuchter Kautschuk pro Baum erhalten. Es ist anzunehmen, daß diese Erträge bis zum Jahresschluß auf mindestens 400 g feuchten Kautschuk, was ungefähr 200 g reinem trockenem Kautschuk entspricht, steigen werden.

Versuch II. Zu diesem Versuche diente eine kleine Anpflanzung von *Manihot Glaziovii*, die sich auf dem Versuchsterrain von Amani in einer Meereshöhe von ca. 800 m befindet und bei Beginn des Versuches ca. 4½ Jahr alt war. Die Bäume, die vorher teils wenig, teils überhaupt noch nicht angezapft waren, wurden in 4 Gruppen eingeteilt, von denen die erste aus 3 Reihen, die anderen aus je 2 Reihen bestanden. Die Anzahl der Bäume einer jeden Gruppe und der durchschnittliche Stammumfang sind in der nachfolgenden Tabelle angegeben.

Die Bäume der ersten Gruppe wurden nun zunächst 6 Wochen lang an allen Wochentagen, also 6 mal pro Woche angezapft und dann jede zweite Woche einmal. Die Bäume der Gruppe 2 wurden zweimal, die von Gruppe 3 einmal pro Woche und die von Gruppe 4 einmal jede zweite Woche angezapft. Die dabei erhaltenen Erträge sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Anzahl der Bäume . . .	45	34	25	30
Umfang in cm im Durchschnitt	55	56,5	51,5	51,5
Art der Zapfung	6 Wochen 6 mal pro W., dann 1 mal in 2 Wochen	jede Woche 2 mal	jede Woche 1 mal	je 2 Wochen 1 mal
Erträge an feuchtem Kautschuk in g durchschnittlich pro Baum				
Woche 1—6	163,0	86,6	43,1	20,0
„ 7—12	7,3	54,4	32,5	18,4
„ 13—18	11,0	52,3	33,3	16,7
„ 19—22	7,4	31,4	21,7	11,5
Woche 1—22	188,7	224,7	120,6	66,6
Erträge an feuchtem Kautschuk in g durchschnittlich pro Baum und Zapfung				
Woche 1	6,9	7,5	5,6	5,4
„ 2	6,1	7,2	8,7	—
„ 3	4,3	8,1	8,3	7,2
„ 4	4,0	7,6	7,7	—
„ 5	3,3	6,7	6,6	7,4
„ 6	2,7	6,2	6,2	—
„ 7	1,9	5,2	5,0	6,4
„ 8	—	4,6	5,2	—
„ 9	2,0	4,6	5,0	5,3
„ 10	—	5,0	5,7	—
„ 11	3,4	4,0	6,0	6,7
„ 12	—	3,8	5,8	—
„ 13	3,6	4,3	5,2	4,8
„ 15	—	4,6	5,1	—
„ 15	3,9	5,0	5,8	6,6
„ 16	—	4,5	6,4	—
„ 17	3,5	4,3	4,8	5,3
„ 18	—	3,4	6,0	—
„ 19	3,7	3,7	5,9	5,4
„ 20	—	3,9	4,3	—
„ 21	3,7	4,4	4,9	6,1
„ 22	—	3,7	6,6	—
Durchschnitt	4,29	5,02	5,48	6,05

Die Tabelle zeigt nun zunächst, daß bei den Bäumen der Gruppe 1 infolge des häufigen Zapfens die Erträge schnell stark gesunken sind (von 6,9 auf 1,9); als sie dann weniger häufig angezapft wurden, nahmen aber die Erträge allmählich wieder zu.

Die Bäume der Gruppe 2, die zweimal pro Woche angezapft wurden, zeigen auch eine entschieden schnellere Abnahme in den Erträgen wie die Bäume der Gruppe 3 und 4.

Die Geamterträge sind bei den Bäumen der Gruppe 1 und 2, die bei Aufstellung der Tabelle beide gleich oft angezapft waren, nicht ungünstig, denn es

werden diese Bäume voraussichtlich am Ende des Jahres bis auf 400 g feuchten Kautschuk kommen. Weitere Schlüsse werden sich aber aus diesem Versuche erst ziehen lassen, wenn derselbe über einen größeren Zeitraum ausgedehnt ist.

Die beiden obigen Versuche, die noch weiter fortgesetzt und durch andere ähnliche ergänzt werden sollen, dürften immerhin schon deutlich erkennen lassen, daß durch zu häufiges Zapfen der Bäume eine ganz bedeutende Abnahme der Erträge bewirkt wird. Es leuchtet ferner wohl ohne weiteres ein, daß Bäume, die, wie dies auf den meisten Deutsch-Ostafrikanischen Plantagen geschieht, jahraus jahrein stark angezapft werden, sich immer in einem gewissen Zustande der Erschöpfung befinden und niemals größere Erträge liefern werden. Ich glaube denn auch, daß die relativ geringen Ernten, die man bisher auf den meisten Pflanzungen von Deutsch-Ostafrika erhalten hat, außer dem Anzapfen zu junger Bäume, dem Umstande zuzuschreiben sind, daß die Bäume von Anfang an viel zu oft angezapft werden. Rationeller dürfte es jedenfalls sein, in erster Linie darauf hinzuwirken, daß die Bäume, wenn sie ein gewisses Alter erreicht haben, auch wirklich größere Erträge liefern.

Um nun dies zu erreichen, sollte man die Bäume jedenfalls nur so oft anzapfen, daß die bei jeder Zapfung zu erhaltenden Erträge innerhalb des Jahres nicht wesentlich abnehmen und daß dieselben jedenfalls in jedem Jahre wesentlich zunehmen.

Eine gewisse Abnahme der Erträge wird ja allerdings in den für die Zapfung weniger günstigen Monaten, wenn die Rücksicht auf die Beschäftigung der Arbeiter es nicht ermöglicht, in diesen das Zapfen ganz abzuberechnen, nicht zu vermeiden sein. Man sollte dann aber doch auf alle Fälle dafür sorgen, daß die Bäume wenigstens soweit geschont werden, daß sie in der günstigen Zapfzeit größere Erträge liefern wie in der entsprechenden Zeit des Vorjahres.

Naturgemäß wird der Zapfer von den nicht durch übermäßiges Zapfen erschöpften Bäumen in der gleichen Zeit viel größere Kautschukmengen erhalten und es werden hierdurch die Zapfkosten ganz bedeutend vermindert und man wird auf die Dauer auch für gleich große Flächen zur Aberntung mit einer geringeren Anzahl von Arbeitern auskommen können.

Wie oft man nun aber Bäume von verschiedenem Alter wird anzapfen können, ohne sie zu sehr zu erschöpfen, vermag ich noch nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Ich glaube aber, daß man gut tun wird, 3 und 4 Jahre alte Bäume nicht öfter als 25 oder höchstens 40mal pro Jahr anzuzapfen. Man wird dann wohl allerdings in diesen Jahren von den betreffenden Bäumen geringere Jahreserträge erhalten als bei häufigerem Zapfen, die täglich von den Zapfern angebrachten Kautschukmengen werden aber bei mäßigerem Zapfen sicher größere bleiben und die Zapfkosten sich infolgedessen verringern. Man wird namentlich auch in den späteren Jahren auf größere Erträge rechnen können. Voraussichtlich werden auch weniger Bäume infolge zu großer Zapfwunden eingehen.

Eine völlig zuverlässige Entscheidung über die rationellste Art der Zapfung wird sich allerdings erst fällen lassen, wenn die oben angeführten und verschiedene andere ähnliche Versuche zum Abschluß gelangt sind und die Folgen der verschiedenen häufigen Zapfungen für längere Zeiträume exakt zahlenmäßig angegeben werden können.

XV. Die Kautschukgewinnung bei den anderen Manihot-Arten.

1. Manihot dichotoma.

In den wildwachsenden Beständen geschieht die Kautschukgewinnung nach Ule (I, 30) in folgender Weise: Man ritzt die stärkeren Bäumchen mit einem an der Spitze gekrümmten oder abgestutzten Messer in Form einer Schlangenlinie. Zuweilen bringt man dem Kautschukbaume auch einen senkrechten Schnitt, oft mit einigen Seitenschnitten, eine Art Grätenschnitt, bei. Am unteren Ende des Schnittes wird ein Blechbecher in die Rinde gedrückt, der die Milch auffängt. Aus diesen Bechern wird dann die Milch in größere Gefäße gefüllt und beginnt hierbei bereits zu gerinnen. Bei sorgfältiger Ausführung der Schnitte sollen die Wunden in einiger Zeit vernarben und der Baum kann von neuem angezapft werden, so daß von einem Baum dreimal und unter günstigen Bedingungen bis zehnmal im Jahre Kautschuk geerntet werden kann. Oft sollen allerdings die Bäume mit wenig Sorgfalt und mit ungeeigneten Werkzeugen angezapft werden, so daß das Holz bloßgelegt wird. Es soll dann sehr schnell Stammfäulnis eintreten und der Baum absterben.

Railton (I) erhielt bei Anzapfung von im Distrikt Jequié angezapften Bäumen die besten Resultate bei Anbringung von V-Schnitten, die er in Abständen von 17,5 cm übereinander anbrachte. Er legt dabei aber Wert darauf, daß die beiden Rinnen eines jeden V sich am unteren Ende nicht berühren, sondern mindestens $2\frac{1}{2}$ cm voneinander entfernt bleiben, weil sonst die in der Spitze zurückbleibende Rinde leicht abstirbt und dies Absterben sich schließlich über den ganzen Baum ausdehnen soll. Bei den späteren Zapfungen hat sich ein Abschaben von dünnen Rindenstreifen am unteren Rande der Rinnen weniger bewährt, als in die zwischenliegende Rinde wieder neue Rinnen hineinzuschneiden.

Das bei den beiden anderen *Manihot*-Arten übliche Anzapfen der Wurzeln hatte bei den von Bahiana (vgl. Cardozo VII) ausgeführten Versuchen keinen günstigen Erfolg.

Dahingegen habe ich mich durch in Amani ausgeführte Versuche davon überzeugt, daß *Manihot dichotoma* in der gleichen Weise wie *Manihot Glaziovii* auch nach der Lewamethode angezapft werden kann (Fig. 127) und daß dabei auch die gleichen Koagulationsmittel Verwendung finden können. Die Angabe von Harris (I, 45), daß der Latex von *Manihot dichotoma* besonders schnell spontan an der Luft koagulieren soll, fand ich nicht bestätigt.

Gut gepflegte Bäume sollen nach Railton (I) in 4–5 Jahren einen Stammumfang von 31–39 cm erreichen. Die Rinde soll dann aber noch dünn und arm an Kautschuk sein.

Auch nach den in Deutsch-Ostafrika gemachten Erfahrungen wächst *Manihot dichotoma* unter gleichen Bedingungen erheblich langsamer als *Manihot Glaziovii* und man wird auch wohl allgemein bei dieser Art erst später mit dem Zapfen beginnen können. Railton (I) empfiehlt, die Bäume nicht vor dem 8. Jahre anzupfen. Nach Harris (I, 45) sollen die Bäume 4–5 Jahre nach dem Auspflanzen

angezapft werden können, aber erst vom 8. Jahre an ihre Maximalerträge liefern.

Bezüglich der Qualität des von *Manihot dichotoma* stammenden Kautschuks erwähne ich zunächst, daß derselbe nach Ule (I, 35) sehr viel Harz enthält, so daß die aus ihm gefertigten Gegenstände leicht brüchig werden. Ein Muster soll aber dennoch auf 8—8½ M. pro Kilogramm geschätzt sein zu einer Zeit, wo Parakautschuk auf 9 M. stand. Auch im Kew. Bull. of m. Inf. (1908, p. 62) wird mitgeteilt, daß eine im Jequiébezirk von *Manihot*-Bäumen geerntete Kautschukprobe in New York dem besten Parakautschuk gleich bewertet wurde. Bei den in Amani von jungen Bäumen geernteten Proben ist mir dagegen wiederholt aufgefallen, daß dieselben sehr leicht klebrig wurden.



Fig. 127. *Manihot dichotoma*. Stamm eines 3½ Jahre alten Baumes, nach der Lewa-Streifenmethode angezapft. Amani.

2. *Manihot piauhyensis*.

Nach Ule (I, 31) ist der kurze Stamm und die wohl auch etwas härtere Rinde von *Manihot piauhyensis* nicht recht zum Anritzen geeignet und erhält man bei dieser Art bei Anwendung der für *Manihot dichotoma* üblichen Methoden nur wenig Milch; dahingegen hat sich das Anzapfen unmittelbar über der Wurzel als sehr ergiebig erwiesen. Man verfährt hierbei in folgender Weise: Zunächst wird am Grunde des Stammes an der einen Seite durch Herausnehmen der Erde eine Vertiefung angebracht und über derselben, also etwa am Wurzelhals, die Rinde mit einem an der Spitze gerundeten oder gekrümmten Messer geritzt. Die Kautschukmilch fließt dann in das gegrabene Loch und gerinnt daselbst, woraus sie nach 1—3 Tagen von dem Kautschuk-

sammler gesammelt wird. Da aber der so gewonnene Kautschuk sehr von Sand verunreinigt wird, bedeckt man den Grund des Loches häufig mit einer dünnen Schicht Lehm, wozu sich besonders solcher

von Termitenhügeln eignen soll. Kalkhaltiger Boden soll dagegen vermieden werden, weil er die Bäume bald töten würde. Dieser Lehm läßt sich dann später leicht aus den kleinen Kautschukfladen herauswaschen und man erhält so ein ziemlich reines Produkt.

Nach kurzer Zeit kann der Baum wieder in der gleichen Weise angezapft werden, und zwar geschieht dies ohne Schädigung des Baumes immer an der gleichen Stelle. Ein Mann soll in dieser Weise ungefähr 200 Bäume anzapfen und es so einrichten, daß jeder Baum nicht öfter als zweimal in der Woche an die Reihe kommt.

Nach Labroy (II) können 3—4jährige Bäume von *Manihot piauhyensis* angezapft werden, und zwar soll dies am besten an der Hauptwurzel mit einem angeschrärfen Stück Bandeisen geschehen. Die Koagulation des Milchsafte geschah ohne Zusatz von Reagentien. Als beste Zapfzeit werden Zeiträume von je 14 Tagen am Anfang und Ende der Regenzeit empfohlen.

Bezüglich der Qualität des Kautschuks von *Manihot piauhyensis* sei erwähnt, daß nach Ule (I, 34) eine besonders ausgesuchte Probe, die einen Waschverlust von nur 5,8% ergab, auf 7,5 M. pro Kilogramm bewertet wurde, gegen 9 M. pro Kilogramm Parakautschuk.

3. *Manihot heptaphylla*.

Das Anzapfen von *Manihot heptaphylla* soll im wesentlichen nach der gleichen Methode geschehen wie bei *Manihot piauhyensis*.

Eine Probe mittlerer Güte, deren Waschverlust 24% betrug, wurde nach Ule (I) auf 6—6,5 M. pro Kilogramm bewertet, gegen 9 M. für Parakautschuk.

XVI. Die Untersuchung des Kautschuks.

Um den Wert einer Kautschuksorte festzustellen, hat man sich bis vor wenigen Jahren fast ausschließlich der chemischen Analyse bedient, durch die festgestellt werden soll, welche verschiedenen Verbindungen in dem betreffenden Kautschuk vorhanden sind. Die hierbei verwandten Methoden gaben nun aber zum Teil recht erheblich voneinander abweichende Resultate und es ist auch jetzt noch keine Analysenmethode bekannt, die die Zusammensetzung der verschiedenen Kautschukarten ganz einwandfrei festzustellen gestattet. Es ist auch noch nicht gelungen, in dieser Hinsicht eine Einigung unter den verschiedenen Kautschukchemikern zu erzielen, so daß die von den einzelnen Autoren gefundenen Zahlen nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden können.

Der Wert der chemischen Analyse des Kautschuks wird außerdem noch dadurch herabgemindert, daß der Handelswert eines Kautschuks keineswegs allein nach der chemischen Zusammensetzung desselben zu beurteilen ist. Zunächst wissen wir noch ziemlich wenig darüber, in welcher Weise die außer Reinkautschuk im Rohkautschuk enthaltenen Stoffe, namentlich Harze, Eiweißstoffe und anorganische Salze, für die Qualität desselben von Bedeutung sind und ferner kommen auch von dem Reinkautschuk selbst verschiedene Modifikationen vor, die sich vielleicht durch ungleichen Polymerisationsgrad voneinander

unterscheiden. Diese verschiedenen Modifikationen, die leicht ineinander übergeführt werden können, lassen sich nun aber zurzeit auf chemischem Wege überhaupt noch nicht exakt voneinander trennen und es ist auch noch wenig darüber bekannt, inwieweit sie die Güte der aus den verschiedenen Kautschuksorten hergestellten Produkte beeinflussen.

In neuerer Zeit wurde nun aber auf anderem Wege der Polymerisationsgrad des in den verschiedenen Kautschuksorten enthaltenen Kautschuks zu ermitteln versucht, und zwar ging man hierbei von der Tatsache aus, daß Lösungen eine um so größere innere Reibung zeigen, um so zähflüssiger oder „viskoser“ sind, je höher der Polymerisationsgrad des darin gelösten Stoffes ist. Zur Bestimmung der Viskosität benutzt man, wie wir alsbald noch näher besprechen werden, Apparate, mit denen die Geschwindigkeit, mit der die zu prüfende Lösung durch enge Röhren hindurchfließt, gemessen wird.

Ferner hat man neuerdings auch auf die Untersuchung der mechanischen Eigenschaften und die Haltbarkeit des aus den verschiedenen Kautschuksorten durch Vulkanisation gewonnenen Produktes immer mehr Gewicht gelegt und zahlreiche Methoden zur Prüfung derselben in Anwendung gebracht.

Es ist in dieser Hinsicht zu beachten, daß der Kautschuk nicht direkt als solcher in der Praxis Verwendung findet, daß er vielmehr stets vorher vulkanisiert wird.

Die Vulkanisation besteht in der Hauptsache darin, daß der mit Schwefel — eventuell auch mit allerlei Zusätzen — innig gemischte Kautschuk, eventuell unter Zuhilfenahme von Druck erwärmt wird (Heißvulkanisation) oder durch Eintauchen des Rohkautschuks in eine Lösung von Schwefelchlorür (SCl_2) in Schwefelkohlenstoff, Benzin oder Benzol (Kaltvulkanisation). Durch beide Prozesse, die naturgemäß in der Technik in sehr verschiedener Weise ausgeführt werden, wird Schwefel von dem Kautschuk aufgenommen und es entsteht so die homogene Masse, die in der Praxis unter der Bezeichnung Kautschuk, Gummi elasticum oder Gummi Verwendung findet.

Der Prozeß der Vulkanisation ist somit für die Kautschukindustrie von der größten Bedeutung und es wird so begreiflich, daß seitens der Praktiker großes Gewicht darauf gelegt wird, wie sich die verschiedenen Kautschukarten bei der Vulkanisation verhalten, ob sie sich leicht oder schwer vulkanisieren lassen.

Von der größten Wichtigkeit sind aber ferner auch die mechanischen Eigenschaften des vulkanisierten Kautschuks und dessen Haltbarkeit, während die Elastizität und Nervigkeit des nicht vulkanisierten Rohkautschuks für die Bewertung des Kautschuks nur dann von Wert sein können, wenn sie einen Schluß auf die Eigenschaften des daraus durch Vulkanisation zu gewinnenden Produktes gestatten würden. Dies scheint nun aber im allgemeinen nicht der Fall zu sein. So wurde u. a. bereits von Beadle und Stevens (III) darauf hingewiesen, daß der Kautschuk sich bei der Vulkanisation in einem halbflüssigen teigartigen Zustande befindet und daß dann alle Spuren einer Struktur verschwunden sind. Es erscheint somit auch berechtigt, daß bei der Bewertung des Rohkautschuks in erster Linie die mechanischen Eigenschaften des aus ihm gewonnenen vul-

kanisierten Kautschuks ausschlaggebend sein müssen. Wir wollen denn auch im folgenden, nachdem wir zuvor die chemische Untersuchung des Kautschuks und die Viskositätsbestimmung besprochen, das Verhalten bei der Vulkanisation und die zur mechanischen Prüfung des vulkanisierten Kautschuks dienenden Methoden besprechen.

1. Die chemische Untersuchung des Rohkautschuks.

Von den verschiedenen im Rohkautschuk enthaltenen Stoffen ist naturgemäß der Reinkautschuk, der Kohlenwasserstoff ($C_{10}H_{16}$)_x, der wichtigste und es wäre vor allem wünschenswert, eine Methode zu besitzen, die die Menge desselben genau zu bestimmen gestattet. Diese Bestimmung wird nun aber dadurch sehr erschwert, daß eine Trennung des Reinkautschuks von den in allen Rohkautschuken enthaltenen harzartigen Körpern nur sehr schwer gelingt, denn wenn auch im allgemeinen Reinkautschuk in Alkohol und Azeton unlöslich, die Harze aber löslich sind, so ist doch, wie u. a. von Korneck (1) nachgewiesen wurde, eine exakte Trennung dieser Substanzen sehr schwierig und durch einmaliges Ausfällen des Kautschuks mit Alkohol nicht möglich. Noch weniger leicht gelingt die Trennung des Reinkautschuks von den in Rohkautschuk enthaltenen Eiweißstoffen. Aus diesem Grunde sind auch neuerdings diejenigen Methoden, bei denen der Kautschuk nur durch Differenz bestimmt wurde, d. h. als Rest, der nach Abzug aller anderen im Kautschuk festgestellten Verbindungen übrig blieb, fast allgemein aufgegeben. Dahingegen sucht man neuerdings entweder den Reinkautschuk direkt nachzuweisen, indem man ihn durch Lösung und Fällung aus dem Rohkautschuk isoliert, oder man führt denselben in eine andere exakt wägbare chemische Verbindung über.

Von den zur direkten Bestimmung des Kautschuks dienenden Methoden ist wohl zurzeit die von Spence am meisten in Gebrauch und es soll nun diese zunächst etwas eingehender besprochen werden. Im Anschluß daran sollen dann zwei auf Nitrierung und Bromierung des Kautschuks beruhende Methoden kurz beschrieben werden. Ich will hierbei auf die ziemlich ausgedehnte Polemik, die über diese Methoden entstanden ist, nicht eingehen und möchte mir auch über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden kein Urteil erlauben. Ich will es nur versuchen, durch etwas ausführliche Schilderung von einigen Methoden zu zeigen, mit welchen Schwierigkeiten die chemische Untersuchung des Rohkautschuks zurzeit noch zu kämpfen hat und in welcher Weise die bisher gewonnenen Analysenergebnisse zu verstehen sind. Zum Schluß sollen dann noch einige zur Bestimmung von bestimmten Inhaltsstoffen des Rohkautschuks dienende Methoden besprochen werden.

A. Die Methode von Spence.

Bei der von Spence (VI) empfohlenen Methode sind der Reihe nach folgende Bestimmungen auszuführen:

a) Die Bestimmung des Waschverlustes.

Als Waschverlust bezeichnet man den Verlust, den der Rohkautschuk beim Auswalzen mit der Waschwalze und beim Trocknen

erleidet. Es handelt sich hierbei in erster Linie um mechanische Verunreinigungen, wie Rindenteile, Sand, Fasern und dergleichen, die bei der Präparation mit in den Kautschuk hineingelangt sind, ferner um in Wasser lösliche Verbindungen, wie anorganische und organische Salze, Zucker, Reste des Koagulationsmittels und dergleichen. Schließlich befindet sich in dem Waschverluste aber eine gewisse Menge Wasser, da der gewaschene Kautschuk im trockenen Zustande gewogen wird.

Um nun den Waschverlust exakt zu bestimmen, wird zunächst aus der zu analysierenden Handelsware ein gutes Durchschnittsmuster hergestellt. Bei größeren Ballen oder Broten darf dasselbe weder nur aus den inneren, noch auch nur aus den äußeren Schichten derselben genommen werden, sondern soll so genau wie möglich dem Durchschnitt der ganzen Partie auch in bezug auf seine Verunreinigungen durch Sand, Rinde, Feuchtigkeit usw. entsprechen. Das Durchschnittsmuster soll ungefähr 500 g schwer sein.

Das genau gewogene Muster wird nun in mäßig warmem Wasser eine halbe Stunde aufgeweicht und dann auf einer Waschwalze zu einem dünnen Fell ausgewalzt und unter peinlicher Vermeidung jeden Verlustes an Gummi sorgfältig rein ausgewaschen. Von dem erhaltenen Felle wird sodann anhaftendes Wasser so gut wie möglich abgepreßt und das Ganze dann in einem vor Licht geschützten Raume über Chlorkalzium getrocknet und gewogen.

Von dem so erhaltenen lufttrockenen Fell wird nun wieder ein Durchschnittsmuster von 10 g genommen und im fein zerschnittenen Zustande bei Zimmertemperatur im Vakuum über Schwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Der so ermittelte genaue Waschverlust wird auf das ursprüngliche große Waschmuster umgerechnet und ergibt den Waschverlust des zu untersuchenden Rohkautschuks.

Wie Korneck (I, 6) betont, sollten zum Zerkleinern der Muster nur sehr scharfe und saubere Instrumente dienen, weil sonst leicht ein Ausquetschen von Flüssigkeit stattfinden kann. Bei der Trockengewichtsbestimmung sollten ferner die beiden letzten Wägungen stets mindestens 24 Stunden auseinander liegen. Bei Versuchen von Korneck trat in einem Falle erst am 7. Tage Gewichtskonstanz ein.

Da die getrocknete Kautschukprobe bei den späteren Bestimmungen Verwendung findet, ist ein Erwärmen derselben strengstens zu vermeiden. Es können nämlich durch Erwärmen des trockenen Kautschuk leicht chemische Veränderungen desselben entstehen, namentlich eine Vermehrung der azetonlöslichen Substanz. So erhielt Dittmar (I, 163) bei Para-Kautschuk:

nach Trocknen im Exsikkator 1,44% azetonlösliche Substanz,

beim Trocknen bei 80° C 6,83% azetonlösliche Substanz;

bei Kautschuk von *Castilloa*:

nach Trocknen im Exsikkator 3,12% azetonlösliche Substanz,

nach Trocknen bei 80° C 30,20% azetonlösliche Substanz.

Es ist dies wohl darauf zurückzuführen, daß das Harz bei 80° C bereits flüssig wird und dann mit einem Teil des Kautschuks eine Quellung gibt, die in das Azeton übergeht.

b) Die Harzbestimmung.

Um die Harze zu bestimmen, werden dieselben durch Azeton in Lösung gebracht und aus dieser Lösung durch Abdampfen des Azetons isoliert und gewogen.

Man verfährt dabei in der Weise, daß man 4—6 g von dem völlig getrockneten Felle fein zerschneidet und im Soxhlet-Apparat auf dem Wasserbade mit heißem Azeton bis zur völligen Erschöpfung extrahiert. Die Extraktion kann bei dem einen Muster in Stunden vollendet sein, bei Anwesenheit großer Mengen schwer löslicher Harze wieder Tage in Anspruch nehmen. Die gesammelten Azetonextrakte werden dann heiß in einem tarierten Kolben destilliert und der Rückstand im Luftbad bei 80° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen.

Nach einer späteren Mitteilung von Spence (IX) werden nun aber bei genügend langer Extraktion außer harzartigen Stoffen auch alle eventuell vorhandenen organischen Säuren und ihre Salze, gewisse stickstoffhaltige, nicht eiweißartige Stoffe sowie zuckerartige Verbindungen aus dem Rohkautschuk herausgelöst. Von dem Imperial Institute (Bull. 1912, S. 15) wurden ferner in nach der brasilianischen Methode gewonnenem Hevea-Plantagenkautschuk 2,7 Prozent von einem in Azeton löslichen Kohlehydrat (Methylinosit) nachgewiesen.

Zilchert (I) hat für eine Anzahl verschiedener Kautschukarten die in verschiedenen Zeiten in Aceton gelösten Harzmengen genau gewogen und kommt zu dem Resultate, daß eine ca. 10stündige Extraktionsdauer bei intensiver Arbeit der Extraktoren Resultate gibt, die in weitaus den meisten Fällen für technische Zwecke von genügender Genauigkeit sind. Speziell bei *Manihot*-Kautschuk waren nach 11stündiger Extraktionsdauer 92% von der Gesamtmenge der Harze, die von dem Gesamtgewicht des Kautschuks 4,19% ausmachten, extrahiert. Nach 17 Stunden waren 96%, nach 24 Stunden 98% und nach 30 Stunden 100% extrahiert.

c) Die Bestimmung des löslichen Reinkautschuks.

Aus dem durch die Azetonextraktion von Harzen befreiten Kautschuk wird der lösliche Reinkautschuk durch Benzol gelöst, von dem unlöslichen Rückstande abfiltriert und gewogen.

Es ist dies in folgender Weise auszuführen: Der mit Azeton extrahierte Kautschuk wird im Vakuum über Schwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Eine gewogene Menge von ca. 1,5 g wird sodann in einem Maßgefäß mit ca. 100 cem kaltem Benzol unter möglichst häufigem und kräftigem Durchschütteln zur Abquellung (Lösung) gebracht, wozu meist einige Stunden genügen. Erwärmung ist, da sie die Abquellung nicht merklich beschleunigt, zu unterlassen.

Sobald das wirklich Abquellbare durch das Benzol verflüssigt ist, wird die Lösung auf 200 cem aufgefüllt und dann werden durch einen mit Glaswollstopfen versehenen und mit Urglas bedeckten Trichter ca. 100 cem der Lösung in eine graduierte Flasche abfiltriert; Trichter nebst Glaswollstopfen waren vorher im Trockenschrank getrocknet und gewogen.

Das genau gemessene Filtrat wird in einem gewogenen Erlenmeyerkolben hinübergespült, das Benzol wird auf dem Wasserbade abdestilliert und aus dem Trockenrückstande werden die letzten Spuren des Benzols entfernt, indem man unter Erwärmung auf 30° C einen kräftigen Kohlensäurestrom hindurchleitet, um eine Oxydation des erwärmten trockenen Kautschuks zu verhindern. Der an den Wänden und am Boden des Kolbens haftende Kautschuk wird dann noch im Vakuumexsikkator über Paraffin und Schwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und dann wird der Kolben gewogen. Das so gefundene Gewicht des Kautschuks wird dann auf die Gesamtmenge des in Arbeit genommenen Kautschuks umgerechnet.

d) Die Bestimmung der in Benzol unlöslichen Substanz.

Die in Benzol unlösliche Substanz besteht in der Hauptsache aus dem in Benzol unlöslichen Reinkautschuk (Modifikation b von Harries, vgl. S. 138), zum Teil aus proteinartigen Stoffen. Zur Bestimmung derselben wird der von der Benzollösung abfiltrierte Rückstand gewogen.

Man benutzt zu dieser Bestimmung den Rest der noch nicht filtrierten Abquellung. Derselbe wird mit Benzol soweit verdünnt, daß er sich gut filtrieren läßt; dann wird durch den früher benutzten mit Glaswollstopfen versehenen Trichter filtriert, der Filtrerrückstand wird zuerst mit Benzol, dann mit Alkohol gewaschen, bei 65° C getrocknet und im Vakuumexsikkator über Schwefelsäure erkalten gelassen und nach eingetretener Gewichtskonstanz gewogen.

e) Bestimmung der stickstoffhaltigen Substanz (Proteine).

Die im gewaschenen Kautschuk enthaltenen stickstoffhaltigen Substanzen werden gewöhnlich als Proteine bezeichnet. Zur Bestimmung derselben wird der in einer Probe enthaltene Stickstoff bestimmt und der gefundene Wert mit 6,25 multipliziert, entsprechend einem Stickstoffgehalt der Eiweißkörper von 16%.

Zur Bestimmung wird von ca. 2 g des getrockneten Felles nach dem genauen Wägen der Stickstoffgehalt nach der Kjeldahlschen Methode bestimmt. Wie diese speziell für Kautschukuntersuchungen am zweckmäßigsten zu modifizieren ist, wurde von Schmitz (I) eingehend untersucht.

neck (I) modifizierte Harries-Fendlersche Nitrositmethode kurz beschrieben werden.

Nach dieser Methode wird der gewaschene und getrocknete Kautschuk vor oder nach der Harzextraktion in Benzol gelöst und dann durch Einleiten von salpetriger Säure nitrosiert. Der Kautschuk bildet dann einen gelben Niederschlag, der in Benzol und Äther unlöslich ist. Die etwa noch vorhandenen Harze werden hierbei zwar ebenfalls in ein in Benzol unlösliches Nitrosit verwandelt, dies soll aber nach Korneck gleich nach der Bildung in Äther leicht löslich sein¹⁾. Auch die durch Nitrosierung der Proteinstoffe entstehenden Nitrosite sind nach Korneck in Benzol und Äther leicht löslich. Dahingegen scheint das aus der unlöslichen Modifikation des Kautschuks (Modifikation b von Harries) entstehende Nitrosit die gleichen Eigenschaften zu besitzen wie das Nitrosit c und wird also bei dieser Analysenmethode mit als Reinkautschuk bestimmt.

Bezüglich weiterer Einzelheiten muß auf die umfangreiche Literatur über die Nitrositmethode verwiesen werden.

C. Die Tetrabromidmethode.

Durch Einwirkung von Brom auf Kautschuk entsteht eine Bromverbindung, die im Molekül vier Bromatome enthält, die sich nach Lösung der beiden doppelten Bindungen des Kautschukmoleküls den betreffenden Kohlenstoffatomen anlagern, so daß ein Kautschuktetrabromid von der Zusammensetzung $(C_{10}H_{16}Br_4)_x$ entsteht.

Das Kautschuktetrabromid läßt sich nun durch Alkohol glatt ausfällen und wurde von Budde (I) zu einer Methode der Kautschukbestimmung verwandt. Es wird dabei mit Schwefelkohlenstoff und Benzin weiter gereinigt. Die Menge des entstehenden Tetrabromids wird dann nach Titrierung des Broms durch Umrechnung ermittelt.

Auch diese Methode wurde in den letzten Jahren in mannigfacher Weise modifiziert und es können auch jetzt die diesbezüglichen Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen gelten.

D. Bestimmung der mechanischen Verunreinigungen des Rohkautschuks nach Beadle und Stevens.

Da es vielfach schwierig oder unmöglich ist, die im Kautschuk enthaltenen Verunreinigungen durch Waschen ganz zu entfernen und dieselben auch bei dem Waschen mit Waschwalzen schwer aufgefangen werden können, empfehlen Beadle und Stevens (II) den fein zerschnittenen Rohkautschuk in Lösungsmitteln zu kochen, durch die Kautschuk, Harze und Eiweißstoffe in eine gut flüssige Lösung übergeführt werden, so daß die Verunreinigungen durch Dekantieren und Auswaschen isoliert werden können. Die genannten Autoren empfehlen zu diesem Zwecke namentlich Phenetol (Äthylphenyläther). Von dem fein zerschnittenen Rohkautschuk wird 1 g im Probierglase in 5,10 ccm des Lösungsmittels gebracht, dann erwärmt man zunächst langsam, damit der Kautschuk gut aufquellen kann. Am besten ist es zunächst ca. $\frac{1}{2}$ Stunde lang auf 100° C zu erhitzen und dann die Temperatur

1) Nach Versuchen von Fendler (I, 315) ist dies aber zum mindesten nicht allgemein zutreffend und wird von dem genannten Autor (I, 315) empfohlen, bei der Nitrositmethode allein vorher entharzten Kautschuk zu verwenden.

allmählich steigen zu lassen und 1—1½ Stunden auf 140° C zu halten. Nach der Abkühlung wird dann die ganze Masse in ca. 100 ccm Benzol gebracht, worin man sich die Verunreinigungen absetzen läßt. Man kann dann noch ein- oder zweimal mit Benzol waschen und dekantieren, bevor man die Verunreinigungen zu weiterem Waschen auf ein Filter bringt. In manchen Fällen war es aber vorteilhafter, die löslichen Substanzen durch wiederholtes Dekantieren mit Naphta zu entfernen, die letzten Spuren desselben abzudampfen und den Rückstand auf einer tarierten Schale zu wiegen.

Der nach diesem Verfahren abgeschiedene unlösliche Rückstand läßt sich, da er in seiner Struktur nicht beeinträchtigt ist, sehr gut für mikroskopische Untersuchungen zur Feststellung seiner Abstammung verwenden.

2. Die Bestimmung der Viskosität.

Wenn man zwei verschiedene Flüssigkeiten durch die gleiche Kapillarröhre fließen läßt und die Zeit bestimmt, in welcher die gleiche Flüssigkeitsmenge durch dieselbe hindurchfließt, so wird man finden, daß diese Zeit bei verschiedenen Flüssigkeiten eine verschiedene ist. Es rührt dies daher, daß die Flüssigkeiten je nach ihrer Beschaffenheit ein verschieden großes Aneinanderhaften zeigen, das sich der Annahme einer Bewegung widersetzt, so daß zur Erhaltung einer gleichförmigen Geschwindigkeit nicht nur eine einmalige Kraftwirkung wie bei jedem freien Körper, sondern auch ein beständiger Arbeitsaufwand erforderlich ist. Die sich hierin aussprechende Eigenschaft der Flüssigkeiten hat man nun als Zähigkeit, innere Reibung oder Viskosität bezeichnet.

Bei Lösungen ist unter sonst gleichen Bedingungen (Temperatur!) die Viskosität einerseits von der Viskosität des Lösungsmittels, andererseits aber auch von der Beschaffenheit und Konzentration des gelösten Stoffes abhängig.

Speziell für Kautschuklösungen wurde nun zuerst von Axelrod (I) nachgewiesen, daß im allgemeinen Lösungen von wertvolleren Kautschukarten bei gleicher Konzentration eine größere Viskosität zeigen. In neuerer Zeit wurde dann die Bestimmung der Viskosität namentlich von Schidrowitz und Goldsbrough und von Frank und Marckwald zur Qualitätsprüfung des Kautschuks benutzt.

Die von diesen Autoren gefundenen Werte sind aber unter sich nicht ohne weiteres vergleichbar, weil sie nach verschiedenen Methoden ermittelt und auch in verschiedener Weise berechnet sind. Von Schidrowitz wurde auch wiederholt darauf hingewiesen, daß der von Axelrod und im Anschluß daran auch von Frank und Marckwald benutzte Apparat deshalb die Viskosität nicht genau anzeigt, weil die Öffnung des Durchflußrohres so weit ist, daß in der Flüssigkeit zu heftige Strömungen entstehen. Eine weitere Fehlerquelle soll bei den Versuchen von Axelrod darin bestehen, daß keine klaren Lösungen benutzt wurden. Bei Vergleichung der Methode von Schidrowitz und Axelrod erhielten denn auch Beadle und Stevens (IV, 276) erheblich voneinander abweichende Resultate.

Über die Frage, welchen Wert die Viskositätsbestimmungen für die Kautschukbewertung besitzen, können zurzeit die Untersuch-

ungen noch nicht als abgeschlossen gelten. Schidrowitz und Goldsbrough (I) schließen aber aus ihren zum Teil noch nicht publizierten Versuchen, daß bei von der gleichen Baumart stammenden Kautschukproben die Viskositätsbestimmungen mit den Bestimmungen der Festigkeit und Vulkanisationskapazität übereinstimmende Resultate geben, somit auch zur Beurteilung der verschiedenen Präparationsarten des Kautschuks benutzt werden können. Auch die Untersuchungen von Frank und Marckwald haben zum Teil zu ähnlichen Resultaten geführt.

Schidrowitz und Goldsbrough benutzen bei ihren Versuchen den Ostwaldschen Kapillarviskosimeter (Fig. 128). Bei demselben beträgt die innere Weite der Kapillare (unterhalb X) ca. 1 mm. Sie bestimmten die Viskosität des Kautschuks in 0,5—1,5%igen Lösungen in reinem Benzol. Nach den bei verschiedenem Konzentrationsgrade gefundenen Ausflußzeiten (bezogen auf die des reinen Benzols = 1 ge-

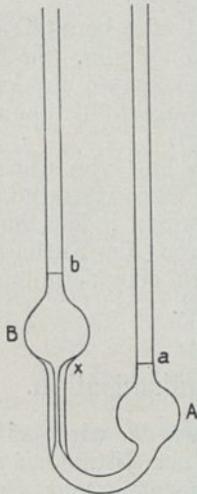


Fig. 128. Viskosimeter nach Ostwald.

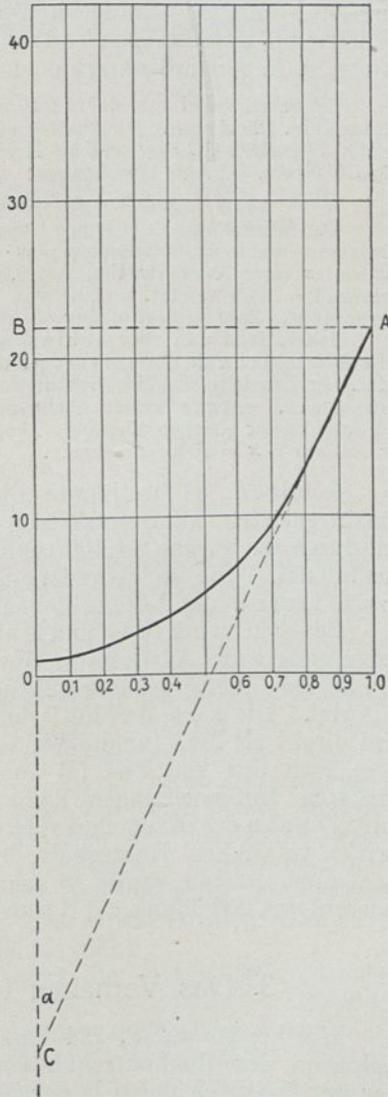


Fig. 129. Viskositätskurve einer Lösung von *Hevea*-Kautschuk nach Schidrowitz.

setzt), den Werten der relativen Viskosität, konstruieren sie so dann eine Kurve, in der die Konzentration der Lösung (0,1% = 1 cm) als Abszisse und die relative Viskosität (2 = 1 cm) die Ordinate darstellt. Bei Untersuchung dieser Kurven fanden sie nun, daß dieselben

von einer gewissen Konzentration (dem kritischen Punkt) an in eine gerade Linie übergehen, daß somit dann die Viskosität der Konzentration proportional ist.

Um nun aber die Viskosität von verschiedenen Gummiarten miteinander vergleichen zu können, wird aus den bei schwach verdünnten Lösungen gefundenen Werten die Viskosität berechnet, welche bei weiterem geradlinigem Verlauf der Kurve eine 100%ige Kautschuklösung, d. h. reiner Kautschuk, haben würde.

Sie gehen dabei von einem auf dem geradlinigen Teile der Kurve gelegenen Punkte (Fig. 129 A) aus. Wie aus der Figur unmittelbar ersichtlich ist, gelten dann für die Viskosität $OB = y$ und die Konzentration $BA = x$, wenn wir die Strecke $OC = b$ setzen, folgenden Gleichungen:

$$y + b = x \cdot tga \text{ oder } y = x \cdot tga - b^1)$$

Der Winkel α und die Länge b werden nun auf der genau gezeichneten Kurve abgemessen und in die Gleichung $y = x \cdot tga - b$ eingesetzt; ferner wird, da die Einheit von x einer Konzentration von 0,1% entspricht, der Konzentration 100 entsprechend = 1000 gesetzt, um die von Schidrowitz als Maß für die Viskosität angenommene Zahl zu bestimmen.

Später fand nun aber Schidrowitz (I, 161), daß der Verlauf der Kurven doch nicht in allen Fällen so nach der geraden Linie zuneigte, als er früher angenommen hatte. Er hat dann die Viskosität in der Weise bestimmt, daß er an der der Konzentration 1,0 entsprechenden Stelle der Kurve eine Tangente an dieselbe legte und dann in der gleichen Weise die Länge b und den Winkel α abmaß und y unter der Annahme $x = 1000$ berechnete.

Axelrod (I) bestimmte die Ausflußzeit von 100 ccm des in Benzin gelösten Kautschuks und dividierte die gefundene Zahl jedesmal durch die vorher für 100 ccm Benzin mit 4,5 Sekunden bestimmte Ausflußzeit. Die so gefundene Zahl wurde Ausflußgrad oder Viskositätsgrad der Lösung genannt.

Bei dem von Frank und Marckwald (I, 262) benutzten Viskosimeter besitzt das Ausflußrohr eine Öffnung von 7 mm. Sie benutzten eine 3%ige Lösung des gewaschenen und getrockneten Rohkautschuks in Xylol. Die nach Ausfluß von 100 ccm festgestellte Sekundenzahl wird direkt als Maß für die Viskosität benutzt.

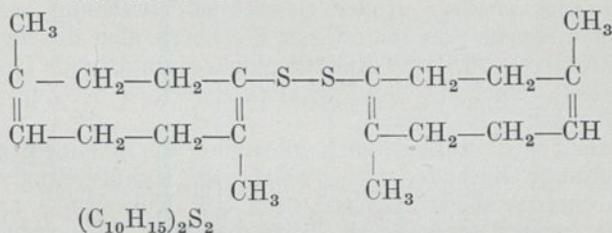
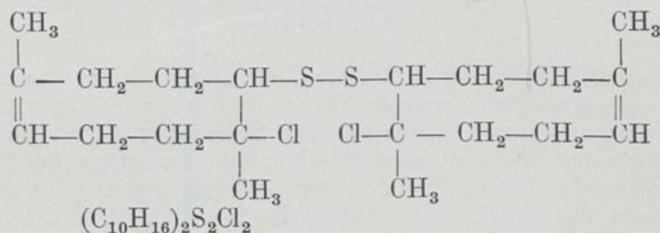
Nach den von Fol (I) an dem Kautschuk von *Castilloa* ausgeführten Untersuchungen kann aus dem Viskositätsgrad auf den Harzgehalt des Kautschuks geschlossen werden, indem geringe Viskosität auf hohen Harzgehalt deutet. Durch die Entharzung mit kochendem Azeton wurde in manchen Fällen eine Verminderung, in anderen eine Erhöhung der Viskosität bewirkt.

3. Das Verhalten bei der Vulkanisation.

Wie bereits auf S. 234 kurz bemerkt wurde, wird bei der Vulkanisation der Rohkautschuk entweder in der Hitze mit Schwefel oder mit Schwefelchlorür in der Kälte zusammengebracht. In welcher Form nun der Schwefel in dem vulkanisierten Kautschuk enthalten ist, wurde namentlich in den letzten Jahren vielfach untersucht; diese Frage kann aber zurzeit noch nicht als völlig gelöst angesehen werden. Nach den von Hinrichsen (I) zusammengestellten Untersuchungen

1) Streng mathematisch müßte die Formel $y - b = x \cdot tga$ lauten, weil die Strecke OC negativ zu rechnen ist.

können wir es aber als sehr wahrscheinlich ansehen, daß bei der Vulkanisation zunächst eine Absorbition des Schwefels stattfindet, dann aber auch chemische Bindung. Für die Kaltvulkanisation wurde von Hinrichsen und Kindscher (I) die Entstehung eines Additionsproduktes $(C_{10}H_{16})_2S_2Cl_2$ wahrscheinlich gemacht, aus dem durch alkoholische Natronlauge unter Abspaltung von Salzsäure die Verbindung $(C_{10}H_{15})_2S_2$ entsteht. Als Strukturformeln dieser Verbindungen wären anzunehmen:



Welche Verbindungen nun aber bei der Heißvulkanisation entstehen, ist zurzeit noch nicht festgestellt; die Tatsache, daß bei der Nitrierung und Bromierung des vulkanisierten Kautschuks ein großer Teil des Schwefels mit in die entstehenden Bromide und Nitrosite übergeht, macht aber auch hier eine chemische Bindung sehr wahrscheinlich.

In der Praxis unterscheidet man nun in den durch Vulkanisation entstehenden Produkten zwischen freiem Schwefel, der in Azeton löslich ist, und gebundenem Schwefel (Vulkanisationschwefel), der, wie der Kautschuk selbst, durch Azeton nicht angegriffen wird. Als Vulkanisationskoeffizient bezeichnet man ferner vielfach die Menge des gebundenen Schwefels bezogen auf den Reinkautschukgehalt der Mischung in Prozenten ausgedrückt. Die Menge des gebundenen Schwefels nimmt übrigens in den vulkanisierten Produkten, namentlich, wenn dieselben höheren Temperaturen ausgesetzt werden, allmählich bedeutend zu (Nachvulkanisation).

Bei der Heißvulkanisation hängt die Menge des gebundenen Schwefels von verschiedenen Faktoren ab. Sie nimmt im allgemeinen zu mit der Menge des zugesetzten Schwefels, der Höhe des angewandten Druckes (Temperatur) und der Zeit der Vulkanisation. Außerdem wird dieselbe auch durch verschiedene Zusätze beschleunigt. Schließlich ist sie auch unter sonst gleichen Bedingungen von der Kautschuksorte abhängig und es kann somit der Koagulationskoeffizient auch zur Bewertung der Kautschukarten dienen.

Einfacher ist es wohl aber die Menge des gebundenen Schwefels in Prozenten des vulkanisierten Produktes auszudrücken, wie dies z. B. von Frank und Marekwald (I, 262) geschieht. Wenn die Vulkanisationsversuche mit verschiedenen Kautschukproben unter sonst

gleichen Bedingungen und unter Zusatz gleich großer Schwefelmengen ausgeführt werden, können sie auch einen Schluß auf die bei einer jeden Probe zur Erreichung eines bestimmten Vulkanisationsgrades erforderliche Zeit gestatten, die ja für die Praxis von großer Wichtigkeit ist.

4. Die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften des Kautschuks.

Da der Kautschuk in erster Linie infolge seiner mechanischen Eigenschaften in der Technik eine so weitgehende Verwendung gefunden hat, so lag es nahe, bei der Bewertung von verschiedenen Kautschukarten auf die mechanischen Eigenschaften der aus denselben herzustellenden Produkte Gewicht zu legen. Es fehlt nun auch in der Tat nicht an Apparaten, durch welche diese Eigenschaften mit mehr oder weniger großer Genauigkeit bestimmt werden. Es wurden auch bereits von zahlreichen Forschern über die mechanischen Eigenschaften verschiedener Kautschukarten umfassende Untersuchungen angestellt, durch die das Verhalten derselben bei Zug und Druck bestimmt wurde.

Es fehlt aber zurzeit noch gänzlich eine allgemein anerkannte und eingeführte Methode, durch welche die für die Praxis besonders wichtigen mechanischen Eigenschaften des Kautschuks zahlenmäßig angegeben würden, so daß mit Hilfe derselben eine einheitliche Bewertung der verschiedenen Kautschukarten stattfinden könnte. Auch das India Rubber Testing Committee hat in dieser Hinsicht die nötigen Vorarbeiten noch nicht erledigt.

Ich will deshalb an dieser Stelle auf diese ausgedehnten Untersuchungen nicht näher eingehen und mich darauf beschränken, einige der wichtigsten mechanischen Eigenschaften des Kautschuks, die auch bisher speziell für die Bewertung des Kautschuks benutzt wurden, kurz zu schildern. Ausführlichere Angaben über die mechanische Prüfung des Kautschuks gibt speziell Memmler in dem von ihm und Hinrichsen (I, 252) herausgegebenen Buche.

Um sich nun über das Verhalten des Kautschuks zu orientieren, verfährt man zweckmäßig in der Weise, daß man von einem Streifen (oder Ring) von Kautschuk, der einen gleichmäßigen Querschnitt und eine bestimmte Länge besitzt, die mit zunehmender Belastung eintretende Dehnung zur Konstruktion einer Kurve benutzt und auf der Ordinatenachse die Belastungen (bezogen auf 1 qm Querschnitt in Kilogramm ausgedrückt) und auf der Abszissenachse die bei dieser Belastung beobachteten Längenänderungen (in Prozenten der ursprünglichen Länge) aufträgt. Die Gestalt dieser Kurve ist nun allerdings je nach der benutzten Kautschukart, der Menge der Beimischungen und der Vulkanisationsart eine verschiedene; namentlich bei guten Kautschukarten zeigt dieselbe aber im allgemeinen die in Fig. 130 nach Memmler abgebildete Gestalt. Es folgt aus dieser Kurve, daß die Längenzunahmen des Kautschuks bei geringer Spannung verhältnismäßig groß sind und daß dieselben mit Zunahme der Dehnung für eine gleiche Zunahme der Belastung immer kleiner werden und schließlich kurz vor dem Zerreißen am kleinsten sind.

Treibt man nun aber die Belastung nicht bis zum Zerreißen des Versuchsstreifens, sondern entlastet wieder ganz allmählich und stufenweise und bestimmt wiederum bei den einzelnen Entlastungsstufen die Längenänderungen des Kautschukstreifens und trägt dieselben in der gleichen Weise wie zuvor auf der graphischen Darstellung ein, so wird man finden, daß die so erhaltene Entlastungskurve (in Fig. 130 gestrichelt angegeben) sich nicht mit der zuerst gefundenen Belastungs-

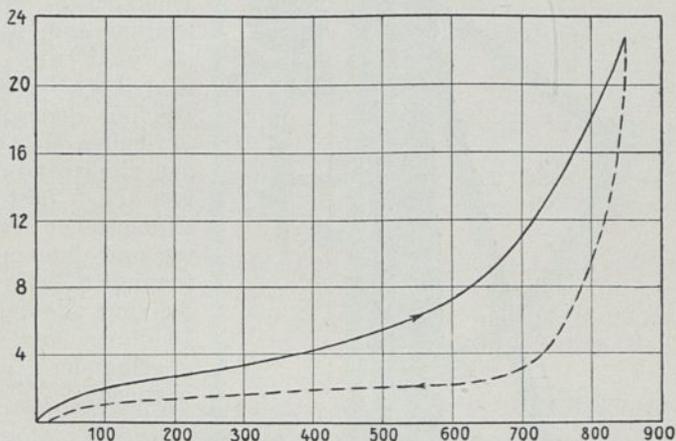


Fig. 130. Dehnungskurve für Weichgummi nach Memmler.

kurve deckt, vielmehr zunächst schneller und nach und nach langsamer fällt, aber schließlich vor Erreichung des Nullpunktes die Abszissenachse erreicht. Der Abstand zwischen den unteren Enden der beiden Kurven stellt die dauernde Verlängerung des Kautschukstreifens dar. Die Abweichungen zwischen der Be- und Entlastungskurve werden auch als elastische Nachwirkungserscheinungen oder Hysterese bezeichnet. Über die Größe derselben bei verschiedener Dauer und Häufigkeit der Belastung wurden von verschiedenen Forschern ausgedehnte Untersuchungen angestellt und es ist auch unzweifelhaft, daß gerade die elastischen Nachwirkungen für die Bewertung des Kautschuks von großer Bedeutung sind. Da aber bisher keine von den zur Bestimmung der Hysterese angewandten Methoden allgemeine Anwendung gefunden hat, will ich auf diese zum Teil nur mit Hilfe eingehender mathematischer Erörterungen verständlichen Erscheinungen an dieser Stelle nicht näher eingehen.

Erwähnen will ich nur noch, daß man bei der Bewertung von Kautschukproben zurzeit sehr häufig das Gewicht angibt, welches zum Zerreißen derselben erforderlich ist und die Größe der Dehnung, welche in diesem Moment eintritt. Die Belastung wird hierbei gewöhnlich in Kilogrammen ausgedrückt und auf eine Querschnittseinheit (1 qcm) umgerechnet, die Dehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge angegeben.

Da übrigens auch die beiden obengenannten Faktoren von dem Vulkanisationsgrade des Kautschuks in hohem Grade abhängig sind, wird man, um vergleichbare Zahlen zu erhalten, auch stets die Vulkanisation in der gleichen Weise ausführen müssen.

Von den verschiedenen zur Prüfung des vulkanisierten Kautschuks konstruierten Apparaten will ich an dieser Stelle nur den von

Schopper in den Handel gebrachten Kautschukprüfer (Fig. 131) erwähnen. Derselbe wird sowohl von dem Königlichen Materialprüfungsamt als auch von Frank und Marckwald benutzt. Die mit demselben zu prüfenden Muster werden zunächst in Ringe von genau bestimmten Dimensionen geschnitten und dann über rotierende Rollen gezogen, die ganz allmählich zur Dehnung der Ringe voneinander entfernt werden.

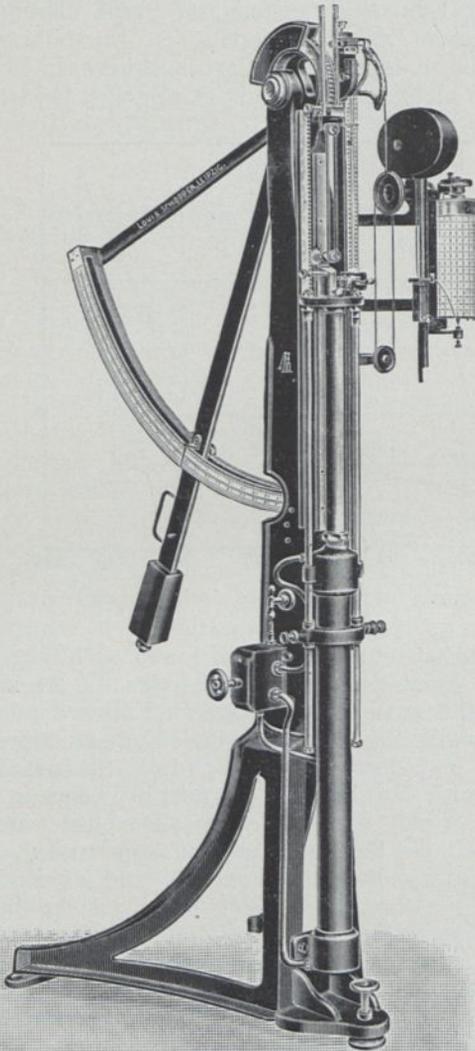


Fig. 131. Patent-Kautschukprüfer mit Registrier-
vorrichtung. Bauart Schopper-Dalén.

XVII. Das Klebrig- werden des Kaut- schuks.

¶ Namentlich an minderwertigen Kautschukarten kann man häufig beobachten, daß dieselben ihre Festigkeit verloren haben und ganz oder teilweise in eine plastische, stark klebrige Masse übergegangen sind. Man bezeichnet diese Erscheinung als Klebrig- oder Leimigwerden des Kautschuks (englisch: *tackiness*). Diese Erscheinung wurde auch stellenweise an *Manihot*-Kautschuken beobachtet und ist

deshalb von großer praktischer Bedeutung, weil der klebrige Kautschuk durchaus minderwertig ist und auch nur sehr niedrig bezahlt wird. Es ist dies sehr wohl begründet, weil der klebrige Rohkautschuk bei der Vulkanisation ein wenig elastisches und haltbares Produkt liefert und weil die Anwesenheit von geringen Mengen von klebrigem Kaut-

schuk genügt, um die ganze Masse des vulkanisierten Kautschuks zu verderben.

So wurde von Frank (II) beobachtet, daß Kautschuk, welcher geringe klebrige Anteile enthielt, nach dem Waschen und Trocknen, besonders wenn dabei Wärme angewendet wurde, vollkommen klebrig geworden war. War die Klebrigkeit nur klein, so wurde trotzdem bei längerem Lagern des gewaschenen und getrockneten Felles auch unter Lichtabschluß das Fell allmählich klebend; ja sogar im Gefriertraume kam es vor, daß die sogenannten Puppen vollkommen klebrig wurden und im weiteren Verfolge jede Kernigkeit verloren. Diese Beobachtung konnte u. a. auch bei Para und besonders bei Peruvianpara gemacht werden. Wurden von ähnlichen Produkten die klebrigen Stellen herausgenommen und der gesunde Teil für sich behandelt, so blieb das gesamte Material gesund.

Es wurde übrigens auch von verschiedenen Autoren beobachtet, daß vulkanisierter Kautschuk noch nach längerer Zeit klebrig werden kann.

Die Frage, welche chemischen und physikalischen Veränderungen der Kautschuk beim Klebrigwerden erleidet, kann zurzeit noch nicht als völlig gelöst gelten. Mit Sicherheit ist aber anzunehmen, daß, mindestens in manchen Fällen, mit dem Klebrigwerden eine Sauerstoffaufnahme (Oxydation) verbunden ist.

Außerdem wird allerdings auch von verschiedenen Forschern die Ansicht vertreten, daß das Klebrigwerden des Kautschuks nicht auf einer Oxydation oder anderen chemischen Prozessen beruht, daß es sich dabei vielmehr nur um eine Änderung des Polymerisationsgrades der Kautschukmoleküle, also um einen Zerfall der Kautschukmolekülkomplexe handelt. Für einen derartigen Zerfall spricht auch in der Tat das Verhalten der Lösungen von klebrigem Kautschuk im Viskosimeter.

Im ersten Kapitel dieses Abschnittes sollen nun die Beobachtungen, welche über die verschiedenen Veränderungen, die der Kautschuk während des Klebrigwerdens erleidet, vorliegen, zusammengestellt werden. Im zweiten Kapitel soll sodann die für die Praxis wichtige Frage erörtert werden, welche äußeren Faktoren bei dem Klebrigwerden eine Rolle spielen. Wenn dasselbe auch in erster Linie auf Oxydation des Kautschuks zu beruhen scheint, so genügt doch der Sauerstoff der Luft im allgemeinen nicht, um den Kautschuk klebrig zu machen; vielmehr spielen dabei verschiedene äußere Agentien, wie namentlich Licht und Wärme, eine hervorragende Rolle. Im letzten Kapitel sollen sodann die Maßnahmen besprochen werden, die zur Verhinderung des Klebrigwerdens zu empfehlen sind.

1. Die beim Klebrigwerden des Kautschuks eintretenden chemischen und physikalischen Veränderungen.

a) Die Oxydation des Kautschuks.

Daß durch ein energisches Oxydationsmittel, wie Ozon, ein Klebrigwerden des Kautschuks bewirkt werden kann, wurde von Arens (I) nachgewiesen. Er fand, daß ein aus einer Benzollösung von stark geknetetem Parakautschuk hergestelltes feines Häutchen, das, solange es sich in der Dunkelkammer befand, keine Spur von Klebrig-

keit zeigte, bei Behandlung mit ganz schwachem Ozon sofort klebrig und oft tropfbar flüssig wurde.

Daß nun aber auch das bei intensiver Beleuchtung eintretende Klebrigwerden des Kautschuks nur bei Gegenwart von Sauerstoff stattfindet und somit als Oxydationsprozeß aufzufassen ist, wurde durch Untersuchungen von Henri (III), Fickendey (II) und Gorter (II) nachgewiesen. Von Fickendey (II) wurde auch gezeigt, daß bei dieser Oxydation keine Kohlensäure abgespalten wird. Es geschah dies in folgender Weise:

Kautschuk wurde in einer mit reinem Sauerstoffgas gefüllten Röhre stark belichtet und als er dann infolgedessen klebrig geworden war, wurde die Röhre unter Wasser geöffnet. Es wurde dann durch die Öffnung Wasser eingesogen, es mußte also ein Teil des in der Röhre eingeschlossenen Sauerstoffes von dem Kautschuk aufgenommen sein. Das noch in der Röhre zurückgebliebene Gas erwies sich ferner bei näherer Untersuchung als reiner Sauerstoff; Kohlensäure war also nicht abgespalten. Es ließ sich übrigens auch eine Gewichtszunahme des Kautschuks nachweisen.

Gorter (II, 19) fand später bei ähnlichen Versuchen, daß in reinem Sauerstoff eingeschlossener und stark belichteter Kautschuk 3% seines Gewichtes an Sauerstoff aufgenommen hatte. Dementsprechend zeigte auch die Elementaranalyse, daß der Sauerstoffgehalt der betreffenden Kautschukprobe ebenfalls um annähernd 3% zugenommen hatte.

Der in atmosphärischer Luft eingeschlossene Kautschuk hatte bei gleicher Behandlung nur 0,6% seines Gewichtes an Sauerstoff aufgenommen, war aber ebenfalls stark klebrig geworden. Die Gewichtszunahme, die bei schwachem Klebrigwerden eintritt, wird also eine nur sehr geringe sein können. Bei einer Versuchsreihe, bei der Kautschuk von Lianen und von *Castilloa* nach monatelanger Belichtung stark klebrig geworden war, konnte Gorter (II, 23) sogar überhaupt keine merkliche Gewichtszunahme konstatieren. Er nimmt an, daß hierbei Schwankungen im Wassergehalt eine Rolle gespielt haben.

Eine bedeutend stärkere Oxydation des Kautschuks konnte Gorter (II, 35) dadurch erzielen, daß er ein durch Verdampfen einer Benzollösung erhaltenes dünnes Kautschukhäutchen lange Zeit in diffusem Tageslichte mit Sauerstoff in Berührung brachte. Anfangs verlief die Reaktion allerdings sehr langsam und es waren selbst nach 20 Tagen nur 5% des Gewichtes des Häutchens an Sauerstoff aufgenommen. Bei Beendigung des Versuches nach 60 Tagen betrug aber die Menge des aufgenommenen Sauerstoffes ca. 50%.

Ob nun bei der Oxydation des Kautschuks ein Zerfall des Kautschukmoleküls oder nur eine Anlagerung von Sauerstoff stattfindet oder eventuell beides, ist noch nicht mit Sicherheit entschieden. Nach Versuchen von Gorter (II, 45) scheint allerdings bei stark angegriffenem Kautschuk auch ein Zerfall stattgefunden zu haben. Er konnte wenigstens aus Lianenkautschuk, der 6 Wochen lang von 8—1 Uhr dem Sonnenlicht ausgesetzt war und eine Gewichtszunahme von 1,33% erfahren hatte, mit Wasser ein Aldehyd isolieren, das wahrscheinlich Lävulin-aldehyd darstellt. Sehr wahrscheinlich war auch Lävulin-säure vorhanden; es sind dies, wie von Harries nachgewiesen wurde, Zerfallsprodukte des Kautschuks.

Außerdem liegen aber auch verschiedene Beobachtungen vor, die dafür sprechen, daß bei der Oxydation des Kautschuks Anlagerung

des Sauerstoffes stattfinden kann. So konnte Herbst (I) aus einer in 1%iger Benzollösung von Parakautschuk, die 140 Stunden lang unter Durchleitung eines Luftstromes zum Siedepunkt (80–85° C) erhitzt war, zwei Substanzen, deren Zusammensetzung auf die Formeln $C_{10}H_{16}O$ und $C_{10}H_{16}O_3$ schließen läßt, isolieren. Gorter (II, 11) fand ferner, daß in einer Kautschuklösung in Benzol, die einige Monate in einem halb gefüllten und lose mit einem Kork verschlossenen Kolben aufbewahrt war, sich am Boden und den Seitenwänden ein geleeartiger Niederschlag gebildet hatte, der nach der Analyse annähernd der Formel $C_{10}H_{16}O_5$ entsprach.

Auf der anderen Seite hat sich nun aber namentlich Spence (XI) gegen eine Oxydation des Kautschuks beim Klebrigwerden ausgesprochen. Er stützt sich hierbei auf einen Versuch, bei dem der zuvor durch Dialyse von Ammoniak und Salzen befreite und sterilisierte Milchsafte von *Kickxia elastica*, nachdem er mit einer geringen Menge von Schwefelsäure versetzt und einen Monat lang bei einer Temperatur von 35° C gehalten war, bei der Koagulation mit Alkohol eine stark klebrige Masse, die nicht mit Schwefelsäure versetzte, aber sonst ebenso behandelte Kontrollprobe aber Kautschuk von ansehnlicher Güte lieferte. Das Gewicht der beiden von gleichen Mengen Milchsafte stammenden Proben war so übereinstimmend, daß Spence eine mit merklicher Gewichtszunahme verbundene Oxydation bei dem klebrigen Muster für ausgeschlossen hält. Auch die durch Azeton-Extraktion ausgeführte Bestimmung der Harze gab für beide Proben innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmende Resultate. Ebenso wenig konnte auch durch Elementaranalyse eine verstärkte Sauerstoffzunahme des klebrigen Kautschuks nachgewiesen werden und auch die Bestimmung des Tetrabromids lieferte übereinstimmende Resultate.

Von Gorter (II, 15) wurde nun aber darauf hingewiesen, daß durch das Analysenergebnis von Spence nicht widerlegt wird, daß der mit Schwefelsäure behandelte Kautschuk doch etwas oxydiert war. Nach der relativ geringen Änderung der Viskosität des klebrigen Kautschuks wäre ja auch eine starke Oxydation nicht wahrscheinlich. Auch die Entstehung des gleichen Bromierungsproduktes beweist nichts, da nach Harries ein 5,92% Sauerstoff enthaltendes Oxydationsprodukt des Kautschuks ein gleichartiges Tetrabromid wie reiner Kautschuk lieferte.

b) Die Änderung des Aggregationsgrades.

Daß in dem normalen Kautschuk stets eine große Menge von Oktanringen $C_{10}H_{16}$ zu einem größeren Molekülkomplex vereinigt ist, wurde bereits mehrfach erwähnt. Inwieweit nun aber außer der chemischen Bindung (Polymerisation) auch physikalische Vereinigung (Aggregation) vorkommt, läßt sich beim Kautschuk mit Hilfe der bisher benutzten Methoden nicht nachweisen. Ich will deshalb auf die u. a. von Spence (XI) ausführlich erörterten Unterschiede zwischen chemischer und physikalischer Aggregation nicht näher eingehen und beide Vorgänge unter der Bezeichnung Aggregationsgrad zusammenfassen.

Die Bestimmung des Aggregationsgrades des Kautschuks kann zurzeit ausschließlich mit dem Viskosimeter (s. S. 241) geschehen. Mit Hilfe desselben wurde nun von verschiedenen Autoren nachgewiesen, daß die Lösungen von klebrigem Kautschuk allgemein eine geringere Viskosität besitzen als solche von normalem.

Bei dem im vorigen Abschnitt erwähnten Versuche von Spence (XI) betrug die Ausflußgeschwindigkeit im Viskosimeter bei dem normalen Kontrollmuster 74,25, bei dem klebrigen Kautschuk aber 45,25 Sekunden. Bedeutend größere Unterschiede beobachtete Gorter (II, 16) durch Vergleichung von Chloroformlösungen von normalem

und sehr klebrigem *Ficus*-Kautschuk. Er fand bei diesen folgende Ausflußzeiten:

Konzentration	Normaler Kautschuk	Klebriger Kautschuk
0,9 %	336	17
0,6 %	120	15

Zu bemerken ist nun übrigens, daß bei Kautschuklösungen allgemein der Viskositätsgrad mit der Zeit abnimmt. Es gilt dies nach Gorter (II, 9) auch für Lösungen, die im Dunkeln aufbewahrt sind, auch bei Ausschluß von Sauerstoff, so daß es sich also in diesem Falle nur um eine Änderung des Aggregationszustandes handeln kann. Auch bei Lösungen von reinem Kautschuk beobachtete Gorter (II, 16) beim Aufbewahren im Dunkeln eine allmähliche Abnahme der Viskosität. Die Ausflußzeiten betragen in diesem Falle

beim Beginn des Versuches	492 Sek.
nach 2 Tagen	465 „
„ 3 „	450 „
„ 5 „	449 „

2. Die das Klebrigwerden veranlassenden Faktoren.

a) Das Klebrigwerden durch intensive Beleuchtung.

Daß trockener Kautschuk, wenn er einige Zeit an der Sonne liegt, leicht klebrig wird, wird von zahlreichen Autoren angegeben und läßt sich auch bei *Manihot*-Kautschuk, den man nach dem Trocknen einige Tage dem Sonnenlicht aussetzt, leicht nachweisen. Die Art und Weise, wie der Kautschuk präpariert wurde, scheint dabei von wenig Bedeutung zu sein. Ich habe wenigstens das Klebrigwerden im Sonnenlicht an *Manihot*-Kautschuken, die teils aus Milchsaft, teils nach der Lewamethode gewonnen und mit den verschiedenartigsten Koagulationsmitteln behandelt waren, eintreten sehen. Wurde der Kautschuk dagegen gegen direkte Besonnung geschützt und in diffusen Tageslicht aufgehängt, so habe ich bei den mit einem der üblichen Koagulationsmittel behandelten *Manihot*-Kautschukproben in keinem Falle Klebrigwerden eintreten sehen. Manche Kautschukarten scheinen übrigens auch bei lange andauernder Besonnung nicht klebrig zu werden. So berichtet Gorter (I, 4) über einen Fall, in dem eine Probe von *Hevea*-Kautschuk 4 Jahre lang dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt war, ohne klebrig zu werden.

Von Henri (III) wurde nun ferner nachgewiesen, daß speziell die ultravioletten Lichtstrahlen ein Klebrigwerden des Kautschuks bewirken. Er fand, daß Rohkautschuk (brauner Para- und heller Plantagenkautschuk) durch die ultravioletten Strahlen einer Quecksilberlampe aus Quarz schnell Risse bekommt, zum Teil klebrig wird und seine ganze Resistenz und Elastizität verliert. Noch schneller wurden aus einer Benzollösung von Kautschuk hergestellte Blättchen klebrig, weniger schnell vulkanisierter Kautschuk.

Ahrens (I) konnte ferner das durch Belichtung bewirkte Klebrigwerden des Kautschuks dadurch demonstrieren, daß er ein feines, aus Parakautschuk hergestelltes Häutchen unter einer photographischen Platte belichtete und dann mit Blütenstaub, der nur an den klebrigen

Stellen haften blieb, bestäubte. Er erhielt so ein Positiv mit allen Übergangsstufen.

Daß wir es nun bei diesem Klebrigwerden des Kautschuks nicht mit einer direkten Lichtwirkung zu tun haben, daß vielmehr durch das Licht nur die Sauerstoffaufnahme oder Oxydation des Kautschuks befördert wird, wurde neuerdings von verschiedenen Autoren nachgewiesen.

Henri (III) wies zunächst nach, daß in evakuierte Quarzröhren eingeschlossener Kautschuk auch bei starker Belichtung keine Veränderung erfährt und daß somit das am Lichte stattfindende Klebrigwerden des Kautschuks als ein Oxydationsprozeß aufzufassen ist.

Fickendey (II) konnte ferner beobachten, daß in sauerstofffreier Luft (Wasserstoff, Stickstoff oder Kohlensäure) in zugeschmolzenen Röhren eingeschlossener Kautschuk selbst, nachdem derselbe wochenlang dem Sonnenlicht ausgesetzt war, nicht klebrig wurde. Der in atmosphärischer Luft eingeschlossene Kautschuk war dagegen klebrig geworden, schneller und stärker noch der in reinem Sauerstoff befindliche.

Nach weiteren Versuchen von Fickendey vermag auch der durch Aufbewahren unter Wasser bewirkte Sauerstoffabschluß die Elastizität des Kautschuks an der Sonne zu erhalten. In Wasserstoffsperoxyd wird er dagegen der Sonne ausgesetzt in wenigen Tagen klebrig. Im Dunkeln und in diffusum Tageslicht hält sich der Kautschuk dagegen unter Wasserstoffsperoxyd wochenlang, ohne merkbar schmierig zu werden.

Gorter (II, 29) bestätigt die Angaben von Fickendey durch Versuche mit Borneokautschuk, der in mit Sauerstoff, atmosphärischer Luft, Wasserstoff und Kohlensäure gefüllten Röhren eingeschlossen 14 Tage lang von 8—1 Uhr in die Sonne gelegt wurde. Nach dieser Zeit war nur der in Wasserstoff und Kohlensäure eingeschlossene Kautschuk unverändert geblieben; die beiden anderen Kautschukproben waren dagegen in der gleichen Zeit stark klebrig geworden, die in reinem Sauerstoff eingeschlossenen sogar halb verflüssigt.

Gorter (I) untersuchte ferner speziell den Einfluß des Lichtes auf in Benzol gelösten Kautschuk und fand zunächst, daß eine solche Lösung, die ein paar Tage dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt war, nach dem Abdampfen des Benzols klebrigen Kautschuk lieferte. Er hat ferner die Größe der Viskosität einer 1%igen Benzollösung von *Ficus*-Kautschuk bei verschiedener Art der Belichtung untersucht. Probe I wurde zuerst 4 Stunden lang dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt und dann in diffusum Tageslicht aufgestellt. Probe II befand sich die ganze Zeit über in diffusum Tageslicht.

Die Viskosität wurde dann in verschiedenen Zeitpunkten gemessen und ergab die folgenden Zahlen:

	Ausflußzeiten	
	Probe I	Probe II
Anfang	343	343
Nach 1 Tage	173	315
„ 2 Tagen	167	312
„ 3 „	153	276
„ 4 „	132	232
„ 12 „	104	178
„ 100 „	30	31

Es fand also allerdings im direkten Sonnenlicht zunächst eine schnelle Abnahme der Viskosität statt, nach längerer Zeit wurde aber in beiden Fällen eine gleich geringe Viskosität erhalten.

Bei einer Lösung von *Hevea*-Kautschuk, die im Dunkeln aufbewahrt war, fand in 10 Tagen keine merkliche Abnahme der Viskosität statt. Wurde aber der größere Teil der Lösung vorher dem Sonnenlichte ausgesetzt, so trat auch im Dunkeln nach mehreren Tagen eine weitere Abnahme der Viskosität ein.

Nach Harries (VII, 192) ist übrigens auch der synthetisch hergestellte Kautschuk gegen Licht und Sauerstoff sehr empfindlich und muß beim Trocknen in einer Kohlensäureatmosphäre gehalten und vor Licht geschützt werden.

b) Das Klebrigwerden durch Erwärmung.

Daß durch stärkeres Erhitzen des Kautschuks während und nach dem Trocknen häufig ein Klebrigwerden des Kautschuks bewirkt werden kann, wurde u. a. von Schidrowitz (I, 136) hervorgehoben.

Gorter (I, 4) beobachtete auch, daß Kautschuk von *Hevea* und *Ficus*, der einen Monat lang unter Wasser bei 60° C gehalten wurde, klebrig geworden war, ebenso auch beim Erhitzen auf die gleiche Temperatur im Trockenofen.

Neuerdings wurde ferner von Gorter (II, 24) nachgewiesen, daß es sich auch in diesem Falle um einen Oxydationsprozeß handelt. Er erwärmte teils in atmosphärischer Luft, teils in Wasserstoff eingeschlossenen Kautschuk einen Monat lang auf 60° C und fand, daß der erstere sehr stark klebrig geworden war, der in Wasserstoff eingeschlossene dagegen nicht.

c) Starke mechanische Bearbeitung des Kautschuks.

Daß der Rohkautschuk durch starke mechanische Bearbeitung sehr an Elastizität verliert, ist allgemein bekannt, und es ist auch wohl nicht unwahrscheinlich, daß hierbei in erster Linie eine Verminderung des Aggregationsgrades stattfindet. Verschiedentlich wird nun auch angegeben, daß durch starke mechanische Bearbeitung des Kautschuks ein Klebrigwerden desselben bewirkt werden kann.

So beobachtete Gorter (II, 4), daß ein *Hevea*-Krepp, der 100 mal durch glatte Walzen getrieben war, an der Oberfläche etwas klebrig und anscheinend etwas weniger nervig geworden war.

Daß in diesem Falle der Aggregationszustand durch das Kneten stark vermindert war, beweist die geringere Viskosität der aus jenem Kautschuk hergestellten Lösung, die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt ist, und zwar ist unter A die Ausflußzeit der Lösung der nicht gekneteten Kontrollstücke, unter B die der Lösung des gekneteten Kautschuks angegeben:

Konzentration	A.	B.
1,698		279
1,537		213
1,529	638	
1,377	479	
1,368		170
1,239	355	
1,233		138
1,124	279	
1,022	220	
0,846	146,5	

Der Gehalt an Eiweiß, Harz und Kautschuk war bei beiden Stücken, von innerhalb der Fehlergrenzen liegenden Abweichungen abgesehen, der gleiche. Gorter nimmt denn auch an, daß in diesem Falle keine Oxydation stattgefunden hat. Immerhin ist aber wohl auch nicht ausgeschlossen, daß die Oxydation dem geringen Grade der Klebrigkeit entsprechend so unbedeutend war, daß sie bei der Beobachtung nicht in Erscheinung trat.

Bemerkenswert ist noch, daß die Lösung des gekneteten Kautschuks auch durch Filtrieren durch Watte nicht ganz klar zu erhalten war, während der Kontrollkautschuk sich leichter auflöste und nach Abfiltrieren von einigen darin schwimmenden, größtenteils aus Eiweiß bestehenden Stücken eine völlig klare Lösung gab.

d) Bakterien und Fäulnis.

Daß das Klebrigwerden des Kautschuks durch Fäulnis verursachende Bakterien bewirkt würde, wurde zwar mehrfach behauptet, aber wohl in keinem Falle bisher ganz exakt nachgewiesen. Es ist auch an sich wohl wenig wahrscheinlich, daß das Kautschukmolekül selbst von Bakterien angegriffen werden kann. Dahingegen ist ja namentlich bei den eiweißreichen Kautschukarten, solange sie noch größere Mengen von Wasser enthalten, die Gefahr der Bakterienfäulnis vorhanden und es ist auch unzweifelhaft der üble Geruch, den diese Kautschukarten häufig zeigen, auf Fäulnis zurückzuführen.

Daß nun aber auch das Klebrigwerden des Kautschuks auf Bakterien zurückzuführen sei, schließt Kelway-Bamber (III) daraus, daß Kautschuk, der unter Zusatz von antiseptischen Mitteln (namentlich Kreosot) hergestellt war, auch am Sonnenlicht nicht klebrig wurde. Dagegen fand aber Schidrowitz (I, 136), daß antiseptische Mittel keineswegs in allen Fällen das Klebrigwerden verhindern können. Auch wird von Bertrand (I) angeführt, daß von den afrikanischen Kautschuksorten gerade die durch Kochen gewonnenen in weit höherem Grade die Klebrigkeit zeigen als die in der Kälte koagulierten und daß ferner das Klebrigwerden gerade im Sonnenlicht am intensivsten stattfindet, während doch die Sonnenstrahlen auf Mikroorganismen vernichtend wirken.

Daß somit in den meisten Fällen Bakterien bei dem Klebrigwerden des Kautschuks nicht beteiligt sind, kann wohl kaum bezweifelt werden. Von Spence (XI, 11) wurde aber darauf hingewiesen, daß dieselben vielleicht indirekt diesen Prozeß begünstigen könnten, indem sie z. B. durch Bildung von sauer reagierenden Stoffen aus den im Kautschuk enthaltenen Proteinstoffen ein für das Klebrigwerden geeignetes Medium schaffen. So beobachtet auch z. B. Gorter (I, 3), daß bei aufeinander gelegten Kautschukfellen an einzelnen Stellen Fäulnis eingetreten und Feuchtigkeit ausgeschieden war und daß an diesen Stellen das Klebrigwerden begonnen und sich von dort aus weiter ausgebreitet hatte.

Auch Henri (III) beobachtete, daß Kautschuk verschiedener Herkunft an Stellen, an denen sich auf diesen ausgesäte Pilze entwickelt hatten, eine braune Färbung bekam und zugleich weicher und klebriger wurde.

e) Einfluß des Koagulationsmittels.

Daß die Art und Weise, wie der Kautschuk aus dem Milchsaft gewonnen wurde, namentlich die Beschaffenheit des benutzten Koa-

gulationsmittels auf den Aggregationsgrad des Kautschuks von großem Einfluß ist, kann als hinreichend bewiesen gelten. Mehrfach wurde nun aber behauptet, daß auch die Leichtigkeit, mit der das Klebrigwerden des Kautschuks eintritt, ebenfalls von der Koagulationsart abhängig sei. Ausgedehntere Untersuchungen scheinen aber über diese Frage bisher noch nicht vorzuliegen. Erwähnt sei aber an dieser Stelle zunächst, daß nach Brindejong (I) die Wirkung, welche das Sonnenlicht auf das Klebrigwerden ausübt, durch die Gegenwart von Wasser und den zur Koagulation benutzten Stoffen (Seesalz, Phenol und Essigsäure) begünstigt wird. Aus dem mir allein zugänglichen Referat sind aber weitere Einzelheiten nicht ersichtlich.

Ferner schließt Spence (XI) aus dem bereits beschriebenen Versuche, daß speziell bei der Koagulation mit Schwefelsäure leicht ein Klebrigwerden des Kautschuks eintreten soll.

Nach Frank (II u. III) wird dagegen klebriger Kautschuk erhalten, wenn der im Milchsafte in einem niedrigen Polymerisationszustande sich befindende Kautschuk bei der Koagulation nicht sofort in hoch polymerisierten Kautschuk übergeführt wird, so z. B. bei der Koagulation in großen Klumpen, in denen häufig noch Milchteile eingeschlossen sind, die durch ungenügende Einwirkung des Koagulationsmittels überhaupt nicht koaguliert oder doch in Kautschuk von geringem Polymerisationsgrade übergeführt sind. Auch aus den bei *Kickxia* und *Manihot* gemachten Beobachtungen schließen Frank und Marckwald (I—III), daß der Kautschuk einen um so höheren Aggregationsgrad erreicht, je schneller die Koagulation verläuft. Sie führen auch den bereits beschriebenen Versuch von Spence (vgl. S. 249) zugunsten ihrer Hypothese an und versuchen denselben in der Weise zu erklären, daß durch die Schwefelsäure bereits eine unvollständige Koagulation (Agglutination) mit entsprechend niedrigem Aggregationszustande des Kautschuks bewirkt werde und daß dann auch durch den späteren Zusatz von Alkohol nicht mehr der für nervigen Kautschuk erforderliche Polymerisationsgrad bewirkt werden könnte. Daß auch durch Koagulation mit Schwefelsäure aus dem *Kickxia*-Latex nerviger Kautschuk erhalten werden kann, wurde von Frank und Marckwald nachgewiesen.

Nach Bertrand (I) sollen speziell die unter Anwendung von Wärme koagulierten Kautschuke weniger leicht klebrig werden.

f) Stoffe, die das Klebrigwerden beschleunigen.

Bei vielen chemischen Umsetzungen spielen sogenannte Katalysatoren eine große Rolle, indem sie dieselben entweder beschleunigen oder verlangsamen. Stoffe der ersteren Art werden gewöhnlich kurzweg als Katalysatoren oder katalytisch wirkende Stoffe, die die Reaktion verlangsamen aber als negative Katalysatoren bezeichnet. In ihrer Wirkung stimmen die Katalysatoren mit den Enzymen (vgl. S. 140) überein und es läßt sich auch zwischen beiden keine scharfe Grenze ziehen.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß auch bei der Oxydation des Kautschuks derartige Katalysatoren, die in diesem speziellen Falle auch als Sauerstoffüberträger bezeichnet werden können, eine Rolle spielen.

Gorter (II, 40) schließt auf die Anwesenheit von katalytisch

wirksamen Stoffen daraus, daß die Sauerstoffaufnahme des Kautschuks in frischen Lösungen anfangs sehr langsam verläuft, um mit der Zeit immer schneller zu werden.

Er konnte dies in der Weise beobachten, daß er eine 1½%ige Benzollösung von *Hevea*-Kautschuk in einen mit Steigrohr versehenen Kolben einfüllte und das untere Ende des Steigrohres dann in Wasser tauchte, das um Verdunstung zu verhindern, mit einer dünnen Schicht von flüssigem Paraffin bedeckt war. Wenn nun der Kautschuk aus der umgebenden Luft Sauerstoff aufnahm, so mußte das Wasser in dem Steigrohr steigen und es konnte aus der Schnelligkeit, mit der dies geschah, auf die Geschwindigkeit der Oxydation geschlossen werden. Unter I in der nachfolgenden Tabelle sind nun die an verschiedenen Tagen beobachteten Steighöhen, auf gleiche Temperatur und gleichen Luftdruck umgerechnet, angegeben.

	Steighöhen	
	I	II
Bei Beginn des Versuches	8,0	8,0
Nach 2 Tagen	—	9,6
„ 3 „	8,0	—
„ 4 „	—	10,0
„ 6 „	—	12,4
„ 7 „	8,0	15,5
„ 8 „	—	18,2
„ 10 „	—	24,4
„ 11 „	—	26,8
„ 12 „	9,0	—
„ 13 „	—	34,2
„ 15 „	—	39,3
„ 16 „	9,3	—
„ 18 „	9,6	—
„ 23 „	10,9	—
„ 26 „	11,7	—
„ 29 „	13,1	—
„ 33 „	14,9	—
„ 35 „	17,0	—

Wie die Tabelle zeigt, beginnt in der Tat erst nach 7 Tagen eine merkliche Sauerstoffaufnahme, die dann ganz allmählich an Intensität zunimmt.

Gorter sucht aber ferner auch nachzuweisen, daß speziell organische Peroxyde bei der Oxydation des Kautschuks eine Rolle spielen. Die Gegenwart derselben konnte er (II, 11) zunächst in einer Kautschuklösung nachweisen, die während einiger Monate in einem halb gefüllten, lose mit einem Kork verschlossenen Kolben aufbewahrt war. Bei Anwendung der gleichen Methode wie bei dem soeben beschriebenen Versuche fand er ferner, daß bei einer Kautschuklösung, die mit einer alten peroxydhaltigen Lösung versetzt war, die Sauerstoffaufnahme sofort begann und bedeutend schneller verlief wie bei Lösung von frischem Kautschuk. Die bei der mit peroxydhaltiger Lösung versetzten Kautschuklösung beobachteten Steighöhen sind unter II in der obigen Tabelle, der der frischen Kautschuklösung (unter I) gegenübergestellt.

Ob nun aber Peroxyde in allen Fällen bei dem Klebrigwerden eine Rolle spielen, kann noch nicht als erwiesen gelten. Gorter (II, 43) konnte dieselben nur in 2 von 7 untersuchten Proben von klebrigem Kautschuk nachweisen. Es ist aber natürlich nicht aus-

geschlossen, daß die Peroxyde doch auch in den anderen Fällen als Zwischenprodukte bei der Oxydation des Kautschuks vorhanden waren.

Katalytisch wirkende Stoffe dürften nun aber nicht nur in Lösungen von Kautschuk entstehen, sondern auch im ungelöstem Rohkautschuk, wenn derselbe anfängt klebrig zu werden, enthalten sein. Hierfür spricht namentlich die schon mehrfach beobachtete Tatsache, daß das Klebrigwerden des Kautschuks allmählich immer mehr um sich greift. Daß es sich in diesen Fällen um einen Oxydationsprozeß handelt, wurde von Fickendey (II) nachgewiesen. Derselbe beobachtete, daß bei Stücken von gesundem Kautschuk, die mit klebrigem Kautschuk bestrichen und dann unter Wasser oder in sauerstofffreien Gasen der Sonne ausgesetzt waren, der Prozeß des Klebrigwerdens nicht fortschritt. Ebenso kam dieser Prozeß bei klebrig gewordenen Stücken auch im Sonnenlicht zum Stillstande, sobald der Sauerstoff ausgeschlossen wurde.

Die ansteckende Wirkung von klebrigem Kautschuk scheint nun übrigens auch nicht in allen Fällen einzutreten; wenigstens konnte Petch (I, 253) bei gesundem Kautschuk, der mit klebrigem Kautschuk bestrichen oder zusammengebracht war, kein Klebrigwerden desselben beobachten. Ähnliche Beobachtungen habe ich auch mit *Manihot*-Kautschuken machen können. Ich erwähne in dieser Hinsicht die beiden nachfolgenden Versuche:

Ein durch Koagulation mit Formalin gewonnenes Fell, von dem ein Teil durch Besonnung stark klebrig geworden war, wurde mit dem im Dunkelzimmer aufbewahrten Kontrollstück, das völlig gesund und nervig geblieben war, mit der Hand zusammengedrückt und im Dunkelzimmer aufgehängt. Nach 7 Monaten war das vorher gesunde Stück völlig nervig geblieben und zeigte keine Spur von Klebrigkeit.

Bei einem zweiten Versuche wurde ein Kautschukfladen, der in einer bedeckten Schale dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt und infolgedessen nur in den dünneren Partien völlig ausgetrocknet und klebrig geworden war, nachträglich im Dunkelzimmer aufgehängt. Nach 7 Monaten war der Fladen dann völlig ausgetrocknet. Es waren aber trotzdem die dickeren Partien des Fladens noch völlig gesund und stark nervig, und es hatte sich der Prozeß des Klebrigwerdens anscheinend überhaupt nicht ausgebreitet.

Inwieweit durch inniges Mengen von klebrigem und gesundem Kautschuk, namentlich wenn derselbe einem stärkeren Druck ausgesetzt ist, das Klebrigwerden befördert werden kann, habe ich bisher nicht untersucht.

Erwähnt sei übrigens noch, daß auch Kelway-Bamber (III) das Klebrigwerden des Kautschuks in erster Linie den in demselben enthaltenen oxydierenden Enzymen (s. S. 140) zuschreibt. Nach seinen Erfahrungen soll das Klebrigwerden durch Erhitzen auf 100° C verhindert werden, weil dadurch die Enzyme unwirksam gemacht würden. Dahingegen hat nun aber Spence (XI, 71) gerade bei Kautschukproben, bei deren Herstellung er sich die größte Mühe gegeben hatte, die Enzyme vor der Koagulation zu entfernen, mehrmals ganz besonders starkes Klebrigwerden beobachtet. Auch werden nach Spence (XIV) die im Kautschuk enthaltenen Oxydasen durch Kochen derselben nicht unwirksam gemacht.

Es ist nun aber sehr wohl möglich, daß außer den bereits erwähnten Verbindungen auch noch andere Stoffe bei der Oxydation des Kautschuks katalytisch wirken. Gorter (II, 48) hält es für wahrscheinlich, daß speziell Mangan unter gewissen Umständen eine kata-

lytische Wirkung ausübt. Er konnte dies Element auch in verschiedenen Kautschuksorten nachweisen. Bei Untersuchung eines *Hevea*-Felles, das zum Teil klebrig geworden war, fand er aber in den klebrigen und nicht klebrigen Teilen die gleiche Menge Mangan.

Fickendey (II, 82) konnte sich davon überzeugen, daß durch Anwesenheit von Kupfer- und Eisensalzen das Klebrigwerden des Kautschuks beschleunigt wird. Über die Art der Versuchsanstellung hat der genannte Autor aber keine näheren Angaben gemacht. Ich erwähne deshalb an dieser Stelle einige von mir mit *Manihot*-Kautschuk ausgeführte Versuche:

1 Volum Latex wurde mit 125 Vol. 0,04% Lösung von Kupfersulfat versetzt und war am folgenden Tage koaguliert. Das Koagulat wurde dann durch eine Wäschemangel gezogen und 24 Stunden lang gewässert. Darauf kam das Fell in das Dunkelzimmer und war hier in 7 Monaten sehr stark klebrig geworden.

1 Vol. Latex wurde mit $\frac{1}{2}$ Vol. 1%iger Lösung von Kupfersulfat versetzt. Es trat in 5 Minuten vollständige Koagulation ein. Das Koagulat wurde gemangelt und nach eintägigem Wässern zur Hälfte in diffusum Lichte, zur Hälfte im Dunkelzimmer aufgehängt. Nach 7 Monaten war das im diffusen Lichte befindliche Stück sehr klebrig geworden und ohne jeden Nerv; das Stück aus dem Dunkelzimmer war dagegen zwar etwas klebrig geworden, aber nicht ohne Nerv.

Gesunder Kautschuk, der mit einer 7 mal kleineren Menge von durch Koagulation mit Kupfersulfat klebrig gewordenem Kautschuk zusammengewalzt war und unmittelbar darauf noch elastisch und dehnbar war, wurde im Dunkelzimmer aufgehängt. Er hatte hier nach 7 Monaten seine Dehnbarkeit völlig verloren und war sehr stark klebrig geworden.

1 Vol. Latex wurde mit $\frac{1}{2}$ Vol. 5,4%iger Eisenchloridlösung versetzt, worauf sofortige Koagulation eintrat. Das Koagulat wurde gemangelt und nach eintägigem Wässern im Dunkelzimmer aufgehängt. Es war dann nur an der Spitze etwas klebrig geworden; die übrigen Partien waren wenig dehnbar, aber noch fest.

Ich erwähne sodann noch einige mit anderen Reagentien ausgeführte Versuche:

Mit Kaliumhyperpermanganat versetzter Latex gab ein Fell, das beim Aufbewahren in diffusum Lichte sowie im Dunkelzimmer zwar nicht klebrig, aber mit einer spröden, lackartig aussehenden Schicht bedeckt wurde; das Innere war wenig dehnbar und fast ganz ohne Nerv. Allem Anschein nach entsteht in diesem Falle aus dem Kautschuk ein anderes Oxydationsprodukt wie bei dem Klebrigwerden.

Mit Kaliumbichromat und mit Kaliumchromat koagulierter Kautschuk zeigte auch nach 7 Monaten keine Spur von Klebrigkeit und war dehnbar und nervig geblieben.

Nach Gorter (I, 49) wurde schließlich von Thomson beobachtet, daß mit Öl eingeriebener Kautschuk eine weiche Masse bildet, die ihre Elastizität zunächst behält, sich dann aber an der Luft sehr schnell weiter oxydiert, am schnellsten mit Palmöl, am langsamsten mit Rizinusöl.

g) Stoffe, die das Klebrigwerden des Kautschuks verlangsamen.

Eine Verlangsamung des Klebrigwerdens kann zunächst durch negative Katalysatoren veranlaßt werden, die also infolge ihrer chemischen Konstitution die Oxydation des Kautschuks verlangsamen. Ferner kann aber auch das Eindringen des Sauerstoffes in den Kautschuk mehr mechanisch verhindert werden.

Als negativer Katalysator wirkt nun nach Fickendey (II) Tannin, das leicht Sauerstoff aufnimmt und infolgedessen die Oxydation des Kautschuks verhindern kann. Nach den Beobachtungen des genannten Autors war mit 2—5% Tannin aufbereiteter Kautschuk von *Hevea*, *Kickxia* und *Ficus* in der Sonne nach Tagen noch unverehrt, während ohne Tannin koagulierter längst klebrig geworden war. Die Stärke des Schutzes stieg mit der Menge des beigefügten Tannins.

Als ein Stoff, der ebenfalls das Klebrigwerden des Kautschuks verhindert, kann das Wasser angesehen werden. Die Wirkung desselben ist aber wohl in der Weise zu erklären, daß in den noch mit Wasser durchtränkten Kautschuk der Sauerstoff weniger leicht einzudringen vermag wie in trockenen.

Feuchter Kautschuk scheint allgemein der Gefahr des Klebrigwerdens weniger ausgesetzt zu sein als trockener. So macht auch Petch (I, 254) darauf aufmerksam, daß der Kautschuk nicht während des Trocknens klebrig wird, sondern einige Zeit nachdem er vollständig trocken ist, auch nachdem er verpackt und nach Europa versandt ist.

Von Frank (II) wurde beobachtet, daß in Kautschuk, der noch etwas Wasser enthält, sich der Prozeß des Klebrigwerdens weniger schnell ausbreitet wie in völlig trockenem Kautschuk. Um somit die schädlichen Einflüsse von etwa vorhandenen klebrigen Anteilen auf das Gesamtmaterial zu verhindern, ebenso wie die schädlichen Einwirkungen von Druck und Wärme bei der Lagerung und Versendung, empfiehlt er, in dem Rohkautschuk bei der Versendung etwas Wasser zu belassen.

h) Die Abstammung des Kautschuks.

Schon mehrfach wurde darauf aufmerksam gemacht, daß die Kautschukarten verschiedener Herkunft verschieden leicht klebrig werden. Am wenigsten Neigung zum Klebrigwerden zeigt wohl der wilde Parakautschuk. Sehr leicht klebrig werden dagegen verschiedene Lianenkautschuke, z. B. die von Borneo stammenden.

Auch bei dem von der gleichen Art stammenden Kautschuk scheint das Klebrigwerden insofern von dem Alter der gezapften Bäume abhängig zu sein, als der von jungen Bäumen stammende Kautschuk leichter klebrig wird.

In besonders hohem Grade scheint auch der Kautschuk von *Manihot dichotoma* zum Klebrigwerden zu neigen. Ich konnte wenigstens wiederholt beobachten, daß von dieser Art durch die verschiedensten Koagulations- und Präparationsmethoden, die bei *Manihot Glaziovii* stets einen völlig gesunden und nervigen Kautschuk lieferten, ein bald klebrig werdendes Produkt erhalten wurde. Die betreffenden Bäume waren allerdings noch relativ jung, ich habe aber auch bei noch jüngeren Bäumen von *Manihot Glaziovii* bei gleicher Präparationsweise kein Klebrigwerden beobachtet. Ob ältere Bäume von *Manihot dichotoma* in Amani ein besseres Produkt liefern werden, bleibt noch abzuwarten.

3. Die Maßnahmen zur Verhinderung des Klebrigwerden.

Um das Klebrigwerden des Kautschuks zu verhindern, ist derselbe vor allem gegen Licht zu schützen. Namentlich sind die Trocken-

räume so einzurichten, daß der Kautschuk in denselben nicht von direktem Sonnenlicht getroffen werden kann. Ob es nun allerdings notwendig ist, so weit zu gehen, daß man den Kautschuk, wie dies neuerdings mehrfach geschieht, ganz im Dunkeln oder zur Abhaltung der besonders wirksamen ultravioletten Strahlen in rotem Licht trocknet, ist wohl zweifelhaft.

Ferner ist auch jede Erwärmung des Kautschuks möglichst zu vermeiden, namentlich bei trockenem Kautschuk, der ja am meisten der Gefahr des Klebrigwerdens ausgesetzt ist.

Um das Entstehen von katalytisch wirkenden Stoffen möglichst zu verhindern, ist einer Zersetzung des Kautschuks durch Fäulnis möglichst entgegenzuarbeiten.

Befinden sich in dem getrockneten Kautschuk aber doch klebrige Partien, so sind diese vor dem Versand sorgfältig zu entfernen und es darf auf keinen Fall gesunder und klebriger Kautschuk zusammen verpackt werden.

Ob es praktisch durchführbar sein wird, den Kautschuk durch Versendung in mehr oder weniger feuchtem Zustande gegen Oxydation zu schützen, bleibt noch zu untersuchen. Ebenso ist auch noch festzustellen, ob die Oxydation des Kautschuks durch Verminderung der Oberfläche, also durch Zusammenpressen in größere Blöcke, zu vermeiden ist. Schließlich ist noch näher zu untersuchen, ob und eventuell in welchen Fällen durch Zusatz von negativen Katalysatoren (Tannin) die Eigenschaft des *Manihot*-Kautschuks verbessert werden kann.

XVIII. Die Farbe des Kautschuks.

Wenn auch bei den meisten Verwendungsarten des Kautschuks die Farbe des Rohproduktes ganz belanglos ist, so wird doch im allgemeinen von den Kautschukkonsumenten der hellere Kautschuk mehr geschätzt und auch etwas höher bezahlt als der dunkler gefärbte. Zum Teil glaubt man wohl aus der Färbung auf die Reinheit und sonstige Qualität des Kautschuks Schlüsse ziehen zu können. Auf alle Fälle dürfte es von praktischem Interesse sein, zu erfahren, von welchen verschiedenen Faktoren die Färbung des Kautschuks abhängt.

Beachtenswert ist nun zunächst in dieser Hinsicht, daß der frisch koagulierte, noch vollständig mit Wasser durchtränkte Kautschuk bei den meisten Arten von Kautschukpflanzen, wie der frische Milchsaff, eine rein weiße Farbe besitzt und diese auch, so lange er feucht bleibt, behält. So zeigen z. B. Kautschukbälle, die unter Wasser, dem man, um Fäulnis zu verhindern, Formalin zugesetzt hat, aufbewahrt werden, noch nach Monaten eine weiße Farbe. Dasselbe gilt von dem Inneren von großen Bällen, die nur allmählich von der Oberfläche aus trocken werden können und in ihrem Innern sehr lange Zeit hindurch feucht und weiß bleiben.

Bei *Manihot Glaziovii* findet man allerdings auch nicht selten Bäume, die einen etwas gelblich gefärbten Milchsaff enthalten, der dann auch bei der Koagulation einen gelblich gefärbten Kautschuk liefert. Der Milchsaff von *Manihot piauhyensis* ist dagegen stets intensiv gelb gefärbt und liefert auch bei der Koagulation einen intensiv goldgelben bis braungelben Kautschuk.

Auch bei dem im frischen Zustande rein weiß gefärbten Kautschuk wird man nun aber beobachten, daß derselbe beim Trocknen eine mehr oder weniger dunkle Färbung annimmt. Je nach der Art der Stammpflanze und der Behandlung des Kautschuks kann diese Färbung zwischen hellgelb, braungelb, dunkelbraun bis fast schwarz liegen.

Im allgemeinen wird nun dies Nachdunkeln des Kautschuks durch Stoffe bewirkt, die bereits in dem Milchsafte enthalten sind und wohl in erster Linie infolge von Oxydation in dunkelgefärbte Stoffe verwandelt werden. Die in dieser Weise entstehende Verfärbung des Kautschuks mag als das natürliche Nachdunkeln bezeichnet werden. Außerdem können nun aber auch Stoffe, die während der Koagulation oder der späteren Präparation in den Kautschuk hineingelangen, auf die Färbung desselben von Einfluß sein. Schließlich wurde auch zuweilen beobachtet, daß durch Bakterien und vielleicht auch noch durch andere Ursachen in dem Kautschuk während des Trocknens verschieden gefärbte Flecken entstehen.

Es sollen nun im folgenden diese drei verschiedenen Erscheinungen etwas ausführlicher besprochen werden.

1. Das natürliche Nachdunkeln.

Das natürliche Nachdunkeln des Kautschuks ist, soweit wir bis jetzt wissen, von äußeren Faktoren ziemlich unabhängig und findet sowohl im Hellen wie im Dunkeln, bei niedriger wie bei höherer Temperatur statt. Ob die Gegenwart von Sauerstoff dafür erforderlich ist, scheint noch nicht exakt untersucht zu sein. Es erscheint mir dies aber aus verschiedenen Gründen sehr wahrscheinlich.

Als Ursache des Nachdunkelns werden nun von Kelway-Bamber (IV) und Spence (I) oxydierende Enzyme (Oxydasen, vgl. S. 140) angeführt. Spence (I) gelang es auch in der Tat aus dem Milchsafte von *Kickxia elastica* dadurch, daß er die in demselben enthaltenen Enzyme und Eiweißstoffe vor der Koagulation möglichst entfernte, einen sehr hellen Kautschuk zu erhalten. Er fand aber, daß das von Kelway-Bamber (I-IV) empfohlene Erhitzen des Kautschuks für diesen Zweck nicht genügt und erklärt dies durch die Annahme, daß in dem Milchsafte noch ein anderer, als „Zymogen“ bezeichneter Körper vorhanden ist, der gegen Hitze widerstandsfähiger ist wie das Enzym selbst und allmählich in dasselbe übergeht. Die von alten Bäumen stammenden Milchsäfte sollen auch nach dem Abtöten des Enzyms durch Kochen oder Zusatz von Chemikalien, die die Enzyme töten, stets einen dunkel werdenden Kautschuk liefern. Bei manchen Milchsäften ist es nun aber Spence (I, 198) gelungen, durch gleichzeitige Entfernung der Proteinstoffe und Enzyme hellen Kautschuk zu erhalten. Ein Verfahren, das in der Praxis zur Gewinnung hellen Kautschuks durch Abtötung der Enzyme verwendbar wäre, konnte aber Spence (XIV) bisher nicht ermitteln.

Speziell bei *Manihot Glaziovii* läßt sich nun aber das Nachdunkeln nach den von mir (X, 117) ausgeführten Untersuchungen dadurch bis zu einem gewissen Grade verhindern, daß man denselben möglichst bald nach der Abnahme vom Baum mit Purub, Oxalsäure, Salz-

säure oder Salpetersäure behandelt. Am besten bewährt hat sich bisher Oxalsäure in 1- oder 0,5%iger Lösung. Wenn man den Kautschuk in der Waschwalze vollständig wäscht, verfährt man am besten in der Weise, daß man die beim Waschen erhaltenen porösen Kreppes 12—24 Stunden in die Oxalsäurelösung eintaucht. Man kann aber auch den durch Zerlegung von Bällen erhaltenen Scheiben oder Schalenteilen durch Baden in Oxalsäurelösung eine hellere Färbung geben. Man muß dies aber möglichst bald nach dem Einsammeln des Kautschuks geschehen lassen, da das Nachdunkeln sofort beginnt, wenn die Bälle Gelegenheit haben auszutrocknen. Ob die technische Verwendbarkeit des Kautschuks durch die Behandlung mit Oxalsäure beeinträchtigt wird, ist noch nicht sicher festgestellt. Es dürfte dies aber nicht sehr wahrscheinlich sein.

2. Farbenveränderungen infolge der Präparation.

Von den zur Koagulation verwandten Stoffen kann namentlich durch Karbolsäure eine dunkle Färbung des Kautschuks bewirkt werden und zwar tritt diese Färbung besonders dann ein, wenn der mit Karbolsäure durchtränkte Kautschuk mit löslichen Eisensalzen in Berührung kommt. Es beruht dies darauf, daß die Karbolsäure mit Eisensalzen eine dunkelviolette bis schwarze Färbung annimmt, wie man leicht beobachten kann, wenn man in einem Reagenzglas zu einer verdünnten Karbolsäurelösung einige Tropfen Eisenchloridlösung zusetzt.

Wenn man Karbolsäure zur Zapfung benutzt, hat man also dafür zu sorgen, daß der noch feuchte Kautschuk nicht mit löslichen Eisensalzen in Berührung kommt. Namentlich kann z. B. durch das Wässern der mit Karbolsäure durchtränkten Bälle oder Scheiben in eisernen Fässern oder dergleichen leicht eine Schwarzfärbung des Kautschuks bewirkt werden.

Ebenso wie durch Karbolsäure kann ferner auch durch Gerbstoffe und Eisensalze eine Schwärzung des Kautschuks bewirkt werden. Wenn diese beiden Stoffe miteinander gemischt werden, so findet ja bekanntlich ebenfalls Schwarzfärbung statt und es wird ja auch jetzt noch ein großer Teil der zum Schreiben verwandten Tinten aus Gerbsäuren und Eisensalzen gewonnen. Gerbsäure ist nun einerseits in der Rinde mancher Kautschukpflanzen enthalten, andererseits kann sie auch durch das Koagulationsmittel (z. B. *Adansonia*- oder *Tamarinden*-Früchte) in den Kautschuk hineingelangen.

Im allgemeinen wird nun schließlich auch durch das Räuchern des Kautschuks eine dunklere Färbung desselben bewirkt. Gerade bei dem geräucherten Kautschuk scheint man aber im allgemeinen auf die Färbung weniger Gewicht zu legen.

3. Flecken auf dem Kautschuk.

Von verschiedenen Autoren wurden auf Kautschukfellen oder Kreppen karminrote Flecken beobachtet, die größtenteils auf die Anwesenheit der Bakterie *Bacillus prodigiosus*, den Urheber der blutenden Hostien des Mittelalters, zurückgeführt wurde:

So beobachtete Gorter (III, 531) auf einem Kautschukstückchen von *Hevea* und auf Fellen von *Manihot* rote Flecken, die durch den genannten Bazillus verursacht sein sollen.

Brooks (I) fand gleichartige Flecken auf einem *Hevea*-Krepp und konnte durch Überimpfung von den Flecken auf sterilisiertes Brot und Agaragar die Gegenwart des *Bacillus prodigosus* nachweisen. Daß die Flecken sich in den Kautschukkreppen relativ langsam entwickeln, wird von Brooks auf den langsamen Sauerstoffzutritt in das Innere der Kreppe zurückgeführt. Der genannte Autor hält es für sehr wahrscheinlich, daß der *Bacillus* durch unreines Wasser in den Kautschuk hineingelangt ist.

Arens (III) berichtet schließlich über einen Fall, in dem Felle von *Manihot*-Kautschuk rote Flecke zeigten, die ebenfalls durch *Bacillus prodigosus* hervorgerufen wurden.

Zur Verhinderung des Auftretens von Bakterienflecken wird empfohlen, alle bei der Präparation des Kautschuks in Anwendung kommenden Gefäße möglichst rein zu halten, eventuell durch Eintauchen in kochendes Wasser zu sterilisieren. Arens (III) empfiehlt auch, die Kautschukfelle vor dem Trocknen eine Stunde lang in eine 5%ige Formalinlösung zu tauchen und sie dann ohne vorherige Abspülung in das Trockenhaus zu bringen.

Abweichend von den obigen Angaben wurden die auf *Hevea*-Fellen beobachteten roten Flecken nach Petch (I, 249) von Caruthers auf einen als *Syncephalis spec.* bezeichneten Pilz, von Ridley auf die den „roten Schnee“ der Alpen bildende Alge *Protococcus nivalis* zurückgeführt, während Petch selbst auf den in Ceylon beobachteten Flecken überhaupt keinen mit denselben in Zusammenhang zu bringenden Pilz nachweisen konnte.

Schwarze Flecken wurden von Petch (I, 249) auf *Hevea*-Biskuits beobachtet. In denselben konnten Bakterien und ein schwarzes Pigment nachgewiesen werden, das wahrscheinlich den Bakterien seine Entstehung verdankt.

Schließlich beobachtete Petch (I, 250), daß Biskuits häufig an der Oberfläche von einer dunklen Schicht bedeckt waren, in der Regel allerdings nur auf einer Seite. Diese Erscheinung soll bis zu einem gewissen Grade durch Sterilisieren der Auffangbecher, Rinnen usw. vermieden werden können. Die chemische Untersuchung des hellen und dunklen Kautschuks ließ keine konstanten Unterschiede erkennen.

XIX. Die Präparation des Kautschuks.

1. Allgemeines über die verschiedenen Präparationsarten.

Daß der Kautschuk von *Manihot Glaziovii* mit zu den besten Kautschukarten gehört und bei geeigneter Präparation und Bearbeitung erstklassige Produkte zu liefern vermag, wurde in den letzten Jahren immer mehr anerkannt. Ich erwähne in dieser Hinsicht nur eine Angabe von Beadle & Stevens (I, 1883), nach der „der dem Para am meisten ähnelnde Kautschuk sicher der vom Cearakautschukbaume gewonnene ist. Trotz seines verhältnismäßig höheren Harzgehaltes

liefert dieser Kautschuk, falls er sorgfältig aufbereitet wird, bei der Vulkanisation ein dem Parakautschuk sehr ähnliches Produkt.“

Wenn nun aber trotzdem noch vor wenigen Jahren das Ansehen des deutsch-ostafrikanischen Plantagenkautschuks auf dem Weltmarkte ein ziemlich geringes war und häufig größere Partien als unverkäuflich bezeichnet wurden, so lag dies wohl zum Teil daran, daß der Kautschuk in recht mangelhafter Weise präpariert war und häufig in stark zersetztem, stinkendem und verschimmeltem Zustande an den Markt gebracht wurde, zum großen Teil aber auch sicher daran, daß fast jede Pflanzung ihre eigene Aufbereitungsmethode besaß, nicht selten auch die gleiche Pflanzung ihre Präparationsart im Laufe der Zeit verschiedentlich abänderte. In letzter Zeit hat sich dies allerdings in erfreulicher Weise geändert; die Industrie hat unseren deutsch-ostafrikanischen Kautschuk immer mehr schätzen gelernt und auch die Preise desselben haben sich mehr denen des Parakautschuks und des *Hevea*-Plantagenkautschuks genähert. Dies wird auch u. a. von G. Weber (I) und von Gow, Wilson und Stanton (II) anerkannt.

Die bessere Einschätzung des deutsch-ostafrikanischen Plantagenkautschuks ist nun sicherlich neben der im allgemeinen besseren Präparation in erster Linie dem Umstande zu danken, daß jetzt größere Mengen von einheitlich präparierter Ware an den Markt kommen. Es ist aber auf der anderen Seite nicht zu bestreiten, daß durch allgemeine Einführung einer einzigen oder weniger Aufbereitungsarten die Preise noch mehr steigen würden und daß dadurch namentlich auch eine größere Festigung des Preises unseres Plantagenkautschuks zu erreichen wäre.

A. Die Schaffung einer Standardmarke.

Es leuchtet wohl ohne weiteres ein, daß eine große Fabrik ihren Betrieb nur dann auf die Verarbeitung einer bestimmten Kautschukart einrichten wird, wenn sie mit Sicherheit darauf rechnen kann, dauernd größere Mengen von derselben zu erhalten. Es dürften aber nur wenige von den hiesigen Plantagen eine hinreichend große Menge Kautschuk produzieren, um seitens der größeren Kautschukfabriken Beachtung finden zu können. Ganz anders würde sich dagegen die Sachlage gestalten, wenn alle oder wenigstens ein großer Teil der deutsch-ostafrikanischen Plantagen ihren Kautschuk in der gleichen Weise aufbereiten würden.

Bei einer derartigen einheitlich aufbereiteten Ware wird nicht nur die Nachfrage eine größere sein, sondern es wird naturgemäß mit der größeren Nachfrage eine Erhöhung des Preises verbunden sein. Nachdem sich die großen Fabriken zur Verarbeitung einer bestimmten Handelsmarke entschlossen haben und wissen, daß sie stets ausreichende Mengen davon erhalten können, werden sie für dieselbe ja sicher auch eher einen bestimmten Preis bezahlen, als für kleinere Quanten von wechselnder Beschaffenheit.

Zu beachten ist ferner noch, daß die Zwischenhändler und die Konsumenten selbst bei einer Handelsware um so mehr verdienen können, je verschiedenartiger dieselbe ist. Besäße der deutsch-ostafrikanische Plantagenkautschuk eine gleich konstante Zusammensetzung, wie z. B. der brasilianische *Hevea*-Kautschuk, so würde der-

selbe ebenso wie dieser allmählich einen festen Handelswert erlangen und würden die Zwischenhändler bei dem Verkauf desselben viel geringere Verdienste machen und auch die Fabrikanten nicht so auf den Preis drücken können, wie dies zurzeit der Fall ist. Es ist aber aus diesem Grunde auch leicht begreiflich, daß weder die Makler, noch die Fabrikanten an der Schaffung einer bestimmten Standardmarke ein großes Interesse haben. Die Zwischenhändler werden ja naturgemäß ein Produkt, bei dem möglichst viel zu verdienen ist, am meisten schätzen und die Fabrikanten werden ihre Ware so billig wie möglich zu kaufen suchen. Im Interesse der Plantagen liegt es nun aber, für ihren Kautschuk einen möglichst hohen Preis zu erhalten, einen Preis, der den guten Eigenschaften des *Manihot*-Kautschuks entspricht. Dies ist nun aber am besten durch Schaffung von festen Handelsmarken zu erreichen.

Am vorteilhaftesten würde es natürlich sein, wenn sich alle Plantagen zu einer einheitlichen Präparationsweise entschließen wollten, so daß von einer ostafrikanischen Standardmarke gesprochen werden könnte. Ob nun allerdings der deutsch-ostafrikanische Plantagenkautschuk auch bei völlig gleichartiger Aufbereitung dieselbe Gleichmäßigkeit besitzen würde wie der brasilianische *Hevea*-Kautschuk, ist wohl einigermaßen zweifelhaft. Denn dieser wird ja ausschließlich von relativ alten Bäumen gewonnen, während unser Plantagenkautschuk von Bäumen sehr verschiedenen Alters stammt. Daß aber das Alter der Bäume auf die Qualität des Kautschuks von Einfluß ist, ist zwar für *Manihot* noch nicht sicher erwiesen, in der chemischen Zusammensetzung scheinen sogar — vielleicht vom Eiweißgehalt abgesehen — in dieser Hinsicht keine erheblichen Unterschiede zu bestehen. Immerhin ist es doch nicht ausgeschlossen, daß sehr junge Bäume, wie z. B. 1—2 Jahre alte, die man allerdings im allgemeinen besser nicht anzapfen würde, einen Kautschuk liefern, der bei der Verarbeitung Waren von geringerer Festigkeit, Elastizität und Haltbarkeit liefert. Wenn sich dies durch exakte Untersuchungen bestätigt, so würde es sich wohl empfehlen, den Kautschuk von jungen Bäumen von dem der älteren getrennt zu halten und nach Schaffung einer Standardmarke auch entsprechend zu bezeichnen.

Ausgeschlossen ist es ferner auch nicht, daß Boden und Klima auf die Qualität des *Manihot*-Kautschuks von Einfluß sind. Doch liegen hierüber noch keine exakten Versuche vor und es würden eventuelle Verschiedenheiten, die für die Praxis eine Bedeutung besitzen, durch Angabe der Abstammung der verschiedenen Kautschuksendungen kenntlich gemacht werden können.

Viel gewonnen wäre aber auf alle Fälle, wenn der deutsch-ostafrikanische Kautschuk einheitlich aufbereitet würde, so daß er als eine Ware von gleichmäßigem Aussehen und möglichst gleichartiger Beschaffenheit an den Markt kommt.

Bevor nun aber daran gedacht werden kann, eine einheitliche Art der Kautschukaufbereitung anzuzuführen oder gar zwangsweise einzuführen, wäre doch erforderlich, zu wissen, welche Art der Aufbereitung für unsere Plantagen die rentabelste sein, welche Methode unter Berücksichtigung der Aufbereitungskosten den größten Gewinn bringen würde.

B. Die Ermittlung der rentabelsten Präparationsmethode.

Zur Feststellung der zweckmäßigsten Präparationsmethode des Kautschuks könnte man zunächst daran denken, einfach die für die verschiedenartig präparierten Kautschuke erzielten Preise als Maßstab zu benutzen und diejenige Methode als die rentabelste zu bezeichnen die nach Abzug der Präparationskosten die höchsten Preise geliefert hat.

Hierbei ist nun aber zu berücksichtigen, daß der Gewichtsverlust, den der Kautschuk bei den verschiedenen Präparationsmethoden erleidet, naturgemäß ein sehr verschiedener sein kann. Bei dem Verkauf in Bällen wird ja stets eine gewisse Menge von Wasser und Verunreinigungen mit bezahlt, die bei dem maschinell gereinigten und gut getrockneten Kautschuk vorher entfernt werden. Die einfache Angabe des Gewichtsverlustes, der ja leicht bei der Kalkulation zu verrechnen wäre, würde aber für die genaue Abschätzung der Werte der verschiedenen Methoden noch nicht ausreichen, denn auch das Ausgangsmaterial, von dem man bei Bestimmung des Gewichtsverlustes ausgeht, kann ein sehr verschiedenes sein. So wird namentlich der Wassergehalt des von den Zapfern angebrachten Kautschuks auf den verschiedenen Pflanzungen nicht derselbe sein. Wenn z. B. ein Pflanze in dem zuerst gewogenen Kautschuk noch 45%, ein anderer nur 35% Wasser hat und beide den Kautschuk vor dem Verkauf völlig lufttrocken werden lassen und für ihr Produkt den gleichen Preis erzielen, so würden trotz des naturgemäß verschieden großen Gewichtsverlustes, doch beide eine gleich rentable Präparationsmethode angewandt haben.

Das gleiche gilt auch von den im Kautschuk enthaltenen Verunreinigungen, wie Rindenteile, Erde usw., die bei der Lewamethode unvermeidlich sind, die aber, je nach dem Alter der Bäume, der Reinigung der Stämme, der Beschaffenheit des Bodens, der Menge der vorhandenen Termiten, der beim Einsammeln des Kautschuks verwandten Sorgfalt usw. sehr verschieden groß sein müssen. Wenn nun bei der einen Präparationsmethode für einen stark verunreinigten Kautschuk der gleiche Preis erzielt wird, wie nach einer anderen für relativ wenig verunreinigten, so würde offenbar die letztere Methode als die weniger vorteilhafte zu bezeichnen sein. Eine genauere Feststellung der Rentabilität der verschiedenen Methoden würde also nur dann möglich sein, wenn bei denselben das Ausgangsmaterial dasselbe wäre, was aber in Wirklichkeit bei dem auf verschiedenen Plantagen gewonnenen feuchten Kautschuk im allgemeinen nicht der Fall sein wird.

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß die Kautschukpreise stetig wechseln und daß dieselben namentlich in den letzten Jahren fortwährend ganz erhebliche Schwankungen gezeigt haben. Diese Schwankungen sind zurzeit auch innerhalb der gleichen Woche nicht unerheblich und, wenn also die Verkäufe in verschiedenen Zeitpunkten abgeschlossen sind, so würden dieselben nicht ohne weiteres als Basis für die obige Berechnung dienen können. Denn wenn z. B. ein Pflanze für seinen Kautschuk 10 M. pro Kilogramm erhält zu einer Zeit, wo Parakautschuk mit 12 M. bewertet wurde, ein anderer 11 M. bei einem Parapreise von 14 M., so würde der erstere Pflanze doch einen höheren Preis erzielt haben. Besser vergleichbare Zahlen würde man nun allerdings erlangen, wenn die Preise in Prozenten des

jeweiligen Preises des Parakautschuks ausgedrückt würden. Doch würden diese Zahlen, die ja nicht in Mark und Pfennig ausgedrückt werden können, wieder nicht mit den Präparationskosten zu verrechnen sein.

Noch schwerwiegender erscheint mir nun aber schließlich der Umstand, daß die zurzeit namentlich für kleine Posten bezahlten Preise wohl häufig nicht dem wahren Handelswert derselben entsprechen werden. Da über den Wert der zahlreichen verschiedenen Sorten unseres Plantagenkautschuks noch keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen, wird wohl im allgemeinen für dieselben ein zu geringer Preis bezahlt werden. Es ist aber auch anzunehmen, daß manche Proben namentlich infolge ihres gefälligen Aussehens einen höheren Preis erzielen, als ihrem wirklichen Wert entspricht.

Nach allem glaube ich somit zu dem Ausspruch berechtigt zu sein, daß der soeben bezeichnete Weg nicht zur Feststellung der zweckmäßigsten Präparation unseres Plantagenkautschuks führen kann. Es steht ja auch fest, daß bei der Bewertung des Kautschuks zurzeit noch das äußere Aussehen, die Farbe, der Geruch, die Nervigkeit usw. eine große Rolle spielen. Es ist dies auch sicher bis zu einem gewissen Grade berechtigt, wenn es sich um eine bekannte und erprobte Handelsware handelt. Bei dem deutsch-ostafrikanischen Plantagenkautschuk, der zurzeit noch immer nach sehr verschiedenartigen Methoden gewonnen und präpariert wird, bei dem aber eine ausreichende Erfahrung über die Verwendungsmöglichkeit der verschiedenen Arten und die Haltbarkeit der daraus hergestellten Produkte noch nicht vorliegt, kann aber die Schätzung nach dem äußeren Aussehen und den mechanischen Eigenschaften des Rohkautschuks leicht zu falschen Schlüssen führen. Speziell ist es jedenfalls nicht gestattet, aus der Nervigkeit des Rohkautschuks auf die physikalischen Eigenschaften des daraus zu gewinnenden vulkanisierten Produktes einen Schluß zu ziehen. Die Nervigkeit des Rohkautschuks ist ja jedenfalls in erster Linie von der feinen Struktur desselben abhängig, die je nach der Koagulationsart und weiteren Präparation eine sehr verschiedene sein und auch leicht erheblich verändert werden kann. So erhält man z. B. durch feines Auswalzen des feuchten Kautschuks in der Waschwalze und sofortiges Trocknen Kreppe, die sehr wenig elastisch sind und beim Ziehen fast wie Löschpapier zerreißen. Werden diese Kreppe aber in einem Walzwerk zusammengewalzt, so kann man ein sehr elastisches und nerviges Fell erhalten (vgl. auch S. 234).

Es können auch Rohkautschuke, die nach langjährigen Erfahrungen gleich gut bewertet werden, eine sehr verschiedene Elastizität und Festigkeit zeigen. So fanden z. B. Beadle und Stevens (III) bei dem brasilianischen „Cure-Para“, daß Streifen aus frischen Broden geschnitten eine Zugfestigkeit von 487 zeigten, nach dem Trocknen von 847, nach dem Mastizieren bis zur Gleichförmigkeit nur von 430. Wird dagegen der getrocknete und mastizierte Kautschuk lange Zeit einer niedrigen Temperatur ausgesetzt, so steigt die Zugfestigkeit auf 2222. Von dem *Hevea*-Plantagenkautschuk gaben Streifen aus Blockkautschuk eine etwa 3mal höhere Zugfestigkeit als Biskuitkautschuk, während die Marktpreise beider Rohkautschuksorten in Wirklichkeit wenig voneinander verschieden sind und auch die Prozentgehalte an Reinkautschuk nur innerhalb 1% schwanken.

Wenn sich nun aber der *Manihot*-Kautschuk dauernd eine hervorragende Stelle auf dem europäischen Markte erwerben soll, so kann

es nicht unsere Aufgabe sein, eine Standardmarke zu schaffen, die infolge ihres guten Aussehens zeitweilig hohe Preise erzielt, vielmehr sollte doch in erster Linie darauf hingearbeitet werden, eine Ware an den Markt zu bringen, die bei der Verarbeitung erstklassige Produkte von möglichst großer Dauerhaftigkeit liefert, die also auch dauernd eine begehrenswerte Marke auf dem Weltmarkt darstellt.

Wir werden also vor die Frage gestellt, in welcher Weise wird durch die Präparationsmethode der technische Wert des Kautschuks beeinflußt und welche Methode liefert eine Handelsware, die sich bei der späteren Bearbeitung in den Gummiwarenfabriken am besten bewährt?

Die Schwierigkeit diese Frage zu entscheiden, wird nun dadurch ganz besonders erhöht, daß es, wie bereits in Kapitel XVI auseinandergesetzt wurde, noch gänzlich an allgemein anerkannten Methoden fehlt, nach denen der technische Wert des Kautschuks bestimmt werden könnte. Es soll nun aber doch im folgenden zusammengestellt werden, inwieweit die oben geschilderten Untersuchungsmethoden ein Urteil über die technische Verwendbarkeit der verschiedenen präparierten Kautschuke gestatten.

C. Die Bewertung des Manihot-Kautschuks auf Grund der Untersuchungsmethoden.

a) Die chemische Analyse.

Wie auf S. 235 ausführlich auseinandergesetzt wurde, können durch die chemische Analyse des Rohkautschuks außer dem in demselben enthaltenen Reinkautschuk in erster Linie Waschverlust, Harze, stickstoffhaltige Substanzen und Aschenbestandteile nachgewiesen werden.

Der Waschverlust spielt nun jedenfalls insofern eine Rolle, als der Kautschuk vor der Verarbeitung des Kautschuks gründlich gewaschen werden muß und als die in dem Rohkautschuk enthaltenen Verunreinigungen somit einen nutzlosen Ballast darstellen, dessen Gewicht man bei der Feststellung des Preises des Kautschuks in Abzug bringen muß. Ob nun aber durch diese Verunreinigungen noch außerdem die technische Verwertbarkeit des Kautschuks herabgedrückt wird, ist nicht erwiesen. Da aber der Fabrikant doch einen jeden Kautschuk, von dem er nicht ganz sicher ist, daß er völlig frei von mechanischen Verunreinigungen ist, vor der Verarbeitung waschen wird, dürfte die absolute Menge dieser Verunreinigungen für ihn ziemlich belanglos sein.

Bemerken will ich jedoch an dieser Stelle, daß bei Plattenkautschuk vielfach Wert darauf gelegt wird, daß der Kautschuk vollständig durchgetrocknet ist. Kautschuk, der noch wasserhaltige Stellen enthält, die an ihrer weißen Farbe leicht zu erkennen sind, wird auch häufig als „unreif“ bezeichnet. Ob sich nun aber ein noch feuchter Kautschuk bei der Verarbeitung wirklich weniger gut bewähren wird, ist wohl nach allem, was wir hierüber wissen, recht zweifelhaft. Ich möchte in dieser Hinsicht nur darauf hinweisen, daß man dann auch allen wilden Parakautschuk als unreif bezeichnen müßte, da dieser stets noch 15—20% Wasser enthält und innerlich vollkommen weiß erscheint.

Der Harzgehalt schwankt bei dem Kautschuk von *Manihot Glaziovii* im allgemeinen zwischen 5 und 10%. Daß derselbe innerhalb

dieser Grenzen auf die technische Verwendbarkeit des Kautschuks von großer Bedeutung sein sollte, ist nach den bisher vorliegenden Untersuchungen nicht sehr wahrscheinlich. Auch ist nichts darüber bekannt, ob sich der Harzgehalt bei Benutzung der Lewamethode durch die spätere Präparation würde vermindern lassen, man müßte denn den Kautschuk direkt mit Lösungsmitteln der Harze behandeln.

Erwähnt sei an dieser Stelle noch, daß nach L. E. Weber (I) größere Harzmengen dadurch schädlich wirken können, daß die Harze sich bei der Vulkanisation ebenfalls mit dem zugesetzten Schwefel verbinden und dadurch die für die Vulkanisation des Kautschuks verfügbare Menge verringern und ferner dadurch, daß die Harze, besonders bei der hohen Vulkanisationstemperatur, ein sehr bedeutendes Lösungsvermögen für Kautschuk besitzen, wodurch die Vulkanisation trotz Anwesenheit großer Schwefelmengen verhindert werden kann. Bei den Kautschuken mit einem geringeren Harzgehalt, wie auch bei dem *Manihot*-Kautschuk, soll aber die Lösung weniger zutage treten. Für *Hevea*-Kautschuk konnte der genannte Autor auch nachweisen, daß die Harze eine aktive Rolle bei der Vulkanisation spielen und nicht nur diejenige von Katalysatoren, daß ihre Anwesenheit absolut notwendig ist.

In hohem Grade ist nun aber, wie auch die in Amani mit dem Kautschuk von *Manihot Glaziovii* ausgeführten Untersuchungen ergeben haben, der Gehalt an stickstoffhaltigen Verbindungen von der Präparation des Kautschuks abhängig. Inwieweit dieselben aber für die Verwendbarkeit des Kautschuks von Bedeutung sind, ist noch nicht mit Sicherheit anzugeben. Während man früher einen an Proteinstoffen reichen Kautschuk meist als minderwertig bezeichnete, neigt man jetzt mehrfach zu der Ansicht, daß die Proteinstoffe den Wert des Kautschuks unter Umständen erhöhen können.

So nimmt Spence (I, 196) an, daß durch die Verteilung der Proteinstoffe in dem wilden Parakautschuk in erster Linie die große Nervigkeit desselben bewirkt wird. Er beobachtete auch an dünnen Schnitten durch Rohkautschuk, die vorher entsprechend gefärbt waren, daß die Proteinstoffe in dem koagulierten Rohkautschuk ein feines Netzwerk von Fäden bilden, die meist in einer Richtung verlaufen. Bei dem eiweißreichen Kautschuk von *Manihot* soll dieses Netzwerk besonders dick sein.

Durch Versuche von Beadle und Stevens (VI) wurde ferner nachgewiesen, daß eiweißreicher Kautschuk schneller vulkanisiert und auch bei der Vulkanisation ein Produkt liefert, das zäher und widerstandsfähiger gegen Dehnung ist und nach der Bearbeitung geringere Ermüdung (Unelastischwerden) zeigt, während künstlich eiweißarm gemachter Kautschuk schwächer und weicher ist und bei der Bearbeitung auch stärker mitgenommen wird.

Ob und inwieweit die im Rohkautschuk enthaltenen verschiedenen Aschenbestandteile die Güte der daraus zu gewinnenden Produkte beeinflussen, ist noch nicht exakt festgestellt.

Die von Frank und Marckwald (I, 265) angenommene wichtige Rolle der *Magnesia* wird durch die von diesen Autoren (I u. IV) veröffentlichten Analyseergebnisse nicht bestätigt.

Ebenso wenig sprechen dieselben für die neuerdings von Frank und Marckwald (IV) vertretene Ansicht, daß die Anwesenheit von Phosphaten einen günstigen Einfluß auf den Nerv des Kautschuks ausüben soll. Es geht dies wohl zur Genüge daraus hervor, daß die Menge der in den verschiedenen untersuchten Proben gefundenen Phosphorsäure in den drei von den genannten Autoren unterschiedenen Qualitätsgruppen ungefähr die gleiche ist, wie die folgende Tabelle, die nach der von Frank und Marckwald aufgestellten Analysentabelle zusammengestellt ist, ohne weiteres erkennen läßt.

Menge der gefundenen Phosphorsäure	Zahl der Proben		
	Gruppe I	Gruppe II	Gruppe III
Spur	1	1	1
Vorhanden	2	1	2
Ziemlich viel vorhanden	5	—	3
Viel vorhanden	5	6	5

Wie wenig nun aber zurzeit die durch die chemische Analyse angezeigte Zusammensetzung des Kautschuks bei der Bewertung desselben berücksichtigt wird, zeigt unter anderem die nachfolgende Tabelle, die ich (XV) nach den vom Imperial Institut in London veröffentlichten Analysenergebnissen und Begutachtungen der Londoner Makler zusammengestellt habe:

(Tabelle s. S. 270.)

b) Die Viskositätsbestimmungen.

Die auf S. 240 beschriebenen Viskositätsbestimmungen können, soweit sie sich auf die Wertschätzung des *Manihot*-Kautschuks beziehen, nach den vorliegenden Untersuchungen von Frank und Marckwald (I u. IV) noch keinen großen Wert beanspruchen. Wenigstens zeigen verschiedene von den von diesen Autoren als besonders gut bezeichneten Kautschuken eine relativ geringe Viskosität.

c) Das Verhalten bei der Vulkanisation und die mechanischen Eigenschaften des vulkanisierten Kautschuks.

Über das Verhalten bei der Vulkanisation und die mechanischen Eigenschaften des vulkanisierten Kautschuks liegen von Frank und Marckwald (I u. IV) eine Reihe von Untersuchungen vor, deren Ergebnisse ich, soweit sie sich auf den nach der Lewamethode gewonnenen Kautschuk beziehen, in der nachfolgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt habe und zwar sind in der Spalte 1 die Belastungsmengen angegeben, bei denen die untersuchten Proben im Schopperschen Apparat zerrissen, in Spalte 2 die bei dieser Belastung gemessene Dehnung und in Spalte 3 die Menge des bei der gleichen Vulkanisationsart in den verschiedenen Proben gebundenen Schwefels. In den Spalten 4—6 ist schließlich die Rangordnung angegeben, in der die verschiedenen Muster nach den drei verschiedenen Prüfungsergebnissen stehen würden.

(Tabelle s. S. 271.)

Die Vergleichung dieser Zahlen ergibt nun zunächst, daß schon eine Einschätzung der Proben nach der Dehnbarkeit eine nicht unwesentlich andere Rangordnung liefern würde, als die Anordnung nach der Belastung. Noch viel größere Abweichungen würde aber die Anordnung nach der Menge des gebundenen Schwefels aufweisen, was ja auch nicht besonders wundernehmen kann, da es sich hierbei um ganz voneinander unabhängige Eigenschaften handelt. Nach den drei vorliegenden Zahlenreihen eine allgemein anerkannte Rangordnung der verschiedenen Proben aufzustellen, wird auch deshalb nicht möglich sein, weil ja die verschiedenen Fabrikanten, je nach der Art der Verwendung des Kautschuks, bald auf die eine, bald auf die andere Eigenschaft größeres Gewicht legen werden. Ich glaube auch, daß die Untersuchungen von

	Jahr der Untersuchung	Ursprung	Art des Musters	Wasser	Unlösliches oder Verunreinigungen	Kautschuk	Harz	Protein	Asche	Preis pro lb.	Jeweiliger Preis von fine hard Para pro lb	Preis des Musters in Proz. von Para	Preis von 100 kg Reinkautschuk in Proz. von Pararohkautschuk
I	1908	Portugiesisch Ostafrika	biscuits	1,7	—	83,1	6,7	6,9	1,6	4 s 7 d	4 s 1 d	110	132
II	1908	"	"	1,9	—	82,9	5,7	8,1	1,4	4 s 6 d	4 s 1 d	110	133
III	1908	"	"	2,9	—	80,5	5,3	9,1	2,2	4 s 6 d	4 s 1 d	110	137
IV	1908	"	"	0,6	—	85,1	6,3	6,1	1,9	4 s 6 d	4 s 1 d	110	129
V	1910	Nyasaland	"	1,2	—	85,1	6,7	6,1	0,9	5 s 4 d	5 s 4 d	100	118
VI	1911	Sudan	"	2,2	—	80,1	5,8	9,8	2,1	4 s 10 d	5 s 10 d	84	105
VII	1911	Uganda	"	4,8	—	72,8	7,6	11,9	2,9	8 s 2 d - 8 s 4 d	10 s 1 d	81—83	111—114
VIII	1911	"	sheets	3,5	—	86,1	5,7	3,6	1,1	4 s 3 d	5 s 2 d	82	95
IX	1911	Ceylon	"	0,9	—	91,3	3,1	3,4	1,3	8 s	10 s	80	88
X	1911	Ostafrika-Protektorat	ball	12,4	6,1	58,9	10,5	12,1	2,4	3 s*)	4 s 3½ d	70	120
XI	1911	Süd Nigeria	cakes formed of aggregated balls	21,7		65,9	6,1	5,1	1,3	4 s - 4 s 6 d*)	6 s 11 d	58—65	88—99
XII	1911	Ostafrika-Protektorat	ball	10,0	7,6	59,8	8,7	13,9	4,0	3 s*)	5 s	60	100
XIII	1911	Süd-Nigeria	lumps formed of aggregated very smal balls	6,4	5,0	62,4	3,4	22,4	2,6	2 s 9 d	5 s 7 d	49	79
XIV	1911	Nyasaland	smal balls	4,9		74,7	10,3	8,0	2,1	5 s	10 s 6 d	48	64

*) Schätzung war nur annähernd möglich, weil die Muster zu klein waren.

Koagulationsmittel	Sonstige Bemerkungen über die Präparation	1 Be- lastung in kg	2 Deh- nung in %	3 Gebund. Schwefel in %	Qualitätsbewertung nach			Bemerkungen
					4 Be- lastung	5 Deh- nung	6 gebund. Schwefel	
Sisalbagasse	ungewaschen	47,5	854	3,73	1	17	8	
Zitronensaft	„ feucht versandte Skraps .	46,4	870	4,66	2	15	4	
Essigsäure	„	45,8	940	4,20	3	4	6	
Essig- + Karbolsäure . .	„	44,5	865	3,44	4	16	10	
Essig- + Karbolsäure . .	„	40,8	918	2,63	5	9	17	
Purub	gewaschen	40,4	844	3,75	6	18	7	
Essig- + Karbolsäure . .	ungewaschen	39,6	922	3,52	7	7	9	
Essigsäure	„	36,8	988	2,60	8	3	18	
Zitronensaft	„	36,5	882	3,00	9	12	13	
Essig- + Karbolsäure . .	gewaschen	35,0	762	2,52	10	23	19	
Kalziumchlorid	ungewaschen	30,3	1000	2,93	11	1	15	Klebrigwerden beginnt
Essig- + Karbolsäure . .	„ feucht versandt	28,5	824	5,61	12	20	1	
Kochsalz + Adansonia- Fruchtsaft	„	27,8	904	1,95	13	10	21	
Kalziumchlorid	gewaschen	27,0	940	4,90	14	5	3	
Essig- + Karbolsäure . .	mit Handwalze gewaschen . .	26,5	890	2,79	15	11	16	
Purub	gewaschen	24,0	824	3,17	16	21	11	
Karbol- + Zitronensäure	„	21,6	876	5,27	17	14	2	Klebrigwerden beginnt
Gegorener Sisalsaft . . .	ungewaschen, feucht versandt . .	19,0	838	3,08	18	19	12	
Milchsäure	lange gewaschen	18,8	920	1,63	19	8	23	
Chlorkalzium	gewaschen, nach dem Trocknen warm aufeinandergewalzt	18,1	938	2,2	20	6	20	
Chlorkalzium	lange gewaschen	17,3	880	1,35	21	13	24	
Essigsäure + Purub . . .	ungewaschen, naß versandt	16,3	824	2,99	22	22	14	
Chlorkalzium	gewaschen, warm zusammengewalzt .	9,0	1000?	1,08	23	2	22	
Purub	ungewaschen, feucht versandt	6,0	500	4,27	24	24	5	

Frank und Marckwald noch nicht ausreichen, um auf die Frage, welche Präparationsweise des Kautschuks als die beste anzusehen ist, eine zuverlässige Antwort zu geben.

Für die Praxis wäre in dieser Hinsicht die Beantwortung der Frage, ob wir den nach der Lewamethode gezapften Kautschuk bereits in der Kolonie waschen oder ungewaschen versenden sollen, von besonderer Wichtigkeit, und es sollen nun zunächst die für und gegen das Waschen des Kautschuks angeführten Gründe besprochen werden. Im letzten Teile dieses Abschnittes sollen dann noch einige Angaben über die Präparation des *Manihot*-Kautschuks in Brasilien zusammengestellt werden.

D. Die für und gegen das Waschen in der Kolonie angeführten Gründe.

Aus den Untersuchungen von Frank und Marckwald (I u. IV) scheint mir nur mit Sicherheit hervorzugehen, daß durch zu langes Waschen, starkes Erwärmen, vielleicht auch ein langes Lagern des gewaschenen Kautschuks eine Entwertung desselben stattfinden kann. Wie weit man aber in dieser Hinsicht gehen kann und ob noch andere Regeln beim Waschen zu beachten sind, bleibt noch zu untersuchen.

Daß nun aber der in der Kolonie gewaschene Kautschuk nicht durchweg als so minderwertig anzusehen ist, als es nach den verschiedenen Mitteilungen von Marckwald scheinen könnte, geht wohl daraus hervor, daß der gewaschene Kautschuk nun doch eine ziemliche Zeitlang zu hohen Preisen verkauft wird. Erwähnen möchte ich an dieser Stelle auch noch eine Mitteilung von Gow, Wilson und Stanton (I), nach der für den ostafrikanischen *Manihot*-Kautschuk, namentlich, wenn derselbe in Crêpeform an den Markt gebracht wird, stets Nachfrage vorhanden sein soll. Es heißt dort ferner: „Maschinen sollten in ausgedehnter Weise in Anwendung kommen, da für feine trockene Ware hohe Preise bezahlt werden.“

Schließlich möchte ich auch noch zugunsten des Waschens anführen, daß auch in Ceylon und Hinterindien der als „scraps“ gewonnene Kautschuk fast ausnahmslos bereits in der Kolonie maschinell gewaschen wird. Hier liegen doch schon langjährige Erfahrungen vor und würde man sicherlich kein Verfahren anwenden, das als völlig unrationell zu bezeichnen wäre. Auch in Cearà wird der Kautschuk zum Teil nachträglich gewaschen.

Wenn sich nun aber bei den weiteren Untersuchungen herausstellen sollte, daß durch das sorgfältige Waschen des Kautschuks die mechanischen Eigenschaften desselben nicht merklich beeinträchtigt werden, so würde meines Erachtens das Waschen unbedingt anzuempfehlen sein und zwar in erster Linie deshalb, weil ein gewaschener Kautschuk viel leichter in immer gleichmäßiger Form herzustellen ist, wie ungewaschener Kautschuk und somit beim Waschen die Schaffung einer gleichmäßigen Standardmarke für die ganze Kolonie am leichtesten zu erreichen wäre. Bei dem ungewaschenen Kautschuk wird immer die Ungleichheit der bei der Lewamethode unvermeidlichen Verunreinigungen eine große Verschiedenheit der Kautschuke verschiedener Herkunft bedingen und Zwischenhändlern und Fabrikanten eine willkommene Gelegenheit zum Drücken der Preise geben, namentlich wenn

die Kautschukpreise erst auf einem niederen Niveau angelangt sein werden.

Für das Waschen spricht ferner, daß bei dem in dünne Felle ausgewalzten Kautschuk ein viel vollständigeres und schnelleres Trocknen desselben möglich ist, als dies bei dicken Bällen und Fladen der Fall ist. Eine Folge davon ist, daß der gewaschene Kautschuk bei sachgemäßer Behandlung viel weniger der Gefahr der Fäulnis und des Schimmeligwerdens ausgesetzt ist, als dies bei den Bällen und dickeren Fladen der Fall ist.

Nicht ausgeschlossen ist es auch, daß aus dem ganz frisch koagulierten Kautschuk manche Verunreinigungen desselben leichter entfernt werden können, als aus dem trockenen, längere Zeit gelagerten Kautschuk.

Schließlich hat man auch die geringeren Transportkosten zugunsten des Waschens angeführt. Diesem Umstande kann aber keine große Bedeutung zugeschrieben werden; denn wenn man selbst annehmen wollte, daß die Transportkosten von dem Gewinnungs- bis zum Verkaufsorte sich für eine Tonne Rohkautschuk auf 150 M. belaufen würden, was doch im allgemeinen nicht zu niedrig bemessen sein wird, so kämen auf 1 kg nur 15 Pf., und es würde dann also bei einem Wascherlust von 20% für die einem Kilo gewaschenen Kautschuks entsprechende Menge von ungewaschenem Kautschuk (1, 25 kg) 18¾ Pf. oder 3¾ Pf. mehr als für den Transport von 1 kg gewaschenen Kautschuk zu zahlen sein.

Auf der anderen Seite möchte ich aber auch nicht verschweigen, daß, abgesehen von Frank und Marckwald, verschiedene Praktiker sich mehr oder weniger entschieden gegen das Waschen in der Kolonie ausgesprochen haben und die Ansicht vertreten, daß jede Bearbeitung des Kautschuks den Nerv desselben nachteilig beeinflußt. Inwieweit aber diese Angaben auf zuverlässigen Erfahrungen beruhen, ist noch zu untersuchen.

Auf alle Fälle würde ich es aber doch noch für verfrüht halten, wenn sich heute schon alle Pflanzer zum Waschen ihres Kautschuks verpflichten wollten oder wenn gar die Regierung durch Zwangsmaßregeln im Sinne Dernburgs (I) das Waschen erzwingen wollte¹⁾. Ich halte es vielmehr für berechtigt, daß manche Pflanzer, bis die diesbezüglichen Untersuchungen und Erfahrungen ein sicheres Urteil gestatten, den Kautschuk im ungewaschenen Zustande versenden.

Allerdings dürfte es viel schwerer sein, aus dem ungewaschenen Kautschuk ein völlig gleichmäßiges Produkt herzustellen. Eine vollständige Gleichmäßigkeit wird, wie bereits hervorgehoben wurde, durch die Verschiedenheit der im Kautschuk enthaltenen Verunreinigungen, ferner auch durch den je nach dem Grade der Trocknung verschiedenen großen Wassergehalt verhindert. Der letztere würde namentlich bei der Versendung in Bällen in Frage kommen. Durch Bestimmung des Waschverlustes würde sich aber immerhin die von dem Normalpreise des Kautschuks in Abzug zu bringende Summe leicht ermitteln lassen und es könnte ja auch vielleicht durch Schaffung einer unparteiischen, eventuell amtlichen Untersuchungsstelle einer Übervorteilung durch Zwischenhändler und Fabrikanten vorgebeugt werden.

Jedenfalls ist es aber für den Absatz sehr hinderlich, daß der nicht maschinell gewaschene Kautschuk zurzeit in so verschiedener Form an den Markt gebracht wird, teils in ganzen oder zerschnittenen

1) Nach dem Marckwaldschen Vortrage mußte ja übrigens die Regierung gerade in erster Linie auf den gewaschenen Kautschuk einen Ausfuhrzoll legen, den unreinen Kautschuk aber davon befreien.

Bällen, in Scheiben zerschnitten oder in mehr oder weniger zerrissenen Fladen, in Blöcken zusammengepreßt und dergleichen, ferner ganz ungereinigt, mit der Hand oder auch mit zu völliger Reinigung nicht ausreichenden Maschinen gereinigt, schließlich vorher gewässert, mit Purub oder dergleichen behandelt, geräuchert usw.

Wenn nun aber eine größere Plantage bereits seit längerer Zeit nach der gleichen Methode gearbeitet und sich einen bestimmten Abnehmerkreis erworben hat, die ihren Kautschuk zu günstigen Preisen abnimmt, so wird sie meines Erachtens gut tun, diese Präparationsmethode vorläufig beizubehalten. Das betreffende Produkt wird ja dann schon für sich eine Art Standardmarke bilden. Kleinere Pflanzungen würden aber wohl besser tun, von einer derartigen Privatmarke abzusehen und sich entweder größeren Pflanzungen in der Präparationsart anzuschließen oder ihren Kautschuk in möglichst einfacher Weise aufzubereiten.

Das einfachste wäre es ja jedenfalls, den Kautschuk in ganzen oder einmal durchgeschnittenen Bällen zu versenden und es wird ja auch derartiger Kautschuk, wenn er in gutem Zustande an den Markt kommt, ganz leidlich bezahlt.

Beliebter scheint jedoch zurzeit der in dünne Platten oder Fladen zerlegte Kautschuk zu sein und es sollen im zweiten Abschnitt dieses Kapitels die zur Herstellung solcher Fladen am meisten empfehlenswerten Methoden besprochen werden.

An dieser Stelle möchte ich aber schon darauf hinweisen, daß ich das Zerreißen des Kautschuks in Walzwerken, die den Kautschuk doch nicht völlig zu reinigen vermögen, für wenig empfehlenswert halten kann. Auch alle komplizierteren Aufbereitungsmethoden, die schwerlich zu einer allgemeinen Annahme gelangen würden, wären wohl besser aufzugeben, damit schon jetzt eine möglichst einheitliche Ware auf dem Markte erscheint. Wenn manche Pflanzler glauben, durch irgendwelche kleinen Kniffe bei der Aufbereitung bessere Preise erzielt zu haben, so beruht dies wohl meist auf Täuschung infolge des fortwährenden Schwankens der Kautschukpreise oder auf Zufall. Wenn aber ein Pflanzler glaubt, für die Bearbeitung des Kautschuks ein besonders günstiges Verfahren gefunden zu haben, so möchte ich dringend empfehlen, dasselbe im Interesse unserer Plantagenkultur zur allgemeinen Kenntnis zu bringen. Es kann dies übrigens auch nur in seinem eigenen Interesse liegen. Denn wenn er wirklich eine besonders gut bewertete Marke an den Markt zu bringen vermag, so kann es ja nur vorteilhaft für ihn sein, wenn dieselbe in möglichst großen Quantitäten auf dem Weltmarkte erscheint.

E. Die Präparation des Manihot-Kautschuks in Brasilien.

Seeligmann, Torrilhon und Falconnet (I, 55) empfehlen besonders die bei dem Parakautschuk in Brasilien allgemein übliche Räucher methode. Dieselbe soll auch in Cearà mit Erfolg versucht sein, bei den dortigen Eingeborenen aber wenig Anklang gefunden haben.

Nach d'Almeida (I, 21) unterscheidet man in Brasilien drei verschiedene Arten von *Manihot*-Kautschuk:

1. „*borracha fina*“ oder „*borracha defumada*“. Derselbe wird spätestens 2 Stunden, nachdem der Saft ausgetreten ist, nach der brasilianischen Räucher methode gewonnen.

2. „*sernamby*“. Derselbe wird aus den bereits in den Auffangbechern koagulierten Milchsafte gewonnen.

3. „*choro*“. Derselbe stammt von dem auf der Rinde koagulierten Kautschuk.

Nach Furniß (II) wurde in Bahia ausgezeichnete bernsteinfarbiger Cearà-Kautschuk auf den Markt gebracht, der in der Weise gewonnen war, daß der aufgefangene Milchsafte in flachen Schalen koaguliert, dann sofort gepreßt und einige Tage lang getrocknet wurde.

Nach Ule (II, 92) besteht in Fortaleza eine Fabrik zum Reinigen von aufgekauftem Kautschuk und weniger reinen Lamellen.

2. Die Präparation des nach der Lewamethode gewonnenen Kautschuks.

Da es, wie im vorstehenden Kapitel ausführlich auseinandergesetzt wurde, noch nicht als mit Sicherheit entschieden angesehen werden kann, ob es zweckmäßiger ist, den Kautschuk bereits in der Kolonie zu waschen oder denselben im ungewaschenen Zustande an den Markt zu bringen, sollen im nachfolgenden beide Präparationsarten besprochen werden.

A. Die Präparation des Kautschuks ohne Waschen.

Wenn man sich dazu entschlossen hat, den Kautschuk in ungewaschenem Zustande zum Versand zu bringen, so wird man bei der Behandlung desselben in erster Linie darauf zu achten haben, daß derselbe vor Fäulnis und Schimmelbildung möglichst bewahrt bleibt und auch nicht durch zu starke Belichtung oder Erwärmung die Entstehung von klebrigem Kautschuk bewirkt wird.

Daß feuchter Kautschuk von *Manihot Glaziovii* leicht in Fäulnis übergeht, ist sicher in erster Linie auf den hohen Eiweißgehalt desselben zurückzuführen. Das Auftreten derselben ist an dem widrigen Geruch, der bei der Fäulnis auftritt, leicht zu erkennen. Dieser Geruch pflegt übrigens beim Trocknen des Kautschuks wieder zu verschwinden und es ist auch noch nicht exakt nachgewiesen, ob durch eine geringe Fäulnis die Qualität des Kautschuks in merklicher Weise beeinträchtigt wird. Es ist jedenfalls anzunehmen, daß die die Fäulnis bewirkenden Bakterien sich in erster Linie von den im Rohkautschuk enthaltenen Eiweißstoffen, Kohlehydraten usw. ernähren, den Kohlenwasserstoff ($C_{10}H_{16}$)_x aber nicht angreifen. Von Frank und Marckwald (I) wurde auch nachgewiesen, daß ein bereits starke Anzeichen von Fäulnis zeigender Rohkautschuk bei der Vulkanisation ein noch sehr brauchbares Produkt zu liefern vermag. Immerhin ist es aber auch nicht ausgeschlossen, daß durch die Bakterienfäulnis Stoffe entstehen, durch die der Aggregationsgrad der Kautschukmoleküle verändert, eventuell ein Klebrigwerden des Kautschuks bewirkt wird und es dürfte sich auf alle Fälle empfehlen, durch sachgemäße Behandlung des Kautschuks der Fäulnis des feuchten Kautschuks möglichst entgegenzuwirken.

Was sodann das Schimmeligwerden des Kautschuks anlangt, so wird von diesem meist nur die Oberfläche des Kautschuks betroffen und es kann der Schimmel, wenn der Kautschuk eine einigermaßen glatte Oberfläche besitzt, wie z. B. bei Bällen, nach dem Trocknen des Kautschuks leicht abgebürstet werden. Schwieriger ist dies Ab-

bürsten, wenn der Kautschuk viele Hohlräume aufweist, die häufig ganz mit Pilzsporen erfüllt sind. In einem derartigen Falle wurde auch darüber geklagt, daß die Pilzsporen selbst bei dem in Europa ausgeführten Waschen des Kautschuks nur schwer ganz zu entfernen wären. Dasselbe gilt übrigens vielleicht auch von den feinen, in dem Kautschuk selbst enthaltenen Pilzfäden und es ist somit auch ein Verschimmeln des Kautschuks möglichst zu verhindern.

Daß durch eine mäßige Schimmelbildung, abgesehen von der Verunreinigung, die technische Verwendbarkeit des Kautschuks nachteilig beeinflußt werden sollte, ist nicht gerade sehr wahrscheinlich. Von Schidrowitz und Goldsbrough (III) wurde auch für Hevea direkt nachgewiesen, daß die mechanischen Eigenschaften von verschimmeltem Kautschuk denen von weniger schimmeligen nicht nachstanden.

Wie das Faulen ist nun aber auch das Schimmeln des Kautschuks durch möglichst schnelles Trocknen am besten zu verhindern. Die Anwendung höherer Temperatur ist aber hierbei möglichst zu vermeiden, weil dasselbe, wie im Kapitel XVII auseinander gesetzt wurde, das Klebrigwerden des Kautschuks begünstigen kann. Noch schädlicher wirkt aber in dieser Hinsicht direktes Sonnenlicht, vor dem der Kautschuk unbedingt zu schützen ist.

Außerdem wird es naturgemäß von Vorteil sein, dem Kautschuk auch ein möglichst gefälliges Aussehen zu geben und es wird vielfach auch auf die Farbe desselben großes Gewicht gelegt.

In der Hauptsache können wir nun zwei verschiedene Formen unterscheiden, in denen der ungewaschene Kautschuk in den Handel gebracht wird: nämlich Bälle und Platten. Welche von diesen beiden Arten als die vorteilhaftere zu bezeichnen ist, läßt sich noch nicht mit voller Sicherheit angeben. Der Plattenkautschuk erzielt ja allerdings, wie aus der in Kapitel XX, D publizierten Tabelle ersichtlich ist, stets höhere Preise wie die Bälle. Es ist jedoch hierbei zu berücksichtigen, daß in den Bällen stets noch eine beträchtliche Menge von Wasser enthalten ist, das beim Verkauf mit als Kautschuk gewogen und bezahlt wird. Es scheint aber doch auch, daß der Plattenkautschuk zurzeit von den Kautschukkonsumenten mehr geschätzt wird und infolgedessen auch leichter verkäuflich ist.

Es sollen nun zunächst die bei dem Versand in Bällen erforderlichen Maßnahmen besprochen werden, dann die Präparation des Plattenkautschuks, darauf Einrichtung der zum Trocknen des Kautschuks erforderlichen Gebäude und schließlich das Räuchern des Kautschuks.

a) Die Präparation der Kautschukbälle.

Da in die Kautschukbälle von den Zapfern, die ja fast allgemein nach dem Gewicht des abgelieferten Kautschuks bezahlt werden, häufig absichtlich, um ein höheres Gewicht zu erzielen, Erde, Steine und dergleichen mit hineingebracht werden, empfiehlt es sich bei der Abnahme zum mindesten einen Teil derselben oder auch alle anzuschneiden. Am zweckmäßigsten ist es wohl, alle Bälle vollständig durchzuschneiden, so daß zwei Halbkugeln entstehen. Werden die Bälle nur bis etwa zur Mitte angeschnitten, so besteht die Gefahr, daß der Kaut-

schuk nahe der Kante, in der die beiden Halbkugeln zusammenstoßen, lange feucht bleibt und infolgedessen in Fäulnis übergeht.

Bei der Abnahme der Bälle ist ferner darauf zu achten, daß dieselben nicht zu feucht sind und es sind dieselben möglichst stark mit der Hand auszupressen. Dann sind sie aber nicht sofort zum Trocknen aufzuhängen, sondern werden zuvor etwa 24 Stunden oder 2 Tage lang gewässert. Es werden hierdurch viele in dem Kautschuk enthaltene lösliche Stoffe entfernt und zwar handelt es sich hierbei nicht nur um ein allmähliches Auslaugen des Kautschuks, sondern es wird von den Bällen, wie ich (XXII) nachweisen konnte, auch unter Wasser eine beträchtliche Menge von Flüssigkeit ausgepreßt.

Diese Auspressung von Flüssigkeit kann man leicht wahrnehmen, wenn man einen frisch eingelieferten Ball längere Zeit auf einem Teller oder dergleichen liegen läßt, man wird dann stets finden, daß sich auf dem Teller eine gewisse Flüssigkeitsmenge ansammelt. Genauer verfolgen läßt sich die Menge der ausgeschiedenen Flüssigkeit, wenn man den Ball in einen mit einer Glasplatte bedeckten Scheidetrichter bringt und die in diesem angesammelte Flüssigkeit von Zeit zu Zeit ablaufen läßt und mißt, wie dies z. B. bei den folgenden beiden Versuchen geschehen:

Versuch I. Ein nach der Lewamethode unter Benutzung von 2%iger Chlorkalziumlösung als Koagulationsmittel gewonnener Ball, der kurz nachdem er aus der Pflanzung in das Laboratorium gebracht war, 373 g wog, wurde in den bedeckten Scheidetrichter gebracht und es wurden in diesem ausgeschieden:

Nach 1½ Stunde	5	ccm
„ weiteren 14 Stunden	25,5	„
„ „ 25½ „	12,0	„
„ „ 27½ „	2,5	„

Wenn wir annehmen, daß das spezifische Gewicht der ausgeschiedenen Flüssigkeit gleich 1 wäre, was allerdings nicht ganz richtig ist, würde also der Ball in feuchter Luft 12,1% an Gewicht verloren haben, in Wirklichkeit etwas mehr.

Versuch II. Als Koagulationsmittel diente 3%ige Essigsäure. Der Ball wog am Anfang des Versuches 740 g. Derselbe schied im Scheidetrichter aus:

Nach 1½ Stunden	12,2	ccm
„ weiteren 27 Stunden	50,5	„
„ „ 27 „	28,0	„
„ „ 24 „	9,8	„
„ „ 24 „	6,0	„
„ „ 44 „	6,8	„
„ „ 35 „	1,8	„

Es wurden im ganzen 115,1 ccm Flüssigkeit ausgeschieden, also mehr als 16 %. Dieser Versuch zeigt, daß das bei Versuch I zur Koagulation benutzte Chlorkalzium bei der Wasserausscheidung keine Rolle spielt.

Daß nun aber ebenfalls Flüssigkeit ausgeschieden wird, wenn der Ball unter Wasser gehalten wird, zeigt der nachfolgende Versuch, bei dem der Gewichtsverlust des Balles durch Wägung festgestellt wurde.

Versuch III. Ein unter Verwendung von Chlorkalzium nach der Lewamethode gewonnener Kautschukball, der 438 g wog, wurde unter Wasser getaucht und zeigte bei den späteren Wägungen folgende Gewichtsverluste:

Nach 2½ Stunden	35	g
„ weiteren 16 Stunden	14	g
„ „ 22 „	7	g
„ „ 27½ „	3	g
„ „ 24 „	3	g
„ „ 24 „	0	g

Dann trat Gewichtszunahme ein und zwar betrug dieselbe:

Nach 44 Stunden	2 g
„ weiteren 33 Stunden	1 g
„ „ 47 „	1,5 g

Die anfängliche Gewichtsabnahme betrug im ganzen 62,0 g oder 17% des ursprünglichen Gewichtes.

Erwähnen will ich an dieser Stelle noch, daß man die Flüssigkeitsausscheidung durch Eintauchen in kochendes Wasser erheblich beschleunigen kann. Für die Kautschukbälle scheint diese Methode aber weniger geeignet.

Auf welche Kräfte nun diese Ausscheidung von Flüssigkeit zurückzuführen ist, vermag ich noch nicht mit Sicherheit anzugeben. Ich will auch an dieser Stelle auf die theoretische Erklärung dieses Vorganges, der, soviel mir bekannt, bisher noch nirgends genauer untersucht wurde, nicht näher eingehen. Für die Praxis ist es nun aber von Wichtigkeit, daß die ausgeschiedene Flüssigkeit jedenfalls kein reines Wasser darstellt, sondern verschiedene in Wasser lösliche Stoffe enthält, die bei der Koagulation nicht mit koaguliert wurden, namentlich auch Eiweißstoffe, die leicht zu Fäulnis Veranlassung geben können. Wenn man nun den Kautschuk sofort zum Trocknen aufhängen würde, so würden sich die in der ausgeschiedenen Flüssigkeit enthaltenen Stoffe auf diesem niederschlagen und es können die Bälle dadurch das Aussehen erhalten, als wenn sie mit Lack überzogen wären. Bei feuchter Witterung kann natürlich auch Fäulnis, vielleicht auch Klebrigwerden durch die nicht alsbald eintrocknenden Flüssigkeitstropfen begünstigt werden.

Ferner ist nun aber zu berücksichtigen, daß auch das Washwasser infolge der in dasselbe übertretenden Stoffe leicht in Fäulnis übergeht, und es empfiehlt sich das Wässern womöglich in fließendem Wasser auszuführen oder dem Washwasser antiseptisch wirkende Stoffe zuzusetzen. Auch sind Metallgefäße, namentlich eiserne, beim Baden zu vermeiden, da durch die im Kautschuk enthaltenen Säuren leicht das Metall angegriffen werden kann und das aufgelöste Eisen bei Gegenwart von Gerbsäuren oder Karbolsäure den Kautschuk schwarz färbt (vgl. Kapitel XVIII, 6).

Zur Desinfektion des Washwassers hat man nun mehrfach Purub verwendet. Auf billigere Weise läßt sich der gleiche Zweck aber auch durch Oxal- oder Karbolsäure erreichen. Am zweckmäßigsten und billigsten ist vielleicht das unter der Bezeichnung Martinol in den Handel kommende Präparat, mit dem ich allerdings bisher nur einen kleinen Versuch anstellen konnte.

In dem Washwasser verbleiben nun die Bälle zweckmäßig 24 Stunden oder auch 2 Tage. Dann werden sie aus demselben herausgenommen und in das Trockenhaus gebracht, dessen Einrichtung im nächstfolgenden Abschnitt dieses Kapitels besprochen werden soll.

b) Die Präparation des Plattenkautschuks.

Wenn der Kautschuk in Bällen aufgewickelt ist, kann man denselben einfach durch Zerschneiden in kreisförmige Scheiben zerlegen. Man wird dann aber finden, daß diese Scheiben sich sehr leicht in einzelne Ringe auflösen, namentlich wenn man dieselben durch ein Walzwerk gehen läßt oder mit der Hand reinigt.

Besser zusammenhängende Platten kann man erhalten, wenn man nach der von von Donop ersonnenen Methode (vgl. S. 205) den Kautschuk um Holzkugeln wickeln läßt und diese dann in der aus Fig. 132 ersichtlichen Weise in vier Stücke zerlegt. Von diesen lassen sich dann leicht, wie von der Apfelsine, die Schalenstücke abziehen, so daß sie schließlich ganz in Platten von gleichmäßiger Dicke zerlegt werden (Fig. 132). Das Aufwickeln um die Holzkugel bietet dann den Vorteil, daß die inneren Schalenstücke nicht zu klein werden.

Ferner kann man aber auch dadurch Platten von gleichmäßiger Dicke erhalten, daß man den Kautschuk in der Pflanzung um zylindrische Stäbe wickelt und dann entweder den auf-

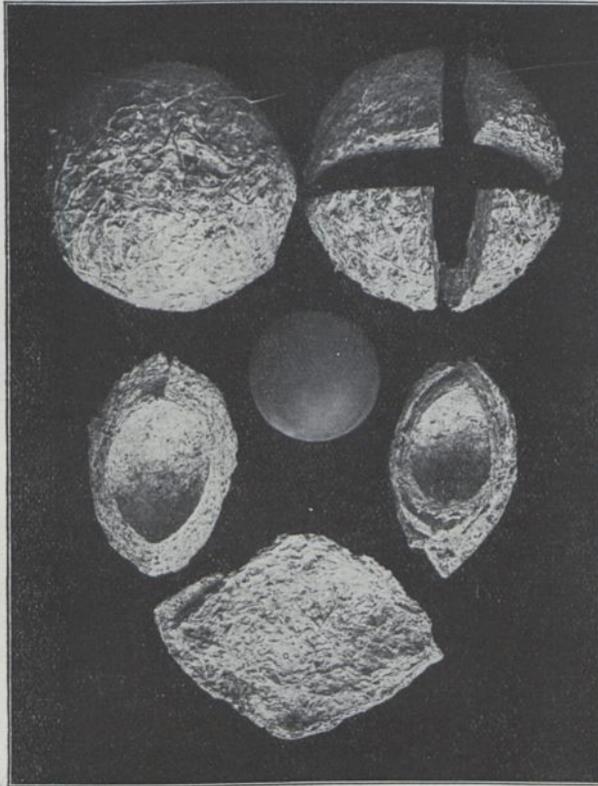


Fig. 132. Obere Reihe: Ball um eine Holzkugel gewickelt und aufgeschnitten. Mittlere Reihe: Holzkugel und ein Viertel der Kautschukhohlkugel, rechts in Schalenstücke zerlegt. Unten: Zwei einzelne Schalenstücke, schwach ausgewalzt.

gewickelten Kautschukring jedesmal, wenn er die gewünschte Dicke erreicht hat, sofort durch einen Längsschnitt von dem Stabe ablöst oder, wie bei der von Donopschen Methode, zum Schluß in Platten von gleicher Dicke zerlegt.

Schließlich hat man auch auf manchen Pflanzungen den Kautschuk überhaupt nicht aufgewickelt, sondern die einzelnen Bänder von koaguliertem Milchsafte von den Bäumen abgezogen und zunächst in Wasser oder die Koagulationsflüssigkeit getaucht, um sie dann später zu Platten zusammenzupressen. Man kann so zwar etwas reineren Kautschuk erhalten. Die Arbeitsleistung eines Mannes dürfte aber bei dieser Methode immer merklich geringer sein und glaube ich nicht, daß dieser Vorteil durch die etwas größere Reinheit des Kautschuks wieder aufgewogen wird.

Die nach einer der oben beschriebenen Methoden erhaltenen Platten können nun noch durch Auswalzen auf eine geringere Dicke gebracht werden, wobei aus denselben möglichst viel von dem eingeschlossenen Wasser und den in diesem enthaltenen Stoffen, durch die die Fäulnis

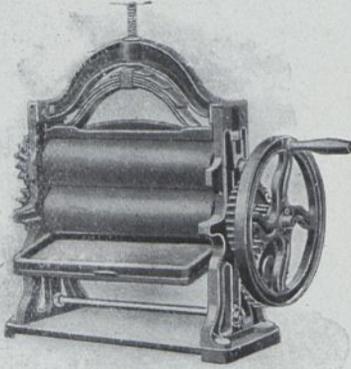


Fig. 133. Einfaches Walzwerk von D. Bridge & Co.

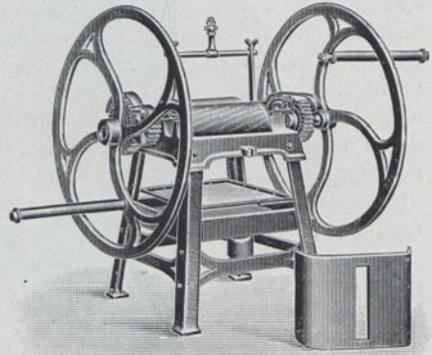


Fig. 134. Waschwalze „Saxonia“ von C. H. Haubmann.

in hohem Grade begünstigt wird, entfernt wird. Die dünneren Platten werden auch schneller trocken.

Um ein Zerreißen des Kautschuks zu verhindern, empfiehlt es sich aber für diesen Zweck, ein Walzwerk zu benutzen, dessen Walzen mit gleicher Geschwindigkeit rotieren. Mit Hilfe eines solchen kann man

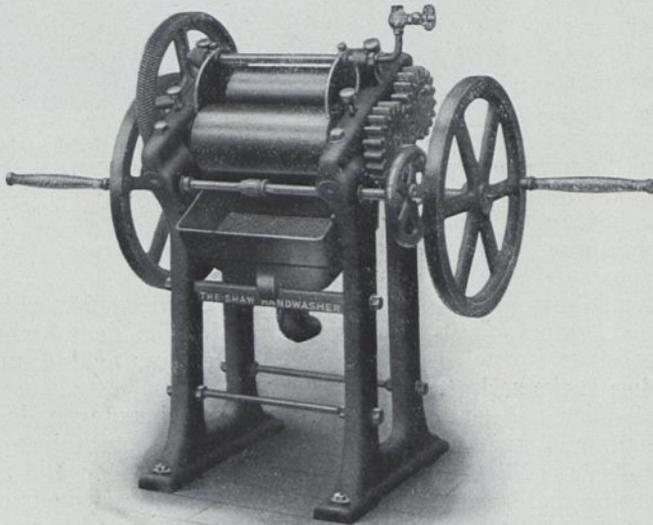


Fig. 135. Waschwalze von F. Schaw & Co.

auch Platten von gleichmäßiger Dicke und ziemlich glatter Oberfläche erhalten, die, wenn sie später etwas von Schimmel bedeckt sein sollten, leicht gereinigt werden können.

Für einen sehr kleinen Betrieb dürfte nun bereits das in Fig. 133 abgebildete Walzwerk genügen. Für den Großbetrieb ist aber ein mit Waschvorrichtung versehenes Walzwerk (Fig. 134 u. 135) entschieden vorzuziehen, da durch das Bespülen mit Wasser der beim Walzen ausgepreßte Schmutz dauernd fortgespült wird. Es dürfte sich auch empfehlen, mindestens zwei solcher Walzwerke anzuschaffen, von denen das eine mit geriffelten Walzen versehen ist, so daß die Platten besser gefaßt werden. Nachdem die Platten diese Walzen passiert haben, kommen sie dann in das zweite Walzwerk, bei dem die Walzen enger gestellt sind. Da zu dem ohne Zerreißen stattfindenden Auswalzen keine große Kraft erforderlich ist, können die Walzwerke sehr gut durch Menschenhand betrieben werden und ist für dieselben eine besondere Kraftquelle nicht erforderlich.

Aus den bereits im vorigen Abschnitt erörterten Gründen wird es nun aber erforderlich sein, die Platten, mag man sie nun durch ein Walzwerk gehen lassen oder nicht, vor dem Trocknen zu wässern. Ich will in dieser Hinsicht noch bemerken, daß die Platten, nachdem sie durch das Walzwerk gegangen sind, zunächst ziemlich viel Flüssigkeit ausscheiden, wie dies aus dem nachfolgenden Versuch ersichtlich ist:

Versuch. Aus einem unter Verwendung von Chlorkalzium gewonnenen Kautschukball wurde eine Scheibe herausgeschnitten und zweimal durch die Wäschemangel gezogen. Die Scheibe wog dann 174 g. Im Scheidetrichter wurden dann ausgeschieden:

Nach 80 Minuten	2,9 ccm
„ weiteren 14 Stunden	3,8 „
„ „ 25¼ „	0,5 „
„ „ 27 „	einige Tropfen.

Daß sich ferner bei den Platten durch Eintauchen in kochendes Wasser die Flüssigkeitsausscheidung sehr befördern läßt, zeigt der nachfolgende Versuch:

Versuch. Eine aus einem mit Chlorkalzium als Koagulationsmittel gewonnenen Balle herausgeschnittene Scheibe wog frisch 187 g, nachdem sie mehrere Male durch die Wäschemangel gezogen war, 157 g und nachdem sie dann für 10 Minuten in kochendes Wasser getaucht und an der Luft abgekühlt war, 143 g. Durch das Kochen war also ein Gewichtsverlust von 14 g = 8,9% eingetreten. Dann wurde die Scheibe in einen Scheidetrichter übertragen, in dem sich nach 20½ Stunden nur 2 Tropfen klaren Wassers (Kondensationswasser) angesammelt hatten.

Der gekochte Kautschuk wird außerdem weniger leicht faulen und schimmeln, wie der mit kaltem Wasser behandelte. Es bleibt nun allerdings noch zu untersuchen, ob die physikalischen Eigenschaften des Kautschuks durch den kurzen Aufenthalt in heißem Wasser nachteilig beeinflußt werden, was ich nicht für sehr wahrscheinlich halte. Sollte es sich herausstellen, daß das Eintauchen in kochendes Wasser nicht nachteilig oder gar vorteilhaft auf die Qualität des Kautschuks einwirkt, so möchte ich es für zweckmäßig halten, daß die Platten entweder sofort oder, nachdem sie über Nacht im Wasser gelegen haben, ausgewalzt werden, dann in einen großen Behälter (etwa Waschkessel) mit kochendem Wasser kommen, in dem sie etwa eine Viertelstunde verbleiben und darauf direkt zum Trocknen aufgehängt werden.

Werden aber durch das Eintauchen in kochendes Wasser die physikalischen Eigenschaften des Kautschuks nachteilig beeinflußt, so müssen die Platten nach dem Auswalzen nochmals ca. 24 Stunden ge-

wässert werden, eventuell unter Zusatz der obengenannten desinfizierend wirkenden Stoffe (Purub, Oxalsäure, Karbolsäure, Martinol).

Erwähnen will ich schließlich noch, daß man mehrfach den Plattenkautschuk noch dadurch zu reinigen sucht, daß man aus demselben nach dem Wässern mit der Hand alle gröberen Verunreinigungen möglichst entfernen läßt, wozu fußkranke Arbeiter, Frauen oder dergleichen mit Vorliebe zu verwenden sind.

c) Das Trocknen des Kautschuks.

Zum Trocknen des Kautschuks ist ein rationell angelegtes Trockenhaus erforderlich und zwar wird man bei der Wahl des Platzes für dasselbe namentlich darauf Gewicht zu legen haben, daß dasselbe möglichst frei liegt, damit von allen Seiten Luft Zutreten kann. Verfehlt ist es jedenfalls, das Trockenhaus an einem dumpfigen, auf allen Seiten von Bäumen eingeschlossenen Orte zu errichten.

Um ferner das Klebrigwerden des Kautschuks zu verhindern, ist durch Jalousien oder Läden dafür zu sorgen, daß kein direktes Sonnenlicht auf den Kautschuk fallen kann.

Das Trocknen läßt sich durch Anbringung von Ventilatoren, durch die die Luftzirkulation in dem Trockenhaus beschleunigt wird, wesentlich befördern. Es wurden neuerdings auch Trockenkammern konstruiert, auf denen der Kautschuk in entgegengesetzter Richtung wie der Luftstrom verschoben werden kann, so daß der bereits am meisten getrocknete Kautschuk von der trockensten, der frische aber von der feuchtesten Luft bestrichen wird.

Man hat auch mehrfach durch Einleiten von warmer Luft das Trocknen des Kautschuks zu beschleunigen versucht. Doch erscheint dies immerhin gefährlich, wenn die Temperaturerhöhung eine bedeutende ist. Noch bedenklicher ist wohl das Trocknen durch Wärme im Vakuum, das auch in den Kautschukfabriken nur noch wenig angewandt zu werden scheint. Dahingegen ist es wohl zweifelhaft, ob bereits die unter einem Wellblechdach entstehende Temperatur bei ausreichender Ventilation nachteilig auf den Kautschuk einwirkt.

Die innere Einrichtung des Trockenhauses ist so auszuführen, daß der Kautschuk entweder auf Hürden von dünnen Bambusstäben, Drahtgaze oder dergleichen in einfacher Schicht ausgebreitet oder an Stäben aufgehängt werden kann. Der Plattenkautschuk wird auch vielfach auf Draht aufgezogen.

d) Das Räuchern des Kautschuks.

Das Räuchern des koagulierten Kautschuks kann wohl nur den Zweck haben, denselben gegen Fäulnis und Schimmelbildung zu schützen. Die Veranlassung dazu hat auch wohl in erster Linie die gute Qualität des brasilianischen *Hevea*-Kautschuks gegeben, bei dem aber der Rauch auf ganz dünne Schichten von Latex einwirkt und auf diese naturgemäß in ganz anderer Weise wirken kann, wie auf große Fladen oder Bälle von koaguliertem Kautschuk. Es ist auch jedenfalls nicht wahrscheinlich, daß bei diesen das Räuchern einen vorteilhaften Einfluß auf die physikalischen Eigenschaften des Kautschuks ausüben wird. Auf alle Fälle wirkt auch das Räuchern nachteilig auf die Farbe des Kautschuks.

Will man aber den Kautschuk trotzdem räuchern, so sollte jedenfalls eine stärkere Erwärmung des Kautschuks bei dem Räuchern vermieden werden.

B. Das Waschen des Kautschuks.

Zu dem rationellen Waschen des Kautschuks ist unbedingt eine maschinelle Anlage mit einer künstlichen Kraftquelle (Gasmotor, Dampfmaschine, Wasserrad oder Turbine) erforderlich, weil die zum Zerreißen und feinen Auswalzen des Kautschuks erforderliche Kraft zu groß ist, als daß mit Menschenhand ein rentabler Betrieb möglich wäre. Will man sich dagegen mit einem unvollständigen Reinigen des Kautschuks begnügen, so kann man natürlich auch mit einer geringeren Kraft auskommen. Ich glaube aber nicht, daß ein solches Waschen auf die Dauer rentabel sein wird und will auch an dieser Stelle nur die zum vollständigen Waschen des Kautschuks erforderlichen Maßnahmen besprechen, und zwar sollen zuerst die zum rationellen Waschen erforderlichen Waschwalzen und Roller und dann die Ausführung des Waschens besprochen werden.

a) Die Waschwalzen.

Die eigentlichen Waschwalzen bestehen in der Hauptsache aus zwei von oben her mit Wasser bespülten Walzen, die mit ungleicher Geschwindigkeit und in einander entgegengesetzter Richtung rotieren, deren Entfernung aber durch Verschiebung der einen Walze geändert werden kann.

Bei dem Betrieb der Waschwalze wird der Kautschuk auf die rotierenden Walzen gebracht und zwischen diesen dünn ausgepreßt und infolge der ungleichmäßigen Rotationsgeschwindigkeit der Walzen zerrissen, wobei die Verunreinigungen des Kautschuks ausgestoßen und durch das fortwährend zwischen den Walzen hinströmende Wasser fortgespült werden.

Sehr verschieden ist nun bei den verschiedenen Waschwalzen zunächst die Oberfläche der Walzen, die entweder völlig glatt (Fig. 136 I), oder mit mehr oder weniger tief eingeschnittenen Vertiefungen versehen ist. Bei den Walzen der letzteren Art, die gewöhnlich als geriffelte Walzen bezeichnet werden, unterscheidet man in der Hauptsache solche mit längs verlaufenden Einschnitten (Fig. 136 II), mit schraubenförmigen Einschnitten (Fig. 136 III) und mit zwei Systemen sich kreuzender Einschnitte (Fig. 136 IV), „diamondcut“.

Die geriffelten Walzen bieten den Vorteil, daß der Kautschuk besser gefaßt und auch mehr zerrissen wird. Sie sind bei den ersten Waschungen mit Vorteil zu verwenden.

Der Abstand der Walzen muß deshalb regulierbar sein, weil es im allgemeinen nicht möglich ist, den Kautschuk gleich beim ersten Auswalzen auf die gewünschte Feinheit zu bringen. Man beginnt deshalb mit einem größeren Abstände, den man allmählich verringert. Hierbei ist es von Wichtigkeit, daß der Abstand an beiden Seiten der Walzen der gleiche ist und es sind deshalb auch diejenigen Maschinen vorzuziehen, bei denen die Achse der beweglichen Walze nicht an beiden Enden durch voneinander unabhängige Schrauben, sondern durch eine beide Enden gleichmäßig verschiebende Einstellvorrichtung bewegt

wird, wie dies bei dem in Fig. 137 abgebildeten Walzwerk der Fall ist.

In der Rotationsgeschwindigkeit der beiden Walzen ist deshalb ein Unterschied erforderlich, weil dadurch erreicht wird, daß der Kautschuk besser zerrissen wird. Namentlich beim ersten Waschen benutzt man gewöhnlich ein Walzenpaar, bei dem der Unterschied in der Umdrehungsgeschwindigkeit relativ groß ist.

In größeren Betrieben werden nun gewöhnlich mehrere derartige Waschwalzen nebeneinander aufgestellt, wie dies in Fig. 138 u. 139 abgebildet ist.

Erwähnen will ich schließlich noch, daß vor kurzem von der Firma Werner, Pfleiderer & Perkins eine auf einem neuen Prinzip

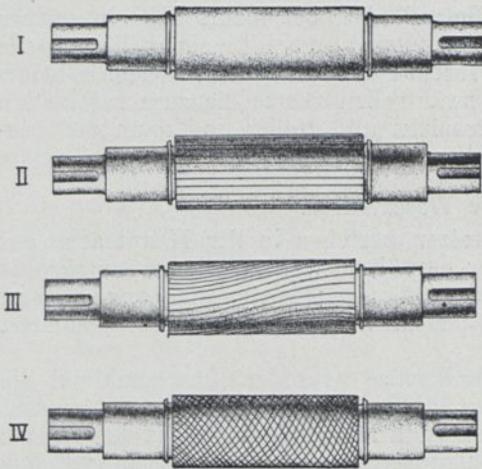


Fig. 136. Waschwalzen. I Glatte Walze. II Walze mit geraden Riffeln. III Walze mit schraubenförmigen Riffeln. IV Walze mit sich kreuzenden Riffeln.

beruhende Waschmaschine (Fig. 140) in den Handel gebracht wurde. Diese unterscheidet sich von den bisher üblichen Waschwalzen dadurch, daß die, wie Fig. 141 zeigt, mit tiefen Einschnitten versehenen Walzen mit größerem, stets gleichbleibendem Abstand voneinander arbeiten, wodurch der Nerv des Kautschuks geschont werden soll. Die im Kautschuk enthaltenen Verunreinigungen werden auch nicht zermahlen, sondern in großen Stücken ausgepreßt. Ferner wird der ganze Waschprozeß automatisch unter Wasser ausgeführt. Die Arbeit des die Maschine bedienenden Mannes beschränkt sich lediglich

auf das Eingeben eines Quantums Rohgummis in den Trog der Maschine und auf das Herausnehmen des gewaschenen Kautschuks. Nach Hoffmann (I, 1702) vermag die Maschine in $\frac{1}{2}$ Stunde 50 kg Rohkautschuk vollständig zu reinigen. Da der gewaschene Kautschuk in ziemlich dicken Stücken aus der Maschine herauskommt, die schwer getrocknet werden können, läßt man dieselben vor dem Trocknen erst noch ein oder mehrere Male durch einen Roller gehen.

b) Die Roller.

Außer den eigentlichen Waschwalzen werden beim Verarbeiten des gewaschenen Kautschuks vielfach Walzwerke benutzt, durch die der in feine Lamellen ausgewalzte Kautschuk nach dem Trocknen wieder zu dickeren Fellen zusammengepreßt wird. Diese Maschinen, die auch wohl als Roller oder „shecter“ bezeichnet werden, unterscheiden sich von den eigentlichen Waschwalzen dadurch, daß die Walzen mit gleicher oder wenigstens sehr annähernd gleicher Geschwindigkeit rotieren, so daß der Kautschuk nicht zerrissen, sondern nur gepreßt wird. Die

Walzen sind meist völlig glatt, die Sprühvorrichtung kann natürlich in Wegfall kommen.

Neuerdings wurden übrigens von verschiedenen Firmen auch Maschinen konstruiert, bei denen durch Umschaltung von Zahnrädern

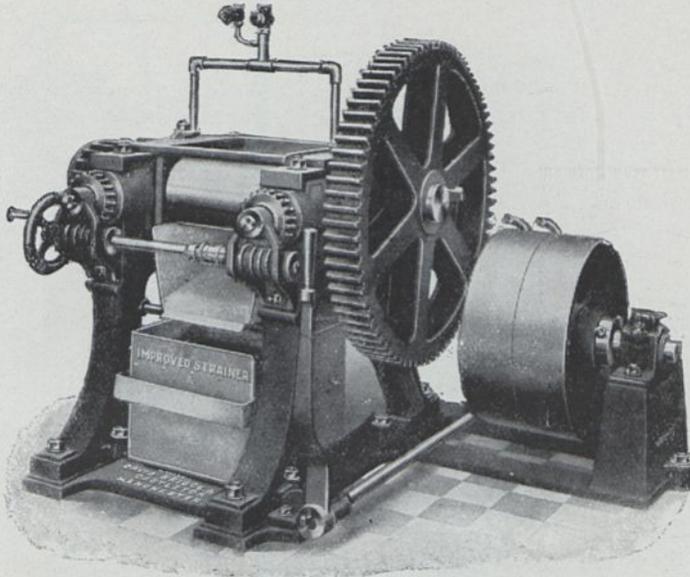


Fig. 137. Waschwalze von Bridge & Co.

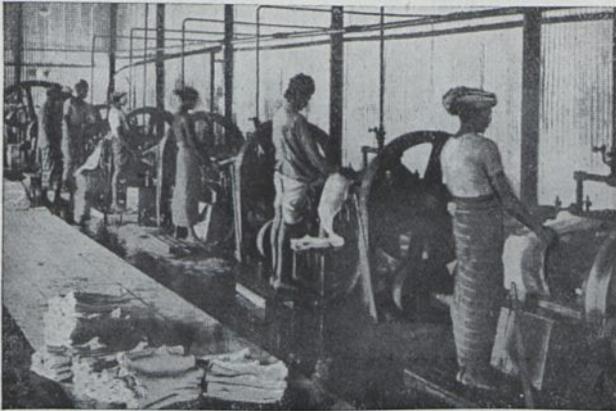


Fig. 138. Waschen des Kautschuks mit Waschwalzen von Bridge & Co.

bewirkt wird, daß die Walzen je nach Wunsch mit gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit rotieren, die also sowohl als Waschwalzen, als auch als Roller benutzt werden können.

Da bei den Rollern die Wasserspülung nicht erforderlich ist, kann man dieselben auch so konstruieren, daß die Walzen nicht neben-, sondern übereinander stehen. In Fig. 142 ist ein Walzwerk abgebildet, bei dem eine entsprechende Umstellung der Walzen möglich ist.

In Fig. 143 ist schließlich ein Walzwerk abgebildet, bei dem es möglich ist, die Walzen durch Durchleitung von warmem oder kaltem Wasser zu erwärmen oder abzukühlen. Eine Abkühlung kann namentlich beim Zusammenpressen des Kautschuks von Vorteil sein.

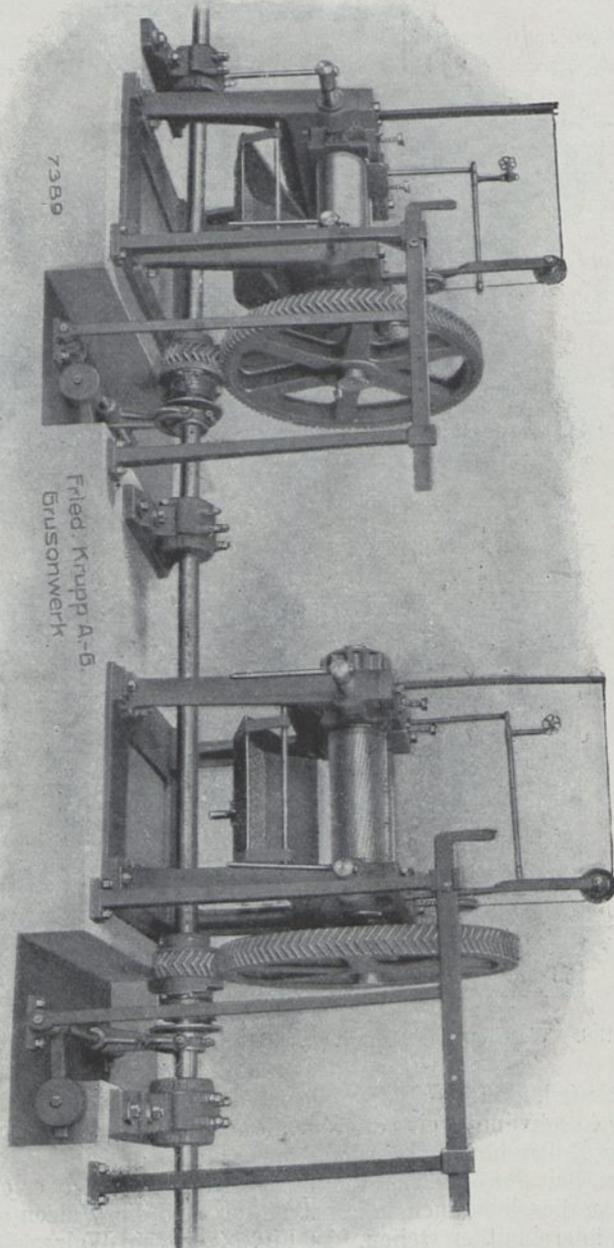


Fig. 139. Waschwalzen mit gemeinsamem Antrieb von Krupp-Grusonwerk.

Patent: Krupp A.-G.
Grusonwerk.

7389

c) Das Waschen.

Um den Kautschuk vor Fäulnis zu schützen, ist es jedenfalls von Vorteil, denselben so schnell wie möglich mit der Waschwalze zu ver-

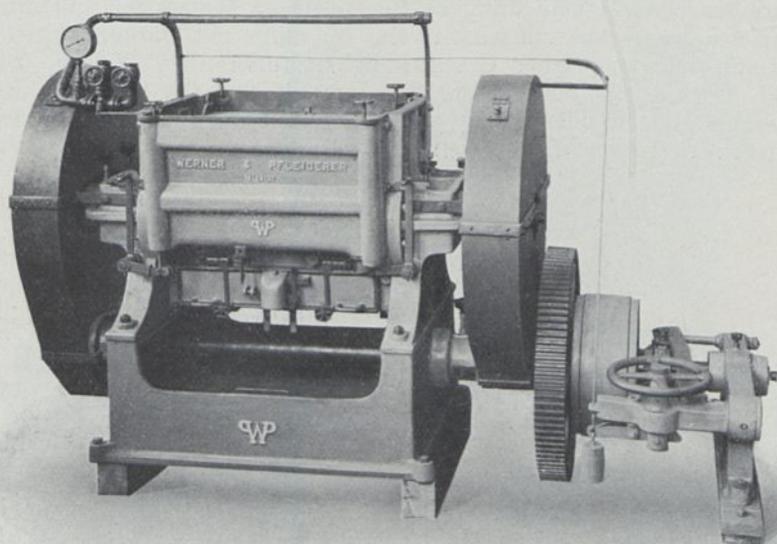


Fig. 140. Universal-Wascher von Werner & Pfeleiderer.

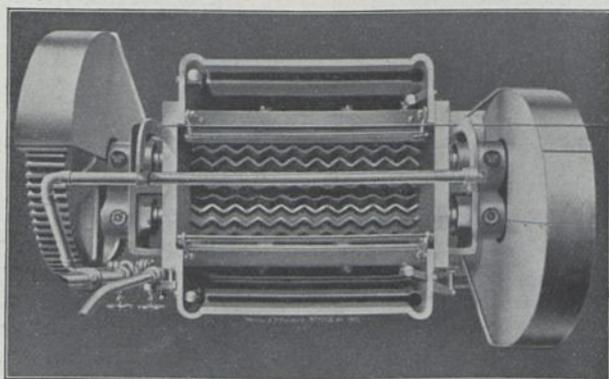


Fig. 141. Waschtrog des „Universal-Waschers“ von oben gesehen.

arbeiten oder ihn wenigstens vorher in fließendem Wasser oder einem antiseptischen Bade zu bewahren. Große Bälle und dergleichen sind vor dem Einbringen in die Maschine in flache Scheiben zu zerlegen.

Trockener Kautschuk ist vor dem Waschen in heißem Wasser aufzuweichen. Das gleiche Verfahren wurde aber auch für frischen Kautschuk empfohlen.

Im allgemeinen wird der Abstand der Walzen beim ersten Einbringen des Kautschuks noch ziemlich weit sein müssen. Das zuerst entstehende Fell wird deshalb auch noch entsprechend dick und erst allmählich durch Engerstellung der Walzen feiner ausgerollt. In größeren Betrieben benutzt man übrigens stets mehrere Walzwerke und bringt dann den Kautschuk zunächst in eine Maschine mit stärker geriffelten und mit sehr ungleicher Geschwindigkeit rotierenden Walzen, auch wohl Vorwasch- oder Zerreißwalzwerk genannt, um ihn dann zwischen glatten oder wenig geriffelten und auch weniger ungleich schnell rotierenden Walzen weiter zu verarbeiten.

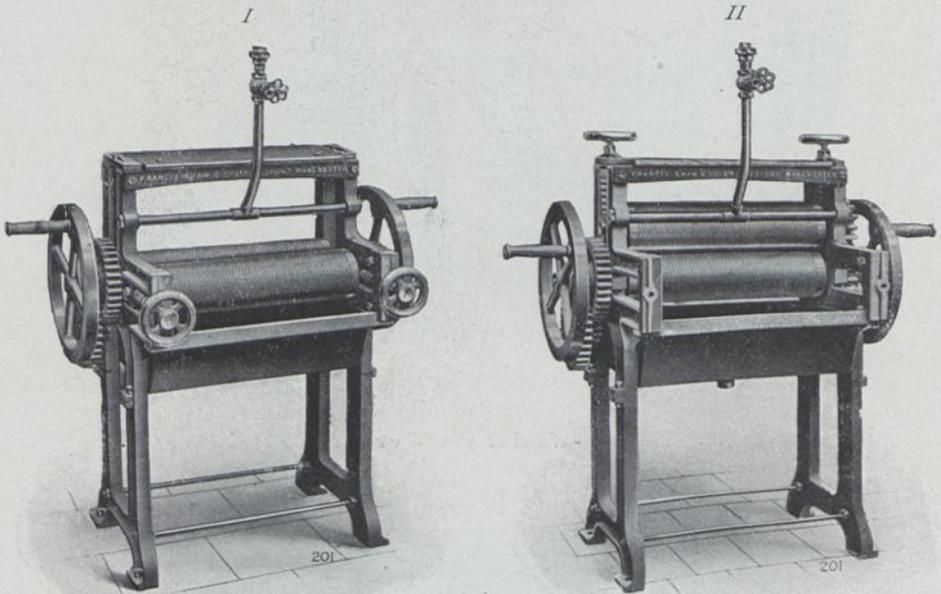


Fig. 142. Walzwerk von Shaw & Co. zum Umstellen der Walzen eingerichtet. I Walzen nebeneinander, II Walzen übereinander.

Wie oft man den Kautschuk durch die Walzen gehen lassen muß, hängt natürlich in erster Linie ab davon, wie rein derselbe angeliefert wurde. Auf alle Fälle ist es aber zu vermeiden, daß der Kautschuk länger verarbeitet wird, als im Interesse der Reinigung erforderlich ist, da der Kautschuk unter längerer mechanischer Bearbeitung entschieden leidet. Es ist auch durch ausreichende Wasserspülung dafür zu sorgen, daß die Waschwalzen sich nicht zu sehr erhitzen. Die Dicke der ausgewalzten Felle beträgt wohl am zweckmäßigsten etwa 2 mm.

Winton (I, 67) empfiehlt, die Waschwalzen mit warmem Wasser oder verdünnter Azetonlösung zu übergießen, wodurch Harze extrahiert werden sollen. Wie weit dies aber in dieser Weise möglich ist und ob dies Verfahren bereits irgendwo praktisch erprobt ist, wird nicht angegeben.

d) Das Wässern und Bleichen.

Da bereits beim Waschen aus dem Rohkautschuk der größte Teil der löslichen Stoffe ausgewaschen ist, wird es im allgemeinen nicht

nötig sein, denselben nach dem Auswalzen nochmals in Wasser zu bringen. Man kann dem Kautschuk aber dadurch, daß man ihn nach dem Waschen in verdünnte Lösungen der auf S. 260 genannten Chemikalien taucht, eine hellere Farbe verleihen. Ob aber für diesen helleren Kautschuk wirklich ein so viel höherer Preis bezahlt wird, daß das Bleichen lohnen würde, ist mir einigermaßen zweifelhaft.

e) Das Trocknen des Kautschuks.

Das Trocknen des gewaschenen Kautschuks hat in der gleichen Weise wie das des nicht gewaschenen in gut ventilierten, vor

Sonnenlicht geschützten Trockenhäusern zu geschehen (vgl. S. 282). Es

werden zwar außerdem vielfach sog. Vakuumtrockenanstalten benutzt; dieselben scheinen sich aber im allgemeinen weniger gut bewährt zu haben.

f) Das Zusammenpressen des Kautschuks.

Wenn der Kautschuk um das Trocknen zu befördern, sehr fein ausgewalzt ist, wird derselbe vielfach nach dem Trocknen zu dickeren Kreppen zusammengepreßt, wozu man einen mit gleich schnell rotierenden Walzen versehenen Roller benutzt. Es ist dabei darauf zu achten, daß der Kautschuk nicht so stark bearbeitet wird, daß eine erhebliche Erwärmung desselben stattfindet

Außerdem wird der gewaschene Kautschuk aber auch häufig mit Hilfe einer sog. Blockpresse zu dickeren Platten oder ziegelsteinförmigen Blöcken zusammengepreßt. Fig. 144 stellt eine für Handbetrieb eingerichtete, Fig. 145 ein für hydraulischen Antrieb bestimmte Blockpresse dar. Die Blockpressen sind vielfach so eingerichtet, daß den Blöcken gleich der Namen der betreffenden Pflanzung eingepreßt wird.

Der in Blockform präparierte Kautschuk bietet den Vorteil, daß er infolge seiner geringeren Oberfläche nicht so leicht oxydiert werden kann. Auf der anderen Seite müssen aber die Blöcke bei der

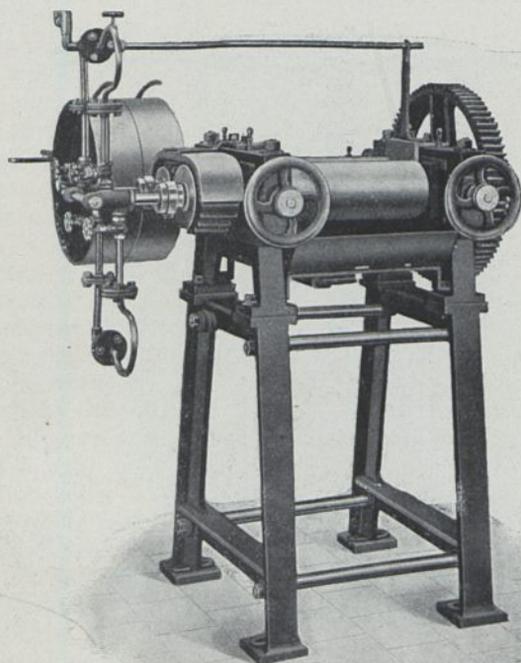


Fig. 143. Wasch- und Mischwalze von H. Bernstorff.

Verarbeitung des Kautschuks doch wieder zerschnitten werden und es ist außerdem bei den Blöcken schwerer zu konstatieren, in welchem Zustande der Reinheit sich dieselben befinden.

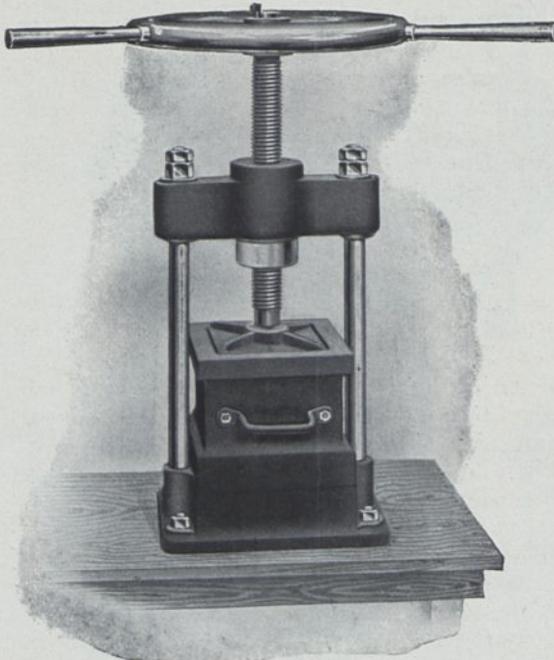


Fig. 144. Blockpresse für Handbetrieb von D. Bridge & Co.

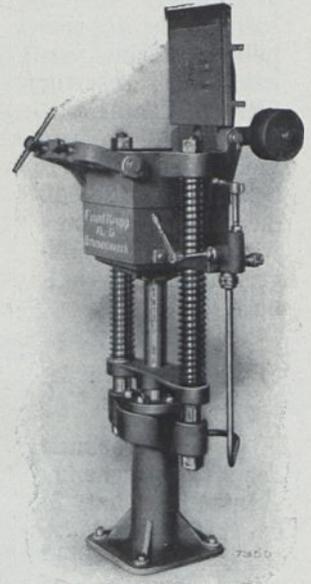


Fig. 145. Blockpresse für hydraulischen Antrieb von F. Krupp-Grusonwerk.

3. Die Präparation des Kautschuks aus aufgefangenem Milchsaff.

Die Art der Bearbeitung des Milchsaffes wird sich in erster Linie danach zu richten haben, in welcher Form der Kautschuk an den Markt gebracht werden soll. Bei dem *Hevea*-Plantagenkautschuk, der ja größtenteils aus aufgefangenem Milchsaff bereitet wird, unterscheidet man nun in der Hauptsache die folgenden vier Formen: *biscuits*, Felle (*sheets*), Kreppe (*crêpes*) und Blöcke (*blocks*).

Die Biscuits sind Felle von rundlicher Form, die aus dem in flachen Schalen koagulierten Milchsaffte in einfacher Weise durch Pressen mit einem Handroller oder dergleichen gewonnen werden.

Als *Sheets* bezeichnet man größere, meist rechteckige Felle, die aus dem koagulierten Milchsaffte durch meist maschinell betriebene Walzwerke gewonnen werden. Es findet aber auch bei dem Walzen der *Sheets* kein Zerreißen, sondern nur ein Auspressen derselben statt. Die Biscuits und *Sheets* haben denn auch infolgedessen eine in dem ganzen Felle gleichmäßige Dicke und eine glatte Oberfläche. Sie können deshalb unter der Bezeichnung „glatte Felle“ zusammengefaßt werden.

3. Zur Herstellung von *crêpe*-Kautschuk, den man im Deutschen zweckmäßig als Kreppekautschuk bezeichnen dürfte, wird der

koagulierte Kautschuk in der Waschwalze zerrissen. Die hierdurch entstehenden Felle sind infolgedessen nicht glatt und gleich dick in ihren einzelnen Teilen, sondern besitzen eine ungleichmäßige Dicke und mehr rauhe Oberfläche.

4. Die Blockform des Kautschuks wird meist dadurch gewonnen, daß der ganz oder nahezu trockene Kreppekautschuk zu dickeren Blöcken von Würfel- oder Ziegelsteinform zusammengedrückt wird.

Eine besondere Art Kautschuk bilden schließlich im Handel noch die geräucherten Felle oder Kreppe (*smoked biscuits, sheets, crépes*). Dieselben sind entweder nach dem Auswalzen geräuchert worden oder es wurde der Milchsaft unter Anwendung von Rauch zur Koagulation gebracht.

Welche von diesen verschiedenen Herstellungsarten des Kautschuks die größten Vorteile besitzt, läßt sich zurzeit noch nicht mit Sicherheit sagen. Immerhin dürfte aber doch der größte Teil des ostasiatischen *Hevea*-Kautschuks in Form von glatten Fellen und Kreppen an den Markt gebracht werden.

Infolge ihrer* verschiedenen Bearbeitungsart unterschieden sich nun aber die glatten Felle von den Kreppen dadurch, daß die ersteren, die ja nur gepreßt und nicht zerrissen werden, viel mehr von den in Wasser löslichen Begleitstoffen des Kautschuks enthalten, während bei der Bereitung des Kreppekautschuks durch das feine Zerreißen ein bedeutend größerer Teil dieser Stoffe entfernt wird. Ob nun aber hierin ein Vor- oder Nachteil zu sehen ist, läßt sich noch nicht mit Sicherheit entscheiden; zu berücksichtigen ist jedoch in dieser Hinsicht, daß auch bei dem erstklassigen Parakautschuk infolge seiner eigenartigen Herstellungsart alle im Milchsaft enthaltenen Stoffe mit in den Rohkautschuk übergehen. Jedenfalls werden beide Kautschukarten von den Kautschukkonsumenten sehr geschätzt. Es scheint aber, daß die Krepppform zurzeit überwiegt. In dem letzten Handelsbericht von Gow, Wilson & Stanton (1) wurde auch die Form von hellen Kreppen („*medium thick light crépe*“) als die beliebteste bezeichnet.

Wir wollen nun dazu übergehen, die zur Herstellung dieser verschiedenen Formen von Kautschuk angewandten Verfahren, soweit sie speziell für *Manihot Glaziovii* in Frage kommen können, etwas eingehender zu besprechen.

Bevor ich aber zur Besprechung der wirklich empfehlenswerten Methoden übergehe, will ich noch kurz erwähnen, daß man in Brasilien nach Moulay (II, 28) den Kautschuk vielfach mehrere Tage lang in den Auffangbechern beläßt und dann den herausgenommenen käseartig aussehenden und auch ebenso riechenden Körper erst 2 Tage in der Sonne und dann im Schatten trocknet.

a) Das Filtrieren des Milchsaftes.

Namentlich für die Herstellung von glatten Fellen ist es notwendig, daß der Milchsaft vor dem Koagulieren filtriert wird, um in denselben hineingefallene Rindenteile, Insekten und dergleichen, sowie auch den bereits in den Auffanggefäßen koagulierten Kautschuk aus der Milch zu entfernen. Der auf den Sieben zurückbleibende bereits koagulierte Kautschuk wird in Ostasien, wie der von den Bäumen abgesammelte Kautschuk, meist als „*scrap*“ bezeichnet und meist zu Krepp verarbeitet. Diese Kreppe sind aber von den aus dem reinen

Milchsaft gewonnenen getrennt zu halten und werden auch etwas geringer bezahlt.

Zum Durchsiehen des Milchsaftes benutzt man meist feine Metallsiebe (Fig. 146). Von Sandmann wurden auch solche, die aus einem feinen Geflecht von Roßhaaren angefertigt sind, empfohlen.

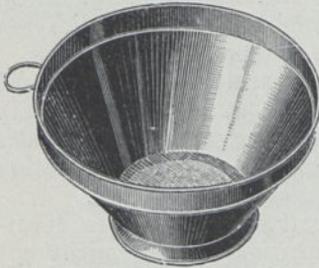


Fig. 146. Sieb mit auswechselbarem Boden von C. Schlieper.

Wenn der Milchsaft größtenteils schon vor dem Transport gerinnt, was bei *Manihot* in trockenen Jahreszeiten der Fall sein kann, empfiehlt es sich, den Kautschuk gleich bei dem Einfüllen in die Eimer durchzusieben. Der in den Eimern gesammelte Milchsaft würde dann, auch wenn er ganz koaguliert in der Fabrik ankommt, zu erstklassigen Kreppen verarbeitet werden können, während der auf den Sieben zurückbleibende Krepp von etwas geringerer Qualität sein würde.

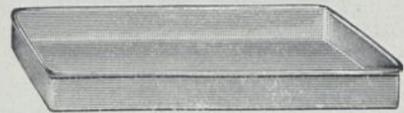


Fig. 147. Emaillierte Koagulierschalen.

b) Die Koagulation des Milchsaftes.

Der in der Fabrik angelieferte Milchsaft wird, wenn er zu glatten Fellen verarbeitet werden soll, in flache Gefäße ausgegossen und bleibt in diesen, eventuell nach Zusatz eines Koagulationsmittels so lange stehen, bis er vollständig koaguliert ist und als zusammenhängende Masse aus dem Koagulationsgefäß herausgenommen werden und in der später zu beschreibenden Weise weiter verarbeitet werden kann. Da aber bei dieser Bearbeitung die koagulierten Felle nur ausgepreßt werden, so muß man, um schließlich nach dem Trocknen Felle von einer bestimmten Dicke zu erhalten, schon beim Einfüllen des Milchsaftes in die Koagulationsbehälter hierauf Rücksicht nehmen und den Milchsaft in entsprechend hoher Schicht in dieselben hineingießen. Bei unverdünntem Saft wird man z. B., um Felle von 2–3 mm Dicke zu erhalten, den Milchsaft in etwa 1–1½ cm dicker Schicht einfüllen, bei vorheriger Verdünnung des Milchsaftes naturgemäß in entsprechend höherer Schicht.

Will man dagegen den Kautschuk in Kreppform gewinnen, wobei derselbe ja doch später auseinander gerissen wird, so ist die Gestalt und speziell auch die Höhe der zur Koagulation dienenden Gefäße gleichgültig.

Um nun aus dem Milchsaft ohne fabrikmäßigen Betrieb runde, glatte Felle (biscuits) zu erhalten, wird der Milchsaft in große Schüsseln oder flache, aus emailliertem Blech oder Aluminium bestehende Schalen hineingegossen (Fig. 147).

Zur Herstellung der großen, fabrikmäßig zu verarbeitenden Felle muß der Milchsaff naturgemäß in entsprechend größeren Gefäßen koaguliert werden, und zwar benutzt man in diesem Falle wohl ausschließlich solche von rechteckiger Form. Dieselben können z. B. aus emailliertem Steingut hergestellt werden. Auch aus gut gehobelten Brettern angefertigte Kisten haben sich gut bewährt. Bei Benutzung von diesen ist es aber wichtig, daß sie vor dem Einfüllen des Milchsaffes befeuchtet werden, weil sonst später der koagulierte Milchsaff fest an den Wänden der Kisten haftet und nur schwer losgelöst werden kann. Durch die an den Wänden festklebenden Kautschukreste, die leicht in Fäulnis übergehen, könnte auch leicht der später in den gleichen Gefäßen koagulierte Kautschuk verdorben werden.

Um nun in diesen Gefäßen die Koagulation zu bewirken, wird in Ostasien dem *Hevea*-Milchsaff in den meisten Fällen etwas Essigsäure zugesetzt, bei *Manihot Glaziovii* kann man aber den Milchsaff schon durch einfaches Verdünnen mit Wasser, etwa dem 3—10fachen Volum, zur Koagulation bringen. Um ihn gleichzeitig gegen Fäulnis zu schützen, kann man auch etwas Purub (etwa 0,1%) zufügen.

Ein Ungenannter empfiehlt in *The Trop. Agricult.* (Vol. XXVI, p. 102) dem Milchsaff zur Beschleunigung der Koagulation etwas Zitronensaft zuzusetzen. Durch diese Behandlung soll der Kautschuk auch bis zu einem gewissen Grade gegen Schimmeln geschützt werden und eine schöne Bernsteinfarbe erhalten.

Nach Ule (II, 92) wird der Milchsaff von *Manihot Glaziovii* in Brasilien mit Formol zum Gerinnen gebracht.

Smith und Bradford (I) lassen den zuvor neutralisierten Kautschuk zunächst ca. ½ Stunde stehen und gießen dann eine kochende konzentrierte Lösung von Ammonsulfat in denselben hinein und erwärmen das Ganze gelinde (nicht über 77° C). Der Kautschuk scheidet sich dann aus der Flüssigkeit ab und steigt an die Oberfläche. Die Verwendung von Ammonsulfat wurde deshalb empfohlen, weil dasselbe die Proteinstoffe koaguliert. Ob aber dies Verfahren irgendwelche Vorteile bietet, ist mir zweifelhaft; jedenfalls ist es für die praktische Verwendung unnötig kompliziert.

Moulay (I, 374) empfiehlt zur Koagulation des Milchsaffes von *Manihot Glaziovii* ein Gemisch von zwei Lösungen, von diesen besteht Lösung I aus:

4 ccm Karbolsäure,
80 ccm Wasser und
etwas Alkohol, um die Lösung der Karbolsäure zu erleichtern,

Lösung II aus:

2 ccm käuflicher Schwefelsäure und
20 ccm Wasser.

Die beiden Lösungen sollen vor dem Gebrauch miteinander gemischt werden. Die angegebenen Mengen reichen aus zur Koagulation von einem Liter Milchsaff.

Ferner wird von Moulay empfohlen, den Milchsaff und die bereits in den Bechern koagulierte Masse in Alkohol von 90°, in dem 0,1% Sublimat gelöst ist, zu werfen.

Beim Einfüllen des Koagulationsmittels in die Koagulierschalen hat man nun vor allem darauf zu achten, daß der Milchsaff, wenn er mit Wasser verdünnt oder mit dem Koagulations- oder Desinfektionsmittel versetzt ist, möglichst schnell gut durchgerührt wird, weil sonst keine gleichmäßige Koagulation eintritt und sich vielfach klumpige Massen in dem Milchsaff ausscheiden, die die Anfertigung eines gleichmäßig dicken Felles unmöglich machen würden. Bei rechteckigen Gefäßen kann man eine schnelle und innige Mischung dadurch erzielen, daß man ein rechteckiges Brett, das fast so breit ist wie der Innenraum der Tröge, mit der einen Kante so tief in den Milchsaff hineinsenkt, daß das Brett nahezu den Boden berührt. In dieser Lage wird dann

das Brett einige Male in der Längsrichtung durch den Trog hindurchgezogen, wobei der Milchsaff nach der einen Seite gedrängt und nur am Boden und den beiden Seiten zurückfließen kann. Etwa entstandene Luftblasen lassen sich in dieser Weise ebenfalls leicht an einem Ende der Kiste durch Andrücken des Brettes an die Wandung des Troges zerdrücken. Sollte ferner bei diesem Mischen bereits ein kleiner Teil des Milchsaffes zur Koagulation gebracht werden, so sind die koagulierten Klumpen, namentlich dann, wenn glatte Felle hergestellt werden sollen, ebenfalls an die eine Seite zu drücken, so daß sie mit dem Brette aus dem Milchsaff entfernt werden können.

Ist der Milchsaff gut durchgemischt, so läßt man ihn ruhig stehen, bis er soweit erstarrt ist, daß er als zusammenhängendes Fell aus dem Koaguliergefäß herausgenommen werden kann. Er ist während dieser Zeit mit dünnen Brettern oder dergleichen zu bedecken, damit nicht Staub oder Insekten in denselben hineingelangen können.

Den richtigen Koagulationsgrad kann man im allgemeinen daran erkennen, daß das bei leichtem Drücken mit den Fingern sich von der koagulierten Masse abscheidende Serum, das bei *Manihot* stets eine ziemlich intensiv gelbliche oder grünlichgelbe Farbe besitzt, nicht mehr trübe, sondern völlig klar ist. Nach einfachem Verdünnen mit Wasser wird dies im allgemeinen in ca. 10 Stunden der Fall sein; war aber dem Milchsaff ein Koagulationsmittel zugesetzt, so wird häufig schon nach einer Stunde der nötige Konsistenzgrad erreicht sein. Den koagulierten Milchsaff länger als nötig in den Gefäßen zu belassen, wird schon deshalb nicht empfehlenswert sein, weil er leicht in Fäulnis übergeht, was sich außer durch den Geruch auch dadurch zu erkennen gibt, daß sich in dem Kautschuk mit Luft erfüllte Hohlräume bilden, die auch bei dem späteren Zusammenpressen zu glatten Fellen noch sichtbar bleiben und jedenfalls das äußere Aussehen derselben beeinträchtigen.

Besonders hervorheben will ich noch an dieser Stelle, daß man beim Herausnehmen des koagulierten Kautschuks aus den Koagulationströgen, sowie auch bei jeder Berührung desselben, die Finger vorher gut befeuchten muß, weil dieselben sonst leicht an dem Kautschuk festkleben.

Erwähnen will ich schließlich noch, daß auch Verfahren angegeben wurden, durch die die brasilianische Räucherethode nachgeahmt wird (vgl. Wright I, 19). Ob in dieser Weise eine rentabelere Herstellung des Kautschuks möglich ist, kann wohl noch nicht als erwiesen gelten. Bei *Manihot* scheinen diese Verfahren bisher noch nicht erprobt zu sein.

Die von Pahl (I) vorgeschlagene Koagulation durch Kohlensäure ist bei *Manihot* jedenfalls nicht zu verwenden, da nach meinen Beobachtungen Kohlensäure auf den Milchsaff dieser Pflanze überhaupt nicht koagulierend wirkt.

c) Die Herstellung von glatten Fellen ohne Fabrikbetrieb (Biskuits).

Wenn der Milchsaff in den Koagulierchalen die nötige Konsistenz erreicht hat, wird er zweckmäßig mit den zuvor angefeuchteten Händen etwas ausgepreßt, wodurch schon ein großer Teil des Serums entfernt wird. Nach dem Auspressen wird der Kautschuk aus der Koagulierchale herausgenommen und auf ein zuvor befeuchtetes, gut gehobeltes Brett gelegt, um auf diesem mit einer ebenfalls vorher

befeuchteten Holzmangel (Kuchenmangel) weiter ausgepreßt zu werden. Es wird hierbei wieder eine beträchtliche Menge von Serum ausfließen.

Hierauf werden die Felle dann schließlich noch mit einer einfachen Presse oder einem Handroller möglichst von allen eingeschlossenem Serum befreit.

Die zu diesem Zweck benutzten Pressen besitzen meist die Form einer Kopierpresse, müssen aber naturgemäß besonders stark gebaut sein. Von der Firma C. Schlieper wird die in Fig. 148 abgebildete Presse in den Handel gebracht.

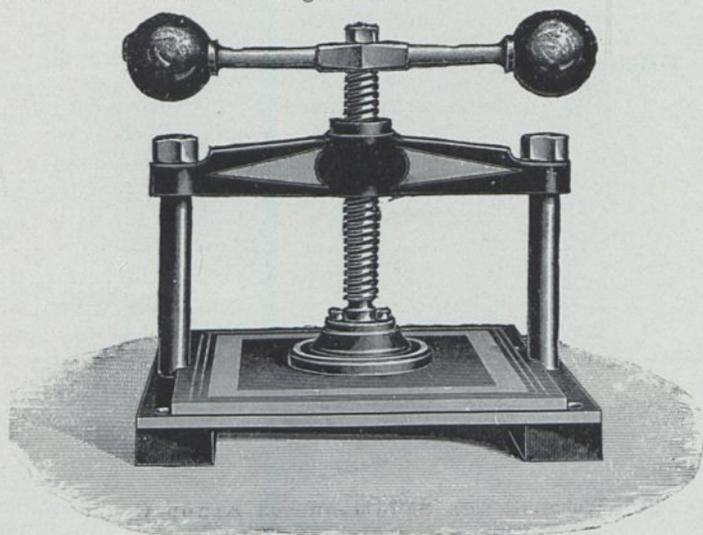


Fig. 148. Spindelpresse von C. Schlieper.

Die zum Auspressen der Felle dienenden Roller haben meist die Gestalt einer Wäschemangel, müssen aber naturgemäß besonders solide gebaut sein (vgl. Fig. 133 auf S. 280).

Die in der einen oder anderen Weise ausgepreßten Felle werden sodann, damit das noch nachträglich austretende Serum (vgl. S. 277) nicht auf den Fellen eintrocknet, einige Stunden in kaltes oder kurze Zeit in heißes Wasser getaucht und können dann in einem geeigneten Trockenraume (vgl. S. 282) zum Trocknen aufgehängt werden.

d) Die Herstellung von glatten Fellen im Fabrikbetrieb (Sheets).

Im Fabrikbetrieb geschieht die Herstellung von glatten Fellen im wesentlichen in der gleichen Weise wie bei Handbetrieb. Nur finden dabei kräftigere Walzen Anwendung, die ein viel schnelleres Arbeiten und ein stärkeres Auspressen des Kautschuks gestatten. Da der Kautschuk nicht zerrissen, sondern nur ausgepreßt werden soll, müssen die Walzen mit völlig oder zum mindesten nahezu gleicher Geschwindigkeit rotieren.

Die zur Herstellung von glatten Fellen dienenden Walzwerke (Roller) wurden bereits auf S. 284 beschrieben. Erwähnen will ich aber noch an dieser Stelle, daß man in großen Betrieben zum Aus-

walzen der Felle auch vielfach Walzwerke, die mit mehreren Walzenpaaren versehen sind, benutzt. Auf Vorschlag von Sandmann wurde ein solches Walzwerk (Fig. 149) von Krupp-Grusonwerk in den Handel gebracht. Die durch die Walzwerke hindurchgetriebenen Felle werden naturgemäß viel schneller trocknen als die mit einer einfachen Handwalze ausgepreßten.

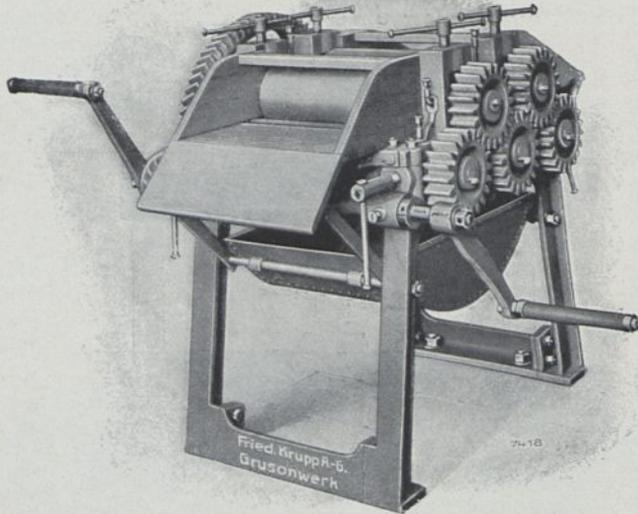


Fig. 149. Walzwerk nach Sandmann von Krupp-Grusonwerk.

Nach dem Auswalzen werden diese Felle noch zweckmäßig für einige Zeit in kaltes oder warmes Wasser getaucht und dann in einem geeigneten Trockenhause getrocknet.

e) Die Herstellung von Kreppkautschuk (Crêpes).

Zur Herstellung des Kautschuks in Kreppform werden die bereits S. 283 beschriebenen Waschwalzen benutzt. Da aber der aus Milchsaft gewonnene Kautschuk viel reiner ist als der Scrapkautschuk, ist es ausreichend, denselben nur einige Male durch das Walzwerk gehen zu lassen. Das Wässern und Trocknen geschieht in der gleichen Weise wie in den zuvor beschriebenen Fällen.

f) Die Herstellung in Blockform.

Zur Herstellung von Blöcken wird der Kautschuk meist zuvor vollständig oder nahezu vollständig getrocknet, meist werden wohl völlig trockene Kreppe zu Blöcken verarbeitet. Die zu dem Zusammendrücken dienenden Instrumente wurden bereits auf S. 289 besprochen.

g) Das Räuchern des Kautschuks.

Das Räuchern des in Fellen oder Kreppform bereiteten Kautschuks wird in Ostasien vielfach in der Weise ausgeführt, daß in dem

Trockenhouse ein starken Rauch gebendes Feuer unterhalten wird. Es soll hierdurch namentlich ein Faulen des Kautschuks und größere Haltbarkeit desselben erzielt werden. Auch das Klebrigwerden soll durch Verhinderung der Fäulnis vermieden werden. In der allerletzten Zeit scheint der geräucherte Kautschuk immer mehr geschätzt und auch entsprechend bezahlt zu werden.

4. Die Verpackung des Kautschuks.

Um eine starke Pressung des Kautschuks in den Lagerräumen und während des Schiffstransportes zu vermeiden, ist es jedenfalls anzuraten, denselben nicht in Säcken, sondern in Kisten zu verpacken. Dieselben sollten ferner so fest sein, daß sie auch den Transport aushalten. Handelt es sich um gewaschenen Kautschuk, so ist auch dafür zu sorgen, daß derselbe in den Kisten nicht verunreinigt werden kann, daß namentlich keine kleinen Holzsplitter in denselben hineingelangen können. Die Kisten sollten deshalb auf der Innenseite gehobelt und auch so dicht sein, daß kein Staub in dieselben hineingelangen kann. Die Kisten mit Papier auszulegen, erscheint nicht sehr zweckmäßig, da dieses leicht an dem Kautschuk festkleben kann, namentlich wenn derselbe nicht völlig lufttrocken zur Versendung gelangt.

Namentlich der ungewaschene und noch nicht völlig trockene Plattenkautschuk soll in den Kisten nicht fest zusammengepreßt werden, weil er sonst leicht zusammenklebt.

In Deutsch-Ostafrika werden die Kautschukkisten noch vielfach aus schwedischem Holz hergestellt. Nach den auf der Pflanzung Longuza gemachten Erfahrungen eignet sich hierfür aber auch sehr gut das Holz von *Sterculia appendiculata* („*mfune*“), das leicht und gut zu bearbeiten ist und beim Einschlagen der Nägel nicht platzt.

Der ungewaschene Kautschuk wird allerdings aus Deutsch-Ostafrika immer noch in beträchtlicher Menge in Säcken versandt und soll, wenn er vorher gut getrocknet war, in diesen gleich gut ankommen. Die hierdurch erzielte Ersparnis wird auf ca. 10 Pf. pro Kilogramm geschätzt.

XX. Die Erträge und die Rentabilität der Pflanzungen.

1. Manihot Glaziovii in Deutsch-Ostafrika.

Für die Rentabilität einer in Deutsch-Ostafrika anzulegenden Plantage eine auch nur einigermaßen zutreffende Berechnung aufzustellen, dürfte nicht möglich sein, da dieselbe von einer so großen Anzahl verschiedener, je nach den Umständen stark variierender Faktoren abhängt, daß die Rechnung in der Wirklichkeit doch nie stimmen würde.

Ich will nun aber doch wenigstens die verschiedenen Ausgaben und Einnahmen, die für eine in Deutsch-Ostafrika gelegene Kautschukpflanzung in Betracht kommen, etwas eingehender besprechen und auch im Anschluß daran den Versuch machen, für einen ganz bestimmten Fall, eine Pflanzung von 200 ha, eine Rentabilitätsberechnung durchzuführen. Ich möchte jedoch bitten, diese Berechnung mehr als ein

Beispiel zu betrachten, durch das gezeigt werden soll, welche Faktoren für eine derartige Rentabilitätsberechnung in Betracht kommen und welche Preise unter ganz bestimmten Umständen in dieselbe einzusetzen wären. In Wirklichkeit werden sicher manche Preise noch zu niedrig angesetzt sein, während auf der anderen Seite, namentlich auf kleineren Privatpflanzungen, unter günstigen Bedingungen billiger gearbeitet werden kann. An der Hand der folgenden Ausführungen dürfte es aber wohl möglich sein, zu beurteilen, wo in jedem speziellen Falle gespart werden kann und wo die Erträge zu niedrig angesetzt sind.

Es sollen nun zunächst die für die Anlage und Erhaltung der Pflanzung erforderlichen Ausgaben besprochen werden, dann die mit der Ernte, der Versendung und dem Verkauf des geernteten Produktes verbundenen Ausgaben, ferner die in den verschiedenen Jahren zu erhaltenden Erträge und der von denselben zu erzielende Gewinn und schließlich soll für einen bestimmten Fall auf Grund der zuvor gemachten Angaben eine Rentabilitätsberechnung durchgeführt werden.

A. Die Anlage und die Unterhaltung der Pflanzung.

a) Die Erwerbung des Landes.

Herrenloses Land kann in Deutsch-Ostafrika nur erworben werden, wenn dasselbe zuvor zu Kronland erklärt ist. Die Kosten für die Kronlandserklärung hat derjenige, der das Land zu erwerben wünscht, selbst zu tragen, und zwar betragen dieselben 26,67 M. pro Tag der aufgewandten Arbeitszeit.

Das zu Kronland erklärte Land kann ferner nur dann vom Fiskus käuflich erworben werden, wenn mindestens die Hälfte desselben unter Kultur genommen ist. Bis dies geschehen ist, muß das Land vom Fiskus gepachtet werden. Der Pächter übernimmt dabei aber die Verpflichtung, jedes Jahr mindestens ein Zehntel des gepachteten Landes unter Kultur zu nehmen oder anderweitig nutzbar zu machen. Nur wenn er diese Kulturverpflichtung nicht erfüllt, ist der Pachtvertrag seitens des Gouvernements auflösbar, während von seiten des Pächters vierteljährliche Kündigung zu jedem Quartalsanfang zulässig ist. Im Falle des Rücktritts vom Vertrage seitens des Gouvernements oder der Kündigung seitens des Pächters steht dem Pächter ein Anspruch auf Entschädigung für etwa gemachte Aufwendungen nicht zu.

Der Kaufpreis für Kautschukland beträgt zurzeit je nach dessen Güte 8—16 M. pro Hektar, der jährliche Pachtpreis 5% von dem in dem Pachtvertrag ausgemachten Kaufpreis, also 40—80 Pf. pro Hektar.

Bei einer Pflanzung von 200 ha, die so schnell bebaut wird, daß sie im 3. Jahre gekauft werden kann, wären also in den ersten beiden Jahren 80—160 M. für Pacht und im 3. Jahre 1600—3200 M. für den Ankauf zu zahlen.

Dazu kommen noch die nicht unerheblichen Vermessungskosten, die bei einem Lande von 200 ha 440 M. betragen.

Schließlich wird aber natürlich der nicht bereits in der Kolonie orientierte Pflanzler noch verschiedene Reisen zu unternehmen haben, bevor er ein für seine Zwecke geeignetes Land findet. Die hierfür erforderlichen Aufwendungen lassen sich aber naturgemäß nicht auch

nur einigermaßen genau festsetzen. Wir wollen aber einmal 1000 M. dafür in Anrechnung bringen.

Es wären dann für die Erwerbung einer 200 ha großen Pflanzung unter der Annahme, daß es sich um erstklassiges Land handelt, etwa erforderlich:

Im 1. Jahre:	
Für Orientierungsreisen	1000 M.
„ Kronlandserklärung	50 „
„ Vermessung	440 „
„ Pacht	160 „
	Summa 1650 M.
Im 2. Jahre:	
Für Pacht	160 M.
Im 3. Jahre:	
Für Ankauf	3200 M.
	Summa 5010 M. oder pro Hektar 25 M.

Von Warnholtz (I, 18) werden für die Erwerbung einer gleich großen Pflanzung 6000 M. in Anrechnung gebracht.

b) Die Anwerbung und Bezahlung der Arbeiter.

Da die in den Hauptzentren der Kautschukkultur von Deutsch-Ostafrika ansässigen Eingeborenen nicht ausreichen, um die für die Plantagen nötigen Arbeiter zu stellen und außerdem auch in den meisten Gegenden ein geringes Arbeitsbedürfnis besitzen, sind die meisten Kautschukplantagen gezwungen, in erster Linie Arbeiter aus dem Innern (*Wanyamwezi, Wasukuma, Wangoni, Wahehe* u. a.) zu verwenden. Da diese ferner aus eigenem Antriebe nur noch in verhältnismäßig geringer Zahl zur Küste kommen, ist es immer mehr nötig geworden, die Leute in ihrer Heimat anwerben zu lassen, was zurzeit größtenteils von berufsmäßigen Anwerbern ausgeführt wird; namentlich von den größeren Plantagen werden aber auch vielfach ältere Assistenten oder dergleichen nach dem Innern gesandt, um dort die nötigen Leute anzuwerben. Naturgemäß sind hiermit ganz erhebliche Kosten verbunden und es ist jetzt häufig der Fall, daß dieselben pro Mann 50—60 M. betragen. Bei wenig geübten Anwerbern können die Anwerbekosten sogar noch beträchtlich höher werden.

Die Anwerbung darf nach den derzeitigen Bestimmungen nur auf 180 Arbeitstage geschehen, die in 9 Kalendermonaten abgearbeitet sein müssen. Es ist aber gestattet, daß die Arbeiter nach Beendigung ihrer ersten Dienstperiode von 180 Arbeitstagen sich zu einer zweiten gleich langen und später zu weiteren Dienstperioden verpflichten. Namentlich auf solchen Plantagen, wo die Arbeiter sachgemäß behandelt werden und auch für Unterkunft und Verpflegung, die in den Plantagenzentren gewisse Schwierigkeiten bietet, in ausreichender Weise gesorgt ist, bleiben auch die Arbeiter häufig bedeutend länger als 6 Monate.

Im allgemeinen pflegt ihnen auch das Arbeiten auf Kautschukpflanzungen mehr zuzusagen als auf den Sisapflanzungen, auf denen namentlich das Arbeiten in den Entfaserungsanlagen wenig geschätzt wird.

Den Leuten, die sich zu einer zweiten Dienstperiode verpflichten, wird im allgemeinen ein höherer Lohn gezahlt, was aber doch vorteilhafter ist als neue Anwerbungskosten zu zahlen.

Der tägliche Arbeitslohn beträgt in den Nordbezirken meist 53 Pf. Die in der zweiten Dienstperiode stehenden und besonders geschickten Arbeiter bekommen mehrfach 60 Pf. und mehr. Außerdem erhalten die Zapfer meist noch bestimmte Prämien, wenn sie mehr als ein bestimmtes Quantum Kautschuk pro Tag abliefern.

Ferner sind zu den Arbeitslöhnen noch hinzuzurechnen die Kosten für Medikamente und Verpflegung kranker Arbeiter und dergleichen. Auch ist damit zu rechnen, daß häufig einige Arbeiter vor Erledigung ihrer Verpflichtung ausreißen oder sterben. Man wird hierfür sicher im allgemeinen etwa 16 M. pro Arbeiter und Verpflichtung in Anrechnung bringen können; auf vielen Pflanzungen wird diese Summe noch höher sein.

Rechnen wir nun mit einer Arbeitsperiode von nur 180 Tagen und Anwerbekosten von 50 M., so kostet der Arbeiter, abgesehen von seinem eigentlichen Lohn, bereits 66 M. oder pro Tag 37 Pf. Rechnen wir nun hierzu noch den Minimallohn von 53 Pf., so ergeben sich als Gesamtkosten für einen Arbeitstag 90 Pf. Es entspricht dies auch wohl im allgemeinen den auf den größeren Plantagen der Kautschukzentren zurzeit herrschenden Verhältnissen. Manche Pflanzler rechnen auch im Durchschnitt mit $1-1\frac{1}{3}$ M. pro Tag. Namentlich isoliert liegende und kleinere Pflanzungen können sich allerdings ihre Arbeiter auch vielfach erheblich billiger verschaffen.

c) Zoll und Steuern.

Ein Ausfuhrzoll wird in Deutsch-Ostafrika von dem Plantagenkautschuk nicht erhoben, während für den größtenteils von Lianen stammenden wilden Kautschuk 53 Pf. pro Kilogramm zu zahlen sind.

Dahingegen haben nun aber die Plantagen eine Betriebssteuer zu zahlen, deren Höhe nach folgenden Grundsätzen bestimmt wird:

Sobald ein jährlicher Reinertrag von mehr als 2000 M. erzielt ist, sind von diesem 4% als Steuer zu zahlen.

Beträgt der Reinertrag weniger als 2000 M., so haben Pflanzungen, deren Anlage und Betriebskapital 53000 M. nicht übersteigt, 4% vom Reinertrag zu zahlen, sind also steuerfrei, wenn kein Reinertrag vorhanden ist. Beträgt das Anlage- und Betriebskapital dagegen mehr als 53000 M., so ist ein Jahressteuerbeitrag von 0,1% des Anlage- und Betriebskapitals zu erheben, jedoch nicht mehr als 533 M.

Ferner ist noch eine Häusersteuer zu entrichten, die für die Häuser europäischer Beamten je nach der Größe 13,3, 26,7 und 40 M. pro Jahr beträgt.

d) Die Anlagekosten der Pflanzung.

Die Anlagekosten einer Pflanzung setzen sich in der Hauptsache aus folgenden Faktoren zusammen:]

1. Buschschlagen und Brennen,
2. Abstecken und Anlage der Pflanzlöcher,
3. Tracieren und Anlage von Wegen, Bau von Brücken usw.,
4. Beschaffung von Saatgut,

5. das Aussäen oder die Anzucht der Pflanzen und
6. das Auspflanzen.

Wir wollen nun diese einzelnen Punkte kurz besprechen.

1. Das Buschschlagen und Brennen. Die für das Buschschlagen und Verbrennen der gefälltten Bäume und Sträucher erforderlichen Kosten richten sich naturgemäß in erster Linie nach der Dichtigkeit des auf dem urbar zu machenden Lande vorhandenen Waldes oder Gesträuches. So werden denn auch hierfür in den von mir versandten Fragebogen¹⁾ sehr verschieden hohe Kosten angegeben. Dieselben schwanken zwischen 13 und 214 M. pro Hektar.

Land, auf dem die Rodungskosten nur 13 M. pro Hektar betragen, kann sicher für die Kautschukkultur kaum in Betracht kommen, denn wo nur Gras und einige spärliche Büsche wachsen, werden sich auch die Kautschukbäume nicht normal entwickeln können. Mit 150 M. pro Hektar dürfte man aber in der Ebene und bei nicht abnorm hohen Arbeiterlöhnen im allgemeinen auskommen können.

2. Das Abstecken und Ausheben der Pflanzlöcher. Der hierfür erforderliche Preis richtet sich naturgemäß in erster Linie nach der Größe der Pflanzlöcher und nach der Pflanzweite. Die mir hierfür angegebenen Preise schwanken zwischen 3,3 und 29,3 M. pro Hektar. Bei einer Pflanzweite von mindestens $4/4$ m und Pflanzlöchern von nur 30 cm in jeder Richtung dürfte man aber im allgemeinen mit 20 M. pro Hektar auskommen.

3. Die Anlage von Wegen, Brücken usw. Die hierfür erforderlichen Ausgaben werden sich in erster Linie nach dem Terrain zu richten haben und werden im Gebirge bedeutend größer sein als in der Ebene. Eventuell könnte auch eine größere Anschlußstraße, bei größeren Pflanzungen auch eine Feldbahn nach der Bahn oder dem Hafenteile hin, in Betracht kommen. Die mir vorliegenden Angaben schwanken in dieser Hinsicht zwischen 1,3 und 9,4 M. pro Hektar. Naturgemäß können hierbei größere Anschlußstraßen nicht mit eingerechnet sein. Wo diese nicht zu bauen sind, dürfte man wohl im allgemeinen mit 8 M. pro Hektar auskommen.

4. Die Beschaffung des Saatgutes. Wenn man sich, wie dies leider noch vielfach geschieht, einfach mit der in der Pflanzung aufgegebenen Saat begnügt, so werden die Kosten für das Saatgut namentlich auf älteren Pflanzungen nur relativ geringe sein. Es wird ja auch noch immer derartiges Saatgut zum Preise von 67 Pf. pro Kilogramm angeboten.

Rechnen wir nun pro Pflanzloch 6 Samen, so würden pro Hektar bei einer Pflanzweite von $4/4$ m 3750 Samen, die etwa $2\frac{1}{2}$ kg wiegen, erforderlich sein, bei einer Pflanzweite von $5/5$ m 2400 Samen oder ca. 1,6 kg.

Da nun aber das benutzte Saatgut für das Gedeihen der Pflanzung von der größten Wichtigkeit ist, wird man jedenfalls gut tun, in dieser Hinsicht keine falsche Sparsamkeit walten zu lassen und lieber nur ausgesuchte Saat von wirklich guten Bäumen verwenden, um so mehr,

1) Dieselben wurden, um Anhaltspunkte für die nachfolgenden Berechnungen zu erhalten, an die meisten Kautschukpflanzungen von Deutsch-Ostafrika versandt, aber nur von einem Teil derselben beantwortet.

da für die Gesamtkosten der Anlage dieser Faktor wenig ins Gewicht fällt. Wir wollen deshalb für Saatgut 10 M. pro Hektar in Anrechnung bringen.

5. Die Aussaat und das Nachsäen. Wenn man die Samen gleich an Ort und Stelle auslegt, so sind die hierdurch entstehenden Kosten naturgemäß relativ gering. Dieselben würden auch nicht viel größer werden, wenn man die Saat vorher durch Begießen mit Wasser aufplatzen läßt. Rechnen wir noch die Kosten für das Nachsäen hinzu, so dürften 5 M. pro Hektar genügen.

6. Die Anzucht und das Auspflanzen. Wenn man die Pflanzen erst auf Saatbeeten anzüchten will, so werden hierdurch naturgemäß bedeutend größere Kosten verursacht, namentlich wenn man die Pflanzen erst eine gewisse Größe erreichen lassen will. Man würde in diesem Falle wohl mindestens 25 M. pro Hektar in Anrechnung bringen müssen.

Als Durchschnittspreis für die Anlage der Pflanzung kämen wir nun durch Addierung der oben angeführten Beträge bei direkter Aussaat an Ort und Stelle auf 193, bei Anzucht der Pflanzen auf Saatbeeten auf 213 M. pro Hektar. Warnholtz (I, 18) berechnet die Gesamtkosten für die Anlage einer Pflanzung mit 200 M. pro Hektar. Wir wollen im folgenden auch einen Preis von 200 M. pro Hektar annehmen.

e) Das Reinhalten der Pflanzung.

Die durch das Reinhalten der Pflanzung verursachten Kosten werden naturgemäß in erster Linie von der gewählten Pflanzweite und von Klima und Boden, die auf die Entwicklung des Unkrautes von großem Einfluß sind, abhängen. Solange die Bäume noch jung sind, ist ferner besonders dafür zu sorgen, daß sie nicht von Unkraut überwuchert werden, während in älteren Pflanzungen, in denen der Boden teilweise oder ganz beschattet ist, das Unkraut allmählich immer mehr unterdrückt wird. So sind denn auch die Reinigungskosten in dem ersten Jahre am größten, während sie später immer mehr abnehmen. Ganz ohne Reinigen des Bodens wird man aber auch in älteren Pflanzungen nicht auskommen können, und es werden dann namentlich auch durch das Instandhalten der Wege, Brücken usw. Kosten verursacht, ebenso durch das Entfernen kranker und abgestorbener Bäume usw.

Für das erste Jahr schwanken nun die Reinigungskosten in den mir vorliegenden Angaben zwischen 5,8 und 93 M. und betragen im Durchschnitt 41,3 M. pro Hektar. Es ist nun aber noch zu berücksichtigen, daß die Pflanzung in dem Jahr, in dem sie angelegt ist, im allgemeinen bedeutend weniger lange als ein Jahr lang zu reinigen ist. Es dürfte somit genügen, wenn wir im ersten Jahre für Reinigung der Pflanzung 40 M. pro Hektar ansetzen.

Für das zweite Jahr schwanken die Angaben zwischen 9 und 80 M. und betragen im Durchschnitt 39,5 M. Mit 60 M. pro Hektar dürfte man hier wohl im allgemeinen auskommen.

Für das dritte Jahr betragen die Angaben zwischen 7,3 und 66,7 M., im Durchschnitt 32,9 M. Man dürfte aber wohl mit 50 M. pro Hektar auskommen.

Dies gäbe also an Reinigungskosten für die drei ersten Jahre zusammen 150 M., während Warnholtz (I) dafür 200 M. ansetzt.

Für das vierte Jahr betragen die Angaben, wie im dritten Jahre 7,3—66,7 M., im Durchschnitt 32,4 M. Mit 40 M. pro Hektar dürfte man aber wohl auskommen.

Für das fünfte Jahr liegen mir nur wenige Angaben vor, die zwischen 29,0 und 36 M. schwanken, im Durchschnitt 28,4 M. betragen. Man dürfte in diesem, wie auch in den folgenden Jahren wohl mit 40 M. pro Hektar auskommen, vorausgesetzt, daß nicht durch Schälen der Bäume, durch Beschaffung von Dünger und dergleichen besondere Ausgaben entstehen.

Ich möchte übrigens an dieser Stelle noch besonders darauf hinweisen, daß die Reinigungskosten in den ersten Jahren durch Zwischenpflanzungen (vgl. S. 86) ganz bedeutend vermindert, unter günstigen Bedingungen mehr als aufgewogen werden können.

f) Die Anlage und Unterhaltung der Gebäude.

An Gebäuden sind auf der Pflanzung in erster Linie notwendig: Wohnung für die Europäer, ein Magazin zur Unterbringung der Werkzeuge, Transportmittel usw. und Hütten für die Eingeborenen. Sobald das Zapfen beginnt, kommen noch weitere Gebäude hinzu, die in dem Abschnitt über Verarbeitung des Kautschuks (XX, B, b) besprochen werden sollen.

Was nun zunächst die Europäerwohnungen anlangt, so dürfte es ja im allgemeinen nicht empfehlenswert sein, die Anlage einer Plantage mit der Errichtung großer Paläste zu beginnen, aber es liegt doch auch sicher im Interesse der Plantagenbesitzer, ihre Beamten möglichst bald in gesund gelegenen und den Anforderungen der Hygiene entsprechenden Gebäuden, in denen sich die Beamten auch heimisch fühlen können, unterzubringen. Der Preis eines solchen Hauses wird sich nun wesentlich danach richten, zu welchen Preisen an dem betreffenden Orte Steine, Kalk, Zement, Bauholz und Wellblech zu beschaffen sind. Holzhäuser sind in termitenreichen Gegenden weniger zu empfehlen. Im allgemeinen dürfte nun aber eine ausreichende Europäerwohnung für 700 M. zu errichten sein. Dazu kämen noch für Möbel, die den Beamten der Plantagen meist gestellt werden, ca. 1000 M. Zur Erhaltung des Wohnhauses inkl. Einrichtung, dürften wohl 800 M. pro Jahr genügen. Der Einfachheit halber wollen wir aber annehmen, daß die Haussteuer (40 M. pro Jahr) hierbei mit inbegriffen ist.

Die Arbeiterwohnungen werden im allgemeinen um so billiger sein, je mehr die einzelnen Hütten zu großen kasernenartigen Bauten verbunden werden. Viele Negerstämme haben aber eine gewisse Abneigung gegen große Massenquartiere und werden sich in Einzelhäusern, in deren Umgebung sie sich einige Nahrungsmittel züchten können, heimischer fühlen und eher zu längerem Bleiben entschließen.

Die Kosten für Anlage und Erhaltung des Arbeiterdorfes werden sich in erster Linie danach richten, wie leicht das zum Dachdecken erforderliche Material zu beschaffen ist. In Gegenden, in denen geeignete Gras- und Schilfarten, Kokosblätter, Bananenscheiden und dergleichen schwer zu beschaffen sind, kann es sogar auf die Dauer billiger werden, die Arbeiterhütten mit Wellblech zu decken. Auch die Beschaffung der

zum Häuserbau erforderlichen Stangen kann in manchen Gegenden erhebliche Kosten verursachen. Ferner werden eventuell für Aufseher, Handwerker und dergleichen noch einige bessere Häuser zu errichten sein.

Wenn wir nun im folgenden annehmen, daß für Unterbringung des farbigen Personals im ersten Jahre 2000 M. und in jedem folgenden Jahre 1000 M. bezahlt werden, so ist das ein Preis, der vielleicht einigen Pflanzern etwas hoch erscheinen wird, der aber im allgemeinen wohl eher zu niedrig angesetzt ist.

Ein Magazin für die Werkzeuge usw. dürfte im allgemeinen für 500 M. zu errichten sein.

g) Die Ausgaben für europäische Beamte.

Die Europäergehälter sind naturgemäß auf den verschiedenen Pflanzungen sehr verschieden. Außer dem eigentlichen Gehalt sind aber auch Kosten für die Ausreise, für Urlaubsreisen, für eventuellen Ersatz, für Medikamente, für Verpflegung im Hospital usw. mit in Anrechnung zu bringen. Es dürfte somit auch auf kleineren Pflanzungen die Summe von 8000 M. nicht zu gering sein. Von Warnholtz (I, 18) werden dafür 10000 M. in Anrechnung gebracht.

h) Beschaffung von Werkzeugen, Transportmitteln usw.

Zur Beschaffung von Hacken, Äxten, Buschmessern usw., einer kleinen Werkstätte, Sägen, Schubkarren und dergleichen dürften bei einer Pflanzung von 200 ha pro Jahr 1000 M. genügen.

B. Die Gewinnung, Präparation und Versendung des Kautschuks.

a) Die Erntekosten.

Unter den Erntekosten sollen im folgenden alle diejenigen Ausgaben verstanden werden, die für das Einsammeln des Kautschuks zu machen sind. Es sind dies also zunächst die an die Zapfer zu zahlenden Löhne und Prämien, wobei der Lohn für die die Zapfer beaufsichtigenden schwarzen Aufseher mit einzurechnen ist, ferner die Kosten des Koagulationsmittels und die Ausgaben für Zapfinstrumente wie Messer, Bürsten, Eimer usw.

Diese Kosten werden nun natürlich sehr verschieden groß sein, je nach der Menge des von den Arbeitern täglich abgelieferten Kautschuks. Diese richtet sich weiter, abgesehen von der Geschicklichkeit und Übung der Leute, in erster Linie nach der Ergiebigkeit der Bäume, der Art der Verzweigung, der Häufigkeit des Zapfens und der Beschaffenheit der Rinde. So ist es denn auch nicht möglich, für die Zapfkosten allgemein zutreffende Preise anzugeben, und es sind mir auch in dieser Hinsicht sehr verschieden hohe Beträge mitgeteilt.

Was zunächst die für das Zapfen zu zahlenden Arbeitslöhne (inkl. Prämien und Aufseher) anlangt, so schwanken die mir für 1 kg marktfähigen Kautschuk angeführten Ausgaben bei 2—4 jährigen Bäumen zwischen 0,80 und 3 M., im Durchschnitt betragen dieselben 1,54 M. Bei dem Minimalpreis von 0,80 M. sind übrigens die Aufseher nicht mitgerechnet und auch die Löhne für die Arbeiter noch besonders billig. Auf den meisten größeren Plantagen wird man wohl bei 4 jährigen

Bäumen und unter Anwendung der jetzt üblichen Zapfmethode ca. 1,5—2 M. für Löhne ausgeben, wir wollen als Durchschnittspreis 1,75 M. annehmen. Warnholtz (I, 19) schätzt die Kosten (inkl. Zapfmesser, Koagulationsmittel usw.) auf 2,40 M., Sandmann (I, 25) auf 2,12 M. (exkl. Koagulationsmittel, Werkzeuge usw.).

Nun ist aber zu berücksichtigen, daß die Zapfkosten sich bedeutend vermindern, wenn die Bäume älter werden, vorausgesetzt wenigstens, daß sie sich normal entwickeln können und auch in der Jugend nicht überzapft wurden.

So schwanken denn auch die Löhne für Zapfer in den mir vorliegenden Angaben bei 5jährigen Bäumen zwischen 1,16 und 1,52 M. und betragen im Durchschnitt 1,32 M., für 6jährige Bäume zwischen 0,93 und 1,21 M. mit einem Durchschnitt von 1,11 M. Für ältere Bäume liegen mir keine Angaben vor. Ich glaube aber, daß die Zapfkosten bei diesen bei rationeller Kultur und Zapfung wohl auf 1 M. pro Kilogramm herabgedrückt werden könnten. Wir wollen im folgenden für die Zapfkosten im 5. Jahre 1,50 M., im 6. Jahre 1,25 M. und im 7. Jahre 1 M. annehmen.

Die Kosten des Koagulationsmittels werden namentlich auf kleineren und isolierter gelegenen Pflanzungen, wo wilde Orangen, Affenbrotbaumfrüchte und dergleichen aus der Nähe in ausreichenden Mengen zu beschaffen sind, relativ geringe sein. Auf größeren Pflanzungen wird man aber doch ohne Chemikalien nicht auskommen können. Von diesen ist nun, wie wir sahen, Essigsäure am teuersten, billiger ist ein Gemisch von Essigsäure und Karbolsäure, am billigsten Chlorcalcium. In den mir vorliegenden Angaben schwanken die Kosten, die zur Gewinnung von 1 kg marktfähigem Kautschuk für das Koagulationsmittel auszugeben sind, zwischen 11 und 60 Pf. und betragen im Durchschnitt 28 Pf. Wir wollen dafür 30 Pf. ansetzen.

Als Zapfutensilien kommen namentlich Eimer, Zapfmesser und Bürsten zum Auftragen des Koagulationsmittels in Betracht. Da sowohl der Preis als auch die Haltbarkeit derselben sehr verschieden groß sind, läßt sich dieser Faktor schwer genau abschätzen. Es mögen hierfür 10 Pf. pro Kilogramm marktfähigen Kautschuk in Anrechnung gebracht werden.

b) Die Kosten für Verarbeitung und Verpackung des Kautschuks.

Die Kosten für die Verarbeitung des Kautschuks werden dann, wenn man den Kautschuk in Ballen versendet, nur relativ geringe sein. Erforderlich wäre in erster Linie ein zweites Magazin zur Unterbringung der Zapfflüssigkeit und dergleichen und ein rationelles Trockenhaus.

Für Errichtung des Magazins dürften im allgemeinen 800 M. ausreichen.

Die Kosten für das Trockenhaus richten sich natürlich nach der Menge des darin unterzubringenden Kautschuks und nach der Art der Verarbeitung desselben. Da dasselbe aber diebstahlsicher gebaut und außerdem auch gut ventiliert sein muß, ist jedenfalls anzuzuführen, in dieser Hinsicht die Kosten nicht zu sparen und es dürften für eine Pflanzung von 200 ha wohl 1500 M. zur Errichtung eines rationell gebauten Trockenhauses erforderlich sein.

Bei der Versendung in Ballen genügt es, dieselben 1 oder 2 Tage in fließendes Wasser zu legen oder in Wasser, das, um Fäulnis zu ver-

hindern, mit etwas Karbolsäure, Martinol oder Kreosot versetzt ist. Es dürfte ausreichen, wenn wir die hierfür erforderlichen Kosten mit 3 Pf. pro Kilogramm marktfähigen Kautschuk in Anrechnung bringen.

Teurer wird die Verarbeitung schon, wenn der Kautschuk vor der Versendung in Scheiben oder Schalenstücke zerlegt und dann ausgewalzt werden soll, ohne jedoch vollständig zerrissen und gereinigt zu werden. In diesem Falle wird man aber doch noch mit Handwalzen auskommen können und zwar dürften für eine Pflanzung von ca. 200 ha in den ersten Jahren jedenfalls zwei Handwalzen zum Preise von ca. 1600 M. genügen. Für Aufstellung in einem offenen Schuppen, Anbringung von Wasserleitung usw. wollen wir noch weitere 800 M. in Anrechnung bringen. Wo kein fließendes Wasser vorhanden ist und etwa erst ein Brunnen gegraben werden muß oder dergleichen, würden diese Kosten allerdings noch erheblich höher sein können.

Für die Verarbeitung des Kautschuks, inkl. die zum Baden der Scheiben oder Schalenstücke erforderlichen Chemikalien dürften in diesem Falle 10 Pf. pro Kilogramm genügen.

Erheblich teurer würden sich aber die Verarbeitungskosten stellen, wenn der Kautschuk völlig zerrissen und gereinigt werden soll. Hierfür ist, wenn rationell gearbeitet werden soll, ein maschineller Antrieb durch Wasserkraft, Petroleummotor, Dampfmaschine oder dergleichen unbedingt erforderlich. Eine solche Anlage wird sich infolgedessen auch für kleinere Pflanzungen nicht lohnen. Der Preis derselben wird sich ferner ganz nach den erforderlichen Leistungen richten. Ich will deshalb auch auf diesen Punkt nicht näher eingehen und nur noch bemerken, daß die größte in der Kolonie vorhandene Waschanlage für das Waschen pro Kilogramm trockenen Kautschuk 49 Pf. berechnet.

Die Kosten für die Verpackung des Kautschuks werden, wenn der Kautschuk in Säcken verpackt wird, relativ gering sein, bei der Packung in Kisten wird man aber inkl. Arbeitslöhne, Signierung usw., wohl 15 Pf. pro Kilogramm in Anrechnung zu bringen haben.

c) Die Transportkosten, Verkaufsspesen usw.

Die Kosten für den Transport bis zum Ausfuhrhafen werden sich naturgemäß ganz nach der Entfernung der Plantage von der Küste richten. Bei einem so teuren Produkt wie der Kautschuk werden dieselben aber naturgemäß weniger ins Gewicht fallen, als z. B. bei Sisal oder Baumwolle. Nicht unerheblich sind aber die Kosten für den Transport nach Europa, die dortigen Usancen beim Verkauf (ca. 2% vom Wert) und die sonstigen Spesen, und man wird wohl damit zu rechnen haben, daß diese Kosten insgesamt ca. 60 Pf. pro Kilogramm marktfähigen Kautschuk betragen.

d) Zusammenfassung.

Nach dem Vorstehenden wären für ein Kilo marktfähigen Kautschuk von der Gewinnung bis zum Verkauf die folgenden Posten zu zahlen.

Arbeitslöhne im 4. Jahre	1,75 M.
„ „ 5. „	1,50 „
„ „ 6. „	1,25 „
„ „ 7. „	1,— „

Dazu kämen für:

Koagulationsmittel	0,30 M.
Zapfensilien	0,10 „
Verarbeitung des Kautschuks	0,10 „
Verpackung des Kautschuks	0,15 „
Transportkosten, Spesen	0,60 „
Summe	1,25 M.

Die Gesamtausgaben für 1 Kilo marktfähigen Kautschuk würden also betragen:

im 4. Jahre	3,— M.
„ 5. „	2,75 „
„ 6. „	2,50 „
„ 7. „	2,25 „

C. Die Erträge der Pflanzung.

Daß auch in Deutsch-Ostafrika von einzelnen Bäumen ganz bedeutende Erträge zu erhalten sind, wurde an verschiedenen Orten nachgewiesen. Für uns ist aber von besonderem Interesse zu erfahren, wie große Erträge bei plantagenmäßigem Betrieb wirklich pro Baum oder Hektar erzielt wurden.

Leider vermag ich nun gerade auf diese für die Rentabilität der Pflanzungen besonders wichtige Frage keine recht befriedigende Antwort zu geben. Wenn wir zunächst die nach den amtlichen Jahresberichten zusammengestellte Tabelle auf S. 26, in der außer den Erträgen auch die Zahl der ertragsfähigen Hektare und Bäume angeführt ist, zugrunde legen, so kommen wir zu folgenden Zahlen:

Jahr	Erträge an Kautschuk in kg pro ha	Erträge an Kautschuk in g pro Baum
1909	102	114
1910	111	113
1911	88	80

Nach Fragebogen, die ich im Jahre 1911 herumgesandt habe, die allerdings nur recht spärlich beantwortet wurden, betragen die durchschnittlichen Erträge:

Alter der Bäume	Erträge an Kautschuk in kg pro ha	Erträge an Kautschuk in g pro Baum
3 Jahre	29,9	37,3
4 „	37,7	46,4
5 „	63,3	74,—
6 „	123,—	81,—
Unbestimmt	77,8	85,4

Die in den im Jahre 1912 versandten Fragebogen enthaltenen Angaben sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt:

	Erträge an Kautschuk in kg pro ha	Erträge an Kautschuk in g pro Baum
Im 2. Jahre	55	90
„ 3. „	51	37,7
„ 4. „	68,9	68,0
„ 5. „	96,7	85,2
„ 6. „	125,4	65,2
„ 7. „	220,—	—

Daß zunächst die Zahlen dieser beiden Tabellen so wenig Übereinstimmung zeigen, rührt in erster Linie daher, daß dieselben nach den Angaben verschiedener Plantagen zusammengestellt sind. Auch wird von manchen Pflanzungsleitern ausdrücklich hervorgehoben, daß sie infolge von Arbeitermangel die Bäume nicht in der erwünschten Weise ausnützen konnten. Immerhin zeigen doch wohl die obigen Tabellen, daß bisher auf den meisten Plantagen schwerlich mehr als 100 kg trockener Kautschuk pro Hektar oder 100 g pro Baum geerntet wurden. Abgesehen von dem Arbeitermangel dürfte dies ungünstige Resultat in erster Linie auf die zum Teil noch mangelhafte Pflege der Bäume, auf das zu frühe und zu ofte Anzapfen derselben und auf die zu geringe Pflanzweite zurückzuführen sein.

Daß bei sachgemäßer Behandlung der Bäume auch in Deutsch-Ostafrika günstigere Resultate erhalten werden können, zeigen z. B. die auf der Plantage *Kwamgoro* gewonnenen Resultate, auf der pro Hektar erhalten wurden:

im 4. Jahre	60 kg	marktfähiger	Kautschuk
„ 5. „	120 „	„	„
„ 6. „	200 „	„	„
„ 7. „	220 „	„	„

Auf den Hektar kommen dort ungefähr 600 Bäume, so daß die Ernten, pro Baum umgerechnet, betragen würden:

im 4. Jahre	100 g
„ 5. „	200 g
„ 6. „	333 g
„ 7. „	367 g

Auch einige in Amani ausgeführte Zapfversuche haben, obwohl dort weder Boden noch Klima für die *Manihot*-Kultur besonders günstig sind, ziemlich hohe Ernten gegeben.

Es ist schließlich auch anzunehmen, daß durch richtige Auswahl der Saat noch bedeutend höhere Erträge zu erhalten sein werden.

Wir wollen nun aber im folgenden einmal annehmen, daß geerntet werden:

im 4. Jahre	50 kg	pro Hektar
„ 5. „	100 „	„ „
„ 6. „	150 „	„ „
„ 7. „	200 „	„ „
„ 8. „	200 „	„ „

D. Die Preise des Kautschuks.

Die in den letzten Jahren für den *Manihot*-Kautschuk bezahlten Preise sind in der beistehenden Tabelle nach den im Tropenpflanzer enthaltenen Marktberichten zusammengestellt. Zum Vergleich sind auch die Preise von *Para-Hardcure-fine* (wilder *Hevea*-Kautschuk) und von *Hevea*-Plantagenkautschuk mit angegeben. Die Para-Preise sind ebenfalls dem Tropenpflanzer entnommen, die des *Hevea*-Plantagenkautschuks den dem „*India Rubber Journal*“ beigegebenen graphischen Darstellungen. Die dort für englische Pfunde in Schilling und Pence angegebenen Werte sind in Kilo und Mark umgerechnet.

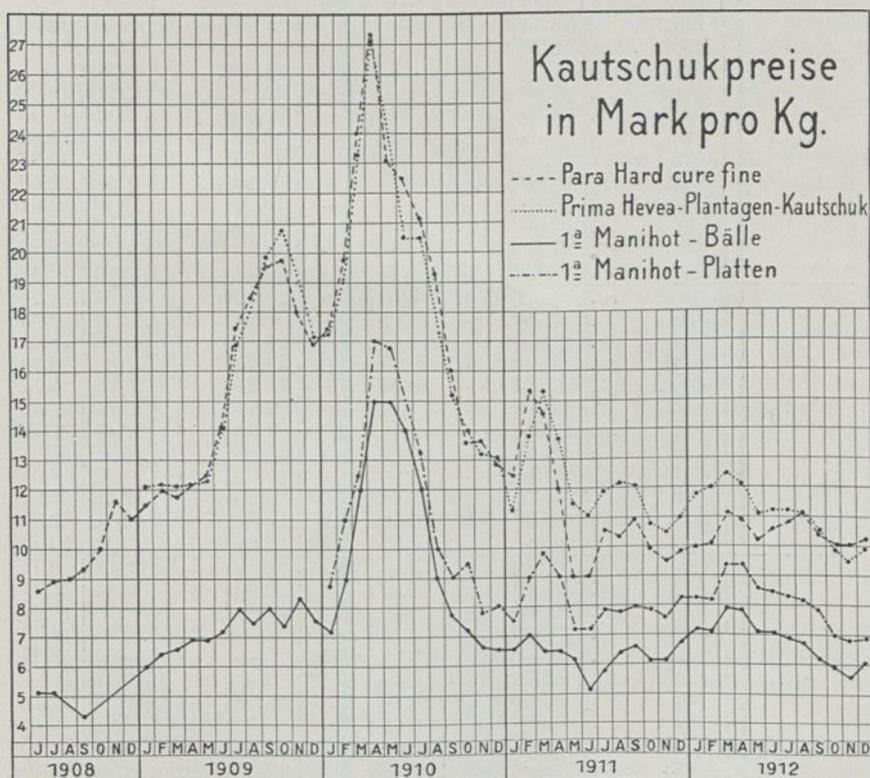


Fig. 150.

Da auch in deutschen Zeitschriften die Kautschukpreise häufig in englischen Gewichten (1 lb = 0,4536 kg) und englischer Münze (1 sh = 12 d = 1,02 M.) angegeben sind, gebe ich im Anhang eine Tabelle, nach der für einen in Schilling (sh) und Pence (d) für englische Pfunde angegebenen Preis sofort der entsprechende in Mark und Pfennig ausgedrückte Preis eines Kilo abgelesen werden kann.

Aus der umstehenden Tabelle und noch besser aus der Kurventafel (Fig. 150) ist nun ersichtlich, daß die Kautschukpreise in den letzten

Kautschukpreise in Mark pro Kilogramm:

Jahr	Monat	Ia. Manihot-Bälle		Ia. Manihot-Platten		Para-Hard-cure-fine		Prima Hevea-Plantagen-Kautschuk	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1908	Juni.	5,—	5,30	—	—	8,60	—	—	—
	Juli	5,—	5,30	—	—	8,90	—	—	—
	Aug.	—	—	—	—	9,—	—	—	—
	Sept.	4,—	4,50	—	—	9,25	9,30	—	—
	Okt.	—	—	—	—	10,—	—	—	—
	Nov.	—	—	—	—	11,60	—	—	—
Dez.	—	—	—	—	11,—	—	—	—	
1909	Jan.	6,—	—	—	—	11,50	—	12,04	12,09
	Febr.	5,90	7,—	—	—	12,—	—	12,23	12,33
	März	6,—	7,20	—	—	11,80	—	12,23	—
	April	6,50	7,30	—	—	12,20	—	12,23	12,42
	Mai	6,50	7,30	—	—	12,50	—	12,42	12,45
	Juni.	7,—	7,40	—	—	14,10	—	13,65	14,62
	Juli	8,—	—	—	—	17,50	—	14,86	18,98
	Aug.	7,40	7,60	—	—	18,50	—	16,92	19,59
	Sept.	8,—	—	—	—	19,60	—	18,23	21,61
	Okt.	7,60	8,20	—	—	19,70	—	20,06	21,47
	Nov.	7,60	9,20	—	—	18,—	—	18,56	20,27
	Dez.	7,30	7,80	—	—	16,90	—	16,41	17,67
1910	Jan.	6,80	7,80	8,70	—	17,45	—	17,11	17,76
	Febr.	9,—	—	11,—	—	19,80	—	17,48	20,53
	März	11,—	—	11,—	14,—	24,—	—	21,28	25,31
	April	15,—	—	17,—	—	27,40	—	26,81	28,64
	Mai	15,—	—	16,50	17,—	23,20	—	22,69	25,12
	Juni.	14,—	—	—	—	22,50	—	19,68	21,42
	Juli	12,—	—	12,50	14,—	21,20	—	19,64	21,28
	Aug.	9,—	—	10,—	—	19,40	—	16,78	18,—
	Sept.	7,75	—	9,—	—	16,—	—	14,62	16,03
	Okt.	7,—	7,50	8,50	10,50	13,50	—	12,56	15,37
	Nov.	6,—	7,20	7,50	7,90	13,60	—	12,76	13,97
	Dez.	6,—	7,—	7,50	8,50	12,80	—	12,33	13,78
1911	Jan.	6,—	7,—	7,—	8,—	12,45	—	10,68	12,14
	Febr.	7,—	—	9,—	—	15,40	—	12,14	15,37
	März	6,50	—	9,50	10,—	14,60	—	14,34	16,41
	April	6,50	—	9,—	—	12,—	—	12,04	14,53
	Mai	6,—	6,50	7,—	7,50	9,—	—	10,50	12,47
	Juni.	5,20	—	7,—	7,50	9,—	—	10,12	12,—
	Juli	5,50	6,10	7,60	8,—	10,60	—	10,73	11,12
	Aug.	6,30	6,50	6,50	9,—	10,40	10,50	11,62	12,84
	Sept.	6,50	6,70	6,50	9,40	10,90	11,—	11,53	12,65
	Okt.	6,—	6,40	6,40	9,20	9,90	10,—	10,31	11,15
	Nov.	6,—	6,40	6,40	8,80	9,50	—	10,31	10,59
	Dez.	6,40	7,—	7,60	9,—	9,80	—	10,78	11,01
1912	Jan.	6,80	7,80	7,80	9,—	10,—	—	11,20	12,37
	Febr.	6,80	7,60	7,80	8,80	10,—	10,20	11,62	12,37
	März	7,40	8,40	8,60	10,30	11,20	—	11,95	13,12
	April	7,40	8,20	8,60	10,30	10,90	—	11,44	12,70
	Mai	6,80	7,40	8,—	9,20	10,30	—	10,83	11,30
	Juni.	6,80	7,40	8,—	9,—	10,60	—	10,78	11,72
	Juli	6,60	7,20	8,—	8,80	10,80	—	10,97	11,53
	Aug.	6,60	6,90	7,60	8,90	11,10	—	10,83	11,39
	Sept.	6,—	6,40	7,—	8,60	10,30	—	10,08	10,83
	Okt.	5,60	6,20	6,20	7,80	10,—	—	9,47	10,31
	Nov.	5,40	5,80	6,20	7,50	10,—	—	9,19	9,98
	Dez.	5,60	6,50	6,20	7,70	10,20	—	9,80	9,98

Jahren sehr geschwankt haben, daß dieselben aber seit dem abnorm hohen Stande Ende 1909 und Anfang 1910 allmählich gefallen sind und es ist auch mit einiger Sicherheit anzunehmen, daß so hohe Preise, wie sie in den Jahren 1909 und 1910 bezahlt wurden, nicht wieder erreicht werden. Im Gegenteil dürfte mit einem allmählichen weiteren Sinken der Kautschukpreise zu rechnen sein. Einerseits werden ja in Südamerika große Anstrengungen gemacht, um neue Kautschukgebiete zu erschließen und die alten besser zugänglich zu machen. Andererseits sind aber von Ceylon, Hinterindien, Java und Sumatra immer größere Ernten von Plantagenkautschuk zu erwarten und auch in anderen Gegenden des Tropengürtels wird immer mehr Kautschuk angebaut. Wenn nun auch vielleicht der wilde afrikanische Kautschuk (*Lianen* und *Kickxia*), der ja zum großen Teil durch Raubbau gewonnen wird, mit der Zeit immer mehr abnehmen wird, so spielt dies gegen die enormen Mengen des von Ostasien zu erwartenden Plantagenkautschuks keine Rolle und es ist mit Sicherheit darauf zu rechnen, daß schon in den nächsten Jahren die Menge des auf den Weltmarkt kommenden Kautschuks ganz bedeutend zunehmen wird.

Ob auch der künstliche oder synthetische Kautschuk in absehbarer Zeit mit dem natürlichen Kautschuk in Konkurrenz treten wird, ist schwer zu sagen. Soweit es sich aber um wirklichen Kautschuk handelt und nicht um die zum Teil mit großer Reklame angepriesenen Surrogate, die mit dem Kautschuk ebensowenig verwandt sind, wie die seit langer Zeit dem Kautschuk bei der Vulkanisation zugesetzten Stoffe (Factis usw.), ist es wohl nicht sehr wahrscheinlich, daß derselbe sehr bald zu ähnlich niedrigen Preisen, wie der natürliche Kautschuk an den Markt gebracht werden wird. Immerhin ist aber bei dem großen Eifer, mit dem in zahlreichen Laboratorien an der Verbesserung der Herstellungsmethoden des synthetischen Kautschuks gearbeitet wird, nicht ausgeschlossen, daß in absehbarer Zeit Methoden gefunden werden, die den künstlichen Kautschuk zu Preisen herzustellen gestatten, die mit denen des natürlichen Kautschuks werden konkurrieren können.

Vorläufig werden wir aber jedenfalls in den großen Mengen von asiatischem Plantagenkautschuk die Hauptgefahr für die Preise des Kautschuks zu erblicken haben, um so mehr, da der *Hevea*-Plantagenkautschuk auf den rationell angelegten und betriebenen Plantagen Ostasiens noch bei einem verhältnismäßig niedrigen Preise mit Gewinn an den Markt gebracht werden kann.

Auf der anderen Seite ist nun aber anzunehmen, daß auch der Konsum des Kautschuks immer mehr zunehmen wird. So ist auch der Kautschukverbrauch der Welt nach „Hechts Gummistatistik“ im Jahre 1911/12 auf 99564 tons gestiegen, gegen 74082 tons im Jahre 1910/11, während die Produktion in diesen Jahren 93669 resp. 79305 tons betrug.

Die Verwendungsmöglichkeit des Kautschuks ist ja auch eine sehr große und wird immer mehr zunehmen, je mehr die Preise desselben sinken. Wie weit nun aber die Preise in der Folgezeit sinken müssen, um für die immer mehr zunehmende Produktion einen schlanken Absatz zu ermöglichen, dürfte sich zurzeit sehr schwer abschätzen lassen und es zeigen auch in dieser Hinsicht die von verschiedenen Fachleuten aufgestellten Berechnungen recht verschiedene Werte. Schwerlich

dürfte man aber in den nächsten Jahren mit höheren Durchschnittspreisen als 6—8 M. pro Kilogramm *Para-Hardcure-fine* rechnen können.

Was nun speziell die Preise des *Manihot*-Kautschuks anlangt, so ist aus der obigen Tabelle zu ersehen, daß diese in den letzten Jahren sich denen des Para-Kautschuks etwas mehr genähert haben, und es ist auch anzunehmen, daß diese Preise sich noch mehr bessern werden, wenn unser Plantagenkautschuk erst in einer mehr gleichmäßigen Qualität an den Markt kommt. Immerhin dürfte derselbe aber doch wohl stets etwas unter dem Parakautschuk rangieren und wird man bei Aufstellung einer Rentabilitätsberechnung für die Zukunft sicher nicht mit einem Preise von über 6 M. pro Kilogramm rechnen können. Es ist wohl eher wahrscheinlich, daß die Preise in wenigen Jahren noch tiefer sinken werden. Wir wollen aber doch diesen Preis der nachfolgenden Rentabilitätsberechnung zugrunde legen. Wie sich die Rentabilität bei weiterem Sinken der Preise gestalten würde, ist ja an der Hand der obigen Berechnung leicht festzustellen.

Zum Schluß gebe ich in diesem Abschnitt noch eine Tabelle über die Preise von in verschiedener Weise präparierten ostafrikanischen *Manihot*-Kautschuken, die mir von der Firma Weber & Schaeer günstigst zur Verfügung gestellt wurde.

Preise von ostafrikanischem *Manihot*-Kautschuk in Mark pro Kilogramm nach Weber und Schaeer.

Jahr	Monat	Bälle	Gute, trockene, dünne Biskuits	Crêpes	Muhesa-Biskuits
1908	Dez.	—	6,90	—	—
1909	Febr.	—	7,50	—	—
	April	—	7,80	—	—
	Juli	—	9,15	—	—
	Sept.	—	9,—	—	—
	Okt.	—	9,40	—	—
	Nov.	—	9,15	—	—
1910	Dez.	—	9,—	—	—
	Jan.	—	9,—	—	—
	Febr.	—	9,40	—	—
	März	—	11,20	—	—
	April	—	14,50	—	—
	Mai	—	15,70	—	—
	Juni	—	15,30	—	—
	Juli	—	15,30	—	—
	Aug.	—	11,50	—	—
	Sept.	—	9,20	—	—
1911	Okt.	6,60	9,10	—	—
	Nov.	—	9,—	—	—
	Dez.	6,80	9,20	—	—
	Jan.	6,35	9,—	—	—
	Febr.	6,95	—	—	—
	April	7,60	—	—	—
	Mai	6,50	—	—	—
	Juni	—	8,60	—	—
	Juli	6,30	—	—	—
	Sept.	6,80	8,40	9,55	—
	Okt.	—	7,65	9,35	—
	Nov.	6,55	7,85	—	—
Dez.	6,70	8,15	—	—	

Jahr	Monat	Bälle	Gute, trockene, dünne Biskuits	Crêpes	Muhesa- Biskuits
1912	Jan.	—	—	9,75	—
	Febr.	7,30	8,90	—	—
	März	—	—	10,40	—
	April	—	—	10,35	8,—
	Mai	7,50	8,30	—	—
	Juni	—	—	9,45	8,50
	Juli	6,50	—	8,75	8,50
	Aug.	6,75	—	9,15	8,60
	Sept.	—	8,80	8,95	—
	Okt.	5,90	—	8,50	7,65
	Nov.	5,80	7,80	8,30	—
	Dez.	6,20	—	8,95	—

2. Rentabilitätsberechnung für eine Pflanzung von 200 ha.

Die Ausgaben und Einnahmen einer Pflanzung von 200 ha, auf der im ersten Jahre 30 ha, im zweiten 90 ha und im dritten 50 ha mit *Manihot Glaziovii* bepflanzt wurden, würden sich auf Grund der obigen Ausführungen etwa in folgender Weise gestalten:

1. Jahr.	
Kosten für Orientierungsreise, Kronlandserklärung, Vermessung	
Pacht usw.	1 650 M.
Anlage von 50 ha à 200 M.	10 000 „
Reinhalten von 50 ha à 40 M.	2 000 „
Europäerhaus inkl. Einrichtung	8 000 „
Arbeiterwohnungen.	2 000 „
Magazin	500 „
Europäergehalt	8 000 „
Werkzeuge	1 000 „
	<hr/>
Summa	33 150 M.
Unvorhergesehenes (10%).	3 315 „
	<hr/>
Summa	36 465 M.
Zinsen (5%).	1 823 „
	<hr/>
Summa	38 288 M.
2. Jahr.	
Pacht	160 M.
Reinhalten der ersten 50 ha à 60 M.	3 000 „
Anlage von 90 ha à 200 M.	18 000 „
Reinhalten der 90 ha à 40 M.	3 600 „
Unterhalt des Europäerhauses.	800 „
Häuser der Farbigen	1 000 „
Europäergehalt	8 000 „
Werkzeuge	1 000 „
	<hr/>
Summa	35 560 M.
Unvorhergesehenes (10%).	3 556 „
Ausgaben im ersten Jahre	38 288 „
	<hr/>
Summa	77 404 M.
Steuer (0,1% vom Anlage- und Betriebskapital)	77 „
	<hr/>
Summa	77 481 M.
Zinsen (5%).	3 874 „
	<hr/>
Summa	81 355 M.

3. Jahr.

Ankauf des Landes	3 200 M.
Reinhalten der ersten 50 ha à 50 M.	2 500 „
Reinhalten der 90 ha à 60 M.	5 400 „
Anlage von 50 ha à 200 M.	10 000 „
Reinhalten der zweiten 50 ha à 40 M.	2 000 „
Unterhalt des Europäerhauses	800 „
Häuser der Farbigen	1 000 „
Europäergehalt	8 000 „
Werkzeuge	1 000 „
	<hr/>
Summa	33 900 M.
Unvorhergesehenes (10%)	3 390 „
Ausgaben im 2. Jahre	81 355 „
	<hr/>
Summa	118 645 M.
Steuer (0,1%)	119 „
	<hr/>
Summa	118 764 M.
Zinsen (5%)	5 938 „
	<hr/>
Summa	124 702 M.

4. Jahr.

Reinhalten der ersten 50 ha à 40 M.	2 000 M.
Reinhalten der 90 ha à 50 M.	4 500 „
Reinhalten der zweiten 50 ha à 60 M.	3 000 „
Unterhalt des Europäerhauses	800 „
Häuser der Farbigen	1 000 „
Europäergehalt	8 000 „
Werkzeuge	1 000 „
Zweites Magazin	500 „
Trockenhaus	1 500 „
2 Handwalzen inkl. Aufstellung	2 400 „
Ausgaben für 2500 kg Kautschuk à 3 M.	7 500 „
	<hr/>
Summa	32 200 M.
Unvorhergesehenes (10%)	3 220 „
Ausgaben der ersten 3 Jahre	124 702 „
	<hr/>
Summa	160 122 M.
<i>Ertrag der ersten 50 ha à 50 kg = 2500 kg à 6 M.</i>	<i>15 000 „</i>
	<hr/>
Rest	145 122 M.
Steuer (0,1%)	145 „
	<hr/>
Summa	145 267 M.
Zinsen (5%)	7 263 „
	<hr/>
Summa	152 530 M.

5. Jahr.

Reinhalten von 140 ha à 40 Mk.	5 600 M.
Reinhalten von 50 ha à 50 M.	2 500 M.
Unterhalt des Europäerhauses	800 „
Häuser der Farbigen	1 000 „
Europäergehalt	8 000 „
Werkzeuge	1 000 „
Unterhalt von Magazin, Trockenhaus usw.	500 „
Ausgaben für 5000 kg Kautschuk à 2,75 M.	13 750 „
„ „ 4500 kg „ „ à 3,— „	13 500 „
	<hr/>
Summa	46 650 M.
Unvorhergesehenes (10%)	4 665 „
Ausgaben der ersten 4 Jahre	152 530 „
	<hr/>
Summa	203 845 M.
Zinsen (5%)	10 192 „
	<hr/>
Summa	214 037 M.

<i>Ertrag von 50 ha à 100 kg = 5000 kg Kautschuk</i>	
„ „ 90 ha à 50 kg = 4500 kg „	
<u>Summa 9500 kg Kautschuk à 6 M.</u>	<u>57 000 „</u>
	Rest 157 037 M.
Steuer (0,1%)	<u>157 „</u>
	Summa 157 194 M.

6. Jahr.

Reinhalten von 190 ha à 40 M.	7 600 M.
Unterhalt des Europäerhauses	800 „
Häuser der Farbigen	1 000 „
Unterhalt der Magazine usw.	500 „
Werkzeuge	1 000 „
Europäergehalt	8 000 „
Ausgaben für 7500 kg Kautschuk à 2,50 M.	18 750 „
„ „ 9000 kg „ à 2,75 „	24 750 „
„ „ 2500 kg „ à 3,— „	7 500 „
	<u>Summa 69 900 M.</u>
Unvorhergesehenes (10%)	6 990 „
Ausgaben der ersten 5 Jahre	<u>157 194 „</u>
	Summa 234 084 M.
Zinsen (5%)	<u>11 704 „</u>
	Summa 245 788 M.

<i>Ertrag von 50 ha à 150 kg = 7 500 kg Kautschuk</i>	
„ „ 90 ha à 100 kg = 9 000 kg „	
„ „ 50 ha à 50 kg = 2 500 kg „	
<u>Summa 19 000 kg Kautschuk à 6 M.</u>	<u>114 000 M.</u>
	Rest 131 788 M.
Steuer (4% vom Reinertrag *)	<u>1 016 „</u>
	Summa 132 804 M.

7. Jahr.

Reinhalten von 190 ha à 40 M.	7 600 M.
Unterhalt des Europäerhauses	800 „
Häuser der Farbigen	1 000 „
Unterhalt der Magazine usw.	500 „
Werkzeuge	1 000 „
Europäergehalt	8 000 „
Ausgaben für 10 000 kg Kautschuk à 2,25 M.	22 500 „
„ „ 13 500 kg „ à 2,50 „	33 750 „
„ „ 5 000 kg „ à 2,75 „	13 750 „
	<u>Summa 88 900 M.</u>
Unvorhergesehenes (10%)	8 890 „
Ausgaben der ersten 6 Jahre	<u>132 804 „</u>
	Summa 230 594 M.
Zinsen (5%)	<u>11 530 „</u>
	Summa 242 124 M.

*) Der Reinertrag ergibt sich aus der Differenz zwischen:

Einnahmen	114 000 M.
und Ausgaben im 6. Jahre	76 890 M.
Verzinsung	<u>11 704 „</u>
	88 594 „
	<u>25 406 M.</u>

Ertrag von 50 ha à 200 kg = 10 000 kg Kautschuk		
„ „ 90 ha à 150 kg = 13 500 kg „		
„ „ 50 ha à 100 kg = 5 000 kg „		
Summa 28 500 kg Kautschuk à 6 M.	171 000 „	
	Rest	71 124 M.
Steuer (4% vom Reinertrag)		2 467 „
	Summa	73 591 M.

8. Jahr.

Reinhalten von 190 ha à 40 M.	7 600 M.	
Unterhalt des Europäerhauses	800 „	
Häuser der Farbigen	1 000 „	
Unterhalt der Magazine usw.	500 „	
Werkzeuge	1 000 „	
Europäergehalt	8 000 „	
Ausgaben für 28 000 kg Kautschuk à 2,25 M.	63 000 „	
„ „ 7 500 kg „ à 2,50 „	18 750 „	
	Summa	100 650 M.
Unvorhergesehenes (10%)	10 065 „	
Ausgaben der ersten 7 Jahre	73 591 „	
	Summa	184 306 M.
Zinsen (5%)	9 215 „	
Steuer (4% vom Reinertrag)	3 723 „	
	Summa	197 244 M.
Ertrag von 140 ha à 200 kg = 28 000 kg Kautschuk		
„ „ 50 ha à 150 kg = 7 500 kg „		
Summa 35 500 kg Kautschuk à 6 M.	213 000 „	
Ausgaben		197 244 „
	Rest	15 756 M.

Unter den oben gemachten Annahmen würde also im. 8. Jahre bereits das ganze Anlagekapital zurückgezahlt sein und noch ein Gewinn von 15 756 M. übrig bleiben. Es läßt sich auch an der Hand des obigen Schemas leicht ausrechnen, daß selbst bei einem Kautschukpreise von 5 M. pro Kilogramm noch ein Gewinn zu erzielen sein würde. Nehmen wir aber z. B. an, daß der Kautschukpreis im 7. Jahre plötzlich auf 4 M. pro Kilogramm sinkt, so würde in diesem Jahre nur noch ein Reinertrag von 5 436 M. übrig bleiben.

Sehr zweifelhaft ist wohl auch, ob eine größere Plantage bei der für Aufbringung des Geldes, heimische Direktion, Gutachten, komplizierte Buchführung usw. ganz bedeutende Ausgaben entstehen, so billig wird arbeiten können. Ich möchte auch im obigen nur zeigen, welche Erträge unter günstigen Bedingungen und bei rationellem und sparsamem Arbeiten vielleicht von einer *Manihot*-Pflanzung erhalten werden können. Ob gleich günstige Erträge von den zurzeit auf den meisten Pflanzungen vorhandenen, in der Jugend überzapften und zu eng gepflanzten Bäumen jemals zu erhalten sein werden, muß ich leider für zweifelhaft halten. Ebenso glaube ich auch annehmen zu müssen, daß bisher auf den meisten deutsch-ostafrikanischen *Manihot*-Pflanzungen derartige Erträge nicht erhalten wurden.

3. Die außerhalb von Deutsch-Ostafrika erhaltenen Erträge von *Manihot Glaziovii*.

Im folgenden sollen die in der mir hier zugänglichen Literatur enthaltenen Angaben über die außerhalb von Deutsch-Ostafrika von *Manihot Glaziovii* erhaltenen Erträge zusammengestellt werden. Soweit möglich, werden dabei auch die Angaben über die angewandte Zapfart und das Alter der Bäume mit angegeben. Ich möchte übrigens besonders darauf hinweisen, daß sich manche dieser Angaben jedenfalls auf Bäume beziehen, die sich unter besonders günstigen Bedingungen befanden und nicht als Durchschnittswerte bei plantagenmäßigem Betrieb angesehen werden können.

A. Amerika.]

In Brasilien werden nach Peckolt (I, 30) geerntet pro Baum und Jahr:

von 4 Jahre alten Bäumen	50 g
„ 5 „ „ „	100 g
„ 6 „ „ „	180 g
„ 7 „ „ „	500 g

von älteren Bäumen bis 2 kg. Nach 30 Jahren soll der Baum erschöpft sein.

Nach Biffen (Kew.Bull.1898, S. 14) liefern Bäume, die mindestens 5 Jahre alt sind und in zwei durch 3 Monate voneinander getrennten 40 tägigen Perioden täglich angezapft wurden, pro Jahr je nach dem Alter $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ kg Kautschuk.

Auch d'Almeida (I, 21) rechnet pro Baum 200 g bis 1 kg Kautschuk.

Nach Mascimento (I, 533) werden in Brasilien bei einer bis zur Erschöpfung fortgesetzten Anzapfung pro Baum in einem Jahre, je nach dem Alter, 200—1000 g Kautschuk erhalten.

Moulay (II, 19) rechnet dagegen erst im 10. Jahre auf eine Ersternte von 200 g reinen Kautschuk pro Baum, später sollen die Jahreserträge bei manchen Bäumen bis zu 1 kg zunehmen.

D'Utra (I) erhielt in S. Paulo von 6 jährigen Bäumen bei 21 maliger Anzapfung in den Monaten Februar—April (als Mittel von 12 Bäumen) 655 g Latex oder 111,35 g trockenen Kautschuk.

In dem Savannah-Gebiet von Britisch-Guiana erhielt nach *The India Rubber World* (1912, p. 596) Melville von 12 4jährigen Bäumen durch 8malige Zapfung 681 g Kautschuk (davon 114 g scraps). Das gibt pro Baum und Zapfung 7,1 g.

In *Nicaragua* lieferten nach *The trop. Agricult.* (XXV, 214) 21 Bäume von 14—21 Monaten 340,5 g Kautschuk. Dies gäbe pro Baum 162 g. Die angewandte Anzapfungsmethode wird nicht angegeben.

B. Polynisien.

Auf Hawaii wurden von Smith und Bradford (I) folgende Versuche angestellt:

Zwei 9 Jahre alte Bäume wurden an 9 aufeinander folgenden Tagen bis zu einer Höhe von 1,5 m mit Grätenschnitt angezapft. Der Abstand der Seitenäste betrug dabei 30 cm. Die Zapfungen fanden zwischen 4 und 6 Uhr morgens statt. Geerntet wurden pro Baum und Zapfung 12,6 g trockener, reiner Kautschuk. Etwa 3 Monate später wurden die gleichen Bäume an 9 aufeinander folgenden Tagen nochmals in der gleichen Weise angezapft und gaben pro Baum und Zapfung 5,5 g Kautschuk.

Zwei Bäume mit einem Stammumfang von 0,9 m wurden in einer Höhe von 1,5—3,0 m siebenmal hintereinander mit einseitigem Grätenschnitt angezapft und gaben pro Baum und Zapfung 4,3 g trockenen Kautschuk.

Zwei ca. 13 Jahre alte Bäume mit einem Stammumfang von 1,1 m, die vorher bereits vielfach in roher Weise angezapft waren, wurden an 9 aufeinander folgenden Tagen mit Grätenschnitt angezapft und gaben pro Baum und Zapfung 28,2 g trockenen Kautschuk.

Die genannten Autoren glauben nun aber, daß sie durch vertikale Schnitte bedeutend größere Erträge würden erhalten haben. Leider ist aber bei dem einzigen derartigen Versuche, den sie anführen, der Kautschuk schimmelig geworden und nicht gewogen. Sie nehmen ferner an, daß normale Bäume, die einen Stammumfang von 47—63 cm besitzen, durchschnittlich pro Jahr 2—4 kg oder auch noch mehr rohen Kautschuk liefern.

Nach Wilcox (I, 16) wurden auf den Hawaii-Inseln von 5 Jahre alten Bäumen mit vertikalen Einschnitten $9\frac{1}{2}$ kg trockener Kautschuk erhalten. Drei 5 Jahre alte Bäume, die 12mal bis zu einer Höhe von 112 cm mit nahezu vertikalen Rinnen angezapft waren, gaben ferner 7,1 g trockenen Kautschuk pro Baum und Zapfung. Später wurden die gleichen Bäume oberhalb der ersten Wunden in der gleichen Weise 12mal angezapft und gaben 9,5 g trockenen Kautschuk pro Baum und Zapfung.

C. Asien.

Auf Java erhielt van Romburgh (I, 105) bei einmaliger Zapfung von 9 Monate alten Bäumen nur $1\frac{1}{2}$ g Milchsaft, im Alter von $1\frac{1}{2}$ Jahren im Durchschnitt 10 g. Burck erhielt nach Angabe des gleichen Autors von mindestens 20 Jahre alten Bäumen 90—225 g.

Jaski (I, 391) erhielt von einem ca. 8 Jahre alten, wenig gepflegtem Baume mit 90 cm Stammumfang, der mit vier Grätenschnitten von denen immer je zwei erneuert wurden, in etwas über 1 Monat 11 mal angezapft war, 266 mit der Kopierpresse stark ausgepreßten Kautschuk, also pro Zapfung 24,2 g.

Von einem aus einem Steckling gezogenen, ca. 4 Jahre alten Baume, von dem ein vertikaler Streifen in ca. 1 Monat 16 mal angestochen war, bekam er 163 g, also pro Zapfung 10,2 g feuchten Kautschuk.

Auf Sumatra erhielt Busse (I, 215) von einem 5—6 Jahre alten Baume, der 20 mal bis zu einer Höhe von $1\frac{3}{4}$ m nach der Schabmethode angezapft war, 750 g reinen trockenen Kautschuk, also pro Zapfung 37,5 g. Er rechnet auf einen Jahresertrag von 1500 g pro Baum.

Auf Ceylon wurden nach Trimen (Kew. Bull. 1898, p. 7) von 8jährigen Bäumen 85 g, von 10 jährigen 225 g Kautschuk gewonnen. Als Maximalleistung eines Mannes werden 225 g trockener Kautschuk angegeben.

Nach Willis und Wright (I, 136) wurden in Peradenyia von 10 5jährigen Bäumen bei einmaliger Zapfung mit schrägen Schnitten durchschnittlich 56,7 g, als Maximum 113,4 g trockener Kautschuk geerntet. Bei guten Bäumen soll 540 g pro Baum und Jahr ein guter Ertrag sein. Ein Arbeiter soll aber doch nur 230—680 g Kautschuk pro Tag sammeln können.

Hollaway (I) erhielt auf einer ca. 660 m hoch gelegenen Plantage von 20 Bäumen mit 36—61 cm Stammumfang, die 6 Wochen lang jeden Tag angezapft waren, 10 kg trockenen Kautschuk, also pro Baum 500 g und pro Baum und Zapfung 12 g.

In Indien erhielt Cameron (II u. III) von einem 15—16 Jahre alten Baume, der in einem Jahre 33 mal angezapft war, 3,2 kg Kautschuk. Der Baum erschien nach dieser Ernte nicht im geringsten erschöpft. Die täglichen Ernten schwanken zwischen 14 und 63 g.

Proudlock (Rev. d. cult. col., Tome XIV, p. 95) erhielt ferner in den Nilgiris von Bäumen, die im Anfang des Jahres 1900 als Stecklinge gepflanzt waren, bei der ersten Ernte im Jahre 1902 48 g Kautschuk und ferner im Februar 1903 50 g und im März desselben Jahres noch 21 g.

Nach Watt (I, 657) wurden von einem 8jährigen Baume bei einmaliger Ernte ca. 67 g trockener Kautschuk erhalten.

Nach *The Trop. Agricult.* (Vol. XXXIV, p. 296) wurden in Mysore auf einer 1000 m hoch gelegenen Pflanzung mit 2,3—2,5 m Regenfall bei 49 Zapfungen, die in den Monaten Oktober, Dezember und Februar jeden zweiten Tag ausgeführt wurden, die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Resultate erhalten:

Zahl der Bäume	Alter der Bäume in Jahren	Stammumfang in cm	Gesamternte		Kautschuk pro Baum in g	Kautschuk pro Baum und Zapfung
			Latex in l	Trock. Kautsch. in kg		
10	3½	33	6,372	2,043	204	4,64
5	5	41	7,189	2,270	454	10,32
5	7	66	12,709	4,086	817	18,6
2	10	81,3	—	1,976	988	22,5
1	15	109,2	—	1,816	1816	41,3

D. Afrika.

Die in Französisch-Westafrika an verschiedenen Orten von *Manihot Glaziovii* erhaltenen Erträge wurden von Henry (I, 173 f.) zusammengestellt. Ich erwähne von diesen Versuchen einige, bei welchen einigermaßen vollständige Angaben über die Art der Zapfung usw. gemacht werden:

In Casamance wurden von 7—8 Jahre alten Bäumen, die mit kleinen Stichen angezapft wurden, bei zweimaliger Zapfung pro Jahr 100—150 g Kautschuk erhalten.

In dem gleichen Distrikt gaben 420 Bäume, die einen Stammumfang von 31 bis über 78 cm besaßen und nach dem Schälen bis zu einer Höhe von 2 m mit halbkreisförmigen Schnitten angezapft waren, bei 4 maliger Zapfung 32,8 kg Kautschuk, also pro Baum 78 g und pro Baum und Zapfung 19,5 g.

Die Resultate eines in Guinea ausgeführten Versuches sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt. Die Angaben beziehen sich auf eine einmalige Zapfung:

Beschaffenheit des Bodens	Alter der Bäume in Jahren	Stammumfang in cm	Höhe des angezapften Stammes in m	Ertrag an trockenem Kautschuk in g
tiefgründig	3	73	1,85	50
tiefgründig	6	100	2,30	60
steinig	2	62	2,20	42
steinig	6	108	1,80	82
steinig	7	110	2,15	75
tiefgründig	—	107	2,20	51

In Togo erhielt Gruner (I, 648) von einem 5 Jahre alten Baume mit 73 cm Stammumfang, der 5 mal bis zu 2,20 m Höhe nach der Lewamethode angezapft war, 147 g nahezu trockenen Kautschuk, also pro Zapfung 29,4 g.

Unter Anwendung des Grätenschnittes wurden ferner von Gruner (I, 589) die in den beiden nachfolgenden Tabellen zusammengestellten Erträge geerntet:

Zahl der Bäume	Durchschn. Alter der Bäume in Jahren	Zahl der Zapftage	Ertrag an trock. Kautschuk pro Baum in g	Ertrag pro Baum u. Zapfung in g
5	7	12	150,8	12,6
3	8	11	170,1	15,5
5	9½	18	215,0	11,9
3	9⅓	10	274,3	27,4

Zahl der Bäume	Alter im ersten Zapfjahr in Jahren	Stammumfang im ersten Zapfjahre in cm	Erträge in g		
			1. Jahr	2. Jahr	3. Jahr
1	4½	90	164,6	211,0	374,2
1	8½	80	139,8	213,0	261,7
1	4½	60	149,1	86,8	187,1

Im französischen Kongostaat erntete Bouyssou (I, 107) von 6 jährigen Bäumen mit ca. 60 cm Umfang durchschnittlich 125 g Kautschuk. Die Anzapfung geschah durch große Schnittsysteme

(„Kandelaberschnitt“). Das beste Resultat (175 g) wurde erhalten, wenn sukzessive mehrere Schnittsysteme gemacht wurden, von oben beginnend.

Im belgischen Kongostaat wurden nach *Bull d'Agric. du Congo Belge* (Vol. II, p. 359) in der trockenen Jahreszeit von 129 auf sandigem Boden stehenden Bäumen in 29 Tagen 58½ l Latex oder 14,87 kg trockener Kautschuk erhalten. Das gibt pro Baum 115 g und pro Baum und Zapfung 4,0 g Kautschuk.

Bei einem zweiten Versuche gaben 242 auf tonigem Boden stehende Bäume bei 10 maliger Zapfung 12,55 kg trockenen Kautschuk, also pro Baum und Zapfung 5,2 g.

Bei einem von Seret (I, 139) beschriebenen Versuche wurden 20 Bäume, deren Stammumfang 43—84 (durchschnittlich 53) cm betrug, bis zu einer Höhe von 1,35—2,1 m mit dem Grätenschnitt in vier aufeinander folgenden Zapfperioden von 10 Tagen täglich angezapft. Zwischen jeder Zapfperiode lag ein Zwischenraum von 10 Tagen. Die eine geringe Menge von Kautschuk liefernden Bäume wurden aber nicht alle Tage angezapft. Im ganzen wurden bei 534 Zapfungen aus dem aufgefangenen Saft 841 g trockener Kautschuk und außerdem 397 g Scrapkautschuk erhalten. Auf eine Zapfung kam somit im Durchschnitt aus dem Saft 1,6 und nach Zurechnung des aus den Wunden stammenden Kautschuks 2,4 g. Die vier besten Bäume, die einen Stammumfang von 84, 76, 61 und 52 cm besaßen, gaben bei 40 maliger Anzapfung aus dem aufgefangenen Milchsaft einen durchschnittlichen Ertrag von 102,16 g oder pro Baum und Zapfung 2,6 g.

Nach Visser (I, 168) wurden von 5 jährigen Bäumen innerhalb von 5 Wochen durchschnittlich 47½ g Kautschuk erhalten. Die höchste Ernte von einem 7 jährigen Baume betrug 150 g.

Bemelmans (I, 4) erhielt ferner von 2 jährigen Bäumen durch longitudinale Einschnitte 20—30 g Latex.

In Portugiesisch-Westafrika wurde nach der Gummi-Zeitung (XXVI, S. 454) *Manihot Glaziovii* versuchsweise in einer Höhe von 900 m bei geringem, aber regelmäßigem Regenfall auf verwittertem Granit mit beträchtlichem Humusgehalt angepflanzt. Von 2½ Jahre alten Bäumen wurden dort bei einer Zapfung pro Baum 32 g Kautschuk (feucht?) erhalten.

Nach dem Ausstellungsbericht von 1911 (S. 3) sollen ebenda auf einer in 500 m Meereshöhe gelegenen Pflanzung bei den ersten Zapfungen (wie vielen?) von 3½ Jahre alten Bäumen im Durchschnitt pro Baum 140 g Kautschuk erhalten sein.

In Portugiesisch-Ostafrika soll nach einer Angabe von Schlechter (vgl. Warburg, I, 91) von 7 jährigen Bäumen, die überdies nur 6 m hoch waren, der enorme Betrag von 10 Pfund Kautschuk pro Jahr erhalten sein. Nach einer späteren Mitteilung von Cardozo (I) erscheint es aber unzweifelhaft, daß obige Angabe unrichtig ist. Der letztgenannte Autor erhielt aber bei starker Anzapfung eines 8—9 jährigen Baumes, dessen Stammumfang 128 cm betrug, 360 g anscheinend feuchten Kautschuk und rechnet, da bei der Anzapfung etwa die Hälfte verloren ging und eine zweimalige Anzapfung pro Jahr möglich gewesen wäre, auf 1 kg Kautschuk pro Jahr. Der Stamm war in diesem Falle bis zu einer Höhe von 2 m durch 2—4 cm voneinander entfernte Quer- und Längsschnitte angezapft.

Nr.	Zahl der Bäume	Zahl der Zapfungen	Art der Zapfung	Biskuit-Kautschuk pro Baum	Scrap-Kautschuk pro Baum	Gesamt-Kautschuk pro Baum	Gesamt-Kautschuk pro Baum und Zapfung	Gesamt-Kautschuk pro Quadratmeter ausgeschnittener Rinde
1	5	10	Spiralsystem. 30 cm Abstand, unterer Wundrand jeden 2. Tag erneuert nur zwischen 5. und 6. Zapfung 8 Tage	53,3	36,5	89,8	8,98	5,36
2	5	6	Wie Nr. 1, aber jeden 4. Tag gezapft	68,1	42,8	110,9	18,46	11,26
3	5	6	Wie Nr. 2, aber abends gezapft, statt morgens	56,2	109,7	165,9	27,65	16,84
4	5	10	Wie Nr. 1, aber nur 25 cm Abstand	71,3	74,4	146,0	14,60	9,16
5	5	6	Wie Nr. 4, aber abends statt morgens	23,2	47,7	70,9	11,82	7,41
6	5	7	Wie Nr. 4, aber jeden 4. Tag gezapft	59,1	51,2	110,3	15,76	8,94
7	5	10	Grätenschnitt auf einer Seite des Stammes, Entfernung der transversalen Schnitte 33 cm, Wundrand jeden 2. Tag erneuert, zwischen 5. und 6. Zapfung 8 Tage	108,4	65,9	174,3	17,43	27,77
8	5	7	Grätenschnitt auf beiden Seiten des Stammes, Abstand der transversalen Schnitte 33 cm. Wundrand jeden 4. Tag erneuert	66,9	66,1	133,0	19,00	8,66
9	5	13	Grätenschnitt auf einer Seite des Stammes, Abstand der transversalen Schnitte 23 cm, Wundrand jeden 2. Tag erneuert, nach 4 Zapfungen die andere Seite des Stammes in der gleichen Weise angezapft, die zuerst angezapfte nicht mehr	83,6	58,5	142,1	10,93	9,82
10	5	7	Grätenschnitt auf beiden Seiten des Stammes, Abstand der transversalen Schnitte 23 cm. Wundrand jeden 4. Tag erneuert	36,0	24,7	60,7	8,67	4,26
11	5	9	Grätenschnitt auf beiden Seiten des Stammes, Abstand der transversalen Schnitte 33 cm, Wundrand jeden 2. Tag erneuert	52,3	47,2	99,5	11,06	6,89
12	5	6	Wie Nr. 11, aber Wundrand jeden 4. Tag erneuert	46,1	25,1	71,2	11,87	6,17
13	5	9	Wie Nr. 11, aber Abstand der transversalen Schnitte 23 cm und zwischen 5. und 6. Zapfung 8 Tage	39,9	37,7	77,6	8,63	4,96

14	5	6	Wie Nr. 13, aber Wundrand jeden 4. Tag erneuert	34,9	39,5	74,4	12,20	8,06
15	5	11	Korkschicht auf einer Seite des Stammes entfernt, Grätenschnitt, Abstand der transversalen Schnitte 33 cm, Wundrand jeden 2. Tag erneuert. Nach fünf Zapfungen die andere Seite in der gleichen Weise behandelt, die zuerst angezapfte in Ruhe gelassen	56,1	74,9	131,0	11,91	7,42
16	5	11	Wie Nr. 15, Abstand der transversalen Schnitte 23 cm	59,5	56,9	116,4	10,58	6,09
17	5	11	Korkschicht auf einer Seite des Stammes entfernt, 6 Halbringe mit „Macadams Cob-Pricker“, Abstand ca. 33 cm, jeden 2. Tag gleiche Einschnitte unmittelbar unter den vorigen, nach der 5. Zapfung die andere Seite des Stammes in der gleichen Weise behandelt, die zuerst angezapfte in Ruhe gelassen	—	147,7	147,7	13,43	—
18	5	11	Korkschicht bis zur Höhe von 2 m entfernt, 6 Ringe mit „Bowman-Nothway-Pricker“, Abstand zirka 33 cm, jeden 2. Tag gleiche Schnitte unmittelbar unter den vorigen	—	138,5	138,5	12,59	—
19	20	12	Korkschicht auf einer Seite des Baumes entfernt, am linken Rande der freigelegten grünen Rinde ein senkrechter Kanal gemacht von der Basis bis zur Höhe von 2 m. Transversale Schnitte mit 33 cm Abstand, ungefähr ein Drittel des Stammumfangs lang, unterer Wundrand der transversalen Schnitte jeden 2. Tag erneuert. Nach der 5. Zapfung Korkschicht auf der gegenüberliegenden Seite des Stammes entfernt, gleiche transversale Schnitte wie bei der ersten Serie, die aber mit diesen alternieren, angebracht, Wundrand jeden 2. Tag erneuert. Die zuerst angezapfte Seite blieb in Ruhe. Ungefähr ein Drittel des Stammumfangs wurde überhaupt nicht angezapft	51,9	26,0	77,9	6,49	9,11

Bei einem späteren Versuche erhielt Cardozo (IV) von zwei Bäumen, die über 10 Jahre alt waren, in 1 Monat bei Anzapfung in unregelmäßigen Intervallen von 1—3 Tagen, wobei nur 2 m hoch am Stamm gezapft wurde, 454 g trockenen Kautschuk. Dies gibt, wenn wir 15 Zapfungen annehmen, pro Baum und Zapfung 15,1 g.

Weitere Versuche von Cardozo wurden bereits auf S. 173 beschrieben.

Auch die von Johnson (I) in Portugiesisch-Ostafrika ausgeführten Versuche wurden bereits auf S. 169 erwähnt. Ich will an dieser Stelle nur noch die verschiedenen von ihm erhaltenen Resultate, die sich auf 7—9 Jahre alte Bäume mit einem Stammumfang von 60—113 cm (im Durchschnitt 75 cm) beziehen, in einer Tabelle zusammengestellt, wiedergeben:

In dem Nyasaland-Protectorate erhielt Purves (I) von 4 Bäumen, die 4 Jahre alt waren und einen Umfang von 50 cm besaßen, bei der Anzapfung mit 4—7½ cm langen Messerschnitten in 3 Tagen 440 g Kautschuk, also 110 g pro Baum oder 37 g pro Baum und Zapfung. Wie lange die Bäume noch weiter hätten angezapft werden können, wurde nicht untersucht. Der genannte Autor nimmt aber an, daß ein 10 Jahre alter Baum pro Jahr ½ kg trockenen Kautschuk liefern kann.

Nach Mac Call (I, 40) ertete ein Zapfer mit einem Hilfe leistenden Knaben bei Anzapfung von 45 2½ jährigen Bäumen 114 g trockenen Kautschuk. Bei einer Zapfzeit von 6 Monaten wurden pro Baum 142—170 g trockener Kautschuk geerntet.

In Britisch-Ostafrika wurden nach Smith (I, 447) von einem Arbeiter täglich 490 g feuchter Kautschuk geerntet. Er verbrauchte dabei 85 g Essigsäure, deren Kosten auf 17 Heller geschätzt werden.

In Uganda werden die Bäume nach Fyffe (II, 32) nach vorherigem Schälen teils nach der Lewamethode angezapft, teils mit dem Halbgrätenschnitt nach der Schab-Stichmethode. Bei Anwendung der letzteren lieferten 20 3 jährige Bäume mit einem durchschnittlichen Stammumfang von 48 cm, jeden zweiten Tag bis zu einer Höhe von 107 cm angezapft, in 1 Monat 1,05 kg trockenen Kautschuk, also pro Baum 52,5 und pro Baum und Zapfung 3,5 g.

In Erythraea wurden nach Baldrati (I) von 12 ca. 6 Jahre alten Bäumen bei einmaliger Zapfung pro Baum 17—90 g noch etwas feuchter Kautschuk geerntet.

4. Die Erträge der anderen Manihot-Arten.

A. *Manihot dichotoma*. In Brasilien soll nach Ule (I, 30) in den wilden Beständen die Kautschukmenge, die ein Mann pro Tag sammelt und bereitet, ein bis mehrere Kilogramm betragen. Wieviel aber der Durchschnittsertrag beträgt und ob sich die Angabe auf feuchten oder trockenen Kautschuk bezieht, wird leider nicht angegeben. Nach du Chenois (I, 349) sammelt ein Mann in den wilden Beständen täglich 3—4 kg Latex, was 1—1,35 kg Kautschuk entsprechen soll. Nach Thomson (I, 7) sollen wilde Bäume bei einmaliger Zapfung 450 g Kautschuk liefern können, im Durchschnitt sollen sie allerdings bedeutend weniger liefern.

Was nun ferner die in Brasilien plantagenmäßig angebauten Bäume anlangt, so wurden nach du Chenois (I, 358) von einem 3½ Jahr

alten Baume bei der ersten Zapfung 46 g und bei der zweiten 51 g trockener Kautschuk erhalten. 4 Jahre alte Bäume sollen pro Jahr 100—120 g trockenen Kautschuk liefern. Ule (I, 46) schätzt die Erträge pro Baum und Jahr auf wenigstens 100 g. Er nimmt eine dreimalige Anzapfung mit einem Ertrag von 30—50 g an. Es gäbe dies bei der von Ule angenommenen Pflanzweite von $2/2$ m einen Ertrag von mindestens 250 kg pro Hektar.

Nach Thomson (I, 6) soll ein Hektar mit 3000 Bäumen vom 5. Jahre an jährlich 672 kg Kautschuk liefern, also pro Baum 224 g. Mindestens das gleiche Quantum soll auch lange Zeit hindurch jährlich zu erwarten sein.

Nach einer im Kew. Bull. (1908, p. 61) abgedruckten Mitteilung von Rowe wurde von 3 jährigen Bäumen durchschnittlich 200 g trockener Kautschuk gewonnen. Obwohl dies nicht ausdrücklich angegeben, handelt es sich wohl um Jahreserträge.

Nach Railton (I) soll man bei gut gepflegten 6 jährigen Bäumen auf einen Jahresertrag von mindestens 113 g rechnen können.

Nach *The trop. Agricult.* (1910, p. 568) sollen 3 Jahre alte Bäume 340 g trockenen Kautschuk geben.

Bahiana (vgl. Cardozo I) ließ 9 Mann innerhalb 16 Tagen 200 Bäume, teils täglich, teils ein um den anderen Tag anzapfen und erhielt so im ganzen 7,122 kg oder pro Baum 35,62 g Kautschuk. Ein Mann erntete somit an einem Tage durchschnittlich nur 49,5 g. Die Erträge sollen übrigens nach Angabe des genannten Autors bei den verschiedenen Bäumen sehr verschieden groß sein, speziell sollen die Bäume mit weißlicher Rinde mehr Kautschuk liefern als die mit dunkler Rinde. Von einem anscheinend besonders günstigen Baume erhielt er bei 22 maligem Anzapfen innerhalb eines Monats 92 g Kautschuk (feucht?); er nimmt aber an, daß man innerhalb eines Monats bis zu 150 g von einem Baum würde ernten können und daß die Bäume dreimal pro Jahr in dieser Zeise angezapft werden können. Inwieweit diese Angabe der Wirklichkeit entspricht, wäre aber doch wohl noch zu untersuchen.

Auf Ceylon erhielt Lock (I) bei Anzapfung 12 2 jähriger Bäume bei 10 maliger Zapfung 47,34 g trockenen Kautschuk aus Milchsaft und 25,35 g Scrapkautschuk, also durchschnittlich 0,61 g Kautschuk pro Baum und Zapfung (0,39 g aus Latex). Der Ertrag pro Baum schwankte bei den 10 Zapfungen zwischen 0,77 und 8,41 g Kautschuk. Lock hält somit auch speziell für *Manihot dichotoma* Zuchtwahl für besonders wünschenswert.

In Angola würden nach der Gummi-Zeitung (Bd. XXVI, S. 1291) von 2 jährigen Bäumen bei der ersten Anzapfung durchschnittlich 35 g Kautschuk erhalten. Es wird aber nicht angegeben, wie und wie oft dieselben gezapft wurden.

In Amani erhielt ich von 130 5 jährigen Bäumen, die einen Stammumfang von durchschnittlich 38 cm besaßen und innerhalb von 3 Monaten 14 mal nach der Lewa-Längsstreifenmethode angezapft waren, 5026 g feuchten Kautschuk, also pro Baum 38,6 und pro Baum und Zapfung 2,8 g, was 1,5 g reinem trockenem Kautschuk entspricht.

B. *Manihot piauhyensis*. Bei den wildwachsenden Beständen schwankt nach Ule (I, 31) der Ertrag von einem Baume bei einmaliger Zapfung meist zwischen 10 und 100 g. Ule selbst beobachtete aber auch

Erträge von bis zu 150 g; es sollen aber auch solche von bis zu 1 kg vorkommen. Ein Arbeiter soll pro Tag 2—3 kg Kautschuk zapfen können, in der Woche im Durchschnitt 10 kg, während ganz fleißige über 20 kg zusammenbringen; ob hierbei feuchter oder trockener Kautschuk gemeint ist, wird leider nicht angegeben. Der jährliche Ertrag eines sehr guten Baumes wird auf 5 kg berechnet. Solche Erträge sollen aber zu den größten Ausnahmen gehören.

Bei den plantagenmäßig gezogenen Bäumen kann man nach Ule (I, 47) 3 Jahre nach dem Auspflanzen mit dem Anzapfen beginnen. Nach einer ihm überlassenen Abrechnung wurde auf einer derartigen Pflanzung durchschnittlich pro Arbeitstag 1,367 kg Kautschuk geerntet. Es ist hierbei noch zu berücksichtigen, daß sich unter den Arbeitern auch Frauen und Kinder befanden und daß die Pflanzung eine noch ganz neue war. Die auf den Plantagen gesammelten kleinen Kautschukfladen, die immer das Ergebnis einer einmaligen Anzapfung eines Baumes sind, wogen im Durchschnitt 25 und selbst 50 g. Wenn man nun die Bäume wirklich im Jahre mit dem gleichen Ergebnis 100 mal anzapfen kann, wie dies behauptet wird, so würde man allerdings auf sehr bedeutende Erträge pro Baum kommen: 2,5—5 kg. Nach Ule (I, 48) soll man aber der Wirklichkeit näher kommen, wenn man den Jahresertrag pro Baum auf 400 g ansetzt. Es würde dies immerhin für einen Hektar mit 2500 Bäumen noch einen Ertrag von einer Tonne Kautschuk ergeben.

Noch weit höhere Erträge werden für *Manihot piauhyensis* von Labroy (II) angegeben: Bei einem Versuche sollen 200 3jährige Bäume bei einmaliger Zapfung 35,83 kg trockenen Kautschuk geliefert haben, das gäbe pro Baum und Zapfung 179 g.

Erheblich geringere Erträge werden dagegen nach de Souza (vgl. Labroy I, 70) erhalten. Dieser Pflanzler gibt den Ertrag von 3jährigen Bäumen auf 25 g trockenen Kautschuk an, den von 7jährigen auf 120 g. Rechnet man nun mit de Souza nur 1800 Bäume auf den Hektar, so würde man selbst von 7jährigen Bäumen nur 216 kg trockenen Kautschuk pro Hektar ernten können.

In Amani wurden von $2\frac{1}{4}$ Jahre alten Bäumen ganz minimale Kautschukmengen erhalten.

C. *Manihot heptaphylla*. Über die Ertragsfähigkeit von *Manihot heptaphylla* gibt Ule (I, 33) nur an, daß ein Baum pro Jahr ca. 1 kg Kautschuk liefern soll.

XXI. Die anderweitige Verwendung der Kautschukbäume.

1. Die Samen. Nach den Untersuchungen von Fendler und Kuhn (I) beträgt bei den Samen von *Manihot Glaziovii* die Menge der harten Samenschale 74,5%, die der eingeschlossenen weichen Kerne 25,5% von der Gesamtmenge der Samen. In den ganzen Samen wurde 9,94%, in den Kernen allein 35,20% fettes Öl gefunden, das seinen chemischen Eigenschaften nach in erster Linie für die Seifenfabrikation in Frage kommen könnte.

Nach Peckolt (I, 32) enthalten die Kerne:

Wasser	19,064%
Fettes Öl	29,922%
Harzsäure	3,134%
Stärke	2,21 %
Eiweißstoffe	3,39 %
Extrakt usw.	5,514%
Asche	5,454%

Da nun aber eine Trennung von Kernen und Samenschale im großen nicht ausführbar sein dürfte, würde die Gewinnung des Öles aus den Samen wohl schwerlich rentabel sein. Eher könnten dieselben als Viehfutter in Frage kommen. So wird auch von Smith (I, 437) angegeben, daß die vermahlene Kerne ein gutes Viehfutter liefern, das vielleicht dem Baumwollsaatmehl überlegen ist. Das gleiche wird in einem in der *Revue d. cult. col.* (XIV, 15) abgedruckten Referat angegeben. Es ist hierbei aber doch wohl einige Vorsicht geboten, da nach den Untersuchungen von van Romburgh (I, 102) außer Blättern, Blüten und Wurzelrinde auch die Früchte von *Manihot Glaziovii* Blausäure und Aceton enthalten. Sehr giftig können übrigens die Blätter nicht sein, sie werden wenigstens in unserer Kolonie von Ziegen und Maultieren vielfach gefressen, ohne daß bisher eine schädliche Wirkung derselben nachgewiesen wäre. Auch de Wildeman (II) gibt an, daß im Kongostaat Elefanten häufig große Mengen von den Blättern verzehren.

Die bedeutend größeren Samen von *Manihot dichotoma*, deren Zusammensetzung bisher noch nicht untersucht zu sein scheint, sollen nach Ule (I, 54) in Brasilien infolge ihres Ölgehaltes einen hohen Handelswert besitzen. Das Öl soll dort im Lande selbst als Ersatz für Leinöl verwandt werden und es soll dort 1 kg Samen mit 2,50 M. bezahlt werden. Da nun aber der Handelswert von Leinöl in Deutschland ca. 0,45 M. pro Kilogramm beträgt, ist wohl anzunehmen, daß obige Angabe auf einem Irrtum beruht. Jedenfalls ist kaum daran zu denken, daß in Europa auch nur ein um das 10fache geringerer Preis für die Samen bezahlt werden würde.

2. Die Knollen. Daß die Bäume von *Manihot Glaziovii* ebenso wie der zu der gleichen Gattung gehörige *Maniok* (*Manihot utilissima*), an ihren Wurzeln knollenartige Verdickungen besitzen, wurde bereit S. 6 erwähnt. Diese Knollen scheinen aber allgemein bedeutend weniger Stärke zu enthalten als die *Maniok*-Knollen. Peekolt (I, 31) fand in der Knolle eines Baumes mit 11 cm Stammumfang folgende Stoffe:

Wasser	79,577%
Asche	3,52 %
Eiweiß	0,648%
Glukose	2,16 %
Stärkemehl	3,123%
Extrakt	3,947%

In Brasilien sollen die Knollen aber trotzdem nach Furniss (I) bei lange andauernder Trockenheit zur *Maniok*-Bereitung benutzt werden. Nach Angabe des genannten Autors sollen sie aber nicht nur ein weniger nahrhaftes Produkt liefern, sondern auch von den darin enthaltenen giftigen Stoffen weniger leicht zu befreien sein als

die echten *Maniok*-Knollen. Auch d'Almeida (I, 19) gibt an, daß die Wurzelknollen giftig sind. Die aus ihnen nach verschiedenen Manipulationen erhaltene Stärke soll aber von den Eingeborenen gegessen werden.

3. Die Blüten als Bienenfutter. Nach Vosseler (III) werden die Blüten von *Manihot Glaziovii* von Bienen gern besucht. Der aus diesen gewonnene Honig soll aber einen bitteren Beigeschmack besitzen und infolgedessen fast wertlos sein. Vosseler empfiehlt demnach, die Bienen zur Wachsgewinnung in den Bäumen anzusiedeln. Es erscheint mir dies jedoch einigermaßen bedenklich, da die älteren *Manihot*-Bäume doch nur zu gewissen Jahreszeiten blühen und die Zapfarbeiten leicht durch Anwesenheit zahlreicher Bienenschwärme gestört werden könnten.

4. Das Holz. Das Holz der verschiedenen *Manihot*-Arten ist sehr weich und wird von Termiten schnell angegriffen. Auch als Brennholz ist es seiner geringen Heizkraft wegen nicht zu verwenden.

Umrechnungstabelle für die Kautschukpreise von Schilling und Pence
pro englisches Pfund in Mark und Pfennig pro Kilo.

	1 sh	2 sh	3 sh	4 sh	5 sh	6 sh	7 sh	8 sh	9 sh
$\frac{1}{4}$ d	2,25	4,50	6,75	9,—	11,25	13,50	15,75	18,—	20,25
$\frac{1}{2}$ d	2,30	4,55	6,80	9,05	11,30	13,55	15,80	18,05	20,30
$\frac{3}{4}$ d	2,34	4,60	6,84	9,09	11,34	13,60	15,84	18,09	20,34
1 d	2,39	4,64	6,89	9,14	11,39	13,64	15,89	18,14	20,39
1 $\frac{1}{4}$ d	2,44	4,69	6,94	9,19	11,44	13,69	15,94	18,19	20,44
1 $\frac{1}{2}$ d	2,49	4,74	6,98	9,23	11,48	13,74	15,98	18,23	20,48
1 $\frac{3}{4}$ d	2,53	4,78	7,03	9,28	11,53	13,78	16,03	18,28	20,53
2 d	2,58	4,83	7,08	9,33	11,58	13,83	16,08	18,33	20,58
2 $\frac{1}{4}$ d	2,63	4,87	7,12	9,37	11,62	13,87	16,12	18,37	20,62
2 $\frac{1}{2}$ d	2,67	4,92	7,17	9,42	11,67	13,92	16,17	18,42	20,67
2 $\frac{3}{4}$ d	2,72	4,97	7,22	9,47	11,72	13,97	16,22	18,47	20,72
3 d	2,77	5,02	7,26	9,51	11,76	14,02	16,26	18,51	20,76
3 $\frac{1}{4}$ d	2,81	5,06	7,31	9,56	11,81	14,06	16,31	18,56	20,81
3 $\frac{1}{2}$ d	2,86	5,11	7,36	9,61	11,86	14,11	16,36	18,61	20,86
3 $\frac{3}{4}$ d	2,91	5,16	7,41	9,65	11,90	14,16	16,41	18,65	20,90
4 d	2,95	5,20	7,45	9,70	11,95	14,20	16,45	18,70	20,95
4 $\frac{1}{4}$ d	3,—	5,25	7,50	9,75	12,—	14,25	16,50	18,75	21,—
4 $\frac{1}{2}$ d	3,05	5,30	7,55	9,80	12,04	14,30	16,55	18,80	21,04
4 $\frac{3}{4}$ d	3,10	5,34	7,59	9,84	12,09	14,34	16,59	18,84	21,09
5 d	3,14	5,39	7,64	9,89	12,14	14,39	16,64	18,89	21,14
5 $\frac{1}{4}$ d	3,19	5,44	7,69	9,94	12,19	14,44	16,69	18,94	21,19
5 $\frac{1}{2}$ d	3,24	5,49	7,73	9,98	12,23	14,49	16,73	18,98	21,23
5 $\frac{3}{4}$ d	3,28	5,53	7,78	10,03	12,28	14,53	16,78	19,03	21,28
6 d	3,33	5,58	7,83	10,08	12,33	14,58	16,83	19,08	21,33
6 $\frac{1}{4}$ d	3,38	5,62	7,87	10,12	12,37	14,62	16,87	19,12	21,37
6 $\frac{1}{2}$ d	3,42	5,67	7,92	10,17	12,42	14,67	16,92	19,17	21,42
6 $\frac{3}{4}$ d	3,47	5,72	7,97	10,22	12,47	14,72	16,97	19,22	21,47
7 d	3,52	5,77	8,01	10,26	12,51	14,77	17,01	19,26	21,51
7 $\frac{1}{4}$ d	3,56	5,81	8,06	10,31	12,56	14,81	17,06	19,31	21,56
7 $\frac{1}{2}$ d	3,61	5,86	8,11	10,36	12,61	14,86	17,11	19,36	21,61
7 $\frac{3}{4}$ d	3,66	5,91	8,15	10,40	12,65	14,91	17,15	19,40	21,65
8 d	3,70	5,95	8,20	10,45	12,70	14,95	17,20	19,45	21,70
8 $\frac{1}{4}$ d	3,75	6,—	8,25	10,50	12,75	15,—	17,25	19,50	21,75
8 $\frac{1}{2}$ d	3,80	6,05	8,30	10,55	12,79	15,05	17,30	19,55	21,79
8 $\frac{3}{4}$ d	3,85	6,09	8,34	10,59	12,84	15,09	17,34	19,59	21,84
9 d	3,89	6,14	8,39	10,64	12,89	15,14	17,39	19,64	21,89
9 $\frac{1}{4}$ d	3,94	6,19	8,44	10,68	12,93	15,19	17,44	19,68	21,93
9 $\frac{1}{2}$ d	3,99	6,23	8,48	10,73	12,98	15,23	17,48	19,73	21,98
9 $\frac{3}{4}$ d	4,03	6,28	8,53	10,78	13,03	15,28	17,53	19,78	22,03
10 d	4,08	6,33	8,58	10,83	13,07	15,33	17,58	19,83	22,07
10 $\frac{1}{4}$ d	4,12	6,37	8,62	10,87	13,12	15,37	17,62	19,87	22,12
10 $\frac{1}{2}$ d	4,17	6,42	8,67	10,92	13,17	15,42	17,67	19,92	22,17
10 $\frac{3}{4}$ d	4,22	6,47	8,72	10,97	13,22	15,47	17,72	19,97	22,22
11 d	4,27	6,52	8,76	11,01	13,26	15,52	17,76	20,01	22,26
11 $\frac{1}{4}$ d	4,31	6,56	8,81	11,06	13,31	15,56	17,81	20,06	22,31
11 $\frac{1}{2}$ d	4,36	6,61	8,86	11,11	13,36	15,61	17,86	20,11	22,36
11 $\frac{3}{4}$ d	4,41	6,66	8,90	11,15	13,40	15,66	17,90	20,15	22,40
12 d	4,45	6,70	8,95	11,20	13,45	15,70	17,95	20,20	22,45

Literaturverzeichnis.

- Ahrens, F., I. Ein Beitrag zur Kenntnis der Kautschuklösungen. (Chemiker-Ztg., 1910, S. 266.)
II. Ein Beitrag zur Kenntnis der kolloidalen Natur des Kautschuks. (Ibid. 1912, S. 505.)
- Alexander, P., I. Die Nitrosite des Kautschuks und deren Verwendung für die Analyse von Rohkautschuken und Kautschukwaren. (Zeitschr. f. angew. Chemie, 1907, Bd. XX, S. 1355.)
II. Die Nitrosite des Kautschuks und deren Verwendung für die Analyse. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, II, S. 1145.)
- Alexander, P. und Bing, K., I. Über die Gewinnung von Kautschuk aus getrockneten Kautschukpflanzen. (Tropenpfl., 1908, S. 57.)
- d'Almeida, L. F., I. De l'exploitation du caoutchouc au Brésil. Bruxelles, 1900.
- Arens, P., I. Bijdrage tot de kennis der melksapvaten van Hevea brasiliensis en Manihot Glaziovii. (Cultuurgids. 1911, II, p. 49.)
II. Over het anatomie van den bast van Hevea brasiliensis en Manihot Glaziovii in verband met het tappen. (Mededeel. v. h. Proefstation Malang, Nr. 1, p. 3.)
III. Karmijnroode vlekken op Ceararubber. (Ibid. Nr. 2, p. 10.)
- Aulmann, Dr. Gg., I. Schädlinge an Kulturpflanzen in deutschen Kolonien. (Mitt. aus dem Zool. Mus. in Berlin, 1911, Bd. V, Heft 2, S. 261 u. 422.)
- Axelrod, S., I. Über Löslichkeit verschiedener Kautschuksorten in Benzin. (Gummi-Ztg., Bd. XIX, S. 1053 u. Bd. XX, S. 1051.)
- Bahiana, J., I. Le Maniçoba de Bahia. (Journ. d'Agricult. trop., 1904, Tome IV, p. 173.)
- Baldrati, J., I. Il Manihot Glaziovii in Eritrea. (L'Agricoltura coloniale, 1912, p. 209.)
- Bary, P., I. The Molecular Weight of Caoutchouc. (The India Rubber Journal, 1912, Vol. XLIII, p. 18.)
- Beadle, C. und Stevens, H. P., I. Rohkautschuk und seine Bewertung. (Gummi-Ztg., 1911, Bd. XXV, S. 1882.)
II. A Method for determining the amount of insoluble particles in raw rubber. (Sp. Abdr. v. The Analyst, Jan. 1912.)
III. Die sogenannte „Nervigkeit“ des Kautschuks. (Gummi-Ztg., Bd. 22, S. 633.)
IV. Raw Rubber Testing. (The Rubber Industry, 1911, p. 265.)
V. Acidity of Raw Rubbers. (The India Rubber Journal, Vol. XLI, p. 15.)
VI. Der sog. „unlösliche“ Bestandteil des Kautschuks und sein Einfluß auf die Qualität desselben. (Kolloid-Zeitschr., 1912, Bd. XI, S. 61.)
- Bemelmans, G., I. Une plantation de caoutchoutiers au Congo. (Revue d. cult. col., 1903, Tome XII, p. 1.)
- Berkhout, A. H. und Greshof, M., I. Indische Cultuur-Almanak 1909.
- Bernard, Ch., I. Quelques remarques à propos du rôle physiologique du latex. (Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg, Suppl. III, p. 235.)
- Bertrand, G., I. Das Klebrigwerden des Kautschuks. (Ref. Gummi-Ztg., Bd. XX, S. 1018.)
- Biffen, R. H., I. Coagulation of Latex. (Ref. Botan. Jahresb., 1898, Bd. II, S. 165.)
- Borroman, A. T., I. Viscosity of Hevea Latex at various Dilutions. (The Rubber Industry, 1911, p. 243.)
- Bourdarie, P., I. La culture des plantes à caoutchouc. (Revue d. cult. col., 1899, Tome IV, p. 237.)
- Bouyssou, J., I. Le Manihot Glaziovii. (Ibid. 1898, Tome III, p. 104.)
- Brindejong, M. G., I. Über die Veränderungen des natürlichen Kautschuks. (Ref. Zeitschr. f. angew. Chemie, Bd. XXI, S. 1008.)

- Brooks, B., J. I. The occurrence of red patches on crêpe rubber. (Agric. Bull. of the Straits, 1911, p. 16.)
- Budde, Th., I. Zur Bestimmung des Kautschuks als Tetrabromid. (Gummi-Ztg., Bd. XXIV, S. 4.)
- II. Zur Bestimmung des Kautschuks als Tetrabromid. (Ibid., Bd. XXV, I., S. 269.)
- Busse, Kurt, I. Kautschukkultur in Deli. (Tropenpfl., 1906, S. 207.)
- Cameron, I. Rubber yielding plants. (The tropic. Agricult., 1903, Vol. XXIII, p. 247.)
- II. Rubber in Mysore. (Agric. Bull. of the Straits, Vol. II, 1903, p. 283.)
- III. Le caoutchouc de Céara au Mysore. (Journ. d'Agric., trop. 1904, p. 272.)
- Cardozo, A., I. Le rendement du Manihot Glaziovii à Inhambane. (Ibid. 1902, Tome II, p. 7.)
- II. La culture du Maniçoba dans l'état de Rio. (Ibid. 1904, p. 371.)
- III. Sur le limage des graines de Maniçoba. (Ibid. 1905, p. 154.)
- IV. Le caoutchoutier de Céara à Inhambane. (Ibid. 1904, p. 38.)
- V. Bons et mauvais Céaras. (Ibid., p. 88.)
- VI. Observations sur la culture, l'exploitation et le rendement du Maniçoba. (Ibid. 1908, p. 163.)
- VII. Le Maniçoba de Bahia. (Ibid. 1904, p. 173.)
- Cayla, V., I. Vorläufige Untersuchungen über oxydierende Enzyme in Milch-säften. (Ref. Gummi-Ztg., 1908, Bd. XXII, S. 1376.)
- Chapel, E., I. Le Caoutchouc et la Guttapercha. Paris, 1892.
- Chenoy, L. M. du, I. Observations sur le Maniçoba de Jéquié. (Journ. d'Agric. trop., 1908, p. 357.)
- Chevalier, A., I. Un nouveau Manihot à caoutchouc. (Ibid. 1907, p. 356.)
- II. A propos du „Manihot Teissonnieri A. Chev“. (Ibid. 1908, p. 110.)
- Christy, C., I. The African Rubber Industry and Funtumia elastica. London, 1911.
- Clarkson, W., I. Extracting Latex from trees. (The India Rubber Journal, 1912, p. 188.)
- Clouth, F., I. Über die Kautschukkultur in Ceylon. (Gummi-Ztg., Bd. XVIII, S. 751.)
- Coast-Planter, I. Ceara Rubber in British East Afrika. (The India Rubber Journal, Vol. XLI, p. 21.)
- Cotes, E. C., I. A conspectus of the insects which affect crops in India. (Indian Museum Notes, Vol. II, p. 145.)
- Crossley, W., I. Acetic acid coagulation on Plantations. (The India Rubber Journ., 1911, p. 1205.)
- Davy, E. W., I. Report of the Agriculturist. (Nyasaland-Protectorate, Ann. Rep. on the Dep. of Agric., 1911, p. 19.)
- Dernburg, I. Drei Sätze zur praktischen Würdigung. (Jahrb. d. D. Landw. Ges. 1912, Kolon.-Abt., S. 25.)
- Ditmar, R., I. Die Analyse des Kautschuks, der Guttapercha, Balata und ihrer Zusätze. Wien-Leipzig 1909.
- II. Zur Chemie des Kautschuks. (Chemiker-Ztg., 1905, S. 175.)
- Dudgeon, G. C., I. The Agricultural and Forest Products of British-West-Africa. London, 1911.
- Dybowski, J., I. Mission en Guinée française. (L'Agric. pr. d. p. ch., 1904, Tome IV, p. 261.)
- Eduardoff, F., I. Über Kautschukuntersuchungen in Amani. (Gummi-Ztg., Bd. XXII, S. 387.)
- Eichelbaum, F., I. Beiträge zur Kenntnis der Pilzflora des Usambaragebirges. (Sep. Abdr. a. d. Verhandl. des Nat. Vereins in Hamburg 1906, 3. Folge, Bd. XIV.)
- Eichinger, A. und Zimmermann, A. I., Über die Düngung von Manihot Glaziovii mit Chilisalpeter. (Pflanzer, 1913.)
- Esch, W. und Chwolles, A., I. Beitrag zur Frage der Präexistenz des Kautschuks im Latex. (Gummi-Ztg., 1904, Bd. XIX, S. 165.)
- Etherington, J., I. La Culture du Manihot. (Revue internationale des Industries du Caoutchouc, 1911, p. 377.)
- Evans, I. Le Caoutchouc à la Gold Coast. (Journ. d'Agric. trop., 1908, p. 127.)
- Fendler, G., I. Über die Untersuchung des Rohkautschuks. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, I, S. 311.)
- Fendler, G. und Kuhn, O., I. Über das fette Öl der Samen von Manihot Glaziovii. (Ber. d. D. pharm. Ges., Bd. XV, S. 426. Ref. Chem. Zentralbl., 1906, Bd. I, S. 768.)

- II. Neue Studien über Kautschuk und Kautschukuntersuchung. (Gummi-Ztg., Bd. XXII, S. 132.)
- Fickendey, E., I. Zur Erklärung des Wundreflexes bei der Kautschukgewinnung. (Kolloid-Zeitschr., 1911, Bd. VIII, S. 157.)
- II. Die Verhütung des Klebrigwerdens von Rohkautschuk. (Ibid. 1911, Bd. IX, S. 81.)
- III. Die sogenannte Koagulation des Kautschuks. (Ibid. 1911, Bd. VIII, S. 43.)
- IV. Zur Kenntnis des Milchsaftes von *Kickxia africana*. (Tropenpfl., 1909, S. 203.)
- V. Über die Bedeutung der Milchgefäße im Wasserhaushalt der Pflanzen. (Ibid. 1910, S. 431.)
- Fol, J. G., I. Über die Beziehung zwischen der Harzmenge und der Viskosität von Kautschuklösungen. (Gummi-Ztg., Bd. XXVII, S. 247.)
- Frank, F., I. Vorschläge zur einheitlichen Ausführung vergleichender Vorarbeiten zur Kautschukwertbestimmung für das International Rubber Testing Committee. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, II, S. 990.)
- II. Beitrag zur Klärung der Frage der Ursache des Klebrigwerdens von Rohgummi. (Pflanzer, 1909, S. 177.)
- III. Tackiness in rubber. (The India Rubber Journal, Vol. XLI, p. 1237.)
- IV. Technische Gewinnung von Kautschuk aus der Kautschukmilch. (Sep.-Abdr. aus Kunststoffe, 1912.)
- V. Von der Rohkautschukaufbereitung. (Sep.-Abdr. aus: Die chemische Industrie, 1912, Bd. XXXV, Nr. 11.)
- Frank, F. und Gnaedinger, I. Über *Kickxia*-Kautschuke. (Gummi-Ztg., Bd. XXIII, S. 840.)
- Frank, F. und Marckwald, E., I. Über ostafrikanische Plantagenkautschuke. (Pflanzer, 1910, S. 257.)
- II. Über *Kickxia*-Kautschuke. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, I, S. 877.)
- III. Das Leimigwerden des Rohgummis. (Kolloid-Zeitschr., Bd. V, S. 189.)
- IV. Über ostafrikanische Plantagenkautschuke, II. (Gummi-Ztg., Jahrg. 26., S. 1666.)
- Furniss, I. Discovery of *Maniçoba* rubber Forests. (Jamaica, Bull. of the Departm. of Agric., Vol. III, 1905, p. 72.)
- II. *Céara* en Plaques. (Journ. d'Agric. trop. 1906, p. 93.)
- Fyffe, R., I. Experiment with tapping *Céara* Rubber trees. (The Gazette for Zanzibar 1910, Nr. 964, p. 11.)
- II. Rubber in Uganda. (The India Rubber Journal, 1911, p. 31.)
- Gardner, H. C. T., I. On the Physical Constitution of Caoutchouc Bearing Latexes and the Relation of the so-called „Coagulation“ thereto. (The Rubber Industry, 1911, p. 225.)
- Gerth, O., I. Wildschweinvergiftung im Bezirk Rufiyi. (Pflanzer, 1906, S. 157.)
- Giovetti, C., I. Echec cultural des *Maniçobas* de Bahia et de Piahy dans l'Afrique occidentale portugaise. (Journ. d'Agric. trop., 1911, p. 27.)
- Gorter, K., I. Over het pekkigworden van rubber. (Departm. v. Landb., Nijverh. en Handel. Mededeel. over rubber, 1911, Nr. 1, Buitenzorg.)
- II. Verdere gegevens over het pekkigworden. (Ibid. 1912, Nr. 2.)
- III. Over het pekkigworden van rubber. (Teysmannia, 1911, p. 530.)
- Gottlob, O., I. Die Einwirkung der salpetrigen Säure auf Kautschukarten. (Zeitschrift f. angew. Chemie, 1907, Bd. XX, S. 2213.)
- II. Die Nitrosite des Kautschuks und deren Verwendung für die Analyse. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, II, S. 1561.)
- III. Über Ozonide aus afrikanischen Kautschukarten. (Ibid., Bd. XXII, S. 305.)
- Gow, Wilson und Stanton, I. Über Kautschukaufbereitung. (Gummi-Ztg., Bd. XXVI, S. 900.)
- II. The Need of Machinery on Rubber Estates. (Tropical Life, 1912, p. 13.)
- Granger, H. G., I. *Céara*-Kautschukpflanzungen in Kolumbien. (India Rubber World, 1906, p. 112. Ref. Chem-Ztg., 1906, Rep., p. 39.)
- Green, E. E., I. The *Coccidae* of Ceylon. London, 1896.
- Green, J.R., I. Proteinstoffen im Milchsaft der Pflanzen. (Ref. Botan. Jahresh., 1886, S. 250.)
- Gruber, K., I. Über einige auf den Kautschukpflanzungen Barikiwa-Liwale bei dem Anbau von *Manihot Glaziovii* gemachte Erfahrungen. (Ber. über Land-u. Forstw. in Deutsch-Ostafrika, Bd. II, S. 121.)
- Gruner, I. Zapfversuche an Kautschukbäumen in Misahöhe (Togo) und Vergleich mit den Ergebnissen anderer Versuche. (Tropenpfl., 1910, S. 587.)
- Haberlandt, G., I. Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig, 1904.

- Harries, C., I. Über Abbau und Konstitution des Parakautschuks. (Ber. d. D. Chem. Ges. 1905, S. 1195.)
- II. Zur Kenntnis der Kautschukarten. (Ibid. S. 3842.)
- III. Über den gegenwärtigen Stand der Chemie des Kautschuks. (Gummi-Ztg., 1910, Bd. XXIV, S. 850.)
- IV. Über Kautschuk. (Zeitschr. f. angew. Chemie, 1907, Bd. XX, S. 1265.)
- V. Zur Kenntnis der Kautschukarten, III. (Ibid. Bd. XXXVI, II, S. 1937.)
- VI. Zur Chemie des Parakautschuks. (Ibid., Bd. XXXV, III, S. 3256.)
- VII. Über Kohlenwasserstoffe der Butadienreihe und über einige aus ihnen darstellbare künstliche Kautschukarten. (Ann. d. Chemie, Bd. CCLXXXIII, S. 157.)
- VIII. Über künstlichen Kautschuk. (Zeitschr. f. angew. Chemie, 1912, S. 1457.)
- Harris, W., I. Maniçoba Rubber. (Bull. of the Departm. of Agric. Jamaica, 1909, Vol. I, p. 49.)
- Harrison, J. B. und Stockdale, F. A., I. Rubber and Balata in British Guiana 1911.
- Hart, J. H., I. La nature de la coagulation du caoutchouc. (Rev. d. cult. col., 1901, Tome VIII, p. 81.)
- II. Coagulation of rubber. (Ref. Botan. Jahresb., 1898, Bd. II, S. 165.)
- Henri, V., I. Coagulation du latex de caoutchouc et propriétés élastiques du caoutchouc pur. (Comptes rendus h. d. sc. de l'Acad. des sc., 1907, Tome CXLIV, p. 431.)
- II. Studies on the Latex of Rubber-Producing Plants. (Lectures on India Rubber, 1909, p. 203.)
- III. Einwirkung ultravioletter Strahlen auf Kautschuk. (Le Caoutchouc et la Guttapercha, 1910, p. 4371. Ref. Gummi-Ztg., Bd. XXV, S. 118.)
- Henriques, R., I. Der Kautschuk und seine Quellen. Dresden, 1899.
- Henry, Y., I. Le caoutchouc dans l'Afrique occidentale Française. Paris, 1907.
- Herbert, F., I. Manuel de culture pratique et commerciale du caoutchouc. Paris, Desforges.
- Herbst, E., I. Über die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes auf den Parakautschuk. (Ber. d. D. chem. Ges., 1906, Bd. XXXIX, I, S. 523.)
- Hinrichsen, F. W., I. Theory of Vulcanisation. (The Rubber Industry, 1911, p. 306.)
- Hinrichsen, F. W. und Kindscher, E., I. Zur Kenntnis der Molekulargröße des Kautschuks im Latex. (Mitt. aus. d. Kgl. Materialprüfungsamt, 1911, Heft II, S. 110.)
- II. Zur Theorie der Kaltvulkanisation des Kautschuks. (Kolloid-Zeitschr., Bd. VI, S. 202.)
- III. Zur unmittelbaren Bestimmung des Kautschuks als Tetrabromid. (Chemiker-Ztg., 1911, S. 329.)
- Hinrichsen, F. W. und Marcussou, J., I. Zur Kenntnis der Kautschukharze, II. (Zeitschr. f. angew. Chemie, Bd. XXIV, S. 725.)
- Hinrichsen, F. W. und Memmler, K., I. Der Kautschuk und seine Prüfung. Leipzig, 1910.
- Hoffmann, P., I. Maschinen zur Gewinnung und Verarbeitung von Kautschuk. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, II, S. 1757.)
- Hofmann, F., I. Der synthetische Kautschuk. (Zeitschr. f. angew. Chemie, 1912, S. 1462.)
- Holloway, F., I. Ceara Rubber in Ceylon. (The tropic. Agricult., Vol. XXIV, p. 701.)
- Hooper, D., I. Ceara Rubber. (Agric. Bull. of the Straits, Vol. II, 1903 p. 329.)
- Hopeful, I. Manihot Rubbers on the Nilgiris. (The trop. Agric., 1910, Vol. XXXIV, p. 573.)
- Huber, J., I. La Maniçoba. (Rev. d. cult. col., 1889, Tome IV, p. 181.)
- Jaski, K. C., I. Een paar opmerkingen naar aanleiding van het artikel: „De Maniçobas“ door W. (Teysmannia, 1909, p. 582.)
- Johnson, W. H., I. Ceara rubber in Portuguese East Africa. (Bull. of the Imp. Institute, 1907, p. 401.)
- Jong, A. W. K. de, I. Der Milchsafte von Castilloa elastica. (Ber. d. D. chem. Ges., 1904, Bd. IV, S. 4398.)
- Jong, A. W. K. de und Tromp de Haas, I. Über die Ursache der Koagulation des Milchsafte von Castilloa elastica. (Ber. d. D. chem. Ges., 1904, Bd. III, S. 3301.)
- II. Die Milch der Castilloa elastica. (Ibid. S. 3298.)

- Jumelle, H., I. Les plantes à caoutchouc et à gutta. Paris, 1903.
- Kelway-Bamber, I. The Industry in Ceylon. (The India Rubber Journal, 1911, p. 53.)
- II. Notes on the Planting and Production of Rubber in Ceylon. (The Rubber Industry, 1911, p. 120.)
- III. Tackines. (Lectures on India Rubber, 1909, p. 201.)
- IV. Einige Ratschläge für Gummiplanzer. (Gummi-Ztg., Bd. XXII, S. 1253.)
- Kinzelbach, C., I. Über die Verwendbarkeit der Früchte des Affenbrotbaumes. (Der Pflanze, 1909, S. 168.)
- Kinzelbach, C. und Zimmermann, A., I. Die Koagulation des Milchsafte von Manihot Glaziovii durch Sisalsaft, Purub, wilde Zitronen und angesäuerte Karbolsäure. (Ibid. p. 17.)
- Kniep, H., I. Über die Bedeutung des Milchsafte der Pflanzen. (Sep.-Abdr. aus Flora, 1905, Bd. XCIV, Heft 1.)
- Korneck, O., I. Kritische Untersuchungen über die analytische Bestimmungsmethode des Rohkautschuks. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, S. 4.)
- Labroy, O., I. Les nouveaux Maniçobas de Bahia et de Piahy. (Journ. d'Agric. trop., 1908, p. 65.)
- II. Remarques sur la culture et l'exploitation du Manihot piauhyensis. (Ibid. 1909, p. 253.)
- Lindinger, L., I. Afrikanische Schildläuse, III. (Station für Pflanzenschutz zu Hamburg, 1909/10, Bd. XII, S. 33.)
- II. Über einige Schildläuse aus Amani. (Der Pflanze, 1907, S. 353.)
- III. Die Schildlausgattung Selenaspis. (Jahrb. der Hamb. Wissensch. Anstalten, 1908, 3. Beiheft.)
- Lock, R. H., I. Manihot dichotoma. (The tropical Agriculturist, 1909, Vol. XXXIII, p. 385.)
- Mac Call, J. St. J., I. Nyasaland Protectorate, Annual Report on the Department of Agriculture, 1911, Zomba.
- Macmillan, H. F., I. A Handbook of tropical Gardening and Planting. Colombo, 1910.
- Main, T. W., I. The growth of Maniçoba Rubber Trees in the Malay Peninsula. (Agric. Bull. of the Straits, 1909, p. 522.)
- Marckwald, E., I. Sind unsere Kautschukplantagen lebensfähig? (Sep.-Abdr. aus Jahrb. der D. Landw. Ges., 1912.)
- Michelin und Cie., I. La valeur industrielle des Caoutchoucs impurs. (Journ. d'Agric. tropic., 1904, Tome IV, p. 211.)
- Morstatt, H., I. Eine Rindenmade an Kautschukstämmen. (Pflanze, 1910, S. 84.)
- II. Die Schädlinge und Krankheiten des Kaffeebaumes in Ostafrika. (Beiheft 2 zum Pflanze, 1912.)
- III. Beobachtungen über das Auftreten von Pflanzenkrankheiten im Jahre 1911. (Pflanze, 1912, S. 252.)
- Moulay, A., I. Le Manisoba. (L'Agric. pr. d. p. ch., 1905, Tome V, p. 368.)
- II. Le Manisoba. (Bibliothèque d'Agriculture Coloniale. Paris, 1906.)
- Müller (Argoviensis), J., I. Euphorbiaceae in Flora Brasiliensis, Vol. XI, Pars. II. Leipzig, 1874.
- Nascimento, Th., I. Cultura da Maniçoba no Ceara. Aracaju. 1899. (Extr. L'Agric. pr. d. p. ch., Tome II, p. 531.)
- Newstead, R., I. On a Collection of Coccidae and Aleurodidae, chiefly African. (Mitteil. aus d. zool. Mus. in Berlin, Bd. V, S. 153.)
- Olsson-Seffer, P., I. Rubber Planting in Mexico and Central America. (Agric. Bull. of the Straits and Fed. Mal. Est., 1907, p. 1.)
- Pahl, W., I. The Discovery of the Para Reagent. (The India Rubber Industry, 1911, p. 234.)
- Parkin, J., I. Caoutchouc or Indiarubber. (Circular, R. Bot. Gardens Ceylon, 1899, Ser. I, Nr. 12—14.)
- Pax, F., I. Euphorbiaceae-Adrianae. (Das Pflanzenreich, 1910, Heft 44.)
- Peckolt, Th., I. Heil- und Nutzpflanzen Brasiliens. (Ber. d. D. pharmazeut. Gesellsch., 1906, Bd. XVI, S. 22.)
- Petch, T., I. The physiology and diseases of Hevea brasiliensis. London, 1911.
- II. Description of New Ceylon Fungi. (Annals of the R. Bot. Gardens Peradeniya, 1906, Vol. III, p. 1.)
- Powell, H., I. Ceara Rubber. (The Agric. Journ. of British East Africa, 1908, Vol. I, p. 26.)
- Preyer, A., I. Blätterkautschuk. (Tropenpfl., 1900, S. 230.)

- Purves, J. M., I. Rubber cultivation in British Central Africa. (The tropic. Agricult., 1904, Vol. XXIV, p. 149.)
- Railton, G., I. Manihot dichotoma or Jequié Maniçoba. (Tropical Life, 1912, p. 6.)
- Rivett, J., I. Manihot Glaziovii. (Indian Forester, 1910, p. 582.)
- Romburgh, P. van, I. Les plantes à caoutchouc et à guttapercha. Batavia 1903.
- II. De Caoutchouc en zijne cultuur in Nederlandsch-Indie. (Cultuurgids, 1910, Vol. I, p. 171.)
- Sandmann, D., I. Die Frage der Rentabilität des Manihot-Kautschuks. (Verhandl. der Kautschukkommission des Kolonialw. Kom., 1911, Nr. 1, S. 21.)
- Schellmann, W., I. Plantagenkautschuk. (Der Pflanze, 1906, S. 9.)
- Schidrowitz, P., I. Rubber. London, 1911.
- II. Die Struktur des Rohgummis. (Kolloid-Zeitschr., 1909, Bd. IV, S. 87.)
- III. Acidity of Raw Rubber and Acid Coagulation. (The India Rubber Journal, Vol. XLI, p. 1324.)
- Schidrowitz, P. und Goldsbrough, H. A., I. Die Viskosität von Gummi und Gummilösungen. (Kolloid-Zeitschr., Bd. IV, S. 227.)
- II. The Viscosity of Rubber and its solutions. (The Rubber Industry, 1911, p. 260.)
- III. Observations on acetic acid coagulation. (The India Rubber Journ., 1912, p. 1147.)
- Schidrowitz, P. und Kaye, F., I. Der Einfluß der Koagulationsmethoden auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften bei Funtumia elastica. (Ref. Gummi-Ztg., Bd. XXII, S. 27.)
- II. Einfluß von Formaldehyd auf den Milchsaff von Funtumia elastica. (Ref. Ibid., p. 466.)
- Schmitz, W., I. Über Stickstoffbestimmung im Kautschuk. (Gummi-Ztg., Bd. XXVI, S. 1877.)
- Seeligmann, Torrilhon und Falconnet, I. Indiarubber and Guttapercha. (Transl. by Mc Intosh. London, 1903.)
- Seret, I. Etablissement agricole d'Eala. (Renseign. de l'Office colon., 1909, p. 127.)
- Smith, H. H., I. Notes on Soil and Plant Sanitation on Cacao and Rubber Estates. London, 1911.
- Smith, H. S., I. The Centrifugalisation of Rubber Latex. (The Rubber Industry, 1911, p. 231.)
- Smith, J. G. und Bradford, Q. Q., I. The Ceara Rubber Tree in Hawaii. (Hawaii Agric. Exp. Stat. Bull., Nr. 16.)
- Smoluchowski, M. v., I. Zur Kinetischen Theorie der Brownschen Molekularbewegungen und der Suspensionen. (Ref. Kolloid-Zeitschr., Bd. I, S. 308.)
- Spence, D., I. The practical significance of recent advances in the bio-chemistry of the latex of rubber producing plants. (Lectures on India rubber. London, 1909, p. 193.)
- II. Beiträge zur Chemie des Kautschuks, I. (Kolloid-Zeitschr., Bd. VIII, S. 304.)
- III. Id. II. (Ibid., Bd. IX, 1911, p. 83.)
- IV. Analysis of a Latex from Funtumia elastica Stapf. (Liverpool University, Inst. of comm. res. in the Tropics. Quarterly Journ., Vol. II, p. 105.)
- V. Vorläufige Abhandlung über die Koagulation von Latex. (Ref. Kolloid-Zeitschr., 1909, Bd. IV, S. 204.)
- VI. Methods of Analysis of raw Rubber. (Liverpool Univ. Quart. Journ., Vol. II, p. 91.)
- VII. Crystalloids and inorganic Constituents in Rubber. (Ibid., p. 113.)
- VIII. Zur Bestimmung des Kautschuks als Tetrabromid. Einfluß des Proteins bei der Bestimmung. (Gummi-Ztg., Bd. XXIV, S. 212.)
- IX. Vergleich der Löslichkeit von Aceton und anderen Solventien. (Ref. Gummi-Ztg., Bd. XXII, S. 135.)
- X. Distribution of the protein in Para rubber. (Liverpool Univ. Quart. Journ., Vol. III, p. 47.)
- XI. Über einige einleitende Versuche zur Klärung der Ursache des Leimigwerdens von Rohgummi. (Kolloid-Zeitschr., Bd. IV, S. 70.)
- XII. Die Gegenwart von Oxydasen im Kautschuk und eine Theorie über ihre Funktion im Latex. (Ref. Gummi-Ztg., Bd. XXII, S. 1121.)
- XIII. Über die Gegenwart eines oxydierenden Enzymes in dem Latex von Hevea brasiliensis. (Ref. Ibid., S. 1376.)
- XIV. Oxydasen im Kautschuk. (Gummi-Ztg., Bd. XXII, S. 1375.)
- Spence, D., Galletly, J. C. und Scott, J. N., I. Zur Bestimmung des Kautschuks als Tetrabromid. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, S. 801.)

- Stahl, E., I. Pflanzen und Schnecken. Jena, 1888.
- Stuhlmann, F., I. Über die Vernichtung der Wildschweine. (Pflanzer, 1905, S. 225.)
- Teissonnier, I. L'Agriculture dans la Guinée française. (L'Agric. prat. d. p. ch., 1903, Tome III, p. 74.)
- Thomson, R., I. The Jequié, Maniçoba Rubber Tree. (Indian Forester, 1910, p. 1.)
- Tromp de Haas, W. R., I. Relations entre la composition du latex du Hevea brasiliensis et la saignée. (Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg, Suppl. III, p. 443.)
- Tschirch, A., I. Die Harze und Harzbehälter. Leipzig 1906.
- Tyrden-Pattenson, W. H., I. Manihot dichotoma. (Agric. Bull. of the Straits, 1910, p. 326.)
- Ule, E., Kautschukgewinnung und Kautschukhandel in Bahia. (Notizbl. d. K. botan. Gart. u. Mus. zu Berlin-Dahlem, 1908, Bd. V, S. 5.)
- II. Die Maniçoba von Ceara und deren Beulenkrankheit. (Tropenpfl., 1912, S. 91.)
- Ultée, A. F., I. Over het Extraheeren van Caoutchouc uit Blad. (Culturgids, 1910, Vol. I, p. 893.)
- Uta, G. d', I. Industria da borracha de maniçoba. (Boletim da Agricultura Sao Paulo, 1906, p. 1.)
- Vernet, G., I. Hevea brasiliensis. Verluste und Veränderungen des Heveakautschuks während der Koagulierung. (Ref. Gummi-Ztg., Bd. XXVI, p. 110 et 490.)
- Vézia, A., I. Echec du Manihot Glaziovii en Nouvelle-Calédonie. (Journ. d'Agric. trop., 1909, p. 96.)
- Vilbouchevitch, J., I. Documents sur le rendement des Céaras. (Ibid. 1904, Tome IV, p. 328.)
- Visser, R., I. De cultuur van Ceara-Rubber aan den Congo. (Teysmannia, 1899, Deel X, p. 167.)
- Vosseler, J., I. Bericht des Zoologen. (Berichte über Land- u. Forstw. vom K. Gouv. von D.-Ostafrika, 1904, Bd. II, S. 403.)
- II. Id. (Ibid., Bd. III, S. 108.)
- III. Wachs als Nebenprodukt der Kautschukplantagen. (Der Pflanzer, 1907, S. 84.)
- IV. Nager als Schädlinge an Sisal- und Kautschukpflanzen. (Ibid., S. 269.)
- Vries, H. de, I. Über einige Nebenprodukte des pflanzlichen Stoffwechsels. (Landw. Jahrb. 1881, Bd. II.)
- Warburg, O., I. Die Kautschukpflanzen und ihre Kultur. Berlin, 1900.
- Warnholtz, J. J., I. Die Frage der Rentabilität des Manihotkautschuks. (Verhandl. der Kautschukkommission des Kolonialw. Kom., 1911, Nr. 1, S. 18.)
- Watt, G., I. The commercial Products of India. London, 1908.
- Weber, C. O., I. Zur Chemie des Kautschuks, III. (Ber. d. D. chem. Ges., 1903, Bd. III, S. 3108.)
- II. Über die Milch von *Castilloa elastica* und deren Koagulation. (Gummi-Ztg., 1904, Bd. XXIX, S. 101.)
- Weber, Georg, I. Manihotkautschuk. (Tropenpfl., 1912, S. 153.)
- Weber, L. E., I. Die Wirkung der Harze bei der Vulkanisierung von Kautschuk. (Gummi-Ztg., Bd. XXVII, S. 247.)
- Wigman, H. J., I. De Maniçobas. (Teysmannia, 1909, p. 377.)
- Wilcox, E. V., I. Experiments in tapping Ceara Rubber Trees. (Hawaii Agricult. Exp. Stat. Bull., 1910, Nr. 19.)
- Wildeman, E. de, I. Les plantes tropicales de grande culture. Bruxelles, 1902.
- II. Bons et mauvais Céaras. (Journ. d'Agric. trop., 1905, p. 145.)
- III. Mission Emile Laurent, Fasc. II. Bruxelles, 1905.
- Wilemann, J. P., I. The Brazilian Year Book. 1909. Sec. Issue. Rio de Janeiro-London.
- Wilkinson, A., I. Le caoutchouc au Natal. (Rev. d. cult. col., 1902, Tome XI, p. 215.)
- Willis, J. C., I. Agriculture in the tropics. Cambridge, 1909.
- II. Ceara Rubber in the dry zone of Ceylon. (The trop. Agric., 1908, Vol. XXXI, p. 318.)
- Willis, J. C. und Wright, H., I. Ceara Rubber (Circ. a. Agric. Journal of the R. Bot. Gardens Ceylon, Vol. II, Nr. 8.)
- II. A Handbook of the vegetable economic products. (Annals of the R. Bot. Gardens, Peradeniya, Suppl. 1, 1901.)
- Winton, B. L. S., I. Note sur la Culture du Manihot Glaziovii en Afrique Orientale. (Bull. Agricole du Congo Belge, 1910, Vol. I, p. 61.)

- Wray, L., I. Comparaison du caoutchouc des plantations malaises et du caoutchouc brésilien. (Agric. Bull. of the Staats. Ref. Quinzaine coloniale, 1912, p. 331.)
- Wright, H., I. Hevea brasiliensis of Para Rubber. III. Edit. Colombo-London, 1908; IV. Edit. 1912.
- Wurth, Th., I. De Boeboek (*Xyleborus coffeae* n. sp.) op *Coffea robusta*. (Cultuur-gids, 1908, Vol. II, p. 63.)
- Zilchert, P., I. Zur Kenntnis der Kautschukharze. (Gummi-Ztg., Bd. XXV, I, S. 716.)
- Zimmermann, A., I. Die Kultur und Gewinnung des Cearakautschuks. (Der Pflanze, 1905, S. 228.)
- II. Untersuchungen über die Gewinnung des Kautschuks von *Manihot Glaziovii*, I. u. II. (Ibid. S. 193 u. 305.)
- III. Id. III. (Ibid. 1906, S. 30.)
- IV. Id. IV. (Ibid. 1907, S. 49.)
- V. Zwei Gutachten über den Kautschuk von *Manihot Glaziovii*. (Ibid. 1906, S. 20.)
- VI. Über die Kautschukgewinnung von Mascarenhasia- und *Cryptostegia*-Arten und das Koagulationsmittel Coalatex. (Ibid. 1907, S. 145.)
- VII. Koagulationsversuche mit einigen Pflanzenstoffen. (Ibid. S. 274.)
- VIII. Billige Pinsel für Kautschukzapfer. (Ibid. 1909, S. 28.)
- IX. Über Purubkautschuk. (Ibid. 1910, S. 49.)
- X. Über die Präparation des deutsch-ostafrikanischen Plantagenkautschuks. (Ibid. S. 113 u. 195.)
- XI. Über Kautschukpflanzen. (Ibid. 1911, S. 254.)
- XII. Über das Auffangen des Milchsaftes von *Manihot Glaziovii*, I.—III. (Ibid. S. 365, 432, 570.)
- XIII. Über einige an tropischen Kulturpflanzen beobachtete Pilze, II. (Centralbl. f. Bakteriol., Parasitenk. u. Infektionskr., 1902, Bd. II, S. 148.)
- XIV. Über einige durch Tiere verursachte Blattflecken. (Annales du Jardin Bot. de Buitenzorg, Ser. II, Vol. II, p. 102.)
- XV. Über die Bewertung des Cearakautschuks in London. (Der Pflanze, 1911, S. 495.)
- XVI. Ein neues Koagulationsmittel für *Manihot Glaziovii*. (Ibid. S. 499.)
- XVII. Anzapfungsversuche mit *Kickxia elastica*. (Ibid. 1907, S. 182.)
- XVIII. Statistisches über die Kautschukpflanzungen von Deutsch-Ostafrika. (Ibid. 1907, S. 321.)
- XIX. Zapfversuche an hoch und niedrig verzweigten Bäumen von *Manihot Glaziovii*. (Ibid. 1912, S. 1.)
- XX. Über die Züchtung hochstämmiger Bäume von *Manihot Glaziovii*. (Ibid. 1913, S. 16.)
- XXI. Die Kräuselkrankheit des Maniok. (Ibid. 1906, S. 145 u. 182.)
- XXII. Die Serumausscheidung von feuchtem Kautschuk nach dem Pressen. (Ibid. 1912, S. 389.)
- XXIII. Über die Abhängigkeit der Stammhöhe von der Pflanzweite. (Ibid., S. 543.)

Alphabetischer Index.

- A.**
Acacia decurrens 189.
Acarina 109.
Acrididae 104.
Adansonia digitata 184.
Affenbrotbaum 184.
Agglutination 154.
Aggregationsgrad 249.
Alaun 192.
Aelchen 109.
Alkannin 129.
Alkohol 190.
Alter der Bäume bei der Zapfung 223.
Ameisen 100.
— weiße 105.
Ameisensäure 189.
Ameisentöter 108.
Amerika 34, 317.
Ammoniak 209.
Anguillulidae 109.
Ankeimen 64.
Anlagekosten der Pflanzung 300.
Anschleifen der Samen 65.
Antilopen 97.
Anwerbung der Arbeiter 299.
Anzucht aus Saat 63.
Arachis 87.
Arbeiteranwerbung 299.
Arbeiterlöhne 300.
Arbeiterwohnungen, Kosten 303.
arsenige Säure 95.
arsenigsaures Natron 104.
Arsensoda 104.
Aschenbestandteile 141.
Aschengehalt, Bestimmung 238.
— und Bewertung des Kautschuks 268.
Asiatische Hevea-Methode 166.
Aspidiotus 102.
Auffangbecher 215.
Aufflockung 154.
Aufrahmung 154.
Auricularia polytricha 120.
Ausdünnen 61, 76.
Ausfuhrzoll 300.
Auslese 60.
Auspflanzen 70.
Aussaart 66.
— Zeit der 67.
- B.**
Bacillus prodigiosus 261.
Bahama-Inseln 35.
Bakterien und Klebrigwerden 253.
Baryumchlorid 192.
Batatas 87.
Baumkratzer 177.
Baumreißer 213, 214.
- Baumwolle 87, 92.
Beleuchtung und Klebrigwerden 250.
Beschneiden 77.
Betriebssteuer 300.
Beulenkrankheit 117.
Bewertung des Kautschuks 267.
Bienenfutter 328.
Birma 36.
Biscuits 290.
— Herstellung 294.
Blasenfüße 109.
Blattfleckenkrankheiten 112.
Blattkäfer 100.
Bleichen des Kautschuks 288.
Blöcke 290.
Blockpresse 289.
blocks 290.
Bockkäfer 99.
Boden 51.
— Brasilien 21.
— Deutsch-Ostafrika 32.
Bodenbearbeitung 83.
Bohnen 84, 86, 92.
Borkenkäfer 99.
borracha defumada 274.
— fina 274.
Borstentiere 95.
Bossanga-Pflanze 186.
Bostrychidae 99.
Brachytrypus membranaceus 105.
Brandwunden 123.
Brasilianische Hevea-Methode 165.
Brasilien, Anbau v. Manihot Glaziovii 34.
— Boden 21.
— Erträge 317.
— Klima 20.
— Menge des ausgeführten Kautschuks 18.
Britisch-Guiana 35, 317.
Britisch-Ostafrika 39, 324.
Britisch-Westafrika 37.
Brown'sche Molekularbewegung 133, 161.
Buchbindermesser 203.
Bürsten 176.
- C.**
Canavallia 86, 87.
Carica Papaya 186.
Caruncula 11.
Cassia florida 52, 53.
Catingaformation 22.
Ceará-Kautschuk 1, 5.
Cerales ferrugineus 100.
Cerambycidae 99.
Cercospora Cearae 117.
Ceylon 36, 41, 319.
Chartum 37.

Chemische Untersuchung des Kautschuks 235.

Chilialpeter 88.
Chlorkalzium 191.
choro 275.
Chrysomelidae 100.
Cicinnobolus Manihotis 117.
Cissus adenocaulis 186.
Citrus 184.
Coalatex 189.
Coccidae 101.
Costus afer 186.
crêpes 290.
Crotalaria 87.
Cryptaspidiotus nigrescens 102.
Curculionidae 97.

D.

Dactylopius longispinus 103.
Dehnungskurve 244.
Dendrocalamus strictus 194.
Depolymerisation 137.
Deutsch-Ostafrika, Anbau von Manihot
Glaziovii 23.
— Boden 32.
— Regenverhältnisse 27.
— Temperatur 31.
Dicasticus gerstaeckeri 98.
Dimethylcyclooctadien 137.
Dipteren 101.
Dolichos 86.
Dreieckverband 54.
driptin 168.
Düngung 88.
Durchlichtung 82.

E.

Eimer 219.
Eisenchlorid 257.
elastische Nachwirkungen 245.
Elateridae 97.
Entstehung des Milchsaftes 149.
Enzyme 140, 254, 260.
Epicoccum Manihotis 115.
Epidermis 177.
Erdbohrer 96.
Erntekosten 304.
Erträge 307.
Erwärmung 252.
Erythraea 40, 324.
Essigsäure 187.
Europäerwohnungen, Kosten 303.

F.

Farbe des Kautschuks 259.
Fäulnis 275.
— und Klebrigwerden 253.
Feldheuschrecken 104.
Fermente 140.
Ferrozyankalium 192.
Feuer, Beschädigungen durch 123.
Filtern des Milchsaftes 291.
Flecken auf dem Kautschuk 261.
Fliegen 101.
Fluorwasserstoff 191.

Flußsäure 191.
Flußschwein 95.
Fomes pachyphloeus 121.
Formalin 191.
Formicidae 100.
Formosa 36.
Fourcroya gigantea 186.
Französisch-Westafrika 319.
fuko 96.

G.

Gebäude, Kosten 303.
gebundener Schwefel 243.
Gehälter 304.
Georhynchus cinereo-argentatus 96.
Gerbsäure 189, 261.
geriffelte Walzen 283.
Globulin 140.
Glukoproteine 140.
Grabheuschrecken 105.
Grätenschnitt 167.
Grillen 105.
Gründung 87.
Gryllidae 105.

H.

Handelskautschuk 136.
Handpresse 295.
Harzgehalt und Viskosität 242.
Harze 139.
— Bestimmung 236.
— und Bewertung des Kautschuks 267.
Häusersteuer 300.
Hawaii-Inseln 35, 317.
Heißvulkanisation 234.
Hemichionaspis aspidistrae 102.
Heterodera 109.
Heuschrecken 104.
Holz, Verwendung 328.
Hotnima Teissonieri 17.
Hysterese 245.

J.

Jahreszeit, beste für die Zapfung 224.
Java 35, 318.
Jequié-Kautschuk 1, 12.
ifuko 96.
Indien 36, 42, 319.
Indigofera 87.
innere Reibung 240.
Insekten 97.
Irrigation 90.
Judasoher 120.

K.

Käfer 97.
Kaffee 87.
Kakao 87.
Kaliumbichromat 192, 257.
Kaliumchromat 257.
Kaliumhyperpermanganat 257.
Kaltvulkanisation 234.
Kaliumchlorid 191.
Kambium 131.
Kamerun 37.

Kandelabertypus 43.
 Kapillarviskosimeter 241.
 Karbolsäure 189, 261, 278.
 Katalysatoren 254.
 Kautschugutta 136.
 Kautschukgewinnung 104.
 Kautschukkügelchen 133.
 — Größe 158.
 Kelway-Bamber-Sandmannsche
 Methode 207.
 Kesselmischmaschine 190.
 Kisten 297.
 Klebrigwerden 246.
 Knollen, Verwendung 327.
 Knollenbildung 127.
 Koagulation 154.
 — des Milchsafte 292.
 Koagulationsmittel 182.
 — Konzentration 183.
 — Kosten 305.
 — und Klebrigwerden 253.
 Koagulierschalen 292.
 Koaleszenz 154.
 Koalition 154.
 Kochsalz 192.
 Kohlensäure zur Koagulation 294.
 Kolumbien 35.
 Kongostaat, belgischer 38, 321.
 — französischer 37, 320.
 Korkkambium 177.
 Kräuselkrankheit 126.
 Kreolin 190.
 Kresot 190.
 Kreppe 290.
 — Herstellung 296.
 Kresol 190.
 Kristalloide 141.
 künstlicher Kautschuk 137, 311.
 Kupfersulfat 257.
 Kürbis 92.
 Kutikula 177.

L.

Lagria villosa 97.
 Lagriidae 97.
 Landerwerb in Deutsch-Ostafrika 298.
 Längsstreifenmethode 197.
 Latex 128.
 Laubabfall 21, 29.
 Lecanium 102, 103.
 Leimigwerden 246.
 Leitern 198.
 Lewa-Methode 165, 181.
 Literaturverzeichnis 330.
 Lizonia Manihotis 114.
 Löhne der Arbeiter 300.
 Loranthus Schelei 109.
 Lysol 190.
 Madagaskar 39.
 Magnesia 268.
 Magnesiumchlorid 192.
 Magnesiumsulfat 192.
 Mais 84, 87, 92.

M.

Mangan 256.
 Maniçoba von Ceará 5.
 — de Jequié 12.
 — de Piauí 15.
 — de Sao Francisco 17.
 Manihot, Unterscheidung der Arten 1.
 — dichotoma, Anbau 40.
 — — Beschreibung 12.
 — — Erträge 324.
 — — Kautschukgewinnung 231.
 — — klebriger Kautschuk 258.
 — — Kultur 91.
 — — Varietäten 15.
 — — Verbreitung 22.
 — Glaziovii, Anbau 23.
 — — Beschreibung 5.
 — — Erträge 307.
 — — Kautschukgewinnung 164.
 — — Kultur 49.
 — — Variabilität 42.
 — — Verbreitung 20.
 — heptaphylla, Anbau 42.
 — — Beschreibung 17.
 — — Erträge 326.
 — — Kautschukgewinnung 233.
 — — Kultur 92.
 — — Verbreitung 23.
 — piauhyensis, Anbau 42.
 — — Beschreibung 15.
 — — Erträge 325.
 — — Kautschukgewinnung 232.
 — — Kultur 92.
 — — Verbreitung 22.
 — preciosa 1.
 — violacea 1.
 Maniok-Fleckenkrankheit 112.
 Marschallinseln 35.
 Martinol 278.
 Maultiere 97.
 Mauritiushanf 186.
 Mäuse 97.
 mbyu 184.
 Mechanische Bearbeitung und Klebrig-
 werden 252.
 Mehltaukrankheit 116.
 Melonen 92.
 Messer zum Zapfen 201.
 Metallrinnen 214.]
 Mexiko 35.
 mfiwi 86.
 mfune 297.
 mhogo 87.
 Milben 109.
 Milchsafte 133.
 — Entstehung 149.
 — Funktion 150.
 — Koagulation 154.
 — Zusammensetzung 134.
 Milchsaftegefäße 128.
 Milchsaftekügelchen 133.
 Milchsäure 189.
 Mischmaschine 190.
 mkunde 86, 87.
 Molekularbewegung 133, 161.

Molekulargewicht 138.
Motten 100.
mschiroko 86.
Mücken 101.
Muzine 140.
mwengere 186.

N.

Nachdunkeln 260.
Nachpflanzen 75.
Nachstechen 203.
Nachvulkanisation 243.
Nachwirkungen, elastische 245.
Nagetiere 96.
Natal 38.
Negerhirse 87.
Nektarium 10.
Neuguinea 35.
Neukaledonien 35.
Nicaragua 317.
Nitrositmethode 238.
Nyasaland-Protectorat 39, 324.
Nyctalis Coffearum 120.

O.

Oides collaris 100.
Oidium 116.
Ölgehalt der Samen 326.
Orangensaft 184.
Oxalsäure 189, 261, 278.
Oxydasen 141, 260.
Oxydation 247.

P.

Periconia Manihotis 115.
Perissopneumon zimmermanni 103.
Peroxydasen 141.
Peroxyde 255.
Pflanzkörbe 68.
Pflanzlöcher 62.
Pflanzweite 54, 91, 92.
Phaseolus 86.
Phenol 189.
Phoenix reclinata 193.
Phosphate 268.
Physopoda 109.
Piauhy-Kautschuk 1.
Pilze 111.
Plattenkautschuk 278.
Polymerisation 137.
Portugiesisch-Ostafrika 38, 42, 321.
Portugiesisch-Westafrika 38, 321.
Präparation des Kautschuks 275.
Preise des Kautschuks 309.
Pressen des Kautschuks 295.
Pricker 170.
Proteine 140.
— Bestimmung 237.
Protococcus nivalis 262.
Pseudococcus adonidum 103.
Purub 191, 260, 278.
Pyridin 191.

Q.

Quadratverband 54.

R.

Randfleckenkrankheit 114.
Ratten 97.
Räuchern 261, 282, 296.
Rechteckverband 54.
Regenverhältnisse 50.
— Brasilien 20, 21.
— Deutsch-Ostafrika 27.
Reinigung der Pflanzung 83.
— — Kosten 302.
— der Rinde 176.
Reinkautschuk 136.
Reißhaken 213.
relative Viskosität 241.
Rentabilitätsberechnung 313.
Rinde, Reinigung 176.
— Schälen 177.
Ringelfleckenkrankheit 113.
Rindenbäume 124.
Rinder 97.
road-tracer 52.
Rodung 51.
— Kosten 301.
Rohkautschuk 136.
Roller 284.
Rüsselkäfer 97.

S.

Saatbeete 68.
Saatgut 64.
— Kosten 301.
Salpetersäure 261.
Salzsäure 191, 260.
Samen, Verwendung 326.
Samoa 35.
Sao-Francisco-Kautschuk 1.
Säugetiere 95.
Schabmethode 167.
Schädlinge 92.
— pflanzliche 109.
— tierische 95.
Schälen 177.
Schildläuse 101.
Schimmelbildung 275.
Schistocerca peregrina 104.
Schmetterlinge 100.
Schnabelkerfe 101.
Schnellkäfer 97.
Schutzstoffe 159.
Schwefel, freier und gebundener 243.
Schwefelsäure 191.
Selenaspidus articulatus 104.
Senegal 37.
Septogloeum Manihotis 112.
sernamby 275.
Serum 133.
sheets 290.
— Herstellung 295.
Siebe 292.
Sisalsaft 185.
Speisebohnen 86.
Spindelpresse 295.
Spiralschnitt 167.
Sprenge der Pflanzlöcher 63.
Stachelschwein 97.

Stammhöhe 57.
 Standardmarke 263.
 Stecklinge 48, 69.
 Stenodontes downesii 99.
 Steppenbrände 53.
 Sterculia appendiculata 297.
 Stereum retrugum 123.
 Stichmethode 170, 173.
 stickstoffhaltige Substanzen und Bewertung des Kautschuks 268.
 Stinkschrecke 104.
 Sublimat 192.
 Sudan 37.
 Sumatra 36, 318.
 Syncephalis 262.
 synthetischer Kautschuk 137, 311.
 Systates pollinosus 97.

T.

Tabak 87.
 Tageszeit, beste für die Zapfung 226.
 Tamarinde 185.
 Tannin 189, 258.
 Temperatur 50.
 — in Brasilien 20, 21.
 — in Deutsch-Ostafrika 31.
 Termiten 105.
 Terrainauswahl 49.
 Tetrabromidmethode 239.
 Thephrosia 87.
 Thrips 109.
 Tineidae 100.
 Togo 37, 320.
 Totzapfen 59.
 Trametes corrugata 123.
 — Zimmermanni 123.
 Transportwagen 220.
 Trauerbäume 43.
 Trinidad 35.
 Trockenhäuser 282.
 — Kosten 305.
 Trocknen des Kautschuks 282, 289.
 Tropfbecher 168, 207.
 Tylenchus 109.

U.

Übersichtskarte der Pflanzung 53.
 Uganda 39, 324.
 ukindu 193.
 Umrechnungstabelle der Kautschukpreise 329.
 Universalwascher 287.
 unreifer Kautschuk 267.
 Untersuchung des Kautschuks 233.
 Uredo Manihotis 117.

V.

Variabilität 42.
 Verpackung des Kautschuks 297.
 viazi 87.
 Vigna 86, 87.
 Viskosimeter 241.
 Viskosität 240, 269.
 Voandzeia 87.
 Vulkanisation 234.
 Vulkanisationskoeffizient 243.
 Vulkanisationsschwefel 243.

W.

Wachs 328.
 Walzwerke 280.
 Wanderheuschrecke 104.
 Warzenschwein 95.
 Waschen des Kautschuks 283, 288.
 Waschverlust 136.
 — Bestimmung 235.
 — und Bewertung des Kautschuks 267.
 Waschwalzen 283.
 Wassergehalt des Milchsafte 135.
 Wässerung des Kautschuks 277.
 water bag 170, 212.
 Wegenetz 52.
 Wildschweine 95.
 Windbruch 77, 91.
 Windschutz 52, 57.
 Winkelspiegel 53.
 Wollkäfer 97.
 Wundreflex 147.
 Wundreiz 147.
 Wurzel, Kautschukgewinnung 174.
 Wurzelfäule 52, 90, 117.
 Wurzelknollen 6, Verwendung 327.

X.

Xyleborus affinis 99.

Z.

Zähigkeit 240.
 Zahl der Zapfungen pro Jahr 226.
 Zanzibar 39.
 Zapfbecher 215.
 Zapfmesser 201.
 Zapfmethoden 165.
 Ziegen 97.
 Zitronensaft 184.
 Zitronensäure 189.
 Zonocerus peregrinus 104.
 Züchtung hochstämmiger Bäume 77.
 Zuchtwahl 42.
 Zusammenpressen des Kautschuks 289.
 Zwischenkulturen 86, 92.
 Zymogen 260.



Das Kapland, insonderheit das Reich der Kapflora, das Waldgebiet und die Karroo

pflanzengeographisch dargestellt von

Rudolf Marloth

(Mit Einfügung hinterlassener Schriften A. F. W. Schimpers.)

Mit 28 Tafeln in Heliogravüre, 8 Karten und 192 Abbildungen im Text.

1908. (Fol.) Preis: 100 Mark.

Inhalt: I. Teil. **Die allgemeinen Verhältnisse der Vegetation Südafrikas.** 1. Orographie und Hydrographie. 2. Abriß der geologischen Entwicklung des Landes. 3. Klimatologie. — II. Teil. **Allgemeine Pflanzengeographie Südafrikas.** 1. Geschichte der Pflanzengeographie Südafrikas. 2. Die pflanzengeographische Gliederung Südafrikas. — III. Teil. **Das Reich der Kapflora.** A. Allgemeine Verhältnisse. B. Die Religionen und Formationen. 1. Küsten und Niederungen. 2. Hügel und Vorberge. 3. Die Bergregion. 4. Die Hochgebirgskämme und Gipfel. 5. Isolierte Areale der Kapflora. 6. Das Gebiet der Hartlaubgehölze. — IV. Teil. **Die Wälder der Südküste.** — V. Teil. **Das zentrale Gebiet.** 1. Die Karroo. (1. Die große Karroo. 2. Die kleine Karroo. 3. Die Westkarroo.) 2. Das karroide Hochland. 3. Das kleine Namaland. — VI. Teil. **Allgemeine Ökologie der Pflanzen Südafrikas.** — VII. Teil. **Der Ursprung der Kapflora.** 1. Über die Vermischung der Begriffe Kapflora und Flora Südafrikas. 2. Die Beziehungen der Flora des südwestlichen Kaplandes zu anderen Ländern. 3. Übersicht der Anschauungen über den Ursprung der Flora Südafrikas und der eigentlichen Kapflora. 4. Über Veränderungen in der Verteilung von Land und Meer im Bereiche Südafrikas seit der Kreidezeit. 5. Die Änderungen des Klimas Südafrikas seit der Kreidezeit. 6. Verbreitungsgelegenheiten und Verbreitungswege der Pflanzen. 7. Versuch einer Darstellung des Entwicklungsganges der Kapflora. 8. Andeutungen über den Entwicklungsgang der Karroovegetation. — Anhang: Die Kulturpflanzen.

Botanische Zeitung:

Marloth hat es mittels seiner lebendigen Sprache meisterhaft verstanden, hier alle jene feinen und feinsten Farbennuancierungen der prächtigen Kapflora dem Leser wiederzugeben. . . .

Was das Buch Marloths nun so überaus anregend und anziehend macht, das sind außer der schon hervorgehobenen, prachtvoll plastischen, farbenreichen Sprache die Überfülle ökologisch-physiologischer und biologischer Momente. Es gehört eben die ganze liebevolle Hingabe, der ganze weitschauende und niemals an Einzelheiten haften bleibende Geist Marloths dazu, eine Flora so in jeder denkbaren Hinsicht mit gleicher Genauigkeit erforschen zu können. Dabei ist noch in Betracht zu ziehen, daß der Verf., wie er mir mitteilte, nur mit größter Schwierigkeit die nötigste Literatur erlangen konnte. Außer bekannten Tatsachen finden sich vorzügliche neue Gedanken in dem Kapitel über die Wasseraufnahme durch oberirdische Organe. Auf die lichtvollen biologischen Einzelheiten kann ich hier leider nicht näher eingehen.

Reno Muschler.

Zeitschrift für Botanik, Bd. I, Heft 4 (April 1909):

Bei den meisten Reisenden und Gelehrten haben an der Flora Südafrikas die unerschöpfliche Formenfülle und rein floristische Fragen Interesse und Arbeit ganz in Anspruch genommen. Dagegen sind es bei Marloth von vornherein ökologische Erscheinungen gewesen, die im Vordergrund standen, und die er im Laufe eines über 20jährigen Aufenthaltes im Kapland, da er größere Strecken Südafrikas selbst bereist hat, dauernd im Auge behielt. So war er dazu berufen, sich der geplanten Schilderung der Kapflora im deutschen Tiefseewerk nach Schimpers Tode anzunehmen. Er hat seine Aufgabe mit großer Liebe und Hingabe gelöst, und weil ihm die ständige Berührung mit dem Lande das Auge schärfte, die Probleme nach allen Richtungen zu erfassen, hat er ein Buch geschaffen, das durch das, was es an Tatsachen gibt, ebenso bereichert wie durch die vielseitige Anregung, die von ihm ausgeht.

Wer sich in der Flora Südafrikas umsieht, lernt bald, daß sich da nicht alles mit Ökologie verstehen läßt. So tritt auch bei Marloth zunächst das Bemühen in den Mittelpunkt, die großen Elemente jener Flora reinlich herauszuschälen und ihre Bedingtheit so scharf wie möglich zu begreifen. . . .

Die glänzende Ausstattung des Werkes ist so schön wie wertvoll. In der kritisch sorgfältigen Auswahl von Abbildungen, Tafeln und Karten sollte es vorbildlich wirken; überall kann man seine Freude haben an dem vollen Zusammenklang von Text und Illustration.

L. Diels.

Seit Januar 1912 erscheint:

Handwörterbuch der Naturwissenschaften.

Herausgegeben von

Prof. Dr. E. Korschelt-Marburg (Zoologie), Prof. Dr. G. Linck-Jena (Mineralogie und Geologie), Prof. Dr. F. Oltmanns-Freiburg (Botanik), Prof. Dr. K. Schauinsland (Chemie), Prof. Dr. H. Th. Simon-Göttingen (Physik), Prof. Dr. M. Verworn-Bonn (Physiologie) und Dr. E. Teichmann-Frankfurt a. M. (Hauptredaktion).

Vollständig liegen vor:

- Band I: „Abbau—Black“.** Mit 631 Abbild. im Text. (IX u. 1163 S. Lex.-Form.) 1912. Preis: **20 Mark**, in Halbfranz geb. **23 Mark**.
- Band II: „Blatt—Ehrenberg“.** Mit 1101 Abbild. im Text. (VIII u. 1212 S. Lex.-Form.) 1912. Preis: **20 Mark**, in Halbfranz geb. **23 Mark**.
- Band III: „Ei—Fluoreszenz“.** Mit 291 Abbild. im Text. (VIII u. 1236 S. Lex.-Form.) 1913. Preis: **20 Mark**, in Halbfranz geb. **23 Mark**.
- Band VI: „Lacaze-Duthiers—Myriaboda“.** Mit 1048 Abbild. im Text. (VIII u. 1151 S. Lex.-Form.) 1912. Preis: **20 Mark**, in Halbfranz geb. **23 Mark**.
- Band VII: „Nagelflue—Pyridingruppe“.** Mit 744 Abbild. im Text. (VII u. 1172 S. Lex.-Form.) 1912. Preis: **20 Mark**, in Halbfranz geb. **23 Mark**.

Im Laufe des Jahres 1913 erscheinen noch drei Bände und bereits in der ersten Hälfte des Jahres 1914 wird das ganze Werk fertig vorliegen.

Die Lieferungsangabe ist erschienen bis Lieferung 40.

Das ganze Werk wird etwa 80 Lieferungen zum Preise von je 2 Mark 50 Pf. umfassen bzw. in 10 Bänden vollständig werden. Der Gesamtpreis ist mit etwa 200 Mark, gebunden etwa 230 Mark angesetzt.

Die Namen der Herausgeber bürgen für die vorzügliche Durchführung des großen Werkes.

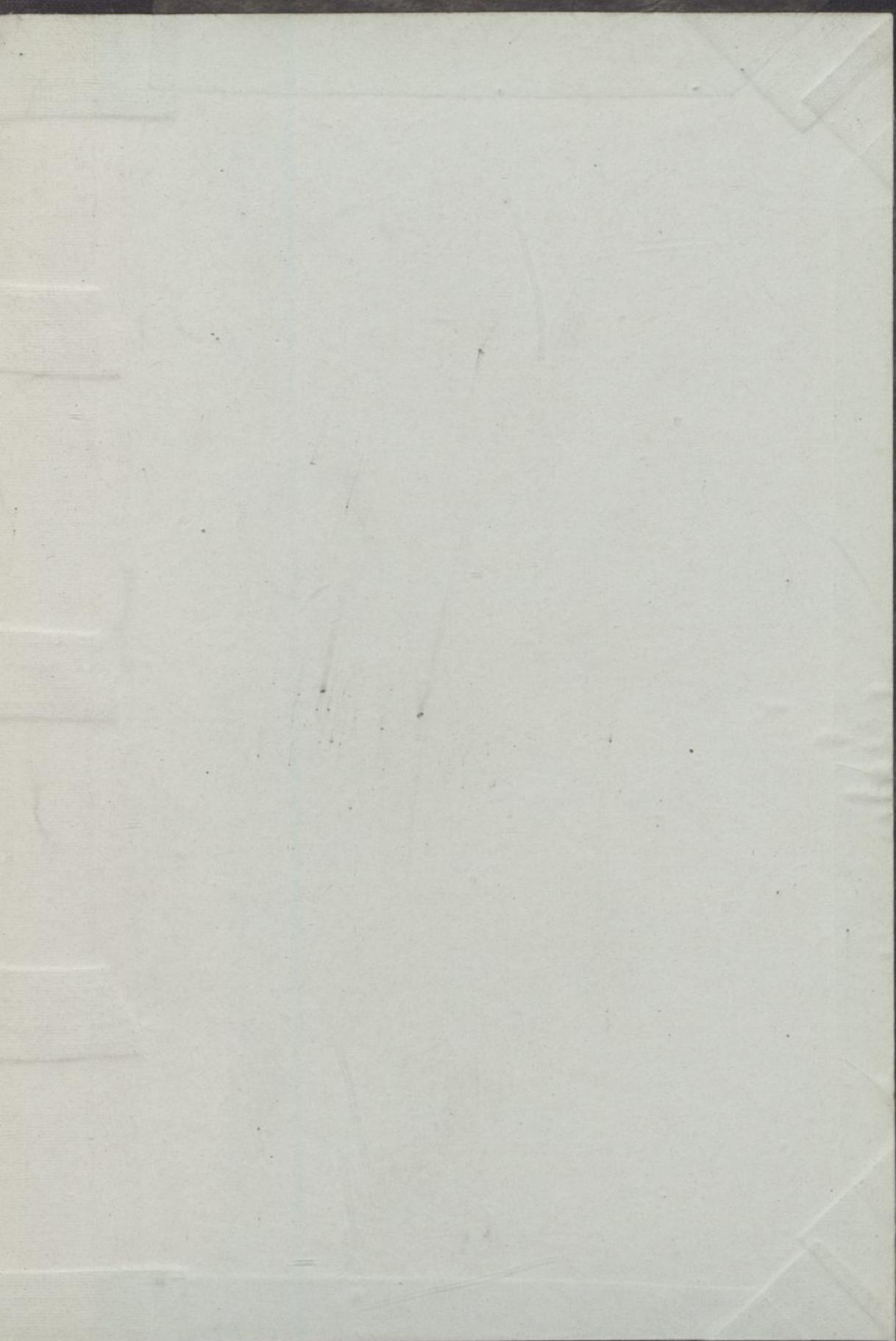
Die erste Lieferung kann von jeder Buchhandlung zur Ansicht vorgelegt werden; ein Probeheft (mit 32 Seiten Text) wird kostenfrei geliefert.

Deutsche medizinische Wochenschrift:

Also schon äußerlich betrachtet ein monumentales Werk, wie es deren wenige gibt. Durch die ganze Art der Anlage und der Durchführung des Planes wird das Werk auch seinem Inhalte nach einzig dastehen. Es handelt sich um nicht weniger als um eine enzyklopädische Darstellung des gesamten naturwissenschaftlichen Erkenntnisstandes in einer Form, die alle Kreise, die für Naturwissenschaften Interesse haben, Nutzen daraus ziehen können. Bei einem so verschiedenartigen Leserkreise ist es natürlich nicht leicht, die richtige Grenze hinsichtlich Umfang und Art der Darstellung zu finden. Aus den vorliegenden Lieferungen geht aber zur Genüge hervor, daß diese schwierige Aufgabe fast durchweg glänzend gelöst ist. Der Stoff ist in der Weise gruppiert, daß unter einem Hauptstichwort eine monographische Darstellung aller zusammengehörigen Dinge gegeben wird (statt „Handwörterbuch“ wäre daher die Bezeichnung „Enzyklopädie“ richtiger). Durch eine jedem Artikel vorangeschickte nummerierte Inhaltsangabe wird die Übersichtlichkeit sehr erhöht. Kurze, gut gewählte Literaturangaben erleichtern ein weiteres Eindringen in die Materie. Von namhaften Gelehrten bearbeitet, die meist selbstforschend auf dem betreffenden Gebiete tätig sind, geben die einzelnen Artikel eine genügend ausführliche, zuverlässige und bequeme Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Erkenntnis und sind bei aller Wissenschaftlichkeit doch so verständlich gehalten, daß auch Nichtspezialisten daraus Nutzen ziehen können. Von der Reichhaltigkeit und Gediegenheit des Inhalts kann natürlich nur die direkte Anschauung überzeugen. (Probehefte sind in jeder Buchhandlung erhältlich.) Um aber einen ungefähren Begriff zu geben, sei nur erwähnt, daß z. B. der Artikel „Abbildungslehre“ 30, „Algen“ 54, „Atmung“ 55 Seiten umfaßt. Die Ausstattung ist glänzend, insbesondere seien die zahlreichen, instruktiven Abbildungen hervorgehoben. Sehr schätzenswert sind auch die biographischen Notizen über die bedeutendsten Forscher, die bei aller Kürze doch einen genügenden Überblick über das Leben und Wirken derselben geben. . . .

Alles in allem handelt es sich um ein außergewöhnliches Werk, das, wie mit Recht im Prospekt gesagt wird, in der ganzen gebildeten Welt auf das größte Interesse rechnen darf und für jede größere Bibliothek einfach unentbehrlich ist. . . . Möge die Unsumme von Arbeit, die in dem Werke steckt, und der Wagemut des Verlages, dessen Aufwendungen eine ungewöhnliche Höhe erreichen, auch durch einen vollen materiellen Erfolg belohnt werden.

W. Guttman, Bromberg.





BIBLIOTEKA GŁÓWNA

349877L/1