

Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Sonderband II

Ergebnisse geologischer Forschungen
in Minas Geraes (Brasilien)

von

B. von Freyberg

Mit 27 Tafeln (darunter 2 farbige Karten), 14 Tabellen,
53 Abbildungen im Text und auf 16 Textbeilagen

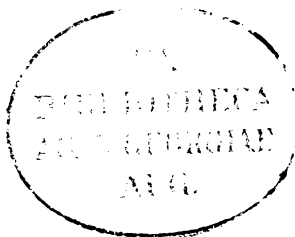


STUTTGART 1932

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Alle Rechte, auch das der Übersetzung vorbehalten

Printed in Germany



Vorwort.

Wer die geologische Erforschung eines Gebietes nach der Zahl der Veröffentlichungen bemißt, die über dasselbe erschienen sind, wird Minas Geraes für ein gut erforschtes Land halten. Beim Studium der einzelnen Abhandlungen stellt man aber bald das Gegenteil fest. Minas Geraes gehört seit alten Zeiten zu den Gegenden der Erde, die wegen ihres Mineralreichtums allgemein berühmt waren. Weitaus die größte Zahl der Veröffentlichungen über dieses Land beschäftigt sich mit den Bodenschätzen, mit einzelnen Lagerstätten, mit besonders interessanten Mineralien, während nur sehr wenige Autoren sich mit dem geologischen Bau einzelner Landesteile befaßt haben. Auch diese Untersuchungen ließen sich nur mangelhaft vergleichen, und es war selbst einem so guten Kenner Brasiliens wie BRANNER nicht möglich, sie zu einem einigermaßen zutreffenden Gesamtbild zu vereinigen, wie die von ihm entworfene Übersichtskarte, die im Jahre 1919 erschienen ist, zeigt. Als ich im Jahre 1925 Minas Geraes zum ersten Mal betrat, glaubte ich noch, daß mit BRANNERS Karte ein umfassender Überblick geschaffen sei und somit eine Grundlage für speziellere Studien. Je mehr ich aber mit dem Gebiet vertraut wurde, um so mehr wurde es nötig, Pionierarbeit zu leisten, um so mehr mußte versucht werden, eine Übersicht über die großen Zusammenhänge erst zu gewinnen und einen Rahmen zu schaffen, in den sich ältere und künftige Spezialuntersuchungen einfügen lassen. Das Ziel mußte sein, in der zur Verfügung stehenden Zeit möglichst große Strecken zu durchmessen und dabei die wesentlichen Zusammenhänge zu erfassen, und vielfach mußte im Interesse dieses Zieles auf Detailstudien verzichtet werden. Denn in Anbetracht der beschränkten Mittel, die mir zur Verfügung standen, war dieses Ziel nur bei äußerster Konzentration auf die Hauptaufgabe zu erreichen. Minas

Geraes hat eine Fläche, die größer ist als die des Deutschen Reiches. Die schätzungsweise 7 Mill. Einwohner konzentrieren sich größtenteils im südlichen Teil, während der in erster Linie von mir bereiste Norden sehr dünn besiedelt ist. Außerdem wurden die Routen von vornherein nicht nach den üblichen Verkehrswegen, sondern nach geologischen Gesichtspunkten gelegt. Zur Gewinnung einer Übersicht mußten unbedingt Ost-West-Profile gezogen werden, und das war nur möglich abseits der wenigen gebahnten Verkehrslinien, die von Süd nach Nord verlaufen. Den wichtigsten Teil meiner Reisen bildete eine Durchquerung des Staates 1928. In Theophilo Ottoni wurde eine Maultier-Karawane zusammengestellt und zu Pferd bis fast an die Westgrenze nach Patos gereist, und auf einer nördlicher gelegenen Route rückwärts nach Osten bis über die Serra do Cabral. Der Mangel einer topographischen Unterlage zwang zur Aufnahme der gesamten Reiseroute. Spätere Reisen lieferten Parallel- und Querprofile hierzu, und auf diese Weise wurden insgesamt mehr als 2000 km Reiseweg aufgenommen.

Die Ergebnisse dieser Aufnahmen werden im folgenden vorgelegt. An der Größe des Gebietes und seiner Probleme gemessen, wird die Arbeit eines Einzelnen, besonders wo Zeit und Mittel beschränkt sind, immer unvollkommen bleiben. Schon die Schwierigkeit des Reisens hat Lücken zur Folge, die unvermeidbar sind. Da keine nennenswerten Unterlagen vorhanden waren, wurde mit dem Reiseweg erstmalig der Tatbestand aufgenommen, und daraus entwickelten sich erst während der Reise die einzelnen Probleme. Naturgemäß wurden die späteren Profile unter vollkommeneren Gesichtspunkten betrachtet als die ersten, und es wäre manchmal wünschenswert gewesen, früher besuchte Stellen erneut aufzusuchen und unter den inzwischen gewonnenen Erfahrungen nochmals zu betrachten. Diese in Deutschland selbstverständliche Gewohnheit fällt fort. Jeden Punkt sieht man nur einmal und hat nie wieder Gelegenheit, seine früher gewonnenen Anschauungen auf Grund der inzwischen gesammelten Kenntnisse zu revidieren. Vielfach ist es auch mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der Tiere, auf die sich die ganze Reise stützt, unmöglich, gerade dort länger zu verweilen, wo es im Interesse einer Profilaufnahme wünschenswert wäre. Ein großer Teil der angehäuften Erfahrungen kommt

somit erst den Nachfolgern zugute, und insofern bedeutet eine solche Reise einen persönlichen Verzicht im Interesse des allgemeinen Fortschritts. Ich habe mich bemüht, in den folgenden Ausführungen nicht nur das zu bringen, was ich für geklärt halte, sondern gerade auf die noch ungelösten oder nachzuprüfenden Probleme hinzuweisen.

Außer der Aufnahme der eigenen Reiseroute war noch eine zweite Aufgabe im Auge zu behalten. In den früheren Arbeiten über Minas Geraes sind zahlreiche einzelne Beobachtungen niedergelegt (z. B. in den Reiserouten von Eschweges), die nicht ohne weiteres gedeutet werden konnten, weil sie in einer veralteten Nomenklatur erfolgten, oder weil die Profilbeschreibungen und Zusammenhänge unklar sind. Es ist infolgedessen Wert auf die Ausdeutung der älteren Autoren gelegt worden, weil damit Gesichtspunkte über Gebiete zu gewinnen waren, die abseits meiner Reisewege lagen. Ein Vergleich ist besonders dadurch möglich, daß die alten Routen mehrfach von den eigenen gekreuzt wurden. So ließ sich ein umfassenderes Bild in Gestalt einer Übersichtskarte entwerfen, zu welcher alle erreichbaren und deutbaren Notizen des Schrifttums über Minas Geraes herangezogen wurden.

Die folgende Arbeit bringt die geologischen Ergebnisse. Eine große Zahl mitgebrachter Gesteine wird nach erfolgter petrographischer Untersuchung weitere Gesichtspunkte eröffnen, und solche Untersuchungen, die teilweise bereits von anderer Seite in Angriff genommen sind, werden für sich veröffentlicht werden. Soweit hier also gelegentliche Angaben über einzelne Gesteine gemacht werden mußten, sind sie kurz und provisorisch. Über die Petrographie und Mineralogie von Minas Geraes sind überdies ausführliche Untersuchungen der Herren Prof. Dr. W. CORRENS und E. RIMANN zu erwarten, die über ihre Ergebnisse bisher nur kurz berichtet haben.

Kürzer als in den übrigen Gebieten war mein Aufenthalt im Verbreitungsgebiet der Itacolumy-Serie und der sogenannten „Hochlandsdiamantlagerstätten“. Die geologische Landesanstalt Brasiliens unter der zielbewußten Leitung ihres Direktors, Dr. EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA, hat hier in den letzten Jahren groß angelegte Untersuchungen durchgeführt, worauf besonders

die Herren Dr. DJALMA GUIMARÃES und Dr. LUCIANO JAQUES DE MORAES viel Mühe und Arbeit verwandt haben. Die Ergebnisse sind erst teilweise veröffentlicht worden.

Zum Schluß möchte ich allen denen danken, die meine Reisen gefördert haben. Zu meiner zweiten Reise (1928) und vierten Reise (1930) gewährte die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft Beihilfen, was ich auch hier dankend hervorheben möchte. Mit großem Interesse förderten meine Bestrebungen Seine Exzellenz, der Herr Gesandte des Deutschen Reiches in Rio de Janeiro, Herr Dr. H. KNIPPING, und Seine Exzellenz Herr Dr. v. SPERLING vom Ministerio de Agricultura in Bello Horizonte. Mit Rat und Tat standen mir zahlreiche in Minas Geraes verstreute Landsleute und Freunde zur Seite, unter denen besonders den Herren OSCAR MARX und CARLOS FISCHER in Theophilo Ottoni, FRIEDRICH MERTINS in Curvello, Bergingenieur H. VOGEL (wohnhaft in Blumenau), JOSEPH SCHWERBER in Ouro Preto und vor allem meinem unermüdlichen und zuverlässigen Freunde, Direktor MAX SCHWERBER in Congonhas do Campo, zu danken mir eine angenehme Pflicht ist. Dem Herrn Verleger gebührt mein Dank dafür, daß er in dieser schweren Zeit den Druck der Arbeit gewagt hat. —

Das Manuskript war abgeschlossen Anfang September 1931. Die Abhandlungen des Literaturverzeichnisses sind bis Nr. 959 einschließlich noch verwertet worden. Während des Druckes erschienene Arbeiten wurden dem Verzeichnis beigelegt. In einigen kürzeren Mitteilungen sind von mir die wichtigsten Ergebnisse schon bekanntgegeben. Nur in wenigen untergeordneten Punkten ergab die genaue Durcharbeitung eine Revision der dort vorgetragenen Anschauungen.

Tübingen, 14. April 1932.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	III
Inhaltsverzeichnis	VII
Verzeichnis der Textabbildungen	X
A. Überblick über die Natur von Minas Geraes	1
B. Die Minas-Serie	16
I. Überblick und aufbauende Gesteine	16
a) Der Begriff „Minas-Serie“	16
b) Die Gesteine der Minas-Serie	24
1. Schiefer	25
2. Dolomitische Kalke	30
3. Quarzite	34
4. Die eisenreichen Gesteine der Minas-Serie	39
5. Sedimentäre Manganerze	60
II. Die Umgebung von Ouro Preto	61
a) Ein Querprofil durch die Schichtenfolge	62
b) Die Quarzit- und Itabirit-Folge abseits des Profils A—B	67
c) Die Bodenschätze der Umgebung von Ouro Preto	70
III. Zur Entstehung der Minas-Serie	76
IV. Zur Gliederung der Minas-Serie	85
V. Magmatische Gesteine innerhalb der Minas-Serie	93
VI. Die Umgebung von Congonhas do Campo	95
C. Die Itacolumy-Serie	104
I. Der Itacolumy	104
II. Die Itacolumy-Serie bei Diamantina	107
III. Quarzpegmatite in der Itacolumy-Serie	115
D. Die Bambuhy-Serie	119
I. Historisches	119
II. Die gefaltete Fazies der Bambuhy-Serie (Indayá-Schichten)	120
III. Die Geraes-Schichten	122
a) Curvello — Hochland der Geraes	122
b) Lassance — Porto Faria	132
c) Die Geraes-Schichten westlich vom Rio São Francisco	133

	Seite
d) Die Mulde zwischen Serra de Minas und Serra do Cabral (Curumatahy-Mulde)	135
e) Westlich Conselheiro Matta	141
IV. Aufbau und besondere Fazies der Geraes-Schichten	142
V. Das Liegende der Geraes-Schichten	147
VI. Das problematische Alter der Bambuhy-Serie	151
E. Die Gondwana-Serie	159
I. Vorbemerkungen	159
II. Beschreibung der aufgenommenen Profile	161
a) Serra Capacête	161
b) Vom Rio Indayá zum Rio dos Borrachudos	164
c) Vom Rio dos Borrachudos zum Rio Abaeté	165
d) Vom Rio Abaeté zum Rio Areiado	167
e) Von Capellinha do Chumbo bis Areiado	168
f) Die Serra Matta da Corda	168
g) Von Pilões (Rio da Prata) zum Rio Andrade	177
h) Vom Rio Andrade zum Rio São Francisco	180
i) Vom Rio São Francisco zum Rio das Velhas	183
k) Das südliche Hochland der Geraes	185
l) S. Gothardo	186
III. Der Aufbau der Gondwana-Serie	186
a) Das Alter des Areiado-Sandsteins	187
b) Das Basalkonglomerat	194
c) Zur Bildung des Areiado-Sandsteins	200
d) Eruptivdecken und „Kimberlit“	202
F. Ablagerungen der ? Kreide	207
G. Junge Flußterrassen, Torfmoore, Verwitterungsrinden	211
H. Die Verbreitung der am Aufbau von Minas Geraes beteiligten Formationen (Erläuterung der Übersichtskarte)	219
I. Eigene Reiserouten (soweit sie nicht schon behandelt wurden)	222
a) Theophilo Ottoni — Diamantina	222
b) Bahnlinie Bello Horizonte — Pirapóra nebst Abzweigungen	231
c) Flußreise von Pirapóra den Rio São Francisco abwärts	234
d) Sabará — Itabira do Matto Dentro	236
e) Bello Horizonte — Queluz über Itabira do Campo	238
f) Lafayette — Bello Horizonte über Congonhas do Campo	239
g) Barbacena — Patrocinio	239
h) Catiara — Mello Vianna	241
i) Mello Vianna — Bello Horizonte	245

	Seite
II. Der Literatur entnommene Unterlagen	246
a) Südliches Minas Geraes	247
b) Die südliche Serra do Espinhaço	250
c) Das Gebiet des Rio Doce	252
d) Das nordöstliche Minas Geraes	254
e) Das nordwestliche Minas Geraes	256
f) Der Triangulo Mineiro	260
g) Das nördliche Minas-Geraes	264
J. Kurzer Überblick über den tektonischen Bau von Minas Geraes und die Lage der Flußsysteme	267
K. Oberflächenformen	278
I. Der Küstenabfall	278
II. Die Chapaden im Arassuahy-Gebiet	285
III. Zerschnittene Hochlandsflächen	288
IV. Schichtkopfreliëf	299
V. Aufbruchsättel	303
VI. Kristallines Bergland des Hochlandes	304
VII. Schichtstufen der Geraes-Schichten	307
VIII. Bergland der Indayá-Schichten	312
IX. Durchgeformte Rumpfflächen	313
X. Tafelland der Gondwana-Serie	322
XI. Schlußbemerkungen	326
L. Bemerkungen zur Routenaufnahme	328
M. Die geologische Literatur über Minas Geraes	331
I. Bibliographie	331
II. Register zum Literaturverzeichnis über Minas Geraes	393
Erklärung der Tafeln	400

Verzeichnis der Textabbildungen.

	Seite
Abb. 1. Profil von der Küste bis zur Serra Matta da Corda, welches den Aufbau von Minas Geraes zeigt	5
Abb. 2. Allgemeine Übersichtskarte von Minas Geraes	7
Abb. 3. Die Vegetationsgebiete im mittleren Minas Geraes	14
Abb. 4. Profil durch die Gegend von Ouro Preto	62
Abb. 5. Geologische Kartenskizze der Gegend von Ouro Preto	64
Abb. 6. Profil an der Farberdegrube Vellôso bei Ouro Preto	67
Abb. 7. Querprofil östlich Vellôso	69
Abb. 8. Schematische Diagramm-Darstellung des Gebirgsrandes bei Ouro Preto	70
Abb. 9. Nutzbare Lagerstätten der Umgebung von Ouro Preto	71
Abb. 10. Profil der Schwerspatlagerstätte Chacrinha (Ojó) bei Ouro Preto	73
Abb. 11. Schematische Darstellung des Fazieswechsels in der Quarzit-Itabirit-Fazies	78
Abb. 12. Geologische Kartenskizze der Umgebung von Congonhas do Campo	95
Abb. 13. Aufnahme des Reiseweges Gouvêa — Barão de Guaicuhy	109
Abb. 14. Geologische Skizze der Gegend um Barão de Guaicuhy	110
Abb. 15. Skizze des Reiseweges Diamantina—Serrinha	113
Abb. 16. Durch Schieferung verwischte Schichtgrenzen. Fehlt die Faziesgrenze im Aufschluß, so ist Streichen und Fallen der Schichtung im Gestein oft nicht zu ermitteln	114
Abb. 17. Profil eines Quarzkristallganges der Serra do Cabral	117
Abb. 18. Profil des Morro da Garça bei Curvello	126
Abb. 19. Profil des Weges Curvello — Bagre (aufgenommen von Dr. Arlindo Araujo)	131
Abb. 20. Karte der Curumatahy-Mulde	138
Abb. 21. Bloekdiagramm des Abfalls der Serra do Cabral westlich Buenopolis, von Norden gesehen	140
Abb. 22. Aufnahme des Gebirgsrandes westlich Conselheiro Matta	141
Abb. 23. Verbreitung von Lebensspuren in der Bambuhy-Serie	157
Abb. 24. Profil der Serra Capacêto	168
Abb. 25. Profil Rio Indayá — Rio dos Borrachudos	168

	Seite
Abb. 26. Profil Rio dos Borrachudos — Rio Abaeté	} 168
Abb. 27. Profil Rio Abaeté — Rio Areiado	
Abb. 28. Profil Capellinha do Chumbo — Areiado	
Abb. 29. Profil Areiado — Macaco	
Abb. 30. Auflagerung der Gondwanaserie bei Cascata	173
Abb. 31. Karte der Verbreitung des Basalkonglomerates der Gondwanaserie	195
Abb. 32. Gehängemoor am Hochland der Geraes	214
Abb. 33. Profil einer Torflagerstätte bei Amaro Ribeiro	216
Abb. 34. Profil des glimmerreichen Pegmatitganges Rancho do Meio bei Setubinha	225
Abb. 35. Profil durch das Tal des Rio das Pedras	228
Abb. 36. Verwitterungsprofil über Geraes-Schichten bei Cur- vello	233
Abb. 37. Profil der Geraes-Schichten am Rio São Francisco bei São Francisco	235
Abb. 38. Reiseweg Santa Barbara — Itabira do Matto Dentro	237
Abb. 39. Geologisches Profil von Agua Suja nach Coromandel (unveröffentlichte Aufnahme von R. Maack)	263
Abb. 40. Vereinfachter Überblick über den Bau des zentralen Minas Geraes	270
Abb. 41. Einfluß des Prägondwanaschwellenrandes auf das hydrographische Netz	272
Abb. 42. Rückverlegung der Hänge durch Erdbeben	283
Abb. 43. Die Zerschneidung der Chapade im Schema von vier Stadien	287
Abb. 44. Die Hochfläche der Serra Mineira zwischen Barão de Guaicuihy und Dattas	290
Abb. 45. Schematische Darstellung eines Flußlaufes der Serra Mineira	291
Abb. 46. Brejos in der Serra do Cabral	292
Abb. 47. Talkessel im Granit und Schiefer, umrahmt von Quarzithöhen, bei Gouvêa	297
Abb. 48. Morphologische Übersicht über Minas Geraes	304
Abb. 49. Profil am Rande der Serra do Cabral nördlich Lassance	308
Abb. 50. Abtragung der Gondwanaserie und Zertalung des Untergrundes	317
Abb. 51. Entwicklung eines Buritisal	321
Abb. 52. Die Landschaftselemente der Gondwanaserie	323
Abb. 53. Entwicklungsreihe der Talquerschnitte in der Gond- wanaserie des Serra Matta da Corda	325

A. Überblick über die Natur von Minas Geraes.

Auf Grund der vorliegenden Literatur ist es unmöglich, sich ein zutreffendes Bild von der allgemeinen Natur von Minas Geraes zu machen. Soweit es für das Verständnis der folgenden Kapitel und zur Vermeidung späterer Erläuterungen, die vom Thema ablenken würden, notwendig ist, soll hier ein ganz kurzer Überblick gegeben werden, der lediglich diejenigen Kapitel berührt, die mit der geologischen Struktur des Landes zusammenhängen. Eine landeskundliche Darstellung, zu welcher reichliches Material gesammelt wurde, würde hier vom Thema abführen. —

Wenn wir von Osten her in das Hochland von Minas Geraes vordringen, so durchreisen wir nacheinander ganz verschiedene Landschaftsgebiete. Zuerst wird die bis 100 km breite flache Küstenebene gequert. Diese Ebene ist von Kokospalmen und Buschwald bestanden, an Stellen frischer Anlandung, besonders in stillen Buchten und an Nehrungen und Haken sind Dünen noch in Bildung begriffen und landwärts werden sie mehr und mehr von der Vegetation festgelegt. Auf den jungen Außendünen finden sich Pflanzen, die durch kriechende Triebe oder weitverzweigte Wurzeln den Sand befestigen. Nach der typischen, hier verbreiteten Winden-Art heißt diese Pflanzengesellschaft die *Pes caprae*-Formation. Die *Ipomoea pes caprae* SWEET kriecht auf dem Boden, und werden ihre Triebe vom Sand verschüttet, so wachsen sie wieder durch. Hier findet sich auch häufig die *Remirea maritima* ANBL., deren Rhizome im Sand entlanggehen und Triebe nach oben senden, die mit nadelähnlichen Blättern besetzt sind. Mehr landwärts werden die älteren, bereits befestigten und durch das küstenwärts erfolgte Angliedern der jungen Dünen aus der Zone des Salzwassers herausgerückten Dünen, die schon süßes Grundwasser führen, durch eine zweite Pflanzengemeinschaft, die *Restinga*-Vegetation, be-

siedelt. Hier ist die Zusammensetzung viel mannigfaltiger. Sträucher und niedrige Krüppelbäume aus den verschiedensten Familien, meist mit lederähnlichen Blättern, sind vereint, nicht nur in lockeren Gruppen, sondern zuweilen in förmlichem Dickicht. *Bromeliaceen* spielen eine große Rolle. Buschpalmen gedeihen und vor allem Kakteen von bedeutenden Dimensionen (*Cereus*, *Opuntia*, *Melocactus*). Es ist also eine typisch xerophile Pflanzengemeinschaft, die Ähnlichkeit hat mit der Vegetation der trockenen Campos im Innern. Das junge Landgebiet wird von zahllosen Kanälen durchzogen, die von Mangrove besiedelt und von Schlick erfüllt sind. Die geologischen Vorgänge in solchen Gebieten sind an anderer Stelle¹⁾ behandelt worden. Je mehr wir uns von dem küstennahen Gebiet entfernen, um so mehr erhebt sich das Gelände. Junge, dem Tertiär zugerechnete Sedimente erscheinen unter den Dünen und Mangroveschlickern, und die Wälder werden höher. Immer noch herrscht jedoch Flachland.

Dann treten wir plötzlich in das kristalline Grundgebirge ein. Hinter der Küstenebene folgt das Küstengebirge, die Serra do Mar, die sich weit an der Küste verfolgen läßt und vielfach mit Lokalnamen belegt wird. Ihr Anstieg vom Meere her ist in den verschiedenen Teilen Mittelbrasilien verschieden schroff. Dichte Urwälder bedecken die mit tiefen roten Lehmringen überzogenen Hänge, aus denen runde Gneis- oder Granit-Felsgipfel herausragen. Die zur Küste herabströmenden Flüsse bilden eine einzige Folge von Stromschnellen, und heute noch queren nur wenige Verkehrswege dieses Gebiet. Hat man die Serra erstiegen, so steht man jedoch (wenn wir von den Erosionstätern absehen) nicht auf einem Gebirgskamm, sondern am Rande eines Hochlandes, das sich Tausende von Kilometern nach Westen erstreckt und fast nur von Campos eingenommen wird. Die Serra do Mar ist also kein eigentliches Gebirge, sondern der Abfall des Hochlandes zur Küste. Aus dem Relief ist mehrfach der Schluß gezogen worden, daß sich der Abfall in Bruchstufen größerer Dimension vollzieht. Das ist möglich.

¹⁾ B. v. FREYBERG, Zerstörung und Sedimentation an der Mangroveküste Brasilien. „Leopoldina“ Bd. VI, 1930. (Walther-Festschrift.)

auch aus dem Verlauf mancher Flüsse²⁾) könnte man auf küstenparallele Bruchlinien schließen, aber eine wirkliche Aufnahme einer solchen Stufe ist bisher nicht erfolgt. Der landschaftliche Gegensatz zwischen Küstenabfall und Hochland ist außerordentlich groß, und dieser Gegensatz war bestimmend für den Weg der Kolonisation. Die Serra do Mar bildete noch bis zu Anfang des 19. Jahrhunderts eine undurchdringliche absperrende Mauer, in deren dicken Wäldern die menschenfressenden Botokuden hausten, die jeden Eindringling verschwinden ließen. Wasserwege fehlen. Infolgedessen war von der Küste her das Hochland unerreichbar. Seine Kolonisation erfolgte von Süden, von São Paulo her, aber nur sehr langsam. Die Pioniere waren die Bandeirantes, wilde Kerle, die sich zu einem Fähnlein (Bandeira) sammelten und auszogen, um Indianer zu jagen und als Sklaven einzufangen. Da wurde um 1680 (Brasilien war 1500 entdeckt worden) von MANOEL BORBA GATO auf dem Hochland des heutigen Minas Geraes Gold gefunden, und nun begann ein solcher Zustrom, daß infolge der reichen Funde schon nach 30 Jahren mehrere Städte herausgeschossen waren³⁾, und schließlich wurde Minas Geraes als besondere Provinz von São Paulo abgetrennt. Diese Provinz (der heutige Staat) hat aber keinen Zugang zum Meer, weil sich an der Küste während der langen Trennungsperiode die anderen Provinzen vorgeschoben hatten. Minas Geraes ist also auf das Hochland und einen Teil des oberen Küstenabfalls beschränkt. Dieses Hochland ist aber keine Hochebene. Sein Relief weist bedeutende Höhenunterschiede auf. Das liegt daran, daß der geologische Bau stellenweise ziemlich verwickelt ist. Da nun in junger Zeit die gesamte brasilianische Masse stark gehoben wurde und damit die Erosion sehr lebhaft einsetzte, und da die verschiedenen am Aufbau beteiligten Formationen eine sehr verschiedene Widerstandskraft gegen die Abtragung besitzen, wurde in großen Teilen von Minas ein

²⁾ So ist der Lauf des Rio Doce noch ungeklärt, der sich bis Figueira küstenparallel erstreckt und dann scharf rechtwinklig zur Küste umknickt.

³⁾ Zur Villa erhoben wurden Ouro Preto, Carmo und Sabará 1711, Cacté (= Villa Nova de Rainha) und Villa do Principe (= Serra do Frio) 1714.

sehr bewegtes Gebirgsrelief herausgearbeitet. Das Hochland von Minas ist also zum großen Teil Gebirgsland. Ein sehr großer Teil ist jedoch auch Flachland, nämlich der, in welchem die jüngeren, wenig oder gar nicht gefalteten Schichten Tafelländer im Innern bilden. In Tabelle 1 ist nach unserer heutigen Kenntnis eine Übersicht der geologischen Formationen gegeben.

Tabelle 1.
Grundzüge des Aufbaus von Minas Geraes.

Diskordanzen	Formation	Lokale Benennung	Sedimente	Durchsetzende magmatische Gesteine
Diskordanz	Quartär		Flußablagerungen, Torf, Verwitterungsrinden, Fluvialer Schutt	
Diskordanz	Tertiär		Lignitführende Süßwasserablagerungen in engbegrenzten Becken, ? Hochflächenschotter	
Diskordanz	Kreide	Baurú-Serie u. Uberaba-Serie	Helle Sandsteine, z. T. mit Tuffmaterial	Vulkanische Auswurfsmassen ? Basische Eruptionen
Diskordanz	Trias	Gondwana-Serie	Rote Sandsteine und tonige Sandsteine	? Basische Lava und Tuffe am Ende der Trias
Diskordanz und Faltung	? Devon ? ? Silur ?	Bambuhy-Serie (Geraes-Schichten u. Indayá-Schichten)	Quarzite, quarzitische Schiefer, Tonschiefer und Kalklager	Apomagmatische Lagerstätten (Bleiglanz) durchsetzend
? Diskordanz	? Cambrium ? ? Ob. Algonkium ?	Itacolomy-Serie	Quarzite und geröllführende Quarzite, untergeordnet Schiefer	
Diskordanz und Faltung	? Algonkium	Minas-Serie	Quarzit, Tonschiefer, Eisenerze	Basische Eruptivdecken
Diskordanz und Faltung	? Huronium ? Archaikum	Kristallines Grundgebirge	Gneis, Glimmerschiefer, Phyllit	Basische Gänge u. Stöcke Permatitgänge (Granitintrusionen)

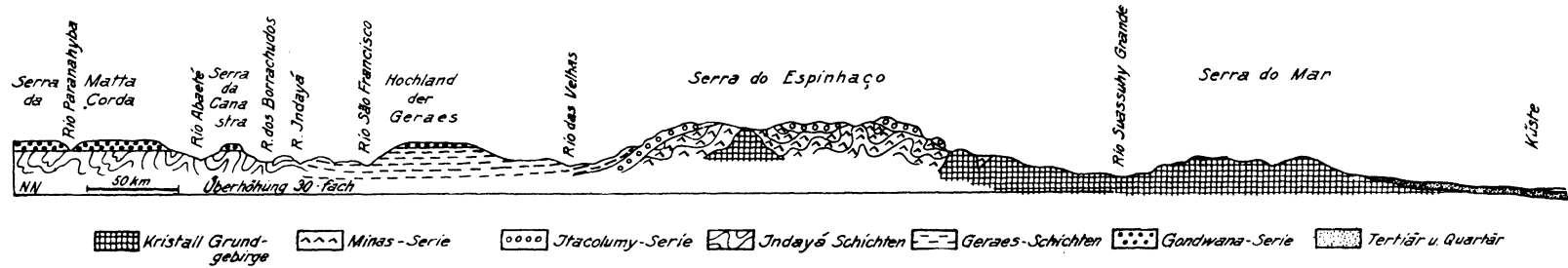


Abb. 1. Profil von der Küste bis zur Serra Maita da Corda.

deren Begründung in den folgenden Kapiteln erfolgen wird. In dieser Tabelle ist die Aufeinanderfolge der Serien, wie sie in der Rubrik 3 unter den neutralen Lokalnamen angeführt sind, gesichert⁴⁾, unklar ist jedoch vielfach deren Zuordnung zu den Formationen. Von diesen Serien bildet das kristalline Grundgebirge den zertalten Abfall zur Küste und im Innern Bergländer, deren Gipfelfluren sich vielfach zu gewölbten Hochflächen vereinigen lassen. Ein gewaltiges Gebirgsland bezeichnet die Verbreitung der Minas-Serie. Sie ist stark gefaltet und gestört, und ihre harten Schichten, oft in steiler Stellung, sind zu Felsketten und Felsrippen umgeformt. Viel geringer ist die Itacolomy-Serie gefaltet. Im Bereich ihrer flachen Satteltgewölbe und schwachen Mulden schließen sich die zerschnittenen Gebirgskämme zusammen und bilden breite Gebirgsmassive mit viel weniger zertaltem Relief und sanften Hochflächenstücken. Unter den jüngeren Schichten sind die Indayá-Schichten noch gefaltet und bilden infolge der einförmigen Schiefer, die sie zusammensetzen, gerundete Bergländer, während in den flachliegenden Geraes-Schichten sich Schichtstufen reichlich bemerkbar machen. Die Gondwana-Serie bildet gerne Tafelländer, wo ihre bankigen harten Sandsteine erhalten geblieben sind. Die noch jüngeren Formationen sind nach unserer gegenwärtigen Kenntnis in dem bereisten Gebiet zu wenig verbreitet, als daß sie besonders hervorträten. Einer eingehenderen Schilderung der Morphologie ist ein besonderes Kapitel gewidmet. Den Aufbau von Minas Geraes im allgemeinen zeigt das Profil (Abb. 1), in welchem freilich, dem Maßstab entsprechend, die Verbreitung der Formationen zum Teil schematisch wiedergegeben werden

⁴⁾ Bei Nachweis einer Diskordanz zwischen Geraes-Schichten und Indayá-Schichten wäre die Einordnung der Indayá-Schichten allerdings noch ungeklärt, da über deren Beziehungen zur Itacolomy-Serie noch nirgends Beobachtungen vorliegen. Ihre Stellung über der Itacolomy-Serie ist nur unter der Voraussetzung gesichert, daß Indayá-Schichten und Geraes-Schichten die verschiedene Fazies einer Formation darstellen (hierüber folgt hinten mehr). Die von GUIMARÃES-JAQUES DE MORAES neu aufgestellte Lavras-Serie ist hier noch nicht angeführt, weil sich nach den bisherigen kurzen Veröffentlichungen noch kein klares Bild über ihre Bedeutung gewinnen läßt. Ich möchte aber hier auf die Arbeit dieser verdienstvollen Autoren (926) hinweisen.

mußte. Auch wenn man die starke Überhöhung des Profils, die infolge des Längenmaßstabes nicht vermieden werden konnte, rückgängig macht, erkennt man drei verschiedene Arten des Gebirgsbaus: Durch die Erosion geschaffene Bergländer des kristallinen Grundgebirges (die aus einem flachen Relief herausgeschnitten sind), die Faltengebirge im Bereich der Minas- und Itacolomy-Serie, und die zerschnittenen Tafelländer, hauptsächlich in der Gondwana-Serie. Alle drei sind durch das hydrographische Netz tief eingekerbt, und so ist Minas Geraes ein Land von außerordentlicher Vielseitigkeit des Reliefs. Die Haupterhebungen liegen auf den Wasserscheiden, und es ziehen mehrere wichtige Wasserscheiden durch das Land, durch welche die unmittelbar nach Osten abströmenden Flüsse von den nach Westen fließenden Strömen Rio Grande und Parahyba, die sich im äußersten Westzipfel von Minas zum Rio Paraná vereinigen, getrennt werden. In diese Stromsysteme greift von Norden der Rio São Francisco in weiter Bucht ein. Die Gründe für dieses Eingreifen werden später erörtert werden. Hier beschäftigt uns allein die Gliederung des Reliefs. Die südöstliche Wasserscheide trennt zunächst die Quellflüsse des Rio Grande von dem tief eingeschnittenen Rio Parahyba und bildet in ihrem höchsten Teil die Grenze gegen São Paulo. Etwa vom Itatiaia (2821 m⁵) biegt sie nach Minas Geraes hinein. Die Zentralbahn überschreitet sie zwischen Palmyra und Barbacena. In ihrer Verlängerung liegt die Wasserscheide östlich vom oberen Rio Doce, führt dort verschiedene Namen (Serra Geral, S.S. Sebastião, S. do Brigadeiro) und besitzt geringe Höhe. Erst an der Grenze gegen Espírito Santo werden wieder bedeutende Höhen, in dem von ALVARO DA SILVEIRA (790) erforschten Pico da Bandeira der höchste Punkt von Minas überhaupt (2884 m) erreicht.

Die bedeutendste Gebirgsscheide in Minas Geraes ist die Serra do Espinhaço. Mit diesem Namen wurde die Wasserscheide belegt, die das Flußgebiet des Rio São Francisco östlich begleitet und sich bis durch Bahia hindurch erstreckt. Auf dieser ganzen rund 1200 km langen Strecke werden die dem

⁵) Diese Zahl ist die neueste Angabe aus Afranio de Carvalho (892). Ältere Angaben schwanken zwischen 2790 und 2994 m.

Rio São Francisco zuströmenden Flüsse von denjenigen getrennt, die mehr oder weniger direkt zur Küste fließen. Heute wird die Bezeichnung meist nur auf den südlichen Teil angewandt, wie das auch hier (Karte, Abb. 2) geschah. Schon W. L. v. ESCHWEGE (62) hatte scharf erkannt, daß diese Serra do Espinhaço kein einheitlicher geschlossener Gebirgszug ist. Wenn in modernen geographischen Darstellungen auf diese als neu hingestellte Entdeckung viel Gewicht gelegt und ihre angebliche Nichtbeachtung durch v. ESCHWEGE gerügt wird, so muß ich darauf hinweisen, daß die Karte v. ESCHWEGES die Hauptteile der Gebirge mit den Darstellungsmitteln, wie sie seiner Zeit und dem Stand der von ihm allein durchgeführten Routenaufnahmen entsprach, wiedergibt. Aus dem Text seiner Schriften geht hervor, daß er über den inneren Bau des Gebietes weit besser unterrichtet war als seine modernen Kritiker, die auf Grund kurzer Eisenbahnfahrten anspruchsvolle Werke veröffentlichen.

Der südliche Teil der Serra do Espinhaço ist Faltengebirge, und die besonders herausragenden Spezialketten des breiten Gebirgslandes sind Schichtköpfe besonders widerstandsfähiger Gesteine, sind also Ketten, die dem Streichen folgen. So heben sich die Quarzite und mächtigen harten Eisenerze als Käämme und Gipfel heraus, während die Schiefergebiete massige, oft tief zertalte und zerschluchtete Bergländer bilden. Wo die Quarzitplatten der Itacolumy-Serie mit geringerer Neigung aufsitzen, entstehen schräge oder abgeflachte Gipfelflächen, und wo diese Formation herrscht, weniger zerschnittene Massive. Im Süden setzt die Serra do Espinhaço schon mit bedeutenden Höhen ein. Das Massiv von Ouro Branco, der Itacolumy bilden weithin sichtbare Landmarken. Nördlich von Ouro Preto zieht sich die Serra de Ouro Preto von West nach Ost (der westlichste Teil heißt Serra da Cachoeira) und geht mit dem Umschwenken des Schichtstreichens in die Nord-Süd-gerichtete Serra de Antonio Pereira über. Nach Norden liegt der gewaltige Klotz der Serra da Caraça vor. Eine brauchbare Karte von ihr existiert noch nicht. Auch das westlich von ihr liegende Gebiet bis zum Rio das Velhas ist Gebirgsland, aber wenig erforscht. Westlich vom Rio das Velhas streicht eine besonders markante scharfe Rippe von Süden nach Norden, die auf der Übersichts-

karte (Abb. 2) als Serra da Moeda⁶⁾ bezeichnet wurde, aber in mehrere besonders benannte Teilstücke getrennt wird: In die Serra de Santa Cruz (südlichster, vom Paraopeba durchschnitener Teil), Serra da Bôa Morte (mittlerer Teil) und Serra da Moeda (nördlicher Teil). Der schmale Gebirgszug bildet die Schneide eines herauspräparierten schräg stehenden harten Schichtkomplexes. Östlich vorgelagert sind noch mehr oder weniger schroff herausragende Gipfel oder Rücken, unter denen sich besonders der aus reinem Eisenerz bestehende Pico de Itabira do Campo auszeichnet. Im Norden schneidet die Serra da Moeda an der quer streichenden Serra do Curral⁷⁾ ab. Ihr Steilrand reicht nach Osten bis zum Rio das Velhas. Das Gebiet westlich vom Rio das Velhas kann nicht mehr zur Serra do Espinhaço gerechnet werden, wenn dieser Name auf die Wasserscheide beschränkt werden soll. Östlich von ihm erhebt sich die beherrschende Serra da Piedade. Von hier erstreckt sich die Serra do Espinhaço nach Norden. Das nächste Stück ist weniger erforscht. Dem Verfasser selbst ist noch der Teil von Santa Barbara bis Itabira do Matto Dentro bekannt. Bei letzterem Ort bilden die aus Itabirit bestehenden Gipfel Pico de Conceição (1130 m) und Pico do Caué (1365 m) beherrschende Höhen. Genauer kennen wir erst wieder die Umgebung von Diamantina, die auch als Serra Mineira oder Serra de Minas bezeichnet wird. Sie bildet ein hochliegendes, vielfach hochflächenartiges Gebirgsmassiv mit schroffen Randabfällen. Hier zerteilt sich die Serra do Espinhaço in mehrere Äste. Nach Nordosten zieht ein Zweig von Quarzitgebirgen, die auf der Karte (Abb. 2) als Serra da Penha erscheinen, die aber von Südwesten nach Nordosten zu zerfallen in Serra do Gavião, S. do Ambrosio, S. da Penha und Serra Negra. Nach Nordwesten legt sich (jenseits der Curumatahy-Mulde) die Serra do Cabral vor. In der Mitte bleibt die Hauptwasserscheide.

⁶⁾ Der Maßstab der Karte gestattete nicht die Eintragung aller Namen. Von manchen Gipfeln sind jedoch die Zahlen eingetragen, und ihre Namen ergeben sich aus einem Vergleich mit der später folgenden Zusammenstellung der Höhenmessungen.

⁷⁾ Die Kartenskizze, die O. MAULL (1924, auf S. 195) vom südlichen Teil des Gebirgszuges gibt, entspricht in keiner Weise der Wirklichkeit.

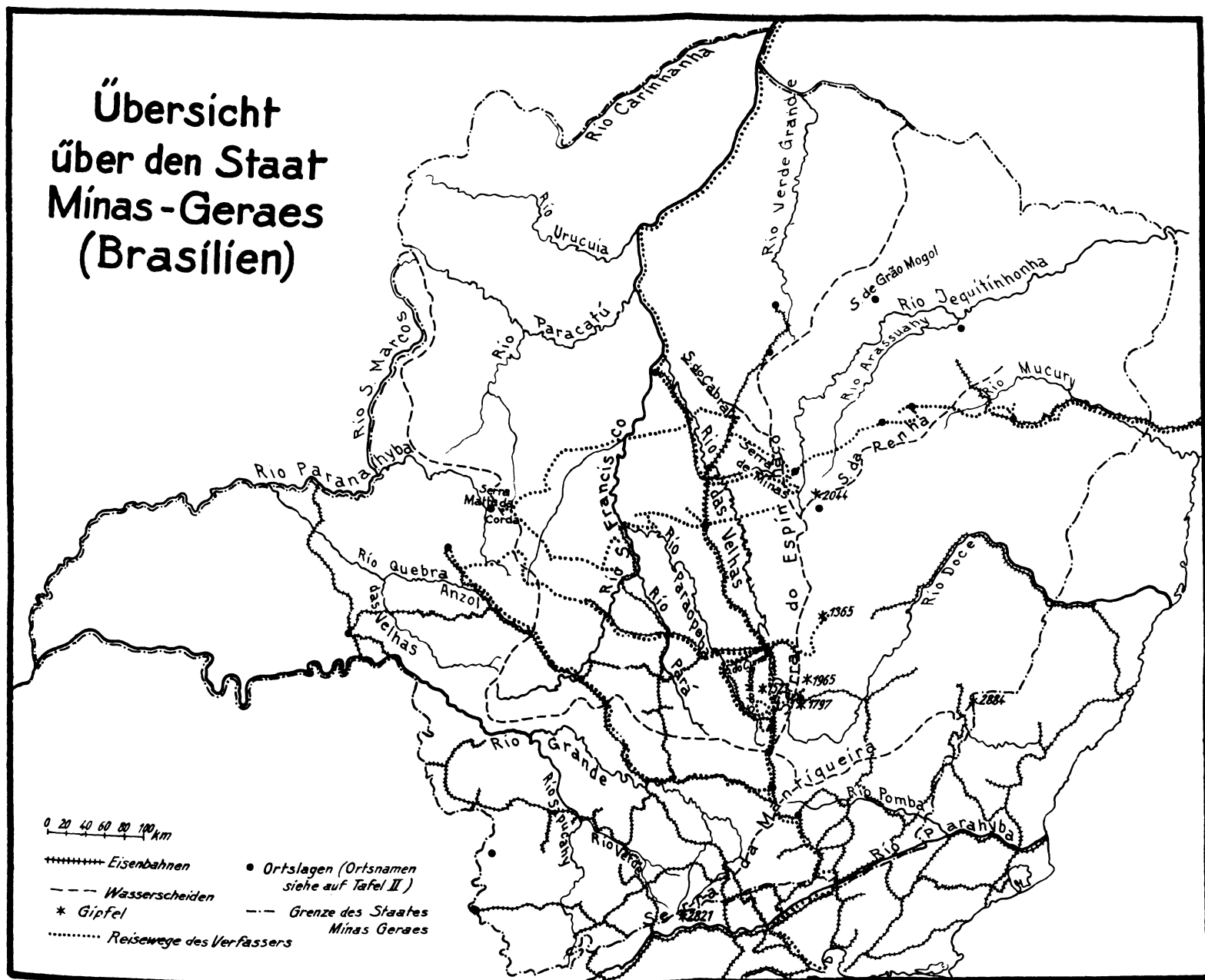


Abb. 2. Allgemeine Übersichtskarte von Minas Geraes.

die sich zunächst westlich vom Jequitinhonha, dann über die Serra do Grão Mogol weiter nach Bahia hinein erstreckt. Die Serra do Grão Mogol ist noch als Quarzitzgebirge bekannt, dann wissen wir nichts mehr.

Die bedeutendsten Erhebungen der Serra do Espinhaço und ihre begleitenden Gebirge zeigt die Zusammenstellung in Tabelle 2.

Tabelle 2.
Gipfelhöhen der Serra do Espinhaço

Gipfel	Höhe in Meter	Autor
Pico de Itabira do Campo	1573	Alvaro da Silveira
Alto do Eschwege (Serra da Moeda)	1597	Maack
Alto da Bôa Morte (Serra da Bôa Morte)	1544	Maack
Serra de Ouro Branco (westlichster Gipfel)	1570	Alvaro da Silveira
Itacolumy	1797	Comm. Geogr. e Geolog. de Minas Geraes
Morro da Carapuça (Serra da Caraça)	1955	Liais
Pico bei Bello Horizonte (Serra do Curral)	1390	Commiss. Constructora da Nova Capital
Serra da Piedade	1783	Liais
Pico de Conceição	1330	Itabira Iron Ore Cie
Pico do Caué	1365	Itabira Iron Ore Cie
Pico do Itambé do Serro	2044	Alvaro da Silveira

Sehr wichtig ist ferner noch die westliche Wasserscheide. Sie liegt in der Serra Matta da Corda. Das Profil (Abb. 1) zeigt, daß diese Serra nur ein zerschnittenes Tafelland der Gondwanaserie ist, und die Wasserscheide liegt auf dem Plateau bei rund 1150 m. Sie trennt den Rio Paranyba einerseits vom Rio da Prata und Rio Abaeté andererseits. Die beiden letztgenannten gehören zum Flußsystem des Rio São Francisco. Der Rio São Francisco fließt von seiner Quelle rund 1200 km (in der Luftlinie) nach Norden durch den größten Teil von Minas Geraes und Bahia, biegt aber dann nach Osten ab zum Atlantischen Ozean. Der Paranyba ist der Quellfluß

des Paraná und fließt schließlich bei Buenos Aires als La Plata ins Meer. So gehört die Wasserscheide der Serra Matta da Corda zu den wichtigsten Wasserscheiden des östlichen Südamerika. Durch das Eingreifen des São Francisco-Systems (s. Teil J) wird sie hier plötzlich weit nach Westen verlegt, während sie im südlichen Minas Geraes und von da weit nach Süden dicht an der Küste liegt. Von der Serra Matta da Corda verläuft sie zunächst nach Süden, biegt dann scharf um das Quellgebiet des São Francisco herum, erreicht fast den Rio Grande und streicht wenig nördlich von diesem Strom nach Osten, bis sie östlich Barbacena auf die Serra da Mantiqueira trifft, in welcher sich mit scharfem Knick die gleiche Wasserscheide (nämlich die östliche Wasserscheide des Paraná-Systems) nach Süden fortsetzt.

Zwischen diesen Wasserscheiden und Gebirgsketten liegen ausgedehnte Flußsysteme. Das wichtigste ist das des Rio São Francisco mit seinen Nebenflüssen. Dieser Strom besitzt von der Quelle bis zur Mündung eine Länge von 2874 km, von denen von der Quelle an 1122 km zu Minas Geraes gehören, und ist der drittgrößte Fluß Südamerikas⁸⁾. Von den Stromschnellen bei Pirapóra an ist er schiffbar bis Joazeiro, etwa 1500 km weit, weiter unterhalb sperren ihn die Fälle von Paulo Affonso vom Meere ab. So bietet er einen Wasserweg gerade durch den wenig erschlossenen Sertão von Nordminas und Inner-Bahia, und die Endpunkte des Schiffahrtsweges sind durch Eisenbahnen mit der Küste verbunden. Von seinen Nebenflüssen ist der Rio Paracatú bei einer Gesamtlänge von 570 km von der Mündung 384 km aufwärts schiffbar, von der 1032 km betragenden Gesamtlänge des Rio das Velhas sollen durch Regulierungsarbeiten 930 km schiffbar gemacht werden können⁹⁾.

Viel ungünstiger sind die Verhältnisse bei den übrigen Flüssen. Die Flüsse, die den Ostabfall zur Küste passieren, werden sämtlich nur mit Kähnen befahren, und der Übergang über die Schnellen ist vielfach unmöglich oder gefährlich. In

⁸⁾ Der Amazonas mißt 5400 km, der La Plata 3440 km.

⁹⁾ Die Zahlen sind der Arbeit von Afranio de Carvalho (892) entnommen.

ihre Mündungen, die aber nicht zu Minas Geraes gehören. können teilweise kleine Schiffe mehr oder weniger weit eindringen. Hierhin gehören der Rio Pardo, Jequitinhonha, Mucury, Rio Doce und Parahyba. Von den nach Westen gehenden Flüssen ist der Rio Grande wichtiger, der bis zu seiner Mündung 1230 km mißt, von denen 180 km (von Lavras bis zu den Fällen von Bocaina) schiffbar sind. Im Unterlauf finden sich zu viele Wasserfälle. Der Parahyba ist aus diesem Grunde ganz unbrauchbar.

So hat also Minas Geraes von seinen wasserreichen Strömen hinsichtlich des Verkehrs wenig Nutzen. Hingegen bieten diese (ebenso wie viele kleinere Gebirgsflüsse) außerordentliche Möglichkeiten in der Ausnutzung der Wasserkräfte. —

Das Klima von Minas ist ein Hochlandsklima. Die beträchtliche Lage des größten Teiles über dem Meer hat zur Folge, daß wir trotz tropischer Breite ein mehr subtropisches Klima haben, das sich in den tieferen Tälern, besonders nach der Küste zu, entsprechend ändert. Die reichlichsten Niederschläge empfängt der Küstenabfall. Das Hochland ist viel trockener. Während der langen Trockenzeit, die durchschnittlich von April bis September anhält, sich aber im Norden gelegentlich bis zum völligen Wegfall der Regenzeit ausdehnen kann, fällt im Hochland so gut wie kein Regen. In dieser Zeit werden die Nächte empfindlich kalt, auf den östlichen Wasserscheiden erlebte ich selbst mehrfach Reif und dünne Eisschichten im Juli. Die Regenzeit (Oktober bis März) ist feuchtwarm. Die Übergangszeiten zwischen beiden Jahreszeiten sind kurz.

Die Vegetation ist abhängig vom Klima und vom geologischen Untergrund. Hinsichtlich des Klimas sind leicht die stark befeuchteten Gebiete (Regenwälder) vom Trockengebiet (Campos) zu trennen. Außerdem bedingt aber der geologische Untergrund eine Verschiebung der Einheitsgrenzen, die durch das Klima gegeben sind. Es zeigt sich nämlich, daß nicht nur die Niederschläge direkt maßgebend sind, sondern auch indirekt, indem sie den Untergrund zersetzen. In den nur zeitweise reichlich befeuchteten Gebieten ist die Bildung von Wäldern (wenn von den Grundwasser- und Galeriewäldern abgesehen wird) nur da möglich, wo das Gestein tiefgründig zersetzt wird, also vorzugsweise in den Granit- und Gneisgebiete-

ten, und andererseits entwickeln sich in Quarzitgebieten auch bei starker Durchfeuchtung keine Wälder. Sehr mannigfaltig spiegelt sich der geologische Kleinbau in den Pflanzenformationen wider. Es gibt wohl wenige Gebiete der Welt, in denen sich diese Abhängigkeit so deutlich zeigt wie in Minas Geraes. Als dritter Faktor kommt schließlich noch die verschiedene Höhenlage hinzu. Da im Innern die Zerstörung der Wälder in bedenklichem Maße um sich gegriffen hat, ist es sehr schwer, immer die ursprünglichen Verhältnisse richtig zu konstruieren.

Den Ostabfall zur Küste bedecken dichte Regenwälder, die sich in den Flußtälern bis zur Serra do Espinhaço aufwärts ziehen und in diese zungenartig eingreifen. Man kann aber nicht alles östlich von ihr liegende Gebiet mit einem einheitlichen dichten Regenwaldgürtel überziehen. Einige Literaturbemerkungen lassen erstens erkennen, daß auch hier manche hochgelegenen Teile schon den Campos zugerechnet werden müssen. Zweitens aber läßt sich feststellen, daß die Dichte und Höhe der Wälder von der Küste einwärts (oder am Küstenabfall aufwärts) abnimmt. Die höhergelegenen Teile können möglicherweise mit dem Teil zusammenfallen, den J. J. VON TSCHUDI (167) in der Serra dos Amoyrés als Cabezeiras-Region bezeichnet hat, in welcher die nach Osten durchbrechenden Flüsse entspringen und wo noch kräftige Baumvegetation herrscht, die aber nicht so üppig ist wie in den Küstenniederungen. Eine genaue Festlegung dieser Grenze, bei der besonders der Botaniker mitsprechen muß, kann nicht erfolgen, da bisher zu wenig Daten vorliegen. Diese Grenze ist keine geologische, sondern eine rein klimatische. Wir müssen mangels genügend sicherer Angaben alle östlich von der Serra do Espinhaço liegenden Waldgebiete als Einheit vorläufig zusammenfassen¹⁹⁾, wie das auch von den Bewohnern von Minas geschieht, die dieses Gebiet als zona do matto bezeichnen und von der in der Serra do Espinhaço beginnenden, nach Westen

¹⁹⁾ Wenn wir die von O. MAULL (924) in dem besser bekannten Hinterland Victoria-Santos auf S. 338 seines Buches gegebene Grenze zwischen dichtem und lichtem Regenwald nach N in mein Reisegebiet verlängern, so hat Minas an ersterem nur sehr geringen Anteil, und mein Gebiet des Regenwaldes gehört fast nur dem letzteren an.

sich ausdehnenden zona do campo unterscheiden. Aber auch im Hochland, wenn auch enger begrenzt, treten an begünstigten Stellen Waldflächen auf. Aber alle diese Wälder unterscheiden sich für den Nichtbotaniker schon dadurch von den Regenwäldern der Küste, daß eine Anzahl von Bäumen in der Trockenzeit das Laub abwirft. Erst im Westen, in der Serra Matta da Corda, finden sich grüne Wälder, die wohl durch die besondere Stellung dieses hohen Tafellandes und durch die wasserspeichernden Gesteine desselben bedingt sind.

Die Großgliederung Wald-Kamp ist in erster Linie klimatisch bedingt, die Untergliederung des Kampgebietes jedoch geologisch; sie ist eine Funktion der Gesteinsbeschaffenheit. Eine Einheit bildet die Serra do Espinhaço, also das Gebiet, in welchem sich Minas- und Itacolomy-Serie am Aufbau beteiligen. Die Gesteine sind Schiefer, Quarzit und Eisenerz. Die Schiefer geben einen tiefgründigen Boden, und wo sie genügend Feuchtigkeit über die Trockenzeit speichern, sind oder waren sie ursprünglich von ansehnlichen Wäldern bedeckt. Mit scharfer Linie schneidet der Wald an der Grenze gegen den Quarzit ab, der Gras und Krüppelbusch trägt. Letzterer siedelt sich in allen Klüften und Spalten, zwischen Blöcken und in Schluchten des Quarzits an und ist in der Trockenzeit völlig entlaubt. Die Quarzitgebiete der Serra do Espinhaço gehören also zur Region der Campos, unterscheiden sich aber von den Campos der tiefer gelegenen Gebiete durch die abweichende Vegetation. In der Serra do Cabral, teilweise auch noch in der Serra Mineira, wo das Gebirge einen Hochflächencharakter etwas bewahrt, liegen zwischen den Felsgebieten flache, ebene, sumpfige Täler mit Wiesen saurer Gräser und Buriti-Palmen (*Mauritia vinifera*). Einen weiteren Typ, der zu den Campos gerechnet werden kann, bilden die Eisenerzgebiete der Minas-Serie. Hier steht entweder das Harterz als massiger Fels an, oder es sind die Mürberze durch eine nachträgliche Verkrustung, die Canga, überdeckt, ein durch Eisenoxydhydrat verkittetes Erzkonglomerat, welches viele Quadratkilometer überzieht. Diese von Flechten und Farnen, Bromeliaceen und Orchideen überzogenen Erzflächen bilden höchst interessante Pflanzengemeinschaften. Als höhere Büsche fallen besonders die vielen *Vellosia*-Arten auf, die ganze Bestände bilden können.

Vom Kamp des Gebirges¹¹⁾, der seinen Feuchtigkeitsbedarf in der Trockenzeit zum großen Teil durch Nebel und Tau gedeckt bekommt, unterscheiden sich erheblich die Camposflächen außerhalb des Gebirges. Im mittleren Minas Geraes (soweit die Kartenskizze, Abb. 3 reicht) fehlen die echten xerophilen Flächen, die als caatingas bezeichnet werden, und wir befinden uns im Bereich der subxerophilen Campos. Aber auch diese sind nicht überall gleich. Nach der Dichtigkeit und Höhe des Busches, die sehr erheblichen Schwankungen unterliegen, werden von der Bevölkerung sehr verschiedene Typen unterschieden. Bis zu einem gewissen Grad läßt sich auch hier der geologische Untergrund als Faktor erkennen. Die reinen Grassteppen sind z. B. oft an die gefalteten Schiefer der Bambuhy-Serie geknüpft. Im Gebiet der Unteren Gondwanaserie, wo das Grundwasser austritt (s. Kapitel K, IX), finden sich wieder die sumpfigen grünen Veredas mit der Mauritia-Palme, die in der Trockenzeit einen so scharfen Kontrast bilden gegen den verdorrten Busch. Im Gebiet des subxerophilen Kamps finden sich außerdem an den Flußläufen und Lagunen, in den Talrissen und Quelltrichtern Wäldchen und Galeriewälder verschiedener Dimensionen, die vom Grundwasser gespeist werden und von den Regenwäldern stark abweichen. Eine eigentümliche Flora (viele Kakteen) haben auch die Kalkfelsen. So werden im Gebiet der subxerophilen Campos folgende Vegetationsformen unterschieden:

Cerrado. Niederer Buschwald, Krüppelholz (Carrasco) mit Zwischenräumen, die von Gras und Sträuchern bestanden sind.

Cerradão. Geschlossener Buschwald, der schon Nutzhölzer enthält.

Capão. Schmale Galeriewäldchen.

Chapada s. Ebene, vielfach mit stückigem Gesteinsschutt bestreute Hochflächen, vorwiegend Grassteppe, nur vereinzelte krüppelige Bäume.

¹¹⁾ Wir verstehen also hier unter Campo nicht eine ebene Fläche, sondern (entsprechend dem Sprachgebrauch in Minas) das Gebiet des Krüppelwaldes und Buschs, der in der Trockenzeit das Laub abwirft und im Gegensatz zum matto (Wald) steht.

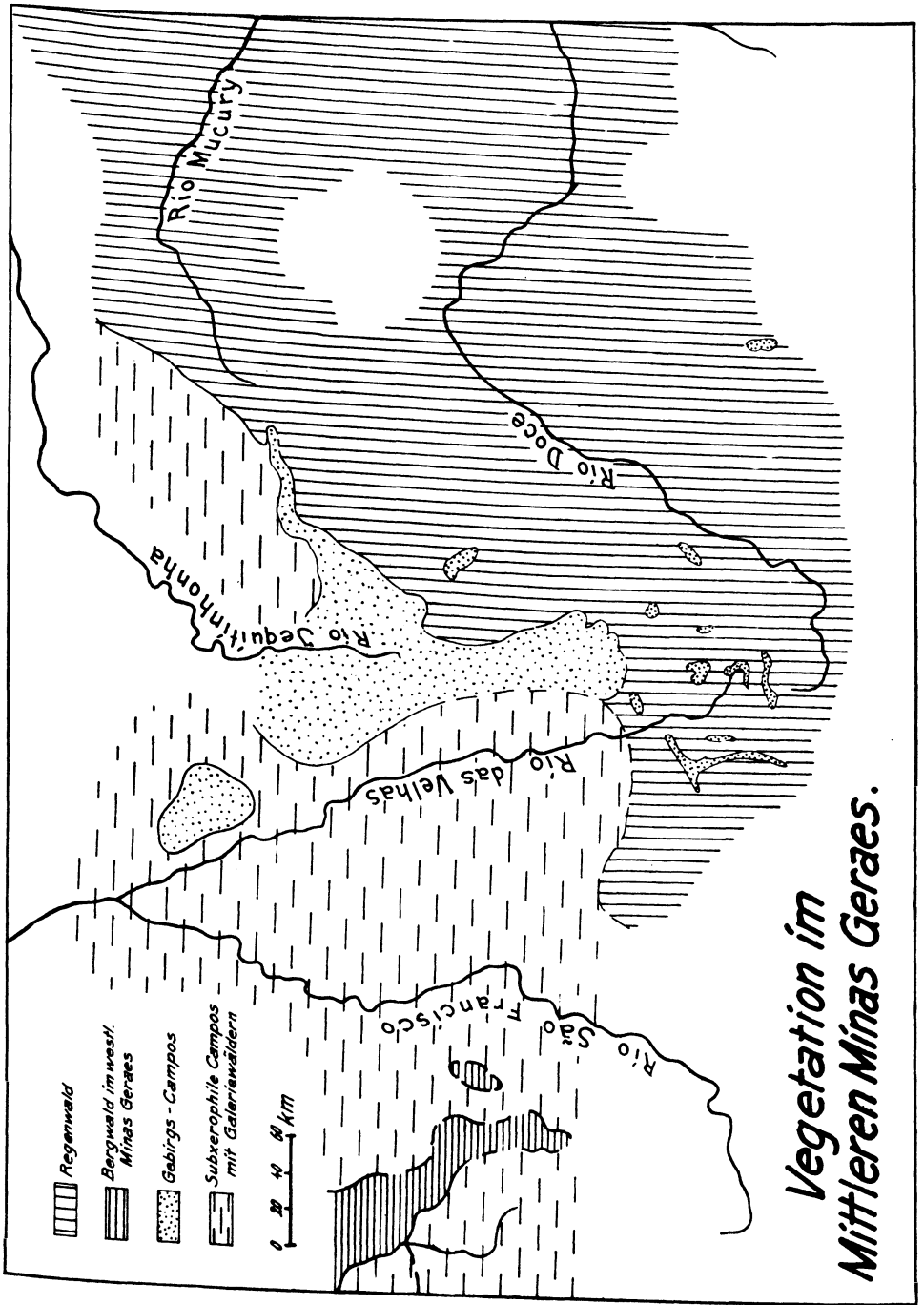


Abb. 3. Die Vegetationsgebiete im Mittleren Minas Geraes.

Taboleiros. Niedrige, mit lichten Baumgruppen überstreute ebene Flächen, vielfach Flußterrassen.

Capoeira. Neu aufschießender Buschwald auf einer Fläche, auf der zur Anlegung einer Pflanzung (roça) der Wald abgebrannt war, und die wieder brach gelassen wird. —

Nach botanischen Gesichtspunkten ließe sich eine weitergehende Gliederung in Vegetationsgebiete durchführen, dazu ist jedoch hier nicht der Ort. Es ist deshalb nur soviel gebracht worden, wie sich nach unserer jetzigen Kenntnis kartenmäßig darstellen läßt. Bei einer weitergehenden Gliederung würden die Karten zu lückenhaft werden. Auf der Kartenskizze ist die ursprüngliche Waldverbreitung angegeben, die jetzt in großen Gebieten schon vernichtet ist und zum Schaden späterer Generationen weiter vernichtet wird. Die Genauigkeit der Skizze wird durch dichtere Routen vergrößert werden können. Immerhin gibt sie ein einigermaßen richtiges Bild gegenüber den bisherigen Kartenskizzen von diesem Gebiet. Wo die Grenzen kombiniert sind, wurden sie unterbrochen dargestellt.

B. Die Minas-Serie.

I. Überblick und aufbauende Gesteine.

a) Der Begriff „Minas-Serie“.

Der erste Autor, der sich mit dem Aufbau von Minas Geraes beschäftigt und sich nicht mit der Beschreibung einzelner Mineralien oder ihrer Lagerstätten begnügt, ist W. L. v. ESCHWEGE. Im Jahre 1817 (22) erscheint in den Annales des Mines die Wiedergabe eines Briefes von ihm, in welchem folgende Formationen unterschieden werden: Auf dem Grundgebirge liegt ein Tonschiefer als roche primitif, darüber als roche secondaire die Eisenerzformation, Kalke und Sandsteine. Von den letzteren werden ein älterer (a une pâte plus quartzeuse) und ein jüngerer (très mélangée de chlorite) unterschieden. Im Jahre 1820¹⁾ (29) werden die von ihm neu aufgestellten Gebirgsarten, die in diesen Serien vorkommen, beschrieben, nämlich der Chlorit-Sandstein (den er später als Itacolumit beschreibt), der Eisenglimmerschiefer, der Eisenfels, das Eisenkonglomerat, der Seifen- oder Topfstein, der Chlorit-Schiefer. In seinem Geognostischen Gemälde von Brasilien (36, 1822) folgt eine eingehendere Darstellung. Eine Zusammenfassung seiner Erfahrungen erfolgt aber erst 1832 (57) in den „Beiträgen zur Gebirgskunde Brasiliens“. Wir sehen da, daß die oben aufgeführten älteren Formationen noch vom Übergangsgebirge und Rot-Todtliegenden überlagert werden. Letztere beiden Begriffe decken sich einigermassen (nicht überall) mit der heutigen Bambuhy-Serie und Gondwana-Serie. Die Arbeit von CLAUSSEN (93, 1841) schließt sich im allgemeinen der Einteilung v. ESCHWEGES an, ist aber in vielen Punkten unklar und unzuverlässig. Ganz vorzüglich ist die Veröffentlichung von PRISIS (140, 1842). Inwieweit seine Gliederung

¹⁾ Es werden hier nur die wichtigsten Arbeiten herausgegriffen.

Tabelle 3. Entwicklung des Begriffs „Minas-Serie“.

W. L. v. Eschwege 1817	Pissis 1842	Liais 1872	Gerber 1874	Derby 1881 und 1887	Derby 1906	Harder und Chamberlin 1915	Eberhard Rimann 1918 u. 1920	Djalma Guimarães 1927	Djalma Guimarães und Luciano Jaques de Moraes 1929 und 1930
Rot-Todtligendes		Terrains tertiaires			Sandstein		Areiado-Sandstein (? Trias)		
Übergangsgebirge	Période phylladiforme (= Terrain de Transition)	Terrains secondaires	Transitional Formations	Tonschiefer, Kalk und Sandstein (Silur oder Devon)			Bambuhy-Serie (Silur)	Bambuhy-Serie	Bambuhy-Serie Sopa- und Macahubas-Formation <small>Lavras-Serie (Cambrium)</small>
Sekundärgebirge	Talcite phylladiforme Gneiss et Quartzite Gneiss et Leptinite Granite porphyroide	Terrain primitif Roches métamorphiques — Gneiss métallifères — Gneiss inférieurs non métallifères	Meta-morphic Formations	Sandstein mit Geröll-Lagen	Quarzitischer Sandstein	Minas-Serie	Itacolumy-Schichten (Cambrium) Diamantina-Schichten (Algonkium) Itabira-Schichten (Archaikum)	Lavras-Serie (Cambrium) Minas-Serie (Algonkium)	Itacolumy-Serie (Ob. Algonkium)
				Metamorphosierte Serie (Huronium)	Minas-Serie				Minas-Serie (Unt. Algonkium)
Primärgebirge			Azoicum	Gneis und Glimmerschiefer ((Laurentium))				Gneis und Glimmerschiefer	Gneis und Glimmerschiefer

durch v. ESCHWEGE beeinflusst ist, läßt sich nicht feststellen, da er ihn nicht zitiert. Seine Einteilung läßt sich trotz der Abweichungen nach der Beschreibung der einzelnen Gesteine mit der v. ESCHWEGES parallelisieren (siehe Tabelle 3)²⁾. Wichtig ist, daß als Quartzites superieures die oberste Abteilung des Talcite phylladiforme bezeichnet und als quartzites pseudo-fragmentaires beschrieben wird. Dieser Quarzit bildet den Itacolumy-Gipfel. Sehr wertvoll ist die beigegebene geologische Karte nebst Profilen, in denen die Grundzüge des tektonischen Baus klar erkannt sind. Die Abteilungen LIAIS' (193, 1872) lassen sich auch einigermaßen erkennen, wenn auch viel Verworrenes in seiner Arbeit steckt und insbesondere die Altersdeutungen sich als falsch erwiesen haben. Neue Erkenntnisse sind nicht zu verzeichnen, auch nicht bei H. GERBER, der (198, 1874) Azoikum, Metamorphic Formations und Transitional Formations unterscheidet. Fortschritte bringt erst wieder DERBY. Im Jahre 1889 (237) erkannte er in der Serra do Espinhaço bei Diamantina, daß die Serie der Quarzite und Sandsteine, Eisenerze und dolomitischen Kalke, also die von W. L. v. ESCHWEGE als „Sekundärgebirge“ zusammengefaßten Schichten durch eine Diskordanz zweigeteilt wird; daß die oberen Sandsteine Gerölle führen, und daß sie weniger metamorphosiert sind als die unteren metamorphen Gesteine. Die Ähnlichkeit zwischen den Sandsteinen beider Serien ist groß. Die Gliederung, die GORCEIX (260, 1882) gegeben hat, folgt in allen Punkten DERBY. DERBY selbst erweitert seine Gliederung 1887 (341) und 1906 (604), wie man aus der Tabelle sieht. In der letztgenannten Arbeit prägt er den Begriff „Minas-Serie“ und bezieht ihn auf die metamorphosierten Gesteine (Schiefer, Quarzit, Itabirit und Kalk). Er vermutet, daß diese Gesteine nicht jünger als Cambrium sind. Die oberen Sandsteine mit Geröllagen werden von ihm nicht dazugerechnet, sondern ausdrücklich bemerkt, daß sie diskordant auflagern. Im Norden führen sie nach ihm Diamanten. Diese Sandsteine reichen nach Süden bis Ouro Preto und sind am Itacolumy noch bekannt, aber nicht mehr diamanthaltig. HARDER-CHAMBERLIN (710, 1915) dehnen die Bezeichnung Minas-Serie auf

²⁾ Auf die Untergliederung wird erst später eingegangen.

die hangenden Sandsteine aus, die sie als Itacolomy-Quarzit bezeichnen, obwohl ihnen die Arbeit von DERBY (604) bekannt ist, wie aus dem Zitat hervorgeht. Auch RIMANN (1918, 942; 1920, 771) faßt alles als Minas-Serie zusammen, die er in Itabira-, Diamantina- und Itacolumi-Schichten einteilt. Die Itabira-Schichten entsprechen allein der Minas-Serie im Sinne DERBYS. Als Diamantina-Schichten werden die diamantführenden Konglomerate bezeichnet, die bei Diamantina ausgebeutet werden. DJALMA GUIMARÃES (857. 1927) beschränkt jedoch wieder den Begriff Minas-Serie im Sinne DERBYS und bezeichnet die obere Abteilung zunächst als Lavras-Serie. Die Diamantlagerstätten werden als primär aufgefaßt. Die Sandsteine und Konglomerate werden nach DJALMA GUIMARÃES von Granulitgängen durchzogen, die den Diamant führen, und die Lavras-Serie selbst ist nur da diamantführend, wo sie vom Granulit injiziert wurde. Die Minas-Serie wird als Algonkium, die Lavras-Serie als Cambrium aufgefaßt. Demnach werden auch die Diamantina-Schichten E. RIMANNs ganz gestrichen. Das Hangende bildet die Bambuhy-Serie. In den neuesten Arbeiten von DJALMA GUIMARÃES und LUCIANO JAQUES DE MORAES (912, 1929 und 926, 1930) wird diese Gliederung erheblich geändert. Die Minas-Serie bleibt. Die oberen, über der Diskordanz DERBYS liegenden Schichten werden als Itacolomy-Serie ausgeschieden. Diese Serie umfaßt also etwa die Schichten, für die GUIMARÃES früher den Begriff Lavras-Serie eingeführt hatte. Gleichzeitig wird erkannt, daß ein Teil der Diamantlagerstätten doch konglomeratischer und fluviatiler Natur ist, wie das frühere Autoren auch schon angenommen hatten. Auf diesen Teil der Diamantlagerstätten wird jetzt der Begriff Sopa-Formation geprägt. Die Konglomerate werden als fluvioglazial bezeichnet. Zwischen Itacolomy-Serie und Bambuhy-Serie liegen nun auch Konglomerate, die LUCIANO JAQUES DE MORAES (861) früher als Basalkonglomerat der Bambuhy-Serie aufgefaßt hatte. Dieses Konglomerat (ein geröllführender Sandstein) wird jetzt als besondere Macahubas-Formation ausgeschieden. für die glaziale Entstehung angenommen wird. Auf Sopa-Formation und Macahubas-Formation wird nun die Bezeichnung Lavras-Serie übertragen, der also eine andere Bedeutung beigelegt wird als früher und die sich zwischen Itacolomy-Serie

und Bambuhy-Serie einschleibt. Diese jetzige Lavras-Serie umfaßt mit die Diamantina-Schichten E. RIMANNs, die aber über die Itacolomy-Serie gelegt werden.

Man sieht, daß unter den Autoren wenig Einstimmigkeit über die Begriffsbegrenzung herrscht. Die Diamantlagerstätten habe ich auf meinen Reisen nicht eingehend genug studiert, ich kann also zu der Lavras-Serie im neuesten Sinne (1929 und 1930) keine Stellung nehmen. Für einen Teil der konglomeratischen Diamantlagerstätten möchte ich auch annehmen, daß sie jünger sind als die Itacolomy-Serie. Ob das aber für alle gilt, scheint mir nicht erwiesen zu sein. Manche diamantführende Konglomerate sind derartig stark metamorphosiert und in die Quarzite eingeschiefert, daß mir das Problem noch nicht endgültig geklärt erscheint. Für unsere Abhandlung ist diese Frage nicht akut, da im folgenden nur die von mir selbst studierten Formationen behandelt werden sollen. Den Begriff Minas-Serie muß man nach dem Prioritätsprinzip im Sinne DERBYS anwenden, es werden deshalb im folgenden Minas-Serie und Itacolomy-Serie getrennt und unterschieden. Ich möchte vorschlagen, daß sich von nun an alle Fachgenossen der Begriffe Minas-Serie und Itacolomy-Serie bedienen, und den Begriff Minas-Serie nicht weiter ausdehnen, als das von DERBY bei seiner Prägung geschah. Dieser Standpunkt wird auch in den neuesten amtlichen Veröffentlichungen des Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil vertreten, und nur so kann der Verwirrung abgeholfen werden, die über diesen Gegenstand herrscht.

Nun ist freilich unsere Kenntnis noch nicht so weit fortgeschritten, daß wir überall Minas-Serie und Itacolomy-Serie voneinander trennen können. Die Gesteine, besonders die Quarzite beider Serien sehen sich vielfach so ähnlich, daß es oft sehr schwer ist, sie zu unterscheiden, wenn nicht die Diskordanz erkennbar wird. Es bleibt also in vielen Fällen durchaus zweifelhaft, zu welcher Serie wir eine uns begegnende Felspartie zu stellen haben. Außerdem verzahnen sich beide an der

Oberfläche vielfach so, daß wir sie auf den Übersichtskarten³⁾, auch wenn wir sie unterschieden haben, nicht gesondert darstellen können, weil die von ihnen bedeckten Einzelflächen zu klein werden. Wir benötigen also für diese Fälle einen Oberbegriff, der beide Serien gleichzeitig umfaßt. Deshalb sollen hier Minas-Serie und Itacolumy-Serie zusammen als die Espinhaço-Formationen bezeichnet werden. Ich hebe den Plural „Formationen“ hervor, um damit auszudrücken, daß hier keine neue Serie geschaffen werden soll, sondern daß in solchen Fällen Minas-Serie oder Itacolumy-Serie oder beide vorliegen, daß aber unsere Kenntnis oder der Maßstab unserer Karten noch nicht ausreicht, um sie zu unterscheiden. Ist erst einmal ganz Minas Geraes geologisch so genau aufgenommen, daß die Unterscheidung und Trennung in allen Fällen möglich ist, so fällt der Begriff von selbst. Bis dahin müssen wir uns jedoch mit einem solchen Provisorium behelfen, wenn wir nicht mehr Exaktheit vortäuschen wollen, als der Stand unserer Kenntnisse gegenwärtig gestattet.

Damit ist der Begriff „Minas Serie“ nach dem Hangenden abgegrenzt. Es fehlt noch die Festlegung der unteren Grenze.

Über die Auflagerungsgrenze der Minas-Serie ist merkwürdig wenig veröffentlicht worden. Die Autoren hatten meist nur Interesse für die an Bodenschätzen reiche Minas-Serie selbst und begnügten sich mit der Feststellung (wenn überhaupt Bemerkungen darüber gemacht sind), daß die Minas-Serie diskordant über dem kristallinen Untergrund liege. Nähere Beschreibungen der Profile wurden nicht gegeben. In einer früheren Mitteilung (855) konnte der Verfasser die Grenze des Grundgebirges gegen die Minas-Serie an einer Stelle beschreiben. Der beste Aufschluß fand sich am Durchbruch des Parapeba durch die Serra de Santa Cruz. Der geflaserte Granitgneis, der flußaufwärts einfiel, wurde von Quarzit überlagert, der unter gleichem Winkel einfiel. Beide erschienen im Querschnitt konkordant. An keinem Punkt konnte die Grenze bisher wieder

³⁾ Und nur solche können wir vorläufig entwerfen, da die topographischen Unterlagen für geologische Spezialkarten fehlen.

im Aufschluß direkt gesehen werden. Die mächtigen Verwitterungsrinden, durch die der liegende Schiefer der Minas-Serie und das kristalline Grundgebirge überzogen sind, verhüllen die Grenze meist. Auf die besonderen Verhältnisse von Congonhas do Campo, von wo ich die Aufschlüsse noch ausnehme, wird noch einzugehen sein. Wenn man aber den Rand der Serra do Curral bei Bello Horizonte studiert, so erinnern die kombinierten Aufschlüsse stark an das Profil am Paraopeba-Durchbruch. Der Steilrand dieses Gebirgszuges, der nach Norden gekehrt ist, bildet den Abfall einer nach Süden einfallenden Schichttafel der Minas-Serie, die hauptsächlich aus Itabirit besteht. Darunter kommen Tonschiefer in erheblicher Mächtigkeit zum Vorschein. Ein auskeilendes Kalklager ist eingeschaltet (s. das Profil in meiner genannten Arbeit 855). Der Gebirgsrand wurde von O. MAULL (806, 924) als Bruchrand bezeichnet. Die Verwerfung, die den Kalkzug betroffen hat und von mir festgelegt wurde (855)⁴), hat aber viel zu geringe Bedeutung, als daß wir den Rand der ganzen Serra do Curral auf sie zurückführen könnten. Wenn die Serra do Curral wirklich ein Bruchstufenrand wäre, so könnte die Verwerfung nur weiter nördlich, also in erheblichem Abstand vom Steilabfall, verlaufen, und die eigentliche Bruchstufe müßte durch die Erosion rückverlegt sein; denn unter die den Steilrand bildenden Itabirite fällt die Schieferserie ganz normal ein, aus der die Vorberge zusammengesetzt sind. Nun ist aber der Charakter der Bruchstufe gerade aus dem Steilabfall selbst geschlossen worden. Der einzige bisherige Beweis für die Deutung als Bruchstufe ist also hinfällig. Es ist aber wichtig, daß auch der Paragneis, der sich nach Norden anschließt und den meiner Auffassung nach der Schiefer überlagert, das gleiche Streichen und Fallen besitzt, wie die Minas-Serie. Diese Gleichstimmig-

⁴) Wie ich auf Grund von Gesprächen mit Herrn Bergingenieur H. VOGEL aus Blumenau mitteilen kann, hat dieser um die Erforschung der Lagerstätten von Minas Geraes sehr verdiente Forscher diese Störung schon länger gekannt und auch das Profil aufgenommen, bevor ich zum ersten Male nach Brasilien kam. Leider hatte er dasselbe nicht veröffentlicht. Unser Gespräch ergab volle Übereinstimmung bezüglich des von mir dargestellten Profilschnittes. Gerade diese Verwerfung war aber Herrn MAULL unbekannt.

keit im Streichen und Fallen, die zwischen kristallinem Grundgebirge und Minas-Serie an diesen Stellen besteht und auf deren außerordentliche Bedeutung ich schon früher hinweisen konnte (931), ist sehr auffällig und steht in gewissem Widerspruch zu der sonstigen Annahme einer Diskordanz zwischen beiden. Es können zur Erklärung mehrere Gesichtspunkte herangezogen werden, ohne daß ich eine Entscheidung fällen möchte. Man kann tektonische Gründe annehmen, die streckend und richtunggebend das Bild vom Streichen und Fallen erzeugten. Sicherlich ist der tektonische Bau im Gebiete der Minas-Serie sehr viel komplizierter, als wir bisher ahnen, und die auf den ersten Blick einfache Lagerung der Schichtenfolgen ist teilweise eine Täuschung. Die Minas-Serie selbst gehört zu den Gneisen, die Itabirite sind Erzgneise, und die Umformung der Gesteine ist sicher mit tektonischen Umformungen verknüpft. Man kann aber auch annehmen, daß Intrusionen, die sich nach Ablagerung der Minas-Serie ereigneten, Teile derselben durch Injektionen in Gneis verwandelten. Die „Schichtgneise“ von Bello Horizonte setzen sich aus sehr scharf abgesetzten Lagen zusammen und es bedarf der näheren Untersuchung, ob es sich um umgewandelte Minas-Serie dabei handeln kann. Daß in die Minas-Serie jüngere Intrusionen eindrangen, steht außer jedem Zweifel, und darüber werden weiter hinten noch einige Mitteilungen gebracht werden. Freilich müßten wir in diesem Fall Kontaktwirkungen vermuten, auch im Nebengestein. Auf jeden Fall zeigen diese Beobachtungen, daß die Untergrenze der Minas-Serie, also die primäre Auflagerungsgrenze der Sedimente, stark verwischt ist, sei es nun durch tektonische oder durch magmatische Vorgänge oder durch beide. Die Untergrenze braucht nicht in allen Fällen da zu liegen, wo Gesteine mit unverkennbarem Sedimentcharakter heute beginnen, sondern die erste Auflagerungsfläche kann vielfach geologisch tiefer liegen.

Die Minas-Serie selbst ist ja allgemein stark metamorphosiert. Wir können annehmen, daß die Metamorphose bei den besonders tief eingefalteten, oft nur schmalen Zonen dieser Serie einen besonders hohen Grad erreicht hat. Außerhalb des Hauptverbreitungsgebietes der Minas-Serie, und innerhalb des Bereichs des kristallinen Grundgebirges liegen nun zahlreiche

Schollen von Gesteinen, meist Tonschiefern, die stark metamorphen Charakter haben, und die man als ehemalige Minas-Serie zu deuten pflegt, obwohl ihnen oft die charakteristischen Gesteine (in erster Linie die Itabirite) fehlen. Man sieht in ihnen dann also nicht Sedimente oder geschieferte Eruptiva von abweichendem Alter, sondern die am tiefsten eingefalteten oder eingebrochenen Wurzeln des abgetragenen Gebirges der Minas-Serie. Wo ihre Zuteilung nicht einwandfrei erschien, wurden diese Gebiete auf der Übersichtskarte (Tafel II) besonders ausgedehnt. Alles in allem ist die Liegendgrenze der Minas-Serie noch wenig erforscht. Schon die wenigen Beobachtungen, die ich hier anstellen konnte, werfen Probleme auf, die noch zu lösen sind und große erdgeschichtliche Bedeutung haben.

Mit dem kristallinen Grundgebirge selbst habe ich mich auf meinen Reisen nicht planmäßig beschäftigt. Die Gebiete der Sedimentgesteine bieten dem Geologen zunächst wichtigere Probleme, weshalb ich das Grundgebirge bei der Legung der Reiserouten möglichst mied. Wo dasselbe betreten wurde, sind Proben nach Möglichkeit gesammelt worden, doch liegen die Aufschlüsse weit auseinander und mächtige Rotlehmdecken verhüllen den größten Teil solcher Gebiete, so daß die Aufschlüsse nicht mehr als Stichproben sind. Immerhin besitzen sie auch als solche nicht zu unterschätzenden Wert, da sie uns über die qualitative Zusammensetzung des Untergrundes Auskunft geben, und der quantitative Anteil der einzelnen Typen um so deutlicher wird, je mehr sich im Laufe der Zeit die Reiserouten verdichten werden. Es sollte deshalb kein Reisender versäumen, solche Gesteine mitzubringen, da jedes Stück zu einem Baustein wird. Die von mir mitgebrachten (etwa 60) Proben von Granit, Gneis, Glimmerschiefer und basischen Magmagessteinen aus Minas Geraes werden von anderer Seite petrographisch untersucht werden. Über ihre allgemeine geologische Stellung finden sich einige Angaben im Teil H bei der Erläuterung der Übersichtskarte.

b) Die Gesteine der Minas-Serie.

Da sich die Verbreitung der Minas-Serie unmittelbar aus der Übersichtskarte (Tafel II) ergibt, kann gleich zur Charak-

terisierung der Gesteine übergegangen werden, die sie zusammensetzen. Ich beziehe mich dabei auf die Typen, die ich selbst auf meinen Reisen kennengelernt habe, und kann mich vielfach kurz fassen, da über einzelne Gesteine schon mehrere petrographische Untersuchungen von HUSSAK, GORCEIX, DA COSTA SENA, DJALMA GUIMARÃES und anderen vorliegen, auf die jeweils Bezug genommen wird⁵⁾. Über manche Begriffe und ihre Anwendung herrscht Verwirrung und wenig Übereinstimmung. Hier ist Klarheit zu schaffen und es wird versucht, diejenigen Definitionen zu finden, die unter Berücksichtigung der Priorität und des gesunden Menschenverstandes am annehmbarsten sind. Es wäre wünschenswert, daß endlich einmal Richtlinien zu einer einheitlichen Namensgebung befolgt würden und sich die persönliche Eitelkeit der Autoren über den einen oder anderen unwesentlichen Punkt hinwegsetzt. Denn eine Nomenklatur ist zum Teil Sache der Übereinkunft und kein wissenschaftliches Problem. Verschiedene Gesichtspunkte können als Richtlinien anerkannt werden, man muß aber konsequent in der Durchführung sein und nicht alle systemlos mischen wollen. Bei diesen Fragen ist eine Bezugnahme auf die ältere Literatur unvermeidlich. Die folgende Übersicht ist also notwendig zur Festlegung der Bezeichnungen, die in dieser Abhandlung angewandt werden. Sie erspart uns unnötige Wiederholungen bei der Beschreibung der Einzelgebiete und Profile. — Es wäre wünschenswert, wenn die Gesteine einmal von berufener Seite einer ausgedehnteren modernen petrographischen Untersuchung unterworfen würden.

Die Gesteine, die sich am Aufbau der Minas-Serie beteiligen, sind Schiefer, Kalke, Quarzite und eisenreiche Gesteine („Itabiriterze“).

1. Schiefer.

Was unter der Bezeichnung „Schiefer“ zusammengefaßt wird, sind Gesteine, die in ihrem Aussehen und in ihrer Entstehung sehr verschiedenartig sind. Das zeigen schon die vielen verschiedenen Bezeichnungen, die ihnen gewidmet sind: Ton-

⁵⁾ Zahlreiche petrographische Angaben macht GUIMARÃES in seiner neuesten Arbeit (1959), die nicht mehr in das Manuskript eingearbeitet werden konnten, auf die ich aber verweisen möchte.

schiefer mit untergeordneten Lagen von Talk- und Chlorit-schiefer (v. ESCHWEGE, 57; ROSE, 161), serizitische Schiefer (DERBY, 504), graphitische Schiefer (DERBY, 529), chloritische Kalkphyllite (HUSSAK, 532), glimmerführende (meist serizitische) Kalk-, Talk-, Graphit- und Chloritschiefer (DERBY, 604); hydromicaschisto, fast nur aus Serizit zusammengesetzt (DJALMA GUIMARÃES, 857); Tonschiefer mit untergeordnetem Glimmerschiefer, Phyllit, Quarzitschiefer und Talkstein (KNECHT, 873). Die verschiedene Fazies der Schiefergesteine ist erstens eine Folge ihrer verschiedenen Entstehung. Mit DERBY (604) darf man wohl den größten Teil als sedimentär ansehen. Ein großer Teil von ihnen ist aber auch magmatischer Entstehung und nachträglich so stark geschiefert, daß es in vielen Fällen unmöglich ist, ohne nähere Untersuchung über die primäre Natur eine Entscheidung zu treffen. Schon frühzeitig ist diese Erkenntnis festzustellen. Vielleicht meinen HEUSSER-CLARAZ (160) schon so etwas, wenn sie die Tonschiefer für „Zersetzungsprodukte“ hornblendereicher Gesteine ansehen. ROSE allerdings, der die gesammelten Gesteinsproben dieser Reisenden untersucht, spricht (161) nur von Chloritschiefer, Talkschiefer und Tonschiefer, da unter den Proben kein Hornblendegestein enthalten sei. DERBY (504) hingegen spricht sich klar aus. Er gibt Analysen von Proben aus der Gegend von Diamantina und Ouro Preto wieder, die teilweise für metamorphe Eruptiva gehalten werden. An anderer Stelle (505) führt er den Monazitgehalt von Schiefen als Grund an, weshalb er sie für geschieferte Eruptiva hält. Sehr aufschlußreich ist die von DERBY weitgehend angewandte Methode der Untersuchung der Gesteine, nach welcher er den weichen Zersatz ausschlämmt und die unzersetzten, akzessorischen Mineralien, die beim Schlämmen als Konzentrat zurückbleiben, bestimmt und untersucht. So unterscheidet er Gesteine, die sich äußerlich sehr ähneln. Als Nebengestein der Topaslagerstätte Caxambú in der Nähe von Ouro Preto (516) erscheinen beispielsweise serizitische Phyllite. Ein solcher Phyllit führt Haematitstaub, gerollten Zirkon und stellenweise grobkörnigen Quarz, womit er sich als ein metamorphes klastisches Sediment erweist. Ein anderer serizitischer Schiefer von hier wird vermutlich als zersetztes Eruptivgestein angesehen. Später

(604) äußert er sich dahin, daß die Chlorit- und Talkschiefer größtenteils, vielleicht alle geschieferte Eruptivgesteine sind, ebenso ein Teil der Serizitschiefer. Auch DJALMA GUIMARÃES und LUCIANO JAQUES DE MORAES (926) vertreten diese Auffassung für den nördlichen Teil unseres Gebietes, indem sie in den Phylliten der Minas-Serie innerhalb des Diamantengebietes großenteils geschieferte Eruptivgesteine sehen.

Als Talkschiefer wurden (und werden gewöhnlich noch) alle die grünen, weichen und blättrigen, sich fettig anfühlenden Gesteine bezeichnet, die an manchen Stellen ansehnliche Mächtigkeit erreichen können. GORCEIX (228, 241) hat sich jedoch dahin ausgesprochen, daß eigentliche Talkschiefer in Minas Geraes selten sind, und hat das für Ouro Preto durch Analysen belegt. Seine Analysen (Tabelle 4) zeigen, daß der

Tabelle 4.

Analysen sogenannter „Talkschiefer“ von Ouro Preto (nach Gorceix).

	1.	2.	3.
SiO ₂	28,8	54,1	47,4
Al ₂ O ₃	} 62,7	27,3	31,2
Fe ₂ O ₃		7,7	6,7
MgO	0,9	0,8	2,0
K ₂ O	3,1	3,0	4,0
Na ₂ O	0,9	3,6	2,7
H ₂ O	4,1	3,8	5,6
	100,5	100,3	100,1

Magnesiagehalt solcher Gesteine, wie man sie bei Ouro Preto für Talkschiefer erklärt hat, zu gering ist. Die Gesteine, von denen die Analysen stammen, sind folgende:

1. Schiefergestein über dem Kalk von Caieira bei Ouro Preto. Dichte 3, 4.
2. Grüner Schiefer nahe der Topaslagerstätte Bôa Vista.
3. Fasrig-schiefriges Gestein, welches die Höhen im Gebiet des Topasgebietes bei Ouro Preto zusammensetzt.

Wenn man nun freilich aus diesem Ergebnis schließen will, daß alle grünen, fettigen Schiefer, die man antrifft, nichts mit Talk zu tun haben, so wäre das auch nicht richtig. Bei Congon-

has do Campo sind solche Gesteine stark verbreitet, und zwar gehen sie einerseits in Seifen- oder Topfstein über, andererseits in Tonschiefer. W. L. v. ESCHWEGE (29), der diese Übergänge schon feststellte, bezeichnet sie als Chloritschiefer. Da mir die „Topfsteine“ (über welche in Kapitel B, VI weitere Angaben folgen) umgewandelte Eruptiva zu sein schienen, lag die Vermutung nahe, daß es sich hier auch bei den grünen fettigen Schieferen um magnesiareiche Gesteine handelt. Eine von mir entnommene Probe ließ Herr MAX SCHWERBER freundlicherweise in der Escola de Minas in Ouro Preto untersuchen und das Ergebnis (Tabelle 5) entsprach dieser Vermutung. Das Gestein ist ein grüner, fettiger Schiefer von Goyabeira bei Congonhas do Campo. Etwas östlich von diesem Fundpunkt wurde früher ein Gestein als Talk gewonnen, dessen von der Steatit-Magnesia-A.G., Berlin-Pankow, angefertigte Analyse zum Vergleich beigelegt ist.

Tabelle 5.

	Talkschiefer Congonhas do Campo	Talk Congonhas do Campo
Wasser	5,40	
Glühverlust		13,08
SiO ₂	47,00	37,44
Al ₂ O ₃	9,00	7,01
Fe ₂ O ₃	4,57	10,50
FeO	6,97	
Mn ₂ O ₄		0,80
CaO	0,20	6,25
MgO	26,64	25,29
K ₂ O	0,54	—
Na ₂ O		0,73
	100,32	99,83

Die verschiedene Fazies der Schiefer ist weiterhin eine Folge ihrer mehr oder weniger starken und verschieden gearteten Metamorphose. E. RIMANN (740) bezeichnet den unteren Teil seiner Minas-Serie (also demnach seine Itabira-Schichten, auf die jetzt der Begriff Minas-Serie beschränkt wird) als eine komplizierte Vielheit von Ortho- und Paragesteinen, die durch

postvulkanische Vorgänge (Turmalinisierung) und durch Tiefenmetamorphose verändert sind. J. C. DA COSTA SENA (417) hat ein Profil beschrieben, in welchem die Abnahme der Metamorphose vom Liegenden zum Hangenden erkennbar ist. Es stammt von Cochoeira do Brumado (östlich Ouro Preto). Dort liegt an der Basis der Schichtenfolge Gneis, der granitähnlich ist, darüber Glimmerschiefer mit gelegentlichen schwarzen Turmalinnadeln, darüber *les schistes micacés* mit vielen Granaten. Diese Schichten sind in ihren oberen Teilen nach DA COSTA SENA weniger metamorphosiert, aber reich an Staurolith. Sie werden bedeckt von serizitischen Schiefeln, Quarzit und Itabirit. Den Staurolithschiefern sind talkige Massen, teils kompakt wie Seifenstein, teils schiefrig eingeschaltet, in denen bis 8 cm große Kristalle von Actinolith stecken.

Mineralneubildungen teils durch Tiefenmetamorphose, teils durch Kontaktmetamorphose sind nicht selten, und dadurch werden diese Gesteine besonders abwechslungsreich. Bei der Kontaktmetamorphose sind wieder mehrere Fälle zu unterscheiden: Sie kann durch eingedrungene Granite, durch gangförmige Abspaltungen derselben (Pegmatit und Quarzgänge, die vielfach Gold führen) und wohl auch stellenweise durch die eingeschalteten Lager und Lagergänge magmatischer Gesteine, die selbst wieder geschiefert sind, bedingt sein, und vielfach überdecken sich Kontaktmetamorphose und Regionalmetamorphose. Nur eine nach modernen Gesichtspunkten durchgeführte petrographische Untersuchung könnte die einzelnen Vorgänge genau auseinanderschälen und den Werdegang der verschiedenen Gesteine schildern.

Ein Gestein, welches das Interesse der Mineraliensammler immer wieder erregt hat, soll noch angeführt werden: der Martit-führende Schiefer. Die scharf ausgebildeten Oktaeder dieses Minerals, die an manchen Stellen durchschnittlich 1—1,5 cm Durchmesser besitzen, sind an mehreren Punkten den Schiefeln (und anderen Gesteinen) in großer Menge eingesprengt. Nachdem SPIX und MARTIUS die Kristalle zuerst von Inficionado erwähnt haben, beschrieb HAIDINGER (50) oktaedrische Eisenerzkristalle, „die aber roten Strich haben und aus einer großen Zahl kleiner Eisenglanzkrystalle zusammengesetzt sind“. GORCEIX (227) faßte den Martit als oxydierten Pyrit auf, weil Pyrit auch oft in den Schiefeln vorkommt. Dies erschien schon deshalb unwahrscheinlich, weil GORCEIX selbst erwähnt, daß sich der Martit „teils

aus Oligist, teils aus beigemischtem magnetischem Eisenoxyd" zusammensetzt. Auch bestehen die zersetzten Pyrite aus Limonit und haben auch nicht die scharfe oktaedrische Kristall-Form. DERBY (255) wird deshalb heizupflichten sein, wenn er den Martit als umgesetzten Magnetit auffaßt. Er beweist das damit, daß unter 308 Kristallen eines Fundpunktes, die 2—10 mm Durchmesser besaßen und einem teilweise zersetzten Quarzglimmerschiefer entstammten, 116 Exemplare vom Magneten angezogen wurden. Ein Exemplar von Infieonado, von wo SPIX und MARTIUS das Mineral erstmalig erwähnen, aus frischem Schiefer gewonnen, wurde stark angezogen, desgleichen Proben von Serro. Alle zusammen zeigten alle verschiedenen Grade des Magnetismus und der Zusammensetzung. In stark zersetztem Schiefer handelte es sich um reinen Oligist. Auch MÜGGE (356) stellte fest, daß die Martitkristalle noch stark magnetisch sind, schwarzen Strich besitzen und daß ihre Umwandlung in Eisenoxyd noch nicht weit fortgeschritten war. In meiner Sammlung befinden sich 603 Kristalle (scharfe Oktaeder mit durchschnittlich 1 cm Durchmesser). Sie stammen von Antonio Pereira bei Ouro Preto, wo sie im Schiefer stecken und bei dessen Verwitterung an der Oberfläche liegen bleiben. Von ihnen reagierten nur 22 nicht auf den Magneten. 581 wurden angezogen, allerdings teilweise sehr schwach und nur an einer Stelle. — Bei manchen Gesteinen, die in der Literatur (auch von mir in 855) als magnetithaltig bezeichnet sind, wird man vielleicht besser martit-haltig zu setzen haben.

2. Dolomitische Kalke.

Diese Kalke sind im südlichen Teile der Serra do Espinhaço in der Minas-Serie nicht selten. Doch sind sie viel weniger beständig als die übrigen Schichtglieder. Sie bilden Linsen, die wohl bis 50 oder mehr Meter an Mächtigkeit anschwellen und mehr oder weniger weit aushalten, aber nicht entfernt so weit aushaltend beobachtet wurden, als ihre Begleitgesteine. In die benachbarten Gesteine können sie übergehen, indem sie mit diesen in Wechsellagerung treten. So entstehen an den Grenzen Kalke mit Schiefer-, Quarzit- oder dünnen Eisenerzschmitzen und -linsen, oder diese Gesteine enthalten schwache Kalkeinlagerungen. Die Kalke sind feinkörnig, aber vollkristallin. Die Größe der sie zusammensetzenden Kristalle hält sich in verschiedenen von mir untersuchten Proben jeweils an einen Durchschnittswert, von dem sie nur wenig abweichen. Eine Grundmasse fehlte völlig. Die Farbe ist sehr wechselnd: weiß, grau, grün, rot, violett in verschiedenen Abstufungen oder auch in Bänderung. Die kristalline Beschaffenheit zeigt den hohen

Grad der Metamorphose bereits an, der auch diese Gesteine betroffen hat. In Gebieten der Kontaktmetamorphose nimmt die Korngröße zu, wie ich früher (855) beschreiben konnte. Einen durch Kontaktmetamorphose entstandenen Kalksilikatfels behandelte Hrssak (582).

Die Zusammensetzung der Kalke der Minas-Serie zeigt eine in Tabelle 6 vereinigte Auswahl von Analysen, die einer vom Serviço Geologico veröffentlichten Zusammenstellung (823) und einer früheren Mitteilung des Verfassers (855) entnommen sind. Die analysierten Gesteine stammen von folgenden Punkten:

1. Antonio Pereira bei Ouro Preto.
2. Ilha. Municipio de Santa Barbara.
3. Tavares. Municipio de Santa Barbara.
4. Miguel Burnier.
5. Fazenda Vigia bei Burnier.

Tabelle 6.
Analysen dolomitischer Kalke der Minas-Serie.

	1	2	3	4	5
Glühverlust (H ₂ O + CO ₂)	46,50	36,73	41,32	45,00	46,60
Si O ₂	0,80	17,89	5,43	0,18	1,06
Al ₂ O ₃	1,54	3,22	4,04	} 1,00	} 1,48
Fe ₂ O ₃	1,66	1,04	1,01		
Mn ₃ O ₄	0,09				
Ca O	30,83	24,12	28,47	44,42	29,64
Mg O	18,96	16,47	19,71	9,17	21,23
P ₂ O ₅		Spur	—		
Ti O ₂		Spur	—		
Summe	100,38	99,47	99,98	99,77	100,01

Die Analysen zeigen eine sehr ungleiche Zusammensetzung. Der Magnesiumgehalt ist stellenweise so hoch, daß man von Dolomit sprechen kann. Der Gehalt an Eisen und Mangan ist gering. Es scheint mir deshalb unwahrscheinlich, daß manche Eisen- und Manganerzlager des Gebietes lediglich durch die bei der Verwitterung der normalen Kalke entstehende Anreicherung entstanden sein sollen, wie das gelegentlich vermutet wurde. Wenn es nicht primär oxydische Lagerstätten sind, so hat die

von anderer Seite geäußerte Vermutung mehr für sich, daß es sich bei diesen Lagerstätten um oxydierte karbonatische Erze gehandelt hat. Gelegentlich haben vermutlich manche Kalke auch eine Anreicherung an Erzen infolge metasomatischer Vorgänge erfahren. Doch wird auf die lagerstättenkundlichen Vorgänge an anderer Stelle eingegangen werden.

Die Oberflächen der Kalkgebiete sind vielfach zerkarstet. Ihrem Ausbiß folgt manchmal die Talbildung, wie bei Ouro Preto besonders schön zu beobachten ist. Profile, aus welchen die Einlagerung der Kalke in die Schichtenfolge zu ersehen ist, sind von mir schon früher (855) beschrieben worden und werden weiter unten von Ouro Preto wiedergegeben werden. Ein interessantes Profil der wechsellagernden Schichten gebe ich hier noch nach einer unveröffentlichten Karte der Gegend von Gandarella wieder, die CALOGERAS aufgenommen hat und an die einige Profile angezeichnet sind. Für das Profil ist der Maßstab 1:5000 angegeben und danach sind die Mächtigkeiten abgemessen. Sie sind aber unsicher; denn falls das Profil überhöht ist (wie ich vermute) geben sie nur das Verhältnis der Mächtigkeiten zueinander wieder und sind wesentlich geringer:

15. 100 m Fester Itabirit (Hangender Teil).
14. 85 m Grauer Kalk.
13. 53 m Fester Itabirit.
12. 70 m Tongestein.
11. 65 m Roter Kalk.
10. 50 m Gestreifter Kalk.
9. 45 m Tongestein.
8. 65 m Jacutinga.
7. 115 m Itabirit.
6. 25 m Jacutinga mit Pyrolusit.
5. 55 m Fester Itabirit.
4. 45 m Gestreifter Kalk.
3. 190 m Fester Itabirit.
2. 40 m Glimmerige Schiefer.
1. 100 m Itabirit (Liegendes).

Im folgenden sind die Stellen zusammengestellt, an denen bisher nach eigenen und fremden Beobachtungen die Einschaltung von Kalklagern festgestellt ist:

- a) Burnier. Am Wege südlich vom Ort, westlich vom Massiv von Ouro Branco, in erheblicher Mächtigkeit.
- b) Vigia. Hügel nicht weit vom Gebäude der Fazenda.
- c) Bello Horizonte, bei Acaba Mundo am Fuß der Serra do Curral.
- d) Bei Rodrigo Silva (Bahnstrecke Burnier—Ouro Preto).
- e) Gambá bei Ouro Preto (stark zerkarstet, mit Manganerzen in den Verwitterungstaschen).
- f) Ojó bei Ouro Preto (weißer, blauer oder rot-weiß gebänderter Kalk, lokal mit Schwerspat). Das Lager zieht sich im Streichen nach Osten.
- g) Fazenda Saramenha bei Ouro Preto.
- h) Östlich Burnier in Verbindung mit Manganerzen (SCOTT, 508).
- i) Morro do Bule b. Hargreaves (rosafarbiger, grauer oder weißer Dolomit, den ein Zinkblendelagergang durchsetzt. FRANCISCO DE PAULA BÔA NOVA, 891).
- | | | |
|--|---|------------------------------------|
| k) Trino | } | BENEDICTO JOSÉ
DOS SANTOS, 675. |
| l) Rodeio | | |
| m) Antonio Pereira (Morro do Frazão,
Morro da Lapa) | | |
| n) Socorro | } | GORCEIX, 241. |
| o) Gandarella | | |
| p) Gongo Socco | } | PISSIS, 140. |
| q) Nördlich Sabará | | |

Hieraus schon ist die weite Verbreitung der Kalke ersichtlich, und sicher existieren noch mehr Vorkommen, die noch nicht angeführt sind. Leider sind aber die Kalke als Leit-horizonte für stratigraphische Feingliederungen nicht verwend-bar. Es wird weiter unten gezeigt werden, daß bei Ouro Preto die Kalklager zwei verschiedenen Horizonten angehören und durch ein mächtiges Schieferpaket getrennt sind. Ob die Kalke zu einer Grobgliederung verwertbar sind in dem Sinne, daß sie in einem mächtigeren Schichtenstoß zwar in verschiedenen Horizonten vorkommen, aber doch auf diesen beschränkt sind, das zu entscheiden erlaubt noch nicht unsere Kenntnis der Profile, in denen sie liegen. Denn außer den vom Verfasser beschriebenen Routen liegen noch keine genaueren längeren

Profilwiedergaben vor, die einen Vergleich bezüglich der Lager gestatten würden. Mir scheint aber, daß auch bei einer Grobgliederung der Kalk zu verschiedenen Profigliedern gehört. Denn bei Acaba Mundo beobachtete ich ihn im Liegenden der Quarzit-Itabirit-Folge, bei Ouro Preto aber im Hangenden. —

Eine Verwertung des Kalkes als Mörtel wird durch seinen hohen Magnesiagehalt beeinträchtigt. Hingegen könnte er als Marmor in Frage kommen an denjenigen Stellen, an denen sich aus ihm große Blöcke gewinnen lassen. ALVARO DA SILVEIRA (914) berichtet, daß aus dem dolomitischen Kalk von Acaba Mundo Säulen angefertigt wurden, die am Eingang der Secretaria Interior in Bello Horizonte stehen. Besonders geeignet soll der Kalkstein von Gandarella sein, der aber verkehrsgeographisch zu ungünstig liegt. —

3. Quarzite.

Nächst den Schiefergesteinen haben die Quarzite den Hauptanteil am Aufbau der Minas-Serie. Sie bilden entweder selbständige mächtige Massen, oder schwächere, sich in Linsen auflösende Horizonte innerhalb der anderen Schichten. Als Leithorizonte sind sie wichtiger als die Kalke, weil sie auf größere Erstreckung hin aushalten. Ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung bedingt, daß sie Felsen bilden, meist sind sie fast vegetationslos, und aus diesen Gründen fallen die Quarzitgebiete in der Landschaft besonders auf, und ihr Aushalten im Streichen läßt sich auch streckenweise ohne genaue Begehung verfolgen. Den Quarzitbänken sind vielfach schwächere Lagen von meist serizitischen Schiefen eingeschaltet. An anderen Stellen geht der Quarzit in andere Gesteine (Schiefer oder Itabirit) über, indem er sich in Bänke aufspaltet, die auskeilen. Wenn so also Übergangsgebiete nicht fehlen, so ist doch im allgemeinen die Trennung der reinen Quarzite von den eisenreichen Gesteinen oder Schiefen ziemlich gut durchgeführt. Die Quarzite sind normalerweise hell bis weiß gefärbt und enthalten an häufigen Beimengungen nur grünliche Glimmer. Dieselben können ganze Schichtflächen bedecken und auch sonst beträchtlichen Anteil nehmen. W. L. v. ESCHWEGE (24) beschrieb deshalb Übergänge dieses von ihm als „chloritführender Sandstein“ bezeichneten Gesteins in Quarz- oder Chlorit-

schiefer. und J. C. L. ZINKEN (31) hielt wegen des Glimmergehaltes die Bezeichnung Glimmerschiefer für die schiefrigen Gesteine für richtiger. In manchen Schriften sind tatsächlich die dünnplattigen Quarzite dieser Art als Glimmerschiefer bezeichnet worden. Die grünen Schüppchen sind auch vielfach als „Talk“ angesprochen worden. bis GORCEIX (241. 261. 275) durch Analysen nachwies, daß der Magnesiagehalt sehr gering ist. Der Glimmer ist sicher ein Produkt der Metamorphose. Die Quarzite unterlagen der Tiefenmetamorphose in hohem Maße, an manchen Stellen wohl auch der Kontaktmetamorphose. Die über die Schiefer gemachten Angaben können deshalb sinngemäß auf die Quarzite übertragen werden. Die Struktur ist kristallinisch mit inniger Verzahnung der Individuen. Gelegentlich wird sie deutlich flaserig, was dann besonders durch den Glimmer hervortritt, der sich in langen gewundenen Zügen anordnet. Die akzessorischen Bestandteile bestimmte DERBY auf Grund der Untersuchung von Waschrückständen (463). Er hatte folgende interessante Ergebnisse: Die Quarzkörner sind unzweifelhaft klastisch, der Glimmer ist authigen und als weißer Muskowit oder grüner Fuchsit (diesen hatte GORCEIX, 261. zuerst nachgewiesen) vorhanden. Unter den selteneren akzessorischen Bestandteilen ist Zirkon am konstantesten, zweifellos allothigen und aus granitischen Gesteinen abzuleiten. Magnetit und Hämatit sind gewöhnlich vorhanden, vielfach aber nur in geringer Menge. Letzterer pflegt häufiger zu sein. Beide sind wohlbegrenzt und authigen. Pyrit in Oktaedern ist nicht selten, jedoch in Eisenoxyd zersetzt. Ilmenit wurde nicht beobachtet, obwohl Rutil und Anatas als authigene Bestandteile häufig sind. Der Quarzit ist also umgelagert aus Granit oder verwandten Gesteinen. Die ursprünglichen Eisenerze, die den Zirkon etwas überwogen, waren Magnetit, titanhaltiger Magnetit oder Ilmenit, die bei der Metamorphose und Rekristallisation sich in Hämatit und Magnetit verwandelten, wobei das Titanoxyd sich als Rutil und Anatas isolierte. Ein Teil des Eisenoxyds ging in den grünen Glimmer und vielleicht Pyrit, oder es wurde ausgelaugt, denn es müßte im Verhältnis zum Zirkon eine größere Menge vorhanden sein. Häufig, aber nicht konstant, ist Turmalin. In zwei Fällen war er allothigen und bildete klastische Körner, die sich nachträglich durch Anlage-

zung derselben Substanz vergrößert haben. Sonst machte er jedoch immer authigenen Eindruck. Vermutlich handelt es sich auch da nach DERBY um die Rekristallisation schon vorhandenen klastischen Materials. Die aus granitischem Muttergestein zu erwartenden Phosphate (Monazit, Xenotim, Apatit) sind besonders durch Lazulith und amorphe Phosphatmassen im Gesteinsdetritus angedeutet. Es folgt also hieraus, daß bei der Metamorphose alle Begleitminerale außer Zirkon umgewandelt wurden.

Turmalin als authigenen Bestandteil hatte übrigens H. GORCEIX (261) schon erkannt, wenn er schreibt, daß der Glimmer kleine Turmalinkriställchen enthält, die offenbar gleichzeitig mit ihm auskristallisiert sind. DJALMA GUIMARÃES (857) bestätigte die Ergebnisse von DERBY bei der Untersuchung von Gesteinen aus der Gegend von Diamantina, indem er den Serizitgehalt, den Hämatit, Rutil (idiomorphe Kristalle) und Turmalin (oft nach der Basis zerbrochene Nadeln) als authigen, den seltenen Zirkon als allothigen bezeichnet. Von Barbacena untersuchte derselbe Autor (858) Quarzite, die vielleicht der Minas-Serie angehören. Hier wird der Turmalingehalt einer Probe auf pneumatolytische Metamorphose, der Sillimanitgehalt einer anderen auch auf Kontaktmetamorphose zurückgeführt.

Als v. ESCHWEGE die Gesteine der Minas-Serie untersuchte, waren Quarzite mit einem Gehalt an „Talk oder Chlorit und Glimmer“ (wie er es nannte) noch unbekannt, und er stellte sie nach den Gewohnheiten seiner Zeit als eine neue Gebirgsart auf, die er nach dem Gipfel Itacolomy bei Ouro Preto, an welchem sie vorkommen, als „Itacolomit“ bezeichnete. Diesem Begriff wurde aber von ihm keine stratigraphische Bedeutung beigelegt. Wir trennen aus stratigraphischen Gründen heute den Itacolomy-Quarzit von der Minas-Serie ab. Es ist aber trotzdem richtig, daß die Quarzite beider Serien sehr weitgehend übereinstimmen können. Daß Quarzite dieser Art in verschiedenen geologischen Horizonten vorkommen, hat v. ESCHWEGE klar genug erläutert. Heute ist aber der Begriff Itacolomit noch weiter eingengt. Wir verstehen darunter nur noch den biegsamen Sandstein, der bei Ouro Preto nicht am Itacolomy, sondern in den tieferen Quarzithorizonten gefunden wird. Wenn nun in neueren Arbeiten mehrfach bemerkt ist,

daß v. ESCHWEGE dieses Gestein Itacolumit benannte, obwohl es gar nicht am Itacolumy vorkommt, so ist das eine Ver-
kennung des wahren Sachverhaltes. Diese Bemerkungen gehen
wohl z. T. auf DERBY (238) zurück, der mitteilt, daß die Be-
zeichnung Itacolumit ursprünglich nur für flexible Sandsteine
geprägt und dann auf benachbarte, nicht flexible Sandsteine
übertragen wurde. Das Gegenteil ist aber richtig. W. v. ESCH-
WEGE (36) spricht sich folgendermaßen aus: Itacolumit ist
Quarz mit Talk oder Chlorit (eine Unterscheidung beider
wegen der großen Ähnlichkeit ist ihm nicht möglich), sowie
beigemengtem Glimmer. Er hat entweder eine schiefrige Textur;
oder er ist dünn- oder dickplattig. So kann er mächtige Massen
bilden (wie am Itacolumy) oder als elastischer Sandstein auf-
treten. Itacolumit hat also als charakteristische Gemengteile
Quarz, Talk bzw. Chlorit. Als zufällige Gemengteile führt er
an: Eisenglanz, Schwefelkies und Glimmer. Die Biegsamkeit
ist demnach nebensächlich und wurde erst wesentlich, nachdem
später der Begriff „Itacolumit“ auf die biegsame Fazies be-
schränkt worden ist.

Auch wenn wir von dem Itacolumy-Quarzit absehen,
kommen in der Minas-Serie meist bankige Sandsteine vor, nur
untergeordnet die dünnschiefrigen. Andererseits finden sich
auch dünnplattige Gesteine stellenweise in der Itacolumy-Serie,
so daß diese Fazies nur mit Vorsicht für stratigraphische Ziele
zu verwenden ist. Auch innerhalb der Minas-Serie sind vor-
läufig keine Tatsachen bekannt, die uns eine verschiedene Aus-
bildungsart des Quarzits, getrennt nach verschiedenen Hori-
zonten, erkennen ließen. Seine Verbreitung reicht über das
ganze Gebiet der Minas-Serie. —

Da der biegsame Sandstein immer wieder besonderes Interesse
erweckt, seien hier einige Angaben über ihn angeführt. Einen biegsamen
Stein, dessen Beschreibung auf unseren Typus paßt, erwähnt
schon (956) GASSENDUS im Jahre 1651 (auf S. 150 der Ausgabe von
1655), ohne den Fundort anzugeben. Die ältesten Nachrichten, die
ich sonst über dieses Gestein finden konnte, stammen aus den Jahren
1784 und 1785. Ein Pariser Mineralienhändler hatte ein Stück eines
biegsamen Steines erhalten, als dessen Heimat „vermutlich Brasilien“
angegeben wird. Die Beschreibungen passen ganz auf unseren Itacolu-
mit. Das Stück zeigte Herr DANZ auf einer Reise durch Deutschland
mehreren Fachleuten, so daß eine Anzahl von Mitteilungen darüber

veröffentlicht wurde (950, 951, 952, 953, 954, 958). Als wichtig ist daraus KLAPPROTHS Untersuchung hervorzuheben (952). Danach besteht das Gestein aus Körnchen von unregelmäßigem Umriß, die so ineinander greifen, „daß jede einzelne Verkettung dieser Glieder ein Gelenk oder Scharnier formiert“. Die Zusammensetzung wurde mit 96,5% SiO_2 , 1% Fe und 2,5% Al_2O_3 ermittelt und damit „die quarzige Natur“ der Körnchen erwiesen. F. W. SIEGFRIED fügt hinzu, daß es sich um einen „mit feinem Silberglimmer gemischten Sandstein“ handelt. „Sollte wohl vordem, bey Entstehung dieser Steinlager, der Zwischenraum der Quarzblättchen mit einer anderen Steinart ausgefüllt gewesen sein, die in der Folge der Zeit aufgelöset und ausgewaschen worden?“ Diese Frage kehrt auch in späteren Zeiten wieder. Mehrfach ist das Problem behandelt worden, aber keiner der Autoren bezieht sich merkwürdigerweise auf die Ausführungen seiner Vorgänger. W. L. V. ESCHWEGE (24) stellte fest, daß der Stein um so biegsamer ist, je eisenschüssiger und verwitterter die Schichten sind. Die dünnen Schichten sind biegsam, „je nachdem die Verbindungen der feinen Chlorit-Schiefer-Schuppen ineinandergreifen, und den Zusammenhang der zwischen ihnen eingeschlossenen Quarzkörnchen aufheben ... Übrigens liefert ein und dieselbe Schicht an einem Orte biegsame Steine, an anderen nicht: auch ist diese Eigenschaft nicht bloß in einer Schicht, sondern in mehreren und unter einander gelegenen zu finden.“ HEUSSER und CLARAZ (160) nehmen an, daß er nur da biegsam sei, wo die Beimengungen (Talk-, Chlorit- und Glimmerblättchen) ausgespült sind. C. M. WETTERILL (182) stellt hingegen 1867 (genau wie KLAPPROTH 80 Jahre vor ihm) fest, daß man im Dünnschliff zahlreiche Gelenke erkennt, welche die Biegsamkeit verursachen. Der Glimmer hat keinerlei Anteil daran. DERBY (der die Bezeichnung Itacolumit auf alle Quarzite der Minas-Serie, nicht auf die der Itacolumy-Serie, also in rein stratigraphischem Sinne anwendet) vermutet, daß die Biegsamkeit mancher Lagen nachträglich erworben wurde und eine Folge der Verwitterung ist, ohne dies näher zu begründen. Auch GORCEIX (295) spricht von einer nachträglich erworbenen Eigenschaft. Nach ihm können solche Gesteine verschiedenen Horizonten angehören, weshalb er die stratigraphische Beschränkung, die DERBY vornimmt, ablehnt. Später (317) spricht er sich auch gegen die Entstehung durch Verwitterung aus und vermutet als Ursache für die Biegsamkeit eine besondere Textur des Gesteins und die Anordnung der eingestreuten Glimmerblättchen. GIORGIO SPEZIA (324)⁶⁾ glaubt nicht, daß der Gehalt an biegsamen Mineralien verantwortlich zu machen ist, da diese Gemengteile nur in geringer Menge enthalten sind. Vielmehr greifen die eckigen Quarzkörner gelenkartig ineinander. Wo die eingelagerten Bänke nicht biegsamen Quarzit enthalten, vermutet er zwischen den Quarzkörnern ein Mine-

⁶⁾ Zitiert nach einem Referat im N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1887, I, S. 427, verfaßt von H. TRAUBE.

ral, welches die Bewegung verhindert, welches aber bei der biegsamen Varietät durch Wasser fortgeführt sei. Schließlich kommt auch L. CAYEUX (588) zu dem Ergebnis, daß die Quarzkörner winklig sind. Andere haben eine unregelmäßige Oberfläche und senden Verlängerungen aus, die eine wahre Verzahnung bewirken. Bei zwei sich berührenden Körnern paßt ein Zapfen in eine entsprechende Vertiefung, wobei Raum für eine geringe Verschiebung bleibt. Der Glimmer ist an der Biegsamkeit unbeteiligt. Der Itacolumit ist ein Quarzit, dessen Quarzkörner nach der Kristallisation eine leichte Verkleinerung erlitten, wodurch der Zusammenhang aufgehoben wurde, was die Biegsamkeit erklärt.

Aus diesen Erörterungen ist noch nicht ersichtlich, welches die Ursache für das lockere Ineinandergreifen oder (nach CAYEUX) für die Verkleinerung der Quarzkörner ist. Die an der gleichen Stelle vorkommenden nicht biegsamen Gesteine waren den gleichen Bedingungen unterlegen. Es könnte also doch eine primäre Eigenschaft sein, die dieses unterschiedliche Verhalten zum Vorschein kommen läßt. Die modernsten Erklärungen weichen übrigens nicht von der Deutung ab, die KLAPROTH schon vor 150 Jahren gegeben hat bei der ersten wissenschaftlichen Untersuchung des Gesteins.

4. Die eisenreichen Gesteine der Minas-Serie.

Die Begriffe Itabirit und Jacutinga.

Die eisenreichen Gesteine der Minas-Serie sind diejenigen Gesteine der Formation, denen bisher in den Abhandlungen über unser Gebiet das meiste Interesse entgegengebracht wurde. Sie enthalten Eisenerzlager von außerordentlicher Bedeutung, die sicher noch berufen sein werden, in der Weltwirtschaft eine wichtige Rolle zu spielen. Nach einem durch W. L. v. ESCHWEGE geprägten Namen werden die Erze als „Itabirit-Erze“ bezeichnet. Das Eisenerz ist Roteisenerz, in dem stellenweise (wohl infolge besonderer metamorpher Beeinflussung) ein gewisser Gehalt an Magnetit und Martit nachgewiesen wurde. Die Erzlager sind an vielen Stellen magnetisch und beeinflussen die Kompassnadel stark. Sie sind (wie alle Gesteine der Minas-Serie) stark metamorphe Gesteine. Das Eisenerz tritt nun nicht immer rein auf, sondern ist oft mit Quarz, selten mit Ton vermennt. Außerdem hat es physikalisch sehr wechselnde Beschaffenheit. Es wechselt vom festen, eisenharten Gestein bis zum lockeren Erzsand. Hierzu kommt noch, daß die lockeren Erze an manchen Stellen Gold führen. Die verschiedene Fazies, in welcher das Erz auftritt, hatte

naturgemäß zur Folge, daß die einzelnen Typen mit besonderen Namen belegt wurden, um sie rasch unterscheiden zu können. Leider sind aber die Namen nicht einheitlich angewandt worden, vielmehr ist in den Bezeichnungen im Laufe der Zeit eine starke Verwirrung entstanden, so daß es heute dem Außenstehenden nicht immer gelingt, sich rasch hineinzufinden. Es ist unbedingt nötig, daß hier Klarheit geschaffen wird, und daß sich die Autoren über die Abgrenzung der Begriffe einigen. Im folgenden soll versucht werden, die Lösung zu finden, die unter Berücksichtigung der Literatur und der Fazies als die zweckmäßigste angenommen werden kann. Es soll dabei nur das Gestein in seiner verschiedenen Fazies, so wie es dem Beobachter im Aufschluß oder Handstück gegenübertritt, betrachtet werden, ohne Rücksicht auf seine praktische Verwendungsmöglichkeit. Es sollen rein wissenschaftliche Formulierungen der Gesteinstypen gefunden werden. Der Bergmann oder Hüttenmann tritt mit anderen Maßstäben und Gesichtspunkten heran. Er unterscheidet in erster Linie Verwertbares und Nichtverwertbares, also Erz und Nichterz, und wird davon je nach dem Grade der Verwertbarkeit wieder Untergruppen unterscheiden. Die wissenschaftliche und die praktische Einteilung sollen hier getrennt werden; denn gerade bei den Versuchen, beide zu vereinen, entstand die Hauptverwirrung in den Begriffen. Von der Einteilung für die Praxis wird ein besonderer Abschnitt handeln. Das Eingehen auf diese Definitionen ist notwendig, weil die in dieser Abhandlung gebrauchten Bezeichnungen begründet werden müssen, und weil es gerade dem Praktiker nicht möglich ist, sich die in allen Weltsprachen erschienenen, teils schwer erreichbaren Abhandlungen zu beschaffen, um sich selbst ein Bild daraus zu machen.

Wir gehen dabei möglichst unbefangen von dem tatsächlichen Befund aus. Die Eisenerze treten uns entgegen als feste, praktisch quarzfreie Erze, als feste quarzhaltige Erze, als mürbe oder lockere quarzfreie Erze, als mürbe oder lockere quarzhaltige Erze, und in den beiden letztgenannten Fällen ist stellenweise noch eine Goldführung vorhanden, die früher sehr wichtig war. Außerdem tritt gelegentlich anstelle des Quarzgehaltes ein Tongehalt. Dieser Fall soll vorläufig unberück-

sichtigt bleiben, da er selten vorkommt und in den Diskussionen keine Rolle spielt. Es muß nun rein historisch nach der Literatur ermittelt werden, wie diese verschiedenen Faziestypen von den einzelnen Autoren benannt wurden, und wie sich die Begriffe im Laufe der Zeit gewandelt haben.

Auch hier müssen wir mit den Untersuchungen v. ESCHWEGES beginnen, der unter den eisenreichen Gesteinen schon seit 1815 neue Gebirgsarten aufgestellt hatte (19, 29). 1822 gab er zusammenfassende Mitteilungen heraus und beschreibt die hierhergehörigen Gesteine folgendermaßen:

Eisenglimmerschiefer: Wesentliche Bestandteile sind Eisenglimmer und Quarz, körnig-schiefrig miteinander verbunden, meist in losem Zustande, doch auch in festen Lagern. Zuweilen dünngeschichtet. Eisenglimmer und Quarz für sich getrennt, so daß das Ganze bandartig weiß und dunkel gestreift erscheint. Aber auch mit eingestreutem Quarz, so daß die ganze Masse ein geflecktes Aussehen erhält. Zufällige Gemengteile: Eisenglanz-Oktaeder, rotes Eisen, Schwefelkies, Gold, Talk, Strahlstein, Kyanit. Übergänge in Itacolumit, Eisenglimmer, Eisenglanz, aus diesem in schwarzen Chlorit- und Tonschiefer, Chloritschiefer.

Itabirit. Eisenglimmer, Eisenglanz, meist dichter, auch blättriger, hin und wieder magnetischer Eisenstein und wenig Quarz als festes, dichtes Gestein oder mit körnig-schiefrigem Gefüge. Zufällige Gemengteile zuweilen etwas Gold, Talk, Chlorit und Strahlstein. Der Name wird von dem Pico de Itabira bei Sabará entlehnt, wo er einen auf 10 Meilen im Umkreis sichtbaren Felsgipfel bildet.

Es geht hieraus hervor, daß als Itabirit nur die praktisch quarzfreie und feste Fazies, als Eisenglimmerschiefer die quarzhaltige feste und lockere Fazies benannt wird. Die quarzfreie lockere Fazies (die auch mir nur von wenigen Stellen und nur aus Grubenaufschlüssen bekannt geworden ist) wird noch nicht erwähnt. Auch ist für die lockere Fazies noch kein Name bekannt. Diese Bezeichnungen wendet v. ESCHWEGE auch in seinen späteren Werken an.

PISSIS (140) beschreibt als Itabirit auch die quarzhaltigen Gesteine und erwähnt als Nebengemengteil Braunit. Der Ita-

birrit ist meist schiefbrig. „Untergeordnet, aber oft in beträchtlicher Mächtigkeit findet sich ein anderes lockeres Gestein, in welchem das Quarz-Oligist-Gemenge beträchtliche Quantitäten von Braunit beigemischt erhält. Dieses Gestein, den brasilianischen mineurs als *Jacutinga* bekannt, bildet bis 100 m mächtige Linsen.“ Gold tritt hauptsächlich in der *Jacutinga* auf, wo es kleine Gänge bildet, wenig im *Itabirit*. — Hier wird also erstmalig der Begriff *Jacutinga* auf die lockere Fazies angewandt, und die feste Fazies als *Itabirit* bezeichnet. Gold kommt in der *Jacutinga* vor, aber die Goldführung ist nicht maßgebend für die Bezeichnung. Lockere quarzfreie Gesteine scheinen dem Verfasser der genannten Arbeit auch noch nicht bekannt gewesen zu sein, wenigstens werden sie nicht besonders erwähnt. HEUSSER und CLARAZ (160) teilen mit, der *Itabirit* sei die quarzhaltige Abart des Eisenglimmerschiefers. Hier liegt offenbar eine Verwechslung der von W. L. v. ESCHWEGE übernommenen Begriffe vor. Die Arbeit enthält auch sonst unrichtige Angaben und Flüchtigkeiten. Auch hier wird das Erz, wenn es zu Pulver zerfällt, *Jacutinga* genannt. An anderer Stelle (159) wird erwähnt, daß die talkhaltigen Partien der *Jacutinga* goldhaltig sind. Auch LIAIS (193) versteht unter *Jacutinga* die mürben Gesteine. GORCEIX (241) beschreibt die eisenreichen Gesteine, die aus dem Quarzit durch Zunahme des Oligist hervorgehen, welcher die Stelle des grünen Glimmers ersetzt. Der Quarz kann in solchen Gesteinen sehr zurücktreten oder ganz verschwinden. „Unter den *Itabiriten* lassen sich zwei besondere Abteilungen aufstellen . . . An bestimmten Stellen sind sie sandig, locker und unter dem volkstümlichen Namen *Jacutinga* bekannt, und an anderen Stellen, besonders wenn der Quarz sich vermindert und selbst verschwindet, werden sie kompakt, hart, und heißen Eisenstein.“ Besonders in der lockeren Fazies treten Goldlagerstätten auf.

Alle diese Autoren sind sich also darin einig, daß die Bezeichnung *Jacutinga* für die lockeren Erze anzuwenden ist. Dies entspricht auch dem Sprachgebrauch; denn die Bezeichnung ist ein volkstümlicher Ausdruck, der in diesem Sinne noch heute in Minas Geraes angewandt wird. Der Begriff *Itabirit* wird von den einzelnen Autoren enger und weiter gefaßt.

Um 1900 begannen sich nun nordamerikanische Konzerne stärker für die Eisenerzlagerstätten zu interessieren und ließen dieselben durch ihre Geologen untersuchen. Bei diesen Untersuchungen traten neben die wissenschaftlichen Gesichtspunkte die praktischen und überwogen vielfach sogar. Von diesem Zeitpunkt an wurden die Begriffsabgrenzungen den praktischen Bedürfnissen angepaßt, und es werden wissenschaftliche und technische Begriffe vermischt, ohne daß auf die Tradition immer genügend Rücksicht genommen wird. H. K. SCOTT (546) teilt die primären Erze ein in *massive haematite ores*, die einen Eisengehalt von 66—70% aufweisen, und *micaceous iron schist* oder Itabirit. Letzter bildet wechsellagernde Bänken glimmerigen Eisenerzes und Quarzes, die oft brüchig sind. Ockerhaltige dünne Lagen werden als Jacutinga bezeichnet. Was darunter näher zu verstehen ist, wird leider nicht auseinandergesetzt. Ockerhaltige Lagen finden sich auch in den von ihm als Itabirit beschriebenen Gesteinen. Besonders häufig sind sie jedoch in den goldführenden Zonen. Lockere, quarzfreie Erze werden von ihm nicht erwähnt, weil sie vermutlich noch nicht erschlossen waren. LEITH und HARDER (674, 701, 709)⁷⁾ bringen mehr Einzelheiten. Sie unterscheiden an primären Erzen 1. *Hard massive ore* (dichter oder feinkörniger, bei starker Metamorphose auch grobkristalliner und magnetit-haltiger Spekular, der einen sehr konstanten hohen Eisengehalt und selten mehr als 1% Kieselsäure enthält. 2. *Soft powdery ore*, welches sich oft mit dem Harterz verzahnt. Es ist so locker, daß der größte Teil durch das 100-Maschen-Sieb geht. 3. *Laminated or thin bedded ore*. Es ist reich an feinkörnigem Spekular und infolge Zirkulation des Grundwassers oft hydratisiert. Auf solche Erze wird auch der Begriff Jacutinga angewendet, indem der Unterschied gegen die harten massigen Erze in der Textur gesucht wird. Alle diese Erze sind dünn-schichtig und spalten danach. Es gibt harte, plattige bis weiche und mürbe Typen (674). Wenn ich die nicht sehr klaren Ausführungen recht verstehe, sind also die Erze hierunter verstanden, die nicht so massig wie das *hard massive ore*, aber noch

⁷⁾ In der zweitgenannten Arbeit, die HARDER allein veröffentlicht hat, sind die Formulierungen am schärfsten.

nicht so feinkörnig wie das *soft powdery ore*, sondern meist plattig auftreten, und zwischen beiden stehen. Ihre teils dünnplattige, teils mürbe Auflockerung ist eine Folge der Verwitterung, durch welche die Karbonate ausgelaugt wurden. Erze mit geringem Quarzgehalt werden noch einbezogen. Alle diese drei Erzgruppen liegen im Itabirit, das ist eine Wechsellagerung oder Mischung von Quarz und Eisenoxyd, die den Hauptteil der Eisenerzformation ausmacht. Auf die goldführenden Erze wird nicht weiter eingegangen, aber HARDER und CHAMBERLIN (710) machen den Vorschlag, den Begriff Jacutinga nur auf die goldführenden Zonen anzuwenden.

Wir sehen also, daß durch die Betonung der praktischen Seite und ihre Einmischung in die Gesteinsdefinitionen in die Begriffe nicht geringe Verwirrung gebracht worden ist. Wir müssen uns mit den Vorschlägen einzeln beschäftigen. Zunächst mit der Frage: Kann der Begriff Jacutinga auf die goldführenden Zonen beschränkt werden? Das wäre nur dann möglich, wenn die goldführenden eisenreichen Gesteine gegenüber den nicht goldführenden genetisch abweichende Beschaffenheit hätten. Leider sind die in der Jacutinga liegenden Goldlagerstätten heute nicht mehr in Betrieb. Ich selbst habe nur an zwei Punkten Aufschlüsse darin gesehen, die zu einer Verallgemeinerung der Beobachtungen nicht berechtigen. Was uns in der Literatur überliefert ist, stammt aus einer Zeit, in welcher die Gesichtspunkte, nach denen heute solche Lagerstätten wissenschaftlich untersucht werden, nicht bekannt waren. Immerhin läßt sich einiges entnehmen. LIAIS (193) vermutet, daß das Steinmark, das in der Jacutinga vorkommt, ein zersetztes, vulkanisches Produkt ist, welches in die Schichten injiziert wurde. L. A. CORRÊA DA COSTA (210) führt die unregelmäßige Verteilung des Goldes in der Jacutinga auf die Wirkung eingedrungener Wässer zurück. Immerhin halten die reichsten Linien besondere Richtungen ein. Im festen Itabirit sind die Goldlagerstätten Quarzgänge, die nur an den Salbändern Gold führen. GORCEIX (241) macht die bemerkenswerte Feststellung, daß sulfidische Erze, die auf anderen Lagerstätten häufig sind, hier vollständig fehlen. Die unregelmäßige Verteilung des Goldes findet nur im Kleinen innerhalb des Gesteins statt. Die reichen Goldlinien selbst haben hingegen eine Erstreckung, wie sie bei wohl defi-

nierten Gängen üblich ist. A. DE BOVET (270, 271, 272) stellt fest, daß die Jacutinga-Lagerstätte Morro Preto da abgebaut wurde, wo Quarzgänge durchsetzten. Das Gold ist grobkörnig und unregelmäßig verteilt, und es wird ein Zusammenhang mit den Quarzgängen angenommen. Wo das Nebengestein porös war, wurde es imprägniert. In allen verlassenen Jacutingagruben bei Ouro Preto fanden sich Quarzgänge in der Tiefe, und 40—50 m seitlich davon war das Gold im Tagebau abgebaut; so weit reichten die Imprägnationszonen. In den nichtporösen oder wenig porösen Gesteinen (Quarzit) fand sich das Gold nur an den Salbändern der Gänge. Daraus würde zu folgern sein, daß zur Zeit der Entstehung der Goldlagerstätten die Jacutinga bereits die lockere Beschaffenheit hatte. Auch DERBY (438) hält das für möglich. Bei der Behandlung der Tiefe, bis zu der die heutige Verwitterung vordringt, läßt er die Jacutinga-Goldlagerstätten Cocaes und Gongo Socco, in denen das Gestein bis 300 bzw. 375 Fuß Tiefe mürbe war, aus mit der Begründung, daß es zweifelhaft sei, ob der Itabirit (also die Jacutinga der übrigen Autoren) jemals fester war. HENWOOD (192) hatte schon die Jacutinga der Goldlagerstätten beschrieben als ein Gemenge von sandigem Eisenglanz und körnigem Quarz mit erdigem, braunem Eisenerz, erdigem Mn-Oxyd und gelblichem Talk. Wo die beiden letzteren vorhanden sind, ist der Goldgehalt am höchsten. Wörtlich dasselbe gibt O. R. THOMAS (597) in bezug auf Itabira do Matto Dentro wieder. Eingehender sind noch die Untersuchungen von E. HUSSAK. Die Auffassung, daß man nur die goldführenden Stellen als Jacutinga bezeichnen soll, geht nämlich letzten Endes auf E. HUSSAK (582) zurück. Alle anderen eisenreichen Gesteine der Minas-Serie nennt er Itabirit. Die außerordentlichen Verdienste, die sich gerade E. HUSSAK um die Erforschung Brasiliens erworben hat, sind viel zu sehr bekannt und anerkannt, als daß ich sie hier besonders erwähnen müßte. Aber ein Blick auf unsere Tabelle 7 zeigt, daß HUSSAK in diesem Punkte mit der Tradition bricht, ohne zwingenden Grund, und bis heute hat sich in Minas die Bezeichnung „Jacutinga“ auch für die goldfreien lockeren Erze nicht abgeändert. Seiner genauen Beschreibung ist zu entnehmen, daß der Goldgehalt oft in schmalen Einlagerungen enorm hoch ist. Kiese fehlen in

Tabelle 7. Die Begriffe Itabirit und Jacutinga.

Erze der Minas-Serie	v. Eschwege 1822	Pissis 1848	Heusser-Claraz 1859	Gorceix 1881	E. Hussak 1904	Scott 1902	Leith u. Harder 1911, 1914, 1915	B. José dos Santos 1911	v. Freyberg
Feste Erze Feste quarzfreie Erze	Itabirit	Itabirit	Eisenglimmerschiefer	Eisenstein	I t a b i r i t	Massive haematite ore 66—70% Fe	Hard massive ore 69—70% Fe	Erz	Reiner Itabirit
	Feste quarzhaltige Erze		Eisenglimmerschiefer	Itabirit		Itabirit	Laminated ore (Jacutinga) 50—68% Fe		
Lockere Erze Lockere quarzfreie Erze		Jacutinga	Jacutinga	J a c u t i n g a	I t a b i r i t		Soft powdery ore 50—69,5% Fe	Jacutinga	Reine Jacutinga
	Lockere quarzhaltige Erze					Eisenglimmerschiefer	Itabirit		
Lockere Erze mit „Goldlinien“					Jacutinga z. T.	? Jacutinga			Lokale Goldführung der Jacutinga

ihnen. charakteristisch ist das Auftreten von bald talkreichen, bald rein tonigen Nestern im Verein mit mulmigem Braunstein. Die Mineralzusammensetzung ist nicht durchweg gleich. Es finden sich durch Brauneisen gefärbte Asbestfasern; Tonnester aus reinem, durch Limonit gefärbtem Ton, der beim Verwaschen keine für granitische Gesteine charakteristischen Mineralien zurückläßt; schwarze Turmalinsäulchen, die fest mit Eisenglanz verwachsen sind; Muskowitblättchen. Ein Teil der Jacutinga-Nester wird als zersetzter Kontaktkalk angesehen, der in Form von Linsen dem Itabirit eingelagert war. Andere (die tonreichen, glimmerigen, turmalinführenden) sind vielleicht granitischen Ursprungs (zersetzte pegmatische Adern), da feldspatführende Quarzgänge Itabirit und Jacutinganester durchsetzen. Einer Verallgemeinerung der Entstehung der Jacutinga-Nester aus Kontaktkalken, wozu HUSSAK nach der Untersuchung von Candonga neigt, möchte ich aber nicht zustimmen; denn erstens enthalten die Jacutinga-Lagerstätten größtenteils Eisenglanz und nicht überwiegend die mulmigen Eisenerze, und zweitens wäre nicht zu verstehen, warum gerade und ausschließlich an diesen goldführenden Stellen der Kalk bis in unergründliche Tiefe nachträglich fortgewittert sein soll, während er sonst bis zu Tage noch ausgeht. Auch bei Candonga ist der Kalksilikatsfels noch erhalten. Daß mancher goldhaltige Eisenmulm aus zersetztem Kontaktkalk entstand, soll nicht bestritten werden. Aber gerade die großen und ausgedehnten Jacutinga-Goldlagerstätten besitzen einen anderen Charakter. Auch bei ihnen besteht die Jacutinga in erster Linie aus lockeren Hämatitkristallen, sie unterscheidet sich also in ihren wesentlichen Merkmalen nicht von der gewöhnlichen, goldfreien Jacutinga. Die Goldführung ist für das Gestein etwas Lokales, somit Unwesentliches.

Unsere Kenntnisse der Jacutinga-Goldlagerstätten lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Wir kennen bisher auf keiner Lagerstätte die primären Erze. Alle Abbaue gingen über dem Grundwasserspiegel um und hatten bei Erreichung des Grundwassers die größten Schwierigkeiten, weil sich die lockere Jacutinga in Schwimmsand verwandelte, so daß sie hier ihr Ende erreichten. Die Verteilung des Goldes in den oberen Zonen ist sicher durch nach-

träglische Umwandlungen und Umlagerungen verändert und gestattet keine direkten Schlüsse auf die primäre Entstehung der Lagerstätten.

2. Trotzdem berichten fast alle Autoren von einer „linienhaften“ (gang- oder lagergangähnlichen) Erstreckung der goldreichen Zonen, und die teilweise geäußerten Ansichten, daß die Goldzonen an magmatische Ereignisse geknüpft sind, können hierin ihre Stütze finden. Auch könnte man auf Imprägnationen oder Intrusionen irgendwelcher Art den Gehalt an oxydischem Mangan- und Eisenerz, Steinmark usw. zurückführen und in diesen Zersetzungsprodukte von Sulfiden und anderen Stoffen sehen.

3. Die bekannten Tatsachen sind mir noch zu unsicher, um eine bestimmte Möglichkeit der Entstehung sicher festzustellen, und man kann nur vermuten, daß es sich um gangähnliche Lagerstätten und von diesen ausgehende Imprägnationszonen handelt. Aber so viel wird man annehmen dürfen, daß die Goldführung auf nachträgliche Zuführung zurückgeht. Abgesehen von der Goldführung und den damit zusammenhängenden Eigenschaften unterscheidet sich also die goldhaltige Jacutinga in keiner Weise von den lockeren, eisenglanzreichen, aber goldfreien Gesteinen, die sonst als Jacutinga bezeichnet werden. Es liegt somit kein Grund vor, in der goldführenden Jacutinga (abgesehen von dem Goldgehalt) etwas Besonderes zu sehen oder gar, entgegen aller Tradition, sie allein als Jacutinga bezeichnen zu wollen. Vielmehr ist hier bloß die normale Jacutinga lokal durch Goldführung ausgezeichnet.

Ferner haben die amerikanischen Forscher den Begriff „Itabirit“ auf alle quarzhaltigen Eisengesteine beschränken wollen, und ihnen folgte auch B. JOSÉ DOS SANTOS (675), wenn er schreibt: Itabirit ist die quarzhaltige Fazies, die durch Verlust des Quarzes zu Erz wird (die brüchige Fazies nennt er jedoch Jacutinga). Ursprünglich hatte v. ESCHWEGE nur das feste, praktisch quarzfreie Gestein, den „Eisenfels“ als Itabirit bezeichnet. Wenn PISSIS und GORCEIX diese Bezeichnung auf andere eisenreiche Gesteine ausdehnen, so läßt sich das begründen: denn die Übergänge zu den quarzführenden Gesteinen sind manchmal so unscharf, daß eine Abtrennung Schwierigkeiten machen kann, und man kann aus dem quarzreichen Gestein

Handstücke gewinnen, die reines Eisenerz sind. Aber die ursprünglichen Begriffe in ihr Gegenteil zu verkehren, dazu liegt kein Bedürfnis und auch keine wissenschaftliche Begründung vor. Wir müssen deshalb die Beschränkung der Bezeichnung „Itabirit“ auf die quarzhaltigen Gesteine ablehnen. So sehr auch die amerikanischen Forscher unsere Kenntnis der Eisenerze vom praktischen Standpunkt aus gefördert haben mögen, so kann ich ihnen in diesem Punkte doch nicht beistimmen.

Bezüglich der quarzfreien Gesteine ist nun versucht worden, sie nach hüttenmännischen Gesichtspunkten als „Erze“ zu unterscheiden. Wo v. ESCHWEGES Itabirit in massigen Bänken auftritt, erscheint er als hard massive ore, dünnplattiges und offenbar kleinstückiges Erz wird als laminated ore bezeichnet, und das feinkörnige Pulvererz als soft powdery ore. Für letzteres wird ein Eisengehalt von 50—69.5% angegeben. Es sind also bereits Erze dabei, die quarzhaltig sind, und die Grenze zu ihnen wird willkürlich bei 50% angesetzt. Diese Grenze wird sicher im Laufe der Zeit sich verändern, je nachdem auch Erze mit geringerem Eisengehalt wirtschaftliches Interesse bekommen. Schon daraus ist ersichtlich, daß die Begriffe nicht wissenschaftlich fundiert sind. Wir können nicht wissenschaftliche Benennungen vornehmen, die je nach der geschäftlichen Konjunktur enger oder weiter gefaßt werden. Dann hört jede wissenschaftliche Verständigung auf. Ich kann mich also auch dieser Definition nicht anschließen.

Nun könnte man vorschlagen (und das ist gelegentlich geschehen), die Bezeichnung Itabirit ganz fallen zu lassen und andere Namen einzusetzen, um einer Mißdeutung vorzubeugen. Ich halte das für undurchführbar; denn diese Bezeichnung ist seit über 100 Jahren in der Weltliteratur so fest verankert, daß sie sicher nicht ausgerottet werden kann. Ich würde es aber auch nicht für wünschenswert halten; denn unter Itabirit verstehen wir sedimentäre, wesentlich aus Hämatit bestehende Eisenerze, die zu kristallinen Schiefen metamorphosiert sind. Dieser eine kurze Name umfaßt also alles. Es kann bezüglich der Entstehung, der Mineralzusammensetzung und der geologi-

schen Stellung nicht der geringste Zweifel bestehen, wenn ein Gestein als Itabirit bezeichnet wird. Wir dürften nur sehr wenige Begriffe in der Geologie besitzen, die so viel umfassen und dabei so kurz sind. Nur mit Bedauern würde ich einen Begriff verschwinden sehen, der das Endziel wissenschaftlicher Forschung, nämlich das Wesentliche auf die kürzeste Formel zu bringen, in so weitgehender Weise erfüllt. Ich schlage deshalb vor, den Begriff Itabirit beizubehalten, aber die verschiedene Fazies dieses Gesteins so zu charakterisieren, daß eine Verwechslung nicht vorkommen kann. Ich spreche absichtlich von Fazies; denn geologisch bilden alle primären eisenreichen Gesteine der Minas-Serie eine Einheit. Nur dadurch, daß sie mit den anderen Gesteinskomponenten der Minas-Serie, also vorwiegend mit Quarz, in Verbindung treten, ändert sich die Fazies.

Was für den Itabirit gilt, ist auch auf die Jacutinga anzuwenden. Unter Jacutinga verstand man von jeher und versteht man auch heute noch in Minas Geraes die lockere Fazies des Itabirits, die bei der Gewinnung zu Sand zerfällt. Wir wollen hier noch gar nicht auf die Ursache dieses Zerfalls eingehen. Es genügt die reine Feststellung, daß neben dem festen Itabirit eine Fazies besteht, die in Sand zerfällt. Dieser Zerfall ist meist außerordentlich vollkommen. Gelegentlich treffen wir freilich auch Gesteine, die teilweise zerfallen, zwischen denen aber feste Stücke bleiben. Erstens können solche Übergänge durch die „Verwitterung“ entstehen. Fester Itabirit wird am Ausgehenden zermürbt, und lockere Jacutinga wird an der Oberfläche verfestigt, je nach den örtlichen Bedingungen. Außerdem können uns Übergänge zwischen zwei häufigen Gesteinstypen nicht hindern, die Typen selbst mit Namen zu belegen. Auch zwischen Sandstein und Sand bestehen Übergänge, jeder weiß aber, was damit gemeint ist⁸⁾. Ich bezeichne also, der Tradition und dem in Minas Geraes üblichen Sprachgebrauch entsprechend, als Jacutinga alle lockeren, zu Sand zerfallenden

⁸⁾ Ich muß leider diese für viele selbstverständlichen Dinge so ausführlich behandeln, weil mit Rücksicht auf praktische Bedürfnisse mehrfach eine Vermengung stattgefunden hat.

Eisengesteine der Minas-Serie. Itabirit verhält sich zu Jacutinga wie Sandstein zu Sand. Jacutinga ist die sandige Fazies des Itabirits. Aus der Bezeichnung Jacutinga schließe ich das aus, was HUSSAK (582) mindestens für einen Teil der Jacutinga als charakteristisch annahm. Ich bezeichne nicht als Jacutinga die mulmigen Verwitterungsrückstände kontaktmetamorph imprägnierter Kalke, ganz gleich, ob diese Gold führen oder nicht. Daß auch in manchen Fällen die lockere Fazies des Itabirits Gold führt, darf uns nicht dazu verführen, jedes lockere goldführende Material als Jacutinga anzusprechen, und in einem Beispiel, in dem solcher Mulm als Kalkzersatz anzusprechen ist, sogar den Typus der Jacutinga zu sehen. Die Goldführung ist nur eine gelegentliche Eigenschaft der Jacutinga. Auch Schiefer oder Quarzit werden von Goldlagerstätten durchschossen und gelegentlich von Gold imprägniert, ohne daß wir solche Zonen als besondere Gesteinstypen unterscheiden.

Unter den Gesteinen müssen noch die Typen unterschieden werden, die sich aus der verschiedenen Zusammensetzung ergeben. Den praktisch quarzfreien Itabirit bezeichne ich als reinen Itabirit, den quarzhaltigen als Quarz-Itabirit. Zuweilen kommt auch eine Vermischung mit Ton vor. Ich konnte solche Lager einige Male untergeordnet beobachten, auch HARDER (701) und HARDER-CHAMBERLIN (710) erwähnen solche Typen. Diese Fazies wird man sinngemäß als Ton-Itabirit bezeichnen. Die Jacutinga wird man entsprechend in reine Jacutinga, Quarz-Jacutinga und Ton-Jacutinga einteilen. Letztere ist allerdings noch nicht beobachtet und nur als möglich anzuführen. Es ergibt sich somit folgende Faziesgliederung⁹⁾:

⁹⁾ In einer vorläufigen Mitteilung meiner Reiseergebnisse habe ich bereits diese Gliederung gebracht (919), hatte dort jedoch an Stelle von „Reiner Itabirit“ und „Reine Jacutinga“ die Bezeichnungen „Erz-Itabirit“ und „Erz-Jacutinga“ angewandt. Da aber als Erz im Sinne der Verwertbarkeit in späteren Zeiten sicher noch einmal die Fazies mit geringem Quarzgehalt in Betracht gezogen wird, möchte ich auch hier dieses Wort vermeiden, damit keine Mißverständnisse aufkommen können. —

Die Fazies der Itabirit-Eisenerze:

Feste Erze:	Lockere Erze:
Reiner Itabirit.	Reine Jacutinga.
Quarz-Itabirit.	Quarz-Jacutinga.
Ton-Itabirit.	(Ton-Jacutinga).

Es sind nun noch einige Worte zur Charakterisierung dieser verschiedenen Gesteine notwendig.

Reiner Itabirit. Dieser Itabirit, der zu den besten Eisenerzen der Welt gehört, bildet einerseits kompakte, feste Lager von einer nach vielen Metern zu bemessenden geschlossenen Mächtigkeit, in denen eine Absonderung nach dicken Bänken, aber nicht nach dünnen Schichten zu beobachten ist, andererseits finden sich Lager, die in dicke und dünne Platten zerfallen und schon beim Abbau ein stückiges Fördergut lie-

In einer während des Druckes erschienenen Abhandlung (1973) nennt E. A. SCHEIBE diese Bezeichnungen unbefriedigend und schlägt andere vor. Die Abweichungen ergeben sich aus folgender Gegenüberstellung:

V. FREYBERG:	SCHEIBE:
Reiner Itabirit.	Harterz.
Reine Jacutinga.	Mürb- und Feinerz.
Quarz-Itabirit.	Festes Bändererz.
Quarz-Jacutinga.	Lockeres Bändererz.

Der Vergleich zeigt, daß Herr SCHEIBE nur andere Namen für genau die gleichen Dinge vorschlägt, welche die Gesteine „eindeutig kennzeichnen“ sollen. Ich glaube aber, die Eindeutigkeit liegt auf meiner Seite. Unter einem „Bändererz“ z. B. kann seinem geologischen Alter, seinem Mineralbestand, seiner erdgeschichtlichen Position und seiner Fazies nach alles nur Mögliche verstanden werden. In aller dieser Hinsicht besteht aber nicht der geringste Zweifel bei der Bezeichnung „Quarz-Itabirit“, oder meinerwegen „gebänderter Quarz-Itabirit“, denn diese Bezeichnung beschränkt sich allein auf ein Gestein aus Eisenglanz und Quarz, das dem kristallinen Gebirge angehört und der Fazies nach ein Erzparagneis ist. Herr SCHEIBE verwendet selbst den Namen „Itabirit“. Warum soll man einen Itabirit, der Quarz führt, nicht „Quarz-Itabirit“ nennen? Hat sich dieser von Herrn SCHEIBE bekämpfte Name doch sogar in Herrn SCHEIBES schematische bildliche Darstellung der „Gliederung der Itabira-Schichten“ eingeschlichen!

fern. Auch die massigen Bänke sind in sich ursprünglich nicht schichtungslos; sie wären ja sonst keine Sedimentgesteine. Im frischen Anbruch sieht man jedoch nichts oder fast nichts davon. Auf angewitterten Querschnitten hingegen kommt die Schichtung gelegentlich zum Vorschein. Da stellt man dann auch fest, daß die Schichtgrenzen stark zusammengefaltet, ganz durchknetet sein können, daß somit (was ja bei kristallinen Schiefen vorauszusetzen ist) starke Pressungen auf das Gestein eingewirkt haben. Die Grenzen der mächtigen Bänke verlaufen viel einfacher und lassen nichts von einer so komplizierten Innenstruktur ahnen, und wir müssen die Frage aufwerfen, inwieweit in den Erzkörpern die Faziesgrenzen den ursprünglichen Schichtgrenzen überhaupt noch entsprechen. Bei der starken metamorphen Umwandlung wird das oft nicht mehr der Fall sein. Insbesondere da, wo das Erz dünnplattig wird, ist es oft unmöglich, zu entscheiden, ob reine Schieferungsflächen oder geschieferte Schichtflächen vorliegen. Viele Itabirite werden Umformungen erlebt haben, wie ich sie von anderen Gesteinen beispielsweise in Abbildung 16 wiedergegeben habe, und die Verzerrung kann sich auf die Grenzen mächtiger Bänke erstrecken. Ich selbst erwähnte früher (855) Wellenfurchen im Itabirit. Es ist mir aber zweifelhaft, ob das richtig ist, ob es sich nicht vielmehr um wellig verbogene Schieferungsflächen gehandelt hat. Der Ausdruck der Schieferung¹⁰⁾ wird durch glänzende, ebene oder glatte Ablösungsflächen oft sehr deutlich. Wie für alle Gesteine der Minas-Serie, so wäre es auch zur Beurteilung der Itabirit-Erze (einschließlich der Quarz-Itabirite) als Gesteine wichtig, wenn sie einer modernen gefüge-petrographischen Untersuchung unterzogen würden.

Neben selbständigen mächtigen Lagern bildet der reine Itabirit Bänke in der Jacutinga oder im Quarz-Itabirit, deren Mächtigkeit großen Schwankungen unterliegt. Das Erz selbst ist stahlblau und setzt sich nach den Untersuchungen der nord-

¹⁰⁾ Von diesen allgemeinen Eigenschaften müssen die besonderen Schieferungserscheinungen an Störungszonen unterschieden werden.

amerikanischen Geologen aus einem körnigen Gemenge von Hämatitkristallen, z. T. mit Martit, zusammen. Dem Auge erscheint es gleichmäßig-massig. Die mächtigen Bänke dieses harten Erzes sind praktisch quarzfrei, und die Grenze gegen hangende oder liegende Bänke von Quarz-Itabirit und Quarz-Jacutinga ist meist sehr scharf. In die dünn-schichtigen oder dünn-plattigen Lager schalten sich öfters quarzreiche Bänkchen ein, und durch die Zunahme derselben vollzieht sich so manchmal nach dem Hangenden oder Liegenden ein Übergang. Mächtige Erzblöcke können gleichmäßig rein zusammengesetzt sein. In Tabelle 8 sind nach SCOTT (546) einige Analysen zusam-

Tabelle 8.

Analysen von reinem Itabirit nach H. K. Scott.

	1. 45 t - Muster von Itabira do Campo Massiger Hämatit	2. Specular iron ore Viçosa (Leopoldina- Bah)	3. Massiger Hämatit	4. Gegend von Sabará	5. Massiger Hämatit	6. von Gandarella	7. Massiger Hämatit	8. Pico de Itabira do Matto Dentro
Fe		69,26	68,95	70,30				
Fe ₂ O ₃	2,18				75,70	91,49	99,209	99,801
FeO	2,16				19,80			
SiO ₂	2,21	2,57	3,15	0,75	1,13	4,78	0,240	0,140
Al ₂ O ₃	1,60	1,51	Spur	Spur	1,02	0,74	—	
Mn ₂ O	Spur	0,32			0,74	0,27	0,015	0,007
Mn	Spur	—						
CaO	0,24	—			0,14	0,25	Spur	—
P ₂ O ₅	0,05	0,063	0,093	0,067		Spur	0,005	0,005
As ₂ O ₅	—	—	0,06	—				
S	0,04	—	0,06	0,07		—	—	—
CO ₂	—	—						
Glühverlust					1,41	2,62		
Gebundenes Wasser	1,42	—						
Feuchtigkeit	0,15						0,455	
O		26,30	27,80	28,85				
	100,05	100,023	100,00	100,00	99,99	100,95	99,924	99,953
Fe	66,21		68,9	70,30	68,40	64,04	69,44	69,86
P	0,022		0,04	0,03			0,0024	0,0024

mengestellt, die sich durch besondere Vollständigkeit auszeichnen.

Quarz-Itabirit. Hier kann die Fazies sehr verschiedenen sein. In den meisten Fällen treten Erz und Quarz ziemlich sauber getrennt auf. Die Dicke der einzelnen miteinander wechselnden Lagen kann nach Millimetern oder Zentimetern bemessen werden, und so können dunkle und helle Schichten in ständigem Wechsel mächtige Profile aufbauen, deren Querschnitt gebändert ist. Die Quarzlagen sind fast frei von Erz, haben kristallinische Struktur, die Kristalle grenzen scharf aneinander und enthalten nur wenige Erzkristalle eingesprengt, während umgekehrt in den Erzlagen nur wenige Quarzkörnchen stecken. An anderen Stellen bilden aber die Erzlagen auch ein gleichmäßiges Gemenge von Erz und Quarz, das aber in dünnen Bänken mit reinerem Quarzit wechselt. Die gebänderte Fazies des Quarz-Itabirits ist die weitaus häufigere. Man trifft aber auch gelegentlich eine andere Fazies, bei welcher Quarz und Erz gemischt sind. Dieses Gestein beschrieb ich schon früher (855) folgendermaßen: „Nicht immer ist dieser Typus scharf vom vorhergehenden zu trennen. Durch Wechselagerung beider entstehen Übergangsglieder. Doch kommen ziemlich mächtige Bänke vor, die nur wenige schwache Lagen von reinem Hämatit oder Quarz enthalten. Sie zeigen deshalb die Schichtung weniger deutlich und bilden dickere Bänke zwischen dünngeschichtetem Itabirit. Zuweilen zerfallen sie aber auch in dünne Platten, und dann sind die Spaltflächen poröse und ausgelaugte feine Lagen, die eine braune Farbe annehmen und wohl auch Karbonate enthalten haben.“ Die gleichmäßig verteilten Erz- und Quarzkörnchen durchmengen sich wie etwa die Mineralien im Granit.

Ton-Itabirit. Als Gestein ist diese Fazies als ein eisenreicher Schiefer oder ein tonreiches Erz zu bezeichnen. Ton und Erz sind durcheinander gemengt und bilden so selbständige Lager. Im Hangenden und Liegenden solcher Bänke sind den andersartigen Erzen schon gelegentliche schwache Tonbänkchen eingeschaltet.

Reine Jacutinga. Gräbt man dieses Erz ab, so zerfällt es sofort in feines Pulver. Dieses besteht aus kleinen und kleinsten Kriställchen von Eisenglanz, deren Oberflächen auf-

blitzen. Ein sehr großer Teil derselben ist ganz lose, andere sind zu mehreren zusammengebacken, und in den abgegrabenen Proben finden sich noch größere Ballen solcher verbackenen winzigen Kriställchen, die sich aber meist in der Hand leicht zerdrücken lassen. Es sind also Erzsande, aber von äußerst feinem Korn, welches in meinen Proben so herabgehen kann, daß man das Korn zwischen den Fingern kaum noch spürt. Sie grenzen also an Erzstaub. Aber auch die feinsten Mengen zeigen unter dem Mikroskop noch Kristallflächen. Brocken mit starker Verkittung, die mit abfallen, sind an Zonen besonderer Metamorphose geknüpft, und mit ihnen sind blättrige Aggregate größerer Eisenglanzkrystalle verwachsen. Innerhalb der einzelnen Jacutinga-Lager schwankt die Korngröße der Kristalle (die splitterförmig, blättchenförmig oder körnig geformt sein können) in verschiedenen Ausmaßen. In manchen Proben schwanken sie um eine Durchschnittsgröße in mäßigen Grenzen, in anderen bestehen stärkere Differenzen. Die üblichen Untersuchungen über die Korngrößen der Jacutinga geben darüber keine genaue Auskunft, da die Korngröße des Fördergutes ermittelt wird und in den Werten die zahlreichen verbackenen Kristallgrüppchen vereint sind. Außerdem sind diese Messungen noch zu grob, um die Größendifferenzen der feinen Kristalle zu erfassen. Von drei mir vorliegenden Untersuchungen durchliefen noch das 100-Maschen-Sieb:

1	2	3
70.47%	77.70%	81.82%.

Alles, was über dem 100-Maschen-Sieb lag, bestand sicher aus verbackenen Kristallgrüppchen, aber auch noch ein sehr beträchtlicher Teil des durchgelaufenen Produktes. Wir erkennen daran die außerordentliche Feinkörnigkeit dieser Jacutinga. — Die Erzjacutinga kann Lager von beträchtlicher Mächtigkeit bilden. Manche Stollen sollen sie mehrere 100 m weit durchfahren haben. Dabei ist freilich zu erwägen, daß auch Zusammenstauchungen durch tektonische Vorgänge vorliegen können.

Quarz-Jacutinga. Sind bei der reinen Jacutinga die im abgegrabenen Produkt verbleibenden größeren Reste meist mehr oder weniger rundliche Ballen, so haben dieselben bei der Quarz-Jacutinga schiefrige oder griffelige Formen. Das liegt daran,

daß es überwiegend die reineren Erzlagen sind, welche teilweise verbacken sind, sodaß Stücke der geschilderten Form mit abfallen, die aber im allgemeinen porös und mürbe sind und in der Hand zerbrochen werden können. Der Quarzanteil zersieselt in der Regel ganz. An den Stollenstößen (auch in Wasserrissen und sonstigen natürlichen Aufschlüssen, an denen das Gestein ungeschützt ansteht) fällt also ein Sand, gemischt aus Quarz und Erz, herab, in welchem mehr oder weniger Stücken verkitteter Substanz liegen. Im feinkörnigen Gemenge meiner Proben überwiegen die Quarzkörner bei weitem an Größe. Die Erzkriställchen sind ähnlich wie in der reinen Jacutinga gestaltet. Der prozentuale Anteil beider unterliegt großen Schwankungen. Es gibt quarzreiche und quarzarme Jacutinga. Doch scheint eine Untergrenze zu bestehen. Weniger als 20% Quarz kommt (soweit die Analysen ein Bild erlauben) anscheinend selten vor. Das liegt z. T. daran, daß eine Sandzufuhr in das Sedimentationsgebiet nicht unter ein gewisses Maß herabgehen wird. Unter den lockeren Sanden lassen sich akzessorische Bestandteile leichter ermitteln als in den festen Gesteinen. HUSSAK fand als solchen Rutil, der nach seiner Auffassung von der Zersetzung titanreicher Eisenerze herrührt (582). Im übrigen (also abgesehen von der sandigen Beschaffenheit) baut sich die Quarz-Jacutinga genau auf wie der Quarz-Itabirit. Überwiegend ist sie „gebändert“, seltener sind Erz und Quarz gleichmäßig vermischt. Ihre Mächtigkeit wird sehr bedeutend. Sie bildet Schichtstöße, die mehrere 100 m mächtig werden und nur wenige schwache Bänke von reiner Jacutinga oder reinem Itabirit zu enthalten brauchen. —

Alle diese Erze treten in wechselseitiger Verzahnung auf. Hierauf und auf ihre Entstehung soll erst im Zusammenhang eingegangen werden, wenn die Entstehungsbedingungen der Minas-Serie besprochen werden. Alle diese bisher genannten eisenreichen Gesteine liegen noch im anstehenden Verband. Am Ausgehenden sind sie nun Umlagerungsvorgängen ausgesetzt, durch die verschiedenartige Produkte entstehen. Unter den Felswänden der Erzlager bilden sich Blockfelder von nicht geringer Ausdehnung, deren einzelne Blöcke über mannsgroß werden. Die Flüsse, die aus den Itabirit-Gebieten kommen, führen Kiesbänke aus gutem Eisenerz und Sande, die von dem Zerfall der

Jacutinga herrühren, bei denen die zu erwartende natürliche Aufbereitung eintritt. Wichtig ist noch die Canga. Dieses bekannte, auch vom Verfasser früher schon (855) beschriebene Verwitterungsprodukt sei noch kurz erwähnt¹¹⁾. Seine für die Landschaft wichtigen Eigentümlichkeiten werden später erörtert. Der stückige Gehängeschutt und jeder Verwitterungsschutt überzieht auch in den Itabiritgebieten Berge und ebene Landoberflächen. Die in diesen Gebieten zirkulierenden Lösungen sind alle eisenhaltig, und wo der Eisengehalt wieder ausgeschieden wird, verkittet er die Gesteinsbrocken. So entsteht die Canga. Ihre Bildung dürfte in die Trockenperioden fallen, in denen monatelang kein Regen fällt, von der Sonne aber alle Feuchtigkeit (auch der nächtliche Tau) aufgesogen wird. Schon 1927 (855) beschrieb ich außer der aus verkitteten Stücken bestehenden Canga eine Vererzung des Anstehenden am Ausgehenden. Die Canga bildet eine bis mehrere Meter mächtige feste Kruste, welche die Landschaft überzieht und wie ein schützender Panzer bedeckt. Sie ist sicher teilweise fossil. Ihre verkitteten Brocken sind meist Eisenerz, und sie bildet selbst ein Eisenerz. Sie findet sich vor allem auf den mürben Gesteinen, selten auf den festen Erzbänken. So überdeckt sie vor allem die Jacutinga-Gebiete. Auch über Quarz-Jacutinga hat sie meist weniger Quarzgehalt. Am Ausgehenden wird nämlich der zerrieselnde Quarz leicht abtransportiert, während die Hämatitlagen verbacken.

¹¹⁾ Herr Bergingenieur H. VOGEL in Blumenau, der sich viele Jahre hindurch mit der Untersuchung der Itabirit-Eisenerze in Minas-Geraes beschäftigt hat und dem ich die von mir hier vorgeschlagenen und in einer vorläufigen Mitteilung veröffentlichten Definitionen mitgeteilt hatte, schreibt mir, daß er unter den sekundären Produkten das Trümmererz von der Canga unterscheidet. Ersteres ist rein und nicht verändert, während in der Canga, die aus unreinen Erzen entstand, auch starke chemische Umsetzungen stattgefunden haben. Herr VOGEL bezeichnet als Itabirit eine wechselnde Folge von Oligist und Quarzit, wobei der Oligist zu Körpern von großem Ausmaß anschwellen kann. Jacutinga ist dasselbe wie Itabirit, aber nicht verfestigt. Der Name Erz beginnt erst da, wo das Gestein für die Verhüttung hinreichend reich an Oligist oder anderem Eisenerz ist, oder durch Aufbereitung gereinigt werden kann. Abgesehen von den abweichenden Namen (Oligist = Reiner Itabirit) stimmen unsere Auffassungen sehr gut überein. Herrn VOGELS Begriff des „Trümmererzes“ dürfte sich mit dem „rubble-ore“ der amerikanischen und englischen Geologen decken.

So kann bei flüchtiger Betrachtung auch die Quarz-Jacutinga an der Oberfläche quarzarm erscheinen. Man braucht aber nicht tief zu klopfen, um den Quarzgehalt festzustellen. Der Erzschutt, der zur Cangabildung führt, kann auch über Gebiete wandern, die nicht mehr aus Itabirit bestehen. Dann können sich taube Gesteine einmengen. Bei Ouro Preto bedeckt die Canga u. a. den nach Saramenha sich erstreckenden Höhenrücken, obwohl der Untergrund fast nur aus Schiefer gebildet wird. Hier handelt es sich um Hochflächenbildung, die vor Eintiefung des heutigen Reliefs entstanden sein muß. An anderen Stellen haben wir typischen Gehängeschutt vor uns in Gestalt von Schuttkegeln, die hangabwärts immer dicker werden. Auch in den Bachbetten, die während der Trockenzeit versiegen, wird das Erzgeröll verbacken und das Bett gepanzert, und an Quellaustritten ist die Verkrustung oft besonders intensiv. —

Wenn uns auch in dieser Arbeit ausschließlich wissenschaftliche Ziele beschäftigen, so muß doch noch die technische Einteilung der Erze gestreift werden, nachdem deren Vermengung mit der wissenschaftlichen Systematik oben vermieden wurde. Zur allgemeinen Charakterisierung ist in den Kreisen der Bergbauinteressenten die Bezeichnung Itabirit-Erze üblich, bei der man es ruhig belassen kann, da damit in gleicher Weise die mineralische Eigenart und die geologische Stellung angegeben sind. Zunächst wird der Hütten- oder Bergmann alles das Erz nennen, was unter den örtlich und zeitlich gegebenen Bedingungen für die Verhüttung abgebaut werden kann. Der Rest ist Abraum. Als Erz kommt für Großbetrieb oder Export heute nur die hochprozentige, reine Fazies in Frage. Die quarzhaltigen Typen werden z. Z. noch nicht in Betracht gezogen. Da außer Quarz keine Verunreinigungen vorhanden sind¹²⁾, braucht nur dieser bei der allgemeinen Betrachtung berücksichtigt zu werden. Je nachdem also das Interesse auf die quarzhaltige Fazies übergreifen wird, werden Itabiriterze mit praktisch fehlendem, mit geringem oder stärkerem Quarzgehalt unterschieden werden. Der zweite, für die

¹²⁾ Höchstens Ton. Doch ist der Ton-Itabirit an Menge so gering, daß er für die Beurteilung der Lagerstätten nie eine Rolle spielen wird.

Praxis wichtige Gesichtspunkt ist die Korngröße des Fördergutes. Ich habe da für die Unterscheidung die Bezeichnungen Harterz und Mürberz vorgeschlagen. Harterz ist alles, was nicht kleiner bricht als zweckmäßig ist, und man kann groß- und kleinstückiges, vielleicht noch schiefriges Harterz unterscheiden. Mürberze brechen hingegen so fein, daß zu ihrer Verwertung eine Brikettierung oder andere Verfestigung vorgenommen werden müßte. Es lassen sich dann leicht die chemischen und physikalischen Gesichtspunkte vereinigen, indem man beispielsweise von einem kieselsäurereichen (manchmal auch tonerdehaltigen) kleinstückigen Harterz oder von einem kieselsäurearmen Mürberz spricht, usw. Diese kurzen Bezeichnungen genügen zu einer eindeutigen Charakterisierung vollständig. Die Feststellung der Prozentgehalte in den Einzelfällen ist, wie immer, eine spezielle Angelegenheit des Betriebes.

5. Sedimentäre Manganerze.

Diese Erze nehmen zwar am Aufbau der Schichtenfolge, wenn man ihn nach der Mächtigkeit bemißt, nur geringen Anteil. Aber die Schilderung des Minas-Serie würde unvollständig sein, wollte man sie nicht berücksichtigen. Das bekannteste Vorkommen ist das von BURNIER. Das Profil dieser Lagerstätte ist oft beschrieben worden und schon in die Lehrbücher übergegangen. Ein zweites Profil veröffentlichte ich 1927 (855). In beiden Fällen liegen oxydische Manganerzlager konkordant zwischen den Schichten der Minas-Serie. In BURNIER ist nach den Beschreibungen das Lager im Streichen einige Kilometer weit verfolgt und fällt bei einer Mächtigkeit von 2—3 m (die stellenweise stark reduziert ist) mit der Schichtenfolge in die Tiefe. Einer unveröffentlichten Mitteilung von Herrn H. VOGEL, die er mir freundlichst zugeschickt hat, entnehme ich, daß dieser Typus noch an anderen Stellen vorkommt. Auch Herr MAX SCHWERBER teilt mir dieses mit. Die heute vorliegenden Erze gelten nur als die Oxydationsprodukte der primären Gesteine. Man vermutet, daß es sich ursprünglich um Karbonate handelte. Ihre sedimentäre Verknüpfung mit der Minas-Serie ergibt sich auch aus den Übergängen zu Itabirit, die als manganreiche Itabirite oder eisenreiche Manganerze auftreten.

II. Die Umgebung von Ouro Preto.

Bevor die Probleme der Entstehung und Gliederung der Minas-Serie erörtert werden, muß an einem Beispiel der Verband der Schichten genauer geschildert werden. Ich wähle dazu die Umgebung von Ouro Preto. Diese alte, durch ihren Goldbergbau in früheren Zeiten reiche und berühmte Stadt liegt am Südhang der Serra de Ouro Preto. Diese Serra ist durch die Ost-West-streichenden und nach Süden fallenden Schichten der Minas-Serie gebildet und erzeugt die Wasserscheide zwischen dem im Norden fließenden Rio das Velhas (der dicht bei Ouro Preto entspringt) und dem Ribeirão do Funil, an welchem Ouro Preto liegt und der zum Rio Doce fließt. Wir sind also hier auf der Hauptwasserscheide der Serra do Espinhaço selbst. Südlich von Ouro Preto erhebt sich als besonderes und höchstes Felsmassiv die Serra do Itacolomy, deren Gipfel 1797 m erreicht, während der tiefste Punkt von Ouro Preto bei 1050 m liegt.

Um den Aufbau dieses Gebietes zu zeigen, nahm ich 1930 eine geologische Kartenskizze davon auf. Diese Skizze, die den ersten Versuch einer kartenmäßigen geologischen Darstellung der Gegend darstellt, wurde ursprünglich im Maßstab 1 : 25 000 entworfen. Das Kartenblatt Ouro Preto, 1 : 100 000, welches 1928 erschien, ist leider in seiner Reliefdarstellung viel zu roh und ungenau, als daß es zu exakten geologischen Eintragungen benutzt werden könnte. Ich mußte also, um die Schichtgrenzen einigermaßen zu fixieren, meine Wege mit aufnehmen. Insgesamt standen mir nur 8 Tage für die Geländearbeiten zur Verfügung, eine viel zu kurze Zeit, um eine allen Ansprüchen genügende geologische Aufnahme eines Gebietes auszuführen, von dem nicht einmal die topographische Unterlage zuverlässig ist. Dabei gingen die Reisewege um das Doppelte über das dargestellte Gebiet nach Nordwesten und Süden hinaus. Die Zeit reichte eigentlich nur dazu, einen ersten Überblick zu gewinnen, und als solcher ist auch die Kartenskizze zu werten. Immerhin hoffe ich, daß die Grundzüge des Baus daraus klar werden können. Eine Detailbeschreibung aller Einzelheiten kann nicht meine Aufgabe sein.

a) Ein Querprofil durch die Schichtenfolge.

Den Aufbau zeigt am besten ein Querprofil vom Rio das Velhas im Norden bis zum Itacolumy im Süden (Abb. 4. Profil A-B). Man vergleiche mit diesem Profil die Kartenskizze, Abbildung 5. Auf dem Profil (welches nicht überhöht ist) konnten ebensowenig wie auf der Karte die schwachen Schichten wiedergegeben werden. Einige wichtige Horizonte wurden, um sie deutlich hervorheben zu können, etwas zu stark eingezeichnet.

Wir beginnen am Rio das Velhas bei Mendes. Hier stehen wir tief im Tal zwischen zwei Gebirgsketten, zwischen der Serra de Antonio Pereira im Nordosten und der Serra de Ouro Preto im Süden. Geologisch stehen wir hingegen im Scheitel eines Gewölbes. Die Schichten der Serra de Antonio Pereira fallen nach Nordosten, die der Serra de Ouro Preto nach Süden. Beide Gebirge sind nordöstlich von Ouro Preto verknüpft, hier kommen die Schichten zusammen¹³⁾. Ob ein einfacher Sattel an dieser Stelle vorliegt oder noch Brüche hinzukommen, ist noch nicht untersucht. Der Rio das Velhas fließt in der Achse dieses Sattels nach Nordwesten, sein Tal ist also ein Aufbruchsattel, es liegt eine Umkehrung des Reliefs vor. In seinem Talzug muß das kristalline Grundgebirge am höchsten aufgefaltet sein. Bei Mendes selbst sah ich noch ein zersetztes Schiefergestein anstehend, dessen Einfallen sehr unregelmäßig war. Ob stellenweise der kristalline Untergrund schon herauskommt, war nicht zu entscheiden, denn die Oberfläche ist überall von einer derartig mächtigen Verwitterungsrinde und mit Wäldern bedeckt, daß die Natur des Anstehenden nicht weiter zu erkennen war. Wenig flußabwärts, bei São Bartholomeu, hat L. A. CORRÊA DA COSTA im Flußbett Granitgneis festgestellt. Südöstlich der Fazenda dos Barbozas, etwa 4 km westlich von Mendes, fand ich ebenfalls kristallinische Gesteine von verschiedenem Typus, deren petrographische Untersuchung noch erfolgen wird, verknüpft mit hochmetamorphen schiefrigen Gesteinen. Wenn also auch nicht sichtbar ist, ob bei Mendes auch schon

¹³⁾ Das Umschwenken der Streichrichtung kommt schon in vorzüglicher Weise auf der Karte zum Ausdruck, die PISSIS 1842 seiner Arbeit (140) beigegeben hat.

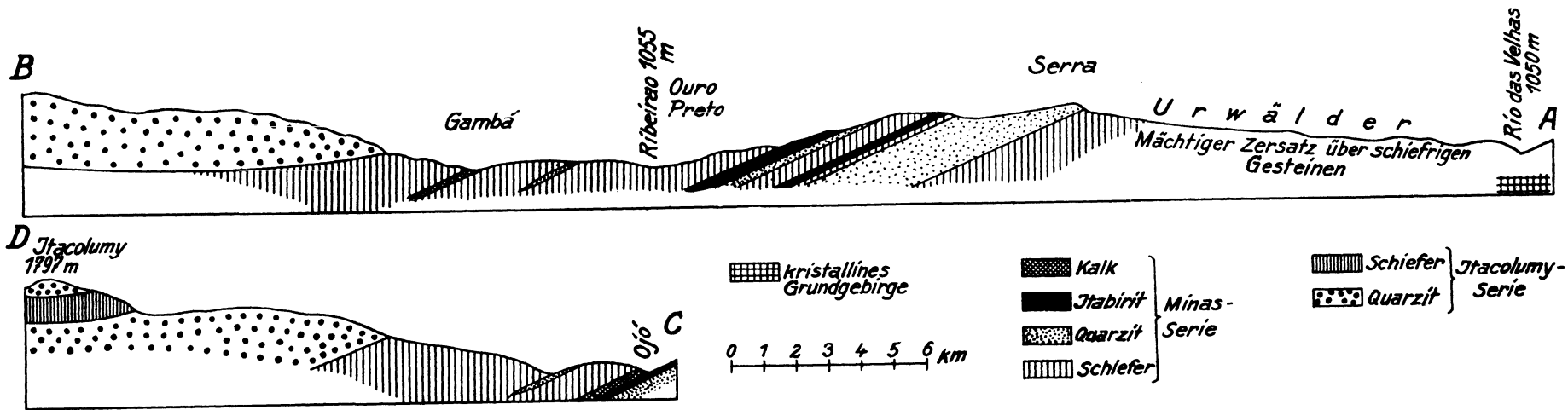


Abb. 4. Profil durch die Gegend von Ouro Preto.

der kristalline Untergrund ansteht, so wird er doch mindestens in geringer Tiefe zu erwarten sein. Gerölle, die den Gesteinen von F. dos Barbozas ähneln, fand ich im Rio das Velhas bei Mendes.

Folgen wir der Profillinie nach Süden, so hält die Verwitterungsrinde noch lange an, in Wegeinschnitten erkennt man aber mehrfach, daß der rotgelbe Lehm aus schiefrigen Gesteinen entsteht. Der erste echte Schieferausbiß wurde bei 1320 m Höhe festgestellt. Hier mindestens, vermutlich aber schon tiefer, beginnt

1. die untere Schieferfolge¹⁴⁾. Während in der unteren Hälfte des Anstieges das Einfallen der schiefrigen Flächen des Zersatzes sehr unregelmäßig ist, fällt der Schiefer von hier an schon normal nach Süden. Das Schieferpaket, in dem infolge der Verwitterungsrinde keine besonderen Beobachtungen möglich sind, reicht bis 1450 m. (Die Messung erfolgte am Wege. Da der Hang naturgemäß nicht eine ebene Fläche bildet, steigt die Grenze im Streichen auf und ab.) In dieser Höhe beginnt

2. die Quarzit- und Itabirit-Folge. Dieser Schichtenstoß, dessen Mächtigkeit mit rund 700 m nicht zu niedrig geschätzt ist, setzt sich hauptsächlich aus Quarzit und Itabirit zusammen, dazwischen sind Schiefer geschaltet. Im Einzelnen erhält man an der Stelle unseres Profiles folgende Schichtenfolge von unten nach oben:

- a) Quarzit.
- b) Itabirit mit tonigen Schieferlagen.
- c) Schiefer.

Die Schichten a bis c, die je höchstens nur ca. 10 m mächtig sind, konnten in Profil und Karte nicht besonders ausgeschieden werden und wurden mit der folgenden Schicht d zusammengefaßt.

d) Quarzit in großer Mächtigkeit. Der weiße, stellenweise an grünen, glimmerigen Mineralien reiche Quarzit bildet Felsplatten, die nach Süden unter durchschnittlich 30° einfallen. Das Streichen wurde auf dem Kamm mit 240—250° gemessen.

¹⁴⁾ Die Schichten werden schon hier nach den Gliederungsgruppen zusammengefaßt, die wir weiterhin unterscheiden werden.

Diese Quarzitmasse streicht weit nach Westen und auch nach Osten und bildet den Hauptrücken der Serra de Ouro Preto, sowie die Wasserscheide. Alle Flüsse, die westlich von unserem Profil an ihrem nördlichen Fuße entspringen, gehen zum Rio das Velhas. Die Quellflüsse des Rio das Velhas selbst greifen jedoch östlich schon auf das Hangende dieses Quarzits über. Außer mächtigeren Quarzitbänken finden sich schiefrige, teils auch biegsame Quarzitlagen, sowie grünliche „Talkschiefer“ eingeschaltet. Quarzgänge schießen quer durch den Quarzit durch.

- e) Grüner Schiefer von geringer Mächtigkeit.
- f) Quarz-Itabirit von geringer Mächtigkeit.
- g) Schiefer in größerer Mächtigkeit.
- h) Quarzit in wechselnder Mächtigkeit, z. T. auskeilend.
- i) Quarz-Itabirit, stärker als unter f.

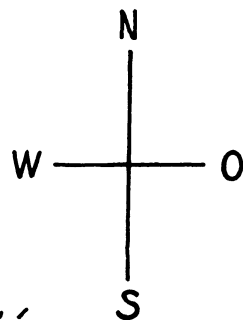
3. Die obere Schieferfolge. Am Fuße des unter 2 i angeführten Itabirit-Ausstrichs beginnt ein mächtiger Schieferkomplex, auf welchem die Stadt Ouro Preto steht. Der Schiefer selbst ist sehr mannigfaltig ausgebildet. Grüne, dünnblättrige, seifige, weiche oder härtere, plattige Schiefer wechsellagern mit grauen oder braunen phyllitähnlichen Gesteinen, mit schwarzen (? graphitischen) Schiefen, die als Farberden gewonnen werden, mit eisenreichen Schiefen, mit Sandsteinbänken und Schiefen, die Martitkristalle eingesprengt enthalten. Besonders auffällig sind Einschaltungen im hangenden Teil. Bei Gambá und östlich von da an verschiedenen Stellen trifft man nämlich schwefelkiesführende Gesteine. Schon früher (855) beschrieb ich von Gambá einen dunklen Alaunschiefer, an welchem reiner Schwefel ausblühte. Damals sah ich nicht die Gruben, in denen der Schwefelkies gewonnen wurde. Jetzt war dieser Horizont mehrfach aufgeschlossen, allerdings nicht in guten bergmännischen Aufschlüssen, so daß eigentliche Profile nicht freigelegt waren. Immerhin ist sicher, daß die Abbaue dicht unter dem anstehenden dunklen, früher beschriebenen Alaunschiefer lagen. Bei Gambá wurde ein hellgrünes, fast weißes, weiches, tonähnliches Material gefördert, welches Schwefelkies in nicht unbeträchtlicher Menge enthielt. Winzige Pyritkriställchen sind durch die ganze Masse verstreut, die ausgeschlämmt wurden, wodurch sehr reine Konzentrate ent-

Geologische Skizze der Umgebung von Ouro Preto.

Aufgenommen
von
B. von Freyberg
1930.

⊕ Kirchen:
1 São Francisco
de Paulo.

0 1 2 Km



Erklärung:

Mächtige Verwitterungsrinden
über schiefrigen Gesteinen

Quarzit } Itacolumy-Serie

Schiefer

Kalk

Jtabirít } Minas-Serie

Quarzit

Schiefer

Kristallines Grundgebirge

--- Reisewege S Schwefelkies

Ba Schwerspat F Farberde

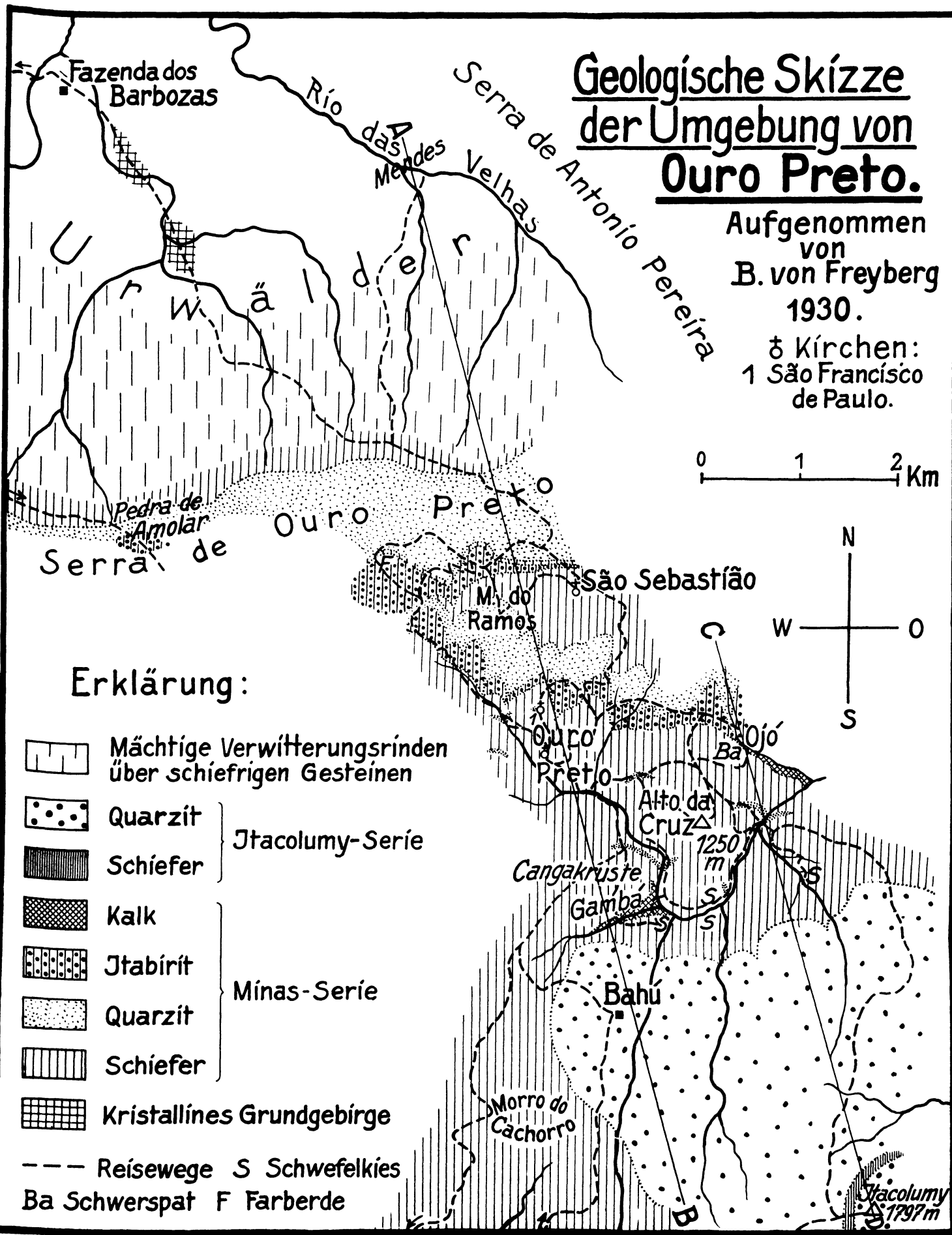


Abb. 5.

standen. Der Pyrit wurde an die Munitionsfabriken in Rio de Janeiro geliefert. Nach Osten reihen sich noch mehr solche Lagerstätten an. Wo sich Aufschlüsse fanden, sind sie auf der Karte durch S kenntlich gemacht. Sie liegen im Streichen, sind also an einen festen Horizont geknüpft. —

Sandsteinbänkchen sind der Schieferserie an vielen Stellen eingeschaltet. Außerdem finden sich aber auch Bänke mächtigen Quarzits. Dieselben besitzen Linsenform, liegen aber in bestimmten Horizonten, nach denen die mächtige Schiefermasse gegliedert werden kann. Wo diese auskeilenden Quarzitäbänke beobachtet wurden, sind sie in die Karte eingetragen worden. Vielleicht finden sie sich noch an einigen anderen Stellen zwischen meinen Wegen. Es können mehrere Züge unterschieden werden. Im nordwestlichen Teil von Ouro Preto am Wege nach Vellöso steht eine Bank in mehr als 20 m Mächtigkeit an, in deren Liegendem wieder grüne Schiefer mit Sandsteinbänkchen herauskommen. Im gleichen Horizont wie diese Quarzitbank liegt der Quarzit, auf welchem die Igreja de S. Francisco do Paulo steht. Einem höheren Horizont scheint der Quarzit anzugehören, der am Südausgang des Tunnels an der Station Itacolumy ansteht (das östlichste Vorkommen des Kärtchens). Die Bank bedingt einen Wasserfall im Fluß. Nach Westen begleitet sie noch etwas den Fuß des Alto da Cruz (1250 m), keilt aber dann aus. Im Streichen tauchen jedoch noch mehrere Quarzitlinsen auf. Der höchste Horizont ist da aufgeschlossen, wo der Weg nach Gambá die Höhe erreicht. Die Bank mißt dort etwa 4—5 m. Sie streicht in östlicher Richtung weiter und ist am Fluß und an der Bahnlinie (die immer am Hauptfluß entlanggeht und deshalb in die Karte nicht eingetragen zu werden brauchte) aufgeschlossen, auch jenseits der Kurve wieder in der Verlängerung der Streichrichtung¹⁵⁾.

Außer den Quarziten sind als besondere Einlagerungen in die obere Schieferfolge die dolomitischen Kalklager zu er-

¹⁵⁾ Die Schichten fallen auch hier noch unter durchschnittlich 30—35° ein. Da die Quarzitäbänke an den Wänden der schluchtartig eingeschnittenen Täler schräg aufsteigen, gibt ihre Projektion auf die Karte nicht die wahre Streichrichtung wieder. Leider konnte auf der Kartenskizze das Relief nicht mit zur Darstellung gebracht werden.

wähnen. Sie liegen in zwei verschiedenen Horizonten. Der untere Horizont ist bei Ojó an der ausgebeuteten Schwerspatlagerstätte Chacrinha östlich von Ouro Preto gut erschlossen. Der Kalk oder Dolomit ist hier teils weiß, teils blau, teils rotweiß geschichtet in vielfacher dünner Wechsellagerung. Der Einfallswinkel beträgt durchschnittlich 25° . Das eingeschaltete Schwerspatlager wird noch später beschrieben werden. Dieses Kalklager liegt ganz an der Basis der oberen Schieferfolge, dicht über dem Itabirit. Die Grenze selbst habe ich nicht gesehen, und ich kann nicht sagen, ob sich noch andere Gesteine zwischen Itabirit und Dolomitmalk zwischenschalten. Wenn es der Fall ist, kann ihre Mächtigkeit nicht groß sein. Da der dolomitische Kalk chemisch verwittert und zerkarstet, knüpft sich an seinen Ausbiß ein streichender Talzug. Profil C-D beginnt an dieser Stelle.

Ein zweites Kalklager in wesentlich höherem Horizont ist in Gambá zu sehen, wo gleichfalls das Tal durch den Ausbiß bestimmt wird. Hier ist die Oberfläche außerordentlich stark zerkarstet, und die Kalkbuckel ragen teilweise nackt heraus. Zwischen ihnen sind die Vertiefungen mit Lehm angefüllt, in welchem die von mir an anderer Stelle (855) beschriebenen Manganerzknollen liegen. Es handelt sich um eine Lagerstätte, die mit der von der Lindener Mark bei Gießen Ähnlichkeit hat. Der Kalk läßt sich in dem zum Ribeirão hinabgehenden Tälchen bis dicht vor die Mündung verfolgen, war aber jenseits des Ribeirão an der Bahn nicht mehr zu sehen. Es konnte nicht entschieden werden, ob er an einer Querverwerfung absetzt. Querverwerfungen kommen übrigens vor, doch reichte meine Zeit nicht zu ihrer kartenmäßigen Festlegung. — Ob der oberen Schieferfolge nochmals Itabirit in bemerkenswerten Lagern eingeschaltet ist, will ich offenlassen. Im östlichen Teil des dargestellten Gebietes wurde er nirgends beobachtet. Auf dem Rücken bei Gambá könnte man ihn unter der Canga-Decke vermuten. Wo der Weg, der nach Thesoureiro westlich am Morro do Cachorro vorbeiführt, um das Quellgebiet des Baches von Gambá herum biegt, sah ich Itabirit anstehend. Doch kann er unter der Canga nicht weiter verfolgt werden, so daß der stratigraphische oder tektonische Verband unklar bleibt.

Die Schiefer bilden nach Süden noch den Sockel des Itacolumy-Massivs, dann werden sie erneut von Quarzit überlagert. Dieser Quarzit gehört jedoch zur Itacolumy-Serie, die uns erst später beschäftigen wird. Die Grenze gilt als diskordante Auflagerungsfläche. Ob eine Überschiebungsfläche vorliegen kann, ist m. W. noch nicht diskutiert worden.

b) Die Quarzit- und Itabirit-Folge abseits des Profils A—B.

Wir legen zunächst ein Profil westlich bei der Farberdegrube Vellôso, die in etwa 1450 m Höhe am Südhang der Serra de Ouro Preto liegt. Den Kamm bildet hier auch der vorhin

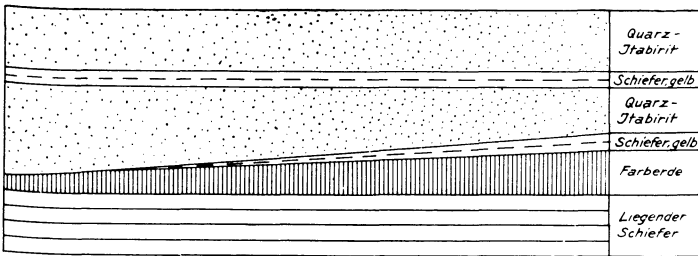


Abb. 6. Profil an der Farberdegrube Vellôso bei Ouro Preto.

unter 2 d genannte mächtige Quarzit, der in Klippen und Felsplatten freiliegt. Der Schiefer über ihm ist kaum 5 m stark. Dann vollzieht sich der Übergang zum Itabirit (Abb. 6., welche die Breite des Tagebaus, nicht überhöht, darstellt. Die Schichten fallen in Wirklichkeit schräg ein. Der hangende Quarz-Itabirit und der liegende Schiefer sind nur teilweise wiedergegeben). Die Schichtenfolge lautet:

8,00 m (soweit im Stoß erschlossen) dünnschichtiger Quarz-Itabirit im Hangenden.

0,50 m Hellgelb zersetzter Schiefer.

1,30—3,00 m Quarz-Itabirit mit mehreren Quarzlagergängen.

0,50 m In hellgelben Ton zersetztes Gestein, auskeilend. Geht durch Wechsellagerung in das Hangende über.

0,50—1,50 m Farberde.

6,00 m (etwa) Liegender Schiefer. Die obersten 10 cm bestehen aus weiß zersetztem Ton, darunter liegen 10 cm eisen-schüssiger und sandiger Schiefer.

Die Farberde ist nichts weiter als Quarz-Itabirit, der im Grundwasser zersetzt ist (Wasserstauer ist der liegende Schiefer). Dabei wurde der Eisenglanz in erdige roxo-rey-Farbe verwandelt, die durch Ausschlämmen gewonnen wird. Es bleiben dabei 20—50% Quarz zurück. Das Profil zeigt uns also eine Wechsellagerung von Itabirit mit Tongesteinen, die spitz ineinandergreifen und sich so verzahnen.

Was wir hier im Kleinen sehen, zeigt aber auch der Aufbau im Großen. Verfolgen wir den Itabirit, dessen untersten Schichten das Farberdelager angehört (es ist das untere Itabirit-Lager in Profil A-B), nach Osten, so beobachten wir, wie er schwächer und schwächer wird. Etwa 1 km weiter östlich ist er schon auf 10—12 m zusammengeschrumpft, während der Schiefer im Liegenden, der bei Vellôso 5 m betrug, in halber Höhe des Berges hier 20 m etwa mißt. Er nimmt also in der gleichen Weise zu, in welcher der Itabirit sich verschwächt. Aber auch im Hangenden des Quarz-Itabirits schiebt sich ein Schieferlager ein, welches bei Vellôso fehlt, nach Osten aber rasch an Mächtigkeit zunimmt. Nähern wir uns São Sebastião, so ist der Quarz-Itabirit in einer alten Goldgrube noch schätzungsweise 10 m stark. Weiter nach Osten scheint er noch schwächer zu werden, doch sind die Aufschlüsse für eine sichere Beurteilung zu schlecht. Der hangende Schiefer (2 g) ist hingegen zu beträchtlicher Mächtigkeit angeschwollen. Von São Sebastião nach Süden bedeckt er eine große Fläche. Auf ihn legt sich der Quarzit (2 h des vorhergehenden Kapitels), der keine sehr beträchtliche Mächtigkeit erreicht. Er wurde im Wegeinschnitt von Ouro Preto nach São Sebastião nicht beobachtet und scheint hier auszukeilen. Westlich vom Weg schwillt er zunächst an, spitzt sich aber nach Vellôso hin wieder zu. Der obere Quarz-Itabirit hingegen nimmt von Osten nach Westen zu, genau wie der untere Quarz-Itabirit. Beide Itabirite schließen sich anscheinend zu einem einzigen Lager zusammen¹⁶⁾, das sich nach Osten aufspaltet in zwei Lager, welche von Schiefer und Quarzit in immer steigender Mächtigkeit

¹⁶⁾ Da an der entscheidenden Stelle mächtige Canga das Anstehende verhüllte, kann ich nicht mit Sicherheit sagen, ob sie ein Lager bilden oder ob noch eine schwache Quarzitlage dazwischen bleibt. Der Zwischenschiefer ist jedoch schon verschwunden.

keit getrennt werden. Wir erkennen so einen Fazieswechsel in der Art, daß sich nach der einen Seite Itabirit, nach der andern Seite Schiefer + Quarzit gegenseitig ersetzen und nach entgegengesetzten Richtungen anschwellen. Im Schichtbau erhalten wir so ineinandergreifende, sich verzahnende, flach auskeilende Körper, durch deren Verwachsung miteinander sich Profile aufbauen, die naturgemäß eine von Ort zu Ort wechselnde Schichten-

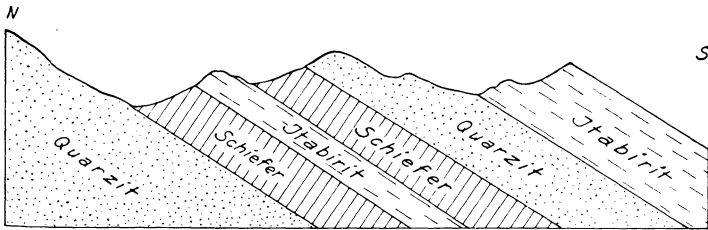


Abb. 7. Querprofil östlich Vellôso bei Ouro Preto.

folge aufweisen müssen. Dieser Fazieswechsel ist charakteristisch für den Bauplan der Quarzit-Itabirit-Folge der Minas-Serie. —

Es würde nicht möglich sein in kurzer Zeit die Aufeinanderfolge der Schichten und ihre Verbreitung wenigstens soweit zu erkennen, wenn ihre Ausbisse sich nicht deutlich heraushöben. Das Gebirge ist ein vegetationsloses Felsengebirge. Da die Schichtköpfe des Quarzits und Itabirits (obwohl dieser größtenteils mürbe ist) Stufen bilden, der Abfall aber dann auf den Schichtflächen weiter geht, prägt sich der Bau schon im Querschnitt des Reliefs aus. Abb. 7 zeigt ein Profil, wie es beim Blick von Vellôso nach Osten vor dem Horizont steht. Den südlichen (nach Ouro Preto gerichteten) Gebirgsabfall bilden der obere Quarzit und der obere Itabirit. In unserem Schnitt (Abb. 7) reicht der obere Itabirit ziemlich weit am Hang hinauf. Das ist nicht überall der Fall. Die zahlreichen, mit dem Fallen der Schichten vom Gebirge herabkommenden Täler zerschneiden besonders den Itabirit, viel weniger den harten Quarzit, welcher

der Erosion standhält. So greifen zwischen den Tälern Schuppen von Itabirit am Hang hoch, die sich nach oben zuspitzen, und kleine Gipfel bilden, wie das Abb. 8 im Schema zeigt. So erklären sich auch die merkwürdigen Zipfel in der Projektion auf die Karte¹⁷⁾. Die heutige Umgrenzung ist jedoch nicht

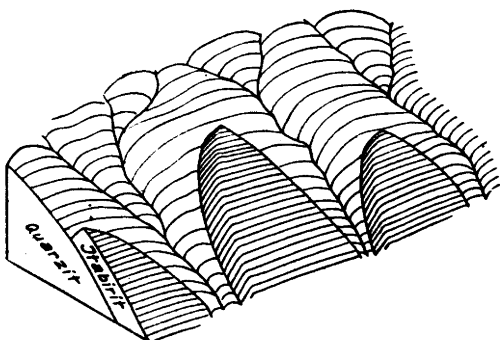


Abb. 8. Schematische Diagrammdarstellung des Gebirgsrandes bei Ouro Preto.

mehr die ursprüngliche. Hier liegen ja die goldreichen Berge von Ouro Preto, und von den Hängen ist die Canga und der mürbe, in Jacutinga übergehende Itabirit abgespült worden zum Durchwaschen auf Gold. An den Hängen des Gebirges ziehen sich noch heute die Gräben entlang, in denen das Wasser herbeigeleitet wurde. Noch sieht man die Reste großer Wassertanks, von denen aus die Wäschen gespeist wurden. Sehr beträchtliche Mengen anstehenden Gesteins sind bei diesen Arbeiten von den Hängen entfernt worden.

c) Die Bodenschätze in der Umgebung von Ouro Preto.

Wenn auch hier den Bodenschätzen keine eingehende Darstellung gewidmet werden soll, so muß doch ein kurzer Überblick gegeben werden, weil die Mannigfaltigkeit der geologischen Erscheinungen dadurch besonders illustriert wird. Soweit ich die Lagerstätten nicht selbst gesehen habe (was jeweils bemerkt

¹⁷⁾ Ich betone nochmals, daß die Karte bloß einen Überblick gewähren soll. In den wenigen Tagen, die mir zur Verfügung standen, konnte ich unmöglich jede Schichtgrenze genau einmessen und jede vorspringende Ecke scharf festlegen.

ist). verdanke ich die Angaben den Herren MAX und JOSEPH SCHWERBER. Die Nummern der Kartenskizze, Abb. 9, entsprechen den folgenden Nummern.

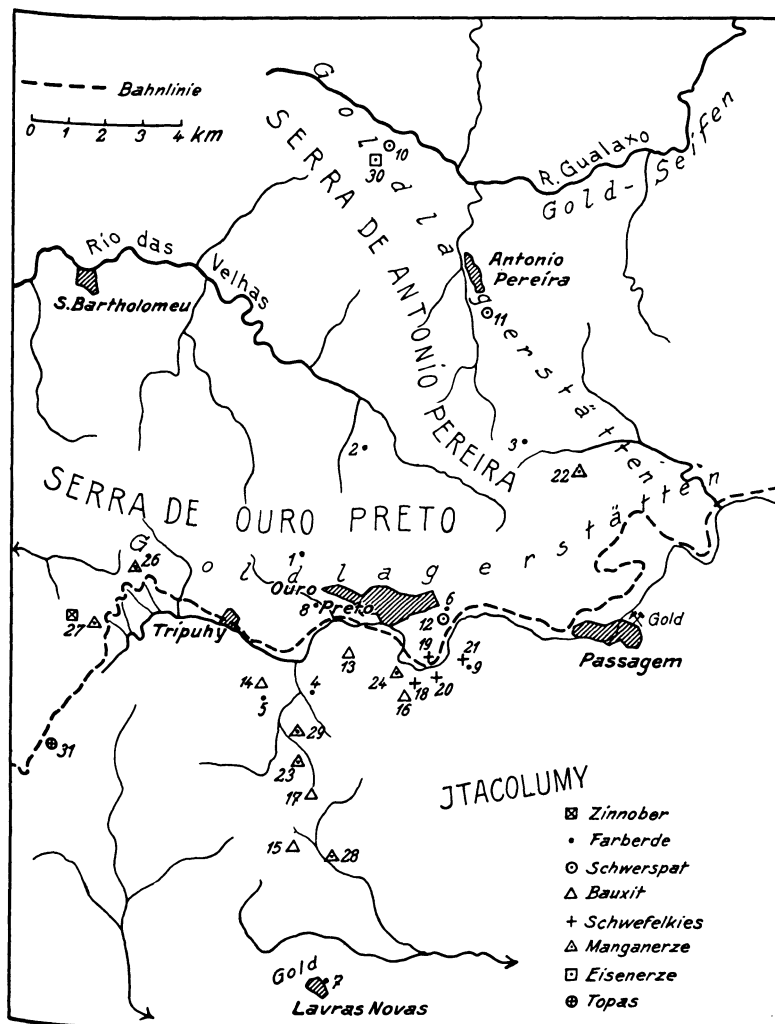


Abb. 9. Nutzbare Lagerstätten der Umgebung von Ouro Preto.

Gold.

Goldführende Gänge. Jacutinga-Lagerstätten und Seifen sind besonders nördlich vom Itacolumpy-Stock so verbreitet, daß auf der Kartenskizze nicht alle Fundpunkte eingetragen

werden können. Die einzige große, heute noch als moderner Betrieb anzusehende Lagerstätte ist die von Passagem, die nun auch der Erschöpfung entgegengeht. Südlich vom Itacolomy-Massiv fehlt es jedoch nicht ganz. Gleich nordwestlich Lavras Novas finden sich z. B. in mehreren Tälern alte Goldseifen. An vielen Punkten wird noch gelegentlich von einzelnen Goldwäschern Gold gewaschen, die dabei auf ihre Kosten kommen.

Farberden.

Roxo Rey liefern die beiden Lagerstätten Vellôso (1) und Serra da Brígida (2). Die erste wurde bereits als Basis des Itabirits geschildert, die zweite ist mir nicht bekannt. In der Serra de Antonio Pereira (3) liegt eine Lagerstätte von Rouge, die ich bereits früher (855) beschrieb. Die Lagerstätten von goldbraunem Ocker sind ihrer Entstehung nach noch ungeklärt. Der Ocker wird unter Canga bloßgelegt und gegraben, ohne daß die Verbandsverhältnisse zum Nebengestein oder der Übergang in festere Gesteine sichtbar sind. Man kann vielleicht vermuten, daß es sich um zersetzte magmatische Gänge handelt, welche die Minas-Serie durchbrechen. Auffällig ist, daß im Ocker von Saramenha Topaskristalle liegen. Bei Saramenha liegen die größten Lagerstätten (4 und 5). Die Lagerstätte Ojô (6) enthält geringere Quantitäten, die zwischen Itabirit und Canga liegen. Bei Ojô kommen aber noch anders getönte Farberden, nämlich *Terra de Siena* und *Sombra* vor. Die Ockerlagerstätte von Lavras Novas (7) ist erschöpft. Schließlich ist noch Schieferschwarz (Preto) zu erwähnen. Weiche, schwarze Schiefer werden direkt vermahlen. Man gräbt sie bei Passa Dez (8) und Chacara do Cintra (9). Die Farberden-Industrie von Ouro Preto ist nicht unbedeutend. Wasch- und Mahlanlagen finden sich in der Serra de Antonio Pereira (Punkt 3), in Ouro Preto und Saramenha.

Schwerspat.

Die Schwerspatlagerstätte Frazão (10) liegt nördlich Antonio Pereira, und ist nach der Schilderung von Herrn SCHWERBER ein konkordantes Lager oder ein Lagergang in der Minas-Serie. Eine weitere Lagerstätte (11) liegt südlich

Antonio Pereira. Abgebaut ist die zu Oj6 gehörige Lagerstätte Chacrinha (12) am Ostrand von Ouro Preto, doch ist der Aufschluß noch gut. In dem oben erwähnten unteren Kalkzug, der zur oberen Schiefer-Folge der Minas-Serie gehört, war das in Abb. 10 wiedergebene Profil zu sehen. Dasselbe ist überhöht. Der sichtbare Barytkörper ist 3 m lang und 0.50 m mächtig gewesen. Der Baryt liegt konkordant im Kalk. Trotzdem scheint es mir wahrscheinlicher, daß er jünger ist als der

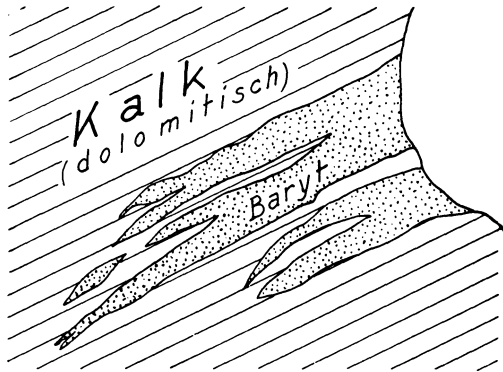


Abb. 10. Profilskizze der Schwerspatlagerstätte Chacrinha (Oj6) bei Ouro Preto.

Kalk. Der Kalk besteht stellenweise aus einer Fazies, die schichtparallel rot und weiß gebändert ist. Diese Bänderung, die man für Schichtung halten wird, solange nichts anderes nachgewiesen wird, schneiden die Barytlinsen ab, wobei der Schwerspat treppenartig absetzt. Weiter im Einfallen setzen noch einige solche Linsen ein. Für nachträgliches Eindringen des Baryts spricht ferner das Auftreten von Sulfiden (Pyrit), teils in gehäuften Einsprengungen, am Salband des Schwerspates im Kalk. Sonst ist der Kalk frei davon. Auch isolierte Magnetitkristalle, $\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser erreichend, waren dem benachbarten Dolomit eingesprengt, sind aber auf Rechnung der Regionalmetamorphose zu setzen. Der Schwerspat selbst ist rein, bläulichweiß, und besteht aus einem kristallinisch-körnigen Aggregat von dem Aussehen eines grobkörnigen Marmors, dem stellenweise größere Kristalltafeln eingeschaltet sind. Die Stücken lassen sich leicht in einen groben

Kristallsand zerkleinern. Dieser Typ des Schwerspates scheint für die Gegend charakteristisch zu sein. Proben von Antonio Pereira, die ich sah, waren noch lockerer und bestanden aus einem grobkörnigen Kristallsand, waren aber nicht so rein. Ganz ähnlichen Schwerspat beschrieb ZINCKEN (28: 33) von Marianna und bezeichnete ihn als eine besondere Abart mit dem Namen Eschwegit. Nach seinen Analysen bestand dieser „aus schwefelsaurer Baryterde, Kieselerde, etwas Eisen und vielleicht etwas Strontiumerde“.

Bauxit.

Die Bauxitlagerstätten haben anscheinend alle nur verhältnismäßig beschränkte Ausdehnung. In Ausbeute war die Lagerstätte am Morro do Cruzeiro (13). An der Oberfläche lag, 0.5—1.0 m stark, Bauxitgeröll, lose verkittet. Darunter folgte in dem Aufschluß bis 2 m mächtig normaler fester Bauxit. Seine Unterkante wurde durch den Grundwasserspiegel gebildet. Im Grundwasser stand weicher, weißer Bauxit, der einen höheren Gehalt an Kieselsäure hatte. Sein Liegendes ist unbekannt. Die Umgebung des Aufschlusses verhüllten Canga und Busch. An der Lagerstätte von Saramenha (17) sah ich am Hang Bauxitgeröll in 1 m Mächtigkeit erschlossen, darunter befand sich eine Ausschachtung in hellem Ocker. Es wurden mir weitere Lagerstätten bei Thesoureiro (15), Bahu (16) und Fazenda do Manso (17) genannt. Am wenigsten Sicheres ist über Bahu bekannt. Herr MAX SCHWERBER teilte mir folgende Bauxitanalysen mit:

	Morro do Cruzeiro	Saramenha
Al_2O_3	60.5	57.3
SiO_2	2.2	10.3
Fe_2O_3	5.1	3.9
TiO_2	2.6	1.8
Glühverlust	30.0	26.4
	<hr/> 100.4	<hr/> 99.7

Pyrit.

Das Vorkommen des Pyrits wurde bereits oben geschildert. Die Lagerstätten sind folgende: Gambá (18), Tombador

(19). *Agua Santa* (20) und *Chacara do Cintra* (21). Zur Zeit meiner Anwesenheit wurden nur *Gambá* und *Agua Santa* ausgebeutet. in *Tombador* stand ein verlassener Tagebau. in *Chacara do Cintra* wurden Versuchsarbeiten ausgeführt.

Manganerze.

In *Rocinha* (22) = *Morro de Sant' Anna* finden sich nach Herrn SCHWERBER in der *Canga* über *Itabirit* Lagen eines eisenreichen Manganerzes, und in diesem wieder *Pyrolusit*nerster, die aber nur als *Braunstein* für Farbe gewonnen werden. Die Lagerstätte *Barcellos* (23), die dem *Itabirit* eingeschaltet sein soll, lieferte Erz und *Braunstein*. *Gambá* (24) wurde bereits früher (855) von mir beschrieben. Die Lagerstätte ist stillgelegt. *Bota Fogo* (26). *Tres Cruzes* (27). *Corregodo Manso* (28) sind eisenreich und wohl alle der *Minas*-Serie, meist dem *Itabirit*, eingeschaltet. Bei *Saramenha* (*Maria Soares*, 29), wo der Tagebau jetzt ebenfalls verfallen ist, lagern knollige, konkretionäre Manganerze in Sanden. Manganerzexport findet gegenwärtig aus keiner dieser Lagerstätten statt.

Eisenerze.

Itabirit ist in der *Serra de Ouro Preto* und *Serra de Antonio Pereira*, sowie an anderen Stellen, weit verbreitet. Es handelt sich aber um arme Erze, wie sie wegen ihrer leichten Reduzierbarkeit zwar noch in zahlreichen, über *Minas* verstreuten kleinen Öfen von den Schmieden nach uralten primitiven Methoden verschmolzen werden, aber für Großbetriebe oder für den Export nicht in Frage kommen. Im Bereich unserer Karte scheint nur eine größere Lagerstätte reinen *Itabirits* zu sein, das ist *Capanema* (30). Dort wurden 1930 Schürfarbeiten ausgeführt, die ich aber nicht besichtigt habe.

Topas.

Auf unserer Karte liegt nur noch das Vorkommen von *Bôa Vista* (31), an dieses schließen sich aber westwärts noch mehrere Gruben an. Dies ist das Gebiet, in welchem die goldgelben, zuweilen auch roten *Topase* gewonnen werden, während das nordöstliche *Minas Geraes* nur blaue und

weiße Topase liefert. Hier bei Ouro Preto werden die Steine aus Zersatz gewonnen, der, soweit ein Schluß daraus möglich ist, auf pegmatische Gänge zurückgeführt werden kann. Daß auch im Ocker von Saramenha Topase vorkommen, ist schon erwähnt worden.

Zinnober.

Bei Tres Cruzes (27) in der Nähe von Tripuhy ist noch eine seit den Zeiten v. ESCHWEGES bekannte Zinnoberlagerstätte anzumerken, die durch E. HUSSAK (445, 446) gut beschrieben wurde, aber bisher nur wissenschaftliches Interesse beanspruchen konnte.

III. Zur Entstehung der Minas-Serie.

Die Minas-Serie setzt sich aus Sedimenten zusammen. Den Schiefen gehören zwar auch magmatische Lager oder Lagergänge an, dürften aber doch nur einen Teil der Gesamtmenge ausmachen. Soweit wir sichere Tatsachen kennen, entstanden die Sedimente im Wasser. Die Alaunschiefer, die Eisenerzlager lassen das erkennen. Subaquatische Sedimente in dieser Ausdehnung und Mächtigkeit (bei Ouro Preto haben wir einen Schichtenstoß von mehreren tausend Metern vor uns, wobei freilich mit der Möglichkeit tektonischer Verstärkung der Mächtigkeit zu rechnen ist) können sich aber nur im Meere bilden. So weit stimmen also die Autoren überein, daß sie die Minas-Serie für einen Stoß mariner Sedimente halten. Diese Sedimente sind überwiegend klastischer Natur und aus der Zerstörung von Grundgebirgsmassen herzuleiten. Die Zusammensetzung der mechanischen Ablagerungen ist so, wie man sie bei der Abtragung und Umlagerung von Granit- und Gneismassen erwarten sollte. Quarzsande spielen eine beträchtliche Rolle, und ihre Einschaltung in mächtigen Lagern läßt vermuten, daß die Tiefe, in welcher die Sedimente zur Ruhe kamen, nicht sehr groß war. Für die mächtigen Schieferpakete kann man vermutlich größere Entfernung von der Küste annehmen. Wichtig ist, daß sich die Eisenerze an die Quarzfazies anschließen und nicht an die Tonfazies. Sie sind somit nicht in den tiefsten Teilen des Sedimentationsraumes, sondern mehr küstenwärts entstanden. Ich unterscheide deshalb unter den

Sedimenten die Schieferfazies (die nur untergeordnet Quarzit und Itabirit enthalten kann) und die Quarzit-Itabirit-Fazies, in welcher Schieferlager zurücktreten.

Die Form, in der sich die Sedimente verzahnen, ist besonders in der Quarzit-Itabirit-Fazies dem Studium zugänglich, weil diese in ihrer vielseitigen Ausbildung am besten erkennbar ist. Die gleichförmigeren, an der Oberfläche stark verwitterten Schieferfolgen sind uns ihrem inneren Aufbau nach noch zu wenig bekannt. Der Bauplan der Schichten wurde schon bei der Schilderung der Itabirit-Quarzit-Folge von Ouro Preto erkannt. Mächtige Linsen der einen Fazies spalten sich auf, und nach der andern Richtung anschwellende Linsen der anderen Fazies schalten sich ein. Die Erkenntnis der Gesetzmäßigkeiten dieses Fazieswechsels hat naturgemäß hohe praktische Bedeutung. Nur bei seiner richtigen Einschätzung können die Eisenerzlager der Minas-Serie richtig bewertet werden. Wie der Verfasser an einem konkreten Beispiel zeigen konnte, hat man bisher die Erzkörper, die uns in der Minas-Serie entgegengetreten, viel zu sehr als einheitliche Erzlager gewertet. Damit wurde aber auch der Erzinhalt der Lagerstätten oft beträchtlich überschätzt. Es konnte gezeigt werden, daß die Erzkörper sich aus Gesteinen verschiedener Struktur und Beschaffenheit zusammensetzen, die fast alle eisenreich sind, aber doch nicht alle aus reinem Itabirit bestehen. Der Fazieswechsel vollzieht sich innerhalb der Erzkörper nach bestimmten Richtungen und bestimmten Gesetzen, und ohne Kenntnis und Berücksichtigung derselben kann keine Lagerstätte richtig eingeschätzt werden. Diese Erkenntnis bildet die Grundlage für jede Beurteilung.

In einer Anzahl von Profilen in den verschiedenen Teilen von Minas Geraes hatte ich Gelegenheit, die Art des Fazieswechsels innerhalb der Quarzit-Itabirit-Folge zu studieren, und Abbildung 11 zeigt in einer schematischen Darstellung, wie man sich den Aufbau einer solchen Folge vorzustellen hat. Ich betone, daß kein konkretes Beispiel wiedergegeben ist, sondern aus verschiedenen Gebieten das Wesentliche zu einer Einheit zusammengefaßt wurde, um das Bauprinzip zu zeigen. Nach dem dargestellten Gesetz des Fazieswechsels in horizontaler und vertikaler Richtung ist aber die Quarzit-Itabirit-Folge in

jedem einzelnen der Beispiele aufgebaut, in denen ich Gelegenheit hatte, sie zu beobachten.

Nun müssen wir allerdings berücksichtigen, daß uns hochmetamorphe Gesteine vorliegen, daß die ursprünglichen Sedimente in kristalline Schiefer verwandelt sind. Der Verlauf der Faziesgrenzen braucht also nicht mehr dem Verlauf der primären Schichtgrenzen überall zu entsprechen. Wir kennen noch nicht das Ausmaß der Verzerrung der Grenzen, das wir für den Schieferungsprozeß im weitesten Sinne in Rechnung zu setzen haben. Aber auch wenn wir für jedes einzelne Bei-

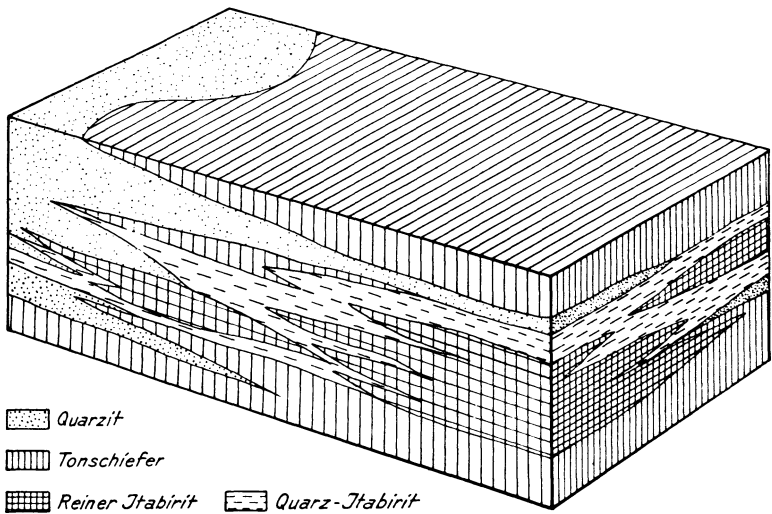


Abb. 11 Schematische Darstellung des Fazieswechsels in der Quarzit-Itabirit-Fazies.

spiel eine solche Verzerrung der ursprünglichen Verhältnisse annehmen wollen, so ist doch die primäre Art der Verzahnung dem uns jetzt entgegentretenden Bild des Aufbaus sehr ähnlich. In einer Darstellung, die (wie Abb. 11) das Prinzip des Aufbaus zeigen soll, brauchen wir sie also nicht zu berücksichtigen. In dieser Darstellung erscheinen die Quarzite als Sandschüttungskegel, die sich zungenartig mit dem Itabirit verzahnen und entweder auskeilen oder sich mit der reinen Fazies zu Quarz-Itabirit mischen. Quarz-Itabirit entsteht also während der Sedimentation beim Zusammentreffen der reinen

Itabiritfazies mit der reinen Quarzsandfazies. Da diese beiden in benachbarten Räumen sich bilden, entsteht eine Vermischung derselben sehr oft, deshalb nimmt Quarz-Itabirit solchen erheblichen Anteil am Aufbau der Schichtenfolge. Ob teilweise die Bänderung die Folge einer mechanischen Entmischung ursprünglich vereinter Komponenten sein könnte, sei dahingestellt.

Hierbei ist immer vorausgesetzt, daß das Eisenerz sedimentärer Entstehung ist¹⁸⁾. Ich möchte an dieser Auffassung von der Entstehung festhalten. Die nach den Beschreibungen sehr ähnlichen Erze von Kriwoi-Rog hat freilich TANATAR auf Grund genauer mikroskopischer Untersuchungen für magmatisch erklärt¹⁹⁾, als eine Intrusion der Eisenerze in alten Quarzit. „Die schichtige Lagerung wird als intrusive Lagerung gedeutet und die Bänder als sogenannte Lagergänge.“ Die Quarzite selbst sollen teils sedimentär, teils magmatisch sein. Was man von den Gesichtspunkten, die TANATAR für seine Auffassung anführt, auf die brasilianischen Itabirite übertragen kann, läßt sich auch auf nachträgliche Umwandlungen zurückführen. Die Metamorphose der Gesteine ist in jeder Beziehung stark. Magmatische Einwirkungen (darunter auch die Bildung von Gängen

¹⁸⁾ J. H. GOODCHILD (693) hielt die Itabirite und Quarzite für Umsetzungsprodukte. In Australien entstehen kieselsäurereiche Laterite aus Graniten, eisenreiche aus präkambrischen Grünsteinen. Auch am Fuß der Serra da Caraca haben wir Ausbisse von granitischen und serpentinischen Gesteinen. GOODCHILD schließt nun, daß die Quarzite der Serra da Caraca und der benachbarte Itabirit „might be the result of a long complicated process of disintegration of the crystalline rocks, accompanied by segregations and migrations of the acid and basic materials. Part of the process has taken place at the surface and may be called laterization, while part of it may have taken place in depth where thermal springs are associated with conditions resembling those of surface laterization“. Gegen diese Auffassung sind in der Diskussion zu dieser Arbeit (693) besonders von SCOTT, HATCH, FERMOR und SHEARER so viele Gründe beigebracht worden, daß ich nicht darauf einzugehen brauche. — Bezüglich der Definition des Itabirit-Begriffs schließt sich übrigens GOODCHILD an SCOTT, mit dem er zusammengearbeitet hat, an, bezeichnet aber als Jacutinga „the very soft, black, earthy to powdery variety of anhydrous oxide of iron, which may be practically pure“.

¹⁹⁾ J. TANATAR, Genesis der Eisenerze von Kriwoi Rog und der sie einschließenden Quarzite. Im Auszug mitgeteilt von L. V. ZUR MÜHLEN. Zeitschr. f. prakt. Geol. Bd. 32, 1924, S. 129—132.

und Lagergängen, auch aus Quarz) ist in den Itabiriten genau so verbreitet wie in anderen Gesteinen der Minas-Serie. Es fällt mir aber schwer, aus diesen (meines Erachtens nachträglichen) Umwandlungen auf die Entstehung des ganzen Gesteins zu schließen. Waren die Eisenerze intrusiv, so ist nicht einzusehen, daß sie sich an die Quarzitzfazies knüpfen, daß nicht auch in die Schiefer mächtige Lager injiziert wurden. Ihre Verknüpfung mit den Quarziten spricht für benachbarte Ablagerungsräume. Wenn aber die Quarzite der Minas-Serie nicht metamorphe Sedimente sind, dann kennen wir überhaupt keine sedimentären Quarzite.

Wenn ich also die sedimentäre Entstehung für die wahrscheinlichere halte, so ist die Frage nach dem primären Erzsediment sehr schwer zu beantworten. Wir verlassen hier den Boden der gesicherten Beobachtung; denn uns ist nirgends das primäre Erz bekannt und wird uns wohl auch nicht bekannt werden. Die Erze sind so hochgradig in kristalline Erzschiefer und Erzgneise verwandelt worden, daß alle Spuren, die uns leiten könnten, verwischt sind. Trotz des unsicheren Bodens, auf dem wir uns hier befinden, ist mehrfach eine Erklärung versucht worden. H. K. SCOTT (508) beschreibt sehr eingehend und exakt das Profil der Manganerzlagerstätte von Burnier, wo zwischen metamorphen Schiefnern erdige Eisen- und Manganerze, Itabirit und Kalk aufeinanderfolgen. SCOTT glaubt nicht nur das Manganerz als Oxydationsprodukt (ursprünglich vermutlich karbonatischer Lager) ansehen zu können, sondern auch für die Jacutinga und den Itabirit hält er das für diskutierbar. Er nimmt dabei an, daß ursprüngliche Eisenkarbonate oxydierten und ausgelaugt wurden, und daß dann erst die Metamorphose eintrat, die sie in ihren heutigen Zustand verwandelte. Mancher Specular kann jedoch vom Siderit direkt stammen. So ist schon die Frage, ob primär karbonatische oder oxydische Erze vorlagen, aufzuwerfen. Mit dieser Frage hatte sich schon VOGT beim Studium der skandinavischen Itabirite beschäftigt²⁰⁾. Seine Ergebnisse sind bei allen späteren Erörterungen über die Itabirite Brasiliens unberücksichtigt geblieben, sind aber

²⁰⁾ J. H. L. VOGT, *Salten og Ranen*. Kristiania 1891. Ich beziehe mich hier auf das ausführliche Referat in der *Zeitschr. f. prakt. Geol.*, 1894, S. 30—34.

zu wichtig, als daß sie übergangen werden dürften. Darin besteht allerdings ein Unterschied, daß in Skandinavien die Eisenglimmerschiefer mit Kalkstein- und Dolomit-Lagern zusammengehören, in deren Liegendem sie besondere Lager bilden, die sich hauptsächlich aus Eisenglanz und Quarz zusammensetzen. VOGT zieht den Schluß, daß die Erze „durch Sedimentation von Eisenoxydulkarbonat-Lösungen entstanden sind; und zwar dürfen wir voraussetzen, daß die Karbonat-Lösungen, in den früheren Zeiten wie in der Jetztzeit, vornehmlich durch Destruktion schon vorhandener Gesteinsserien entstanden sind. FeCO_3 zeigt bekanntlich eine sehr starke Tendenz zu höherer Oxydation, z. B. durch den im Wasser aufgelösten Sauerstoff; eine Aussonderung als FeCO_3 kann somit nur eintreten, wenn die Oxydation durch Kohle oder Organismen besonders verhindert oder erschwert wird. Daß bei den archaischen und cambrischen Lagerstätten, auf gleiche Weise wie bei den modernen Seerzen, das Eisen vorzugsweise direkt als Oxydhydrat (oder Oxyd) ausgeschieden wurde, ergibt sich hauptsächlich daraus, daß wir oft scharf voneinander getrennten, intim miteinander wechselnden Schichten von beinahe kalk- und magnesiafreiem Eisenerz einerseits und von beinahe eisenfreiem Kalkstein (und Dolomit) andererseits begegnen; dabei fehlt in den meisten Fällen jede Spur von organischer Substanz, welche die Oxydation hätte verhüten können.“ „Durch die Oxydation nach dem Schema $2 \text{FeCO}_3 + \text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{CO}_2$ wird freie Kohlensäure erzeugt. Hierdurch wird

a) der Ausscheidung von CaCO_3 (und MgCO_3) gleichzeitig mit derjenigen von Fe_2O_3 (oder Oxydhydrat) entgegengewirkt;

b) Aussonderung von Kieselsäure hervorgerufen;

c) die in der Auflösung vorhandene Phosphorsäuremenge gänzlich z. T. niedergeschlagen, wenn Eisenoxyd (oder Oxydhydrat) im Wasser suspendiert wird²¹⁾;

d) Manganoxydulkarbonat nicht so schnell wie das entsprechende Eisensalz oxydiert; die Hauptmasse des Mangans wird somit auf einem späteren Stadium, je nach den örtlichen Umständen als Oxyd (Hyperoxyd), Oxydhydrat oder Karbonat

²¹⁾ Die Erze Brasiliens sind jedoch sehr arm an Phosphor.
D. Verf.

(z. T. zusammen mit CaCO_3 , MgCO_3) ausgeschieden.“ Aus diesen Prozessen erklärt sich u. a., „daß wir gelegentlich an einer und derselben Lokalität (Långban, Nordmarken) getrennten selbständigen Lagern a) von SiO_2 -reichen und b) von Fe_2O_3 -armen, CaCO_3 - und MgCO_3 -führenden Manganerzen begegnen; ferner, daß die den Eisenerzlagern angrenzenden Kalksteine und Dolomite im großen ganzen relativ reicher an Mn und ärmer an Fe als die Eisenerze selber sind“. Auch ohne die Bildungsbedingungen gleich übertragen zu wollen, muß man doch eine große Ähnlichkeit mit den Lagerstätten der Minas-Serie feststellen. Wir finden hier eine Erklärung für das getrennte Auftreten der Eisen- und Manganerzlager. Bezüglich der primären Erze werden die Eisenerze von vornherein als Oxyde angesehen. Die Manganerze können teils Oxyde, teils Karbonate gewesen sein.

Nachdem HUSSAK (593) den Itabirit Brasiliens noch aus Eisenspat, die Manganerze aus Manganspat hergeleitet hatte, treten LEITH und HARDER (674) dafür ein, daß die ursprünglichen Eisen-Erze vermutlich oxydischer Natur waren, wenn sie auch zuweilen Karbonate beigemischt enthalten. Die Erze sind als Eisenhydroxyde sedimentiert ohne große Verunreinigungen und nachträglich nur dehydratisiert worden. HARDER und CHAMBERLIN (710) nehmen an, daß die Ausfällung durch Bakterien erfolgt sei. Diesem Schluß hat ODORICO RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE widersprochen (884). Wir kennen in der Tat für organische Mitwirkung keine Anhaltspunkte. Da der Itabiritserie Karbonate nicht fehlen und erst durch die heutige Verwitterung zerstört werden, wird man tatsächlich als wahrscheinlicher annehmen, daß im übrigen die primären Erze Oxyde oder Oxydhydrate waren und nicht Karbonate. Diese Erze entstanden an manchen Stellen in großer Mächtigkeit rein, an anderen Stellen traten sie in Wechsellagerung mit zugeführten Quarzsanden oder mischten sich mit diesen und schufen so das primäre Erz des Quarz-Itabirits. Daß alle Erze früher Quarz-Itabirit waren, aber durch Auslaugung des Quarzes angereichert wurden, wie GATHMANN (692) angenommen hatte, widerlegte schon E. C. HARDER (701). Eine Entfernung des Quarzes tritt zwar ein, aber nur dicht an der Oberfläche. In große Tiefe reicht sie nicht und kann nicht zur

Bildung mächtiger Lagerstätten führen. Die Beobachtungen GATHMANNs beschränkten sich auf die Lagerstätte Casa de Pedra, die für solche Studien gerade sehr ungünstig ist. Hätte er Gelegenheit gehabt, andere Lagerstätten zu sehen, so würde er wohl nicht zu dieser Vorstellung gelangt sein. Denn an diesen anderen Stellen wechsellagern reiner Itabirit und Quarz-Itabirit so vielfach miteinander, daß die Entstehung des ersteren aus dem letzteren nicht mehr möglich ist. Hatte ich früher, bevor ich Gelegenheit gehabt hatte, genauer solche Lagerstätten kennen zu lernen, die Auffassung GATHMANNs offenlassen müssen (855), so konnte ich ihr jedoch schon bald danach (919) entgegenreten.

Es wurde soeben festgestellt, daß auch die Itabirite zuweilen Karbonate führen. Gerade diese Karbonatführung kann als Grund dafür angezogen werden, daß die Hauptmasse des Gesteins ursprünglich kein Karbonat war; sonst wäre bei einer intensiven Umwandlung des ganzen Gesteins aus Karbonat das Verbleiben solcher geringer Reste nicht zu verstehen. LEITH und HARDER (674) haben auf den Karbonatgehalt hingewiesen, betonen aber sein lokales Auftreten. Die durch Oxydation desselben entstandenen Eisen- und Manganlagerstätten unterscheiden sich deutlich und haben geringeren Wert. Neben den massigen, nicht nach den Schichtflächen spaltenden Erzen treten solche auf, die spaltbar werden und durch rostfarbige, poröse Zwischenlagen getrennt sind. Hier sind nach LEITH-HARDER vermutlich die Karbonate gelöst. Auch die Jacutinga wird als ein verwittertes karbonathaltiges Erz aufgefaßt, dem Kalk und ein Teil der Kieselsäure entzogen wurde. Diese Vermutung hatte schon HUSSAK (582) geäußert mit dem Hinweis, daß die poröse Struktur den Eindruck erweckt, als sei ein Gemengteil ausgelöst, wahrscheinlich ein Karbonat oder ein leicht zersetzbares Silikat. Man wird die Jacutinga schwer anders erklären können, als durch Auslaugung irgend einer verkittenden Substanz, wenn wir auch über die Natur des gelösten Stoffes und über den Vorgang der Entkittung nichts Sicheres aussagen können. Das zeigt eine ganz einfache Überlegung. Auch die Jacutinga gehört zu den kristallinen Schiefen. Das ergibt ihre Zusammensetzung aus Eisenglanzkryställchen. Wenn sie manchmal (z. B. auf den Goldlagerstätten) Brauneisenmulm außerdem

führt, so handelt es sich da um die Zersetzungsprodukte nachträglicher Imprägnationen. Die reinen, durch Zersetzung entstandenen jungen Eisenmulme dürfen nicht als Jacutinga bezeichnet werden, wie oben erwiesen wurde. Der wesentliche Bestandteil der Jacutinga ist vielmehr Eisenglanz. Wenn derselbe heute in lockeren Kristallen, teils mit lockeren Quarzkörnchen gemischt, aufeinanderliegt und einen „Sand“ bildet, so kann das nicht der ursprüngliche Zustand gewesen sein. Die starke Metamorphose, die zur Bildung des Eisenglanzes führte, müßte voraussetzen lassen, daß die Kristalle auch aneinander wuchsen. Wenn sie jetzt locker sind, so muß eine Entkittung eingetreten sein. Wann trat aber die Entkittung ein? Sie kann an die heutige Oberfläche gebunden sein, wie das manche Autoren vermutet haben²²⁾. Dagegen läßt sich nicht viel sagen; denn mir ist kein Beispiel dafür bekannt, daß eine Jacutinga-Lagerstätte weit unter den Grundwasserhorizont, also bis in das zweifellos frische Gestein verfolgt worden ist. Die älteren tektonischen Bewegungen kann die Jacutinga kaum im mürben Zustand mitgemacht haben. Wäre die Jacutinga von vornherein mürb gewesen, so müßte sie bei der Auslösung der intensiven Druckspannungen innerhalb des Gebirges zwischen den mächtigen festen Gesteinskörpern sich als Schmiermittel verhalten haben. Wir beobachten aber meist eine vollständig ungestörte Bänderung auf große Strecken hin. Das alles spricht für einen früheren festen Zustand des Gesteins. Bei den geringeren jüngsten tektonischen Bewegungen jedoch, die sich feststellen lassen, und bei denen nur leichtere Verschiebungen eingetreten sind, läßt sich eine Aufstauchung und Fältelung am Kontakt mit den festen Körpern beobachten. Wir können über den Zeitpunkt der Entkittung also vorläufig nichts Sicheres sagen.

In jedem größeren Profil durch einen Itabiritkörper wechsellagern Itabirit und Jacutinga in mannigfaltiger Weise miteinander. Vielfach verzahnen sie sich in genau der Weise, in welcher das für alle Gesteine der Quarzit-Itabirit-Folge charak-

²²⁾ Die Tatsache, daß mürbe Jacutinga an der Erdoberfläche vielfach krustenartig verfestigt wird, braucht nicht dagegen zu sprechen. In den Lateritprofilen bilden sich beispielsweise auch eine tiefgehende Zersetzungszone und eine Eisenkruste, sogar durch einen einheitlichen Verwitterungsvorgang.

teristisch ist. Daraus geht hervor, daß es sich bei beiden um eine primäre Fazies handeln kann. Wenn beide Gesteine nach Faziesgrenzen getrennt sind und mehrfach miteinander wechsel-lagern, also beide den nachträglichen Einwirkungen in gleicher Weise ausgesetzt waren, wenn aber nur eines entkittet wurde, so zeigt das, daß nur das eine Gestein die dazu nötigen Voraussetzungen besaß. Die Trennung von Itabirit und Jacutinga erweist sich somit nicht nur als ein Ausdruck des heutigen festen oder lockeren Zustandes, sondern kann auch tiefer in der Fazies des Gesteins begründet werden²³⁾.

IV. Zur Gliederung der Minas-Serie.

Es wäre verfrüht, eine Gliederung der Minas-Serie vorzulegen, weil erst ein kleiner Teil ihres Verbreitungsgebietes erforscht ist, und weil der Fazieswechsel eine Parallelisierung sehr erschwert. Es können sich also die folgenden Erörterungen nur auf den Teil von Minas Geraes beziehen, aus dem auch die Profile beschrieben werden, also vorzüglich auf den südlichen Teil der Serra do Espinhaço. Ich beginne wieder mit Ouro Preto. Dort waren drei Abteilungen, nämlich die Untere Schieferfolge, die Quarzit-Itabirit-Folge und die Obere Schieferfolge unterschieden worden. Eine Untergliederung der Quarzit-Itabirit-Folge hat nur lokalen Wert, da sich schon in der Serra von Ouro Preto infolge des Fazieswechsels verschiedene Profile ergeben. Tabelle 9 zeigt die Gliederung in schematischer Weise unter Fortlassung der unwichtigen schwachen Schichten, wobei für die Quarzit-Itabirit-Folge der Profilschnitt A—B (Abb. 4) und ein etwa bei Vellôso durchgelegter Schnitt nebeneinandergestellt sind. Ich betone ausdrücklich, daß es unzweck-

²³⁾ Eine interessante Mitteilung veröffentlichte soeben DJALMA GUIMARÃES (1959). Aus der Manganeerzlagstätte Jurema, die als metamorphosiertes sedimentäres Manganeerzlager der Minas-Serie aufgefaßt wird, bildet er Oolithe ab, die aus konzentrischen Lagen von Hämatit und Serizit bestehen. Die Stellung derselben im Profil ist noch nicht bekannt. Wenn auch die Vermutung naheliegt, daß das primäre Sediment des Itabirits ein Oolith war, so ist es doch auffällig, daß sich an diesem Punkt die Struktur erhalten hat, während sie sonst durch die intensive Metamorphose verschwand. Es wäre also die Veröffentlichung des Profils von Wert, aus dem hervorgehen soll, daß die Oolithe primär im Verband der Minas-Serie liegen.

mäßig ist. Quarzit und Itabirit beim Vergleich entfernter liegender Profile zu trennen, da sie sich gegenseitig vertreten können. Ich scheidet deshalb zusammenfassend eine Quarzit-Itabirit-Folge aus. Welche Unstimmigkeiten bei einer Trennung derselben entstehen können, das zeigt ein Vergleich der älteren Profilaufstellungen von Ouro Preto, die nicht übereinstimmen scheinen und sich erst jetzt nach Durchführung der (wenn auch noch rohen) Kartenaufnahme verstehen und erklären lassen. W. L. v. ESCHWEGE (57) unterscheidet in unserer Quarzit-Itabirit-Folge nur den älteren „Itakolumitquarz“ und den „Eisenglimmerschiefer“. Unter ersterem faßt er alle Schichten bis zum oberen Quarzit zusammen. Er erwähnt nämlich Schieferzwischenlagen, und beschreibt außerdem die Quarzite von Lages, das sind unsere oberen Quarzite. Wenn man von hier über São Sebastião das Profil kreuzt, kann einem auch leicht der untere Itabirit entgehen, der nur sehr schwach ist, so daß der Eindruck entsteht, daß eine ältere Quarzitserie mit untergeordnetem Schiefer von Itabirit überlagert wird. Dasselbe Bild hat man in Vellôso, wo die Quarzit-Schiefer-Zwischenschaltung auskeilt. Erst eine Verfolgung im Streichen zeigt das Aufspalten des Itabirits. Was mit den Gliederungen der übrigen Autoren gemeint ist, zeigt die Gegenüberstellung auf Tabelle 9. Es geht darauf hervor, daß jeder infolge des Fazieswechsels nur einen Teil der Schichtenfolge erfaßte, so daß eine Parallelisierung aller untereinander nicht möglich war. CLAUSSEN (93) bezieht sich zwar nicht auf Ouro Preto hinsichtlich seiner Gliederung, aber sie wurde wohl dort gewonnen und läßt sich einfügen. Der Gliederung von PISIS (140) ist ein gezeichnetes Profil beigegefügt, in welchem der Kalk an einer falschen Stelle steht, welches aber sonst recht gut ist. Die neueren Gliederungen der Umgebung von Ouro Preto sind zu allgemein gehalten, als daß sie genauer eingefügt werden könnten.

Wenn wir die nur lokal wichtigen Untergliederungen in der Quarzit-Itabirit-Folge als unwichtig für einen Vergleich entfernter liegender Gebiete als Einheit betrachten, erhalten wir für Ouro Preto also folgende Hauptgliederung der Minas-Serie:

Tabelle 9. Gliederung der Minas-Serie bei Ouro Preto und Parallelisierung älterer Gliederungen.

v. Eschwege 1832	Claussen 1841	Pissis 1842	v. Freyberg 1931
Zweite Lagerung des Itakolumitquarzes		Quartzites pseudo-fragmentaires	Itacolomy-Serie
Tonschiefer			Diskordanz
Urkalk	Calcaires	Talcite supérieur	O bere
Ashgrauer Tonschiefer und talkige Gebirgsarten	Anagénites	Calcaire	Schiefer-Folge
	Sideroschistes		Kalklager
Eisenglimmer- schiefer	Phyllades	Itabirite	Itabirit
			Quarzit Schiefer
Itakolumitquarz	Itacolumit	Quartzite moyen	Itabirit
			Quarzit
Urtonschiefer	Schistes micacés	Talcite intérieur	Untere Schieferfolge

Minas-Serie

Zur Gliederung der Minas-Serie.

3. Obere Schieferfolge²⁴).
2. Quarzit-Itabirit-Folge.
1. Untere Schieferfolge.

Wir müssen nun prüfen, inwieweit diese Gliederung in anderen Gebieten wiederkehrt. Ich behandle dabei zunächst einige von mir selbst in anderen Gebieten aufgenommene Profile. Dieselben wurden teilweise schon in einer früheren Schrift (855) veröffentlicht. Auch hier möchte ich bemerken, daß die dort gegebenen Profilzeichnungen infolge mangelnder Unterlagen nicht maßstabsgetreu sind. Im übrigen kann ich mich hier kurz fassen und auf die früheren Beschreibungen verweisen. Von Bello Horizonte nach der Serra do Curral beobachtet man über dem Gneis zunächst eine sehr mächtige Schieferfolge, die man wohl mit der Unteren Schieferfolge von Ouro Preto parallelisieren kann. Sie setzt das Bergland zusammen, das sich vor dem Steilrand der Serra do Curral von Ost nach West erstreckt und erreicht bedeutende Höhen. Gute Aufschlüsse finden sich an der Straße, die von Sabará nach Bello Horizonte führt. Dort sieht man auch, wie die Schiefer in sich gefaltet sind. Den steilen Aufstieg der Serra do Curral bildet südlich Bello Horizonte hauptsächlich Itabirit, in den sich nach Westen auch Quarzit einschleibt, der jedoch untergeordnet ist. Diese Schichten sind der Quarzit-Itabirit-Folge zu vergleichen und lassen sich weit nach Westen bis an den Rio Paraopeba über der Schieferserie verfolgen. Weiter nach dem Hangenden wurde nicht vorgeschritten. Wenn die obere Schieferfolge hier noch vorhanden ist, so muß sie südlich von der Serra do Curral liegen.

Bei Itabira do Campo steht Granitgneis an, der ringsum von Schiefer überlagert ist²⁵). Ein Profil hatte ich

²⁴) Als Schiefer sind hier auch die Phyllite mit eingerechnet und die Glimmerschiefer, die manche Autoren aus der Minas-Serie erwähnen. Ich erwähne das für diejenigen Leser, die sophistische Wortspaltereien lieben. Wie aus den obenstehenden Erörterungen hervorgeht, ist mir wohl bekannt, daß die Gesteine der Minas-Serie heute kristalline Schiefer sind.

²⁵) In meinem früher veröffentlichten Profil (855, S. 442) erwähne ich an der Basis desselben stark verwitterten Itabirit, der damals (1925) schlecht aufgeschlossen war. Ich bin nicht sicher, ob ich

von hier nach dem Pico de Itabira gelegt, und auf der Höhe stand Quarzit und Itabirit an. Beide fielen aber umgekehrt, als man bei normaler Überlagerung erwarten sollte. Bevor hier die Tektonik geklärt ist, können die Schichten nicht stratigraphisch ausgewertet werden. Ebenso verwickelt sind die Verhältnisse bei *C a m a p u a m*. Am Durchbruch des Paraopeba liegt Quarzit und Itabirit über Gneis. Wenn die Grenze keine tektonische ist, so würde sich also hier noch eine basale Quarzit-Itabirit-Folge ergeben, die allerdings in diesem Profil nur geringe Mächtigkeit besitzt. Auch hier sind mir die Verhältnisse noch zu ungeklärt, um weitreichende Schlüsse daran zu knüpfen. Es ist nämlich auffällig, daß weiter im Osten (nach Congonhas do Campo zu) die Granite und Gneise nur unter Schiefer herauskommen. Wir wissen auch noch nicht, welche Granite nachträglich in die Minas-Serie eingedrungen sind und die untere Grenze derselben nur vortäuschen. Der Mangel an Karten und die mächtige Verwitterungsrinde, die alles überzieht, erschweren die Arbeit ungemein und machen eine rasche Orientierung unmöglich. Eine Kartierung des Gebietes vom Paraopeba bis zur Serra do Curral würde sehr wichtig sein.

Von entfernter liegenden Gebieten habe ich nur noch die Gegend von *I t a b i r a d o M a t t o D e n t r o* zu nennen. Dort liegt eine mächtige Schieferfolge südwestlich der Stadt, die nur untergeordnet Quarzitbänke enthält, und in einem Taleinschnitt kam darunter kristallines Grundgebirge zum Vorschein. Über der Schieferfolge kam die Itabirit-Fazies in den Bergmassiven *Caué* und *Conceição* zu besonders mächtiger Entwicklung. Weitere Teile der Umgebung sind mir nicht bekannt geworden, so daß ich nicht darüber unterrichtet bin, ob der Itabirit weiterhin durch Quarzit begleitet oder ersetzt wird.

Aus anderen, von mir nicht aufgenommenen Gebieten berichten folgende Autoren über die Gliederung: v. ESCHWEGES Profil aus der *Serra da Piedade* (57) zeigt folgenden Aufbau (die von mir vermuteten Parallelisierungen sind rechts beigefügt):

dieses Gestein heute, wo ich die Definitionen viel schärfer fasse, noch als Itabirit bezeichnen würde, und ob es sich nicht um einen eisen-schüssigen Schiefer handelt. Die Mächtigkeit war nur gering.

Tabelle 10. Gliederung der Minas-Serie in den erforschten Teilen von Minas Geraes und Parallelisierung mit dem Profil von Ouro Preto.

	Ouro Preto v. Freyberg 1931	Bello Horizonte v. Freyberg 1927	Itabira do Matto Dentro v. Freyberg 1931	Camapuam (Paraopeba- Durchbruch) v. Freyberg 1927	SerradaPiedade v. Eschwege 1832	Caeté J. Ferreira de Andrade jun. 1926	Marianna L. Flores de Moraes Rego 1925	Serra da Caraça- Rio Piracicaba Harder- Chamberlin 1915
Die Minas-Serie.	Obere Schiefer- Folge					Hydro- micaschistos	Weicher oberer Schiefer	Piracicaba Formation
	Quarzit- Itabirit- Folge	Itabirit mit unter- geordnetem Quarzit	Itabirit		Magneteisen- stein u. Eisen- glanz Eisenglimmer- schiefer Itakolumitquarz	Quarzit und Itabirit	Quarzit, Itabirit, Kalke und Schiefer. Untere Quarzite und Schiefer	Itabira- Iron- Formation
	Untere Schiefer- Folge	Mächtige Schieferfolge	Mächtige Schieferfolge mit unter- geordneten Quarzit- hänkchen	? Quarzit und Itabirit	Urtonschiefer der Goldformation	Phyllit		Batatal- schists. ? Caraça- quartzite
90	Gneis und Glimmer- schiefer	Gneis	Kristallines Grundgebirge	Gneis	Gneis	Gneis		Granit, Gneis, Glimmer- schiefer

Magneteisenstein und Eisenglanz	}	Quarzit-Itabirit-Folge
Eisenglimmerschiefer		
Itakolumitquarz		
Urtonschiefer der Goldformation		Untere Schieferfolge
Gneis		

Aus der Gegend von Caeté und der Serra da Piedade berichtet J. FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR (825), daß die Minas-Serie, die in Falten gelegt ist, konstant folgende Schichtenfolge aufweist:

3. Hydromicaschistos.
2. Quarzit und Itabirit, ineinander übergehend.
1. Phyllit.

Diskordanz.

Liegendes: Gneis.

Es ist bemerkenswert, wie genau dieses Profil mit meinen Aufnahmen von Ouro Preto übereinstimmt.

Die Umgebung von São Sebastião und Sumidouro bei Marianna hat L. FLORES DE MORAES REGO (819) folgendermaßen gegliedert:

3. Weiche obere Schiefer (sehr verschiedenfarbig).
2. Quarzit, Itabirit, Kalke und Schiefer.
1. Untere Quarzite und Schiefer (hauptsächlich Quarzit).

In Marianna selbst steht die Abteilung 2 an, nach Sumidouro zu die Abteilung 3. Über das Liegende von Abteilung 1 ist nichts vermerkt, es ist also ungewiß, ob die Abteilung 1 schon zu meiner Unteren Schieferfolge oder noch zu der Quarzit-Itabirit-Folge gehört. Ich habe sie deshalb in der Tabelle 10 provisorisch zwischen beide gestellt.

Schließlich ist hier noch die von HARDER und CHAMBERLIN (710) durchgeführte Gliederung zu nennen. Dieselbe entstand bei Villa Rio Piracicaba und in der Nähe der Serra da Caraça. Über Granit, Gneis und kristallinen Schiefen liegt zunächst der *Caraça quartzite*, der die Basalschichten der Minas-Serie bilden soll. Stellenweise fehlt er, an anderen Stellen, besonders in der nördlichen Serra do Espinhaço, soll er sehr mächtig werden und 1500—1800 m erreichen. Darüber folgen der Reihe nach: *Batata-schist*, 30—300 m mächtig. Über ihm liegt bei Morro da Mina und Boa Vista nahe Cattas Altas die ser-

pentinisierte Decke eines Eruptivgesteins. Itabira-Iron-Formation. Vorwiegend Itabirit. Piracicaba-Formation. Überwiegend Tonschiefer mit Linsen und Quarzit, oxydischem Eisenerz und Kalk. Besonders im Hangenden schwellen die Quarzite an und erschweren die Trennung von dem *Itacolumi-quarzite*, der vom Caraça-Quarzit nicht sehr verschieden sein soll.

Hierzu ist folgendes zu bemerken: Der Itacolumy-Quarzit scheidet jetzt aus unserer Betrachtung aus, da er nicht mit zur Minas-Serie gezogen wird. Aber auch ein großer Teil des Caraça-Quarzits ist zur Itacolumy-Serie zu rechnen, besonders in der Serra von Diamantina, von wo die großen Mächtigkeiten angegeben werden. Es ist mir sogar fraglich, ob der Quarzit, der die Serra da Caraça aufbaut, nicht auch zur Itacolumy-Serie zu stellen ist. Da ich dieses Gebiet nicht kenne, kann ich keine Stellung dazu nehmen. Es wäre aber wünschenswert, wenn eine erneute Untersuchung vorgenommen würde. In der Tabelle 10 füge ich deshalb dem Caraça-Quarzit ein Fragezeichen bei. Die übrigen Abteilungen lassen sich vermutungsweise einigermaßen in der in Tabelle 10 wiedergegebenen Weise parallelisieren. Ob die Gegenüberstellung in allen Einzelheiten so erfolgen muß, ist freilich nicht sicher. So ist beispielsweise in dem von HARDER und CHAMBERLIN abgebildeten Profil, welches von der Serra da Caraça über Pitanguy nach Rio S. Francisco reicht, der zwischen der Itabira-Iron-Formation und den Piracicaba-Schiefern liegende Quarzit von HARDER-CHAMBERLIN zu letzteren gezogen worden. Ich würde ihn nach den oben gegebenen Gesichtspunkten mit der Itabira-Iron-Formation zusammenfassen.

Der Überblick in Tabelle 10 zeigt, daß sich in den uns bisher genügend genau bekannten Teilen von Minas Geraes die Gliederung, wie sie für Ouro Peto aufgestellt wurde, wiedererkennen läßt, wobei ich natürlich für die von anderen Autoren übernommenen Gliederungen aus Gebieten, die ich nicht kenne, nicht garantieren kann. An einigen Stellen schiebt sich vielleicht an der Basis Quarzit und auch Itabirit als besondere Fazies ein, doch ist das noch nicht sicher. Weiteren Studien muß es vorbehalten bleiben, festzustellen, ob sich die noch unbekannt Gebiete in diesen Rahmen einfügen oder nicht

Jede Gliederung der Minas-Serie kann wegen des Fazies-Wechsels nur mächtige Schichtenstöße ausscheiden. Eine Untergliederung in schwächere Abteilungen ist nur lokal von Bedeutung.

V. Magmatische Gesteine innerhalb der Minas-Serie.

Über magmatische Gesteine in der Minas-Serie wurden nur gelegentliche Beobachtungen gesammelt, sie wurden nicht planmäßig verfolgt. Die folgenden Angaben erheben deshalb keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Da aber die Angaben in der Literatur ebenfalls sehr fragmentarisch sind, liefern sie wenigstens einen Beitrag.

Mehrfach wurden oben Gesteine erwähnt, die seit DERBY als geschieferte Magmagesteine aufgefaßt wurden. Es handelt sich dabei um meist grünliche quarzfreie Gesteine, die konkordant in der Schichtenfolge zu liegen scheinen und entweder Lager oder Lagergänge bilden. Auch HARDER-CHAMBERLIN erwähnen bei Cattas Altas ein serpentiniertes Eruptivgestein, das als vermutliche Decke gedeutet wird. Inwieweit dasselbe geschiefert ist, wird nicht erwähnt. Außer den geschieferten, von echten sedimentären Schiefen oft schwer zu unterscheidenden Gesteinen dieser Art kommen auch ungeschieferte massige Stücke, Lager oder Gänge vor. Die sogenannten „Topfsteine“ gehören hierher, aber wohl nicht alle in derselben Weise; denn sie haben sehr verschiedenen Habitus. Im folgenden Abschnitt wird das Topfsteinvorkommen von Congonhas do Campo behandelt werden, das ich hierher rechnen möchte und das mit magnesia-reichen Schiefen eng verzahnt ist. Außerdem begegnet man aber oft gangartig durchsetzenden, leider immer stark umgewandelten Massen, die im zersetzten Zustand doch noch den Eindruck erwecken, als ob basische Eruptivgänge vorliegen. Proben solcher Gesteine werden noch petrographisch untersucht werden. Bei allen diesen bisher genannten Gesteinen handelt es sich aber um solche, die von der Metamorphose, der die Minas-Serie unterlag, noch betroffen wurden. Scharf von ihnen zu unterscheiden sind Gänge basischer Gesteine, die nicht mehr metamorphosiert sind und wie Diabas oder Melaphyr aussehen (auch diese werden petrographisch untersucht

werden). Sie sind (soweit nicht die Verwitterung oberflächlich angegriffen hat) frisch, in keiner Weise serpentiniert, und setzen quer durch die gefalteten Schichten durch. Solche Gesteine traf ich beispielsweise in der Minas-Serie östlich Beilo Horizonte (zwischen km 3 und 4 der Straße nach Sabará) und am Rio da Colonia 4 km nördlich Lobo Leite (südlich von Burnier). An manchen Stellen treten sie zusammen mit den topfsteinartigen Gesteinen auf, so am Rio Goyabeira in der Nähe der Usina bei Congonhas do Campos. Auch bei São Gonçalo (zwischen Santa Barbara und Itabira do Matto Dentro) wurde ein solcher frischer Gang gequert, dort finden sich aber mehrfach auch die metamorphen Typen. Wir müssen also scharf metamorphe und nicht metamorphe Typen voneinander trennen. Erstere sind gleichaltrig oder nicht viel jünger wie die Minas-Serie, letztere können beträchtlich viel jünger sein. Über ihr genaues Alter läßt sich nichts sagen. Ähnliche Gänge gehen auch durch die Itacolomy-Serie und wurden in einem Falle noch in den Geraes-Schichten beobachtet. Sie brauchen aber nicht unter sich gleichaltrig zu sein. Basische Eruptionen in Mittelbrasilien sind von der Obertrias bis zur Kreide möglich.

Außerdem sind saure Intrusionen in die Minas-Serie erfolgt. Über die Basalgneise der Minas-Serie wurde oben bereits einiges mitgeteilt. Auch bei der Intrusion saurer Magmen in die Minas-Serie müssen wir zwei Gruppen voneinander zu trennen versuchen, was bisher nicht beachtet wurde: Intrusionen, die noch mit geschiefert wurden, und jüngere Granite, die an der Schieferung, welche die Minas-Serie zu kristallinen Schiefen machte, nicht mehr teilnahmen. Wann letztere entstanden, ist nicht genauer festlegen. Auf sie dürfte aber gerade ein Teil der kontaktmetamorphen Umwandlungen zurückzuführen sein, von denen mehrfach die Rede war. Auch die Intrusionen, mit denen die Bildung der Goldquarzgänge zusammenhängt, sind jünger als die Minas-Serie. Auffällig ist, daß die Goldlagerstätten von Ouro Preto nach den Beobachtungen der Alten nicht in das Itacolomy-Massiv hineinsetzen sollen. Wenn das wirklich der Fall ist, könnten sie älter sein als Itacolomy-Serie. Wir kennen aber nicht die Lage des zugehörigen Intrusiv-Stocks. Es könnte auch die größere Entfernung von ihm als Ursache angesehen werden. An anderen Stellen (bei Diamantina) setzen

Geologische Skizze der Gegend von Congonhas do Campo.

Aufgenommen von B.v. Freyberg 1930.

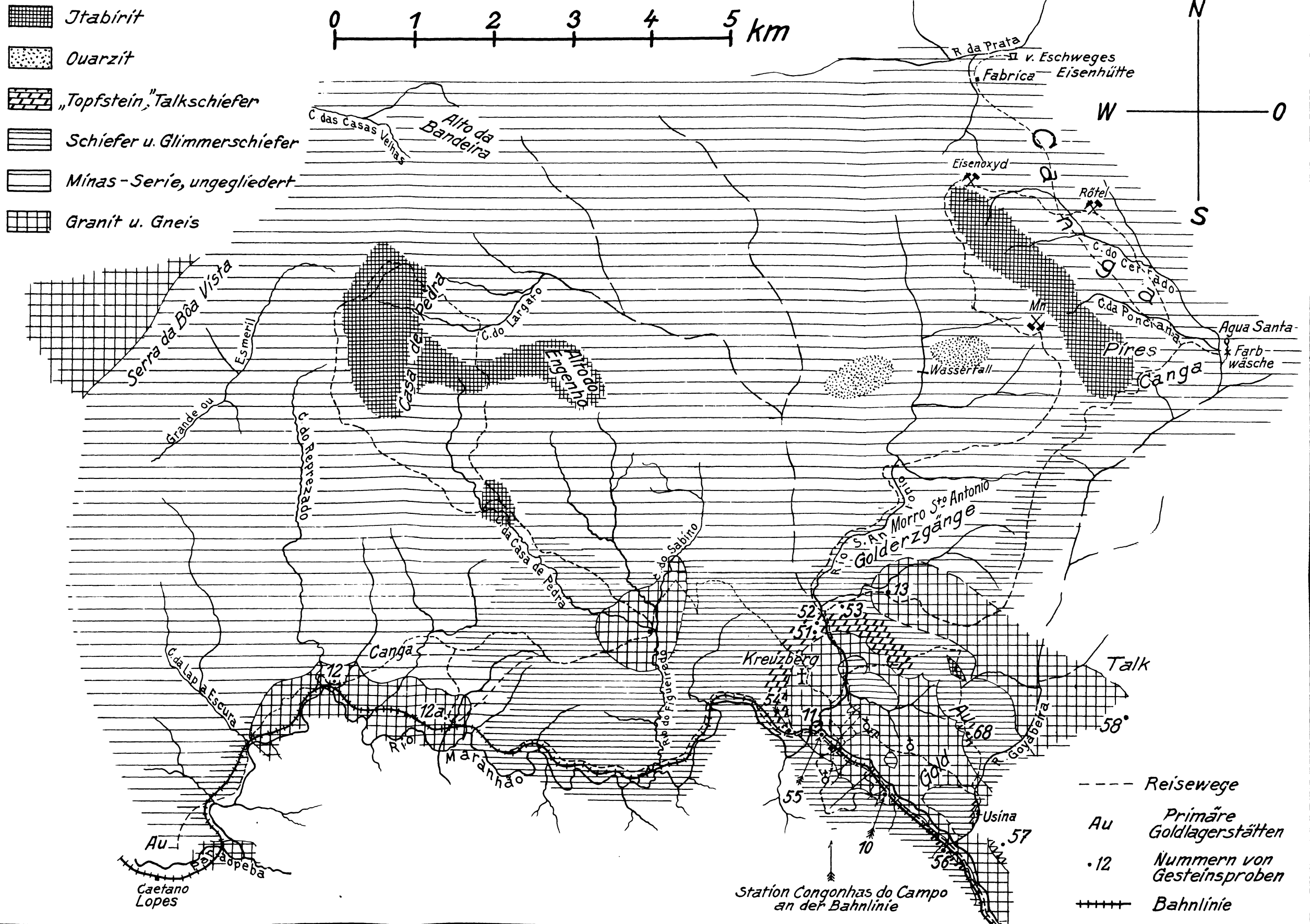


Abb. 12.

goldführende Quarzgänge auch durch die Itacolumy-Serie. Magmatische Vorgänge, die auf saure Magmen zurückgehen, wirkten noch auf die Bambuhy-Serie ein, wie man an den Bleiglanz-Lagerstätten von Capellinha do Chumbo (Serra Matta da Corda) und Inhauma sehen kann.

Daß man in einem Teil der Quarzgänge liquidmagmatische Abspaltungen sehen kann, dafür wurde schon früher (855) ein Beispiel gebracht. Bei Burnier setzen Quarzgänge durch den Itabirit, die deutliche Kontaktwirkungen ausgeübt haben. Von großem Interesse sind auch die Quarzgänge, die nördlich von Congonhas do Campo durch den Schiefer setzen. An den Salbändern führen sie langnadelige Kristalle von Disthen, die senkrecht an der Gangwand ansitzen und beiderseits eine bis 4 cm breite Zone bilden. Der Tonerdenüberschuß in den aufgeschmolzenen Randzonen führte zu ihrer Entstehung.

VI. Die Umgebung von Congonhas do Campo.

Congonhas do Campo liegt etwa am Südrand des großen Verbreitungsgebietes der Minas-Serie, das von der Serra do Curral im Norden und der Serra da Moeda im Westen begrenzt wird. Der Rio Maranhão, an dem Congonhas liegt und der kurz vor Caetano Lopes in den Rio Paraopeba fließt, schneidet mit seinen Nebenflüssen bereits mehrfach Granit- und Gneisgewölbe an, die sich weiter südlich bald so vermehren, daß das Grundgebirge vorherrscht. In Congonhas wurde ich durch den Ausbruch der brasilianischen Revolution 1930 zurückgehalten und benutzte den Aufenthalt dazu, eine geologische Karte der Umgebung aufzunehmen. Mein Freund MAX SCHWERBER, der mich häufig selbst begleitete, stellte mir in liebenswürdigster Weise seine guten Pferde zur Verfügung, so daß die Ausflüge weit nach Westen ausgedehnt wurden. Wenn auf der Karte (Abb. 12) mir selbst noch vieles unbefriedigend ist, so liegt das daran, daß dieselbe von Grund auf geschaffen werden mußte und zu einer Klärung der Einzelheiten, insbesondere der Tektonik, schließlich die Zeit nicht mehr ausreichte. Wenn ich sie hier bringe, so geschieht das deswegen, weil die nähere Umgebung von Congonhas hinreichend genau ist und uns hier gerade das Auftreten eines neuen, bisher nicht studierten Ele-

menten der Gesteinsfolge begegnet, des sogenannten „Topfsteins“. Im Nordwesten konnte ein großer Teil des Kartengebietes nur als „Minas-Serie“ eingetragen werden. Hier wechseln Quarzite, Itabirit und Schiefer miteinander ab bei komplizierter Tektonik, große Flächen sind mit Wald bedeckt oder durch Canga verhüllt, und es wird niemand erwarten, daß man die Unterabteilungen kartenmäßig trennen kann bei der in 2 Wochen erfolgten Aufnahme eines Gebietes von der Größe eines preußischen Meßtischblattes. Wo Itabirit, Quarzit oder Schiefer in größerer Ausdehnung vorhanden sind, wurden die Zeichen dafür eingesetzt, ohne daß mit der dargestellten Ausdehnung derselben die natürliche Grenze gezogen ist. Sie setzen sich dann als „Minas-Serie“ fort, zu der sie alle gehören.

Die tiefsten Gesteine des Profils sind Gneis und Granit. Gneis tritt am Fuß der Serra da Boa Vista auf. Diese bildet einen Teil der Serra da Moeda und zieht als scharf ausgeprägter Gebirgskamm nach Norden zur Serra do Curral, nach Süden bis über den Rio Paraopeba, der bei Salto (Camaquã) durch das Gebirge bricht. Das Profil von Salto (855. S. 438—440) zeigt Gneis, überlagert von Quarzit und Itabirit. In ähnlicher Weise scheint sich die Serra de Moeda nach Norden fortzusetzen. Das nordwestliche Vorland wird von kristallinem Grundgebirge gebildet, darüber erhebt sich der Steilrand von Quarzit und Itabirit. Letztere fallen in östlicher Richtung ein, und die Gebirgsketten sind die steil herauspräparierten Schichtköpfe. Wie unveröffentlichte Profilaufnahmen der Herren H. VOGEL und R. MAACK etwas nördlich von meinem Kartenausschnitt zeigen, gehen streichende Verwerfungen durch, die eine Verdoppelung der Bergketten zur Folge haben. Das Stück des kristallinen Grundgebirges, welches westlich am Fuß der Serra da Boa Vista auf meiner Kartenskizze erscheint, ist also der Beginn eines nach Westen und Norden sich weit ausdehnenden Gebietes dieser Gesteine.

Eine Anzahl gewölbeartig aufragender Grundgebirgsteile inmitten des Schiefergebietes findet sich außerdem im Süden. Ein nicht näher untersuchtes Vorkommen liegt bei Caetano Lopes. Ein zweites begleitet den Rio Maranhão vom C. da Lapa Escura nach Osten etwa 2 km weit. Es ist fast durchweg von einer Rotlehmrinde verhüllt. Frische Klippen fanden sich

bei Kilometer 494.3 der Bahn (östlich vom C. do Reprezado, Probe 12), und zwar ist es ein etwas gepreßter Granit, sowie bei Kilometer 492.8 (Probe 12 a), dicht am Ostrand gegen den Schiefer. Dort baute die Firma Thun eine Verladeanlage für den geplanten Eisenerzexport. Unter der mächtigen roten Verwitterungsrinde kam ein weiß zermürbtes, feinkörniges, granitähnliches Gestein zum Vorschein. Einem groben Granit ähnelt das Gestein von Congonhas selbst, das an der Mündung des Rio S. Antonio im Fluß Klippen bildet (Probe 11) und östlich von Congonhas mehrfach von der Bahn angeschnitten ist, aber selten ganz frisch erscheint (Probe 10). In der Umgebung von Congonhas ist sonst dieses Gestein allenthalben stark zersetzt. Riesige Wasserrisse öffnen den Zersatz bis in große Tiefe, ohne festes Gestein freizulegen. Auffällig ist an vielen Stellen eine kaolinartige, blendend weiße Verwitterung. Diese Verwitterung findet man auch über dem kristallinen Gestein, welches dort ansteht, wo der Corrego Casa de Pedra und C. do Sabino in den Ribeirão do Figueiredo münden. Hier wurde überhaupt kein festes Gestein beobachtet. Ein letzter Streifen von Grundgebirge zieht sich schließlich nördlich von Congonhas hin und wird vom Weg nach Pires und auch vom Rio Goyabeira gequert. In seinem südwestlichen Zipfel (Probe 13) steht gneisartig geflasertes Gestein an. Die nördliche Umgrenzung ist wegen der intensiven Verwitterungsrinde ungenau. Die Gesteine aller dieser Grundgebirgsauftragungen werden noch petrographisch genau untersucht werden. Aber dieser provisorische Überblick zeigt schon, daß die Ausbildung sehr wechselt. Die Kartenskizze zeigt die Fundpunkte mit den Nummern der betreffenden Proben.

Bei Congonhas treten an der Grenze des Grundgebirges gegen die Schiefer vorwiegend die sogenannten *Topfsteine*, auch Seifensteine genannt, auf, die mit den reinen Schiefen durch alle Übergänge verknüpft sind und nicht scharf von ihnen abgetrennt werden können.

Die Bahnstation Congonhas do Campo liegt bei Kilometer 486.42. Folgt man der Bahnlinie nach Osten, so bleibt man im Granit bis etwa Kilometer 485, dann setzt Schiefer ein, der aber fast der Bahnlinie parallel bleibt. Im Tal selbst hält sich noch der Granit, und man bleibt so dicht an der Granitgrenze.

daß sie mehrfach über die Bahn hinweggreift (s. Kartenskizze). Bei Kilometer 484.7 etwa liegt zwischen Granit und Schiefer ein Topfsteinlager, welches von nun an nach Osten in diesem Horizont bleibt (Probe 56). Es macht den Eindruck eines umgewandelten Diabaslagers und ist teilweise geschiefert. Der bei Kilometer 484.35 auf kurze Strecke einsetzende Granit schneidet scharf die Schieferungsflächen ab, die gefältelt sind. Es handelt sich entweder um eine Überschiebung oder um nachträglich eingedrungenen Granit. Bei der starken Zersetzung beider Gesteine wage ich keine Entscheidung zu treffen. Nach Kilometer 483.9 ostwärts bleibt man im Topfstein.

Folgt man der Bahnlinie nach Westen, so findet man stark geschieferten, grünlichen Seifenstein dicht am Bahnhof, eine Scholle oder einen Gang bildend, der beiderseits von Granit begrenzt wird (Probe 55). Ferner setzt er bei Kilometer 487 über die Bahn (Probe 54) und bildet hier wieder die Grenze zwischen Granit und Schiefer. Auch an diesem Punkte ist er intensiv geschiefert. Von da nach Westen bleibt man in der Bahn im Schiefer bis Kilometer 492. Das letztgenannte Seifensteinvorkommen (Kilometer 487) streicht, sich erheblich verbreiternd, nach Norden und hält sich dabei immer zwischen Granit und Schiefer. Am Kreuzberg bildet das Gestein schon eine beträchtliche Masse und ist durch den reichen Gehalt an großen Pyritkristallen ausgezeichnet. Weiter nach Norden streicht es zum Rio Santo Antonio hinab und bildet an beiden Ufern desselben eine breite Einlagerung, die östlich an Granit grenzt, nach Westen und Norden in Schiefer übergeht. Hier ist ein großer Teil des Gesteins massig (Proben 51 und 52). Teile desselben sind geschiefert (Probe 53, die überhaupt abweicht). Am Rio Santo Antonio befindet sich eine einfache Anlage, wo mit Hilfe der Wasserkraft aus dem weichen Gestein Töpfe herausgeschnitten werden, die insbesondere zum Kochen von Reis sehr beliebt sind. Aus dem Topfstein von Congonhas sind auch die überlebensgroßen Figuren der 12 Apostel geschnitten, die vor der Wallfahrtskirche Mattosinhos südlich von Congonhas stehen, und auch sonst wurde das leicht zu bearbeitende, gegen die Verwitterung sehr widerstandsfähige Gestein gern zu plastischem Schmuck an Gebäuden verwendet. Auch am Rio Santo Antonio enthalten mächtige Gesteinspartien Schwefelkies hie

und da eingesprengt, was aber seiner Verwendung keinen Abbruch tut. Von hier streicht das Lager nach Nordosten und geht im Schiefer auf. Aber der Schiefer ist noch zum großen Teil speckig und talkig, grün und weich, und hat auch eine ähnliche Zusammensetzung. Probe 68 ist ein solcher Schiefer und stammt von der Granitgrenze westlich vom Rio Goyabeira, von der Stelle, an welcher „Au“ steht. Von dort nach Süden steht Topfstein wieder westlich am Goyabeira an der Usina an. Von dem östlich davon gelegenen Berg, den ich nicht besucht habe, sandte mir Herr MAX SCHWERBER die Proben 57 und 58. Wenig nördlich von 58 hat Herr SCHWERBER früher eine Talklagerstätte ausgebeutet, deren Material mit den Talkschiefern Ähnlichkeit hat, nur sehr viel reiner aussieht. Auch von dieser Lagerstätte besitze ich nur Proben, die ich von Herrn SCHWERBER erhielt. Die Lagerstätte sah ich nicht mehr. Kleine Schollen von Topfstein sieht man in und bei Congonhas noch an vielen Stellen, ohne daß sie einzeln aufgezählt werden können.

Alle Gesteine, die hier als „Topfstein“ vereinigt wurden, haben eine oliv- bis graugrüne, seltener dunkelgrüne Farbe gemeinsam, sind so weich, daß sie mit dem Fingernagel geritzt werden können und besitzen überhaupt mehr oder weniger fettig-talkigen Charakter, besonders wo sie schiefrig sind. Schwefelkies in großen Kristallen (am Kreuzberg bis 2 cm große Kombinationen von Würfel und Oktaeder) sind nur stellenweise häufig. Daß alle Gesteine magnesiareich sind, zeigen die Analysen (Tabelle 11), der auch Analysen des Talkes beigelegt sind²⁶⁾. Ursprünglich dürfte es sich um basische, vielleicht diabasartige Eruptivgesteine gehandelt haben, die nachträglich umgewandelt wurden. Sie treten an der Untergrenze der Minas-Serie als Lager auf, andere setzen aber auch gangartig im Granit auf oder bilden in ihm eingeklemmte

²⁶⁾ Von den Analysen wurden die der Proben 68 und 57, sowie die Talkanalyse a im Laboratorium der Escola de Minas in Ouro Preto auf Veranlassung von Herrn SCHWERBER angefertigt, die Analysen 52 und 56, sowie die Talkprobe b von der Steatit-Magnesia-Aktiengesellschaft in Berlin-Pankow.

Tabelle 11. Analysen von „Topfstein“, Talkschiefer und Talk aus der Umgebung von Congonhas do Campo.

Die Minas-Serie.

	Probe 68 Grüner talkiger Schiefer, Goyabeira (an der alten Goldgrube)	Probe 57 Topfstein östlich der Usina und des Rio Goyabeira	Talkprobe a Alte Talkgrube, Gelände des Joaquim Cordeiro	Talkprobe b	Probe 52 Topfstein Topfdreherei Rio Santo Antonio	Probe 56 Topfstein Bahneinschnitt östl. Congonhas
Glühverlust		11,70		13,08	13,34	4,90
Wasser	5,40		4,70			
Si O ₂	47,00	48,90	59,50	37,44	38,54	59,46
Al ₂ O ₃	9,00	11,50	3,66	7,01	4,33	1,48
Fe ₂ O ₃	4,57	3,70		10,50	10,40	3,09
Fe O	6,97	6,10				
Mn ₃ O ₄				0,80	0,91	—
Ca O	0,20	7,90		4,35	6,25	—
Mg O	26,64	8,40	29,79	25,92	26,09	31,02
K ₂ O	0,54	—		—	—	
Na ₂ O				0,73		
	100,32	98,20	97,65	99,83	99,86	99,95

Schollen. Eine genaue petrographische Untersuchung der Gesteine hat Herr Dr. HOLLER in Angriff genommen. Kurze vorläufige Mitteilungen, die er mir zukommen ließ, bestätigen meine im Gelände gewonnenen Auffassungen. Eine Art Reliktstruktur zeigte nur Probe 57 von Goyabeira, die auf umgewandelten Diabas hinweist. In allen anderen Schliffen ist von ehemaligen Strukturen nichts zu erkennen. Nr. 54 und 53 wird man als „Topfstein“ kaum noch ansprechen können, da sich durch Metamorphose Strahlsteinschiefer gebildet oder zu bilden begonnen hat. Nr. 52 ist ein Talkschiefer mit schönen Pyritkristallen. Nr. 51 ein Chloritschiefer mit großen Magnetiten. Nr. 68 weicher Talkschiefer. Die übrigen Gesteine sind mehr oder weniger metamorphe Topfsteine mit Talk, Chlorit, Kalkspat, Tremolit, Nontronit, Erz und anderen üblichen Mineralien.

Im Anschluß an den Topfstein oder Granit bilden mächtige Schiefer den unteren Teil der Sedimentserie. Nördlich und östlich von Congonhas ist der Schiefer durchschnitten, im Granitzersatz sind weitverzweigte Schluchten und Wasserrisse entstanden, aber ein großer Teil der Schieferhülle ist gleich nördlich Congonhas erhalten geblieben, und man sieht, wie der Schiefer gewölbte Schalen um den Granit legt. Die Oberfläche des Granits unter dem Schiefer muß große gewölbeähnliche Buckel bilden. Südlich vom Maranhão sieht man die Schiefergrenze in dem Hohlweg, der vom Bahnhof nach Mattosinhos hinaufführt. Der Schiefer hat hier ostwestliches Generalstreichen und Generalfallen nach Süden. Weiter östlich war 1930 eine neue Straße nach Mattosinho hinaufgebaut, an der auch die Grenze Granit — Schiefer genau festzulegen war. In den frischen Einschnitten wechselte das Streichen des Schiefers mehrfach. Er war von Quarzgängen durchsetzt, die auch nördlich von Congonhas häufig sind und am Wege nach Pires am Salband den erwähnten Disthen führen. Wichtig waren früher die Goldquarzgänge westlich von Goyabeira („Au“ der Karte). Hier ist der durch v. ESCHWEGE berühmt gewordene Fundpunkt des chromsauren Bleierzses zu suchen. Auch die Goldquarzgänge vom Morro Santo Antonio spielten in alten Zeiten

eine große Rolle. Einen früher ausgebeuteten Goldquarzgang sah ich nördlich von Caetano Lopes. Daß sich an den Flüssen Goldseifen finden, in denen heute noch gelegentlich gewaschen wird, versteht sich von selbst.

Quarzite sind in dem als „Minas-Serie“ angegebenen Teil, besonders im Westen, verbreitet. Am oberen Rio Santo Antonio bestehen die beiden bezeichneten Berge aus ihnen (nach Angabe von Herrn SCHWERBER), die als solche eingetragen wurden. Itabirit ist im Bereich der Minas-Serie sehr verbreitet. Nur an einigen Stellen konnte er besonders ausgeschieden werden, da meine Abreise weitere Aufnahmen unmöglich machte. Nordwestlich Pires bildet er einen hohen Bergrücken. In Casa de Pedra sind ihm reine Erzlager eingeschaltet. Mächtige Eisenerzlager gehören auch nördlich von hier zu ihm, besonders bei João Pereira (an den Alto da Bandeira anschließend) und in Fabrica. Letzteres war die Stelle, wo v. ESCHWEGE am Rio da Prata die erste sich rentierende Eisenhütte Brasiliens vor mehr als 100 Jahren errichtete, deren Grundmauern heute noch stehen. In dem Zug, der sich von Fabrica nach Pires herabzieht, liegen noch zwei wichtige Farberde-lagerstätten. Die eine ist eine Rötelgrube (roter Bolus). Das gute Material wird inmitten weißen tonigen Zersatzes und roten Lehms gegraben. Die andere liefert Eisenoxydrot. Dort liegen in rotem Lehm konzentrisch-schalige konkretionsartige Knollen, die von Nußgröße bis zu 1 m im Durchmesser schwanken und zuweilen miteinander verwachsen sind. Im Innern enthalten sie viel Lehm beigemengt, die äußeren Schalen sind am reinsten. Die Konkretionen liegen oben im Lehm. Außerdem sieht man vererzten Schiefer anstehen, auch deszendente Eisenerzgänge gehen durch. Das harte Roteisenerz der Konkretionen liefert die beste Eisenoxydfarbe von hoher Deckkraft. Zum Zwecke der Aufbereitung und Vermahlung hat Herr SCHWERBER eine sehr zweckmäßige Farbwäsche erbaut, die mit Mineralwasser getrieben wird. Die Kraft für das Wasserrad liefert nämlich eine auch in der stärksten Trockenzeit nicht versiegende Quelle (Agua Santa), die eine ständig sich gleich-

bleibende Schüttung und Temperatur von 24° besitzt und aus der von Zeit zu Zeit Gasblasen aufsteigen. Es handelt sich vermutlich um juveniles Wasser, da die Schüttung aller anderen Quellen dieses Gebietes in der starken Trockenzeit nachläßt und auch sonst die Temperaturen schwanken. An der in der Karte mit Mn bezeichneten Stelle liegen auflässige Manganerz-lagerstätten von geringer Bedeutung, aus denen nur in Zeiten günstigster Konjunktur gefördert wurde.

C. Die Itacolumy-Serie.

I. Der Itacolumy.

Das Profil von Ouro Preto (Abb. 4) war oben bis zum Sockel des Itacolumy-Massivs beschrieben worden. Die hangende Schieferfolge, aus der wir keine Handhaben für die Abtrennung einer besonderen Formation besitzen, wird deshalb geschlossen zur Minas-Serie gerechnet. Darüber beginnt wieder Quarzit, und zwar auf dem üblichen Wege, der von der Station Itacolumy her auf das Massiv führt, in etwa 1200 m Höhe. Die unteren Lagen des Quarzits sind noch tonig. Nicht sehr hoch über der Basis stellen sich Gerölle ein, die hauptsächlich aus Quarzit, aber auch aus Gangquarz und Schiefer bestehen. Diese Gerölle können nur aus der Minas-Serie stammen, weshalb DERBY an die Basis dieser Quarzite eine Diskordanz legte und die hangenden Schichten als besondere Serie ausschied. Im Grad der Metamorphose ist hier allerdings dem äußeren Ansehen nach noch kaum ein Unterschied festzustellen. Sehr starke Pressungszonen gehen durch das Gestein, durch welche die Gerölle deformiert sind. Auf den wellig-buckligen Flächen liegt genau derselbe grünliche, glänzende, früher für Talk erklärte serizitische Belag wie bei dem echten Itacolumit der Minas-Serie, und das Gestein ist durchsprengt von Mineralneubildungen (Martit, Granat u. a.), die in der feinsandigen Grundmasse der Gerölle liegen und sich am Rande derselben oft anreichern. Auch sind der unteren Zone vielfach dünn-schiefrige Quarzite eingelagert. Der Quarzit ist gelblich oder rosa gefärbt und stark zermürbt.

Beim Anstieg gelangt man bald in überwiegend bankige Gesteine. Der massive Quarzit fällt unter mäßigem Winkel ein und bildet eine Art Plateaufläche („Os Campos“ genannt), die in der Richtung des Schichtfallens absinkt und die man queren muß, um von Westen her den Gipfel, der dieser breiten Unter-

lage aufgesetzt ist, zu erreichen. Beim Anstieg zum Gipfel quert man nochmals eine Schieferbank, über welcher der Gipfelquarzit liegt. In einer früheren Darstellung auf Grund eines Besuches vom Jahre 1925, bei dem nur an der Nordfront Beobachtungen angestellt wurden, hatte ich vermutet, daß hier eine Verwerfung vorliege und der obere Schiefer und Quarzit dem Schiefer und Quarzit des Sockels entsprächen, aber hier gehoben seien. Nachdem mir Herr A. L. DU TOIT gelegentlich eines Briefwechsels über den Bau von Minas mitgeteilt hatte, daß er die Gipfelschichten nicht für die gleichen verworfenen, sondern für neue Horizonte halte, habe ich bei meinem erneuten Besuch die Schichtenfolge weiter nach Süden verfolgt und kann die Richtigkeit dieser Auffassung bestätigen. Der mächtige Sockelquarzit streicht nach Süden durch und wird von dem Schiefer überlagert, und darauf lagert der Gipfelquarzit, auch als besondere Schicht. Da die Geröllführung der Hauptbeweis ist, der für das Bestehen der Diskordanz angeführt wird, muß der Sockelquarzit schon zur Itacolumy-Serie gezogen werden. Diese Serie wird also hier durch eine Schieferzwischenlage geteilt. Quarzit und Schiefer haben solche Ähnlichkeit mit Gesteinen aus der Minas-Serie, daß beide Serien ohne Einsetzen der Geröllführung schwer zu unterscheiden wären.

Den Itacolumy-Quarzit hat zuerst PISIS (140) genauer geschildert und auch die Geröllführung beobachtet. Er nennt diese Fazies „quartzites pseudo-fragmentaires“ und schreibt darüber: „Cette dernière variété se compose, tantôt d'une pâte à gros grain de quartz parsemée de quelques lamelles de talc, enveloppant des amandes de quartzite sableux à grain beaucoup plus fin; sur d'autres points, elle enveloppe des parties de talcite gris ou verdâtre qui la sont ressembler tellement à un grès anagénique, qu'il est souvent fort difficile de se prononcer sur la nature cristalline ou sédimentaire de cette roche ...“ Die „quartzites pseudo-fragmentaires“ beginnen auch nach den Beobachtungen von PISIS nicht gleich an der Basis des Sockelquarzits, sondern etwas höher. Die Abtrennung des Itacolumy-Quarzits von der heutigen Minas-Serie führte erstmalig DERBY durch. Er stellte fest (238), daß der Pico de Itacolumy und das Massiv von Ouro Branco aus Sandsteinen bestehen, die

dem eigentlichen Itacolumit (also den Quarziten der Minas-Serie) sehr gleichen, aber diskordant über diesen liegen. An manchen Stellen finden sich nämlich in diesen Sandsteinen Gerölle der älteren Schichten, unter denen der wahre Itacolumit leicht zu erkennen ist.

Wenn wir von diesen Geröllhorizonten absehen, ist es am Itacolumy nicht leicht, die Diskordanz nachzuweisen, wenigstens am Nord- und Westteil, die bisher allein beschrieben sind. Der Südrhang ist zu schwer zugänglich und noch teilweise mit dichten Wäldern bedeckt. Bisher basierten alle Angaben auf Beobachtungen an der nach Ouro Preto gekehrten Nordseite. Von Ouro Preto aus kann man schon sehr schön beobachten, wie das Streichen des Sockelquarzits, das im mittleren Teil von Ost nach West gerichtet ist, im Westen umschwenkt und in eine mehr nordsüdliche Richtung übergeht. Dadurch hebt sich der Morro do Cachorro, der aus Schiefer gebildet wird, so stark heraus. Dieses Umschwenken der Streichrichtung bedingt aber noch Spezialstörungen, auf die wohl einige kleine Verwerfungen zurückzuführen sind, die den Sockelquarzit durchschneiden. Untersucht man nun das Schiefergebiet im Westen des Itacolumy-Massivs, so stellt man leicht fest, daß bis zur Fazenda do Manso und Fazenda do Thesoureiro, die rund 5 km westsüdwestlich vom Itacolumy-Gipfel liegen, das Streichen in den Schichten der Minas-Serie mehrfach wechselt. Gegenüber dem gleichmäßigeren Umschwenken und Streichen des Itacolumy-Quarzits könnte man daraus auch auf die Diskordanz schließen und annehmen, daß das unregelmäßige Streichen in der Minas-Serie durch eine Faltung entstand, die der Itacolumy-Serie vorausging. Diese Möglichkeit besteht durchaus, aber auf Grund einiger gelegentlicher Messungen ist der Beweis doch noch nicht zwingend. Die Minas-Serie besteht hier überwiegend aus weichen Schiefen, die unter den mächtigen harten Sockelquarziten sich auch bei einer Faltung, die beide gemeinsam betroffen hat, in Spezialfalten gelegt haben können, wodurch eine winklige Auflagerungsdiskordanz vorgetäuscht werden würde. Erst wenn eine zuverlässige topographische Karte, mindestens im Maßstab 1 : 25 000, vorliegt, die zu geologischen Aufnahmen geeignet ist, kann die Tektonik genauer geklärt werden.

Konglomeratische Lagen im Sockelquarzit stellte ich auch bei Bahú fest an der Nordwestecke des Itacolumy-Massivs, und zwar beim Abstieg nach Nordwesten. Weiter abwärts gelangt man in den Schiefer, der hier genau wie der Quarzit in östlicher Richtung fällt. Konglomeratischen Quarzit habe ich nach Süden bis über Lavras Novas hinaus (7 km Luftlinie südwestlich vom Itacolumy-Gipfel) verfolgen können. Große reichliche Quarzgerölle sind hier stellenweise sehr häufig. Auch hier ist das Gestein stark gepreßt.

II. Die Itacolumy-Serie bei Diamantina.

Schon vor der Veröffentlichung der Diskordanz am Itacolumy hatte DERBY (237) im Diamantengebiet festgestellt, daß der Itacolumit, Schiefer und andere metamorphe Gesteine (also die jetzige Minas-Serie) gehoben und metamorphosiert wurden vor Ablagerung einer hangenden Sandsteinserie. Letztere wird bald danach von ihm mit dem Gipfelsandstein am Itacolumy und an der Serra de Ouro Branco verglichen (238). DERBY betont, daß die Unterscheidung beider Serien wegen der Ähnlichkeit der Gesteine sehr schwierig und nur da mit Sicherheit durchzuführen ist, wo die Geröllhorizonte auf die obere (Itacolumy-) Serie hinweisen. Am besten gelingt der Nachweis offenbar östlich von Diamantina. Der Rio Jequitinhonha ist größtenteils in die Itacolumy-Serie¹⁾ eingeschnitten, nur im Grunde des Tales kommen Gesteine der Minas-Serie zum Vorschein. Später gibt er Profile der Diskordanz (256) vom Jequitinhonha und bemerkt, daß die Quarzite der Minas-Serie zahnartig in die jüngeren Quarzite hineinragen, daß die Grenze durch einige Gerölle oder Unterschiede in der Schichtung angedeutet ist, aber abseits dieser Grenze die Unterscheidung wegen der Ähnlichkeit der Gesteine schwierig und vielfach unmöglich ist. Ein Profil vom östlichen Teil der Serra do Espinhaço gibt auch E. HUSSAK (608), woraus die Diskordanz deutlich hervorgeht. Westlich von Diamantina ist die Diskor-

¹⁾ Obwohl DERBY noch nicht die Bezeichnung Itacolumy-Serie gebraucht und auch den Begriff Minas-Serie erst viel später geprägt hat, sollen sie hier der Kürze wegen verwendet werden, wenn sich seine Erörterungen darauf beziehen.

danz viel schwieriger nachzuweisen, wie DERBY (238) hervorhebt. Dies kann ich vollständig bestätigen. Es finden sich zwar in der Literatur Angaben, daß diese oder jene Serie hier oder dort angetroffen sei, denen merkt man aber die Unsicherheit an, und oft werden auch die Ortsbestimmungen in späteren Arbeiten vom gleichen Autor widerrufen. Die profilmäßige oder kartenmäßige Darstellung einer Diskordanz fehlt zu allen diesen Arbeiten, wobei ich schematische Profile, die nur die Vorstellungen und nicht die fixierten Beobachtungen des Autors wiedergeben, nicht rechne. Wer das Gebiet westlich von Diamantina bereist, wird diese Unsicherheit ohne weiteres begreifen, denn die Gesteine beider Serien gleichen sich weitgehend. Leitfossilien und auch Leithorizonte fehlen. Es ist gegenwärtig völlig unmöglich, die Verbreitung der beiden Serien zu ermitteln und sie gegeneinander abzugrenzen. Es könnte diese Aufgabe erst in Angriff genommen werden, wenn eine genaue topographische Karte des Gebietes vorliegt und nun von Osten her, wo die Diskordanz anscheinend zweifelsfrei sichtbar ist, schrittweise nach Westen eine geologische Kartierung vorgenommen werden kann. Bis zu einer Kartierung haftet allen Untersuchungen eine mehr oder weniger große Unsicherheit an. Bei dem kurzen Besuch, den ich dem Gebiete westlich von Diamantina abstattete, ist es mir ebenfalls nicht möglich gewesen, beide Serien mit der wünschenswerten Sicherheit voneinander zu trennen, und es war auch nicht bezweckt, da eine Untersuchung der Itacolumy-Serie und des Diamantenbezirkes seit längerer Zeit von den Herren Dr. DJALMA GUIMARÃES und Dr. LUCIANO JACQUES DE MORAES in Angriff genommen ist und meine Überquerung der Serra Mineira infolgedessen eine allgemeine Orientierung und nicht die Lösung spezieller Aufgaben zum Ziel hatte²⁾. Um den Bau des Gebietes aber wenigstens in einem

²⁾ Auch DJALMA GUIMARÃES (959) betont die Schwierigkeit der Abtrennung im Gelände. Er gibt für die mikroskopische Unterscheidung an, daß der Quarzit der Itacolumy-Serie im Gegensatz zu dem der Minas-Serie Feldspat führt als klastischen Bestandteil. Wo aber der erstere allein durch Umlagerung des letzteren entstand, wird auch dieses Unterscheidungsmittel nicht angewandt werden können. Wir dürfen dann also, wenn sich die Unterscheidungsmöglichkeit an allen Stellen bestätigt, höchstens sagen: Wenn klastischer Feldspat

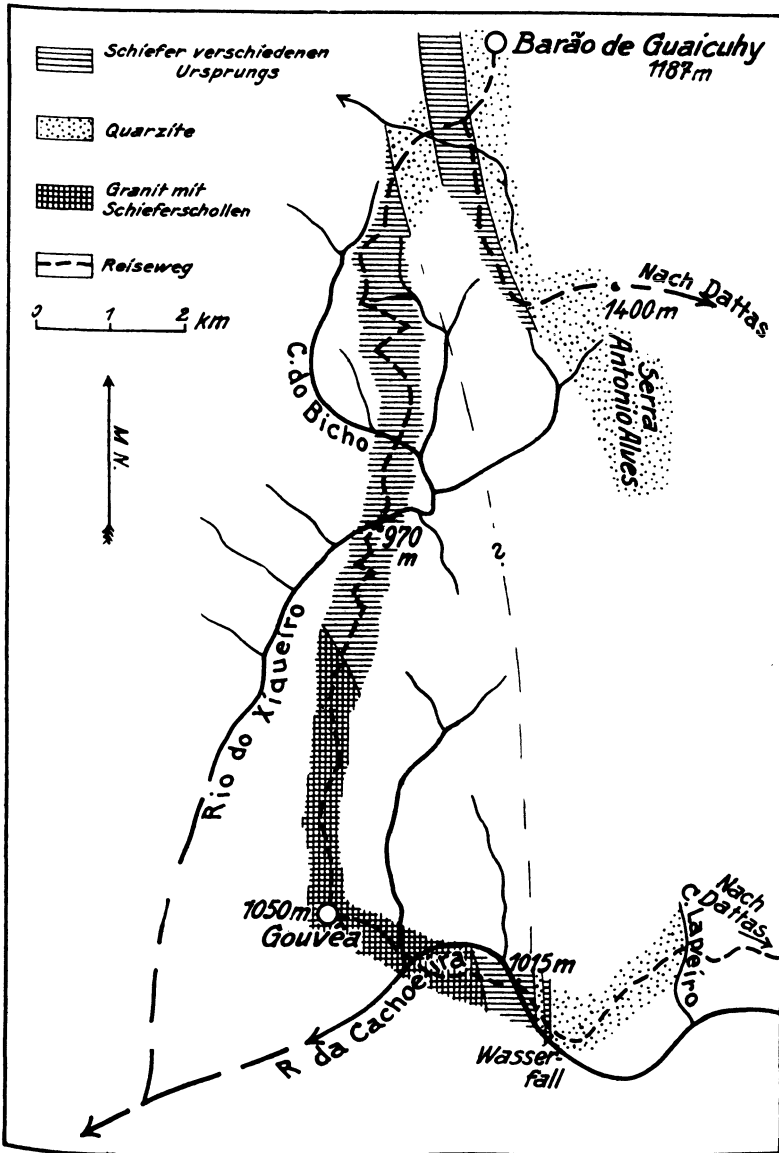


Abb. 13. Aufnahme des Reiseweges Gouvêa-Barão de Guaiçuhý.

Profil vorzuführen, soll die Route Gouvêa - Barão de Guaicuihy beschrieben werden. Gouvêa ist ein besonders ausgezeichneter Punkt in der nördlichen Serra do Espinhaço. Hier kommt nämlich Granit zum Vorschein, der in diesem Gebirgstheil selten und auf einige eng begrenzte Stellen beschränkt ist. Bei Gouvêa bildet der Granit (der zur Verfertigung von Mühlsteinen gebrochen wird) ein großes Gewölbe, welches im Norden, Osten und Westen von Quarzitbergen überhöht wird. Nach Süden ist die Landschaft offen, soweit sie von Gouvêa aus sichtbar ist. Nehmen wir zunächst die östliche Richtung (nach Dattas), so wird der Rio da Cachoeira bei der Spinnerei zum erstenmal überschritten (siehe Abb. 13). Bis hierhin bleibt man im Granit und auch noch weiterhin, doch ist mehrfach Schiefer eingelagert. Kurz vor dem zweiten Überschreiten des Rio da Cachoeira hört der Granit auf. Man hat zuerst bis zum Fluß echte Schiefer, dann ein quarzführendes schiefriges Gestein, welches große Quarzeinsprenglinge enthält und nach freundlicher mikroskopischer Untersuchung von Herrn Prof. MACHATSCHKI ein stark geschieferter Zoisitglimmerquarzit ist (in Abb. 13 mit dem Schiefer vereinigt), dann kommen wieder Schiefer (30—40 m mächtig), dann setzt Quarzit ein. Der Quarzit enthält rund 40 m über seiner Untergrenze nochmals eine Zone von Schiefer, die infolge ihrer größeren Weichheit einen Wasserfall bedingt. Alle diese Gesteine fallen steil nach Osten ein und streichen etwa nach Norden. Sie müssen also auch geschnitten werden, wenn man in nördlicher Richtung den Weg nach Barão de Guaicuihy verfolgt. Das ist tatsächlich der Fall. Solange man auf der Höhe bleibt, hat man Granit und den geschieferten Zoisitglimmerquarzit (beide Gesteine wechseln mehrfach, die Grenze konnte bei einmaligem Durchreiten nicht genau gezogen werden). Bevor man zum Rio do Niqueiro hinabsteigt, erscheint Schiefer, der längere Zeit anhält in verschiedener Fazies. Er ist spezialgefaltet und wechselt mehrfach im Streichen. Auf der ganzen Strecke seit Gouvêa scheinen überhaupt besondere Störungen durchzuschneiden. Östlich vom Weg sieht man schon seit geraumer Zeit den Steilrand des

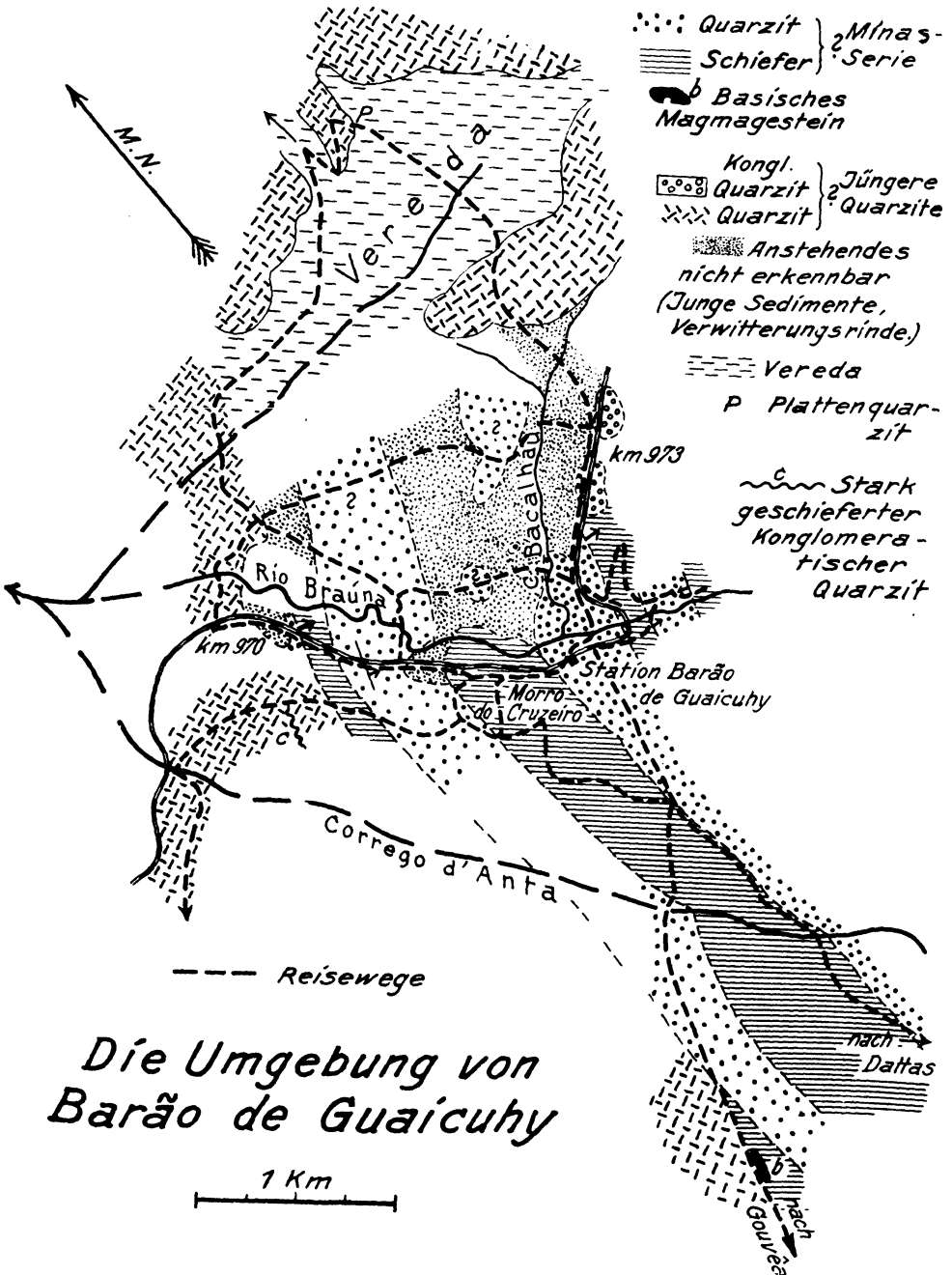
vorhanden ist, haben wir Itacolumy-Serie vor uns. Wo er aber fehlt, können beide Serien vorliegen.

Quarzits. Am höchsten erhebt sich dort das Gebirge in der Serra Antonio Alves. Unser Reiseweg erreichte den ersten Quarzit erst etwa 2.5 km südlich von Barão de Guaicuhy. Derselbe ist aber noch nicht sehr mächtig und wird nochmals von Schiefer überlagert, über dem wiederum Quarzit folgt. Die letzte Schiefermasse ist die gleiche, die den Morro do Cruzeiro bei Barão de Guaicuhy zusammensetzt (siehe Abb. 14). Vor Erreichen des ersten Quarzituges fanden sich im Schiefer eigentümliche rundliche radialstrahlige Knoten von 0.5—0.7 cm Durchmesser, die in großer Zahl eingestreut waren. Herr Prof. MACHATSCHKI war so freundlich, das Gestein petrographisch zu untersuchen, und bestimmte es als einen Serizitschiefer, die Knoten als radialstrahlige Chloritaggregate, die reich an Graphit sind. Vielleicht handelt es sich um Pseudomorphosen nach Granat.

Für das Alter der durchschnittenen Schichtenfolge bestehen keine sicheren Anhaltspunkte. Ich möchte sie mit größerer Wahrscheinlichkeit zur Minas-Serie rechnen wegen des hohen Grades der Metamorphose, dem sie unterlagen, und weil sie den Granit direkt überlagern. Beides sind aber keine sicheren Beweise. Ich muß also die Altersfrage offen lassen.

Die Gegend um Barão de Guaicuhy zeigt die Kartenskizze (Abb. 14) besonders. Wir beginnen am Morro do Cruzeiro, der sich aus ziemlich mächtigen Schiefeln aufbaut, die in sehr verschiedener Fazies entwickelt sind. Eine genauere petrographische Untersuchung steht noch aus, aber ich möchte vermuten, daß darin geschieferte Eruptiva enthalten sind. Ein Teil macht den Eindruck von Porphyroiden.

Vom Morro do Cruzeiro nach Osten gelangt man in hangenden Quarzit, der bis dicht an die scharfe Kurve der Bahn anhält. Darauf folgt wieder Schiefer, und weiter nördlich im Bahneinschnitt war zu sehen, daß die Grenze nach Osten fällt. Auch dieser Schiefer wird noch weiter im Osten von Quarzit überlagert, dessen Streifen 250 m breit ist und unter dem dann der Schiefer erneut auftaucht. Vom Morro do Cruzeiro westwärts durchschneidet man zunächst einen liegenden Quarzit, dessen östliches Einfallen deutlich aufgeschlossen war, dieser wird erneut von Schiefer unterlagert, unter dem an der Bahn (auch mit östlich fallender Grenze) erneut Quarzit in geringer



Die Umgebung von Barão de Guaicuhy

Abb. 14. Geologische Skizze der Gegend um Barão de Guaicuhy.

Breite ausstrich. Das letztgenannte Schieferband (das westlichste der Kartenskizze Abb. 14) läßt sich nach Süden weiterverfolgen und liegt im Streichen des Schiefers, der am Wege nach Gouvêa überschritten wurde, und aus dem der Ausbiß eines gabbroähnlichen Gesteins (Probe 47) herausragte.

Verfolgt man den westlichsten Quarzitausbiß der Bahnlinie nach Süden, so trifft man südöstlich von Kilometer 970 der Bahnlinie auf einen konglomeratischen Quarzit, der auf das intensivste geschiefert ist. Die Gerölle bestehen aus Gangquarz, Quarzit und Schiefer. Davon sind die letzteren beiden so ausgewalzt, daß sie nur noch dünne und flache, spitz zulaufende Linsen von beträchtlicher Flächenausdehnung bilden. Sie sind also vollständig breitgequetscht und haben genau den gleichen Charakter wie die stark geschieferten Konglomerate, die man bei der Diamantlagerstätte Dattas anstehend sieht. Die Strekungsfläche steht fast vertikal mit geringer Neigung nach Ost und hat das Generalstreichen der übrigen Schichten.

Der von der Bahn durchschnittene Schichtenstoß streicht nach Norden über den Rio Baraúna. Im Fluß steht der Schiefer des Morro do Cruzeiro noch in voller Breite an. Auch sein liegender Quarzit wird vom Fluß durchschnitten, der ihn ausgestrudelt hat und zahlreiche Schnellen bildet³⁾. Hier kann man ein Einfallen nach Osten unter 15—20° feststellen. Weiter nach Norden ist das Anstehende vielfach verhüllt, anscheinend hauptsächlich auf Schieferausbissen. Dann folgt eine breite Vereda, die im Norden von hohen Felsbergen eingerahmt wird. Auch diese bestehen aus Quarzit, der dickbankig ist und ein breites Gewölbe bildet, so daß die Bänke der westlichen Bergkegel nach Westen, die der östlichen nach Osten einfallen. Sehr deutlich sind aber Ablösungsflächen, die der Schieferung folgen und die sämtlich steil nach Osten fallen, genau wie das geschieferte Konglomerat südöstlich Kilometer 970. Ich möchte vermuten, daß diese Quarzite jünger sind als die mit den Schiefen wechsellagernden Quarzite. An der mit P bezeichneten Stelle werden dünnplattige Quarzite gewonnen, die in Barão de Guaicuhy Verwendung finden. Man sieht an den Felsmassiven häufig, daß die steilstehende Schieferung den Quarzit in Platten

³⁾ Hier werden Gold und Diamanten gewaschen.

zerlegt, die vielfach durch die Verwitterung stärker hervortreten als die Schichtung.

Ein Vorkommen bei Kilometer 973 der Bahn muß noch erwähnt werden. Dort werden zwei Erhebungen durchschnitten, die aus einem geröllführenden Quarzit bestehen. Die Gerölle sind Sandstein und Gangquarz. Dieser Quarzit unterscheidet sich allerdings von dem geschieferten Konglomerat südöstlich Kilometer 970.

Aus der in ihren Einzelheiten verbesserungsbedürftigen und skizzenhaften Aufnahme möchte ich also zusammenfassend den Schluß ziehen, daß wir eine ältere Serie wechsellagernder Schiefer und Quarzite vor uns haben, die vielleicht Minas-Serie ist, deren Glieder fast sämtlich nach Osten fallen, und eine diskordant darüberliegende jüngere Serie, die ein flaches Gewölbe bildet, aber steil geschiefert ist. Letztere setzt vor allem die Felsberge nördlich der Vereda zusammen. Das Durchstreichen der Schiefer bis dorthin wurde nicht beobachtet. Das Beispiel zeigt, wie schwierig die Dinge liegen, und solange nicht vergleichende, auf die weitere Umgebung ausgedehnte Aufnahmen vorliegen, kann die vorgeschlagene Deutung auch nur als provisorisch betrachtet werden. Mit Sicherheit geht aber daraus hervor (und das ist der Hauptgrund, weshalb ich so ausführlich die Einzelheiten bringe), daß wir das Gebirge von Diamantina nicht als einheitliches massiges Quarzitmassiv betrachten dürfen, wie das nach HARDER und CHAMBERLIN (710) geschehen müßte, die den Caraça-Quarzit, der nach ihrer Gliederung die Basis der Minas-Serie bildet, 1500—1800 m mächtig hier annehmen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß wir mehreren Serien angehörende Quarzite anzunehmen haben. Mindestens die Quarzite mit den stark geschieferten Konglomeraten müssen jünger sein als die Quarzite, aus denen die Gerölle der Konglomerate stammen. Es bleiben aber viele Fragen unbeantwortet. Wie verhalten sich beispielsweise die Itabirite, die bei Dattas anstehen, zu den in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft auftretenden geschieferten Konglomeraten? Kommen auch in den konglomeratischen Horizonten Itabirite vor? An einem Punkte bestimmt, nämlich am Wege Diamantina-Serrinha, wo die

Grundmasse mancher Konglomerate⁴⁾ Quarz-Itabirit ist (siehe Abb. 15). Hier waren sogar kleine Oktaeder von Magnetit in die eisenreiche itabiritische Grundmasse eingesprengt. Handelt es sich hier um umgelagerte ältere Itabirite der Minas-Serie oder um primär gebildete eisenreiche Sandsteine, die bei der Metamorphose diese Fazies erhielten? In manchen Quarziten sind die Schichtflächen gut erhalten mit prächtigen Wellenfurchen, die unbedingt hätten verschwinden müssen, wenn sie einer so intensiven Schieferung ausgesetzt gewesen wären wie

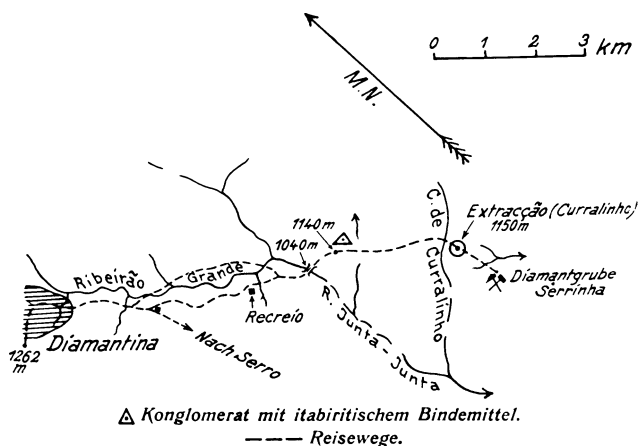


Abb. 15. Skizze des Reiseweges Diamantina—Serrinha.

die intensiv geschieferten Konglomeratquarzite von Dattas oder Barão de Guaicuhy. Sind nun diese Quarzite, denen diese Konglomerathorizonte angehören, nur lokal so stark geschiefert, oder gehören die Gesteine mit Wellenfurchen einer noch jüngeren dritten Serie an? Bei allen Untersuchungen im Gebiet der Konglomeratquarzite ist zu beachten, daß das Streichen der Schieferung dieser Konglomerate nichts zu tun hat mit dem Streichen des Konglomerates; daß beide Richtungen vielmehr senkrecht aufeinanderstehen können. Am Wege nach Serrinha konnte das ebenfalls beobachtet werden an einer Stelle, an der ein Konglomeratquarzit von geröllfreiem Quarzit überlagert

⁴⁾ Diese Konglomerate liegen anscheinend diskordant auf einer Schichtfolge von Quarzit, Itabirit und Schiefer.

wurde (Abb. 16). Hat man nun bloß eine dieser beiden Fazien vor sich, so kann in vielen Fällen das Streichen und Fallen gar nicht ermittelt werden, und das Weiterverfolgen ist ungemein schwierig. Bei Diamantina liegen also mindestens zwei, vielleicht aber noch mehr durch Diskordanzen getrennte Serien vor, die eine mehrfache und verschiedenartige Metamorphose

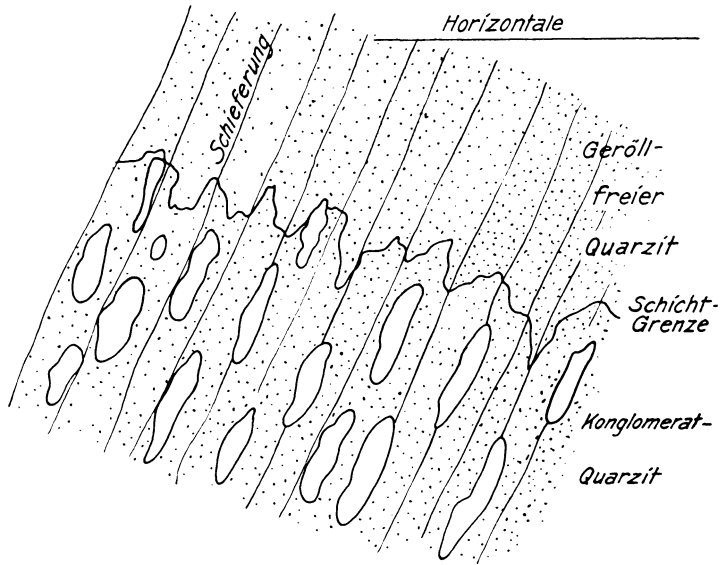


Abb. 16. Durch Schieferung verwischte Schichtgrenzen. Fehlt die Faziesgrenze im Aufschluß, so ist Streichen und Fallen der Schichtung im Gestein oft nicht zu ermitteln.

erlitten haben. Ob nicht auch in der Minas-Serie gelegentlich Gerölle (z. B. von älterem Gangquarz) auftreten können, wissen wir nicht. Unmöglich ist aber bei diesen komplizierten Verhältnissen die Klärung der Stratigraphie entlang einer einzigen Route. Ohne eine genaue topographische Unterlage in großem Maßstab und ohne eine geologische Kartierung großer Gebiete des Gebirges um Diamantina ist eine annähernde Klärung des Baus dieses Gebirges nicht zu erwarten. Hier liegt eine der schwierigsten Aufgaben vor, die in der Geologie von Minas Geraes noch zu lösen sind.

III. Quarzpegmatite in der Itacolumy-Serie.

Die Itacolumy-Serie wird von Gängen verschiedener Art durchschossen: Von basischen Magmagängen, von goldführenden Quarzgängen, von Pegmatitgängen. Hier sollen nur Beobachtungen wiedergegeben werden an den Kristallquarzgängen, über die nur wenig in der Literatur zu finden ist, die aber außer dem wissenschaftlichen Interesse eine nicht unbedeutende wirtschaftliche Bedeutung besitzen, da sie für optische und andere Zwecke ausgeführt werden. Deshalb findet man sie gut aufgeschlossen.

Solche Lagerstätten sind schon im Gebirge von Diamantina nicht selten. An den Kristallen lassen sich alle Arten der Verwachsung studieren. Kappenquarze mit zahlreich übereinanderliegenden Kappen sind nicht selten, ebenso eingewachsene Rutilkristalle von feinsten Nadeln bis zu kräftigen Säulen, große Kristallprismen mit beiderseitigen Endflächen, außerdem die verschiedensten Farbtöne (gelb, braun und grün) neben den wasserhellen klaren Kristallen. Nur letztere sind technisch verwendbar. Abgebaut werden außerdem noch die goldgelben Varietäten, die als falsche Topase in den Handel kommen. Die Kristallagerstätten der Serra Mineira besitzen jedoch z. Z. nicht die Bedeutung wie diejenigen in der Serra do Cabral, die seit einigen Jahren in lebhafter Ausbeute begriffen sind.

Die Serra do Cabral querte ich 1928 auf einer Route von Lassance bis Joaquim Felício (siehe Tafel I). Innerhalb des Gebirges beobachtete ich auf dieser Strecke nur Gesteine, die wohl der Itacolumy-Serie angehören. Ob auch ältere Gesteine zum Vorschein kommen, ist nicht sicher. Vom Gebirgsrand biegen die gebankten Quarzite auf, bilden dann auf der Höhe des Gebirges einen Sattel und sind flach gelagert in der Gegend des Campamento von Guará. Dann fallen die Schichten nach Osten, östlich vom Corrego do Diamante aber wieder nach Westen, so daß hier eine Mulde überschritten ist. Noch weiter östlich folgt ein neuer Sattel, dessen Achse etwa mit der Wasserscheide zusammenfiel. Besonders in der Sattelachse sind die Schichten in kubische Felsmassen zerklüftet, und hier kommt es besonders zur Bildung von Pfeilern, Felstischen und ähnlichen Formen. Nach Joaquim Felício biegen die Quarzite

wieder steil abwärts und bilden den Gebirgsrand. Gerade in der Serra do Cabral sieht man die Beweise für Bildung der Quarzite in flachem Wasser. Häufig sind ganze Schichtflächen mit gut ausgeprägten Wellenfurchen bedeckt.

Aufschlüsse in den Kristall-Lagerstätten studierte ich in der Umgebung des Rio Guará. Wo zahlreiche Quarzkristalle (meist unreine Quarze) auf der Oberfläche liegen, wird gegraben. Am Campamento waren Gruben bis 10 m tief niedergebracht. Dabei war folgendes Profil aufgeschlossen:

0,5—2 m „Areia“ („Sand“). Eluvialer Schutt und Sand oder sedimentierter geröllführender Sand, der auch abgerollte Kristalle enthalten kann. Im allgemeinen liefert diese Schicht nichts Brauchbares.

2—3 m „Casalho“ („Kies“). Stückiger Kristallschutt.

0,5—1,00 m „Dente de cão“ („Hundezahn“). Feste Kristallmassen, Trüber Quarz, mit guten Kristallen verwachsen. Die besten Kristalle sollen unten sein.

2,00 m „Pizarra“ („Schiefer“). Fest verwachsene Quarzkristalle, nur selten gute Kristalle enthaltend, schiefrig verwachsen.

Bis 1,00 m und mehr „Gêsso“ („Gips“). Weißes oder rotgeflecktes Material, welches kaolinähnlich, aber völlig dicht und anscheinend amorph ist. Im frischen Zustand weich („Tabatinga“), im trockenen Zustand verhärtet. Dieser Schicht sind gute Kristalle auf- oder eingewachsen.

Liegendes: „Areia branca“ („weißer Sand“). Quarzit der Itacolumy-Serie, meist sandig zersetzt.

Auf einer großen Fläche waren in planlosem Abbau Hunderte von Löchern nebeneinander. Überall, wo man hier in die Tiefe grub, fand sich dieses Profil. Die Kristalle sind fest mit einander verwachsen und sicher auf primärer Lagerstätte. Da nun die Lagerstätte auf eine beträchtliche Strecke hin die Oberfläche bedeckt, muß ein flachliegender Lagergang vorliegen, der aufgedeckt wurde, indem die Abtragung den durch die Verwitterung zermürbten hangenden Quarzit entfernte und durch den Quarzgang aufgehalten wurde. Dies wird bestätigt an den etwa 5 km entfernten Gruben Sto Antonio do Guará, wo die flachen Gänge unter den Fels untertauchen. Mir wurde auch

berichtet, daß auf der 9 Leguas entfernten Grube Santa Rita (die ich nicht besucht habe) ein Abbau unter dem Felsen stattfand. Hier fand sich die Tabatinga auch am hangenden Salband. An der Boqueirão do Santo Antonio (zwischen Sto Antonio do Guará und dem Campamento) beobachtete ich den in Abbildung 17 dargestellten Lagergang, bei dem auch ein mächtiger Keil von „Gêsso“ vom Hangenden herabwuchs. Die Lagen größer und kleiner Kristalle waren scharf gegeneinander abgesetzt. Das liegende Salband war nicht zu sehen, die Höhe des Auf-

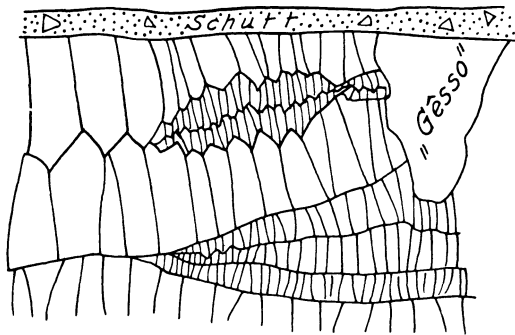


Abb. 17. Profilskizze eines Quarzitkristallganges der Serra do Cabral (Liegendes nicht erschlossen).

schlusses betrug 3 m. Wie mir Herr MARSCHNER in Joaquim Felício mitteilte, beutete er nordwestlich von diesem Ort die Lagerstätte Comechas aus, die mir auch im flachliegenden Teil der Sattelachse zu liegen scheint. Wenn nicht die Gänge diesen Teil der Gewölbe besonders bevorzugen, so ist doch mindestens hier die günstigste Gelegenheit zur Gewinnung, sobald die Abtragung so weit vorgedrungen ist. Dem ganzen Auftreten nach möchte ich die Gänge für extrem quarzreiche Pegmatite halten, und wenn das „Gêsso“ genannte Material wirklich zersetzter Feldspat ist, der dann an den Salbändern ausgeschieden wurde, so wäre das eine sichere Bestätigung. In dieser Deutung stimme ich mit LUCIANO JQUES DE MORAES (840) überein, der die Lagerstätte von Porteiras als einen 9,5 m starken Pegmatitgang schildert, der unter 30° nach Südwesten einfällt. Eine andere Deutung gab WALLS (799 und 916), der annahm, daß die irgendwelchen Diamantpipes entweichenden heißen Gase

den Quarzit aufgeweicht haben. Bei der Rekristallisation entstanden nach ihm die Kristalle. Auch die vertikalen flexiblen Quarzitschiefer bei Bôa Vista sind nach ihm keine Schieferungserscheinungen, sondern bilden das erste Stadium der Umbildung in Bergkristall durch heiÙe Lösungen und Gase. So soll der Kristallquarz zum ständigen Begleiter der Diamanten werden und bildet nach Ansicht dieses Autors den besten Hinweis auf das Vorhandensein von pipes. Es ist mir nicht bekannt, ob der Verfasser dieser Arbeiten Anhänger für seine Auffassung gewonnen hat.

Der größte reine Kristall, der meines Wissens in der Serra do Cabral gefunden wurde, wog 22 Kilo. Neuerdings fanden sich in der Lagerstätte von Buriti Kristalle, die nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn A. JAEP aus Buenopolis „Antimon“ eingesprengt enthielten.

D. Die Bambuhy-Serie.

I. Historisches.

Auf seinen Reisen hatte W. L. VON ESCHWEGE mehrfach Tonschiefer, grauwackeähnliche Quarzite und dunkle Kalke angetroffen, die jünger waren als sein Urgebirge und andererseits von den Sandsteinen überlagert wurden, die er „Rotthodt-liegendes“ nannte. Nach der damaligen Gliederung der Formationen stellte er ganz folgerichtig diese Schichten in das „Übergangsgebirge“. Zwar hat er an manchen Orten¹⁾ Teile dieser Schichten, die wir heute als zusammengehörig betrachten müssen, mit zu anderen Formationen gezogen, im allgemeinen deckt sich aber der Begriff seiner „Übergangsformation“ mit dem, was heute Bambuhy-Serie genannt wird. Auch CLAUSSEN (93) bezeichnet diese Schichten als „Übergangsgebirge“. LIAIS (193) nannte sie „terrains secondaires“, auf seine Altersbestimmungen müssen wir noch zurückkommen. Er hatte sie meist als Kreide bestimmt, was aber DERBY (237) bereits als irrig erkannte. DERBY nahm ?silurisches Alter an, und dabei ist es bis jetzt geblieben. Die Bezeichnung Bambuhy-Serie begegnet in der Literatur erstmalig bei E. RIMANN (739) und wird auf die gefalteten Schiefer von Bambuhy angewendet, die im westlichen Minas Geraes eine weite Verbreitung haben und Kalklager enthalten. Wie mir Herr RIMANN mitteilt, ist der Name jedoch vermutlich von HORACE E. WILLIAMS geprägt worden. Mit den Kalken von Bom Jesus da Lapa (Staat Bahia), nach welchen DERBY (237) das ?silurische Alter bestimmte, werden diese Gesteine zusammengefaßt, und die Serie soll nach E. RIMANN (739) auch bei Apiahy²⁾ in São Paulo auftreten.

¹⁾ Die Aufzählung derselben würde nur Seiten füllen, ohne unsere Erkenntnis zu fördern.

²⁾ Auf meine Anfrage teilte mir Herr E. RIMANN mit, daß sich diese Angabe auf Mitteilungen von H. E. WILLIAMS bezieht, und daß

1918 (942) zählt er dazu teils gefaltete, teils ungefaltete Schichten. BRANNER (747) geht merkwürdigerweise auf diese Bestimmungen seiner Vorgänger nicht ein und rechnet alle hier in Frage kommenden Schichten zum Perm, weil sie einen ähnlichen Gesteinscharakter haben sollen wie die permischen Gesteine Südbrasiens (indem sie sich aus Schiefern, Sandsteinen und Kalksteinen zusammensetzen. Die Fazies dieser Gesteine weicht aber sehr beträchtlich ab!) und ihre Verbreitung in Minas sich an die Verbreitung des Perms in São Paulo anschließen soll. Abgesehen von WALLS (799) und MAULL (806) haben alle Besucher von Minas diesen Irrtum von BRANNER erkannt, und in allen anderen Arbeiten ist deshalb die Bezeichnung „Bambuhy-Serie“ beibehalten worden. In früheren kurzen Mitteilungen (899, 919, 931) hatte der Verfasser die gefaltete Fazies und die ungefaltete Fazies unterschieden und letztere als *Geraes-Schichten* bezeichnet. Diese Scheidung soll auch hier vorgenommen und jede Fazies für sich behandelt werden. Um auch für die gefaltete Fazies eine kurze Bezeichnung zu haben, nenne ich sie *Indayá-Schichten*. Am Indayá westlich der Serra Capacête beobachtete ich sie in sehr typischer Ausbildung.

II. Die gefaltete Fazies der Bambuhy-Serie. (Indayá-Schichten.)

Zu den Gesteinen dieser Serie ist wenig zu bemerken, da sie äußerst gleichförmig sind. Es überwiegen tonig-feinsandige, in sigmoidalschiefrige Stücke brechende Gesteine, die allgemein in der Literatur als „Schiefer der Bambuhy-Serie“ bezeichnet werden und nur untergeordnet ebenflächige Schiefer eingeschaltet enthalten. Der Bruch des Gesteins ist nicht eben, sondern eher muschelig. Diese Schichten sind stark zusammengefaltet, so daß sie steil stehen. Bei einem Streichen nach Nordnordwest (im allgemeinen) fallen sie meist steil nach Westen. In großer Gleichförmigkeit reist man Meile um Meile über die harten Schichtköpfe dieses Gesteins, die vielfach nackt oder unter dünner Grasnarbe zutage treten, da es selten zur Bildung mäch-

es sich um die gleiche Serie handelt, die E. P. DE OLIVEIRA als Assunguy-Serie bezeichnete und in das Ordovicium stellte.

tigerer Verwitterungsrinden kommt. Häufig ist allerdings eine Rötung, die der Bambuhy-Serie am Ausbiß eigentümlich rotviolette Farben verleiht. Das frische Gestein ist graublau bis graugrün, jedenfalls dunkel. Ob eigenartig giftgrüne Gesteine, wie sie gelegentlich unter der Gondwana-Serie beobachtet wurden, die ursprüngliche Farbe oder fossile Umfärbungen bezeichnen, muß unentschieden bleiben mangels geeigneter aufklärender Aufschlüsse. Überhaupt sind Aufschlüsse, die eine Gesteinsfolge aufschneiden, sehr selten. Die Serie bildet runde weiche Hügelländer, die wasserarm und nur mit Gras bewachsen sind. Bloß wo sich die jüngeren Sandsteine darüberlagern, entsteht ein Quellhorizont, der auch in der Trockenzeit frischgrüne Vegetation bestehen läßt.

Den überwiegend feinstkörnigen, als Tonschiefer geltenden Gesteinen sind Bänke fester, bankiger, blaugrüner Quarzite von grobem Korn sowie schwarzer bis schwarzblauer, vielfach von weißen Kalkspatgängen durchzogener grobkristalliner Kalke eingeschaltet. Dieselben treten aber an Menge weit zurück und bilden untergeordnete „Linsen“. Nur stellenweise erreichen die Kalkzüge größere Bedeutung.

Diese äußerst eintönige Fazies der Formation hat eine sehr weite Verbreitung. Man sieht sie häufig in Bahneinschnitten, wenn man von Formiga über Bambuhy³⁾ nach Nordwesten reist. Weiter nördlich bildet sie den Sockel des Berglandes zwischen Rio Indayá und Rio São Francisco und die Unterlage der Gondwana-Serie bis zur Serra Matta da Corda. Immer wieder ist sie in den Tälern angeschnitten, auch wo sie von den sie bedeckenden Sandsteinen verhüllt wird. Im Rio Indayá westlich der Serra Capacête bilden die Quarzitbänke Klippen und sind mit schwarzen Kataraktrinden bezogen, und gleich jenseits der Furt, bei der Fazenda Mariano, steht Kalk an, der, soweit sichtbar, etwa 20 m mächtig ist und (wie die Schiefer)

³⁾ Vielleicht kommen hier aber auch flachgelagerte Schichten vor, die von mir nicht bemerkt wurden. L. W. V. ESCHWEGE (53) erwähnt nämlich „horizontale Tonschieferlagen“ vor Bambuhy. Aber auch Herr E. RIMANN hat solche ebensowenig wie ich gequert. Nach einer freundlichen brieflichen Mitteilung notierte er östlich und westlich Bambuhy N-S-Streichen und 30—50° westliches Einfallen, das auch steiler wird. Das deckt sich mit meinen obigen Angaben.

steil steht. Er streicht quer durch den Berg und kommt jenseits der Flußbiegung wieder heraus. Ähnlich ist das Auftreten im ganzen von dieser Formation eingenommenen Gebiet, so daß sich eine Detailschilderung erübrigt.

Bei der Gleichförmigkeit der ununterbrochen steilstehender Schichten und dem Mangel charakteristischer Leithorizonte ist eine Gliederung dieses offenbar sehr mächtigen Schichtenstoßes nicht durchzuführen, auch noch nicht in enger umgrenzten Gebieten.

III. Die Geraes-Schichten.

Die Geraes-Schichten werden als besondere Fazies behandelt, weil sie in der Gesteinsausbildung von dem vorstehend besprochenen Typus der Bambuhy-Serie abweichen, und weil sie flach tafelförmige oder leicht gefaltete Lagerung aufweisen. Ihre Eigenschaften sollen später im Zusammenhang behandelt werden, nachdem einige typische Profile geschildert worden sind.

a) Curvello — Hochland der Geraes.

Die Schichten sind als Geraes-Schichten bezeichnet worden, weil sie vom Verfasser im Hochland der Geraes westlich Curvello zuerst eingehender studiert wurden und, wie viele spätere Untersuchungen zeigten, daselbst auch typisch entwickelt sind. Von Curvello reichen ihre liegenden Sedimente aber auch weit nach Osten, wo sie erst am Paraúna-Wasserfall ihr Ende finden, indem sie an den Gesteinen der Serra do Espinhaço abstoßen. Wir behandeln zuerst von Curvello aus das Liegende in östlicher Richtung und schreiten dann von Curvello nach Westen in die hangenden Schichten vor, bis das Hochland der Geraes überschritten ist. Man vergleiche dabei die Karte (Tafel I).

Beobachtungen bei Curvello selbst. Nördlich Curvello an der Lagôa steht graugrüner harter, ziemlich massiger Quarzit an, der auch an dem Hügel nordwestlich, gleich jenseits des Rio Santo Antonio, austritt. Der Quarzit ist stark geschiefert, so daß die Schichtung fast verschwindet. Das Einfallen der Schieferung geht nach Ostnordost, das der

Schichtung nach Westsüdwest, das Streichen nach Nordnordwest. Dieselben Schichten, rot zersetzt und völlig zermürbt⁴⁾, sind am Wegeinschnitt von hier nach der Stadt zu mehrfach erschlossen. Ihr Einfallswinkel wird immer flacher. Am Nordrand der Stadt, wo die Brücke über den Rio S. Antonio geht, ist der gleiche Quarzit in einem alten Steinbruch erschlossen. Westlich Curvello steht Quarzit gleich oberhalb der Mündung des Rio S. Maria an. In der Stadt selbst ist man, wie mir Herr F. MERTINS, Curvello, mitgeteilt hat, bei der Anlage des Basilika-Brunnens im nördlichen Teile der Stadt ebenfalls auf harten Quarzit gestoßen. Auch am Ostende der Stadt, am Übergang über den Bach Passaginha, steht der Quarzit an und läßt den Übergang in rötlichen, mürben, sandigen Zersatz beobachten. Wir stellen also fest, daß Curvello oder wenigstens der größte Teil der Stadt auf einem festen bankigen Quarzit steht, der im folgenden der Kürze wegen als Curvello-Quarzit bezeichnet werden soll. Dieser Quarzit ist ein im frischen Zustande graues Gestein von großer Zähigkeit und besitzt sehr feines Korn. Er braust etwas mit Salzsäure, was auf schwachen Karbonatgehalt schließen läßt.

Reist man von Curvello nach Osten zum Rio das Velhas, so kreuzt man hinter Ypiranga eine Hochfläche, die keinerlei Aufschlüsse zeigt. Aus der Verwitterungsrinde ragen nur gelegentlich niedrige Quarzriffe als Ausgehendes von Gängen, die den Untergrund durchsetzen. Im Bett des Rio das Velhas (33 km von Curvello) steht ein blauer, sehr gut und ebenflächig spaltender Tonschiefer an, dessen Schieferungsflächen diagonal durch die sehr gut erkennbaren Schichtflächen durchsetzen. Im Hangenden von Schiefen sieht man bei Kilometer 49 von Curvello felsbildend einen gut gebankten Kalk anstehen, der stark zerklüftet ist. Die Klüfte fallen (ebenso wie die Schieferung des Schiefers) in östlicher Richtung ein. Der Kalk ist hellgrau oder dunkelgrau, feinkristallinisch und anscheinend z. T. dolomitisch. Seine Lagerung ist flach, und beim Abstieg in das Paraúna-Tal kommt darunter wieder Schiefer zum Vorschein, der auch im Fluß ansteht. Im Schiefer stellen

⁴⁾ Im Gehängeschutt findet man vielfach Quarzmassen, die aus Gängen des Untergrundes stammen müssen. Unter ihnen lagen bis 10 cm lange, wohlausgebildete Bergkristalle.

sich sofort wieder Quarzgänge ein. Schiefer mit dem hangenden Kalk setzen das Bergland bis zum Ort *Paraúna* (53 km von Curvello, 540 m hoch) zusammen, wobei der Kalk einen Felsstreifen bildet. Die Kalkgrenze fällt ganz flach nach Westen ein.

Hinter *Paraúna* reitet man über ein aus Schiefer bestehendes Bergland. Etwa 3 km vor den *Paraúna-Fällen* trifft man eine an einer Störung abgesunkene, schwach sattelförmig gebogene Kalkscholle, deren Liegendes Schiefer ist. Dann setzen weiße, z. T. konglomeratische Quarzite der *Serra do Espinhaço* ein. Die Grenze derselben wird von einer Verwerfung (oder Flexur) gebildet. In dem unübersichtlichen Gelände wäre dieselbe nur durch eine kartenmäßige Aufnahme festzulegen. Über die weißen Quarzite stürzt der *Rio Paraúna* 70 m tief herab. — Die hinter dem *Rio das Velhas* beobachteten Schiefer und Kalke weichen von den Gesteinen, wie sie für die *Geraes-Schichten* charakteristisch sind, etwas ab. Wenn sie auf der Karte mit dazu gerechnet wurden, so geschah es deshalb, weil sie vorläufig nicht anders unterzubringen sind. Es handelt sich also um ein Provisorium, das durch flächenhafte Begehungen vielleicht verbessert werden wird. Der Verfasser schnitt den Schichtenstoß nur an einer Reiselinie bei beschränkter Zeit, die keine Abstecher gestattete. Dasselbe gilt auch von den vermuteten Störungen.

Östlich *Tamboril*. Nördlich Curvello liegt die Station *Tamboril*, und östlich von ihr die *Fazenda do Cortume*. An dieser *Fazenda* steht Quarzit an, der wohl die Fortsetzung des *Curvello-Quarzits* sein dürfte. Von der *Fazenda* verläuft ein Tälchen nach Süden in die Berge, und in 3 km Entfernung steht ein Kalklager an. Dieser Kalk liegt im Hangenden des *Quarzits*. Seine untere Abteilung ist gut geschichtet durch schiefrige und feinsandige Zwischenlagen, darüber liegt massiger schwarzblauer Kalk mit weißen Kalkspatgängen. Er ist vertikal zerklüftet, die Klüfte sind vielfach zu Höhlen erweitert, die Oberfläche ist zerkarstet, im Innern der Höhlen sieht man Strudellöcher, Tropfstein und lehmig-sandige Sedimente, in denen Knochen gefunden sein sollen, die ich aber nicht gesehen habe. — Alle diese Dinge sind charakteristisch für die Kalke

der Geraes-Schichten. wie die späteren Beobachtungen im ganzen Gebiet ergaben.

Die liegenden gebänderten Schichten sind sehr feinkörnig. der massige Kalk hingegen gröber kristallinisch. Stark gequälte Pressungszonen durchziehen ihn. kleine Fetzen anderer Gesteine sind eingeschaltet. An manchen Stellen ist mit bloßem Auge eine eigentümlich körnige Struktur auffällig. Unter dem Mikroskop erkennt man da kugelige oder langgestreckte. aber auch gerundete Gebilde von überwiegend feinem Korn. doch ohne Strukturgesetzmäßigkeiten. Manche einseitig gebogene Querschnitte erinnern im Umriß an Muschelquerschnitte. Doch ist das Gestein sehr umkristallisiert. und organische Strukturen sind nicht erkennbar. Diese Gebilde liegen in einer grobkristallinen Grundmasse heller Kalkspatkristalle. aus der sie infolge der Feinkörnigkeit sich durch ihre Dunkelheit abheben.

Der *Tamboril-Kalk*, wie er der Kürze wegen heißen soll, bildet von hier südwärts einen Rücken. der nach Angabe von Herrn F. MERTINS fast bis Curvello reichen und auch nördlich der Fazenda (jenseits des Rio Picão⁵) wieder auftreten soll. wo er gebrochen wird.

Kalkgesteine (vielleicht des gleichen Horizontes?) stehen nordwestlich Curvello an auf der *Fazenda Tombador*. wo der Weg zur Fazenda den Bach kreuzt. der in den Rio Santa Maria fließt. Das Einfallen der Schichten geht schwach nach Westen. Im Bachbett ist während der Trockenzeit die Schichtenfolge sehr gut aufgeschlossen. Im liegenden Teil wechsellagern dünne Quarzitbänken mit Schieferlagen. Diese Bänken werden als Platten für Bauzwecke gewonnen. Nach dem Hangenden schieben sich dunkle Kalkbänke ein. die bis 0,5 m stark werden. Die dunkelblauen Quarzitbänken sind sehr feinkörnig. im Dünnschliff erkennt man abwechselnde Lagen verschiedenen Kornes mit parallelen Grenzen. Glimmer. der schon ohne Vergrößerung sichtbar wird. ist eingeflasert. Das Gestein ist stark gepreßt.

⁵) Der Rio Picão fließt nicht, wie die bisherigen Karten zeigen. nach Norden, sondern nach Osten an Tamboril vorbei und ist mit dem Fluß zu vereinigen, der nördlich vom Rio S. Antonio in den Rio das Velhas mündet.

Morro da Garça. Die Kamphochfläche nordwestlich von Curvello liegt bei etwa 680 m. Über sie erhebt sich der Morro da Garça als weithin sichtbarer Bergkegel bis zu 960 m. Westlich von ihm liegt das tiefeingeschnittene Tal des Rio Bicudo (siehe Tafel I). Die Wasserscheide zwischen diesem und dem Oberlauf des Rio Picão bildet ein bis fast 800 m sich erhebender Rücken, dem im Süden die kleine Kuppe des Morro do Boiadeiro aufgesetzt ist. Am nördlichsten Ende wird er gekrönt vom wesentlich höheren Morro da Garça, der somit einen Eckpfeiler des Tafellandes bildet. Hier setzen wir das Profil nach dem Hangenden fort. Auf dem Wege bis zum Fuß (die Entfernung von Curvello beträgt nach Mitteilung von Herrn F. MERTINS 27.6 km in der Luftlinie) ist das Anstehende stark zersetzt. Aus dem Zersatz läßt sich auf schiefrige Gesteine schließen, teils auf Tonschiefer, teils auch auf sehr feinkörnige quarzitische Schiefer. Schiefergesteine dieser Art setzen

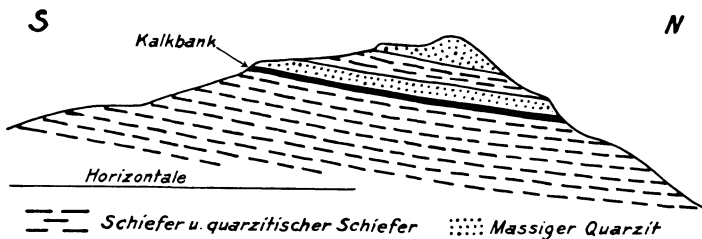


Abb. 18. Profil des Morro da Garça bei Curvello.

auch den Sockel des Berges zusammen (der Fuß ist mit mächtigem rotem Lehm bedeckt). Diese schiefrigen Gesteine sind dickplattig und sehr fest, äußerst feinkörnig (für das bloße Auge dicht), mit feinsten Glimmerblättchen auf den Spaltflächen. Die Quarzkörnchen sind so fein, daß sie erst bei stärkerer Vergrößerung sichtbar werden. Schichtweise sind sie stärker gehäuft. Man kann (entsprechend der Korngröße) besser von beigemengtem Quarzstaub sprechen. Über diesen dickschiefrigen Gesteinen (siehe Abb. 18) liegt eine nur wenige Meter starke Kalkbank (weiß, feinkörnig, von spätigen Kalkspatritrümern durchsetzt) und darüber gleich Quarzit (bankig, mit schiefrigen Lagen). Der Quarzit bildet eine steile Kante, über der sich das Profil verflacht. Er mag etwa 10 m stark sein.

Sein Hangendes bildet wieder Schiefer oder dünnplattiger Quarzitschiefer (frisches Gestein war nicht erschlossen). und diesen bedeckt wieder massiger mittelkörniger Quarzit mit vielen Glimmerblättchen. Er ist blaugrün gefärbt, liegt in großen Blöcken umher und bildet den Gipfel.

Nach Vista Alegre. Die Fazenda Vista Alegre liegt bereits auf dem Hochland der Geraes. Der Weg dorthin von Curvello folgt zunächst der Straße nach Bagre, die nach etwa 4 Meilen verlassen wird. Bis hierhin und noch eine Meile weiter bleibt man auf der etwa 680 m hohen Kampfläche, die keine Aufschlüsse zeigt. Aus gelegentlich sichtbarem Zersatz anstehenden Untergrundes läßt sich schließen, daß dünnplattige Gesteine (Schiefer oder quarzitischer Schiefer) unter der Verwitterungsrinde stecken. Etwa 1 Meile hinter der Abzweigung von der Straße nach Bagre steht man vor einem Steilrand, dessen Fuß bei 700 m liegt. Beim Aufstieg wird der Übergang über die Höhe bei 780 m erreicht. Dies ist der Rücken, der vom Morro da Garça herkommt⁶⁾. An der Übergangsstelle heißt er Alto do Boiadeiro, und wenig nördlich ist ihm der Morro do Boiadeiro nebst andern Kuppen aufgesetzt, die 800 m überschreiten dürften. An der überschrittenen Stelle besteht der Rücken aus ähnlichen schiefri-gen Gesteinen, wie sie am Sockel des Morro da Garça beobachtet wurden. Auf dem Alto do Boiadeiro liegt die Wasserscheide zum Rio Bicudo, in dessen System wir hinabsteigen. In einer Entfernung von 6½ Meilen von Curvello wird der Corrego do Almoço (690 m) erreicht, an welchem zum ersten Mal wieder frisches Gestein ansteht: Tonschiefer, der sehr ebenflächig spaltet und mit dem Schiefer, der früher im Bett des Rio das Velhas anstand. Ähnlichkeit hat. Er erscheint nochmals beim Abstieg zum Rio Bicudo (650 m). Jenseits von dessen Talsenke beginnt wieder ein Steilaufstieg, und nun wird erst das Hochplateau der Geraes erstiegen. Bankige Quarzite erscheinen erst wieder

⁶⁾ Auf der Karte von Brasilien 1:1 000 000 ist hier eine „Serra da Salta Ginette“ verzeichnet. Dieselbe existiert nicht, doch fällt der Ostrand unseres Rückens etwa mit deren östlicher Begrenzung zwischen diesem Punkt und dem Morro da Garça zusammen, wenn man an Stelle der 900 m-Kurve = 700 m einsetzt. 900 m werden hier nur am Morro da Garça erreicht.

an der Oberkante des Plateaus. Dessen Ostkante liegt über 900 m, die Oberfläche dacht sich ganz sanft nach Westen ab und hat 30—35 km weiter westlich eine Höhe von durchschnittlich 850 m. Dort liegt der Westrand, von dem das Plateau um rund 250 m schroff zum Rio São Francisco abfällt, der mit dem Rio Paraopeba ein weites Tal eingeschnitten hat. Dieses Hochplateau wird von Flüssen zerschnitten, die hier vorwiegend in südwestlicher Richtung abströmen. Ihr Quellgebiet liegt nahe an der Ostkante des Plateaus, von wo sie sich rasch in Südwest-Richtung eintiefen (Rio do Peixe, Rio Extrema). Sie haben das Hochplateau in eine Anzahl von Stücken zerlegt, die an der Ostkante ansetzen und sich in Plateauhöhe in westlicher und südwestlicher Richtung vorschieben. Die Ostkante ist viel einheitlicher. Da das flache Einfallen der Schichten auch mehr oder weniger westlich gerichtet ist, erscheint die Richtung der Hauptentwässerung im allgemeinen als eine Folge der Schichtneigung.

Nach Vista Alegre zu folgt man der Wasserscheide zwischen Rio do Peixe und Rio Extrema. Das Anstehende besteht aus Quarziten und schiefrig-plattigen Quarziten, doch ist wenig davon zu sehen. Einen Einblick erhalten wir erst bei Vista Alegre⁷⁾ selbst.

Vista Alegre. Die Fazenda liegt bei etwa 780 m in einem Seitental des Rio Extreminha am Corrego Pindahyba. Bei der Fazenda steht Quarzit an, in welchen sich auch der Bach einschneidet. Der Corrego Pindahyba fließt dauernd über nacktes Gestein, welches bei dem starken Gefälle eine ununterbrochene Folge von Wasserfällen erzeugt. Da die Schichten praktisch horizontal liegen, entsteht so ein treppenförmig eingeschnittenes Bett. Hier kann man nun zwei Typen des Quarzits studieren:

a) Plattenquarzit. Dieses Gestein spaltet nach den Schichtflächen in Platten verschiedenster Stärke bis zur Dicke einer Schieferplatte⁸⁾ herab. Da die Platten sehr parallellflächig sind

⁷⁾ Hier werden nur die Geraes-Schichten behandelt. Über die Reste der Gondwanaserie, die darüber liegen, vergleiche hinten.

⁸⁾ Ich vermeide den Ausdruck „Quarzitschiefer“ für dieses Gestein, weil er vergeben ist für Gesteine des kristallinen Grundgebirges (z. B.

und Stücke mit großer Fläche gewonnen werden können, finden sie in den Fazenden gern Verwendung für verschiedene Zwecke. Das Gestein ist mittelkörnig bis außerordentlich feinkörnig und hat die blauschwarze bis blaugrüne Farbe des ganzen Profils. Auf den Schichtflächen sieht man Wülste und Vertiefungen, Wellenfurchen in allen Größen und in jeder Schärfe der Ausbildung, Trockenrisse, somit Kennzeichen der Ablagerung in flachem Wasser. Dieser ebenflächige, dünn-schichtige Plattenquarzit wechsellagert mit

b) massigen Quarziten. Die Korngröße derselben ist wohl im Durchschnitt gröber, wenn auch ziemlich feinkörnige Typen dabei vorkommen. Dieser Quarzit bildet dicke Bänke oder langgestreckte, dem Plattenquarzit zwischengelagerte Linsen, die sich an ihren Rändern in kleine Linsen auflösen und so allmählich auskeilen. An den Berghängen bilden diese Bänke Stufen, sobald sie einige Mächtigkeit erreichen, während die Plattenquarzite flachere und weichere Formen bedingen (wo letztere stark zersetzt sind, kann ihr Verwitterungsprodukt mit dem schiefriger Gesteine Ähnlichkeit besitzen). So sieht man überall an den Hängen schon aus der Ferne horizontale Linien und Stufen, auch wo die gelbe Lehmdecke und Graswuchs das Gestein verhüllen. Häufig bilden auch die dicken Bänke an den Flanken tief eingeschnittener Täler (z. B. am Rio Extrema) mehrere übereinanderliegende horizontale Blockreihen. Manche dieser Blöcke werden bei der Verwitterung (Insolation!) in große runde Ellipsoide verwandelt. Von ihnen schuppen sich gewölbte Schalen ab wie Hüllen, und eine solche Schale sah ich an einer Hütte als Wasserbassin.

In allen Taleinschnitten kann man die geschilderten Eigenschaften der „Geraes-Quarzite“ studieren. Besonders schön hat sie der Rio Extrema freigelegt. Unterhalb des Zusammenflusses mit dem Extreminha quert ihn der Weg in einer Furt. Auf horizontalen Quarzittafeln wird er überschritten, die 0.10 bis 0.30 m stark und durch Sprünge schnurgerade wie mit dem Lineal in riesige Platten zerschnitten sind, die wie große Schiefertafeln im Fluß liegen. Ihre Oberflächen sind mit aus-

„Krummendorfer Quarzitschiefer“), die einem ganz anderen Gesteinstypus angehören.

gezeichneten Rippelmarken bedeckt. Wie an allen während der Trockenzeit herausragenden Klippen ist das grüne Gestein mit schwarzen Kataraktrinden überzogen. Einige Kilometer unterhalb dieser Stelle bildet der Quarzit zwei ansehnliche Wasserfälle, an denen er auch über schnurgerade abgeschnittene Gesteinsplatten stürzt.

Tiefere Schichten sind südlich der Fazenda Vista Alegre freigelegt. Von der Fazenda Pau de Araujo stürzt ein Bach, der Corrego Buritinho, steil in die Tiefe und bildet eine fortlaufende Folge von Fällen und Schnellen. Er legt ein vollständiges Profil durch die Quarziterie bloß. In dem dünnplattigen, feinkörnigen, stellenweise fast einem Schiefer gleichkommenden Gestein liegen immer wieder Bänke des massigen Quarzits. Im unteren Drittel fand sich eine Quarzitebank, die mit Salzsäure leicht braust. Nach steilem Abstieg gelangt man in die breite Talfläche des Rio Cedro, der kurz darauf aus dem Hochland heraustritt und in den Rio do Peixe mündet. Hier wird die Unterkante der Quarziterie erreicht und man tritt in dünnplattige, feste, wohl immer noch etwas sandige Schiefer ein, die ganz denen vom Corrego do Almoço gleichen. Der Schieferhorizont streicht also von Ost nach West unter dem Hochland der Geraes durch und bildet die Unterlage der Quarzite, die das Hochplateau aufbauen. Während die Quarzite dunkel-blau-grüne Farbe besitzen, sind diese Schiefer heller und gehen in einen Schiefer über, welcher sehr hellgrün wird, viel geringere Spaltbarkeit besitzt und sich durch eingesprengte große Pyritwürfel auszeichnet, die bis 2 cm Kantenlänge erreichen und zu noch größeren Aggregaten verwachsen sind. Diese Schiefer sind noch weiter nach Süden zu verfolgen. An dem Weg, der nach Salto führt, fanden sich südlich vom Rio Cedro ganze Flächen mit oxydierten Pyritwürfeln bestreut, die bei der Verwitterung des Schiefers als Lesedecke übrig geblieben waren.

Bagre. Wo der Rio do Peixe aus dem Hochplateau heraustritt, liegt südlich von ihm ein massiger Berg, der Morro da Cabeça. Von diesem Berg, der den südwestlichen Eckpfeiler des Hochlandes der Geraes bildet, zieht der Steilrand

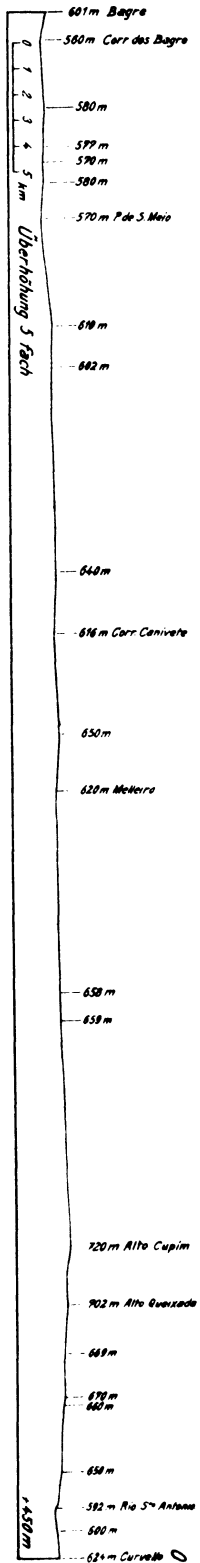


Abb. 19.
Profil des Weges Curvello — Bagre
(aufgenommen von Dr. Arlindo Araujo).

nach Osten, und nach etwa 15 km biegt er nach Norden um nach dem Rand, den wir früher westlich vom Bicudo-Tal erstiegen haben. Dies ist die südliche Begrenzung des eigentlichen Hochlandes, das sich auf 850—900 m durchschnittlich erhebt. Von ihm zweigt noch ein Rücken mit durchschnittlich 700 m Höhe nach Osten ab, der das Quellbecken des Rio Bicudo umfaßt und sich über Alto do Boiadeiro zum Morro da Garça wendet, in welchem noch einmal 960 m erreicht werden. Der Südrand dieses Rückens bildet die Fortsetzung des Südrandes der Geraes. Der Steilrand erstreckt sich also vom Morro da Cabeça in fast östlicher Richtung, und südlich von ihm liegt tieferes Land, nämlich die Campfläche, die wir westlich von Curvello teilweise überschritten hatten (bis zum Fuß des Morro da Garça und Alto do Boiadeiro). Auch Bagre liegt auf dieser Fläche in 590—610 m Höhe. Das muß hervorgehoben werden, weil die Übersichtskarte 1 : 1 000 000 zwischen Bagre und Curvello einen sich noch weiter nach Süden erstreckenden Gebirgszug, die Serra do Salto Ginette mit mehr als 900 m verzeichnet, der nicht existiert und von dem die Bewohner hier nicht einmal den Namen kennen. Daß das Hochplateau im Norden bleibt, zeigt auch die Aufnahme des Weges von Curvello nach Bagre, die Herr Dr. ARLINDO ARAUJO in Curvello ausgeführt und mir freundlichst mitgeteilt hat (Abb. 19) und die nur auf kurze Strecke hinter Curvello 700 m übersteigt.

Bei Bagre hat sich nichts am Aufbau geändert. Gleich nördlich von Bagre stehen im Corr. Madureiro, der zum Rio dos Bagres fließt, Plattenquarzite an. Etwa 2—3 km weiter gelangt man an die Fazenda Patrimônio de Nossa Senhora da Piedade, die von einem Bach durchschnitten wird, in welchem auch dünnplattiger Quarzit ansteht. Am Abhang aufsteigend kommt, nur wenige Meter mächtig, eine Kalkbank zum Vorschein, sofort angezeigt durch die Gehäuse faustgroßer Schnecken. Es ist der für die Geraes-Schichten übliche schwarze, von weißen Kalkspatgängen durchzogene Kalk⁹⁾.

⁹⁾ In Bagre ist nach FRANCISCO DE PAULA BôA NOVA (890) in 20 m tiefen Brunnen schwarzer Kalk im Schiefer angetroffen worden.

Von hier nach Westen wurden im Flußbett des Rio Paroepaba bis zu seiner Mündung in den Rio São Francisco nur dünn-schichtige oder plattige, graugrüne Quarzite beobachtet, meist horizontal. Nur gelegentlich bemerkt man äußerst schwache Verbiegungen.

b) Lassance — Porto Faria.

Auf der nördlichen Route, auf welcher das Hochland von Geraes von Westen (Mündung des Abaeté) nach Osten (Lassance) überschritten wurde, waren Quarzite der Geraes-Schichten in mehreren Flüssen unter der Gondwanaserie angeschnitten. Besonders tief hat sich der Rio Cotovello eingegraben, und an der Übergangsstelle war eine schwache Neigung nach Westen zu beobachten. Östlich vom Cotovello verdecken nochmals die Gondwana-Sandsteine den Untergrund. Erst von der Fazenda Barrreira an treten ausschließlich die Geraes-Schichten an die Oberfläche. Zunächst sieht man nur Quarzit. Etwa 3,5 km östlich der Fazenda streicht ein fast schwarzer Kalk aus, der überschritten wird, und dessen Ausbiß auch am gegenüberliegenden Talhang sich deutlich als Band markiert. Sein Einfallen läßt sich so aus der Ferne auf größere Strecke hin mit 6° messen. Das Liegende wird von schiefrigen Gesteinen gebildet, die gefaltet sind. Es scheint mir aber keine echte, sondern eine Faltungs-Diskordanz vorzuliegen (disharmonische Faltung im Sinne von STILLE). Der hangende mächtige Quarzit verhielt sich starr. Beim Abstieg nach Lassance ist wegen tiefgründiger Verwitterung und Bedeckung mit Lehm und hochgelegenen Schottern des Rio das Velhas (sie liegen auf Hügeln, die sich etwa 200 m über das heutige Bett erheben) nichts mehr zu sehen. Erst kurz vor Lassance steht im Fluß wieder Quarzit an, der in leichte Falten gelegt ist.

Ähnlich ist der Aufbau bei Porto Faria. Im Rio das Velhas steht Plattenquarzit an, welcher flach nach Westen einfällt. Auch an der nordöstlich liegenden Serra do Anil erkennt man dieses Einfallen. Sie baut sich unten aus Plattenquarzit auf, darüber liegen dünnplattige Schiefer oder quarzitisches Schiefer, die einen griffeligen Zerfall haben. Diese Schichten werden oben horizontal abgeschnitten und

von Schottern (400 m über dem Fluß) überlagert. Etwa 2 km südlich Porto Faria steht wieder der dunkle, von weißem Kalkspat durchtrümmerte Kalk an. Sonst überwiegt der Quarzit. Die Kalke bilden immer Linsen im Nebengestein, auch wenn sie als Bänke eine weitere Verbreitung haben. Wo der Rio Cotovello in enger Schlucht aus dem Gebirge tritt, schließt er graue schiefrige Gesteine auf mit Pyrit, die nicht sehr dünnplattig sind und muschelrig brechen, darüber folgt Plattenquarzit, dem dicke Quarzitbänke eingelagert sind. Weiter oberhalb sollen mehrere bedeutende Wasserfälle sein.

Nordöstlich Lassance ist in der Niederung des Rio das Velhas nichts Anstehendes zu sehen, nur im Flußbett flach gelagerter, schwach verbogener Quarzit. Erst unmittelbar am Gebirgsrand tauchen die Geraes-Schichten auf und sind steil aufgeschleppt, und es kommen sehr ebene flächige Tonschiefer zum Vorschein, wie sie auch östlich von Curvello den liegenden Horizont bildeten. Im Liegenden erscheinen Quarzite der Itacolomy-Serie, und zwischen diesen und den Geraes-Schichten ein Konglomerathorizont, auf welchen noch einzugehen ist.

c) Die Geraes-Schichten westlich vom Rio São Francisco.

Die Fazies der Geraes-Schichten geht im südlichen Teil des bereisten Gebietes nur wenig, im nördlichen Teil sehr erheblich nach Westen über den Rio São Francisco hinweg. Reist man von der Mündung des Rio Paraopeba nach Süden, so bleibt man dauernd in ihnen. Sichtbar werden sie allerdings nur in den Flußbetten des Rio Prata, Rio Curral Velho und Rio São Vicente. Letzterer zeigt den Plattenquarzit besonders schön oberhalb der Stelle, wo der Ribeirão Forquilha in ihn mündet. Er ist leicht geneigt. Von hier nach Nord-Nordwesten kommt bis zur Serra Quadrata kein anstehendes Gestein mehr zum Vorschein. Auch diese (ein Tafelberg) ist größtenteils mit Verwitterungsrinden und Busch überzogen. Stücke eines glimmerigen Schiefergesteins und graugrünen Quarzits liegen am Hang. Auf der Oberfläche liegen Stücke eines durch Brauneisen vererzten Sand-

steins, den in das Profil einzugliedern die Aufschlüsse nicht ausreichen. Er weicht von den Geraes-Gesteinen ab.

Südwestlich der Serra Quadrata liegt eine mit Gras bewachsene Hügelzone, aus der sich besonders deutlich der Morro Mamote, ein spitzer Kegel, hervorhebt. Der Sockel besteht aus Schiefer, der allerdings nirgends frisch hervorkommt. Auf dem Gipfel findet sich wieder ein durch Brauneisen verkitteter Sandstein sowie ein Konglomerat, dessen Gerölle durch Sandstein verkittet sind. Bei der Verwitterung werden sie frei und bedecken weithin die Fläche. Man könnte hier schon Gondwana-Serie vermuten, doch liegt die Auflagerungsfläche fast 200 m tiefer als sonst. Auch an hochliegende Flußschotter könnte man denken (der Rio São Francisco fließt rund 150 m tiefer). Ich lasse die Frage noch unentschieden.

Von hier nach Süden wurden bis zur Stadt A b a e t é keine Aufschlüsse festgestellt. In der Stadt sieht man oft Plattenquarzit verwendet. Von da westlich sieht man bald die gefaltete Bambuhy-Serie, deren steilstehende Schiefer in der Serra Gamelão fast nordsüdlich streichen und nach Westen fallen. Von da nach Westen herrscht diese Fazies.

Auf der nördlichen Route (siehe die Karte, Tafel I) wurde noch bei São Lourenzo die gefaltete Bambuhy-Serie beobachtet. Hinter São Gonçalo ist die Faltung schwächer, und die ebenflächigen Schiefer und plattigen Quarzite überwiegen. Bei Canôas liegen zwischen Störungszonen, an denen die Schichten zerknittert sind, flache Zwischenschenkel, in denen die Quarzite fast horizontal liegen. Die Schichtflächen der Quarzitplatten zeigen Wellenfurchen, Trockenrisse und problematische Figuren, ganz ähnlich wie auf den Geraes bei Vista Alegre. Auch am Rio Bonito steht flachgelagerter Quarzit an, doch nicht in ebenflächigen Platten, sondern in Bänken mit welligen, flachlinsenförmigen Oberflächen. Fast horizontale schiefrige und bankige Gesteine halten an bis zum Rio São Francisco und setzen sich jenseits im Hochland der Geraes fort, das nun weiter nördlich wieder überschritten wurde.

Flußabwärts fließt der Rio São Francisco wohl nur über Geraes-Schichten, deren harte Quarzitbänke mehr-

fach Schnellen bilden, weshalb er hier nur noch mit Booten befahren werden kann. Die bedeutendsten Schnellen liegen bei Pirapóra. Der Strom ist dort 700 m breit, von denen an den Schnellen in dem abnorm trockenen Jahr $\frac{9}{10}$ trockenlagen. Das Gestein bilden bankige Quarzite der Geraes-Schichten, die unter sehr flachem Winkel geneigt sind und Wellenfurchen auf den Schichtflächen zeigen. In Rinnen, die durch Zerklüftung entstanden sind, schoß das Wasser hin. Die starken Platten sind durch Strudellöcher durchbohrt, und auf manchen großen Felsplatten liegen hunderte solcher Löcher in selten schöner Weise nebeneinander, teils schon durch Wegschleifen der Wand miteinander verbunden. Sie erreichen 1 m im Durchmesser und sind z. T. noch mit Steinen gefüllt, oder wieder; denn aus ihnen sollen früher Diamanten gewaschen worden sein.

Von Pirapóra reichen die Geraes-Schichten noch weit flußabwärts bis nach Bahia hinein (siehe später, Hauptteil H).

d) Die Mulde zwischen Serra de Minas und Serra do Cabral (Curumatahy-Mulde).

Zwischen der Serra Mineira und Serra do Cabral liegt ein breites Becken, in welchem Geraes-Schichten eingemuldet sind. Dies Becken hat bei Buenopolis eine Breite von 16 bis 17 km. Der wichtigste Fluß, der dasselbe durchfließt, ist der Rio Curumatahy.

Im Jahre 1928 betrat ich dies Gebiet zum ersten Male nach einer Überquerung der Serra do Cabral und erreichte es bei Joaquim Felicio. Der höchste Punkt, der auf der Serra do Cabral gemessen wurde, lag bei 1210 m. Noch nahe dem Ostrande des Gebirges befindet man sich bei 1100 m, die eigentliche Kante, an welcher nach Osten der Steilabfall nach Joaquim Felicio erfolgt, wurde mit etwa 1000 m bestimmt. Der Abfall liegt fast im Fallen der Schichten, welches 35° beträgt. Bis zum Rio Imbaraçãia fällt das Gelände schroff um rund 375 m ab. Westlich von diesem Fluß auf dem wasserführenden Schuttkegel, den der Corr. Tabôa bei seinem Austritt aus dem Gebirge vor dem schluchtartigen Talausschnitt gebildet hat, liegt der alte Ort Tabôa, eine

fruchtreiche Oase inmitten eines Gebietes, das während der Trockenzeit vollständig verdorrt; und östlich der neuere Ort Joaquim Felicio (645 m). Bei Joaquim Felicio sind schiefrige Gesteine der Geraes-Serie zu sehen, aber in stark verwittertem Zustand. Sie sind stark sandig. Weiter östlich liegen flache Hügel ohne Aufschlüsse, auf dem Rücken kommen jedoch Kalke zum Vorschein, die sehr eigenartig sind. Der sichtbare Teil des Kalklagers ließ sich in einen liegenden und einen hangenden Teil trennen. Der liegende Kalk war deutlich geschichtet. Es wechsellagerten in dem ziemlich feinkörnigen Gestein dunkelschwarzblaue Bänkechen (einige Millimeter bis einige Zentimeter stark), die bei der Verwitterung eine hellgraue Farbe annahmen, mit ähnlichen braun verwitterten Lagen. Feine Kalkspattrümer setzen in der Schichtrichtung und quer zu ihr durch. Die Grenze zu dem hangenden Kalk war leider nirgends abgeschlossen. Dies ist um so mehr zu bedauern, als er möglicherweise Stücke des Liegenden in sich aufgenommen hat. Ein Teil des hangenden Kalkes hat die Beschaffenheit, wie sie für die blauschwarzen, von weißen Kalkspattrümmern durchzogenen Kalke der Geraes-Schichten charakteristisch ist. An anderen Stellen tritt aber eine starke Schieferung hervor oder er ist von geschieferten Zonen durchsetzt. Hier besitzt er konglomeratische Struktur. Die Grundmasse enthält blauschwarze, teils eckige, teils gerundete Stücke eines älteren Kalkes, die sich auf der frischen Bruchfläche kaum abheben, aber bei der Verwitterung sehr deutlich werden, weil sie dann vielfach eine hellgraue oder braune Farbe annehmen oder auch eine sehr stark ausgeprägte Schichtung, wie sie bei dem liegenden Kalk geschildert wurde, erkennen lassen. Die Schichtflächen schneiden an der Grundmasse scharf ab. Auch schiefrige Einschlüsse treten auf, die schon durch ihren Seidenglanz sich abheben. Der Kalk muß also ältere Schichten aufgearbeitet enthalten, die in eine ihnen sehr ähnliche Grundmasse eingebettet sind. Die Strukturen des Kalkes erinnern im Dünnschliff an die Strukturen organischer Kalksande. Gebogene Querschnitte, wie sie Zweischalern eigentümlich sind, runde ooidartige Körnchen usw. heben sich ab, aber

das Ganze ist doch so stark kristallinisch, daß eine Bestimmung nicht möglich erscheint.

Ein weiter südlich gelegenes Profil legte ich 1930 zwischen *Teixeiras* und *Buenopolis* durch die *Curumatahy*-Mulde. Damals kam ich von der *Serra Mineira*, von *São João da Chapada* (siehe die Karte, Tafel I). Von *São João da Chapada* an bleibt man zunächst in Gesteinen der *Espinhaço*-Formationen, und zwar überwiegend in Quarziten. Etwa vom *C. da Paciencia* ab ändert sich der Aufbau. Der Untergrund seines breiten Tales ist anscheinend tonig, was zwar nicht anstehend beobachtet wurde, aber nach den sanften, weichen Formen, den grasbedeckten Hängen, der außerordentlichen Talweite (im Gegensatz zu den Tälern im Quarzgebiet) und nach den zahlreichen Termitenbauten vermutet werden kann. Bei *Santa Rita*, nach dem *Corr. das Borges* zu, wird eine Wasserscheide überschritten, auf welcher ein weißer bankiger Quarzit über feinkörnig glimmerigem Gestein ansteht. Folgt man dem *Corr. das Borges*, so trifft man auf sehr mannigfaltige Schiefer, feinkörnige und grobe Quarzite, über deren Altersstellung erst auf Grund flächenhafter Aufnahmen sichere Angaben gemacht werden können. Durch das Gebiet gehen Störungszonen (der Quarzit zeigt zerbrochene und gepreßte Zonen) und vielleicht auch Diskordanzen, die mit einem Reiseprofil nicht erfaßt werden können. Wo der *Corrego das Borges* in steiler Schlucht plötzlich am Gebirgsrand hinunterfällt, biegt der Weg nach links ab, überwindet einen Rücken und steigt am Außenhang des Gebirges schroff ab. Am Gebirgsrand stehen noch weiße Quarzite an, dann folgte eine Serie sandig-toniger glimmerführender Gesteine, denen aber noch helle Quarzite mit Diagonalschichtung und Wellenfurchen eingeschaltet sind. Auf der letzten Höhe, von wo man das breite Becken der *Geraes*-Schichten bis zum jenseitigen Rand (*Serra do Cabral*) übersieht, steht geröllführender Sandstein an. In einer sandigen Grundmasse liegen große und kleine Gerölle von Quarzit. Hier beginnt der eigentliche Abstieg in das Vorland des Gebirges. Man sieht nur bankigen Quarzit, der sehr feinkörnig wird und vielfach gerötet ist. Erst am Fuß beginnen die sicher zu bestimmenden, unverkennbaren *Geraes*-Schichten.

ten. Vorliegende Hügelskuppen bestehen aus Schiefer, der z. T. mit Eisen imprägniert ist und eine violette Verwitterungsfarbe aufweist. Darüber liegen einige Meter feinsandige dünnplattige Schiefer, dann ein feinsandig-toniges, gebanktes Gestein. Dünnplattige, wohl meist feinsandige Schiefergesteine kommen bei *Teixeiras* nur gelegentlich heraus. Das Einfallen ist nach Nordwesten gerichtet (siehe Abb. 20) und verflacht sich rasch mit der Entfernung vom Gebirge.

Jenseits des Curumatahy fehlen zunächst Aufschlüsse, dann gelangt man in dunklen Kalk der Geraes-Schichten (siehe auch Tafel I). Wendet man sich nach dem Corr. Doce, so gelangt man bald in hangende Schiefer und Quarzite, während der Kalk im Westen als zerkarsteter trockener Felszug uns begleitet und an seinen nördlichsten Ausläufern berührt wird. Ein dritter Kalkausbiß wird östlich Buenopolis am Fuße des letzten Bergkammes gequert. Alle Kalke gehören dem gleichen stratigraphischen Horizont an. Die Schichten bilden eine im nördlichen Teil flache Mulde, die nach Süden zu in zwei Spezialmulden zerfällt, die durch einen besonderen Sattel getrennt werden, in welchem der Kalk wieder herauskommt (siehe Tafel I). Das wird klar, wenn wir weitere Profile durch das Becken legen. Das nördlichste Profil reicht von Buenopolis nach Corrego Olho d'Água. Bei Buenopolis stehen dünnplattige quarzitische Schiefer an. Wenig östlich erhebt sich ein scharfer Rücken, etwa Nord-Süd-streichend, an dessen Fuß Kalk ansteht, dessen Gipfel aber von grobkörnigem, massigem (nicht nach den erkennbaren Schichtflächen spaltendem) äußerst hartem Quarzit gebildet wird, der nach Osten fällt. Der Nord-Süd-streichende Kamm ist durch den Quarzitausbiß bedingt. Es folgen quarzitische Schiefer, und jenseits des Rio Salobro wieder massiger Quarzit, der auch nach Osten fällt. Aus diesem Grunde wurde hier ein höherer Quarzithorizont angenommen¹⁰⁾. Noch vor dem Corrego Serrinha ist das Ein-

¹⁰⁾ Weiter östlich bemerkt man jedoch Spezialfaltungen. Es muß deshalb immer mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß der zuerst überschrittene Quarzit durch besondere Störungen wieder hochkommt, daß also eine Art Fortsetzung der südlichen Spezialfalte noch bis hierhin reicht.

Skizze der Mulde zwischen Serra de Minas u. Serra do Cabral.

Aufgenommen von B.v. Freyberg
1930.

0 1 2 3 4 5 km

--- Reisewege

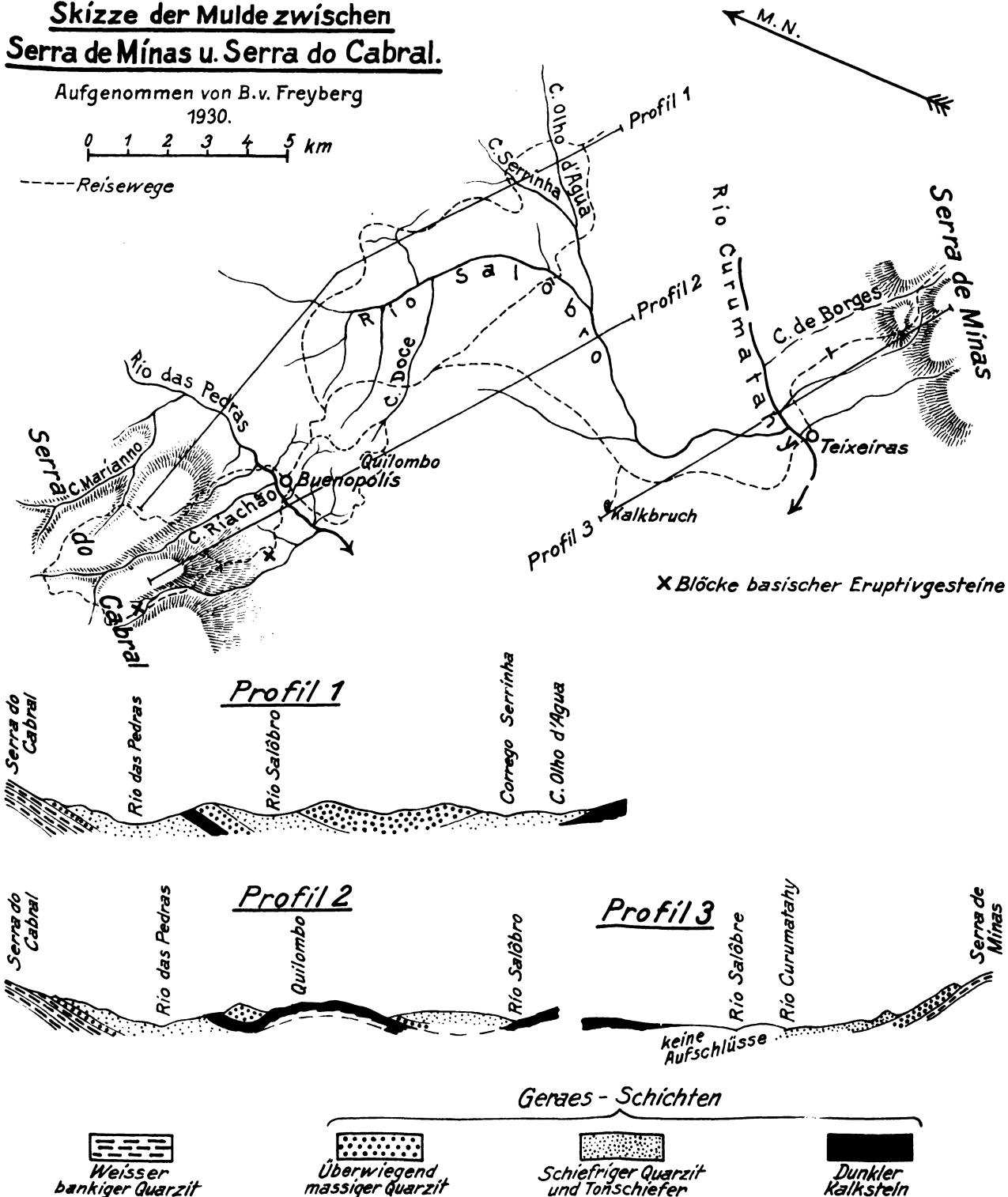


Abb. 20. Karte der Curumatahy-Mulde.

fallen nach Westen gerichtet, dann sind mehrfach quarzitisches Schiefer zu sehen mit Spezialfalten. Bis hinter Olho d'Agua wurde wieder östliches Fallen beobachtet (diese kleineren Fallrichtungen konnten in dem Profil Abb. 20 nicht berücksichtigt werden). Jenseits Olho d'Agua im Wald kam der Kalk in einzelnen Blöcken zum Vorschein, ohne daß Streichen und Fallen festzustellen war. Das in Abb. 20 eingetragene Generalfallen beruht deshalb nur auf einer Vermutung, die sich aus dem allgemeinen Bau ableiten läßt.

Ein südliches Profil schneidet durch Quilombo. Am südlichen Rande von Buenopolis schneidet ein Nebenfluß des Rio das Pedras quarzitisches Schiefer an mit tonigen (und vielleicht zersetzten mergeligen?) Zwischenlagen. Das Streichen beträgt MN 15 Ost, das Fallen 30° Ost. Dieselben Gesteine erschließt der 1 km weiter südlich fließende Bach, und sie halten eine Strecke weit nach Osten an, bis sie nach einer schwachen Zwischenlage massigen Quarzits vom Kalk überlagert werden, der in großer Mächtigkeit bis Quilombo anhält. Nördlich vom Weg erhebt sich eine aus Quarzit bestehende Steilkuppe. Das ist der massige Quarzit, der weiter nördlich im Hangenden des Kalkes überschritten wurde und hier sein südliches Ende erreicht. Bei Quilombo befinden wir uns in dem mittleren Spezialsattel und östlich davon lag der Weg von Teixeiras, an dem die hangenden Gesteine anstanden. Auch hier machen sich Spezialstörungen bemerkbar.

Es fehlen zur Vervollständigung noch die liegendsten Schichten westlich Buenopolis am Rande der Serra do Cabral. Wir ersteigen dieselbe südwestlich vom Corr. Riachão. Im Rio das Pedras stehen quarzitisches Schiefer an. Am Fuß des Gebirges (der Punkt heißt Algodão) liegen Blöcke eines basischen Eruptivgesteins, durch dessen Zersetzung wohl auch der rote Lehm entstanden ist, der das Anstehende hier verhüllt. Beide verschwinden am Weg beim Aufstieg, dafür erscheint ein ausgebleichter Quarzit, der durch sein feines Korn, seine Dünnpflichtigkeit, seinen Tongehalt und durch gelegentliche violette und rosafarbige Verwitterungsrinden wohl noch zu den Geraes-Schichten gerechnet werden muß. In diesem Fall würden wir aber hier ein Beispiel dafür haben, daß basische Gänge auch diese

Serie noch durchsetzen. Weiter nach dem Liegenden werden diese Quarzite noch feinschichtiger, fast zu feinsandigen Schiefnern mit ausgezeichneten Wellenfurchen. Diese wieder werden von bankigem, dunklem, feinkörnigem Quarzit unterlagert, der rund 50 m stark sein mag und braun verwiterte Klippen bildet. Er wird von Quarzgängen durchsetzt. An einem Punkte fand sich roter Zersatz eines ? Eruptivgesteins sowie Bildung von Eisenkrusten. Dieser Quarzit wird als das Liegendste der Geraes-Schichten angesehen. Das sonst in diesem Horizont häufig beobachtete Konglomeratlager wurde nicht gesehen. Das Liegende scheinen vielmehr unmittelbar die weißen Quarzite mit Diagonalschichtung und

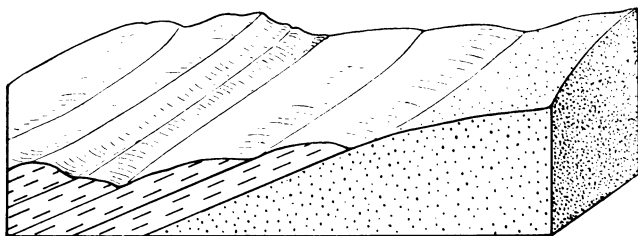


Abb. 21. Blockdiagramm des Abfalls der Serra do Cabral westlich Buenopolis, von Norden gesehen.

Wellenfurchen zu bilden, die man der Itacolomy-Serie zu-rechnet. Sie stehen in dicken Bänken an dem Bach an, der aus dem Gebirge herauskommt.

Von den randlichen Höhen ist der Gebirgsabbruch sehr gut zu überblicken. Er wird durch die steil einfallenden Schichten gebildet, und zwar fallen Geraes-Schichten und Itacolomy-Serie unter gleichem Winkel, so daß von einer Diskordanz nichts zu sehen ist. An den Formen des Reliefs ist der Formationswechsel äußerst klar zu erkennen (Abb. 21). Die Geraes-Schichten haben weichere Formen, bilden kleine Schichtstufen und sind von Gras oder lichtem Busch bestanden. Ihr Liegendes bildet dunkle Felsen, deren Lücken mit dichtem Busch bestanden sind.

Folgt man dem Tal bis auf die Höhe der Serra do Cabral, so bleibt man in den weißen, zu mürbem Sandstein verwit-ternden, felsbildenden Quarziten der Itacolomy-Serie. Sie

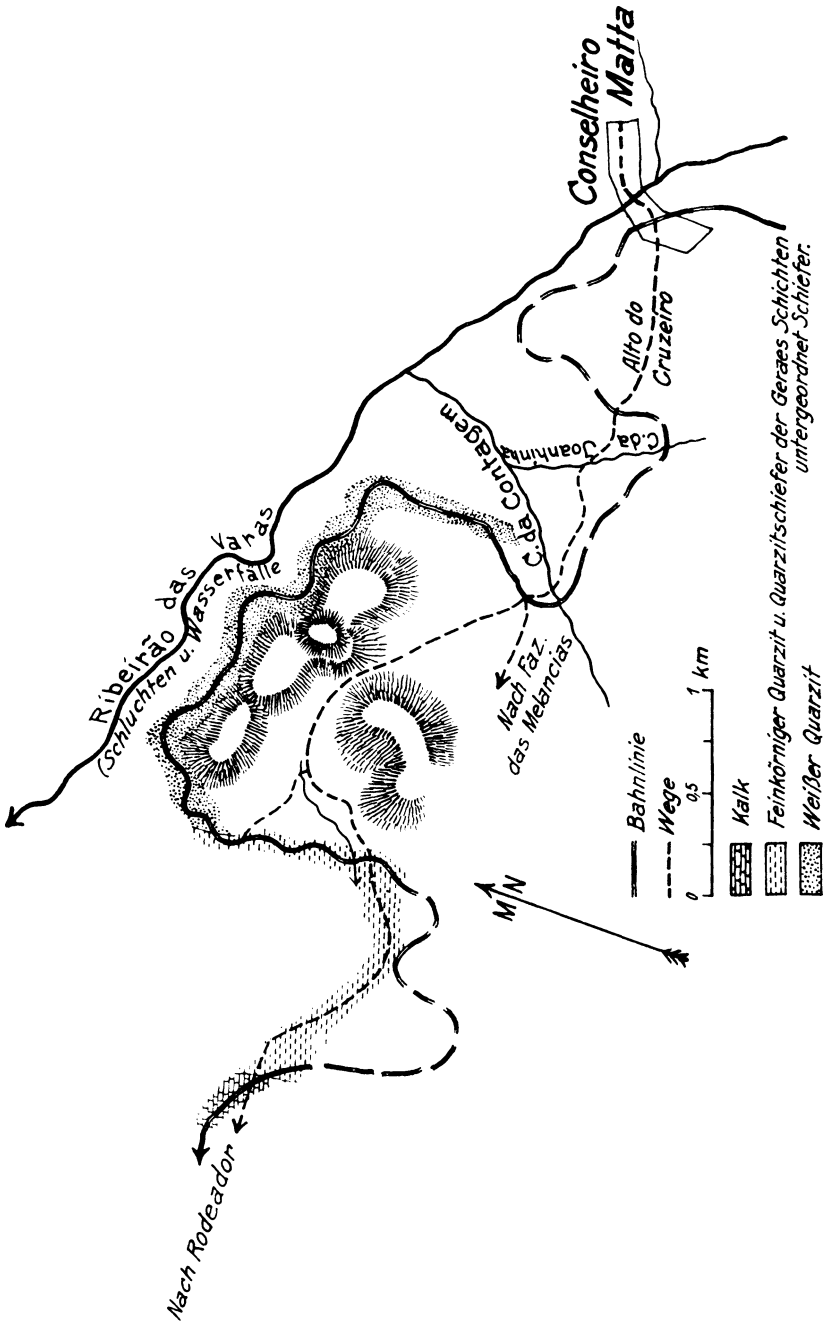


Abb. 22. Aufnahme des Gebirgsrandes westlich Conselheiro Matta.

werden noch einmal von einem basischen Gang durchsetzt¹¹⁾. Das Einfallen hat sich hier von 30° schon auf 15° vermindert und wird weiterhin noch flacher.

Weiter nördlich zwischen C. Marianna und C. Riachão wurde ein ähnliches Profil gequert, dessen Beschreibung sich erübrigt. Hier ist zeitweise eine Art Kaolin gegraben worden, doch waren die Aufschlüsse verfallen.

e) Westlich Conselheiro Matta.

Über die Grenzschichten westlich Conselheiro Matta wird weiter unten (Seite 147) berichtet werden. Es folgen hier nur einige Angaben über die Geraes-Schichten. Typische frische Gesteine derselben stehen an der Bahnlinie südlich von Kilometer 928 an. Es sind dunkle, fast schwarze Quarzite von außerordentlich feinem Korn, die durch dünne weiße Lagen geschichtet sind. Diese Lagen bilden parallele Linien und Bänder auf dem Querschnitt, sie sind z. T. nur $\frac{1}{10}$ mm stark. Doch bricht das Gestein nicht nach diesen Schichtflächen, es bildet vielmehr massige Bänke. Dieser Quarzit ist gepaart mit massigem Quarzit, der die Schichtflächen nicht besitzt. Beide unterscheiden sich nicht im Korn. Bei ersterem sind jedoch die dunklen Komponenten, die das Gestein färben, in manchen Lagen stark gehäuft, in anderen nur schwach vertreten. Bei letzterem verteilen sie sich gleichmäßig durch das ganze Gestein. Feinkörnige Quarzite dieser Art, mehr oder weniger gepreßt, halten an bis kurz unter Kilometer 926. Dann setzt Kalk ein von vorwiegend heller Farbe, von dem einzelne Bänke stark geschiefert sind. Dieser Kalk weicht im Aussehen von der gewöhnlichen Fazies der Bambuhy-Kalke ab. Es ist in diesem Zusammenhang von Interesse, daß EUZEBIO DE OLIVEIRA (823) Analysen der weiter abwärts gelegenen Kalke von Rodeador unter der Abteilung „Minas-Serie“ bringt, wofür in der Tat der hohe Magnesiumgehalt spricht. Sollte hier wieder Minas-Serie auftreten, so müßte eine Störungszone festzustellen

¹¹⁾ Die Quarzite sind absolut kalkfrei. Am Ausbiß des Ganges findet man sofort die faustgroßen Landschnecken, die im Quarzitgebiet nirgends beobachtet wurden.

sein. Doch wurde die Schichtenfolge nicht weiter abwärts verfolgt, so daß ich mich hierüber nicht äußern kann.

IV. Aufbau und besondere Fazies der Geraes-Schichten.

Am Aufbau der Geraes-Schichten beteiligen sich also:

1. Tonschiefer; dieselben sind äußerst ebentflächlich und dünnplattig, spielen aber im Gesamtprofil nur eine untergeordnete Rolle.

2. Quarzitischer Schiefer und Plattenquarzit. Diese Gesteine nehmen weitaus den größten Teil der Schichtenfolge ein. Sie sind meist außerordentlich feinkörnig, im frischen Zustand sehr fest, zerfallen aber bei der Verwitterung in rote, blättrige, schiefrige Stückchen. Sie wechseln von sehr dünnschiefrigen bis zu dickplattigen Gesteinen, und zwischen beiden gibt es alle Übergänge, ebenso kann die eine oder andere Fazies größere Schichtenstöße allein zusammensetzen oder beide können miteinander wechsellaagern.

3. Massiger oder dickbankiger Quarzit. Auch diese Quarzite sind im allgemeinen feinkörnig, werden aber auch recht grobkörnig. Ihnen fehlt die dünnplattige Absonderung, sie bilden geschlossene Bänke, die an den Bergprofilen Kanten und Stufen bilden. Vielfach bilden sie langgestreckte, den dünnschichtigen Gesteinen eingeschaltete Linsen.

Tabelle 12.

Analysen von Kalken der Geraes-Schichten

1. Arco Verde. Dunkles Gestein	}	Bahnhlinie Bello Horizonte—Curvello
2. Pedro Leopoldo		
3. Mattosinhos, Fazenda Bom Jardim		
4. Bahn nach Montes Claros (ohne nähere Ortsangabe)		

	1.	2.	3.	4.
Glühverlust ($H_2O + CO_2$)	43,86	41,51	43,30	39,62
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	0,41	1,95	0,07	1,55
CaO	55,42	49,87	54,21	50,01
MgO	Spuren	2,12	0,65	1,25
SiO ₂		3,85	0,55	
Organische Bestandteile	0,31			
Unlöslicher Rückstand				7,45
Summe :	100,00	99,30	99,58	99,88

4. Kalke von meist schwarzblauer, selten heller bis weißer Farbe, die ebenfalls Linsen bilden, aber oft sehr weit aushalten und große Mächtigkeit erreichen. Wegen ihrer günstigen Zusammensetzung (siehe Tabelle 12 nach 823) können diese Kalke bei günstigeren Verbindungen und stärkerem Bedarf noch hohe technische Bedeutung erlangen. Sie werden schon jetzt oft zu Weißkalk gebrannt.

Eine Gliederung dieser Schichtenfolge in gesetzmäßig folgende Horizonte wurde bisher nur in einzelnen Gebieten vorgenommen. Da die Schichtenfolge sehr einförmig ist und leicht erkennbare Leithorizonte fehlen, und da sich die Untersuchungen über ein großes Gebiet erstreckten, dessen näher bekannte Teile weit voneinander liegen, muß es späteren Arbeiten vorbehalten bleiben, festzustellen, inwieweit sich einzelne Schichtglieder (etwa die Kalkhorizonte) auf große Entfernungen hin parallelisieren lassen oder nicht.

Bezüglich der Entstehung ist zu bemerken, daß sich die Sedimente, obwohl sie überwiegend feinkörnig sind, in flachem Wasser abgelagert haben müssen. Man sieht auf den Schichtflächen immer wieder scharf ausgeprägte Wellenrippeln, und zwar sogenannte „Kleinrippeln“. Konglomerathorizonte fehlen. Nur die Kalke werden gelegentlich konglomeratisch, wobei aber die Gerölle auf frischen Bruchflächen aus sehr ähnlichem Kalk bestehen wie die Grundmasse, so daß erst bei der Verwitterung durch abweichende Färbung des Einschlusses die Zusammensetzung deutlich wird. Hier handelt es sich also um Wiederaufarbeitung vorher gebildeten Sedimentes. Grobkörnige zugeführte Gerölle fehlen jedoch in dem von mir bereisten Gebiet völlig. Die äußerst geringe und sich gleichbleibende Korngröße der sandigen Sedimente ist sogar ein besonders charakteristischer Zug im Aufbau dieser Formation.

Daß die Geraes-Schichten als besondere Fazies der Bambuhyserie ausgeschieden und von den Indayá-Schichten getrennt werden, ist durch folgende Tatsachen begründet:

a) Die Gesteine der Indayá-Schichten haben einen wesentlich höheren Tongehalt. Sie werden von den meisten Autoren direkt als Tonschiefer bezeichnet. Wenn ihnen auch ein ge-

wisser Feinsandgehalt und feinsandige Gesteine und Quarzite nicht fehlen, so treten diese doch erheblich zurück, und besonders die Quarzite bilden nur ganz untergeordnete Lager oder Linsen, während sie in den Geraes-Schichten den Hauptanteil stellen.

b) Die Gesteine der Indayá-Schichten brechen selten ebenflächig. Sie zerfallen in sigmoidale, unregelmäßig-brockige Stücke, nur gelegentlich in die ebenschiefrigen Stücke, die bei den Geraes-Schichten die Regel sind.

c) Die Gesteine der Indayá-Schichten sind intensiv gefaltet, so daß sie fast vertikal stehen, während die Geraes-Schichten im allgemeinen flach, fast horizontal gelagert sind, erst an den Gebirgerändern der Serra do Espinhaço steil aufgeschleppt werden, ohne aber dabei zu Falten zusammengeschoben zu sein.

d) Beide sind in getrennten Gebieten verbreitet, wobei die Geraes-Schichten das ganze östliche bereiste Gebiet umfassen und sich im Süden nur wenig, im Norden beträchtlich über den Rio São Francisco nach Westen ausbreiten. Westlich von ihnen liegt das Verbreitungsgebiet der gefalteten Bambuhy-Serie.

So bilden also beide hinsichtlich ihrer Gesteinsausbildung, ihrer Verbreitung, ihrer Lagerung und (wie im morphologischen Teil erörtert werden wird) auch hinsichtlich des von ihnen erzeugten Landschaftsbildes wohl zu definierende und leicht zu unterscheidende Faziesbezirke. Gemeinsam sind ihnen die überwiegend dunkle grünlichblaue Farbe der Gesteine und die schwarzblauen Kalke, wie sie in beiden Faziesbezirken den Schichten eingeschaltet sind. Helle Kalke wurden neben den dunklen Kalken nur gelegentlich in den Geraes-Schichten beobachtet.

Von Interesse ist nun das Grenzgebiet, in welchem beide Faziesbezirke aneinandergrenzen. Leider war auf meiner Reiseroute 1928 einmal durch die Verwitterungsrinden und Aufschüttungen des Rio São Francisco-Talgebietes, das andre Mal durch die Decke der Gondwanaserie die Grenzzone verhüllt. Auf der nördlichen Route kam unter der Gondwanaserie in einigen Talschnitten der Untergrund zum Vorschein. Östlich São Lourenço stellten sich zwischen den unregelmäßig dickschiefrigen Gesteinen der stark gefalteten

Bambuhy-Serie in Wechsellagerung mit diesen mehrfach dünn- und ebenplattige Schiefer ein, und beide enthielten untergeordnet Quarzitlagen. Hinter São Gonçalo sind die Schichten schwächer gefaltet, und die ebenflächigen Gesteine überwiegen. Bei Canôas liegen schmale Faltenzonen zwischen flachen Schenkeln, und von hier nach Corrego Bonito entwickeln sich die typischen Plattenquarzite, die dann nur noch flach liegen und als charakteristische Geraeschichten das Tal des Rio São Francisco und das östlich liegende Hochland der Geraes bilden. Es sind alle diese Punkte nur kurze Einschnitte, und der Zusammenhang wird durch die jüngeren roten Sandsteine verdeckt. Aber der allmähliche, von Aufschluß zu Aufschluß sich steigernde Wechsel ließe vermuten, daß es sich um eine Formation handelt, deren Fazies von Osten nach Westen wechselt, und daß der Unterschied in der Lagerung durch die Gesteinsart bedingt ist, indem die überwiegenden festen Quarzite im Osten dem Faltdruck in ganz anderer, stärkerer Weise Widerstand leisten konnten. Dieser Auffassung würde man unbedenklich zustimmen, wenn nicht eine Notiz in der Literatur hinderlich wäre, sie ohne jede Diskussion anzunehmen. MIGUEL ARROJADO RIBEIRO LISBÔA (614) schildert den Aufbau des Gebietes zwischen Rio Borrachudo und Rio Abaeté, nahe an der Mündung beider in den Rio São Francisco, folgendermaßen: Es ist eine untere Gruppe von bläulichen Tonschiefern und harten Sandsteinen in der Tiefe der Täler zu beobachten, die dem älteren Paläozoikum zugerechnet werden, und darüber eine obere Gruppe von Schiefern und Sandsteinen, die horizontal liegen und auf den Chapaden anstehen. Abgesehen von der horizontalen Lage sei die obere Gruppe von der unteren schwer zu trennen. Die Beschreibung LISBÔAS deckt sich genau mit unseren beiden Fazien der Bambuhy-Serie, wobei seine obere Gruppe auf die Geraes-Schichten bezogen werden kann. LISBÔA hielt die obere Gruppe für ?Oberes Mesozoikum und stützt sich dabei auf Funde von Hölzern, die LIAIS (193) in der Nähe gefunden hat. Diese Hölzer dürften jedoch aus dem roten Gondwanasandstein stammen, die noch höher liegen als die Geraes-Schichten und nicht weit west-

lich der Reiseroute LISBÔAS anstehen müssen. Daß LISBÔA nicht die roten Gondwanasandsteine unter seiner oberen Gruppe verstanden hat, geht aus 2 Punkten hervor. Erstens unterscheiden sie sich durch ihre rote Farbe sehr leicht von den dunklen Gesteinen in der Tiefe der Täler, so daß LISBÔA als zuverlässiger Beobachter nicht hätte hervorheben können, daß beide schwer zu trennen sind, und zweitens gibt er an, daß auf den Chapaden Geröll-Lager mit Windkantern liegen. Diese sind aber, wie ich im nächsten Hauptteil nachweisen werde, die Geröll-Lager an der Basis der Gondwanaserie. Die hangenden Sandsteine müssen hier (wie auch an anderen Stellen) abgetragen sein, so daß sie von LISBÔA nicht beobachtet wurden. Ich glaube also, daß die Obere Gruppe LISBÔAS nur als Geraes-Schichten gedeutet werden kann. Die falsche Altersbestimmung unter Bezugnahme auf LIAIS war wohl der Grund, weshalb die Bedeutung dieses Hinweises LISBÔAS bisher unbeachtet blieb. Wenn nämlich seine Beobachtungen sich als richtig erweisen, könnte man daraus folgern, daß die horizontalen Geraes-Schichten über der gefalteten Fazies der Bambuhy-Serie liegen, und daß zwischen beiden eine Diskordanz steckt. Diese Folgerung wäre von so außerordentlicher Tragweite, daß man sie noch gar nicht auszusprechen wagt. Es würde dann die Bambuhy-Serie in zwei Formationen aufzuspalten sein. Im Jahre 1930 wurde ich leider durch den Ausbruch der brasilianischen Revolution gehindert, noch in dieses Gebiet zu reisen, um die Frage zu klären. Ich gebe die ganze Problemstellung deshalb auch nur als Anregung für künftige Untersuchungen wieder, ohne mich irgendwie für die eine oder andere Lösung entscheiden oder einsetzen zu wollen. Ich will deshalb auch gar nicht diskutieren, was sich weiter an Schlußfolgerungen ergeben würde; ob die Geraes-Schichten dem ungefalteten Devon der Südstaaten, die Indayá-Schichten dem gefalteten ? Silur derselben (Assunguy-Serie) gleichzusetzen seien, und manches andere. Ich empfehle vielmehr die Aufnahme dieser Profile den Fachgenossen, damit die Entscheidung über diesen Punkt getroffen werden kann, und spreche, solange nicht ein exakter Nachweis das Vorhandensein verschiedener Formationen liefert, von 2 Fazies-

bezirken der Bambuhy-Serie, nämlich den Indayá-Schichten und den Geraes-Schichten.

V. Das Liegende der Geraes-Schichten.

Nach den Beobachtungen von FRANCISCO DE PAULA BÔA NOVA (810) liegen die Geraes-Schichten bei Pacú am Rio Paraopeba auf Gneis, und zwar sollen ihn Schiefer derselben horizontal überlagern (siehe auch Seite 260). Bei Bom Despacho (s. Seite 245) beobachtete ich, leider nur vom fahrenden Zug aus, Granit oder Gneis, der von Gesteinen überlagert wird, die wohl Geraes-Schichten sind. Am Rande der Serra do Espinhaço hingegen bildet die Itacolomy-Serie das Liegende. Es fehlen noch Beobachtungen darüber, ob die Granite intrusiv sind, oder normal überlagert werden. Es ist jedoch die naheliegende Frage aufzuwerfen: Liegen die Geraes-Schichten diskordant auf ihrer Unterlage? Prüfen wir zunächst die Punkte, an denen die Überlagerung studiert wurde.

Wie bereits WALLS (799), DJALMA GUIMARÃES (857), DU TOIT (868) und andere Autoren erkannt haben, liegt die Westgrenze der Serra do Espinhaço nicht (wie es die Karte BRANNERS zeigt) unmittelbar bei Diamantina und wird nicht durch einen Gneisgranitstreifen bezeichnet, sondern sie liegt weiter westlich zwischen Conselheiro Matta und Rodeador, und die Bambuhy-Serie liegt unmittelbar auf weißen Quarziten der Serra do Espinhaço. Diese Quarzite rechnet GUIMARÃES (857) zur Lavras-Serie, also zu derselben Formation, die von ihm und LUCIANO JAQUES DE MORAES später (926) als Itacolomy-Serie bezeichnet worden ist und auch hier unter diesem Namen behandelt wurde. Um die Frage nach der Überlagerung zu prüfen, wurde an der Bahnlinie entlang von Conselheiro Matta nach Westen eine Kartenskizze bis in zweifellose Geraes-Schichten hinein aufgenommen (Abb. 22). Von Conselheiro Matta bis zum C. da Contagem beobachtet man Quarzit und Schiefer, letzteren teilweise gefaltet, doch reichen die Aufschlüsse zur raschen Klärung des (offenbar komplizierten) tektonischen Verbandes nicht aus. An der Bahnlinie nördlich von C. da Contagem steht weißer Quarzit an. Er streicht etwa Nord-Süd und fällt unter 15° nach

Osten. Die mittelkörnigen, teils feinkörnigen Quarzite sind unregelmäßig diagonalgeschichtet und zeigen auf den Schichtflächen zuweilen ausgezeichnete Wellenfurchen. In einer Art von Zementationszone sind sie stellenweise nachträglich in klingend hartes, sprödes Gestein umgewandelt. Kurz nach der Stelle, wo die Bahnlinie fast rechtwinklig umbiegt, so daß sie dem Ribeirão das Varas parallel geht (der Fluß bildet eine tiefe und wild eingeschnittene Schlucht und stürzt in Wasserfällen über den Quarzit), durchziehen Störungszonen das Gestein nebst Überschiebungen, so daß hier das Streichen und Fallen unregelmäßig wird. Hier setzen viele Quarzgänge durch. Später stellt sich die alte Streichrichtung wieder ein und ebenso das Einfallen, das unter verschiedenem Winkel nach Osten gerichtet ist. Auf der ganzen rund 2 km langen Strecke, die dem Ribeirão das Varas parallel geht, werden also die Schichten quer zum Streichen durchgeschnitten. Die Streichrichtung wurde mit MN $350-340^\circ$ West gemessen und das Fallen ging durchgehend unter verschiedenem, aber flachem Winkel nach Osten (wobei von den Störungen abzusehen ist). Im westlichsten Teil jedoch ändert sich das Fallen gelegentlich, und etwa da, wo die Bahnlinie nach Süden abbiegt, sind die Schichten zerrissen, und danach kehrt sich das Fallen um und richtet sich unter $25-35^\circ$ nach Westen, während die Generalstreichrichtung mit geringen Abweichungen bestehen bleibt. Von da an verläuft das Fallen gleichsinnig mit dem Gebirgsrand nach Westen. Dieses Umbiegen läßt sich auch an der jenseitigen Talwand des Ribeirão das Varas an dem Verlauf der Felsbänke erkennen. Auch nach der Bruchlinie und Umbiegung hat man zunächst noch weiße Quarzite. Dieselben haben anfangs ganz den Charakter der Quarzite, die auf der ganzen Strecke anstanden, es schalten sich aber bald feinkörnige Gesteine ein. Eine ca. 40 cm starke Tonbank, die wohl als Zersatz aufzufassen ist, bildet die Grenze, über welcher feinschichtige und feinkörnige Quarzite überwiegen. Dann folgen schiefrig tonige Gesteine mit eingelagerten feinkörnigen Quarzitbänken, die z. T. weiß ausgebleicht sind. Typische dunkle Gesteine der Geraes-Schichten stehen erst etwa 1 km weiter südlich an, wo der Weg Conselheiro Matta—Rodeador

den Balkkörper kreuzt. Wir sehen also, wie hier diese dunklen feinkörnigen Gesteine nach dem Liegenden völlig konkordant in weiße Quarzite übergehen.

Am Rande der Serra do Cabral bei Buenopolis und nordöstlich Lassance wurde festgestellt, daß die Bänke des weißen Quarzites der Itacolomy-Serie völlig gleichsinnig mit den Gesteinen der hangenden Geraes-Schichten vom Gebirge wegfallen, so daß der Gebirgsrand lediglich durch eine flexurartige Aufbiegung gebildet wird. Die gleiche Beobachtung machte LUCIANO JAQUES DE MORAES (861) am Nordrande der Serra do Cabral bei Burity Grande, wie aus seinem Profil deutlich hervorgeht. Man sieht dort, wie die Lavras-Serie (diese Gesteine bezeichnet er heute auch als Itacolomy-Serie) völlig gleichsinnig von der Bambuhy-Serie (und zwar von der Fazies der Geraes-Schichten) überlagert wird. Aus diesen Profilen könnte man schließen, daß zwischen Itacolomy-Serie und Geraes-Schichten Konkordanz besteht. Bevor wir diesen Schluß ziehen, müssen jedoch noch einige Beobachtungen berücksichtigt werden.

Im Jahre 1928 beobachtete ich am Paraúna-Wasserfall etwa an der Grenze zwischen Itacolomy-Serie und Bambuhy-Serie schiefrige helle Quarzite mit Geröllen. In meinem Tagebuch findet sich unter dem 29. VII. 1928 folgende Bemerkung: „Quarzitschiefer mit Geröllen, die bis über faustgroß werden und verteilt sind wie in einer Moräne, ohne sich zu berühren.“ Die Gerölle bestehen aus Quarz und Gesteinen des kristallinen Untergrundes. Ohne Kartenunterlage war jedoch die Tektonik nicht klar zu lösen, weshalb ich von einer stratigraphischen Eingliederung des Geröllhorizonts absehen will. Im September desselben Jahres beobachtete ich nun nordöstlich Lassance, daß ein geröllführender Quarzit zwischen Itacolomy-Serie und Geraes-Schichten liegt. Etwa die gleiche Stellung hat vielleicht auch der geröllführende Sandstein, der bei Teixeiras erwähnt wurde, obwohl hier die Verhältnisse noch nicht ganz klar sind. Aus dem gleichen Horizont hat jedoch LUCIANO JAQUES DE MORAES schon 1927 ein Profil mit geröllführendem Sandstein veröffentlicht, und zwar vom Nordrand der Serra do Cabral. Er schreibt darüber (861. Seite 52) folgendes: „Die Gesteine, welche bei

Burity Grande die piçarra¹²⁾ bilden. sind, wenn man von der Ortschaft nach dem Gebirge reist: Phyllit der Bambuhy-Serie¹³⁾ und unmittelbar darunter ein roter konglomeratischer Sandstein derselben Serie, welcher über den Sandsteinen der Lavras-Serie ruht.“ Was damals als Lavras-Serie bezeichnet wurde, heißt heute Itacolumy-Serie.

Wir stellen also fest: Zwischen den hellen Quarziten der Itacolumy-Serie und den Gesteinen der Bambuhy-Serie liegt an vielen Stellen ein Konglomerathorizont. Es müssen also in dieser Zeit irgendwo Abtragungsvorgänge eingetreten sein, die zur Geröllbildung führten. An den Stellen, an denen vom Verfasser die Grenze gequert wurde, ohne daß Störungen die ursprünglichen Verhältnisse verwischt hatten, wurde keine merkliche Diskordanz ermittelt. Auch in dem Profil, welches LUCIANO JAQUES DE MORAES (861) veröffentlicht hat, fallen beide Serien unter dem gleichen Winkel ein. Wir müssen aber andererseits aus den Geröllhorizonten auf eine Unterbrechung der gleichmäßigen, normalen Sedimentation schließen, und irgendwo müssen Abtragungsvorgänge (und auch tektonische Ereignisse?) in dieser Zwischenperiode eingetreten sein, aus denen dann wohl auch das Übergreifen der Geraes-Schichten auf den kristallinen Untergrund zu erklären ist, das wir zwischen Rio das Velhas und Rio São Francisco nach den (allerdings noch sehr dürftigen) bekannten Tatsachen vermuten können. LUCIANO JAQUES DE MORAES und DJALMA GUIMARÃES kommen bezüglich der Entstehung des Konglomerathorizontes (welchen MORAES noch an andern Stellen auffand und als Macahubas-Formation bezeichnet hat) zu der Vorstellung, daß es sich um die gleichen Konglomerate handelt, die auf den Hochflächen bei Diamantina durch ihre Diamantführung ausgezeichnet sind. Die Konglomerate von Diamantina waren von GUIMARÃES (857) mit den oberen weißen Quarziten der Serra do Espinhaço unter dem Namen „Lavras-Serie“ vereinigt worden. Jetzt werden von MORAES-GUIMARÃES (912) die Quarzite als Ita-

¹²⁾ Unter piçarra versteht der Diamantwäscher das Liegende des diamantführenden konglomeratischen Gesteins ohne Rücksicht darauf, ob es wirklich aus Schiefer oder auch aus Quarzit gebildet wird.

¹³⁾ Nach der Beschreibung in der Fazies der Geraes-Schichten.

columy-Serie bezeichnet (wie das auch in dieser Arbeit geschieht). Die diamantführenden Konglomerate bei Diamantina heißen jetzt Sopa-Formation und werden mit der Macahubas-Formation vereinigt zur Lavras-Serie. Der Begriff „Lavras-Serie“ ist somit stark verschoben worden. Für die Sopa-Formation wird fluvioglaziale, für die Macahubas-Formation glaziale Entstehung angenommen. Besonders wichtig ist dabei die Auffassung, daß unser Geröllhorizont zwischen Itacolumy-Serie und Geraes-Schichten, also die Macahubas-Formation von Moraes, stratigraphisch mit den konglomeratischen Diamantlagerstätten auf dem Hochland von Diamantina parallelisiert wird. Die Grundlagen für diese Auffassung wurden in dem Gebiet gewonnen, welches nordöstlich von meinen Reiserouten vor der Serra do Cabral liegt. Eine nähere Beweisführung steht noch aus und darf mit großem Interesse erwartet werden. — Über den Zeitraum zwischen der Itacolumy-Serie und den Geraes-Schichten wissen wir noch sehr wenig, und wir können hier noch sehr große Überraschungen erleben, die unsere Vorstellungen erheblich ändern können.

VI. Das problematische Alter der Bambuhy-Serie.

Als „Übergangsgebirge“ hatte v. ESCHWEGE die Formation bezeichnet, die wir heute Bambuhy-Serie nennen, und hatte sie damit so genau eingegliedert, als den stratigraphischen Kenntnissen und Bedürfnissen seiner Zeit entsprach. Das „Übergangsgebirge“ umfaßte alle Schichten zwischen dem „Urgebirge“ und „Flözgebirge“, es umfaßte also das Paläozoikum, soweit es älter ist als die varistische Faltung oder nach der genauen Definition STILLES¹⁴⁾ älter als die sudetische Phase der varistischen Faltung; somit das Paläozoikum bis zum Unterkarbon einschließlich. Seitdem sind mehr als 100 Jahre vergangen; aber unsere Kenntnisse über das Alter dieser Serie sind nicht viel weiter fortgeschritten.

¹⁴⁾ H. STILLE, Über Alter und Art der Phasen variscischer Gebirgsbildung. Nachrichten von der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathematisch-physikalische Klasse, 1920, S. 218—224.

Das liegt in erster Linie an dem Mangel an Fossilien. Die Kalke, in denen man zunächst organische Reste erwarten sollte, sind so kristallin, daß, wie auch in den anderen Gesteinen, bisher nur kümmerliche Spuren gefunden wurden, und diese sind umstritten. Doch lassen diese Spuren wenigstens die Hoffnung nicht schwinden, daß wir doch eines Tages durch gute Funde überrascht werden.

Die ersten Reste erwähnt LIAIS 1872 (193). Er nennt die Gesteine „terrains secondaires“ und versteht nach der Beschreibung darunter unverkennbar die Geraes-Schichten. Hierin fand er bei Pitanguí und Abbadia in Kalken linsenförmige Gebilde, die 2—3 mm maßen und an Foraminiferen erinnerten. Bei Lapa dos Urubus (am rechten Ufer des Rio das Velhas, unterhalb der Paraúna-Mündung) fand er einen Kalk, auf dessen anpolierter Fläche unbestimmbare Molluskenquerschnitte erschienen sein sollen. In einem andern „bituminösen“ Kalk sollen Krustaceenreste entdeckt worden sein, die zu *Polliceps* gestellt werden¹⁵⁾. Am Abaeté sollen von CLÄUSSEN Abdrücke von *Ostrea* gefunden worden sein, die LIAIS hier auch anführt. (Einen marinen Muschelabdruck, der aber nicht bestimmbar war, erwähnt CLÄUSSEN (93) aber aus dem „roten Sandstein“, also offenbar aus der Gondwanaserie.) LIAIS will nun dort auch solche gefunden haben, die er in die Nähe von *Gryphaea* stellt und *Ostrea Abaethensis* benennt. Auch will er unbestimmbare Abdrücke von Cephalopoden und Gastropoden gesehen haben. Er bemerkt, daß die Genera *Polliceps* und *Ostrea* sich nur in der sekundären und tertiären Epoche finden, und *Ostrea* vor der Kreide selten ist. Die Kalke werden infolgedessen in die Kreide gestellt. Diese Altersbestimmung hat DERBY (237) nachgeprüft. Er bereiste den Rio São Francisco vom Mündungsgebiet (in dem Kreide durch Fossilien belegt wird) aufwärts und legt ein Profil bis über die Serra do Espinhaço. Diese äußerst mühevollen Reise lieferte wertvolle Ergebnisse. Der für unsere Probleme wichtigste Punkt ist Bom Jesus da Lapa im Staate Bahia. Dort erhebt sich aus den Aufschüttungen des Rio

¹⁵⁾ Von dieser Gattung bemerkt ZITTEL Grundzüge der Paläontologie (6. Auflage von F. BROILI, München 1924): ? Untersilur von New-York, Jura bis jetzt.

São Francisco ein Bergrücken, 1 km lang und 500 m breit, der bis 90 m über den Fuß aufsteigt und aus horizontalgeschichtetem schwarzblauem Kalk besteht. Derselbe ist durch die chemische Verwitterung in Pfeiler und Spitzen zerlegt und enthält eine als Kapelle ausgebaute Höhle, die einen berühmten Wallfahrtsort darstellt. Auf meiner Reise von Minas-Geraes zum Amazonas bin ich dort ebenfalls durchgereist und habe die Zugehörigkeit dieser Kalke zu den Geraes-Schichten feststellen können. Nahe am Höhleneingang fand DERBY einige Fossilien, die er als verkieselte Korallen bestimmte, von denen eine die charakteristische Struktur von *Favosites* deutlich gezeigt haben soll und die andere als *Chaetetes* oder Verwandte aufgefaßt wird. Die Spezies war nicht zu bestimmen. Die Schichten werden als Silur oder Devon bezeichnet. DERBY erkennt schon die Gleichaltrigkeit dieser Schichten mit den Kalcken vom Rio das Velhas, die LIAIS zur Kreide stellen wollte, und er bezweifelt die Richtigkeit der Bestimmungen von LIAIS. Diesem Zweifel muß man sich anschließen. LIAIS hat eine verdienstvolle topographische Flußaufnahme durchgeführt, aber er war kein Paläontologe. Daß keine Kreide, sondern Paläozoikum vorliegt, ergibt sich für uns heute schon aus der diskordanten Überlagerung durch die Gondwanaserie. Man wird also am besten alle Bestimmungen LIAIS' streichen. Über die Funde DERBYS äußerte sich BRANNER (747, Seite 207, Anm. 8) folgendermaßen: „On the Rio São Francisco, at Bom Jesus da Lapa, State of Bahia, are limestones in which fossil corals (*Favosites* and *Chaetetes*) are said to be found. DERBY believed them to be Silurian, but both forms may well be Carboniferous.“

Neues erfahren wir von E. RIMANN (942), der die Bambuhy-Serie (teils gefaltet, teils ungefaltet, also einschließlich der Geraes-Schichten) in das Silur stellt und bemerkt, daß mit Ausnahme einiger Graptolithen Fossilien nicht beobachtet wurden. Nähere Angaben werden nicht gemacht.

A. BETIM PAES LEME (805) berichtet, daß im Kalk der Bambuhy-Serie bei Paracatú *Spirifer* gefunden sein soll, die Nachricht aber noch der Bestätigung bedarf (S. 143), ebenso in

Kalken bei Dores do Indayá (S. 151 seiner Arbeit). Beide Meldungen sind offenbar nur Gerüchte, die man besser vorläufig nur registriert.

Der nächste Fund wurde von ODORICO RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE getan in Gestalt eines äußerst feinkörnigen metamorphen Sandsteins, den er als Geröll im Bett des Rio Abaeté fand. Dieser Sandstein (der unseren Geraes-Schichten entstammen dürfte) enthielt einen problematischen Rest, den M. G. DE OLIVEIRA ROXO (847) als *Schizocrania rectangularis* n. sp. beschrieben hat, wobei er bemerkt, daß das Genus *Schizocrania* auf Silur und unterstes Devon beschränkt ist. ODORICO RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE hatte außerdem 1925 im Bett des Rio do Peixe (unterer Paraopeba) Problematika gefunden (884), die er als ? Wurmsspuren bezeichnete. Als nun C. J. MAURY (909, 910, 943) in mehreren Arbeiten sich mit silurischen (einem Wurm aus Santa Catharina und Graptolithen vom Rio Trombetas) und anderen Fossilien aus Brasilien beschäftigte, unterzog sie auch die alten und einige neue Funde aus der Bambuhy-Serie einer erneuten Diskussion, die vor allem auf Untersuchungen RUEDEMANNS basiert. Die *Schizocrania* kann nicht mit Sicherheit identifiziert werden. Schalenreste sind nicht zu erkennen, und wenn auch die Ähnlichkeit mit *Schizocrania* groß ist, so ist doch die organische Natur des Restes nicht gesichert. Wichtig ist die Auffindung von Schwammnadeln am Rio Riachão, die RUEDEMANN als die sichersten Funde bis dahin bezeichnet und die nach seiner Äußerung als Hinweis auf marine Entstehung des Sedimentes aufzufassen sind. RUEDEMANN untersuchte auch einen *Favosites*-Rest von Bom Jesus da Lapa und äußerte sich darüber folgendermaßen: „*Favosites*, sp. *indet.* Das Fossil ist ein *Favosites* mit so engen Öffnungen, wie sie bei zahllosen Arten vorkommen. Nach der Größe der Öffnungen kann es ebensogut mit der silurischen Form *Favosites niagarensis* HALL. wie mit der devonischen Art, *Favosites eximius* DAVIS, identifiziert werden. Da sich die Gattung geologisch vom Ordoviciem bis zum Perm erstreckt, aber nur im Silur und Devon häufig ist, läßt das Vorkommen von *Favosites* eher auf silurisches als auf

permisches Alter schließen. Außerdem scheint es, daß die permischen Formen zum Genus *Pseudofavosites* gehören, das auf das Perm beschränkt ist, und welchen die tabulae fehlen. Das vorliegende Exemplar besitzt deutlich Reste der tabulae und ebenso Reste der Septen, die als longitudinale Linien erscheinen. Da ich die species nicht als bestimmt annehme, möchte ich sie eher als Silur, denn als Perm ansehen.“ Da nun DERBY von Bom Jesus da Lapa auch *Chaetetes* anführt, äußert sich RUEDEMANN über *Chaetetes* folgendermaßen: „*Chaetetes* im engeren Sinne verteilt sich vom Devon bis zum Perm. Ein echter *Chaetetes* müßte deshalb eher für Perm als für Silur sprechen bezüglich der Schichten von Bom Jesus da Lapa. In dessen wurden früher zu *Chaetetes* verschiedene alte Bryozoen (Ordovicium und Silur) gerechnet, so daß die Bestimmung der Gattung nicht viel besagt bezüglich des Alters der Schichten. *Favosites* andererseits galt bis in die jüngste Zeit als erloschen mit dem Karbon, und er ist im Karbon und Perm selten, aber gewöhnlich im Silur. Er würde infolgedessen eher silurisches als permisches Alter anzeigen.“ Es ist nicht recht verständlich, weshalb hier nur zwischen Silur und Perm abgewogen wird. Da nach RUEDEMANN *Favosites* im Devon auch häufig ist und *Chaetetes* im Devon bereits vorkommt, spricht doch eigentlich die größere Wahrscheinlichkeit für Devon, soweit unsere gegenwärtige Kenntnis reicht. Immerhin muß man diese Basis für eine Altersbestimmung der Formation noch als zu unsicher erklären.

Bei der Besprechung von *Chaetetes* und *Favosites* von Bahia erwähnt A. BETIM (888) folgendes: „Ces mêmes coraux furent récemment retrouvés à Minas-Geraes. Je dois vous dire que, d'après les échantillons que j'ai moi-même reçus, ces coraux semblent se trouver dans une brèche plus récente que le calcaire.“ Gemeint ist der schwarze Kalk der Bambuhy-Serie. Leider sind auch diese Angaben noch nicht ausreichend für eine Altersbestimmung und eine briefliche Anfrage bei Herrn Kollegen BETIM ergab, daß sich nichts genaueres feststellen läßt.

Ferner fand FRANCISCO DE PAULA BÔA NOVA am Riachão, einem Nebenfluß des Rio São Francisco¹⁶⁾ im Munizip Curvello gelegen. Spuren, die RUEDEMANN als die U-Röhren von Würmern gedeutet hat. Sie werden *Arthraria riachãoensis* benannt. Da solche Wurmrohren seit dem Ordovicium bis zur Gegenwart bekannt sind, ohne daß sich ihre Form geändert hat, können sie zur Altersbestimmung nicht herangezogen werden.

Herr Dr. ODORICO RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE, Professor an der Bergakademie in Ouro Preto, ist seit Jahren mit bemerkenswertem Erfolge bemüht, das Alter der verschiedenen mächtigen Formationen Brasiliens durch Fossilien festzulegen, und hat dabei auch die Bambuhy-Serie mehrfach untersucht. Neuerdings (1929) fand er darin wieder einige Spuren, von denen er mir in liebenswürdiger Weise photographische Abzüge zuschickte nebst folgenden Angaben: Das eine Stück stammt vom Rio Urucua aus der Nähe seiner Mündung in den Rio São Francisco, und fand sich in einer Serie roter und weißer kaolinischer Schiefer, offenbar einer neuen Fazies dieser Schichten. In den roten Schiefen fanden sich Spuren, die eine gewisse Ähnlichkeit mit *Cruziana* haben. Ferner fand er in einem tonigen Sandstein bei der Station Aarão Reis, an der Serra do Repartimento, zylindrische Gebilde, die an Wurmrohren erinnern. Soweit sich nach den Abbildungen ein Urteil bilden läßt, ist tatsächlich ein Vergleich mit den genannten Gebilden möglich. Über das Alter der Schichten geben sie uns jedoch leider keine Auskunft.

Schließlich möchte ich hier noch eigentümliche runde Strukturen der Kalke hervorheben. Sie begegneten mir zum ersten Male bei Joaquim Felício. In dem von dort geschilderten konglomeratischen Kalk fanden sich Partien, die in hellerer Grundmasse 1—2 mm lange flachgedrückte, dunkle Körn-

¹⁶⁾ Ich fand nur auf einer Karte (Atlas Chorographico Municipal, Est. de Minas, Bello Horizonte 1926) einen Riachão in diesem Gebiet verzeichnet, der aber nicht direkt in den Rio São Francisco, sondern erst in den Rio Extrema geht. Ich bin also nicht ganz sicher, ob dieser Punkt in Abb. 23 richtig eingetragen ist.

chen führten. die an Ooide erinnerten. Ganze Gesteinsmassen waren mit ähnlichen, wenig größeren Ooiden am Corrego Olho d'Água bei Buenópolis erfüllt, und im Dünnschliff fanden sich rundliche Gebilde, z. T. mit Andeutung konzentrischer Struk-

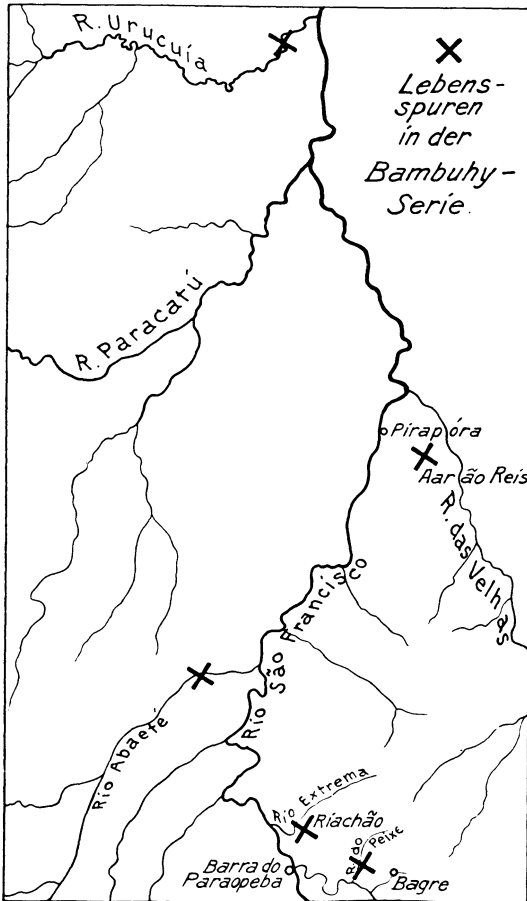


Abb. 23. Verbreitung von Lebensspuren in der Bambuhy-Serie.

tur und mit Ooidbeuteln im Sinne von KALKOWSKY, noch an mehreren anderen Punkten. Ich vermute, daß dies die gleichen Gebilde sind, die LIAIS an Foraminiferen erinnerten. Um keine Möglichkeit unversucht zu lassen, sandte ich Proben an Herrn Kollegen PIA zur Nachprüfung, ob es sich vielleicht um Kalk-

algen handle. Er war so liebenswürdig, die Proben zu untersuchen, hält es jedoch für wahrscheinlich, daß es Oolithe sind.

In Abb. 23 sind alle Fundpunkte von Spuren organischen Lebens eingetragen mit Ausnahme der unzuverlässigen Angaben von LIAIS und des Fundpunktes von Bom Jesus da Lapa, der weit nördlich im Staate Bahia liegt. Es ist bemerkenswert, daß alle diese Reste aus dem Verbreitungsgebiet der Geraes-Schichten stammen. Das Alter der Schichten läßt sich danach nicht bestimmen. Es läßt sich nur Silur oder Devon vermuten.

E. Die Gondwana-Serie.

I. Vorbemerkungen.

Gesteine, die wir heute zur Gondwanaserie rechnen, finden sich in den Arbeiten v. ESCHWEGES bereits erwähnt. Aus dem Triangulo Mineiro, dem Abaeté-Gebiet und dem nördlich hiervon gelegenen Landstrich werden rote Sandsteine beschrieben, und zuweilen spricht er vom „rothen Todtliegenden“, weil diese Sandsteine Ähnlichkeit mit dieser Formation haben. Es wird aber hinten (S. 256) gezeigt, daß von ihm auch Quarzite der Geraes-Serie dieser Formation zugerechnet werden, so daß also die Zusammenhänge und Grenzen noch nicht erkannt sind. Auch CLAUSSEN (93) erwähnt rote Sandsteine, ohne daß seine Angaben Klarheit bringen. Ein Teil der Schichten, die LIAIS (193) als terrains tertiaires bezeichnet hat, gehört sicher hierher, doch sind seine Ausführungen sehr verworren (auch den Itacolumy-Quarzit faßt er z. B. damit zusammen), so daß uns damit in keiner Weise gedient ist. FRANCISCO DE PAULO OLIVEIRA (245) erwähnt Sandsteine zwischen Rio Areiado und Fazenda do Chumbo, ohne eine Altersbestimmung zu versuchen. Aus dem Triangulo Mineiro beschreibt E. HUSSAK (609) den allgemeinen Bau folgendermaßen: Auf aufgerichteten, von Amphibolit, Diabas, Gabbro begleiteten kristallinen Schiefeln liegen diskordant rote harte Sandsteine, und in diesen Gänge und Decken eines aphanitischen, olivinarmen Diabases. Dieser Sandstein wird mit dem Botucatú-Sandstein São Paulos verglichen und als Trias bezeichnet. Den gleichen Sandstein beschreiben FLORENCE (691) und PACHECO (697) vom Rio Grande an der Grenze Minas Geraes — São Paulo. E. RIMANN (714) gibt aus der Serra Matta da Corda rote Sandsteine an, von denen er offen läßt, ob sie Trias oder Kreide sind. Diese werden von Kimberliten durchschossen und von

perowskitreichem Pikritporphyrit überlagert. In einer späteren Arbeit (942) trifft er folgende Einteilung:

U b e r a b a - S e r i e (? Kreide). Weißlich-grünliche Sandsteine von geringer Mächtigkeit. Fossilien nicht beobachtet. Horizontal. Eruptionen von Pikritporphyrit und Basalt als Laven und Tuffe.

A r e a d o - S e r i e (? Trias). Rote Sandsteine und Schiefer-tone. Fossilien nicht beobachtet.

Unmittelbar darauf veröffentlichte BRANNER (747) seine geologische Übersichtskarte von Brasilien. Dieser um die Erforschung Brasiliens sehr verdiente Forscher hatte in Minas Geraes keine persönlichen Erfahrungen, so daß er auch nicht die dürftigen Angaben der Literatur deuten konnte. Das ist der Grund, weshalb dieser Teil seiner Karte völlig mißglückt ist. Da in Südbrasilien im Unteren Perm Tillite vorkommen, in höheren Horizonten Kalke, zeichnete er überall, wo Konglomerate oder Kalke erwähnt werden, Perm ein und läßt im Anschluß an den Ausbiß in São Paulo einen sich nach Norden stark verbreiternden Streifen von Unterem und Oberem Perm durch Minas Geraes streichen. Damit sind die verschiedensten Dinge vereinigt. Die von ihm angeführten Kalkvorkommen gehören z. B. ausnahmslos zur Bambuhyserie, und sind in der älteren Literatur, auf die sich BRANNER bezieht, nach der damaligen Nomenklatur ganz richtig als „Übergangsgebirge“ angegeben. Es bedeutet also dieser Teil von BRANNERS Karte einen Rückschritt und ist ganz zu streichen. Wesentlich besser ist die Übersichtskarte von DE TOIT (868), die den damaligen Stand der Kenntnisse richtig wiedergibt. In jüngster Zeit hat R. MAACK (838) in der Umgebung von Patos eine Aufteilung der Schichtenfolge in Perm und Trias vorgenommen. Auf diese Arbeit kann jedoch erst eingegangen werden nach Beschreibung der vom Verfasser aufgenommenen Routen und Profile. Einen kurzen Überblick über seine Ergebnisse gab der Verfasser 1930 (920) und 1931 (931). Warum dieser Schichtenstoß als „Gondwanaserie“ bezeichnet wird, kann ebenfalls erst am Schluß begründet werden.

II. Beschreibung der aufgenommenen Profile.

Aus dem vorstehenden Überblick ergibt sich, daß über einen Schichtenstoß, den man als Gondwanaserie bezeichnen könnte, in der Literatur einige verstreute Notizen vorhanden sind und daß diese mit anderen Angaben durch BRANNER zu einem Gesamtbild vereinigt wurden, das nicht richtig ist. Irgend welche exakte Mitteilungen über die Verbreitung der erwähnten Gesteine, sowie Profile über ihren Verband mit anderen Schichten fehlen ganz. Auf seiner Route westlich vom São Francisco legte der Verfasser besonderen Wert auf die Festlegung solcher Daten. In diesem Abschnitt müssen zunächst diese Grundlagen entwickelt und die Routen wiedergegeben werden, teils als Unterlage für die in Abschnitt III gegebene Zusammenfassung, teils um die von einigen Punkten in der Literatur vorhandenen Angaben zu diskutieren und mit meinen Aufnahmen zu vergleichen, teils auch um späteren Reisenden die Möglichkeit der Wiederauffindung und des Vergleichs zu bieten. Wer sich nur für die Resultate interessiert, kann gleich zu Abschnitt III übergehen. — Die folgenden Reisewege gehen von Abaeté nach Westen bis zur Serra Matta da Corda und von da nach Nordosten bis zum Rio das Velhas. Man vergleiche fortlaufend die Karte, Tafel I.

a) Serra Capacête.

Von dem Orte Abaeté führte der Reiseweg in westlicher Richtung nach der Serra Capacête. Abaeté soll teilweise auf Kalk liegen, in der Stadt sieht man die großen Quarzitplatten, die für die Geraesschichten charakteristisch sind, aber beide wurden am Reiseweg nicht anstehend beobachtet. Eine dicke Lehmkruste verhüllte zunächst alles. Hie und da kommen steilstehende schiefrige Gesteine zum Vorschein, die aber völlig zersetzt sind. Erst in der Serra Gamelão sind sie ununterbrochen erschlossen. Sie streichen nach Norden mit geringer Ablenkung nach Osten und fallen nach Westen. Doch sind sie hier auch nirgends frisch. An der Talkante zum Rio Quaty (dem Quellfluß des Rio São Vicente) sind Kalkverkrustungen zu sehen. Im Fluß selbst liegen große Quarzitbrocken. Erst auf der Serra Capacête werden diese Schichten frisch. Man

sieht dort ein ebenfalls steilstehendes, schiefrig-plattiges, muschelrig brechendes Tongestein mit eingelagerten Quarzitbänken und schiefrigen Quarziten. Diese frischen Gesteine sind grün gefärbt, müssen zur Bambuhy-Serie gerechnet werden und bilden den Sockel des Gebirgsmassivs. Ihre Oberfläche ist eine jetzt zertalte Hochfläche, der etwa die Höhe der Serra Gamelão gleichkommt (s. Abb. 24), und dieser Hochfläche sind die Gondwanaschichten aufgesetzt: Mürbe gebankte Sandsteine, unten rötlich gefärbt, oben gebleicht. Diese Sandsteine bilden Felsmauern und sind durch die Erosion in Türme und kastellartige Bastionen zerlegt. Schon aus der Ferne sind die Sandsteingebiete mit ihrem hellen Sandboden von ihrem Untergrund, den grünen Gesteinen der Bambuhy-Serie, zu unterscheiden. Die Oberfläche des Bambuhy-Berglandes, die ziemlich eben zwischen 850 und 880 m liegt, ist die abgedeckte Auflagerungsfläche der Gondwanaserie. Soweit in der Nähe des Sandsteins die grüne Farbe reicht, muß die Abdeckung erst kürzlich erfolgt sein, da die sonst nirgends fehlende rotbraune Zersetzung an der Oberfläche der Bambuhy-Serie noch nicht erfolgt ist.

In der Umgebung der Fazenda José Pedro sind nun zahlreiche Gerölle als Lesedecke verstreut, die gut gerundet sind und überwiegend aus verschiedenen Quarziten und Quarz bestehen. Auffällig ist unter diesen Geröllen die große Zahl ausgezeichneter Windkanter. Man könnte annehmen, daß eine hochliegende Terrasse vorliegt, die mit Schottern bedeckt ist, und daß die Gerölle nachträglich vom Wind angeschliffen wurden. Dem widerspricht aber, daß die Gerölle genau an der Grenze der Bambuhy-Serie gegen den Gondwanasandstein liegen¹⁾. In einem Wasserriß, der wenig nördlich der Fazenda lag, konnte das Konglomerat anstehend beobachtet werden. Es handelte sich nicht um eine Kiespakung, sondern die Gerölle lagen in einer sandigen, zermürbten Grundmasse. Diese Schicht war 2—3 m mächtig erschlossen, ohne daß die Grenze zu einem hangenden Gestein zu sehen war. Diese zeigte sich jedoch sehr deutlich an dem Wege zum

¹⁾ Nach Mitteilung des Besitzers der Fazenda umgeben sie den Sandsteinblock, der sich 4 km weit nach N erstreckt, ringsum.

Indayá. In einem Wasseriß lagen wieder zahlreiche Gerölle, ohne sich zu berühren, in einer sandigen Grundmasse, und das Konglomerat wurde vom Gondwanasandstein überlagert. Die Mächtigkeit des Geröllhorizontes ist auf 1 m reduziert. Folgt man dem Weg weiter nach Westen, so überschreitet man den Horizont nochmals und verläßt dabei die Gondwanaserie. An dieser Stelle ist keine eigentliche Konglomeratbank mehr vorhanden, sondern an der Basis des hier sehr dünn-schichtigen Sandsteins liegt ein Steinpflaster, in dem sich die Windschliffe besonders häufen. Offenbar sind die Gerölle vor oder während der Transgression des Sandsteins vom Winde angeschliffen worden.

Etwa 2 km weiter besteht der Gipfel des Capão da Onça aus einer mächtigen Geröllbestreuung, die nur als Erosionsrest gedeutet werden kann. Der Gipfel erreicht mit 880 m die Auflagerungsfläche des Sandsteins, dieser selbst ist aber schon abgetragen bis auf das Basalkonglomerat. Sonst besteht alles bis zum Indayá aus der stark gefalteten Bambuhy-Serie, deren weich modelliertes Bergland tief zertalt ist, dessen Gipfelhöhe aber fast die Auflagerungshöhe der Gondwanaserie erreicht.

Es ergeben sich also für die Serra Capacête folgende Verhältnisse, deren Allgemeingültigkeit auf den folgenden Strecken zu prüfen ist:

- 1) Die Bambuhy-Serie wird durch eine (nachträglich vielfach zertalte) Rumpffläche gekappt, die hier bei etwa 880 m Höhe liegt.
- 2) Dieser Rumpffläche liegt in Resten noch die Gondwanaserie auf, die Einebnung ist also älter als die Gondwanagesteine.
- 3) Unter der Gondwanaserie ist die Bambuhy-Serie frisch (grüne Gesteine!). Wo letztere hingegen längere Zeit abgedeckt ist, trägt sie eine rotbraune Zersatzrinde.
- 4) Die Gondwanaschichten beginnen mit einem Basalkonglomerat, das zahlreiche Windkanter enthält. Dessen Mächtigkeit schwankt zwischen 0,05 bis mindestens 3 m.
- 5) Die Gondwanasandsteine sind in der unteren Abteilung mürb und dünn-schichtig. Nach oben folgen feste, bankige Sandsteine, durch welche die Felswände gebildet werden.

b) Vom Rio Indayá zum Rio dos Borrachudos.

Vom Rio Indayá reist man nach Westen über das ca. 850 bis 900 m hoch liegende, stark zertalte Gebiet der Bambuhy-Serie, dessen weiche Formen durch die ausschließliche Grasvegetation sehr deutlich werden. Doch scheint hier die zertalte Rumpffläche verbogen zu sein; wenigstens könnte man einige schräg stehende Rückenflächen als aufgerichtete Flächenteile deuten. Nach etwa 2 Leguas steht man vor Ponte Nova und stellt fest, daß hier wieder Sandstein der Gondwana-Serie ansteht (Abb. 25). Der Bach stürzt in einem Fall darüber hinweg und strudelt ihn aus. Da im Bach bei 820 m (die verstreuten Häuser erreichen 860 m) das Liegende der Gondwanasandsteine noch nicht erreicht ist, müssen diese entweder leicht abbiegen oder gegen die Bambuhy-Serie verworfen sein. Nach etwa 1,5 km hat man einen kleinen Rücken überwunden und gelangt wieder an einen Bach, der bei 800 m in der Bambuhy-Serie fließt. Wenig über ihm ist die Auflagerungsfläche des Sandsteins zu sehen. Es fehlt hier das Basalkonglomerat. Unten liegen dünn schichtige, nach oben bankig werdende rötliche Sandsteine. Die Grenze beider Formationen ist ein ausgezeichnete *Grundwasserhorizont*. Während im Gebiet der Bambuhy-Serie die Bäche jetzt während der Trockenzeit (Mitte August) fast ganz ausgetrocknet sind, führen sie hier reichlich Wasser, weil der Sandstein dasselbe besser speichert. Im Sandsteingebiet beobachtet man auch häufig Canga-bildung.

Nach Westen ersteigt man die Serra Alcaçaz und bleibt immer im Sandstein. Die Höhe wird bei 920 m erreicht. Doch liegen nördlich noch höhere Kuppen, an denen der Sandstein schräg aufgerichtet ist bei östlichem Einfallen, wie deutlich aus dem Profil der Berge hervorgeht. Dieses Sandsteingebirge hält bis zum Rio dos Borrachudos an. Dabei läßt sich leicht eine *Dreiteilung* erkennen. Unten liegt (etwa 40 m mächtig) dünn schichtiger Sandstein mit Diagonalschichtung in großen Dimensionen. Darüber folgt etwa in gleicher Mächtigkeit ein bankiger roter Sandstein, der am Ausgehenden in Blöcke zerfällt. Seine steilen Abhänge sind stellenweise ganz mit Blöcken überstreut. Das Hangende ist schlecht erschlossen. Es sind offenbar Gesteine, die reich an Ton sind. Sie bilden einen tief-

roten Verwitterungsboden und flachere Böschungen. Diese drei Stufen bilden so charakteristische Geländeformen, daß sie an den Flanken des Borrachudo-Tales meilenweit verfolgt werden können. Die obere Abteilung bildet flache weiche Hänge und ist oft in Kegel und runde Kuppen aufgelöst. Darunter setzt die Steilkante mit dem Blockfeld ein. Die tiefste, wieder weichere Abteilung erzeugt weite, wenig geneigte Flächen, durch welche sich die Flüsse hindurchschneiden.

Kurz vor dem Rio dos Borrachudos wird ein Bach gequert, der sich in Kaskaden durch den Sandstein schneidet. Der Rio dos Borrachudos selbst fließt bei 820 m in Bambuhyserie. Die Untergrenze der Gondwanaserie liegt 10 m höher.

c) Vom Rio dos Borrachudos zum Rio Abaeté.

Jenseits des Rio dos Borrachudos (Abb. 26) bleibt man in den Gondwana-Schichten. Zwei hohe Rücken werden zunächst überschritten, der erste mit schmalem Grat bei 1020 m, der zweite mit tafelförmiger Oberfläche bei 1050 m. Über dem bankigen, Blockfelder bildenden Sandstein liegen tonreiche Gesteine, die reich sind an Quarzgeröllen. Ihre Mächtigkeit (bis zur Oberfläche der Berge) erreicht 150 m. In diesen weichen Massen sind Erdrutsche und Wasserrisse eine sehr häufige Erscheinung, und man sieht auch hier, welchen maßgebenden Einfluß diese auf die Rückverlegung der Gehänge haben.

Bei Tiros sind in Wasserrissen die oberen Schichten erschlossen. Man sieht ein graues Konglomerat. Zahlreiche Gerölle liegen in einer Grundmasse von Lehm. Schichtung ist deutlich erkennbar. Wäre sie nicht vorhanden, so hätte das ganze den Charakter einer Moräne. Diese Schichten bilden die Hügel in der Umgebung des alten Ortes Tiros. Der Ort selbst liegt in einem breiten Talkessel auf Sandstein, der in den Bächen ansteht.

Diese geröllführenden Schichten von Tiros sind offenbar identisch mit den Konglomeraten, die E. RIMANN mehrfach beschrieben hat. Er schreibt darüber 1917 (738), daß nach Ablagerung der Triassandsteine, die als „Sandstein von Areiado“

bezeichnet werden, vulkanische Eruptionen folgen und darauf eine Denudationsperiode. Dann wurden die Sandsteine von Capacêtas abgelagert, die mit einem Konglomerat beginnen, welches bei Tiros und Vertentes do Abaeté Kimberlitgerölle enthält. Auch der Sandstein dieses Horizontes führt Mineralien eruptiver Herkunft (Perowskit, Ilmenit, Magnetit, Titanit, Apatit usw.), die von den Eruptivgesteinen der Serra Matta da Corda hergeleitet werden. Diese Schichten werden in den Jura oder die Kreide verlegt. Und an einer anderen Stelle (740) schreibt E. RIMANN, daß im Vorland der Serra Matta da Corda sich über dem triassischen Sandstein Geröllager finden mit spärlichen Diamanten und Geröllen perowskitreicher Gesteine von lamprophyrisch-körnigem oder basaltisch-porphyrischem Charakter, oder auch Sandsteine mit Diamanten, reich an Perowskit, Magnetit, Chromit, Titanit usw. Hierhin gehört das diamantführende Geröllager von Agua Suja und das von Tiros. Die Sandsteine gleichen dem von E. HUSSAK beschriebenen tuffähnlichen Gestein von Uberaba. Diese Sedimente sind posttriadisch, vielleicht kretazeisch.

Es erscheint demnach sehr wahrscheinlich, daß die oberen, geröllreichen Schichten von der Gondwanaserie abzutrennen sind und jüngerer Alter besitzen, und es wäre zu prüfen, inwieweit die obere Abteilung, die über dem blockbildenden Sandstein liegt, noch dazu gehört oder nicht. Eine genaue Abgrenzung wäre wohl auf Grund eingehender Aufnahmen möglich: dazu stand mir jedoch nicht genügend Zeit zur Verfügung. —

Hinter Tiros steigt man auf einen neuen Plateaurücken (1050 m), jenseits liegt das Tal von Buriti (890 m), und beim Abstieg gelangt man von den dickbankigen Sandsteinen in den dünnenschichtigen, rot und weiß gebänderten, diagonalgeschichteten unteren Sandstein, welcher ankündigt, daß wir uns nahe der Auflagerungsfläche befinden. Jenseits geht es in diesen Schichten weiter. Ihnen sind mehrere Zeugenberge der harten Sandsteine aufgesetzt. Plötzlich tritt man bei 870 m in die Bambuhy-Serie, die schon an der violetten Verwitterungsfarbe des Untergrundes kenntlich ist. Auf der nächsten Strecke sind die Kuppen mehrerer Hügel noch von den untersten Sandstei-

nen eingenommen. Es stellt sich unter ihnen, wenn man nach Westen fortschreitet, allmählich das Basalkonglomerat ein. Zunächst nur einige Gerölle, alle mit Windschliffen, dann immer mehr Gerölle, bis man die Mächtigkeit der Bank auf $\frac{1}{2}$ m schätzen kann. An dieser Stelle ist wieder nur ein Teil der Gerölle angeschliffen. Daraus kann man schließen, daß der Windschliff nicht mit der Ablagerung der Gerölle in Verbindung zu bringen ist, sondern erst später (vor oder während der Sedimentation der hangenden Sandsteine), wobei nur die höchste Lage betroffen werden konnte.

Die Hochfläche hält sich ungefähr in der Höhe der (größtenteils abgedeckten) Auflagerungsfläche der Gondwanasandsteine und ist stark und tief zertalt. Die auf dem letzten Berg vor dem Abaeté etwas tiefer liegenden Gerölle gehören wohl einer Flußterrasse an. Der Rio Abaeté selbst ist tief eingeschnitten.

d) Vom Rio Abaeté zum Rio Arciado.

Jenseits des Abaeté steigt man etwa zu gleicher Höhe auf die Bambuhy-Serie auf. Ihr sind mehrere Sandsteinkuppen aufgesetzt. Die Serra Palmeira wurde erst bei Dunkelheit erreicht, so daß bis zur Fazenda des João Vagas in Palmeira keine genauen Beobachtungen mehr erfolgten. Etwa 6 km westlich von dieser Fazenda liegt der Sandsteinberg Morro Cabeça. In der Richtung auf Felicidade fällt die Oberfläche der Bambuhy-Serie leicht ab (Abb. 27), und auch die Auflagerungsgrenze der Gondwanaserie senkt sich. Sie wird zwischen der Fazenda und dem Corrego Areio mehrfach überschritten. Das Konglomerat fehlt ganz. Die tiefsten Schichten sind rot und grau gebändert und hier tonreich, stellenweise fast wie Bröckelschiefer entwickelt. Die Auflagerungsgrenze senkt sich von der Serra Palmeira gleichmäßig ab, und die Oberfläche des Bambuhy-Berglandes, dem in Resten der Sandstein aufsitzt, dacht sich in der gleichen Weise ab: Ein neuer Beweis, daß wir die abgedeckte Gondwanabasis über dieses Bergland legen können. Es ist aber bemerkenswert, daß in dem Gebiet, in welchem die Rumpffläche über das Bergland gelegt

werden kann, an vielen Stellen noch Reste der Gondwanaserie über der alten Rumpffläche erhalten geblieben sind. Beim Rio Areiado liegt die Auflagerungsfläche 100 m tiefer als in der Serra Palmeira, die Entfernung beträgt etwa 32 km. Auf der ganzen Strecke wurde das Basalkonglomerat nicht beobachtet.

e) Von Capellinha do Chumbo bis Areiado.

Der Weg führt über das gleiche Bergland nach Nordwesten. Bald wird die Gondwanagrenze wieder erreicht, und bis zum Ort Areiado werden die sandigen Gesteine nicht wieder verlassen. Nur die Flüsse haben sich bis in die Bambuhy-Serie eingeschnitten, die aus dünnplattigen, gut spaltenden Schiefen besteht. Die unteren Schichten der Gondwanaserie bestehen aus wechsellagernden weißen und roten Schichten und sind vielfach tonig und einem Schieferletten ähnlich. An den sandigen Stellen ist diskordante Parallelstruktur sehr häufig. An der Serra Vertente und am Morro do Cruzeiro liegt der bankige Sandstein über diesen Schichten (Abb. 28).

f) Die Serra Matta da Corda.

Aus der Serra Matta da Corda sollen zunächst die Routen des Verfassers beschrieben und dann mit den Aufnahmen verglichen werden, die R. MAACK aus der Umgebung von Patos veröffentlicht hat und an welche Anschluß genommen wurde.

Von Areiado ging der Reiseweg in nordnordwestlicher Richtung weiter nach der Fazenda Macaco. Zunächst wurde ein Hügelland durchreist, in welchem die Täler mehrfach bis in die schiefrige Bambuhy-Serie einschneiden (Abb. 29). Die Untergrenze der Gondwanaserie steigt ganz allmählich von 790 m auf 820 m an. Es folgt dann ein mehrere Kilometer langes, bei etwa 940 m liegendes Plateau, dessen steile Ränder den bankigen Sandstein erkennen lassen. Seine höchsten Schichten sind unter Waldbedeckung unsichtbar. Die tiefsten Schichten sind sehr tonig, dann folgen sehr feinkörnige diagonalgeschichtete rote Sandsteine, die mit weißen (bis mehrere Meter anschwellenden) Bänken wechsellagern. Darüber liegt der feste Sandstein. Etwa 8 km von Areiado fällt der Weg

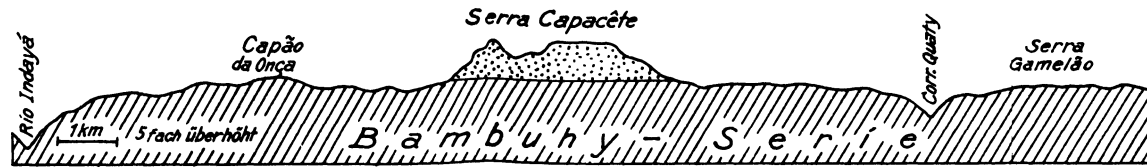


Abb. 24. Profil der Serra Capacete.



Abb. 25. Profil Rio Indayá — Rio dos Borrachudos.

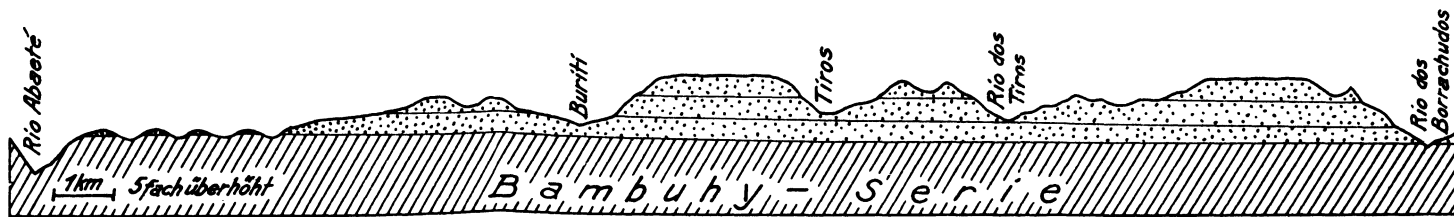


Abb. 26. Profil Rio dos Borrachudos — Rio Abaeté.

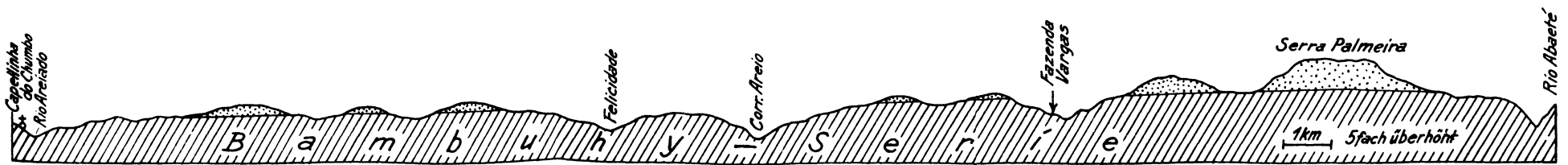


Abb. 27. Profil Rio Abaeté — Rio Areiado.



Abb. 28. Profil Capelinha do Chumbo — Areiado.



Abb. 29. Profil Areiado — Macaco.

wieder steil ins Tal. Bei 820 m ist die Unterlage der Gondwanaserie noch nicht erreicht. Da aber die tonigen Schichten ausstreichen, kann sie kaum mehr als 10 m tiefer liegen. Kurz hintereinander kreuzt man mehrere Bäche in etwa gleicher Höhe und in den gleichen Schichten; dann ist erneut ein Steilrand zu überwinden, den die bankigen Sandsteine bilden. Die Oberkante des Steilrandes liegt bei etwa 1000 m. Von hier steigt das Gelände weiter sanft an. Alle Querschnitte der Täler, die man sieht, zeigen unten flach geböschte Hänge der weichen Gesteine, dann das steile Felsband der dickbankigen und festen Sandsteine, darüber wieder flache Böschungen der hangendsten weichen Schichten. Welcher Natur die letzteren sind, war hier bei der dichten Bewaldung nicht zu ermitteln. Daß sie aber weicher sind, zeigt das Profil. Auf dem Wege nach Macaco erreicht man aber noch eine steile Stufe, nach deren Überwindung man auf einem Hochplateau steht, nach dessen Überschreitung die Fazenda Macaco (1005 m) am Rande steil zum Rio da Prata hinabgehender Täler erreicht wird. An dieser Kante sieht man wieder intensive Cangabildung.

Hier beginnt die Aufnahme von R. MAACK (838). Bevor wir uns mit derselben beschäftigen, sei die auf der bisherigen Route beobachtete Schichtenfolge nochmals kurz zusammengestellt und mit Zahlen bezeichnet, auf die ich mich weiterhin beziehen werde, damit keine Mißverständnisse aufkommen.

Gesteine:	Alter:
4. Weiche Gesteine, tonig und sandig, z. T. Geröllhorizont.	Die Konglomerate z. T. vermutlich = Uberaba-Schichten. Die anderen Gesteine unsicher.
3. Feste, bankige, rote Sandsteine.	} Gondwana-Serie.
2. Mürbe, teils tonige kreuzgeschichtete Sandsteine, rot und weiß oder grau.	
1. Basalkonglomerat, nach der Serra Matta da Corda ausgehend.	
Graugrüne Schiefer und Quarzite.	Bambuhy-Serie.

Es muß hervorgehoben werden, daß das Basalkonglomerat, das im Südosten so weit verbreitet war, in der Serra Matta da

Conda bisher nicht festgestellt wurde und demnach, wenigstens flächenweise, ausgekilt ist. Die Gondwanaserie soll vorläufig nur bis zur Oberkante der bankigen Sandsteine gerechnet werden. Die darüberliegenden weichen Schichten sind bisher nirgends gut aufgeschlossen gewesen, so daß ich mich eines Urteils über sie noch enthalten muß. Vielleicht gehören zu ihnen ganz verschiedene Formationen. Für die Konglomerate von Tiros kann man nach den Erörterungen E. RIMANNs gleiches Alter mit den als Kreide angesehenen Schichten von Uberaba vermuten, und vielleicht ist ein Teil der über den bankigen Sandsteinen liegenden Sedimente mit diesen ebenfalls gleichzustellen. Im übrigen verweise ich auf die später folgenden Erörterungen über das Alter dieser Serien. —

Im Jahre 1926 veröffentlichte R. MAACK (838) eine Routenkarte zu den Kimberlitvorkommen im Munizip Patos. Es war äußerst verdienstvoll, daß in dieser Karte die Lage einiger der kimberlitähnlichen pipes festgelegt wurde, deren Vorhandensein E. RIMANN (713, 714, 739, 740) zuerst nachgewiesen hatte. Es wurde damit ein kleiner, aber sehr guter kartographischer Ausschnitt gegeben, wie wir sie in dieser Genauigkeit leider nur von wenigen Teilen dieses Gebietes besitzen. Herr MAACK hat nun auch einen Überblick über den geologischen Bau gegeben und sein Profil mit Südbrasilien und Südafrika parallelisiert. Da die Arbeit bereits Beachtung gefunden hat und da solche Gegenüberstellungen rasch in die Literatur übernommen werden, muß auf seine Gliederung etwas näher eingegangen werden²⁾. Tabelle 13 zeigte seine Aufstellung unter Fortlassung derjenigen Rubriken, die für die folgende Diskussion nicht von Bedeutung sind. Wir beginnen bei den liegenden Schichten.

In dem Profil Tabelle 13 beginnt die Schichtenfolge über der Rumpffläche der Bambuhy-Serie mit einem grauen quar-

²⁾ Herrn MAACK hatte ich die folgenden Ergebnisse am 13. VII. 1931 brieflich mitgeteilt. Er gab mir darauf in einem Schreiben vom 19. VIII. 1931 einen Überblick über seine weiter nach Westen ausgedehnten Untersuchungen, die, wie er selbst schreibt, seine „alten Darlegungen wesentlich umstoßen“. Die in diesem Brief entwickelten Auffassungen decken sich jetzt in weitgehender Weise mit dem von mir aufgestellten Profil und meiner Deutung desselben, worauf ich hier ausdrücklich hinweisen möchte.

Tabelle 13.

Schichtenfolge der Serra Matta da Corda (nach R. Maack)

Schichtfolge des West-Minas-Plateaus		Seehöhe der Schichtbasis	Geologisches Alter	Besondere Eruptivgesteine
Porphyrische und basaltische Eruptivdecken, Diabase		1020 u. 1030	Jura Trias	Kimberlit
Dünnpfättige, weiße und rote Sandsteine (Flugsandstruktur)		980 u. 1000	Trias	
Nur westlich und südlich des Parahyba	Plättige Sandsteine und bankige Kalke		Ober-	
	Dünnpfättige grün-glimmerige Schiefer und Mergel		Perm	
Weißer Kalke mit Hornsteinbildung u. Kalkspate	?			
Fluv. Konglomerat (Tillit)		980	Unter-	
Rötlicher Sandstein		940	?	
Grauer quarzit. Sandstein		900		
Kristall. Kalke und Ton-schiefer (Bambuhy-Serie)			Silur	Peridotit
Kristall. Kalke	Minas-Serie		Cambrium	Serpentin
Kristall. Schiefer				Intrusive Granite
Gneis-Schiefer				
Gneis-Granit		Archaisch		

zitischen Sandstein. An dieser Stelle habe ich nirgends ein solches Gestein angetroffen. Auch an den Stellen, an denen die Profilschnitte Herrn MAACKS diesen Horizont durchschneiden, konnte ich ein Gestein, auf das diese Definition passen würde, nicht auffinden. Im Tal des Rio da Prata (westlich Lagoa Jacuba) beobachtete ich unter dem roten Sandstein, der die Felskante bildet (Abteilung 3 meiner Aufstellung) nur die weißlichen und roten mürben Sandsteine, die uns als Hangendes der Bambuhy-Serie auf dem ganzen Wege begleitet haben. In den Schluchten bei Cascata ergaben sich folgende Tatsachen: Auf dem Wege dorthin steht die Bambuhy-Serie im Tal des Rio das Mattas an³⁾ und kommt auch an dem Bergsockel, dem die Fazenda Cascata angehört, mehrfach zum Vorschein. Die Grenze zur hangenden Sandsteinserie ist stark zerschluchtet und dadurch mehrfach erschlossen. Unten liegt die Bambuhy-Serie steilgestellt und darüber horizontal der rot- und weißgeschichtete Sandstein von mürber Beschaffenheit. Kleine Geröllchen von Quarz und Gesteinen, die wohl der Bambuhy-Serie entstammen, sind ihm eingestreut, und er enthält kleine Hohlräume ausgelaugter Bestandteile (? Kalkgeröllchen), die mit braunem Mulm erfüllt sind. Auch hier haben wir also das Profil übereinstimmend mit dem, was sonst als Basis der Sandsteinserie festgestellt wurde. Das Basalkonglomerat fehlt, wie auch häufig an anderen Stellen. Da hier der Schluß der Schlucht liegt, der durch eine steile Felswand gebildet wird, an der das Gestein völlig nackt freiliegt und der Sandstein überragt (Abb. 30), ist der Aufschluß deutlich wie ein Modell und ein Irrtum völlig ausgeschlossen. Da nun Herr MAACK ausdrücklich hervorhebt, daß sein grauer, quarzitischer Sandstein diskordant über der Bambuhy-Serie liegt und konkordant unter der folgenden Stufe, so kann er darunter nur meine unter 2 genannten unteren mürben, rot und weiß wechselagernden und vielfach kreuzgeschichteten Sandsteine verstanden haben. Auch die Höhenlage der Untergrenze und die

³⁾ Im Parahyba-Tal (zwischen Patos und der Mündung des R. das Mattas) ist sie während der Trockenzeit im Fluß besonders gut zu sehen. Dort stehen Schiefer an mit runden Quarzitlinsen, die an der gemessenen Stelle unter M.N. 347° W streichen und nach W fallen, aber auch kuppelförmige Falten zeigen.

Mächtigkeit stimmen überein. Soweit meine Beobachtungen reichen, sind diese jedoch nirgends quarzitisch oder in ihrer ganzen Masse grau. Da aber die untere Schichtgrenze ein Grundwasserhorizont ist, wurde stellenweise eine Ausbleichung beobachtet⁴).

Als nächst höhere Stufe erwähnt MAACK einen rötlichen Sandstein. Bei diesem kann es sich nur um meinen als 3 angeführten festen, bankigen, roten Sandstein handeln. Derselbe bildet auch hier überall Felswände (auch bei Cascata), und die Profile MAACKS lassen das ebenfalls erkennen. Ferner

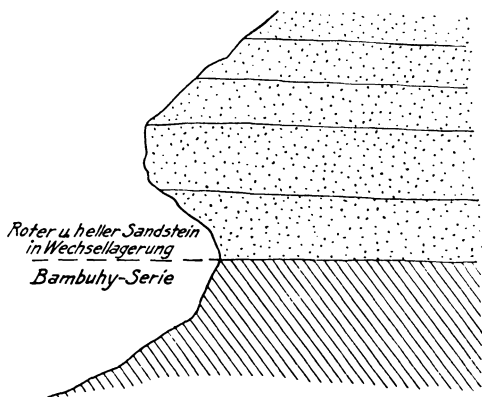


Abb. 30. Auflagerung der Gondwanaserie bei Cascata.

entsprechen sich die Mächtigkeit und Höhenlage, auch vergleicht ihn MAACK mit RIMANNS „Areado-Sandstein“ und bemerkt, daß dieser Sandstein „im weitaus größten Teil der Landschaft nordöstlich des Paranahyba das Plateau bis zu 980 und 1000 m aufbaut“, was auf meine Stufe 3 zutrifft. Hier ergibt sich also volle Übereinstimmung.

Über das Alter dieser Gesteine bemerkt MAACK, daß die Bestimmung unsicher ist, daß aber diese Schichten „dem Unterperm (? Devon) angehören dürften“. Für beides werden keine Gründe angeführt, die Veranlassung zu dieser Einstufung wird die Deutung der hangenden Schichten gegeben haben, auf die gleich eingegangen wird. E. RIMANN und an-

⁴) Wie mir Herr MAACK mitteilt, sieht er in der quarzitischen Ausbildung jetzt eine lokale Fazies.

dere Autoren haben mit größerem Recht den roten Sandstein als ?Trias bezeichnet, weil er mit dem Botucatú-Sandstein Südbrasilens sehr große Übereinstimmung zeigt. Sicherlich gehören diese terrestrischen Bildungen der Gondwanaserie an. Auf die Altersfrage wird später noch weiter einzugehen sein. Es ist festzuhalten, daß diese beiden Abteilungen MAACKS meinen Stufen 2 und 3 entsprechen.

Über diesen Schichten erwähnt Herr MAACK ein „fluviales Konglomerat (Tillit)“, das nur stellenweise auftreten soll und allein vom Rio da Prata (Fazenda Gigante) beschrieben wird, wo auch das Profil durchschneidet. Dieses Konglomerat wird als Unterstes Perm in die Formationstabelle eingetragen und soll gleichzeitig „dem Tillit des Oberkarbon Südafrikas entsprechen“. Es sind jedoch weder diese Altersstellung noch seine Beziehungen zum Tillit gesichert. Leider waren bei meinem Besuch die Aufschlüsse sehr schlecht und der tiefere Teil des Profils durch Wald, der höhere durch mehr als mannshohes Gras verhüllt, aus welchem die Gesteine als Klippen herausragten, ohne daß die Lagerungsbeziehungen sichtbar wurden. Sicher scheint, daß das Konglomerat (wie es MAACK einträgt) ungefähr an der Oberkante der bankigen roten Sandsteine (meiner Abteilung 3) liegt. Es ist also zunächst bemerkenswert, daß wir hier nicht das Basalkonglomerat vor uns haben (meine Abteilung 1), sondern ein wesentlich höher liegendes Konglomerat. Da nun der rote Sandstein (Abteilung 3) von den meisten Autoren als Trias angesehen wird und nach allem, was wir wissen, sicher schon der Gondwanaserie zugehört (die Windschliffe in meinem Konglomerathorizont ergeben ja schon erheblich frühere terrestrische Vorgänge), so kann der noch über ihm liegende Geröllhorizont nicht das Basalkonglomerat dieser ganzen Serie sein. Eigenschaften, die ihn zum Tillit stempeln, wurden weder von mir noch von Herrn MAACK beobachtet. Wir sind also nicht berechtigt, dieses Konglomerat mit den Basal-Tilliten Südbrasilens oder dem Tillit Südafrikas zu vergleichen, denn es ist offenbar wesentlich jünger. Worum es sich bei dem Konglomerat handelt, konnte infolge der dichten Vegetationsdecke nicht ermittelt werden. Wenn man in ihm nicht hochliegende verkittete Schotter des Rio da Prata sehen will, so kommen

zwei Möglichkeiten in Frage: Es kann sich um einen Konglomerathorizont handeln, der den als ? Trias angesehenen Sandsteinen zugehört. Etwa in diesem Niveau beobachtete ich später gelegentlich Geröllführung, die sich jedoch nie zu einer Konglomeratpackung steigerte und deren Komponenten bei weitem kleinere Dimensionen erreichten (hier sind die Gerölle bis kopfgroß). Oder wir können hier wieder besonders verfestigte Konglomerate des bei Tiros beobachteten, ebenfalls über diesem Sandstein liegenden Horizontes vor uns haben, den E. RIMANN mit der ? Kreide von Uberaba und Agua Suja verglich. Wenn also die Deutung dieses Konglomerates künftigen, von besseren Aufschlüssen begünstigten Untersuchungen überlassen bleiben muß, so begnügen wir uns hier mit der Feststellung, daß es einer jüngeren Stufe angehören muß als der Tillit Südbrasilien⁵⁾, daß es infolgedessen nicht die Basis des Permokarbon bildet. Damit entfallen auch die Grundlagen für die stratigraphische Deutung des Profils (Tabelle 13), die sich auf die Alterseinschätzung dieses Konglomerathorizontes stützt, und es werden die mit Südbrasilien und Afrika gezogenen Parallelen hinfällig, für welche dieser Horizont die hauptsächlichste Grundlage lieferte⁶⁾.

⁵⁾ In der erwähnten brieflichen Mitteilung bestätigte mir Herr MAACK, daß er auch zu dieser Überzeugung gelangt ist. Er faßt jetzt den oberen Konglomerathorizont als lokale Bildung auf.

⁶⁾ Die Verfestigung dieser Konglomerate ist teilweise außerordentlich stark, woran eine nachträgliche Einkieselung mitbeteiligt ist. Diese hat auch die benachbarten roten Sandsteine ergriffen. Auf Klufträumen derselben sind bis 5 cm stark beobachtete Quarz- und Chalcedonmassen ausgeschieden, und das Gestein kann von mehr oder weniger feinen Chalcedongängen durchschossen sein. Im Dünnschliff bestand der Querschnitt eines etwa 2—3 mm starken Gangtrums an den Salbändern aus kristallinisch-körnigem Chalcedon, der in die Lücken zwischen dem Quarz eingreift, dann folgt eine dünne Lage traubig-schaligen Chalcedons, der mehrfach mit unregelmäßig körnigen Lagen wechsellaagert. Darauf sitzt er in längeren, sehr feinen, büschelig wachsenden Nadeln senkrecht zum Salband und verwächst in der Mitte mit gleichen Faserbüscheln, die (bei gleichem Profil) von der andern Seite kommen. Auch durch das einer Breccie ähnlich werdende Konglomerat ziehen solche Chalcedongänge durch und dringen in Lücken ein.

Weiterhin gibt R. MAACK an anderer Stelle im gleichen Horizont, wie ihn das obere Konglomerat einnimmt. „weiße Kalke mit Hornsteinbildungen und Kalkspate“ an, die ebenfalls dem Unteren Perm zugeschrieben werden. Da ich in diesem Horizont (also über meiner Sandsteinserie 3) auf der ganzen Route nirgends Kalke beobachtet habe, war mir dieser Punkt besonders interessant, und unter Führung des Fazendeiros, der Herrn MAACK auch begleitet hatte, suchte ich den Kalk in der Grouta de Cal, einem Tälchen, das zum Rio Cascata fällt, auf. Auch da ist es unmöglich, eine Eingliederung vorzunehmen, da hohes Gras und Buschwald alles Anstehende verhüllen. Der weiße Kalk kommt auf wenige Meter zum Vorschein, Liegendes und Hangendes sind nicht zu sehen, am allerwenigsten im Kontakt mit dem Kalk. Ich halte es deshalb für verfrüht, ihn in das Profil eingliedern zu wollen, lediglich auf Grund seiner Höhenlage. Auch andere Möglichkeiten seiner Eingliederung können bei der dichten Bewachsung nicht widerlegt werden. In unmittelbarer Nachbarschaft ist einer der kimberlitartigen pipes aufgeschlossen, in deren Randgebiet von mir auch an anderen Stellen Schlotbreccien beobachtet wurden, die Blöcke des Untergrundes enthielten. Ferner muß ich auf die Kalke verweisen, die nach JOSÉ FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR (814) in der Umgebung von Araxá in Verbindung mit tinguitischen Eruptivgesteinen und Mineralquellen beobachtet wurden. Die Quellen vom Typus Araxá reichen bis zur Serra Matta da Corda, und R. MAACK bemerkt bei Erwähnung der Kalke, daß unterhalb derselben eine Bitterquelle austritt. Es liegt mir vollständig fern, für irgendeine Möglichkeit der geologischen Eingliederung des Kalkes von Cascata eintreten oder eine derselben ablehnen zu wollen. Ich stelle nur fest, daß eine Entscheidung nicht eher getroffen werden kann, als bis der Urwald gerodet und der Kontakt zum Nachbargestein freigelegt ist⁷⁾.

Als Oberes Perm ist in Tabelle 13 weiter eine Gruppe von Gesteinen angeführt, die „nur westlich und südlich des Paranahyba“ vorkommen. Aus der Beschreibung geht hervor, daß sie nicht in Zusammenhang mit den übrigen Profilgliedern

⁷⁾ Herr MAACK teilt mir mit, daß er in den Kalken heute auch Quellkalke sieht.

beobachtet wurden. Ihre stratigraphische Einordnung beruht demnach auf Vermutungen. Diese ganze Abteilung ist am besten hier zu entfernen. Die bankigen Kalke sind mir nicht begegnet. Die plattigen Sandsteine und die steilstehenden Schiefer der Serra Negra hingegen gehören in den kristallinen Untergrund, mit großer Wahrscheinlichkeit zur Minas-Serie, vielleicht noch in die Itacolumy-Serie.

Erst über diesen Schichten beginnt in Tabelle 13 die Trias, unter welcher dünnplattige weiße und rote Sandsteine angeführt werden. Bei diesen handelt es sich zweifellos um die in meiner obigen Übersicht unter 4 aufgeführten Schichten. Dieselben gehören also teilweise noch zur Gondwanaserie (= ? Trias verschiedener Autoren), man muß aber damit rechnen, daß ein Teil des über meiner Abteilung 3 liegenden Schichtenstoßes auch jünger ist, was auch R. MAACK anzunehmen scheint, wenn er „Reste jüngerer Sedimente mit Kimberliteinschlüssen, ? Kreide“ erwähnt. Die über der ? Trias liegenden basischen Eruptivdecken kann man in Anlehnung an die südbrasilischen Ereignisse gleicher Art in die oberste Trias bis in den Jura versetzen, wie das Herr MAACK getan hat. Die Eruptivgesteine selbst habe ich nicht anstehend getroffen, ebensowenig wie Herr MAACK, der sich auf das von RIMANN bekanntgegebene Auftreten beruft⁸⁾. Gewisse sehr tiefgründige rote Verwitterungsrinden, welche die Hochflächen überziehen, könnte man für zersetzte Lavadecken halten, auch fand ich später gefrittete Sandsteine. Auf diese wie auf die Kimberlite wird erst im zusammenfassenden Teil eingegangen werden.

g) Von Pilões (Rio da Prata) zum Rio Andrade.

Nach Durchführung des Vergleichs mit den Aufnahmen R. MAACKS wurde ein Marsch in nordöstlicher Richtung angetreten, um die bisher gewonnenen Resultate zu erweitern und auf ihre allgemeine Gültigkeit zu prüfen. Von Gigante führte zunächst ein Marsch über Macaco nach Pilões. Dieser Punkt wurde aufgesucht, weil zu erwarten war, daß am Rio da Prata

⁸⁾ Inzwischen hat sie Herr MAACK nach brieflicher Mitteilung weiter westlich in großer Ausdehnung gefunden, worüber er hoffentlich bald ausführlichere Veröffentlichungen folgen lassen wird.

die Bambuhy-Serie anstand. Es konnte dann daselbst die Unterkante der Gondwanaserie festgelegt und diese selbst soweit nach Nord-Ost verfolgt werden, als sie überhaupt reicht.

Von Macaco reist man zunächst etwa 3 km durch ein Bergland, dessen Gipfel bei ungefähr 1000 m liegen. Dann wird ein von der Serra abgetrenntes Hochplateau überschritten, dann folgt wieder ein ähnliches Bergland, bis man am oberen Rande eines halbkreisförmigen, zirkusähnlichen Tales steht, das sich zum Rio da Prata hin öffnet. Dies ist das Tal von Pilões. Die Felswände, die es rings umschließen, gehören dem festen Sandstein an. Am Lagerplatz im Tal erkennt man den rotweißen Sandstein der unteren Abteilung. Das Lager lag etwa 3 km oberhalb des Rio da Prata in 850 m Höhe. Die tonigen Einlagerungen der anstehenden Sedimente ließen schon erwarten, daß die Auflagerungsgrenze auf die Bambuhy-Serie nicht weit entfernt sein kann. Sie fand sich auch etwa 1.5 km unterhalb bei 820 m Höhe⁹⁾. Hier lag auf der Bambuhy-Serie wieder das Basalkonglomerat, welches Gerölle von Quarz, hellen (weißen und grauen) Quarziten und kieselschieferähnlichen Gesteinen führte¹⁰⁾. Die untere, aus weichen Gesteinen zusammengesetzte Abteilung der Gondwanaschichten reicht bis etwa 890 m. Sie beginnt mit einer roten Sandsteinbank, in welcher noch einzelne Gerölle liegen. Dann kommen dünn-schichtige, rot, weiß oder grau gefärbte, vielfach tonhaltige „schiefrige“ Sandsteine, denen reine Lettenbänke eingeschaltet sind. Die Sandsteine führen zuweilen reichlich Glimmer. Auffällig war in diesem Gebiet das Auftreten großer Schnecken, die im Sandsteingebiet sonst nirgends beobachtet worden waren, wohl aber regelmäßig da, wo die Kalke der Bambuhy-Serie anstehen. Auch fanden sich in den unteren Sandsteinen auf Klüften Kalkausscheidungen. Erst nach längerem Suchen fand sich etwa 30 m über der Untergrenze in den Sandsteinen ein ca. 0,30 m starkes Kalkbänkchen konkordant eingelagert und auf kurze Erstreckung in einem Wasserriß freigelegt. Der Kalk war weiß und kristal-

⁹⁾ Von hier an vergleiche man außer der Routenaufnahme (Tafel I) ständig das dieser Karte beigegegebene Profil.

¹⁰⁾ Diese Gesteine wurden von den Indianern zu Geräten verarbeitet, wie eine in einer Höhle vorhandene Schlagstelle beweist.

linisch. Fossilien wurden darin nicht bemerkt. Möglicherweise ist das nicht das einzige Kalkvorkommen. Durch die dichte Vegetation wurden die Beobachtungen sehr erschwert. Anstehendes Gestein ist immer nur gelegentlich auf kurze Strecke hin freigelegt.

Dicht an der Mündung des Baches von Pilões in den Rio da Prata liegt die Fazenda São Lomberto de Baixo. Auf dieser Fazenda fand sich versteinertes Holz. Der Fundpunkt ist in die Karte (Tafel I) eingetragen worden. Leider konnte dasselbe nicht im Anstehenden beobachtet werden. Vielmehr fanden sich die Stücke etwa $\frac{1}{2}$ m tief im Boden, von wo sie bei der Feldarbeit ausgegraben waren, und zwar auf dem flachen Gehänge der unteren weichen Sandsteine unterhalb des Felsabsturzes der bankigen Sandsteine. Auf diese Reste wird später zurückzukommen sein.

Die Abteilung 3 des Gondwanaprofils, die festen bankigen Sandsteine, bilden auch hier eine sehr regelmäßige und deutliche Felskante, die allen Berg- und Talprofilen eigentümlich ist. Die Sandsteine sind gleichmäßig körnig. Oben sind ihnen einige Gerölle eingestreut. An der Oberkante, die bei etwa 160 m liegt, kommt es wieder zu erheblicher Canganbildung. Die obersten Schichten (Abteilung 4) sind hier anscheinend reine Sandsteine. Anstehend wurden sie nicht beobachtet, sie müssen außerordentlich mürbe sein. Die Oberflächen der Berg Rücken (die sich bis 1000 m erheben) sind mit reinem Sandboden bedeckt.

Von Pilões reist man nach Osten über die Serra de Areiádo und Serra do Periquito, die beide gestreckte Plateaurücken sind, abgetrennt von der geschlossenen Zentralmasse der Serra Matta da Corda. Hier liegt die Wasserscheide zwischen Rio Areiádo, Rio do Chumbo und Rio Andrade. Bis zur Fazenda São Lourenço bleibt man in den Gesteinen der Gondwanaserie, ohne daß neue Beobachtungen zu machen sind. Dicht bei dieser Fazenda liegt im Sandstein eine runde, abflußlose Wasserfläche, deren Spiegel in der Trockenzeit stark absinkt. Es kann sich nur um einen Erdfall handeln, dessen Entstehung sich aus dem Aufbau des Gebietes östlich der Fazenda ergibt. Von der Fazenda kommt ein Bach (Corrego Contena) herunter, der in den Rio Andrade mündet. Nördlich

vom Rio Andrade biegt sich der Untergrund der Trias auf und die Bambuhy-Serie kommt zum Vorschein¹¹⁾). Derselben ist ein mächtiges Kalklager eingeschaltet, das auf der Höhe in zerfressenen, von Karren zerfurchten Felsen ansteht. Es ist der in dieser Formation übliche dunkle, von hellen Kalkspatgängen durchzogene Kalk. Nach Norden wird sein Ausbiß immer bedeutender, und nach dort scheint auch das Ausmaß der Störung zu wachsen, während dieselbe nach Süden, wo ihre Verlängerung von meinem Reiseweg geschnitten wird, offenbar ausklingt. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der Kalk sich auch unter die Gondwanasandsteine erstreckt, daß er dort wie überall zur Höhlenbildung neigt, und daß der Einsturz unterirdischer Hohlräume darin den Erdfall erzeugte.

Bis zum Rio Andrade (der zunächst nördlich bleibt) durchreist man von hier eine Zone, in welcher sich die Reste der Gondwanaserie auf den Kuppen erhalten haben. Der Rio Andrade wird in Bambuhy-Serie durchschritten. Das Basalkonglomerat fehlt wieder durchweg.

h) Vom Rio Andrade zum Rio São Francisco.

Hinter dem Rio Andrade bleibt man in dem Gebiet, in welchem sich nur auf den Höhen die Gondwanasandsteine in dünnen Resten erhalten haben. In der Umgebung des tief eingeschnittenen Rio São Ignacio herrscht die Bambuhy-Serie allein. Die Oberfläche der Höhen mag etwa der abgedeckten Rumpffläche entsprechen. In der Bambuhy-Serie wechseln dünn- und ebenplattige Schiefer mit muscheligen-brechenden, unregelmäßig und dicker schiefernden Tongesteinen, und beide enthalten Quarzitlagen, die aber ganz untergeordnet sind. Die Gondwanaschichten beginnen immer mit dünnschichtigen Bröckelschiefern, die rot und graugrün gefärbt sind. Der starke Tongehalt ist nicht auffällig in einem Gebiet, in welchem auch der Untergrund überwiegend aus Tongesteinen besteht. Vor São Gonçalo de Abaeté ist die Transgressionsfläche der Gondwanaserie wieder leicht geneigt. Hinter São Gonçalo erhebt sich der Rand eines Sandsteinplateaus (Serra do

¹¹⁾ Das Profil auf Tafel I ist südlich an der Reiseroute entlang gelegt, so daß diese Störung nicht davon geschnitten wird.

Jeribá). Jenseits fließt der diamantführende Rio Sto. Antonio, dessen Quellen 2 Leguas von São Gonçalo entspringen sollen. Im Osten sieht man weithin Tafelberge und Tafelbergreste, die zuweilen schon zu spitzen Kegeln umgeformt sind, aufgesetzt.

Von São Gonçalo folgt man immer dem Fuß der Serra, von der die Flüsse zum Abaeté abfließen. Man reist fast nur über Gondwanaschichten, bloß die Flußtäler sind in die Bambuhy-Serie eingeschnitten. Diese ist schwächer gefaltet als bisher, und es überwiegen ebenflächige Schiefer und quarzitische Schiefer. Wo diese in den Flüssen frisch anstehen, nehmen sie den Habitus der Geraes-Schichten an. In dem Bacheinschnitt kurz vor dem Agua Suja beginnt wieder das Basalkonglomerat mit Windschliffen, zunächst als schwaches Pflaster, aber ständig an Mächtigkeit zunehmend, und am R. Bebedouro und dem nördlich fließenden Fluß sind die Gerölle so verbreitet, daß die starke Kiesbestreuung beim Reiten lästig wird. Auch hier sind Windschliffe unter den Geröllen. Wo man das Konglomerat an dieser Stelle anstehen sieht, erreicht es 1—1.5 m Mächtigkeit. Die Gerölle liegen in einem Lehmbindemittel. Die flachen Gerölle liegen parallel. Auch die hangenden Schichten (Abteilung 2) sind sehr tonig. Dünne Sandsteinbänke sind ihnen jedoch eingelagert, die um die Hügel herum viele schwache Stufen bilden. Da das Gelände nur von Gras bewachsen ist, tritt jede Feinheit des Reliefs heraus. Die bankigen Sandsteine (Abteilung 3) bilden Tafel- und Kegelberge, sowie Blockfelder. Näheres über die Formgestaltung wird in einem besonderen Kapitel später erörtert werden. Die Abteilungen 1—3 sind zusammen etwa 80 m mächtig. Die obere Abteilung (4) wurde nicht überschritten. In ihr sieht man am Serrarand tiefe, rot leuchtende Erdrutsche, doch erreicht der nach Veredas führende Paß nicht diesen Horizont. An dieser Stelle führt jedoch der bankige Sandstein in seiner obersten Abteilung einige kleine Gerölle.

Unmittelbar nördlich Veredas (das durch einige weitverstreute Hütten gebildet wird) schneidet sich ein zum C. das Veredas gehörender Quellbach bis in die Bambuhy-Serie ein. Hier ist das Basalkonglomerat sehr gut erschlossen. Es erreicht 5 m Mächtigkeit, die Gerölle schwellen bis zu Kopf-

größe an. Im liegenden Teil sind Gerölle aus der Bambuhy-Serie eingeschaltet, die rot zersetzt sind. Wir haben also hier auch eine rote Zersetzung des Untergrundes, die älter ist als das Basalkonglomerat oder gleichaltrig mit diesem. Die Gerölle liegen in lehmiger Grundmasse, die plattigen Gerölle in flacher Lage. Windschliffe fehlen. Über dem Konglomerat liegt folgendes Profil:

4. Weiß- und rotgebänderte Sandsteinbank (die weiße Farbe überwiegt).
3. Roter und grauer sandiger Lehm, geschichtet, 5—6 m.
2. Roter Schieferletten etwa 5 m.
1. Konglomeratbank 5 m.

Der Weg folgt dann der Wasserscheide gegen den nördlich fließenden Rio Santo Antonio und bleibt vorwiegend in der Gondwanaserie. Nur in einigen Flußtälern wird das Liegende erreicht und zeigt dann immer den Konglomerathorizont in beträchtlicher Mächtigkeit. Bei Canoinhas führt auch der Sandstein darüber noch vereinzelte Gerölle. Am Rio da Baixada schwillt das Basalkonglomerat auf 8 m an. Die Gerölle sind unten kopfgroß, nehmen aber nach oben an Durchmesser ab. Alle sind gut gerollt, es fehlen hier Windschliffe. Auch da führt der hangende Sandstein noch vereinzelte Gerölle. Erst am Einschnitt von Canôas fehlt plötzlich wieder das Konglomerat. Hier kommt die Bambuhy-Serie in der Fazies der Geraes-Schichten zum Vorschein. Die Schichten liegen ziemlich flach und sind an Störungszonen zerknittert. Auf den Schichtflächen der Quarzitplatten sieht man Wellenfurchen, Trockenrisse und problematische Figuren. Überhaupt ist bankiger Quarzit stark vertreten. Er steht in fast horizontaler Lagerung im Flußbett an und ist stark gerötet. Der rote Sandstein der Gondwanaserie hingegen ist (wie auch an anderen Stellen) unter den moorigen Veredas ausgebleicht und völlig weiß geworden.

Von Canôas bis zur Fazenda Corrego Bonito findet sich nichts Bemerkenswertes. Der Konglomerathorizont setzt am Corrego Tres Barras wieder ein, schwach und mit Windschliffen, und wird am Corrego Bonito wieder stärker. Windschliffe fehlen da. Die Flüsse schneiden sich in die im allgemeinen

flachliegenden Geraes-Schichten ein. Am Corrego Bonito stehen fast horizontale Quarzite an, doch mit welligen, flachlinsenförmigen Oberflächen. Von der Fazenda Corrego Bonito an bleibt man bis zum Rio São Francisco in diesen fast horizontalen Gesteinen. Sie bestehen aus Quarziten, die mit schieferigen Gesteinen wechsellagern. Die dickbankigen Quarzite liegen linsenförmig darin. Beim Abstieg zum Rio São Francisco halten diese Gesteine an bis an den Rand der Überschwemmungsebene, die hier (an der Mündung des Rio Abaeté) nicht sehr breit ist.

i) Vom Rio São Francisco zum Rio das Velhas.

Zwischen diesen beiden Strömen muß das Hochplateau der Geraes nochmals überschritten werden. Vom São Francisco ab werden mehrere Flüsse gequert, unter denen der Rio de Janeiro der bedeutendste ist. In ihnen allen stehen die Geraes-Schichten an: So gut wie horizontale Quarzitbänke, darunter auch hie und da dünnbankige Platten mit Wellenfurchen. Erst hinter dem Rio de Janeiro wird die Hochfläche erstiegen, und ganz programmäßig stellt sich bei etwa 780 m wieder das Basalkonglomerat der Gondwanaserie ein, das auch einige Windkanter enthält und mehrere Meter stark wird. Darüber stellt sich roter Sandboden ein. Die gleiche Höhenlage dieses Horizontes auf beiden Seiten des Rio São Francisco beweist, daß dessen Tal ein reines Erosionstal ist und von Bruchlinien keine Rede sein kann. Wie überall, so ist auch hier der Sandstein ein Wasserhorizont über der wasserstauenden Unterlage. Hier entspringen zahlreiche, auch jetzt während der Trockenzeit wasserreiche Flüsse. Über dem nach Westen gerichteten Austritt des Grundwassers hatte sich ein Hochmoor gebildet. Weiterhin wird das Konglomerat im Tal des Rib. do Inferno (bei der Fazenda Bom Successo) und in einem Tal 3 km vorher gequert. Sonst sind die Aufschlüsse schlecht, so daß die Mächtigkeit (die einige Meter beträgt), nicht geschätzt werden kann. Jenseits des Rib. do Inferno wird es besser. Dort erreicht der Konglomerathorizont 5 m Mächtigkeit. Die Gerölle werden kopfgroß und bestehen fast nur aus gebleichtem Quarzit. Quarzgerölle sind kleiner und spärlicher.

Das Hangende bildet toniger Sandstein, rot und weiß gefleckt, und auch hier reicht die Geröllführung noch ca. 4—6 m in den hangenden Sandstein hinein. Doch sind diese im Sandstein liegenden Gerölle viel kleiner, sind nur hie und da eingestreut und nirgends dicht gepackt und bestehen vorwiegend aus Quarz. Etwa 6—8 m über der Oberkante des Konglomerathorizontes liegt auch hier eine Bank von mürbem weißem Sandstein, wie es schon bei Veredas beobachtet werden konnte. Beim Weitermarsch nach Osten bleibt man auf der Wasserscheide. Das Profil schneidet nur gelegentlich den Konglomerathorizont, dessen Höhenlage nach Osten allmählich ansteigt. Auch die Quarzite der Geraes-Schichten sind nach Osten aufgebogen, aber stärker, wie man beim Überschreiten des Rio Cotovello deutlich sieht. Zwischen Rio Cotovello und Fazenda Barreira wird die letzte Kappe der Gondwanaserie überschritten, auch hier mit dem Basalkonglomerat als Unterlage. Von hier bis zum Rio das Velhas stehen nur Geraes-Schichten an, die schon früher behandelt wurden.

Es erreicht also die Gondwanaserie westlich vom Rio das Velhas ihr Ende. Auf meinen Routen wurde sie östlich davon nicht mehr festgestellt. Da diese Grenze aber eine reine Erosionsgrenze ist, kann der ursprüngliche Rand noch weiter östlich gelegen haben. In diesem Zusammenhang verdient es unsere Beachtung, daß östlich vom Rio das Velhas, nordöstlich von Porto Faria, noch Spuren der roten Sandsteine vorhanden sind. Mehr als 400 m erhebt sich mit schroffem Hang daselbst die Serra do Anil, deren bei 910 m liegende tischebene Oberfläche von einem 30 m starken Konglomerat gebildet wird. Dieses Konglomerat stellt alte, hochliegende Terrassenschotter dar, die äußerst fest verkittet sind. Neben zahllosen Geröllen der Itacolumy-Serie fanden sich darin solche des roten Gondwanasandsteins. Da die Oberfläche des Hochlandes der Geraes, die wir mit geringer Bedeckung der Gondwanaserie überschritten haben, niedriger liegt als die Oberfläche dieser Terrasse, so muß letztere entstanden sein zu einer Zeit, in welcher die Gondwanaserie auf dem Hochlande der Geraes noch in größerer Mächtigkeit erhalten war und wahrscheinlich auch weiter nach Osten reichte, so daß sie direkt in den Erosionsbereich des Urstromes gelangte.

k) Das südliche Hochland der Geraes.

Als ich den südlichen Teil des Hochlandes der Geraes querte (bei der Fazenda Vista Alegre), waren mir die (auch in der Literatur noch kaum behandelten) Gesteine der Gondwanaserie weder nach ihrem Typus noch nach ihrem geologischen Auftreten bekannt. Die Gesteine wurden daher erst sicher in der Serra Capacête als besondere Formation erkannt, wo sie hinreichend erschlossen waren. In der Umgebung von Vista Alegre ist alles mit Kampbusch bedeckt, Aufschlüsse finden sich nur in den Talschluchten, und dort sind die Geraeschichten angeschnitten. Nach meinen späteren Erfahrungen möchte ich aber annehmen, daß eine dünne Kappe der Gondwanaserie auch die Höhen bei Vista Alegre bedeckt. Dort fand sich in den grünen Veredas sandiger Untergrund, und schon die Veredas selbst sind ein äußerst charakteristisches Landschaftselement für das Grenzgebiet der Gondwanaserie gegen den Untergrund (siehe den morphologischen Abschnitt). Ferner fanden sich auf den Höhen Blöcke eines roten Sandsteins, den ich damals für zersetzten Geraes-Quarzit gehalten habe, der bei der Verwitterung rote Farbe annehmen kann. Eine davon mitgebrachte Probe möchte ich aber nach näherer Untersuchung als Gondwanasandstein ansprechen. Gerade an dieser Stelle war starke Cangabildung festzustellen, ebenfalls ein gutes Merkmal. Außerdem hatte ich bei einem Marsch nach den Wasserfällen des Rio Extrema auf der Höhe vor dessen Talrand Geröllanhäufung festgestellt, die ich mir damals nicht erklären konnte. Ich möchte jetzt annehmen, daß es sich dabei um eine von der Abtragung verschonte zurückgebliebene Lesedecke aus dem Basalkonglomerat gehandelt hat, ähnlich, wie sie nachher am Capão da Onça vor dem Abstieg zum Rio Indayá, westlich der Serra Capacête aufgefunden worden ist. Aus allen diesen Gründen nehme ich an, daß die Gondwanaserie fast bis an den Südrand des Hochlandes der Geraes reicht, welche Vermutung ich auf Grund dieser Erwägungen schon 1930 (920) veröffentlicht habe. Aus diesem Grunde zog ich auf einer 1931 veröffentlichten vorläufigen Kartenskizze die Grenze auch soweit nach Süden. Inzwischen erhielt ich auch die 1929 erschienene Veröffentlichung von FRANCISCO DE PAULA BÔA NOVA (890), worin aus der Serra

von Bagre über der Bambuhy-Serie Sand und Quarzgerölle, vermutlich Reste eines zerstörten Sandsteins, erwähnt werden. Über das mögliche Alter desselben äußert sich der Verfasser nicht. Man könnte hier ebenfalls an die Gondwanaserie denken.

1) S. Gothardo.

Dieser Ort, der südlich der bisher geschilderten Reisewege im Quellgebiet des Rio Abaeté liegt, wurde auf dem Marsch von Catiara nach Mello Vianna 1931 berührt. Die Reiseroute wird erst später in Kapitel H beschrieben werden. Hier sei nur bemerkt, daß Gondwanasandsteine bei São Gothardo anstehen und stark gefrittet sind. Die von RIMANN (s. oben) erwähnten Eruptivdecken müssen also bis hierhin gereicht haben, wenn sie auch nicht anstehend zu ermitteln waren. Rote Lehmrinden könnten als ihr Zersatz gedeutet werden. Auf dem Weg nach Mello Vianna reichen die Gondwanasandsteine bis vor den Rio Indayá. Es läßt sich die untere, mürbe Abteilung 2 und die felsbildende Abteilung 3 leicht erkennen, während das Basalkonglomerat an der von mir überschrittenen Auflagerungsgrenze fehlte. Die über der Bambuhy-Serie liegenden Basalschichten sind feinkörnige, tonhaltige, rote Sandsteine mit hellen Flecken.

III. Der Aufbau der Gondwana-Serie.

Fassen wir nochmals zusammen, so stellen wir folgende Schichtenfolge fest (unter Fortlassung der oberen Konglomerathorizonte von Tiros und anderen Orten, die, wie oben auseinandergesetzt, sehr wahrscheinlich der „Uberaba-Serie“ = ? Kreide zugeordnet werden müssen):

4. Mürbe Sandsteine.
3. Feste rote Sandsteine.
2. Mürbe, rote und weiße Sandsteine und tonige Sandsteine mit Lettenlagen.
1. Basalkonglomerat.

Es wurde bereits erörtert, daß die unter 4 genannten mürben Sandsteine mit Sedimenten vereinigt sind, die vielleicht ebenfalls der Uberaba-Serie oder anderen Formationen zuzurechnen sind. Da aber diese Schichten, welche die Plateau-

flächen überdecken, unter mächtigen Verwitterungsrinden liegen und nirgends deutlich erschlossen waren, muß die evtl. Abtrennung zukünftigen, durch die Aufschlüsse besser begünstigten Beobachtungen überlassen bleiben. Ich glaube aber nicht, daß alle unter 4 zusammengefaßten Sandsteine von der Gruppe der darunterliegenden Sandsteine (2 und 3) zu trennen sind. Mir schien stellenweise die Fazies (abgesehen von der größeren Härte des unmittelbar Liegenden) so übereinstimmend, daß wohl da keine Scheidung anzunehmen ist. Außerdem ist doch auffällig, daß der Horizont 4 immer auf dem unberührten Horizont 3 liegt, nie auf Abtragungsresten desselben. Wenn auch mein Reisenetz, gemessen an der Verbreitung dieser Schichten, sehr weitmaschig ist, so habe ich doch immerhin rund 350 Kilometer in der Sandsteinserie zurückgelegt. Nirgends wurden Abtragungsreste von 3 unter 4 beobachtet.

E. RIMANN hat alle Sandsteine, die älter sind als die basischen Eruptivdecken, als „Areiado-Sandstein“ bezeichnet, nicht nur die festen Sandsteine (Abteilung 3), wie MAACK nach Vergleich der Handstücke ermittelte, sondern auch die „rotweißen Sandsteine mit Flugsandstruktur“ über dem Basalkonglomerat (739), also unverkennbar unsere Abteilung 2. Da diese Benennung kurz und treffend ist, soll sie im folgenden übernommen werden als zusammenfassende Bezeichnung für die Stufen 2 und 3 und, soweit die Gesteine noch dazugehören sollten, auch für 4.

a) Das Alter des Areiado-Sandsteins.

Für die Bestimmung des Alters dieser Sandsteine sind alle Perioden, aus denen in Brasilien terrestrische Ablagerungen bekannt sind, heranzuziehen, also Perm, Trias oder Kreide. Es sei gleich bemerkt, daß eine völlig sichere Entscheidung nicht möglich ist. Es kann nur das nach unserer jetzigen Kenntnis Wahrscheinlichste herausgefunden werden. Für Perm gibt es nach der Fazies vorläufig keine Anhaltspunkte. Doch sind rote Sandsteine vom Typus des Areiado-Sandsteins, die man für terrestrische, z. T. äolische Sandsteine hält, bis zum äußersten Süden Brasiliens (und bis Uruguay und Argentinien hinein) bekannt. In Rio Grande do Sul wer-

den sie São Bento-Sandsteine genannt und dort ist ihr Alter sehr gut bestimmt. Unter den festen São Bento-Sandsteinen liegen nämlich rote Tone und weiche, tonige Sandsteine, die Rio do Rasto-Schichten¹²⁾, die stellenweise (besonders bei Santa Maria) reich an Knochenresten sind. Aus diesen Resten ergibt sich zweifellos triadisches Alter. Die unter den Rio do Rasto-Schichten liegenden Estrada Nova-Schichten, die früher als Perm galten, werden jetzt¹³⁾ ebenfalls als Trias aufgefaßt. Man stellte infolgedessen den São Bento-Sandstein in die oberste Trias. Die Melaphyrdecken, die den São Bento-Sandstein überdecken (seine oberste Zone ist intensiv gefrittet, auch tritt an der Grenze Wechsellagerung mit Lavadecken auf) sind vielleicht noch Trias, reichen vielleicht auch noch in den Jura. Dieses Schichtenprofil läßt sich bis nach São Paulo verfolgen. Dort liegt unter dem Melaphyr („Trappdecke“) der Botucatú-Sandstein, welcher völlig dem São Bento-Sandstein entspricht. Dieser wird unterlagert vom Piramboia-Sandstein und dieser wieder von Tonen und Steinmergeln mit Fossilien, den Corumbatahy-Schichten, die F. v. HUENE¹⁴⁾ mit den Estrada Nova-Schichten parallelisiert. Über die Äquivalente der Rio do Rasto-Schichten äußert sich derselbe Forscher folgendermaßen (ebenda S. 530): „Entweder sind es die Piramboia-Sandsteine, oder sie fehlen zwischen diesen und den roten Tonen oberhalb der Muschelbank¹⁵⁾, oder aber sie werden nur durch die so wenig mächtigen roten Tone zwischen Sandstein und Muschelbank vertreten. Diese drei Fälle sind denkbar. Die größere Wahrscheinlichkeit spricht m. E. für

¹²⁾ Man vergleiche: B. v. FREYBERG, Observaciones geológicas en la region de las ágatas de la Serra Geral (Rio Grande do Sul, Brasil) Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba, tomo XXX, pag. 129—170. 1927. F. v. HUENE und R. STAHLCKER, Geologische Beobachtungen in Rio Grande do Sul. N. Jahrb. f. Mineral. usw. Abt. B, Beil.Bd. 65, 1931, S. 1—82.

¹³⁾ A. L DU TOIT, A geological comparison of South America with South Africa. Carnegie institution of Washington, Publ. 381, 927.

¹⁴⁾ F. v. HUENE, Aphorismen über die Stratigraphie des brasilianischen Staates São Paulo. (Centrl.Bl. f. Mineral. usw. Abt. B. 1928, S. 529/530.

¹⁵⁾ Die Muschelbank liegt 40—50 m unter der Obergrenze der roten (zu den Corumbatahy-Schichten gezogenen) Tone.

Fall 2 oder 3. Der Botucatú-Sandstein, wahrscheinlich mit Piramboia-Sandstein, würde dann dem São Bento-Sandstein in Santa Catharina entsprechen. Die Trias hat also in dem ganzen Profil der südbrasilianischen Sedimente einen großen Raum. Und wahrscheinlich gehören auch die ganzen Corumbatahy-Schichten noch der Trias an.“ Ich möchte es für das Natürlichste halten, daß Rio do Rasto-Schichten und Piramboia-Sandstein sich etwa entsprechen, da sie ihrer Stellung im Profil und ihrer Fazies nach parallelisiert werden können¹⁶⁾. Es ergibt sich dann folgende Gegenüberstellung bezüglich der Trias Südbrasilien:

Rio Grande do Sul, Sta. Catharina. Parana:	São Paulo:
Melaphyr-Decken	Trapp-Decken
São Bento-Sandstein	Botucatú-Sandstein
Rio do Rasto-Schichten	Piramboia-Sandstein
Estrada Nova-Schichten	Corumbatahy-Schichten.

Dabei ist also mit der Möglichkeit gerechnet, daß sich Rio do Rasto-Schichten und Piramboia-Sandstein vertreten.

Der Botucatú-Sandstein und die Melaphyr-Decken sind nun durch FLORENCE (691) und PACHECO (697) nach Norden bis an den Grenzfluß von Minas Geraes, den Rio Grande, verfolgt worden. Zwischen diesem und der Serra Matta da Corda sind mehrere isolierte Punkte bekannt, an denen dieser Sandstein vorkommt (man vgl. die Übersichtskarte, Tafel II und den erläuternden Text in Kapitel H), so daß eigentlich bis zu unserem Arciado-Sandstein eine fortlaufende Verbindung besteht. Hierzu kommt die von RIMANN ermittelte Überlagerung desselben durch eine Pikrit-Porphyr-Decke (allerdings nicht durch Melaphyr!) zwischen Carmo do Paranaíba und Arciado¹⁷⁾. Läßt man auch den letzten Punkt unberücksichtigt, so lassen es doch die übrigen Gründe berechtigt erschei-

¹⁶⁾ Wie mir Herr VON HUENE mündlich mitteilt, hält er dies jetzt auch für die wahrscheinlichste Lösung.

¹⁷⁾ Wie mir Herr RIMANN mitteilte, sind seine Untersuchungen über die Eruptivgesteine von West-Minas noch nicht abgeschlossen. Es muß deshalb abgewartet werden, ob es sich um die gleichen Gesteine wie in Südbrasilien handelt.

nen. daß RIMANN diesen Areiado-Sandstein als ?Trias bezeichnet hat. Wir kommen also zu dem Schluß: Was wir bisher über das Alter der Areiado-Sandsteine wissen, läßt mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuten, daß es sich dabei um Trias handelt. Noch mehr gewinnt diese Vermutung, wenn wir die faziellen Gesichtspunkte berücksichtigen. Dem São Bento (= Botucatu-)Sandstein gleicht vollkommen der feste rote Sandstein meiner Abteilung 3. Die mürben Sandsteine (Abteilung 2) bilden sein Liegendes. Den Piramboia-Sandstein nun, das Liegende des Botucatu-Sandsteins in São Paulo, beschreibt F. v. HUENE¹⁸⁾ folgendermaßen: „Unter diesem mächtigen groben Sandstein, d. h. dem eigentlichen Botucatu-Sandstein, folgt tiefer ein feinerer Sandstein ohne Feldspäte, an manchen Stellen ist er deutlich tonig, während der obere Sandstein keinen Ton enthält. Es ist der Piramboia-Sandstein. Durch zahlreiche Wasseraustritte ist dieser tonige Sandstein gekennzeichnet. Im allgemeinen ist er rot, doch auch hellrosa und weiß (entfärbt), ganz unten blaßrosa. Namentlich unten ist er sehr fein und gleichkörnig und stark tonhaltig. Kreuzschichtung kommt schon gelegentlich im groben Botucatu-Sandstein vor; im Piramboia-Sandstein ist sie sehr häufig, oft sieht man Übergußschichtung, die mehrere Meter tief reicht; typische Dünenstruktur kann man namentlich in dem allertiefsten feinen, hellrosa Sandstein beobachten.“ Diese Beschreibung der Verhältnisse in São Paulo könnte man fast wörtlich auf meine Profile der Serra Matta da Corda übertragen (man vgl. die oben gegebenen Profilbeschreibungen!), d. h. man könnte meine mürben Sandsteine, Abteilung 2, mit dem Piramboia-Sandstein, und meine Abteilung 3 mit dem Botucatu-Sandstein parallelisieren. Nur die Mächtigkeit ist hier geringer. Eine Parallelisierung allein nach der Fazies ist freilich nichts Sicheres. Sie ist erst erwiesen durch Fossilien oder durch lückenloses Verfolgen der Horizonte. Immerhin ist es äußerst beachtenswert, daß Gesteine, für die aus anderen Gründen schon der Verdacht der Gleichaltrigkeit besteht, auch in der gleichen Fazies aufeinander folgen.

¹⁸⁾ F. v. HUENE, Aphorismen über die Stratigraphie des brasilianischen Staates São Paulo, a. a. O. S. 527/528.

Es wäre äußerst wünschenswert, wenn wir durch Funde von Fossilien über das Alter des Arciado-Sandsteins Aufklärung erhalten könnten. E. LIAIS (193) führt zum ersten Male Holzreste aus diesen Schichten an. Er beschreibt aus dem Becken des Rio São Francisco über den terrains secondaires (in denen man unschwer die Bambuhy-Serie bzw. Geraes-Schichten wiedererkennen kann¹⁹⁾), eine weitere Abteilung von Sandsteinen, die diskordant die älteren Gesteine überlagern. Bei diesen muß es sich um den Arciado-Sandstein handeln (wenn nicht Überaba-Serie?). Hierin sollen sich der Rest eines verkieselten Dicotyledonen-Holzes am Indayá gefunden haben (S. 210 der genannten Arbeit), und (S. 214) zwei Lignitstücke in eingeschalteten tonigen Gesteinen. Man kann jedoch diese Angaben nicht zur Basis einer Altersbestimmung machen, aus folgenden Gründen: 1. Sind die Fundangaben sehr dürftig, eine genauere Profilangabe fehlt. 2. LIAIS, dessen Aufgabe topographische Flußaufnahmen waren, dürfte nicht in der Lage gewesen sein, einen Holzrest so sicher zu bestimmen, über den auch heute nur der Spezialist entscheiden würde. Seine Bestimmungen von Fossilien aus anderen Schichten haben sich als falsch herausgestellt, so daß Schichten, die er als Kreide ansah, in das ?Silur gerückt sind. Man muß deshalb auch dieser Bestimmung gegenüber seine Bedenken äußern. 3. Für LIAIS blieb gar keine andere Möglichkeit mehr, als für diese Sandsteine tertiäres Alter anzunehmen, nachdem Kalke der liegenden Bambuhy-Serie als Kreide angenommen worden waren. Wir müssen also diesen Holzfund als unverwertbar aus der Erörterung lassen.

Etwas mehr Hoffnung erweckte der oben angegebene Holzfund aus dem Tal von Pilões (genauer von der Fazenda São

¹⁹⁾ In diesem Werk vermißt man vor allem Ortsangaben und Profilbeschreibungen. Es bildet vorwiegend eine allgemeine Beschreibung der auftretenden Formationen, aus der jemand, der das Land nicht kennt, nichts entnehmen kann. Wer mit den Verhältnissen vertraut ist, kann die Angaben einigermaßen deuten und stellt fest, daß die Altersbeziehungen nicht erkannt sind, daß Zusammenghöriges auseinandergerissen, aber ganz heterogene Dinge vereinigt worden sind. Die Arbeit mußte deshalb schnell veralten, sobald DERBY mit seinen Untersuchungen begann. LIAIS' Leistung liegt in der topographischen Aufnahme des Rio São Francisco und Rio das Velhas.

Lamberto de Baixo). Zwar stammt er nicht aus dem Anstehenden, sondern aus dem Schutt am Fuße der Felswand. Wäre es also ein für Kreide sprechender Rest, so könnte er immer noch aus dem obersten Teil des Profils stammen, für welchen auch aus anderen Gründen z. T. kretazisches Alter möglich erschiene. Handelt es sich aber um ein permisches oder triassisches Holz, so wäre damit dieses Alter, wenigstens für den unteren Teil des Profils, festgestellt. Leider läßt der Erhaltungszustand des Stückes keine sichere Deutung zu. Herr Professor Dr. GOTHAN war so liebenswürdig, die Probe einer Untersuchung zu unterwerfen, und ich danke ihm für seine Bemühungen auch hier sehr. Er teilte mir darüber mit: „Es ist ein Koniferenholz, an dem man leider Hoftüpfel- und Markstrahlstrukturen nicht mehr wahrnehmen kann. Doch gehört es allem Anschein nach zu einem Holz ohne Jahresringe. Wenn nun auch Koniferenhölzer ohne Jahresringe in den jüngeren Formationen nicht fehlen, so überwiegen doch diejenigen mit Jahresringen durchaus, und es wäre bei diesem einen Holzfund sehr zufällig, wenn man eine der Ausnahmen erwischt hätte. D. h. also das Holz, dessen Erhaltung übrigens durch die vielen Kristallisationszentra ziemlich merkwürdig ist, macht eher einen paläozoischen oder frühmesozoischen Eindruck als einen kretazischen. Das ist zwar wenig und mit aller Reserve gesagt, aber es ist doch besser als nichts.“ Daraus geht also nur hervor, daß der Befund einer triassischen Altersbestimmung nicht widerspricht.

Eine weitere Holzprobe hat Herr Dr. FRANCISCO DE PAULA BôA NOVA bei São Lamberto (Município de Patos), also offenbar fast an dem gleichen Fundpunkt, gesammelt, an einer Stelle, an welcher die Serra schon „de Pilões“ heißt. Über den Aufbau des Gebietes teilt er (890) mit, daß horizontaler weißer, gelber oder rötlicher Sandstein, 140 m stark, mit tonig-glimmerigen Lagen über Bambuhy-Serie folgt. Am Chapadão de São Lamberto lagen grüne Sandsteinkegel mit eruptiven Produkten der Serra Matta da Corda (Chromit, Perowskit, Magnetit usw.), 50 m stark. Hier fanden sich Hölzer im Sandstein, für die vermutungsweise kretazisches Alter angenommen wurde, die aber, wie hervorgehoben wurde, einer Untersuchung noch bedurften. Die Hölzer liegen im Museum des

Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil in Rio de Janeiro. Mit gütiger Erlaubnis des Herrn Direktors dieses Instituts, Dr. EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA, sandte mir Herr Dr. DJALMA GUIMARÃES eine Probe davon zu, wofür ich beiden Herren auch hier danken möchte. Auch diese Probe untersuchte Herr Professor GOTHAN in dankenswerter Weise. Die Struktur erwies sich als stellenweise leidlich erhalten. Es ist eine Dadoxylon (Araucarioxylon) ohne Jahresringe. Bezüglich der Altersbestimmung hält Herr Gothan Kreide für am wenigsten wahrscheinlich, Perm (Paläozoikum) für das möglichste. Trias ist ebenfalls möglich, da in dieser Formation Jahresringe oft fehlen und araukarioide Tüpfelung des Holzes noch sehr gewöhnlich und vorherrschend ist. Da nur ein einziges Stück vorliegt, kann keine größere Gewißheit aufgestellt werden.

Somit kann auch dieser Fund noch keine sichere Altersbestimmung vermitteln. Es wäre infolgedessen wünschenswert, daß alle neuen Funde ebenfalls einem guten Kenner dieser Floren zur Untersuchung vorgelegt würden.

Zusammenfassend können wir also sagen, daß für den Areiado-Sandstein keineswegs mit Sicherheit, aber als Vermutung ein triassisches Alter ausgesprochen werden kann. Diese Vermutung stützt sich auf folgende Grundlagen:

1. In der Fazies gleicht er ganz den Sandsteinen, die sich in Südbrasilien durch faunistische Funde als Trias haben bestimmen lassen. Es läßt sich sogar in der gleichen Reihenfolge der Fazieswechsel wiedererkennen, wie er von Rio Grande do Sul bis zum südlich angrenzenden São Paulo für die Rio do Rasto- und São Bento-Schichten bzw. für den Piramboia-Sandstein und Botucatú-Sandstein charakteristisch ist.

2. Wie in den Südstaaten der São Bento-Sandstein und in São Paulo der Botucatú-Sandstein, so wird auch hier der Areiado-Sandstein von basischen Lavadecken überdeckt, die allerdings noch zu untersuchen sind.

Vorausgesetzt, daß sich diese Bestimmung einmal als richtig erweist, würden wir (abgesehen von dem Basalkonglomerat, auf das gleich eingegangen wird) in dem von mir bereitesten Teil der Serra Matta da Corda bisher keine permischen

Ablagerungen kennen. Das Perm wäre dann entweder nie zur Ablagerung gelangt, oder etwa sedimentiertes älteres Perm ist vor Ablagerung des Areiado-Sandsteins (also während des oberen Perms oder der ältesten Trias) wieder zerstört worden. In diesem Zusammenhang möchte ich darauf hinweisen, daß auf der Übersichtskarte von São Paulo 1 : 1 000 000²⁰⁾ der Ausbiß des Perms an der Grenze von Minas Geraes sehr schmal wird. Daß es noch nach Minas hineinreicht, vermutet ODORICO RODRIGUES DE ALBUQUERQUE, wenn er (884) schreibt, daß man vielleicht einige Gebiete an der Grenze von São Paulo, im Becken des Rio Grande, dazurechnen kann²¹⁾.

b) Das Basalkonglomerat.

Wenn hier von einem Basalkonglomerat gesprochen wird, so soll damit nur gesagt sein, daß das Konglomerat die Basis bildet der Sedimente, die über der Abtragungsfläche der Bambuhy-Serie diskordant einsetzen. Bei marinen Transgressionen bildet sich ein Basalkonglomerat in der Weise, daß von den Wellen ältere Gesteine oder Festlandschutt ausgearbeitet, die groben Trümmer mit marinen Bildungen vermischt und als tiefstes Produkt der Transgression abgesetzt werden. Davon kann hier keine Rede sein. Die hangenden Sandsteine sind festländische, z. T. äolische Sedimente, und das an ihrer Basis liegende Konglomerat ist nicht bei deren Transgression zuerst gebildet worden, sondern es ist der liegendebliebene Schuttrest langanhaltender Denudationsvorgänge, durch welche die Abtragungsfläche über der Bambuhy-Serie geschaffen wurde. Ein Blick auf das Profil von Tafel I zeigt, daß die Abtragungsfläche in ganz besonderer Schönheit den Charakter einer Rumpffläche oder Peneplain zeigt, und es müssen sehr

²⁰⁾ Carta geologica do Estado de S. Paulo, herausg. v. der Comissão Geographica e Geologica. São Paulo 1929.

²¹⁾ In der erwähnten brieflichen Mitteilung und dem in Abb. 39 wiedergegebenen Profil vermerkt Herr MAACK weiter westlich in Minas rote Schiefertone, die er für Erosionsreste des Perm unter dem Trias-Sandstein anspricht. Die folgenden Erörterungen zeigen, daß solche Reste durchaus möglich sind, wenn sie auch noch nicht als erwiesen angesehen werden können. Die roten Schiefertone könnten auch mit den Corumbatahy-Schichten verglichen werden.

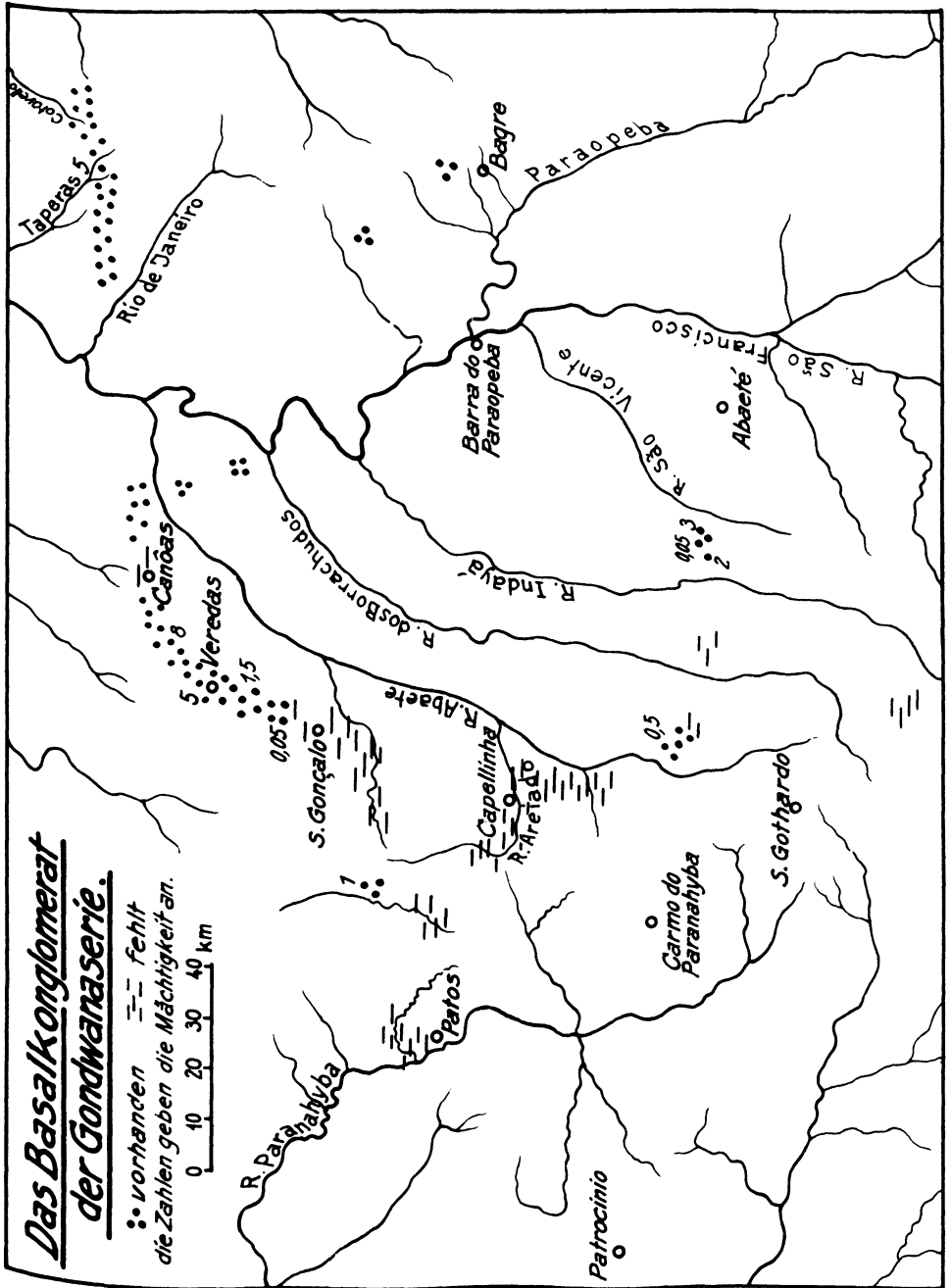


Abb. 31. Karte der Verbreitung des Basalkonglomerats der Gondwanaserie.

lang anhaltende intensive Abtragungsvorgänge gewesen sein, die sie schufen, und zwar terrestrische Denudationsvorgänge. Das beweisen uns die Windkanter an der Oberfläche des Konglomerates. Wir halten also fest: Das Basalkonglomerat ist nicht die erste Ablagerung der transgredierenden ?Trias, sondern es lag bereits vor, als die Transgression der Sandsteine begann.

Auffällig ist nun bei dem Konglomerat die außerordentlich große Verbreitung und die im Verhältnis dazu geringe Mächtigkeit. Abb. 31 zeigt die Verbreitung, soweit meine Beobachtungen reichen, nebst Angabe der Mächtigkeit. Es fand sich nämlich (nach den vorstehenden Profilbeschreibungen) in der Serra Capacêta (im Westen 0.05, im Osten mehr als 3 m) und am Capão da Onça (mehr als 2 m), östlich vom Rio Abaeté ($\frac{1}{2}$ m etwa), bei Pilões (nach der Erinnerung etwa 1 m), ab Agua Suja durchgehend (zunächst 0.05 m, am R. Bebedouro bis 1.5 m, bei Veredas 5 m, am Rio da Baixada 8 m), am oberen Galio Grande, von Corr. Tres Barras (schwach) bis zur Fazenda Corr. Bonito (stärker) und auf dem Hochland der Geraes bis an die Ostgrenze des Areiado-Sandsteins, 5 m erreichend, und wahrscheinlich auch westlich Vista Alegre. Einige Punkte, von denen ich die Beobachtungen älterer Autoren in diesem Sinne deute (s. unten), sind noch beigelegt. Das Konglomerat fehlt auf meiner Route bei Ponte Nova, westlich Buriti, zwischen Rio Abaeté und Areiado, sowie in der Serra Matta da Corda bis vor Pilões, vom Rio Andrade bis Corr. Salheiro, bei Canôas, nordwestlich vom Rio Indayá auf der Strecke S. Gothardo—Mello Vianna. Diese Übersicht ist zwar sehr lückenhaft, den Reisewegen entsprechend, und allgemeine Gesetze bezüglich der Ablagerung lassen sich daraus nicht eher ableiten, als bis über die dazwischenliegenden Flächen Angaben vorliegen. Immerhin geht daraus hervor, daß die Hauptentwicklung im Osten meines Beobachtungsgebietes liegt, sowohl hinsichtlich der flächenhaften Ausdehnung, wie auch bezüglich der Mächtigkeit. Auf der nördlichen Route senkt sich auch nach Osten die Ablagerungsfläche sehr schwach ab. Im Süden kann darüber

nichts angegeben werden, weil schwache Verbiegungen die ursprünglichen Verhältnisse zu stark verändert haben.

Auffällig ist ferner die außerordentlich gute Abrollung der Gerölle, obwohl sie in der Hauptsache aus Quarz und Quarzit, also aus den widerstandsfähigsten Gesteinen des Untergrundes bestehen. Es kann sich also nicht um den liegengebliebenen Verwitterungsschutt handeln, der sich erst auf der Abtragungsfäche bildete; wir müßten sonst kantigere Stücke erwarten. Die gute Abrollung setzt längere Bearbeitung in kräftig bewegtem Wasser voraus, und die weite flächenhafte Ablagerung auf der Rumpffläche, deren Gefälle sehr gering ist, und in der auch keine Rinnensysteme entsprechenden Ausmaßes nachzuweisen waren, läßt es nicht als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß die Abrollung erst auf der Rumpffläche erfolgte. Sie läßt vielmehr vermuten, daß die Geröllbildung schon vor Herausbildung des Endstadiums der Rumpffläche erfolgt ist, und daß die Gerölle als Lesedecke liegen blieben und höchstens in den äußerst flachen Vertiefungen der Landoberfläche ausgebreitet wurden. Welcher Natur die primären Geröllager waren, darüber können wir nicht früher etwas aussagen, als bis sie uns durch einen glücklichen Umstand irgendwo noch in situ erscheinen. Bis dahin ist allen Vermutungen freies Spiel gelassen, auch der Vermutung, es könnten hier permische Konglomerate oder Tillite vorgelegen haben, die vor Ablagerung des Areiada-Sandsteins zerstört wurden und nun als ausgewaschene oder ausgeblasene, auf geringe Mächtigkeit projizierte, umgelagerte oder sonstwie veränderte Abtragungsreste vor uns liegen. Allen solchen Vermutungen fehlt aber bisher jeder Beweis. Für zerstörte ältere Ablagerungen spricht das Vorkommen von Quarziten in den Geröllen, die nicht der Bambuhy-Serie des Untergrundes entstammen, wohl aber an die Minas-Serie oder Itacolumy-Serie erinnern. Älter als Gondwanaserie sind die ursprünglichen Geröllager wohl nicht; denn erst mit dem Unteren Perm (oder, wie es manche Autoren neuerdings auffassen, mit dem Karbon) beginnt die lange Periode festländischer Sedimentation in Brasilien, in deren tiefsten Schichten die echten Tillite und Glazialablagerungen Südbrasilens auftreten. Andererseits muß zwischen Bildung des Basalkonglomerates und der Transgression des Areiada-Sandsteins eine Zeitspanne liegen, in welcher das

Konglomerat den Einwirkungen der Oberfläche ausgesetzt war. Das bewiesen uns die ausgezeichneten Windschliffe, durch welche viele Gerölle in sehr scharf ausgeprägte Windkanter verwandelt wurden. Die Windkanter können nicht vor oder während der Ablagerung des Konglomerates entstanden sein, sondern nachher. Wo die Gerölle nur eine einzige Lage, ein Pflaster bilden, sind alle geschliffen. Je mächtiger die Bank wird, umso mehr nimmt die Zahl der Windkanter im Verhältnis zu der Gesamtzahl ab: der Schleifwirkung war nur die Oberfläche ausgesetzt. Wenn also eine Zeitspanne zwischen Konglomerathorizont und Areiado-Sandstein liegt, brauchen beide nicht einer Formation anzugehören, weshalb für die Gesamtheit der terrestrischen Ablagerungen über der Diskordanz die neutrale Bezeichnung „Gondwanaserie“ gewählt wurde.

Auf Taf. XIX sind einige Windkanter dieses Horizontes abgebildet. Abb. 1 zeigt einen ziemlich gut geschichteten hellen Quarzit, dessen Längserstreckung quer zur Schichtung geht. Die Fläche a entspricht etwa der Schichtfläche. Die Unterseite ist rauh und zerfressen, die weicheren, herauswitternden Schichten bilden zahlreiche Querfurchen. Auf der abgeschliffenen und polierten Oberfläche kommen diese Unterschiede fast nicht mehr zum Vorschein. Aus dem gleichen Quarzit besteht der Einkanter (Abb. 2), nur entspricht hier die flache Basis einer Schichtfläche. Die Gesteine der Abb. 3, 4 und 5 sind Quarzite ohne bemerkenswerte Schichtflächen, gleichkörnige Gesteine, deren Unterlage rauh und deren Oberfläche geglättet ist und den charakteristischen matten Glanz zeigt. Abb. 6, 7 und 8 sind Quarzgerölle, 7 ist fast so hoch als lang, und höher als breit, was auf der Vertikalsicht der Abbildung nicht deutlich wird, ist aber dabei nur ein Einkanter. Eigentliche Drei- und Mehrkanter mit mehreren gleichmäßig stark zugehörnten Kanten sind nicht in meiner Kollektion, doch ist der Typus der „Sprungkanter“²²⁾ vertreten, scharfkantige, zerbrochene Gerölle, bei denen die Bruchflächen gleichmäßig stark poliert sind. Abb. 9 schließlich zeigt ein wie Achat fein gebändertes Kieselgestein, welches quer zur Bänderung orientiert ist.

²²⁾ J. WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung in Gegenwart und Vorzeit, 2. Aufl. 1912, S. 183 (1. Aufl. 1924).

Im ganzen zeigt sich in den meisten Fällen eine Fläche als Hauptschlifffläche, die sich durch eine mehr oder weniger vorgeschrittene Verebnung auszeichnet. Die übrigen Flächen der Oberseite sind geglättet. Die Unterseite hat die rauhe Beschaffenheit des normalen Gerölls, somit ergibt sich, daß die Windkanter durch einseitige Winde gebildet sind, denn es sind die Bedingungen erfüllt, die sich für diesen Fall aus den Beobachtungen von H. CLOOS²³), J. WALTHER²⁴) und E. KAISER²⁵) an rezenten Beispielen ergeben.

Nachdem wir erkannt haben, daß das durch Windkanter ausgezeichnete Basalkonglomerat unter dem Areiado-Sandstein eine weite Verbreitung besitzt, können wir auch mit Sicherheit einige der isolierten Vorkommen von Konglomeratlagern, die in der Literatur vermerkt sind, einordnen. Zuerst erwähnt sie MIGUEL A. R. LISBÔA (614, 627). Er fand sie zwischen Rio Borrachudo und Rio Abaeté nahe der Mündung derselben, und zwar an zwei Stellen, von denen die eine 19 km nördlich vom Borrachudo, die andere etwas weiter östlich, 4400 m nördlich vom Borrachudo und 26 500 m südlich vom Abaeté angegeben werden. Nach diesen Mitteilungen wurden die Punkte in die Karte (Abb. 31) so gut als möglich eingetragen. An beiden Stellen lagen die Windkanter isoliert und an der Oberfläche verstreut. Die Gerölle bestanden auch aus Quarzit und „metamorphem Sandstein“. J. WALTHER hatte zwar die ersten Windkanter bereits 1887 aus rezenten Wüsten beschrieben²⁶) und damit eine Deutung sichergestellt, die für fossile Funde schon vorher ausgesprochen, aber von anderer Seite bestritten war²⁷). Trotzdem ging die Diskussion über die Bildung solcher Geschiebe

²³) H. CLOOS, Wind und Wüste im deutschen Namalande. N. Jahrb. f. Mineral. usw. Beil.Bd. XXXII, 1911, S. 49—70.

²⁴) JOH. WALTHER, Über die Bildung von Windkantern in der Libyschen Wüste. Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Gesellsch. Bd. 63. 1911, Monatsbericht Nr. 7, S. 410—417.

²⁵) E. KAISER, Die Diamantenwüste Südwestafrikas, Bd. II, Berlin 1926.

²⁶) J. WALTHER, Die Entstehung von Kantengeröllen in der Galala-Wüste. Sitz.Ber. d. K. S. Ges. d. Wissenschaften, Leipzig 1887, Nov.

²⁷) Man vergleiche: BERENDT, Geschiebe-Dreikanter oder Pyramidalgeschiebe. Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanstalt 1884.

noch Jahrzehnte lang weiter²⁸⁾, besonders nachdem KOKEN-NOETLING²⁹⁾ die Entstehung von Facettengeschieben durch die Schleifwirkung des Eises nachgewiesen hatten. Unter Berufung darauf, daß die Entstehung der „Facettengeschiebe“ noch umstritten sei, enthielt sich auch LISBÔA der Schlüsse auf die erdgeschichtliche Deutung der obengenannten Funde. Er bemerkt nur, daß die Gerölle, falls sie durch Eiswirkung entstanden sind, nur mit der permischen Vereisung Südbrasilien zusammenhängen könnten, da sonstige Eiszeiten aus Brasilien nicht bekannt sind; und daß gegen die äolische Entstehung mehrere Gründe sprächen; daß nämlich das heutige Klima nicht zu solchen Vorgängen Anlaß gibt und wir die Entstehung bis zur Kreide zurückversetzen müßten, was noch größere Schwierigkeiten mache. Es wird also für diesen Fall Entstehung an der heutigen Oberfläche vorausgesetzt. Meine Profile zeigen jedoch, daß die Kanter noch von dem Areiada-Sandstein bedeckt werden, also hohes geologisches Alter besitzen. Wir können jetzt vom Eis gebildete Facettengeschiebe sehr wohl von den Windkantern trennen, und unsere Gerölle sind Windkanter. LISBÔA hatte sich mit Recht sehr vorsichtig ausgesprochen bezüglich der erdgeschichtlichen Deutung. Seinen Vermutungen verleiht BRANNER (747) einen viel bestimmteren Ausdruck: „It is assumed that the faceted boulders found by Dr. LISBOA in the region between Rio Borrachudo and Rio Abaeté may have come from Lower Permian glacial beds“ (a. a. O. S. 212). Diese Windkanter bilden die Hauptstütze für die Annahme BRANNERS, daß permische Glazialablagerungen in Minas Geraes weit verbreitet sind, und für die Eintragungen in seine Übersichtskarte. Es muß nochmals betont werden, daß alle Annahmen einer Verbreitung permischer Sedimente auf Grund dieser Windkanter, die auf Glazialwirkung zurückgeführt wurden, unbedingt zurückgewiesen werden müssen.

Außer diesem Fund von M. A. R. LISBÔA sind in der Literatur noch mehrere Notizen über Geröllager aus unserem Ge-

²⁸⁾ L. LORIE, Die Bildung der Dreikanter. Bericht Niederrhein. Geol. Ver. 1911, zitiert nach W. PFANNKUCH, Die Bildung der Dreikanter. Geol. Rundschau 4, 1913, S. 311.

²⁹⁾ E. KOKEN — F. NOETLING, Geologische Mitteilungen aus der Saltrange (Pandschab). Zentr. Bl. f. Mineral. usw. 1903, S. 97—103.

biet bekannt. BRANNER zieht sie (soweit sie damals schon bekannt waren) alle zu der permischen Moräne, obwohl „Kantengeschiebe“ oder andere Merkmale sonst nirgends mehr erwähnt werden. Ich will hier nur noch diejenigen nennen, die sich nach meinen Erfahrungen deuten lassen. FRANCISCO DE PAULO OLIVEIRA (245) fand zwischen der Serra Capacête und dem Rio Indayá Gerölle auf der Höhe, die er als Beweis für große Wasserfluten annimmt. Es kann das nur die Stelle sein, wo auf der Kuppe des Capão da Onça der Areiado-Sandstein völlig entfernt ist, so daß das Basalkonglomerat frei auf der Kuppe des Berges liegt. Daß dieses Konglomerat in der Serra Capacête unter dem Sandstein liegt, ist ihm entgangen. Und schließlich sei hier nochmals der Notiz von FRANCISCO DE PAULA BÔA NOVA gedacht (890), in welcher in der Serra von Bagre über der Bambuhy-Serie Sand und Quarzgeröll erwähnt werden, die ich (wenn keine jungen Ablagerungen vorliegen) nur als Gondwanaserie deuten kann. Auch dieser Punkt wurde in die Übersichtskarte (Abb. 31) eingetragen.

Wir kommen zum Schluß. Eine permische Moräne ist bisher in Minas noch nicht nachgewiesen. Als Abtragungsrückstand permischer Sedimente (und dann vielleicht auch einer Moräne, falls solche in diesem Gebiet vorhanden gewesen sind) könnte man allenfalls das Basalkonglomerat der Gondwanaserie erklären, doch kann es auch aus anderen Geröllanhäufungen hergeleitet werden. Irgendwelche sicheren Anhaltspunkte oder Beweise darüber fehlen. Das Basalkonglomerat an den bisher bekannten Stellen als direkte permische Moräne anzusehen, geht nicht an. Es enthält Windkanter und keine glacialen Facettengeschiebe. In der Periode vor Ablagerung des Areiado-Sandsteins (also vielleicht im Oberen Perm?) herrschte in diesem Teil von Minas Abtragung. Erst mit der Bildung des Areiado-Sandsteins wurde das Ablagerungsbecken vom Süden (São Paulo) her wieder so weit nach Norden vorgeschoben.

c) Zur Bildung des Areiado-Sandsteins.

Vor Bildung des Areiado-Sandsteins sehen wir eine teils nackte, teils mit Geröllagern gepanzerte Rumpffläche vor uns, auf welcher Sandwinde die Gerölle anschleifen. Auch der Areiado-Sandstein gilt als äolisch, und seine Fazies stimmt

außerordentlich mit der Fazies der Triassandsteine des Südens überein, deren äolischer Ursprung als sicher gilt. Aber auch bei diesen hatte ich Anzeichen von Wasseransammlungen vermuten können³⁰⁾, so daß eine ausschließlich äolische Bildung nicht in Frage zu kommen braucht. Beim Areiado-Sandstein scheint mir besonders im unteren Teil (Abteilung 2) Wasser an der Ablagerung beteiligt zu sein. Der Tongehalt der Schichten, die sehr feinen Sandsteine dieser unteren Abteilung lassen ja vermuten, daß auch die primären Gesteine sehr feinkörnig waren, während die gröberen Sandsteine der Abteilung 3 auch ein gröberes Ausgangsmaterial zur Voraussetzung haben. Die feinere, untere Stufe (Abt. 2) könnte z. B. sehr wohl aus den Tonen und feinkörnigen quarzitäischen Schiefern und Quarziten der Bambuhy-Serie und Geraes-Schichten abgeleitet werden, und nachdem diese im Abtragungsgebiet zerstört und aus ihm herausgeführt waren, mußten darunter die gröberen Quarzite der Itacolumy-Serie, vielleicht noch ältere Gesteine bis zum kristallinen Granit-Gneis-Untergrund an die Reihe kommen, deren Umlagerungsprodukte die gröberen Gesteine der Abteilung 3 lieferten. Damit werden wir aber den Bildungsbedingungen noch nicht völlig gerecht. In den unteren weichen Schichten wechsellagern reine Lettenbänke mit tonigen Feinsanden, und bei Pilões fand sich darin 30 m über der Basis das erwähnte Kalkbänkchen. Das läßt eine Beteiligung des Wassers vermuten. Ferner ist gerade in den unteren Schichten eine Wechsellagerung weißer und roter Bänke geradezu charakteristisch. Die weißen Bänke auf nachträgliche Bleichung zurückzuführen, geht nicht an. Zwar ist eine solche Bleichung auch nachweisbar. In dem Grundwasserhorizont der Basis werden die Gesteine fleckig, unter den Sumpfwässern der Veredas bilden sich Bleichsande. Aber alle diese nachträglichen Ausbleichungen lassen sich unterscheiden von der rot-weißen Wechsellagerung, die ich für primär halte. Die weißen Tonbänke weisen dann aber auf chemische Verwitterungsvorgänge im Abtragungsgebiet hin, die man sich in solchem Umfang nicht in einem trockenen Klima vorstellen kann. Und in die gleiche

³⁰⁾ B. v. FREYBERG, Observaciones geológicas en la region de las ágatas de la Serra Geral (Rio Grande do Sul, Brasil). Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba XXX, 1927, S. 151.

Richtung weist die Feldspatführung. Ich will nicht sagen, daß sie in der Abteilung 2 gänzlich fehlen (was ja auch erklärlich wäre, wenn die feldspatfreien oder daran armen Gesteine der Bambuhy-Serie den Ursprung bilden), zu einer solchen Behauptung sind noch zu wenig Profile in dem riesenhaften Gebiet genau genug untersucht. Aber sie treten doch mindestens erheblich zurück im Verhältnis zu den höheren festen Sandsteinen. Wir kommen also zu dem Ergebnis, daß Niederschläge im Abtragungsgebiet und Umlagerung durch fließendes Wasser mindestens bei der Bildung der unteren Abteilung 2 des Areiado-Sandsteins mitgewirkt haben.

Über die Herkunft der Sandsteine können wir nur wenig sagen. Da nach dem Süden hin eine ununterbrochene Sedimentdecke vorhanden ist, kann dort das Abtragungsgebiet nicht gelegen haben. Nach Norden dürfte sich die Serie ebenfalls weiter fortsetzen, doch sind dort die Verhältnisse noch sehr wenig erforscht. Nach Westen sollen die Sandsteine fehlen, wenigstens berichtet das HUSSAK (609) von Süd-Goyaz, wo die Tafelberge nur aus kristallinen Schiefeln bestehen sollen. Ob das Fehlen primär ist oder eine Folge späterer Abtragung, davon wissen wir jedoch noch nichts. Eine Herleitung von Osten (wo die Quarzite der Serra do Espinhaço als Sandlieferanten sich besonders verlockend präsentieren) könnte auch bloß als eine Vermutung geäußert werden, da wir nach Osten nur den Erosionsrand, nirgends aber bisher einen Ablagerungsrand des Areiado-Sandsteins kennen.

d) Eruptivdecken und „Kimberlit“.

Wenn auch über diese Gesteine nur einige Beobachtungen, nicht aber neue Untersuchungen des Verfassers vorliegen, so wäre doch eine Schilderung des Areiado-Sandsteins, der von ihnen überlagert und durchschossen wird, unvollständig, wenn sie nicht kurz erwähnt würden. Es erweist sich überdies als notwendig, die über diesen Gegenstand verstreuten Notizen einmal zu sammeln und zu sichten. Ich will dabei nicht auf die Alkaligesteine eingehen, mit denen die Mineralquellen vom Typus Araxá zusammenzuhängen scheinen, und die in ihrer Verbreitung bis zur Serra Negra reichen, da wir vorläufig nichts Genaueres über evtl. zeitliche Beziehungen derselben zu

den obengenannten Eruptivgesteinen wissen (E. RIMANN, 740, hält sie für gleichaltrig mit den Pikritporphyriten und Kimberliten) und über diese Gänge kürzlich ein Überblick gegeben wurde von JOSÉ FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR (814), D. GUIMARÃES (815) und E. TRÖGER (879). E. TRÖGER (vermutlich nach den Angaben E. RIMANNs) hält für sie ein postkretazisches Alter für wahrscheinlich³¹).

Mehrere Flüsse des Abaeté-Gebietes einerseits, südwestlich der Serra Matta da Corda (z. B. bei Agua Suja-Bagagem) andererseits zeichnen sich durch Diamantführung aus, und frühzeitig wurde die Frage nach der Herkunft der Diamanten erörtert. Dabei spielte die Suche nach basischen oder ultrabasischen Eruptivgesteinen eine große Rolle, die je nach der engeren oder weiteren Fassung des Begriffs „Kimberlit“ als Muttergestein mehr oder weniger herangezogen werden konnten. Zum erstenmal berichtete H. GORCEIX (293, 296) über ein Gestein, das für diese Problemstellung herangezogen wurde, nämlich über ein Geröll, welches FRANCISCO DE PAULO OLIVEIRA (245) auf seiner Reise nach dem Abaeté gefunden hatte. Es war ein zersetztes Pyroxengestein. Weitere von OLIVEIRA gesammelte Gesteine beschreibt E. HUSSAK (608), nämlich einen Diabas und uralitisierten Gabbro (anstehend am linken Ufer des Abaeté), Olivinfels (Fazenda do Buraco) und Pikritporphyrit (als Geröll im Bach Andaime bei Abaeté und anstehend 8 km von Areiado). Für diese Eruptivgesteine wird ein magmatischer Zusammenhang vermutet. Sehr eingehend beschäftigte sich HUSSAK (609) mit den Diamantlagerstätten südwestlich der Serra Matta da Corda und stellt fest, daß zwar noch kein Kimberlit nachgewiesen werden konnte, daß aber zwei der von ihm beschriebenen Eruptivgesteinsvorkommen diesem recht nahe kommen, nämlich der Magnetitpyroxenit von Catalão im benachbarten Goyaz (im Vergleich mit dem Granat-Pyroxenit der Newlands-Mine) und das tuffartige Gestein von Uberaba (im

³¹) Besteht dann noch die von E. RIMANN (740) vermutete Gleichaltrigkeit mit den Deckenergüssen über dem Areiado-Sandstein, so müßte für letztere allerdings eine andere Entstehungszeit gefolgert werden als gewöhnlich angenommen wird (s. oben). E. RIMANNs Angaben in seinen verschiedenen Mitteilungen widersprechen sich in diesem Punkt, weshalb seine ausführliche endgültige Publikation mit Interesse abgewartet werden muß.

Vergleich mit der Tuffbreccie von Kimberley). Da sich aber in diesen Gesteinen noch kein Diamant eingewachsen gefunden hat, ließ er die Frage über das Muttergestein noch offen. Auch DERBY (464) hatte schon früher auf die Ähnlichkeit der Begleitgesteine von Agua Suja mit Kimberley hingewiesen. RIMANN (713) beschrieb dann ein kimberlitähnliches Geröll, welches DRAPER im Fluß Tiros gefunden hatte, welches aber zersetzt war, und führte daraufhin selbst zwei Reisen dorthin aus. Über deren Ergebnisse berichtete er bisher nur kurz (739, 740) folgendermaßen: Die von HUSSAK beschriebenen Pikritporphyrite sind Deckenergüsse. Sie sind arm an braunem Glimmer und reich an Perowskit, und werden genauer beschrieben. Diese Eruptivdecke überdeckt zwischen Carmo do Paranaíba und Areiado in einer Mächtigkeit von 50—100 m den Areiado-Sandstein³²). Sehr wichtig war nun die Entdeckung E. RIMANNs, daß diese Gesteine von pipes durchsetzt werden, die auch den Deckenerguß durchbrochen haben müssen, weil sie Stücke davon enthalten. Diese pipes enthalten eine kimberlitartige Schlotfüllung, nach E. RIMANN nämlich porphyrische Einsprenglinge von Olivin, Diopsid, Apatit, Perowskit, Chromit, Magnetit, hellbraunem Glimmer, Melilith in einer Grundmasse von Diopsid, braunem Glimmer, Perowskit, Magnetit und Chromit, ferner knollige Mineralaggregate (Ausscheidungen) aus Diopsid, Apatit, Magnetit, Perowskit, ? Enstatit und braunem Glimmer, sowie aus Hornblende, braunem Glimmer, Apatit, Perowskit und Magnetit. Das Gestein wird dem basaltischen Typ der Kimberlite zugerechnet und bemerkt, daß die in Südafrika häufigen Mineralien Pyrop, Bronzit, Ilmenit, Spinell, Korund, Chromdiopsid usw. zu fehlen scheinen. Da die in diesen pipes vorhandenen Mineralien als Satelliten der Diamanten in den Flüssen des Abaeté-Gebietes vorkommen, wird vermutet, daß die pipes als primäre Lagerstätten in Frage kommen. Mit diesen Kimberlit-pipes beschäftigte sich nun auch Djalma Guimarães (857). Er untersuchte das Gestein von Cascata und kam zu dem Ergebnis, daß es sich um einen Tuff handelt, der dem Kimberlit sehr ähnlich ist, aber doch kein Kimberlit ist, und wen-

³²) Die vom Verfasser beobachteten intensiven Kontaktwirkungen von S. GOTHARDO können wohl auf die gleichen Eruptivdecken zurückgeführt werden (s. Seite 186 und 244).

det sich gegen den Schluß E. RIMANNS, daß diese „Kimberlite“ von einem alkalischen Magma stammen, das bei Salitre, Araxa, Antas, Patrocínio durch die (schon genannten) Nephelingesteine vertreten ist. Vielmehr enthält der Tuff (als vulkanisches Agglomerat) gerundete Stücke dieser Gesteine, die aber ihrer Entstehung nach älter sind. Der stark zersetzte „Kimberlit“ wird auch von D. GUIMARÃES seinem Mineralgehalt nach beschrieben. Er hält den Gehalt an Olivin für zu gering, um das Gestein einen Kimberlit zu nennen. Freilich ist der Olivin teils durch Kalzit ersetzt, teils serpentiniert. Groß ist der Pyroxengehalt. Auch die Analysen ergeben eine von den südafrikanischen Kimberliten abweichende Zusammensetzung. Auch fanden sich darin keine Diamanten, hingegen fand sich in einem melaphyrähnlichen Gestein (*augitito amygdaloide*) 1,0 g Platin pro Tonne, und in der Breccie 0,6 g, womit Vermutungen HUSSAKS bestätigt werden. Nun kann man freilich das Fehlen von Diamanten in diesem Schlot nicht als Beweis betrachten dagegen, daß Kimberlite vorliegen. In Südafrika liegen neben abbauwürdigen pipes auch solche, in denen der Diamant ganz oder praktisch ganz fehlt, und der Diamant ist zwar für den Menschen der wichtigste Bestandteil, aber doch kaum als ein wesentlicher Gemengteil des Kimberlit zu betrachten. Auch ist zu beachten, daß die Kimberlite Südafrikas nicht gleichmäßig zusammengesetzt sind, und daß die Anwendung des Begriffes Kimberlit auf die vorliegenden pipes davon abhängen wird, wie eng oder weit man diesen Begriff faßt. Das zu entscheiden überlasse ich den Petrographen. Jedenfalls sind die vorliegenden Gesteine in ihrem geologischen Auftreten (als pipes) und in ihrer Füllung den südafrikanischen Kimberliten sehr ähnlich. Vorläufig sind uns keine anderen Gesteine bekannt, auf welche die Diamantführung der Flüsse bezogen werden könnte.

Von den „pipes“ hat Herr MAACK (838) 5 in seiner Routenaufnahme festgelegt, die einen Durchmesser von 500—800 m besitzen. Ein weiteres Vorkommen fand ich am Rio Joasinho (s. die Karte, Taf. 1). Damit ist ihre Zahl sicher nicht erschöpft. In der Umgebung von Patrocínio scheinen solche Gesteine vorzukommen, wie ich aus mündlichen Nachrichten und aus Stücken, die mir dort gezeigt wurden, schließen möchte. Auch in anderen Teilen der Serra Matta da Corda ist ihre Auf-

findung möglich. Die Ausfüllung der pipes ist tiefgründig zersetzt. An der Oberfläche findet man erdige rotbraune Massen, die nach unten grün werden und allmählich an Festigkeit und Frische zunehmen. Völlig frisches Gestein dürfte bisher noch nicht untersucht worden sein. Sie enthalten außer den schon erwähnten Gesteinen Brocken des Areiada-Sandsteins, und stellenweise stehen Breccien mit ihnen in Verbindung, die große Blöcke von Sandstein, Quarzit, Gesteinen der Bambuhy-Serie führen. Eine weitere und gründliche Untersuchung dieser pipes (die wohl nur in Verbindung mit bergmännischen Aufschlüssen zum Ziele führt) dürfte, wenn nicht praktische, so doch sicher wertvolle wissenschaftliche Resultate erwarten lassen.

Nach vorstehenden Erörterungen sind mehrere Perioden zu vermuten, in denen basische Magmen gefördert wurden. Erstens kennen wir Deckenergüsse, die sich vielleicht bald nach Ablagerung der Gondwanasandsteine ereigneten, und zweitens stellt man Eruptionen, mit denen die pipes Beziehungen zu haben scheinen, in die ?-Kreide.

F. Ablagerungen der ?-Kreide.

Im vorhergehenden Teil wurde mehrfach betont, daß im Bereich der Gondwanasandsteine möglicherweise noch jüngere Sedimente vertreten sind, die mit den als Kreide (über jurassische Ablagerungen wissen wir bisher nichts) bezeichneten Ablagerungen in Minas parallelisiert werden können. Unsere Kenntnisse über diese Schichten sind noch äußerst lückenhaft, und abgesehen von den oben gegebenen kurzen Mitteilungen kann nichts dazu beigetragen werden. Eine kurze Darstellung der Beobachtungen anderer Autoren ist zur Ergänzung notwendig, damit wir uns klar werden, was eigentlich bisher über ? Kreide bekannt ist, um späteren Beobachtungen eine Grundlage zu geben und deren Einordnung zu ermöglichen, und um festzustellen, was wir überhaupt zu erwarten haben.

In zweierlei Fazies kann dabei Kreide erwartet werden. Die eine Fazies ist der Baurú-Sandstein, der als grauer oder weißer Sandstein beschrieben wird. Dieser Sandstein ist im südlichen Brasilien, besonders in São Paulo und Matto Grosso, weit verbreitet und durch Saurierreste sicher als tertiäre Oberkreide festgelegt. Er reicht bis an die Südgrenze von Minas, wie die Aufnahme des Rio Grande gezeigt hat (697), und Schichten gleichen Alters sind auch in Minas selbst vorhanden. F. v. HUENE sah nämlich in São Paulo Knochenreste solcher Titanosaurier, die südöstlich von Monte Alegre im Triangulo Mineiro in weißem Sandstein gefunden worden waren (siehe auch Seite 262).

Aus dem Baurú-Sandstein sind meines Wissens bisher keine vulkanischen Gemengteile bekannt. Die zweite Fazies der ? Kreide ist jedoch mit vulkanischen Auswurfprodukten verknüpft. Ihr Alter ist noch unsicher, ihre Zurechnung zur Kreide erfolgt daher von den Autoren unter Vorbehalt und beruht auf Vermutungen.

Schichten, die hierher gehören, beschrieb E. HUSSAK (609) sehr eingehend von U b e r a b a. Dieser Ort liegt in 900 m auf einem Tafelberg des Botucatú-Sandsteins, über diesem liegt eine Diabasdecke, und darüber jüngere Sedimente, die als „gorgulho“ bezeichnet werden. Die unterste Lage derselben ist ein tuffähnliches Gestein. In einer Schlucht am Wege von der Bahn zur Stadt nahm HUSSAK folgendes Profil auf:

4. Geröllreicher Gorgulho, reiner Sandstein mit Diabasgeröllen, ohne vulkanische Beimengungen. Kalkiges Cement.
3. Sandstein mit Kalkbindemittel und Geröllen.
2. Braune grobkörnige Sedimente, die weniger Quarz führen als das Hangende, und mehr Magnetit und Stücke von Diabas. Das Cement ist kalkig. Das Gestein hat Ähnlichkeit mit einem sedimentären Tuff.
1. Dickbankiges, dunkelgrünes, quarzfreies Gestein ohne deutliche Schichtung und ohne Einschlüsse des Grundgebirges. Das Cement ist nicht kalkig, sondern serpentinisch oder chloritisch. Es ist kein echtes Sediment, und ist der mineralischen Zusammensetzung nach das tuffartige Gebilde eines eruptiven Pyroxenits. Die chemische Zusammensetzung zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit Kimberlit, doch ist das Gestein ärmer an Olivin und reicher an Pyroxen, Granat und Titanmagnetit, auch ist die Struktur abweichend.

HUSSAK hat sich über das Alter dieser Schichten nicht geäußert, aber CANDIDO DA COSTA SENA (778) rechnet im Anschluß an GONZAGA DE CAMPOS die grauen Sandsteine mit kalkig-tonigem Cement, die im Triangulo Mineiro über dem Botucatú-Sandstein liegen, zur Baurú-Serie, und versteht darunter wohl die gleichen Gesteine, die HUSSAK in seinem Profil beschrieben hat. Auch BRANNER hat auf seiner Übersichtskarte (747) bei Uberaba Kreide eingetragen. Ähnliche Gesteine sind auch sonst gelegentlich erwähnt worden. E. RIMANN (739) erwähnt über seinem Areiado-Sandstein (der mit dem Botucatú-Sandstein parallelisiert wird) und über den vulkanischen Decken, die diesen durchbrachen und bedeckten, den Sandstein von Capacêtas, der mit einem Konglomerat beginnt, das bei Tiros, Vertentes do Abaeté Kimberlitgerölle enthalten soll. Dieser Sandstein, der 10—20 m mächtig ist, soll Mineralien eruptiver Herkunft (Pe-

rowskit, Ilmenit, Magnetit, Titanit, Apatit) enthalten, die von der Serra Matta da Corda stammen, und wird als Jura oder Kreide bezeichnet¹⁾. An einer anderen Stelle (740) beschreibt derselbe Forscher „über dem triassischen Sandstein“ diamantführende Geröll-Lager mit Geröllen perowskitreicher Gesteine von lamprophyrisch-körnigem oder basaltisch-porphyrischem Charakter oder auch Sandsteine mit Diamanten, reich an Perowskit, Magnetit, Chromit, Titanit usw. Zu diesen Schichten rechnet er das diamantführende Konglomerat von Agua Suja und das von Tiros, vergleicht sie mit dem von HUSSAK beschriebenen tuffähnlichen Gestein von Uberaba und bestimmt sie als posttriasisch, vielleicht kretazeisch. In einer späteren Notiz (942) spricht er direkt von einer Uberaba-Serie (Kreide ?), zu

¹⁾ In einer brieflichen Mitteilung v. 4. VIII. 1931 erfahre ich von Herrn Kollegen RIMANN, daß der Name Capacêtas-Serie von HORACE E. WILLIAMS geprägt worden ist. Herr RIMANN hält jedoch in seinem Brief den Hauptteil des Sandsteins der Serra Capacêta für Arciado-Sandstein. Damit bin ich sehr einverstanden, denn die gleiche Auffassung vertrat ich in meiner vorl. Mitteilung vom Jahre 1930 (920), in deren Kartenskizze die Serra Capacêta als Gondwanaserie eingezeichnet wurde. Herr RIMANN hält nur die obersten Teile für ? Kreide. Er schreibt mir: „Der am Morro do Cruzeiro bei der Fazenda de Capacêta etwa 40m mächtige Sandstein besteht in seinen unteren Lagen aus geröllführenden Horizonten, eisenschüssig, rotem tonigem Sandstein mit Kreuzschichtung, die wohl der Serie von Arciado angehören; auf dem Gipfel des Berges liegt aber ein grüngraues sandiges Sediment, dessen Rückstand an Schwermineralien, vor allem Magnetit, Ilmenit, Apatit, Perowskit an die sogenannte Secondina der Diamantlagerstätten von West-Minas erinnert und beweist, daß es jünger ist als die vulkanischen Durchbrüche und Ergüsse der ultrabasischen Magmen, also der Serie von Uberaba angehört. Für mich gibt es vorläufig keine anderen Möglichkeiten der Unterscheidung. Vielleicht ist die rote Färbung der Arciado-Serie-Sedimente bzw. die daraus ableitbare Fazies charakteristisch genug gegenüber der Uberaba-Serie, deren Sedimente, soweit ich mich erinnere, und soweit ich solche gesehen habe, meist grünlichweiß oder jedenfalls hell gefärbt sind. Also am Morro do Cruzeiro sind nach meiner Ansicht beide Serien noch vorhanden, die jüngere allerdings infolge weitgehender Zerstörung nur noch in einer geringmächtigen Schicht“. Da somit Capacêtas-Serie gleichbedeutend ist mit Uberaba-Serie, können wir die erstere Bezeichnung streichen, um nicht unnötige Verwirrung zu schaffen. Die Schichten von Uberaba sind früher und genauer von E. HUSSAK beschrieben worden.

der er weißlich-grünliche Sandsteine rechnet von geringer Mächtigkeit und horizontaler Lage, sowie die Eruptionen von Pikritporphyrit und Basalt als Laven und Tuffe.

Im Município de Patos bei São Lamberto fand FRANCISCO DE PAULA BÔA NOVA (890) über Sandsteinen (die vielleicht noch zur Gondwanaserie gehören) grüne Sandsteinkegel mit eruptiven Produkten der Serra Matta da Corda (Chromit, Perowskit, Magnetit usw.), die vermutlich auch zur Kreide gestellt werden können.

Somit sind Anzeichen vorhanden dafür, daß im westlichen Minas Geraes Ablagerungen der Kreide vorhanden sind. Freilich sind bisher nur wenige Hinweise bekannt. Was davon bei planmäßiger Untersuchung als Kreide bestehen bleiben, und was an neuen Tatsachen hinzukommen wird, das müssen künftige Forschungen erweisen. Bei diesen Forschungen ist auch auf folgende Probleme zu achten: Im westlichen Teil meines Reisegebietes ist die Gondwanaserie mächtiger als im Osten. Das kann primär sein, kann aber auch an späterer Abtragung, die im Osten ja viel stärker war, liegen. Auf der geringeren Mächtigkeit liegt aber in der Serra Capacete schon die Uberaba-Serie. Ist die Auflagerungsfläche eine Abtragungsfläche, die womöglich auch Rumpfflächencharakter hat? Wie sieht überhaupt die präkretazische Landoberfläche aus? In diesem Zusammenhang wäre auch zu prüfen, inwieweit die Sande und Sandsteine auf dem Hochland der Geraes noch der Uberaba-Serie angehören. Mehrfach wird an der Basis der Kreide ein Konglomerat erwähnt. Das könnte sogar teilweise das gleiche Konglomerat sein, welches an der Basis der Gondwana-Serie lag und nun bei den präkretazischen Abtragungsvorgängen zum zweiten Male als Lesedecke liegen geblieben ist.

G. Junge Flußterrassen, Torfmoore, Verwitterungsrinden.

Über quartäre Sedimente wurden keine planmäßigen Beobachtungen angestellt, da sie nur stellenweise angetroffen wurden und eine Verfolgung derselben einen unverhältnismäßig hohen Aufwand an Zeit und Mitteln erfordert hätte und auch nicht im Plan der Reisen lag. Ich übergehe ganz die alluvialen Aufschüttungen der Flüsse, obwohl sie häufig Interesse für den Lagerstättenforscher bieten (Gold-, Diamant-, Halbedelsteinseifen). Auch fossile, hochgelegene Terrassen werden seit den ältesten Zeiten ausgebeutet, und über beide gibt es bereits ein ausgedehntes Schrifttum. Von hochliegenden Terrassen beansprucht besonderes Interesse die Terrasse über dem Rio das Velhas, in der Serra do Anil. Als Serra do Anil wird ein Vorsprung der Serra do Cabral bezeichnet, der sich nördlich Porto Faria nach Westen erstreckt, aber nicht mehr die Höhe des Gebirges erreicht, sondern in 910 m Höhe tischeben abgeschnitten wird. Sie erhebt sich somit rund 400 m über den Fluß. Die tischebene Oberfläche war besonders auffällig, da schon vom Fluß aus eine nach Westen gerichtete Neigung der Geraes-Schichten, die den Sockel der Serra do Anil aufbauen, erkennbar war; und die eigentümliche Oberfläche war auch der Grund, weshalb ich einen Tag der Besteigung widmete. Es ergab sich, daß auf der Oberfläche eine Flußterrasse lag. Dieses Ergebnis war überraschend, da Terrassen in solcher Höhe nicht erwartet wurden und bisher auch nicht bekannt waren. Über den dünn-schichtigen Geraes-Schichten liegt diskordant ein fest verkittetes Konglomerat, das eine äußerst harte, etwa 30 m mächtige Bank bildet und ringsum eine steile Stufe erzeugt. Die Gerölle sind kopfgroß und durch ein eisenschüssiges Zement verbunden. Es setzt sich zusammen aus Geröllen der Itacolomy-Serie, der Geraes-Schichten

(Quarzite) und roten Gondwanasandsteine. Die feste Verwitterung hat hier die Abtragung gehemmt, so daß sich der Terrassenrest als Tafelberg erhebt. Der Hang ist unterhalb der Steilkante mit einem Geröll-Blockfeld dicht bestreut, welches durch die randliche Verwitterung erzeugt ist. Die dicke Geröllpackung war auch der Grund, weshalb die Auflagerungsfläche nirgends zur Beobachtung gelangte. Etwa 50 m abwärts verlor sie sich. Diese Terrasse hat eine mehrfache Bedeutung:

1. Sie liegt etwas höher als der benachbarte Teil des Hochlandes der Geraes. Zur Zeit ihrer Entstehung müssen also auf diesem die Gondwanaschichten noch in so großer Mächtigkeit erhalten gewesen sein, daß sie diese Terrasse überragten. Daraus ergibt sich aber zwangsläufig, daß auch die Stufe der festen bankigen Sandsteine (Abteilung 3 meiner Gliederung der Gondwanaserie) bis hierher gereicht haben muß, obwohl sie auf meiner Route östlich vom Rio São Francisco nirgends mehr zur Beobachtung gelangte. Nur wenn wir sie dazu rechnen, bekommen wir die Mächtigkeit, die zu einer überragenden Begrenzung der hochliegenden Terrassenfläche notwendig ist. Aus dieser Begrenzung ergibt sich naturgemäß die Tatsache, daß der Schotter auch Gerölle der Gondwanasandsteine führt.

2. Die Terrasse muß den Teil eines Haupttales, vielleicht eines Ur-Rio das Velhas bilden. Mit ihm stehen vermutlich hochliegende fossile Täler in Verbindung, die in der Serra do Cabral aufgefunden wurden. Auf diese Beziehungen wird im Kapitel über Oberflächenformen einzugehen sein.

Es wäre sehr wertvoll, wenn sich das Alter dieser Terrasse feststellen ließe. Da in ihr aber keinerlei Fossilien gefunden wurden, ist es vorläufig nicht zu bestimmen. Ganz aussichtslos wäre es nicht, sich dieser immerhin wichtigen Frage zu widmen, nur wäre Voraussetzung eine planmäßige Untersuchung des ganzen Rio das Velhas-Laufes. Nicht weit nördlich Bello Horizonte liegen im Gebiet dieses Stromes die berühmten, von LUND mit so großem Erfolg ausgebeuteten Höhlen, die eine reiche pleistozäne Fauna geliefert haben, und in denen neuerdings Herr Dr. PADTBERG-DREKPOL vom Museu Nacional in Rio de Janeiro neue Ausgrabungen vorgenommen

hat, die, wie aus brieflichen Mitteilungen geschlossen werden kann, sehr wichtige Ergebnisse gehabt haben. Vielleicht läßt sich das Tieferlegen des Rio das Velhas zeitlich hier einengen, denn die Höhlen müssen, als die Fauna darin z. T. lebte, nicht mehr von Grundwasser erfüllt gewesen und der Fluß damals schon tiefer gelegen haben. Andererseits erwähnt LUND (320), daß der Fels an der Lapa de Cerca Grande bei Mocambó früher im Wasser stand, was aus einer 70 Fuß über dem Boden liegenden Wasserstandsmarke geschlossen wird, unter welcher das Gestein zerfressen ist. Auch finden sich Geröll-Lager in dieser Höhle, und LUND berichtet von abgerollten Knochen. Die Höhle stand teilweise auch unter Wasser. Den hohen Wasserstand könnte man ja auch auf andere klimatische Verhältnisse zurückführen. Man muß sich jedoch die Frage vorlegen, ob nicht auch eine ältere höhere Lage des Rio das Velhas und überhaupt des ganzen Flußgebietes herangezogen werden könnte? Die Frage kann nur durch Untersuchungen an Ort und Stelle entschieden werden, und da ich dieses Gebiet nicht kenne, möchte ich in keiner Weise dazu Stellung nehmen. Ich möchte aber zum Studium dieser Verhältnisse anregen, da sie uns unter Umständen über die Zeit, seit welcher sich die gegenwärtigen Flußsysteme eingeschnitten haben, wichtige Schlüsse gestatten.

Neben diesen Problemen verdient unser Interesse die Auf-
findung *recenter Torfmoore*. Aus den Tropen und Sub-
tropen sind Flach- und Hochmoore erst seit neuerer Zeit und
in wenigen Beispielen bekannt¹⁾, aus Brasilien werden sie mei-
nes Wissens noch nicht erwähnt, so daß sie hier angeführt
werden dürfen. Zunächst sind hier die *Quellmoore* zu
nennen. Ein ausgezeichneter Quellhorizont liegt an der Grenze
Bambuy-Serie (Wasserstauer) — Gondwana-Sandstein (Was-
serträger). An diesem Grundwasserhorizont, dessen Bedeu-
tung für die zukünftige Kolonisation von Minas Geraes
ODORICO RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE (884) mit besonders

¹⁾ Man vergleiche K. KEILHACK, Über tropische und subtropische
Torfmoore auf der Insel Ceylon. *Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landes-
anstalt* XXXVI, 1915, Teil II, S. 102—143. W. JANENSCH, Über Torf-
moore im Küstengebiet des südl. Deutsch-Ostafrika. *Archiv für Bi-
ontologie*, Bd. III, Heft 3, 1914. KRENKEL, Moorbildungen im tropi-
schen Afrika. *Zentralbl. f. Mineral. usw.* 1920, S. 371—380, 429—438.

beredten Worten gekennzeichnet hat, treten auch während der stärksten Trockenzeit frische, reichliche Quellen aus, die dann inmitten des dürren Kampbusches grüne Oasen entstehen lassen. Die meisten Flußläufe auf dem von mir gequerten Teil der Hochfläche der Geraes entstehen in flachen langgestreckten Quellbecken innerhalb der Gondwanaserie, nicht weit über der Untergrenze. Sicherlich kommt es da, wo den untersten Gondwanaschichten die erwähnten Tonlagen eingeschaltet sind, zur Bildung übereinanderliegender Grundwasserstockwerke. Die langgestreckten Quellmulden sind teils in der Trockenzeit, immer aber während der Regenzeit sumpfig. Ihr Untergrund wird von Bleichsanden gebildet, die sich im durchfeuchteten

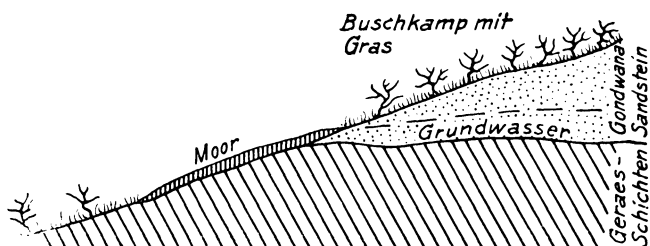


Abb. 32. Gehängemoor am Hochland der Geraes.

Zustand wie Schwimmsande verhalten, so daß ein Überschreiten unmöglich wird. An den ausgetrockneten Stellen klingt der Hufschlag des Pferdes hohl wie über einem Gewölbe. Auf diesem Sand wächst eine grüne Grasfläche, so einheitlich und gleichmäßig, wie sie auf Parkplätzen künstlich nicht besser erzeugt werden kann, und die sumpfigen Stellen dieser Veredas besiedelt die Buriti-Palme (*Mauritia vinifera*) in malerischen Gruppen. Mit schärfster Grenze treten diese Flächen an den Kampbusch und Krüppelwald heran, der sonst diese Hochfläche bedeckt. Am Westrand der Geraes, nördlich vom Ribeirão do Inferno, wurde nun an diesem Quellhorizont ein typisches Quellmoor gefunden, das etwa 40 m breit war und sich in unbekannter Länge vor dem Quellhorizont ausdehnte. Auf dem hangenden Gondwanasandstein stand Kampbusch mit Gras, ebenso, aber dünner, auf den liegenden sandig-tonigen Geraes-Schichten. Der Busch und die Krüppelbäume gingen im allgemeinen nicht auf die Moorfläche, wenig-

stens an meiner Übergangsstelle. Diese wurde anscheinend in der Hauptsache von Torfmoosen eingenommen, und zwar in ziemlicher Mächtigkeit. Sie bildeten hochanschwellende Polster, in die man tief einsank, so daß die Pferde nicht über die nassen Stellen zu bringen waren. Dieses Moor, das am flachen Gehänge liegt (in Abb. 32 ist der Neigungswinkel übertrieben), ist durch den Quellaustritt hervorgerufen, an dem ständig genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, auch während der etwa $\frac{1}{2}$ Jahr anhaltenden Trockenzeit, in welcher so gut wie kein Regen fällt und die Vegetation des Kamp völlig abstirbt. Mein Besuch erfolgte im trockensten Teil eines noch dazu extrem trockenen Jahres, und obwohl im Kamp kein grünes Blatt zu sehen war, befand sich das Moor in frischem und feuchtem Zustand. Die Meereshöhe beträgt 780 m.

Flache Gehängemoore konnten auch weit im Osten, zwischen Capellinha und Itamarandiba, beobachtet werden. Zwischen diesen beiden Orten stehen vorwiegend gefaltete Phyllite unbestimmten Alters an, die durch eine bei 950 m liegende Hochfläche gekappt werden. Auf der Hochfläche steht Kampbusch. In die Hochfläche sind mehrere Tälchen flach eingesenkt, die von höherem, auch in der Trockenzeit grünem Wald bestanden sind. In zwei Tälchen zog sich vor dem Waldstreifen eine flachgeneigte wald- und buschfreie Grasfläche hin, deren Untergrund schwarz und moorig war. An einer Stelle war die feuchte schwarze Masse etwa $\frac{3}{4}$ m tief angeschnitten, ohne daß man ihr Liegendes sah. Aus der Grasfläche erhoben sich Blüten einer *Erica* sp. und die Fruchtstände eines Riedgrases (*Cyperus* sp.), die von den nach oben zusammengerückten silbernen Blättern sternförmig umgeben werden. (Die Blätter werden einschließlich der grünen Zipfel, in die sie ausgezogen sind, 15 cm lang.) Der Torf ist sehr reich an mineralischen Beimengungen, besonders an großen Quarzkörnchen. Auch hier handelt es sich wohl um ein Quellmoor. Der Bach hat in diesem flachen Tälchen seinen Ursprung.

Daß die Torfbildung nicht auf die Gegenwart beschränkt ist, sondern in die jüngste geologische Vergangenheit zurückreicht, geht aus verschiedenen Beobachtungen hervor. Veredas, wie sie oben als die feuchten Quellbecken geschildert wurden,

finden sich auch im Quarzitgebiet der Itacolomy-Serie weit verbreitet. Vielfach sind sie Reste fossiler Flußsysteme, und sind jetzt durch das weitere Einschneiden der Flüsse trocken gelegt. Ebenso findet man große, ehemals sicher feuchte Becken, die einer älteren Landschaft angehören, in welcher die Flüsse noch nicht so tief eingeschnitten waren. Große Teile der Hochebenen um Diamantina gehören dieser fossilen Landschaft an, und auf ihnen ist Torf mehrfach beobachtet worden, am schönsten südlich von D a t t a s, wo ein jetzt völlig trockenes Torflager von ca. $\frac{1}{2}$ m Stärke erschlossen war. Aber auch in

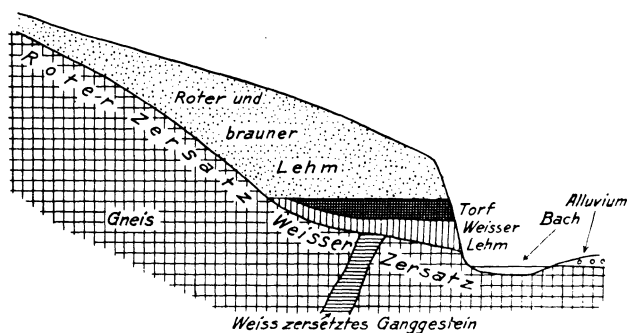


Abb. 33. Profil einer Torflagerstätte bei Amaro Ribeiro.

den Tälern findet sich Torf, der schon von jungen Sedimenten überdeckt ist. Ein besonders guter Aufschluß fand sich 2 km südwestlich Bananeiras bei Lafayette an einer Stelle, die A m a r o R i b e i r o genannt wird. Dort hatte der Bach folgendes Profil erschlossen (Abb. 33):

4. 2,0 m gelbbrauner bis rotbrauner Lehm im Hangenden.
3. 1,0 m Schwarzer Torf.
2. 1,5 m rötlich-weißer Lehm mit einzelnen Quarzgeröllen, die besonders an der Basis sich häufen.
1. 1,0 m (bis zum Bachniveau) grünlich-weiß zersetzter Gneis, der von einem schneeweiß zersetzten Gang durchschossen wird. Letzterer ist \pm 0,50 m stark.

Ausgebleichten Zersatz und weiße Sedimente beobachtet man sehr häufig in sumpfigen Talniederungen, so daß sie auch nicht auffallen. Eine Untersuchung der Verwitterungsrinden

steht noch aus. Der gelbbraune (weiterhin auch rotbraune) Lehm im Hangenden ist als herabgeflossene Verwitterungsrinde aufzufassen, wie sie häufig in diesen Breiten die Talhänge bedecken, und nicht als anstehender Zersatz. Dieser ist vielmehr erst in größerer Tiefe zu erwarten. Abb. 33 zeigt die Zusammenhänge *schematisch*, wie sie nach den allgemeinen Verhältnissen kombiniert werden können. Aufgeschlossen war nur der Prallhang am Bach, der die Schichten parallel zur Talwand in horizontaler Länge aufschneidet. Man darf wohl diesen Torf noch als alluvial auffassen. Die mitgebrachten Torfproben von Itamarandyba und Amaro Ribeiro hat K. v. BÜLOW (1975) untersucht. Danach handelt es sich in beiden Fällen um klimatisch indifferenten Flachmoortorf, reich an Mineralstoffen, doch nicht um Moorerde, der (wie sich schon aus dem Auftreten ergeben hatte), an Stellen ständiger Durchfeuchtung gebunden ist. Nähere Angaben sind aus seiner Veröffentlichung zu ersehen.

Ein wichtiges Kapitel sind die *chemischen Verwitterungsrinden*, die den größten Teil des Gebietes überdecken und die Arbeit des Geologen oft sehr erschweren. Ihre Bedeutung für die Form der Landschaft wird später gewürdigt werden (siehe Kapitel K). Die Mächtigkeit der Verwitterung reicht oft außerordentlich tief. In Morro Velho wurde sie nach DERBY (1938) bis 155 Fuß Tiefe festgestellt. Die Verwitterungs- oder Zersetzungs-rinden haben alle Gesteine ergriffen, am wenigsten die weißen Quarzite, die jedoch auch nicht ganz verschont blieben. Die Farbe der Zersatzrinden ist im allgemeinen rot, wobei je nach dem primären Gestein bestimmte Farb-abtönungen zu bemerken sind. Wegen der roten Farbe wird in der Literatur die Verwitterungsrinde überall als Laterit bezeichnet. Genauere Untersuchungen sind davon bisher nicht veröffentlicht worden. Ich habe es deshalb in meinen früheren Veröffentlichungen bei der Bezeichnung „Laterit“ gelassen, dabei aber bemerkt, daß dies nur vorläufig in Übereinstimmung mit allen älteren Autoren geschieht, da die Untersuchung der aus verschiedenen Teilen Brasiliens mitgebrachten Proben

noch ausstand (855). Der größte Teil dieser Verwitterungsrinden ist nach einigen inzwischen vorgenommenen Analysen kein Laterit im Sinne der heutigen Definition. Da aber bisher die Mittel für die Untersuchung meines sehr reichhaltigen Sammelmateriale aus allen Teilen Brasiliens nicht vorhanden waren, möchte ich auch jetzt hierauf noch nicht eingehen und hoffe, diese Ergebnisse später im Zusammenhang veröffentlichen zu können.

H. Die Verbreitung der am Aufbau von Minas Geraes beteiligten Formationen.

(Erläuterung der Übersichtskarte, Tafel II.)

Bevor der tektonische Bau des Gesamtgebietes erörtert werden kann, müssen wir uns die Verbreitung der am Aufbau von Minas Geraes beteiligten Formationen klar machen. Für den zentralen Teil im Bereich der auf Tafel I wiedergegebenen Routenaufnahmen ergibt sich dieselbe leicht, ohne daß besondere Erläuterungen nötig sind. Dieser Teil wurde bereits in früheren Veröffentlichungen (920, 931) zusammenfassend skizziert. Für den übrigen Teil liegen noch andere eigene Routen vor, die bisher nicht berücksichtigt wurden, und zur Vervollständigung wurden die Veröffentlichungen anderer Autoren herangezogen. Trotz der Schwierigkeiten, die sich bei der Verarbeitung aller dieser Unterlagen zu einer Übersichtskarte entgegenstellten, und trotz der Gefahr, in die ich mich damit kritiksüchtigen Nachfolgern gegenüber begeben habe, habe ich die Form dieser Zusammenfassung gewählt, weil sie am besten zeigt, auf welchem Standpunkt sich unsere Kenntnis dieses Gebietes heute befindet, und weil sie am besten den Weg weist für künftige Studien. Eine lückenhafte Darstellung, wie sie dem wirklichen Stand unseres Wissens entspricht, halte ich für wertvoller als eine Zudeckung der offengelassenen Flächen auf der Basis von Vermutungen. Ich kann aber nicht unterlassen auf die Schwierigkeiten hinzuweisen und die Eintragungen im einzelnen zu begründen.

Die erste Schwierigkeit ist der Mangel einer brauchbaren topographischen Kartenunterlage. Die Carta do Estado de Minas Geraes (1922, 1 : 1 000 000) und die Blätter der internationalen Karte im gleichen Maßstab, die sich nur unwesentlich voneinander unterscheiden, bedeuten zwar einen Fortschritt gegenüber früheren Karten und sind für kommerzielle

Zwecke ausreichend, aber sie sind notgedrungen auf sehr mangelhaften Unterlagen aufgebaut, weil für den größten Teil des Gebietes noch keine Aufnahmen vorliegen, und sind infolgedessen für die wissenschaftliche Arbeit wenig geeignet. Hinzu kommt die Unsitte, daß die Ortsnamen von der Bevölkerung immer wieder umbenannt werden, so daß vielfach die in älteren Arbeiten genannten Ortsnamen auf heutigen Karten nicht zu finden sind, weil die Orte unter anderem Namen erscheinen. Die Kartenblätter 1 : 100 000, die unter der Leitung von Dr. ALVARO DA SILVEIRA für den dichter besiedelten Teil von Süd-Minas aufgenommen wurden, umfassen fast nur das kristalline Grundgebirge, so daß sie für unseren Zweck wenig in Frage kommen. Von einem Teil von Minas Geraes hat Herr R. MAACK mustergültige Karten aufgenommen, die leider noch nicht veröffentlicht worden sind. Für die geologischen Eintragungen ist es besonders schwierig, daß in den seltensten Fällen den geologischen Abhandlungen Kartenskizzen beigegeben sind. Auch sehr umfangreiche Schilderungen sind oft so unklar und allgemein gehalten, daß sie nicht zu verwerten sind, und die Nennung von Flüssen, Bergen und Fazenden als Fundpunkte ist zwecklos, wenn es keine Karten gibt, auf denen man sie finden kann. Ich möchte deshalb allen Autoren dringend ans Herz legen, den Wert ihrer Arbeiten durch Kärtchen zu steigern. Auch die rohste Kartenskizze ist wertvoller als eine noch so eingehende Ortsbeschreibung. Bei der Eintragung der Angaben, die der Literatur entnommen sind, in die Karte wurde mit den modernen Arbeiten begonnen und zeitlich nach rückwärts weiter gegangen¹⁾. In älteren Arbeiten sind die Gesteins- und Formationsbenennungen oft für den Fernerstehenden unklar in ihrer stratigraphischen Bedeutung. Wer aber das Gebiet und alle Formationen desselben durch eigene Anschauung kennt, dem wird es im allgemeinen möglich sein, diese Angaben richtig zu deuten und in eine moderne Fassung zu bringen. Ich weise darauf hin, daß in diesem Kapitel nur solche eigene und fremde Untersuchungen angeführt werden, die nicht in den vorausgegangenen Kapiteln schon behandelt wurden.

¹⁾ Im folgenden Text wird jedoch regional vorgegangen aus Gründen größerer Klarheit.

Auf der Übersichtskarte wurden folgende Abteilungen aus-
geschieden:

1. Kristallines Grundgebirge (Granit, Gneis, Glimmerschiefer). Naturgemäß handelt es sich hier um eine rein gesteinsmäßige Zusammenfassung. Denn die Granite und wohl auch die Gneise und Glimmerschiefer gehören verschiedenen Bildungsperioden an, ohne daß bisher nennenswerte Studien über deren Trennung vorliegen. Es wurde schon früher (931) und auch oben darauf hingewiesen, daß unter den Paragneisen sich noch metamorphe Minas-Serie verbergen kann. Auch wird in der Literatur die Bezeichnung „Glimmerschiefer“ sehr verschieden weit ausgedehnt. Manche Autoren verstehen darunter nur Gesteine des kristallinen Grundgebirges, andere auch die mehr oder weniger metamorphosierten Schiefer der Minas-Serie. In den meisten Fällen gelang die Deutung.

2. Ältere Schiefer, Phyllit, Quarzit und Kalk unbekannter Zuteilung. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Phyllit und Schiefer, denen die übrigen Gesteine nur eingelagert sind. Großenteils dürften es wohl metamorphosierte Gesteine der Minas-Serie sein. Von manchen Autoren wird aber auch an einigen Stellen die diskordante Überlagerung durch Minas-Serie ausdrücklich bemerkt.

3. Diabas und ähnliche Gesteine, die manchmal größere Verbreitung haben und zeitlich nicht besser eingeordnet werden können als die unter 2 angeführten Gesteine.

4. Minas-Serie.

5. Itacolomy-Serie.

6. Espinhaço-Formationen. Dieser Begriff mußte neu eingeführt werden. Er umfaßt zusammen Minas- und Itacolomy-Serie. Diese treten in manchen Gebieten so innig verknüpft auf, daß ihre Trennung beim Maßstab der Karte unmöglich wäre, selbst wenn sie durchgeführt wäre. Aber auch das ist bei der geschilderten Ähnlichkeit der Gesteine beider in den meisten Gebieten noch nicht der Fall und in älteren Arbeiten auch nicht versucht (ich erinnere nur an v. ESCHWEGES Begriff des „Itacolomyquarzes“). Es ist also in vielen Fällen nicht möglich, aus den Beschreibungen zu entnehmen, ob die betreffenden Gesteine der Minas-Serie oder der Ita-

columy-Serie zugeordnet werden müssen, weshalb ich dann beide als „Espinhaço-Formationen“ zusammenfasse nach der Serra do Espinhaço, die aus ihnen aufgebaut wird. Diese provisorische Bezeichnung würde fallen müssen in dem Augenblick, in welchem die Entmischung beider Serien restlos durchgeführt ist, und ich wünsche, daß die Forschung bald zu diesem höheren Stand gelangen möge.

7. *Bambuhy-Serie*. Hier werden die Geraes-Schichten und Indayá-Schichten zusammengefaßt, die vorläufig nur als Fazies der Bambuhy-Serie aufgefaßt werden können, und deren räumliche Trennung auch noch nicht mit der wünschenswerten Exaktheit durchgeführt werden kann.

8. *Gondwana-Serie*. Sie umfaßt die geschilderten Gesteine, deren Altersstellung (wie oben erörtert) noch nicht absolut feststeht.

9. *Melaphyr* und ähnliche Deckenergüsse, die jünger sind als die Sandsteine der Gondwanaserie.

10. *Nephelingesteine* (vorwiegend) vom Typus der Poço de Caldas-Eruptiva, deren Alter unbekannt ist.

11. *Kreide*. Dies sind alle Gesteine, die der Uberaba- und Baurú-Serie zugesprochen wurden.

12. *Tertiär*. Diese Formation ist nur an wenigen Punkten bekannt.

Im folgenden soll die Verteilung dieser Formationen auf der Übersichtskarte begründet werden. Man vergleiche dazu die vorher genannten topographischen Karten, da nicht alle Orte in die Karte eingetragen werden konnten, um den Überblick nicht zu erschweren. Auch der Atlas Chorographico Municipal (2 Bände 1921²⁾) kann herangezogen werden.

I. Eigene Reiserouten.

(soweit sie nicht schon behandelt wurden).

a) Theophilo Ottoni — Diamantina.

Die Strecke von Caravellas bis Theophilo Ottoni wurde mit der Bahn zurückgelegt, ohne daß Beobachtungen gemacht

²⁾ Diese amtliche Veröffentlichung der Secretaria da Agricultura in Bello Horizonte war mir sehr wertvoll. Für die Vermittlung eines Exemplares davon spreche ich Herrn Dr. v. SPERLING, Direktor dieser Abteilung d. Ministeriums, auch hier meinen herzlichsten Dank aus.

wurden, die über die Veröffentlichung BRANNERS (507) hinausgingen. Dieser stellt die Ablagerungen des Tertiärs, in denen man von der Küste her zunächst bleibt, ins Eozän. Sie steigen mit dem Küstengebirge bis zu einer Höhe ihrer Ablagerungsfläche von 100—150 m auf und reichen, von Grundgebirge durchragt, bis auf die Serra dos Aymorés und bis Kilometer 160 der Bahnlinie nach Minas Geraes hinein. Aber noch vor dem Mucury, den die Bahn bei Kilometer 171 erreicht, setzt das kristalline Grundgebirge ein mit Quarzmonzonit, zu dem später Gabbro, Gneis und Granit hinzukommen. Von Kilometer 355 bis Theophilo Ottoni führt BRANNER gefaltete Glimmerschiefer an.

Von Theophilo Ottoni nach Diamantina (rund 300 km) reiste ich zu Pferde. Bei Theophilo Ottoni selbst waren einige Aufschlüsse geschaffen. Am Westrand (Ende der Rua Francisco Sá) liegt der Morro das Araras. An seinem Fuß befindet sich ein Steinbruch, der einen grauen glimmerreichen Gneis erschließt, der von Klüften durchzogen und kreuz und quer von Pegmatitgängen derart durchschossen wird, daß diese stellenweise an Masse überwiegen und die Gneisschollen umschließen. Die oberen 3 m sind an den Klüften verwittert, und darüber liegt mit scharfer Grenze die rote Verwitterungsrinde, die hier etwa 3,60 m mächtig war, aber an anderen Stellen wesentlich größere Mächtigkeit erreicht. Sie überzieht alle Berge der Umgebung, so daß (abgesehen von künstlichen Einschnitten) nur in den Sohlen der Täler vom Fluß anstehendes Gestein freigelegt ist. So kommen im Tal von S. Jacintho zum Vorschein: Ein grobkörniges granitähnliches Gestein, durchschossen von feinkörnigen dunklen Gängen oberhalb der Kaffeereinigungsanlage von Friedrich Rödel, und ein heller feinkörniger Granit, verzahnt mit flaserigem, glimmerreichen Gneis auf der Fazenda Gustav Leonhardt.

Von Theophilo Ottoni reicht die Bahnlinie noch ein kurzes Stück nach Nord-West. An ihr ist bei Kilometer 392, in 16 km Entfernung von Theophilo Ottoni, ein Steinbruch angelegt, von dem große Blöcke eines hellen, rote Granaten führenden Granulits nach Theophilo Ottoni gebracht werden. Ferner werden Blöcke eines festen hellen Gneises verarbeitet, die von Bella Vista, 8 km von Theophilo Ottoni, stammen sollen und von

starken Pegmatitgängen durchschossen werden. Auch dieses Gestein führt einige rote Granaten.

Von *Theophilo Ottoni* reiste ich zunächst in Richtung *Poté*. Das Bergland ist durchgehend mit tiefer roter Verwitterungsrinde bedeckt. Nur im Tiefsten der Täler kommt festes Gestein zum Vorschein. Dort liegen große und kleine runde Blöcke von Gneis oder Granit, vom Wasser freigespült, zuweilen durchsetzt von Gängen. Das Vorhandensein großer Pegmatitgänge macht sich auch im roten Lehm bemerkbar durch große Stücke von Quarz und Glimmer, die an solchen Stellen gehäuft sind. In den Talsohlen ist der Rotlehm immer ausgebleicht, offenbar unter dem Einfluß der Rohhumuswässer. Dieses Material ist fetter und wird mit Vorliebe für Ziegel verwendet. Felsflächen erscheinen nur am Talschluß der Seitentälchen. Erreicht man die Höhe, so erweckt die gleichmäßige Gipfelhöhe den Eindruck eines zertalten Hochlandes. Auf der *Fazenda Francisco Paulo* dicht vor *Poté* ist ein blauer kristalliner Kalk aufgeschlossen, der in primitiver Weise gebrannt wird. Er gehört offenbar dem Grundgebirge an. In der Nähe sollen noch mehr solche Kalkvorkommen sein.

In der Richtung über *Sete Posses* überschreitet man langgestreckte Rücken von annähernd gleicher Höhe bis ca. 12 km hinter der *Fazenda Tres Ferros*, und ebensoweit vor *Setubinha*. Hier ändert sich plötzlich die Landschaft. An die Stelle der tief eingeschnittenen Täler treten breitere, flachere, wannenartige Täler, und der hohe Urwald wird durch niedrigeren, mit Palmen reichlich durchsetzten Buschwald ersetzt. Kurz vor dieser Grenze war noch (wie auf dem Marsch bis hierher) Granitgneis in Blöcken zu sehen, jetzt kommt ein schieferiges, glimmerreiches, rot zersetztes Gestein zum Vorschein, das allenthalben von riesigen Quarzgängen durchzogen wird, die sich in großen Brocken kenntlich machen und vor allem das Gerippe des Gebirges zwischen den *Fazenden Alaú* und *S. Antonio* bilden. Erst in dem von einer Flußterrasse gebildeten breiten Tal von *Setubinha* hat der Fluß festes Gestein angeschnitten. Es ist Glimmerschiefer.

Westlich von *Setubinha* liegt die Glimmergrube *Rancho do Meio*. Man reitet über ein Bergland, das *Palmeira* heißt wegen des mit der *Indayá-Palma* (*Attalea compta*) völlig

durchsetzten Buschwaldes. Der erste Bergrücken hat auf seinem nach Setubinha gerichteten Abhang ein Blockfeld von Quarz. Nach Überschreitung eines tiefen Tales gelangt man auf einen 330 m über Setubinha, etwa 1000 m hoch gelegenen Rücken mit völlig ebenem Kamm (Serro Fanadinho) und steigt schließlich in das Quelltal eines Seitenflusses zum Rio Fanado hinab. Anstehendes Gestein ist auf der ganzen Strecke nicht zu sehen, auch nicht in den Erdrutschen, an denen die rote Verwitterungsrinde oft zerrissen und abgerutscht ist unter Mit-

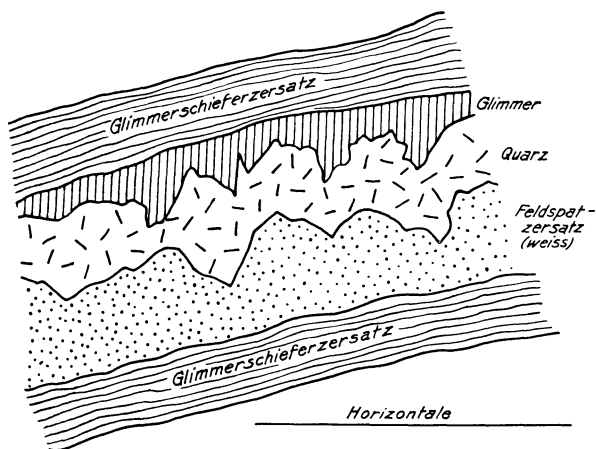


Abb. 34. Schematische Profilskizze des glimmerreichen Pegmatitganges. Rancho do Meio bei Setubinha.

nahme des Waldbestandes, dessen Stämme kreuz und quer unter und über der Lehmmasse liegen.

Auch die versuchsweise angelegte Glimmergrube Rancho do Meio steht nur in rotem Zersatz, der reich ist an Glimmer und offenbar Glimmerschiefer zum Muttergestein hat. Konkordant zu seinem flachen Einfallen liegt der Pegmatitgang, und ihm gehen im roten, in der Fallrichtung streifigen Zersatz bis 5 cm starke Quarzgänge parallel. Der Hauptgang, der etwa 15 m im Einfallen verfolgt war, bestand im Liegenden aus Feldspat, der in schneeweiße, kaolinartige Masse zersetzt war, in der Mitte (bis $\frac{3}{4}$ m stark) aus öligem Quarz, am hangenden Salband (bis $\frac{1}{2}$ m stark) aus Glimmer (siehe Abb. 34). Der Glimmer ist größtenteils (wohl durch Pressung) strahlig zer-

knittert und unbrauchbar. Große Tafeln (bis 20 cm Durchmesser) fallen zum Teil ab, doch dürfte der Ort für einen Abbau zu entlegen sein. Im Einfallen verschwächt sich der Gang, wobei der Glimmer mehr und mehr verschwindet. An seine Stelle tritt Feldspat, der beide Salbänder einnimmt, in der Mitte löst sich der Quarz teilweise in Linsen auf und behält nur wenig Glimmer am Rand.

Von Setubinha reiste ich nicht auf dem direkten Wege nach Capellinha, sondern bog nach Süden aus zu einem Besuch der Aquamaringrube *Rependito*. Der Weg folgte zunächst dem Rio Setubinha aufwärts, überschritt ihn nach 6 km und erstieg eine ebene Plateaufläche, die bei 1020 m lag und einen Chapadenrest darstellt (siehe Kapitel K. Oberflächenformen). An seiner vorspringenden Nase kommt ein mächtiger Quarzgang zum Vorschein, der z. T. aus dünnen, parallelen, körnigen Lagen besteht, so daß der Eindruck eines geschichteten quarzitisches Gesteins erweckt wird. Jenseits der Wasserscheide liegt *Rependito*. Im roten Zersatz des Nebengesteins steckt ein breit aufgeschlossener weißer Quarzgang mit schneeweiß zersetztem Feldspat, ziemlich vertikal stehend. Mit dem Quarz ist viel Glimmer verwachsen, etwas grüner Beryll und sehr selten Turmalin. Die Aufschlüsse gehen 20 m tief.

Von hier nach Capellinha trifft man bei der Fazenda *Santo de Souza* einen dünnplattigen Gneis mit viel Quarz und schwarzem Glimmer. Gneisblöcke lagen auch später noch in einem Flußbett, sonst fand sich außer Quarzgängen kein festes Gestein. Vor Capellinha wird die Chapadenlandschaft erreicht (siehe Kapitel K), mit welcher der Wald verschwindet und niedriger Kampbusch an seine Stelle tritt. Die völlig ebenen Chapadenflächen dehnen sich von hier weit nach Norden aus, wie wir den Arbeiten von HELMREICHEN (132) und HARTT (187) entnehmen können.

Bei *Capellinha* verhüllt der Zersatz das Anstehende, das nirgends kenntlich aufgeschlossen war, aber vor Capellinha erschien einmal phyllitähnlicher Schiefer. Im roten und gelben Lehm findet man wieder häufig die plattig abgesonderten Quarzgänge. Sie bilden teils dünnschiefrige, teils dicke Platten, beide aus körnigen Aggregaten zusammengesetzt, die meist leicht zerbröckeln. Zusammen mit ihnen kommen auch

große, einheitlich feste Quarzstücke vor, die aus dem Lehm gegraben und in dem steinarmen Gebiet zu verschiedenen Zwecken verwendet werden.

Bis zum Rio Itamarandyba ist der Kamp mit solchem Quarz besonders überstreut. Das Flußtal steht in phyllitischem Schiefer, der z. T. so metamorphosiert ist, daß er sich dem Glimmerschiefer nähert. Er steht frisch an dem mit Quarzblöcken gefüllten Flußbett an und wird von Quarzgängen durchsetzt, die in Linsen aufgelöst sind. Kurz vor dem Fluß liegt eine verlassene Aquamaringrube. Der Ausbiß des Ganges wird durch reichliche Glimmerführung gekennzeichnet. Auf der Strecke nach Itamarandyba finden sich häufig Eisenkrusten im Kamp, besonders häufig dicht unter der Oberkante der Chapade, und wurden seit Betreten des Kampgeländes oft beobachtet. Anstehendes ist bis zum Ort Itamarandyba nicht zu sehen und auch nicht jenseits. Aber überall ist der rote Verwitterungslehm von mächtigen Quarzmassen durchschossen. Bei Corrego Fundo wurde versuchsweise auf Bergkristall gegraben. Immer findet sich beim Absturz in die Täler unter der Kante des Tales die Verkrustung durch Eisenerz, das runde konkretionäre Form annehmen kann und oft mit bunten oder weißen Farben des Lehms verknüpft ist. Erst am Rio Itapirapoa n steht der Schiefer wieder an, der reich ist an kleinen Glimmerblättchen. Der Fluß kommt von der Serra da Penha, die zu dem Zug von Quarzitgebirgen gehört, die südlich von unserer Marschroute den Horizont begrenzen. Trotzdem fanden sich auf einer großen untersuchten Geröllbank nur zwei Gerölle eines schiefrigen hellgrauen Quarzits. Alles übrige war Quarz, und der Quarzit dürfte beim Transport hauptsächlich in Sand aufgelöst werden. Am Weg (im Tal) fand sich ein kopfgroßes Granitstück, dessen Herkunft ungeklärt blieb.

Beim Weitermarsch nach Süd-Westen trifft man wieder mehrfach das Schiefergestein anstehend, besonders frisch an dem östlichen Talhang des Rio Preto. Einige Kilometer vor dem Arassuahy lagen mehrere große Granitblöcke in einem Tälchen, die nicht von weither transportiert sein können. Über die südlich meiner Route liegenden Gebirge Serra Negra, Serra da Penha, Serra do Ambrosio weiß man nur, daß sie überwie-

gend aus hellem Quarzit bestehen. Minas-Serie ist beteiligt, da itabiritähnliche Eisenerze aus der Serra da Penha erwähnt werden (277), aber COSTA SENA führt auch konglomeratische Quarzite an, so daß auch Itacolumy-Serie beteiligt sein kann. Es sind deshalb dort allgemein „Espinhaço-Formationen“ eingetragen worden.

Bei S. Floriano (früher Felisberto Caldeira oder Rio Preto) steht zum erstenmal Quarzit an. Die Grenze ist offenbar tektonisch kompliziert und wurde so genau eingetragen, als das bei dem Maßstabe der Karte möglich ist. Im Fluß hat man noch den Schiefer, auf dem vermutlich auch der Ort steht.

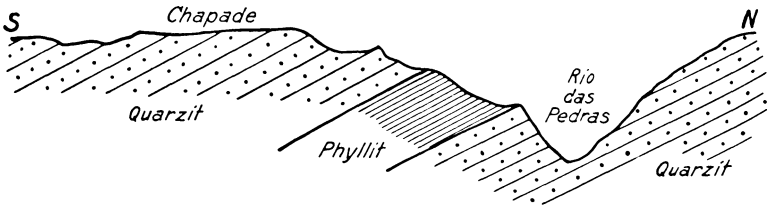


Abb. 35. Schematisches Profil über den Rio das Pedras.

Quarzitklippen sieht man aber dicht östlich von S. Floriano, und auch nördlich (jenseits des Rio das Pedras) sieht man dieses Gestein felsbildend. 9 km nördlich von S. Floriano, in Varginha, werden neben reinen Bergkristallen solche gefunden, die reichlich Rutilnadeln enthalten. Man steigt beim Weitermarsch nach Rio Manso nicht sogleich in das Tal des Rio das Pedras hinab, sondern ersteigt unmittelbar vom Ort aus einen mit tiefem rotem Lehm bedeckten Höhenrücken, auf dem bald Quarzit zum Vorschein kommt. Er setzt sich fort in einem Chapadenrest, der ebenfalls aus Quarzit besteht. Erst nach etwa einer Legua steigen wir in das Tal des Rio das Pedras hinab. Der Weg führt über die Schichtköpfe, und dem Quarzit ist eine ca. 40 m mächtige Lage von phyllitischem Schiefer eingelagert (Abb. 35). Jenseits steht der Hang wieder im Quarzit, ebenso ein in Abtragung begriffener Chapadenrest, hinter dem sich der Rio Manso bis in den Schiefer eingeschnitten hat. Mehrfach sind die Eisenverkrustungen außerordentlich intensiv und zahlreich, auch Quarzgänge durchsetzen den Quarzit, der stark zermürbt sein kann. Gleich jen-

seits des Flusses, noch im Ort Rio Manso, kommt ein Quarzitrücken zum Vorschein, und dieses Gestein setzt den Berg- und Felszug zusammen, der den Rio Manso vom Jequitinhonha trennt. Der letzte Rücken war zwar keine ebene Chapade mehr, aber er erreicht doch noch fast ihre Höhe. Bis hierhin befinden wir uns im Gebiet der zertalten Chapade. Jenseits des Rio Jequitinhonha steigt die Felsmauer viel höher auf und kehrt uns fast alpine Formen zu. Die Chapade liegt zwischen 1000 und 1100 m. der Rio Jequitinhonha bei Mendanha, wo wir ihn überschreiten, bei etwa 700 m. Das Gebirge von Diamantina vor uns erreicht aber 1400 m. Diese viel beträchtlichere Höhe veranlaßt die wilden zerrissenen Formen. Der Aufstieg hinter Mendanha schließt den flach gelagerten, aber stark zerklüfteten Quarzit auf. Große Schichtflächen liegen frei und sind mit Wellenfurchen bedeckt. Dünne goldgrüne Schieferlagen (z. T. vielleicht geschieferte Magmagesteine) schalten sich ein. Diagonalschichtung ist nicht selten und kommt bei der Verwitterung zum Vorschein. Häufig sieht man napf- und wabenartige Lochverwitterung an den Klufflächen, und das Gestein ist in Felsentürme und Zinnen aufgelöst oder in Blockmeere verwandelt.

Hat man die Höhe erreicht, so ist man überrascht, daß man sich wieder auf einer flach geformten, in Zertalung begriffenen Hochfläche befindet, die in starkem Kontrast zu dem wilden Felsabsturz zum Jequitinhonha steht. Der Quarzit ist hier oben vielfach in ein sandiges, oft rotes, weiches Produkt zersetzt, das in den Tälern ausgebleicht wurde. Auch die an Canga erinnernde Verkrustung mit Eisenerz tritt wieder auf, teils in bohnerzähnlichen runden Gebilden. Nach Diamantina hin nimmt der Neigungswinkel der Schichten zu, aber von einer steilen Faltung kann auch dort keine Rede sein. Allerdings wird dem flüchtigen Beobachter eine solche vorgetäuscht durch eine sehr steile Zerklüftung, die das Gestein in sehr regelmäßige Platten zerlegt. Neben dieser tritt die Bankung an Auffälligkeit stark zurück. Der Ort Diamantina steht größtenteils auf Schiefergestein.

Zusammenfassend läßt sich über die Strecke Theophilo Ottoni—Diamantina folgendes bemerken:

1. Das Gebiet setzt sich zusammen aus Granit und Orthogneis bis etwa 2 Leguas³⁾ vor Setubinha, aus Glimmerschiefer bis kurz vor Capellinha, von dort bis zum Tal des Rio Preto (S. Floriano) aus Phyllit, der zuweilen stark metamorph wird (im folgenden kurz als Phyllitzone bezeichnet), und von dort bis Diamantina aus weißem Quarzit.

2. Das Alter der Phyllitzone soll offen gelassen werden. Die Umrahmung derselben im Osten (Serra Negra, Serra da Penha, Serra do Ambrosio, Serra do Gavião) und Süden durch Gesteine, die z. T. vielleicht der Minas-Serie, sicher aber einer der Espinhaço-Formationen angehören, ließe vermuten, daß die Phyllitzone der Minas-Serie angehört. Beweise sind aber dafür nicht vorhanden und wären nur durch genauere Aufnahmen zu erlangen. Die Quarzite dürften z. T. sicher Itacolomy-Serie sein, wenigstens kann das für den oberen Teil, für die flachliegenden Gesteine südlich vom Jequitinhonha, angenommen werden. Inwieweit das nordöstlich davon liegende Quarzitgebiet etwa schon zur Minas-Serie gehört, wage ich bei der Ähnlichkeit der Gesteine nicht zu entscheiden. Mir schien die Metamorphose meist zu gering dafür zu sein.

3. Die Pegmatitgänge, die als Aquamarin-, Turmalin-, Glimmer- oder Kristall-Lagerstätten ausgebeutet werden, fanden sich auf dieser Route nicht im Granit-Gneisgebiet, sondern erst von der Glimmerschieferzone ab. Quarzgänge setzen auch in großer Zahl durch den Quarzit. Wir finden die nutzbaren Pegmatite also hier vorwiegend im Dach der Granitintrusionen. Damit soll aus dieser einen Route nicht auf eine Gesetzmäßigkeit geschlossen werden.

4. Das ganze Gebiet, auch der Quarzit, ist mit einer roten Verwitterungsrinde bedeckt, die in der Serra von Diamantina allerdings zurücktritt. Diese rote Lehmrinde erreicht im Granit-Gneisgebiet, wo sie jetzt noch in Bildung begriffen ist, hohe Mächtigkeit. In den Talsohlen wird sie unter dem Einfluß von Rohhumuswässern in einen fetten, für keramische Zwecke besonders geeigneten grauweißen Lehm verwandelt. Die Chapadenkanten dicht unter der Chapadenfläche neigen zur Bildung bohnerzähnlicher Eisenausscheidungen oder Canga-artiger

³⁾ Eine Legua kann mit rund 6 km eingeschätzt werden.

Verkrustungen, auf die an anderer Stelle ausführlicher eingegangen werden wird.

5. Die Chapadenfläche geht über den gefalteten Glimmerschiefer und Phyllit hinweg bis auf den Quarzit, ist also eine Rumpffläche. Die ebenfalls ziemlich flache Hochfläche der Serra von Diamantina liegt um einige 100 m höher, und beide sind durch das tiefe Tal des Rio Jequitinhoha getrennt. Es liegt die Vermutung nahe, daß der Fluß hier einer Verwerfung folgt, an der das Gebirge von Diamantina relativ herausgehoben ist, wobei die ursprünglich einheitliche Einebnungsfläche verschoben wurde. Dies ist aber nicht mehr als eine Vermutung, da außer meinem an einer Stelle gewonnenen Querschnitt keinerlei Beobachtungen vorliegen. Im übrigen wird auf die morphologischen Ergebnisse dieser Route in Kapitel **K** eingegangen werden.

b) Bahnlinie Bello Horizonte-Pirapóra nebst Abzweigungen.

Diese Bahnlinie habe ich mehrfach bereist, ebenso wie die Abzweigungen nach Diamantina und Joaquim Felicio (Richtung Montes Claros). Außerdem ist sie auf meinen Reisewegen auch sonst gequert worden, und die betreffenden Punkte (Currello, Lassance) wurden früher behandelt. Es sind dazu nur kurze Ergänzungen erforderlich.

Bello Horizonte liegt zum größten Teil auf Gneis, der südliche Teil der Stadt erstreckt sich jedoch schon über die Schiefer der Minas-Serie. Diese fallen nach Süden ein und werden von Itabirit überlagert, der den Steilrand der Serra do Curral bildet. Vor diesem Gebirgszug, von dem ich früher (855) ein Profil veröffentlicht habe, bildet das Schiefergebiet ein Bergland, das sich besonders östlich von Bello Horizonte (am Weg nach Sabará und Morro Velho) zu bedeutenden Ausmaßen erhebt. Die Wegeeinschnitte zeigen, daß der Schiefer in sich stark gefaltet und gestört ist. Zwischen km 3 und km 4 dieser Straße ist ein den Schiefer durchsetzender basischer Eruptivgang erschlossen. Daß aber auch in Bello Horizonte die Minas-Serie (wohl an Störungen) ziemlich weit nach Norden reichen kann, zeigen die Itabirit-Reste im Stadtgarten. Der Gneis ist infolge des Steinbedarfs der Stadt stark aufgeschlossen. Ich besuchte die Brüche im Nordosten. Die Straße nach

Santa Lucia, die nach Norden geht, passiert noch in der Vorstadt einige Berge, an deren Flanken große Brüche angelegt sind. Sie schließen einen ziemlich fein geschieferten Gneis auf. Die besten Aufschlüsse zeigt der Bruch westlich der Straße. Oben findet sich eine Rotlehmzersatzrinde, die 5 m Mächtigkeit erreicht, darunter folgen einige Meter mürbes Gestein, und darunter steht bis ca. 15 m hoch die Wand im frischen Fels. Die „Schieferungsflächen“ des Gneises fallen nach Süden ein unter die Serra do Curral, also genau wie die Minas-Serie, was mich mit der Möglichkeit rechnen läßt, daß der Gneis nichts ist als vom Magma injizierte Minas-Serie. Im Einfallen, aber doch unter spitzem Winkel durchschneidend, ist ein saures, feldspatreiches helles Magma eingedrungen, das sich teils innig mit dem Gneis verflasert, teils aber auch bis 20 m lange dünne, konkordante Lagen bildet, die durch Verwerfungen (bis $\frac{1}{2}$ m Sprunghöhe wurde beobachtet) verschoben werden. Quer zum Einfallen schneiden durch:

1. Pegmatitgänge, bis 30 cm stark.
2. Basische Gänge, 0.05—0.50 m stark und schwarz.
In deren Nähe ist der Gneis unregelmäßig gestaucht und viel grobkörniger.

Dieser Gneiszug setzt sich vor der Serra do Curral nach Westen fort. Herr Dr. GRAVATÁ aus Bello Horizonte teilte mir mit, daß die Säulen in der Vorhalle des Zentralbahnhofes und der große Obelisk in der Stadt sowie das würfelförmige Pflaster aus einem Bruch von Capella Nova (39 km westl.) kommen. Die erstgenannten prachtvollen großen Stücke des schönen Gesteins zeigen ebenfalls kleine Verwerfungen. Auch nach Osten⁴⁾ bleibt man fast nur in diesem Gestein, wenn man der Bahn folgt. Am Bahnhof General Carneiro (694 m) steht es an. Die Grenze zum Schiefer der Minas-Serie liegt aber in kurzer Entfernung südlich. Nach Norden hält das Grundgebirge (Gneis, vielleicht auch Granit) an bis ein Stück hinter Santa Lucia (680 m) und ist vielfach deutlich erschlossen in Felsen, Wasserfällen, Brüchen und Einschnitten. Kurz vor Rio da Matta (681 m) liegt ein großer Bruch in hellem

⁴⁾ Die Beobachtungen von hier an erfolgten nur vom fahrenden Zug aus.

plattigem Kalk, der in seiner Farbe von den Kalken der Geraes-Schichten abweicht und eher an die der Minas-Serie erinnert. Bald darauf steht links ein Kalkofen. In *Vespasiano* (680 m) sieht man jedoch östlich der Bahn einen großen Bruch in mächtigem dunklen Kalk der Geraes-Schichten stehen. Auf der folgenden Strecke sind Kalke oft erschlossen. Es folgt das Gebiet der durch Dr. LUND (nach dem eine Station benannt ist) berühmt gewordenen Kalkhöhlen. Zwischen *Peripery* (743 m) und *Arco Verde* (738 m) wird eine Wasserscheide überschritten, auf der der Kalk beträchtliche Breite erreicht und eine schöne Karstlandschaft bildet. Bei *Sete Lagoas* und

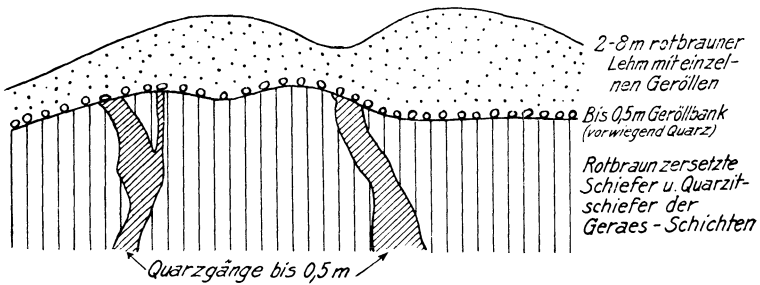


Abb. 36. Verwitterungsprofil über Geraes-Schichten bei Curvello.

Maquiné sieht man wassergefüllte Lagunen, die z. T. auf Erdfälle zurückgehen, teilweise freilich auch künstlich aufgestaut oder vergrößert sind. Später folgen dann mehr und mehr die schiefrig-sandigen Gesteine der Geraes-Schichten. Sie sind rot zersetzt und von Quarzgängen durchzogen, darüber liegt ein umgelagerter rotbrauner Lehm (der zuweilen lösfähnlichen Charakter hat) mit Steinpflaster an der Basis. Abb. 36 gibt eine Darstellung dieses im ganzen Gebiet häufigen und verbreiteten Verwitterungsprofils. Bis *Pirapóira* überwiegen die sandigen und schiefrigen Gesteine der Geraes-Schichten. Kalke bemerkt man an der Bahnlinie von *Curvello* an weniger oft.

Die Abzweigung nach *Diamantina* geht von *Corintho* aus. Hier setzen gleich hinter *São Hypolito* Kalke ein, die nach einer Unterbrechung bis *Monjolos* reichen. Hier steht das Gestein auf beiden Talseiten sehr mächtig an. Dann folgen Schiefer und Quarzit. Kurz vor *Rodeador* wird wieder ein heller Kalk gebrochen, der im Habitus mehr an manche

Kalke der Minas-Serie erinnert. Auf der folgenden Strecke reichen Kalke noch bis kurz vor km 926, dann kommen dunkle Quarzite und Schiefer der Geraes-Schichten. Hier dicht vor dem Gebirgsrand, der durch das Einsetzen der weißen Quarzite gegeben ist, wird der Anschluß an die früher erläuterte Skizze von Conselheiro Matta erreicht.

Auf der Abzweigung nach Joaquim Felício (Richtung Montes Claros) werden bis zu diesem Ort die Geraes-Schichten nicht verlassen. Sie bilden eine breite Mulde zwischen Serra Mineira und Serra do Cabral, die früher schon behandelt wurde.

c) Flußreise von Pirapóra den Rio São Francisco abwärts.

Dieser Strom wurde auf eine Strecke von 1400 km, von Pirapóra bis Joazeiro, befahren. Hier soll nur die Strecke bis zur Grenze von Minas gegen Bahia kurz behandelt werden.

Pirapóra steht auf Geraes-Schichten. An den Stromschnellen stehen bankige Quarzite derselben an, die bei dem tiefen Wasserstand Anfang Oktober 1928 zum größten Teil trocken lagen (der Fluß ist hier 700 m breit). Die Schichtflächen des unter flachem Winkel einfallenden Gesteins sind mit Wellenfurchen bedeckt. Violette Kataraktrinden überziehen die Felsen, in deren Klüften das Wasser dahinschießt und sie zu Kanälen ausfeilt. Die Oberfläche der Platten ist durch den Sand abgescheuert. Wo aber Strudel entstehen, bohrt das Wasser mit Hilfe der Steine mitten durch die feste Platte. So schneiden sich Strudellöcher tiefer und tiefer, ihre Ränder sind oft messerscharf und ihre Wände spiralig gedreht. Auf mancher jetzt trocken liegenden Felsplatte sind hunderte solcher Strudellöcher nebeneinander zu sehen, zum Teil sind sie vereinigt, weil ihre trennenden Wände zerschliffen wurden. Sie erreichen 1 m und mehr im Durchmesser und viele sind noch mit Steinen gefüllt. Allerdings wurde besonders aus diesen Kesseln der Kies auf Diamanten verwaschen. Selten wird man Gelegenheit finden, die Bildung von Strudellöchern so schön zu beobachten.

Flußabwärts sieht man nur gelegentlich aus dem Alluvium am Flußufer festes Gestein hervorsteigen. Es gehört ausschließlich den Geraes-Schichten an. Quarzite derselben treten südlich Ibrahyam Ostufer und südlich São Romão am Westufer

heraus. Es dürften also die Bergzüge, die man im Hintergrund als eigentlichen Rand des Flußtales gelegentlich auftauchen sieht, auch aus diesen Schichten bestehen.

Am Ort *São Francisco* ist folgendes Profil durch den Strom freigespült (siehe Abb. 37):

- ca. 4—5 m Kalkbänke mit Zwischenlagen von schiefrigem Quarzit. Geringmächtige Konglomeratbank an der Basis der Kalkbänke.
- 2 m quarzitischer Schiefer.
- 2.5 m (bis zum Wasserspiegel) Kalkbänke, deren Oberfläche zerkarstet und in Karren zerfressen ist.

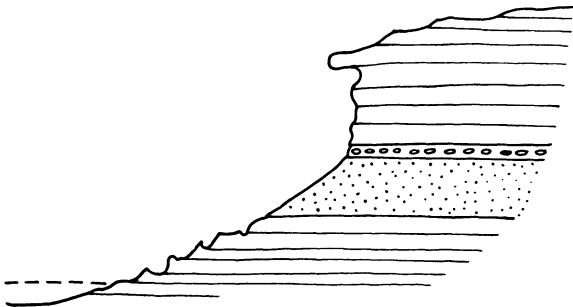


Abb. 37. Profil der Geraes-Schichten am Rio São Francisco bei São Francisco.

Der Kalk sowohl wie der dünn-schiefrige Quarzit gleichen völlig den Geraes-Schichten. Die konglomeratische Bank enthält Kalkgerölle, die wie der Kalk selbst aussehen, und ähnelt sehr der bei Joaquim Felicio festgestellten konglomeratischen Kalkbank. Die Schichten fallen hier unter äußerst flachem Winkel ein.

Bei *Belmonte* sieht man einen hohen Felsen, der steil zum Fluß abfällt und sich als Bergzug fortsetzt. Ich konnte das Gestein nicht aus der Nähe beobachten, aber es kann sich nur um Kalk der Geraes-Schichten handeln. Bei *Januária* waren im Hintergrund Sarg- und Tafelberge als aufgesetzte Gipfelhöhen zu sehen von der gleichen Form, wie sie die Sargberge der Gondwanaschichten besaßen. Auch vorher schon wurden solche Formen gelegentlich beobachtet. In *Jacaré* sind aus dünnen, mit Wellenfurchen bedeckten Quarzitplatten

der Geraes-Schichten Bürgersteige gebaut, und diese Platten werden in der Nähe gebrochen.

Die Geraes-Schichten wurden noch ein Stück nach Bahia hinein beobachtet, und zu ihnen gehört auch der mächtige Kalkfelsen von Bom Jesus da Lapa, von dem DERBY die oben erwähnten Fossilien beschrieben hatte.

d) Sabará-Itabira do Matto Dentro.

Bis Santa Barbara wurde die Bahn benutzt, von dort bis Itabira do Matto Dentro der Fordwagen. Von Sabará bis vor Caeté bleibt man in der Minas-Serie und tritt dann in Granitgneis ein. Die Umgebung dieses alten Golddistrikts hat J. FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR (825) beschrieben. Doch kann die Umrandung des Granitgneises nicht näher eingetragen werden, da dieser Arbeit leider keine Karte beigegeben ist, obwohl im Text auf eine solche (deren Veröffentlichung offenbar dann unterblieb) Bezug genommen wird. Daß die nördlich sich hoch heraushebende Serra da Piedade aus Minas-Serie (mit Itabirit) besteht, berichtet schon v. ESCHWEGE (57). An der Bahnlinie wird schon vor Gongo Socco die Minas-Serie wieder erreicht und Itabirit mehrfach durchschnitten. Von Morro Grande hat man einen weiten Blick über das tiefe Tal des Rio Santa Barbara, in der Ferne sieht man die Schichtköpfe der Minas-Serie und die von ihr gebildeten Schichtstufen. Die Serra da Caraça mit ihrem unverkennbaren breitgewölbten Rücken begrenzt den Horizont. Santa Barbara liegt jedoch wieder im Grundgebirge.

Der Weg von hier nach Itabira do Matto Dentro (Abb. 38) schneidet zunächst einen Bogen des Rio Santa Barbara ab, indem er die Höhen nördlich des Städtchens überschreitet. Auf ihnen wurden Erosionsreste von Minas-Serie beobachtet. Wo man wieder an den Talrand des Rio Santa Barbara gelangt, steht man vor einer tief hinabstürzenden Wand, die aus Granitgneis gebildet wird. Diese Wand zieht sich in nordöstlicher Richtung hin, teilweise als nackte Felswand entwickelt, an der sich das Gestein in dicken Schalen ablöst oder die für den Granitgneis charakteristischen runden Blockmassen bildet. Beim Abstieg trifft man am Fuß dieser Wand, noch diesseits des Rio Santa Barbara, die zersetzten quarzitischen und schiefrigen

Gesteine der Minas-Serie, und Quarzite scheinen die Berggipfel jenseits des Tales zusammenzusetzen. Der Granitteilrand kann wohl nur als Bruchrand aufgefaßt werden. (Er wurde allerdings nicht weiter verfolgt, es geschieht mit Vorbehalt.) Vor ihm sind die mürberen, überwiegend aus Schiefem bestehenden Gesteine der Minas-Serie ausgeräumt, und der Rio Santa Barbara fließt vor der Wand entlang, bis es ihm gelingt, nach

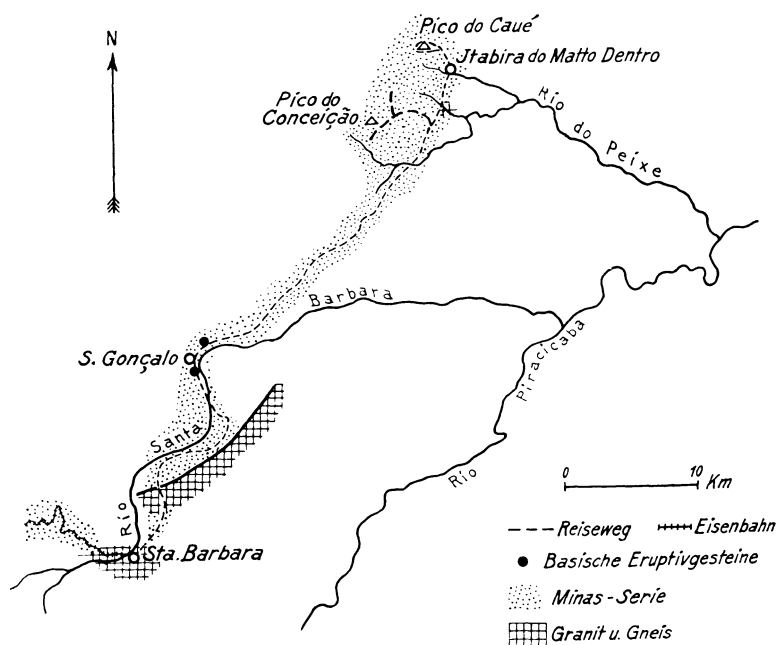


Abb. 38. Reiseweg Santa Barbara-Itabira do Matto Dentro.

Osten zum Rio Piracicaba abzubiegen. Bis östlich São Gonçalo ist die Wand im Gelände deutlich markiert. Kurz vor und hinter São Gonçalo wurde je ein frischer Durchbruch eines basischen Magmaesteins beobachtet, später schneiden den Weg mehrfach ähnliche, jedoch völlig zersetzte Gesteine, sonst bleibt man aber in (überwiegend schiefri-gen) Gesteinen der Minas-Serie bis Itabira. Südwestlich und nordwestlich von diesem Ort finden sich darin (oder darüber) mächtige Eisenerzlagerstätten, von denen die Umgebung des Pico do Conceição und der Pico do Caué am bedeutendsten sind. Südlich

von Itabira hatte sich ein Nebenfluß des Rio do Peixe bis in den Untergrund eingeschnitten. Das stark zersetzte Gestein war Granit.

e) Bello Horizonte — Queluz über Itabira do Campo.

Etwa in der Mitte zwischen General Carneiro und Sabará wird der Gneis durch Minas-Serie abgelöst. Nördlich von Esperança setzen Granit und Gneis ein, die im Flußtal anscheinend weiter reichen, während die Berge noch aus Minas-Serie bestehen. Nach Westen reicht dieser Grundgebirgssattel nicht weit, wie aus dem Profil ersichtlich ist, das ich früher (855) von Itabirito (= Itabira do Campo) nach dem Pico gelegt habe. Nach Süden wird vor Burnier wieder die Minas-Serie erreicht. Südlich Burnier stehen an der Straße mächtige Dolomite darin an, und es erhebt sich dahinter das mächtige Massiv von Ouro Branco, das vielleicht aus Itacolumy-Serie aufgebaut wird (es wurde von mir nicht erstiegen). Südlich von ihm setzt Grundgebirge ein. Auf dem Weg nach Lafayette verhüllt mächtiger Zersatz das Anstehende. Etwa 4 km nördlich Lobo Leite wird ein basischer Gang mehrfach durch die Biegungen des Weges geschnitten, der in rotem Zersatz steckt. Vor Murinho quert man nochmals einen Schieferstreifen, aber bei Murinho steht Grundgebirge im Fluß an. Dasselbe findet man bei Lafayette. Hier und bei Queluz (die beiden Orte werden nur durch die Bahn getrennt) liegen die bedeutendsten Manganerzlagerstätten von Minas-Geraes, die mit metamorphem Schiefer und Quarziten eng verknüpft sind, und von denen schon HUSSAK vermutete, daß sie durch den Granit metamorphosierte sedimentäre Erzlager sind. Die mächtige Verwitterungsrinde erschwert sehr die Feststellung, wie weit die Schiefer und Sandsteine im Gebiet des Grundgebirges verbreitet sind. Wenn auch die in diesem Gebiet verbreiteten tiefen Wasserrisse sich im Grundgebirge anders zu verhalten scheinen als im Schiefer und an der Grenze beider manchmal auf große Strecke hin einsetzen und so das Streichen und die Formationsgrenze angeben, so könnte doch erst eine genaue Aufnahme, deren Mühe sich vorläufig nicht lohnt, ein klares Bild geben. Die Eintragung auf der Übersichtskarte schließt sich an den Manganerzzug an.

Auch das Alter ist offen gelassen. Wenn auch die Zuordnung zur Minas-Serie am nächsten liegt, so sind doch einwandfreie Beweise dafür noch nicht vorhanden.

f) Lafayette — Bello Horizonte über Congonhas do Campo.

Bis hinter Congonhas do Campo reicht die oben (Abb. 12) wiedergegebene genaue Aufnahme. Von Caetano Lopes bis Camapuam erstrecken sich Gesteine des Grundgebirges, dann setzt die Minas-Serie ein, die als Serra quer von Nordosten nach Südwesten streicht und vom Paraopeba durchbrochen wird. Das dabei aufgeschnittene Profil beschrieb ich in einer früheren Arbeit (855). Gleich hinter dem Wasserfall, den die harten Quarzite veranlassen, setzt das kristalline Grundgebirge ein, das als Gneis und Granit bis hinter Brumadinho reicht. Die Grenze zur Minas-Serie ist durch den im Osten und Norden hinstreichenden Gebirgszug (Serra da Moeda—Serra do Curral) gegeben und wurde nach der Karte von GONZAGA DE CAMPOS wiedergegeben, die EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA (783) seiner Arbeit beigelegt hat. Hinter Brumadinho steht im Tal noch Grundgebirge an, während auf den Bergen zu beiden Seiten schon Minas-Serie zu liegen scheint. Diese setzt auch gleich danach ein und bildet die Serra do Curral (dieser Teil heißt auch Serra de Tres Irmãos), die in enger, aber kurzer Schlucht durchbrochen wird. Danach tritt die Bahn wieder in Grundgebirge, anscheinend fast ausschließlich Gneis, der aber von dicker Zersatzrinde bedeckt ist, die Schiefer vortäuschen kann. Bei Barreiros ist südlich der Bahn der Gneis in einem neu angelegten Bruch erschlossen.

g) Barbacena — Patrocínio.

Die erste Strecke führt durch die vom Serviço Geológico veröffentlichten Blätter Barbacena und São João del Rey, auf die später eingegangen wird. Nach Verlassen derselben (hinter der Station *Ibituruna*) ist man im Grundgebirge, in dem granitähnliche Gesteine die Hauptrolle spielen. Durch diese hat der Rio das Mortes eine großartige Felsenschlucht geschnitten. Dunkle Eruptivgesteine, mit hellem Gneis oder Granit wechselnd, halten an bis *Alv. Botelho*. In der Richtung

auf Formiga sieht man mächtige Verwitterungsrinden über Granitgneis, der von basischen Eruptivgängen durchzogen wird. Ab *Campo Bello* macht sich gebänderter Gneis stark bemerkbar. Bei *Formiga* befindet man sich noch in hellem Gneisgranit. Etwa halbwegs nach *Loanda* (an einem Wassertank der Bahn) steht ein Kalkofen, dem dunkle Kalke zugeführt werden, wie sie für Bambuhy- und Geraes-Schichten charakteristisch sind. Bald darauf sieht man schiefrige, wenig gefaltete Gesteine in vielen Einschnitten. Hinter *Loanda*, 40 m tiefer (nach einigen Kilometern), steht man wieder im Gneis. Es geht weiter bergab, und man kommt bald erneut in Schiefer, die nicht sehr gefaltet sind und eher mit den Geraes-Schichten als mit der *Indayá*-Serie verglichen werden können. Weiterhin entwickelt sich die Landschaft der Bambuhy-Serie mit anstehenden Kalkfelsen und Lagunen. Schon v. ESCHWEGE (53) hat die Kalkhöhlen dieses Gebirges beschrieben, die reich waren an Salpeter und fossilen Knochen. Am Bahneinschnitt *Garças* steht die gefaltete Fazies der Bambuhy-Serie an, und von hier ab herrschen gefaltete hellviolette, verwitterte, schiefrige Gesteine, die ein sanftwelliges, mit dürftigem Kamp (überwiegend Gras) bedecktes Hügelland zusammensetzen, das nur durch kleine Wäldchen in den Tälern belebt wird. In dieser Landschaft liegt *Bambuhy* selbst. Auffällig ist die einheitliche Oberfläche des Hügellandes. Auf ihr, und zwar nur oben auf der Fläche, liegen auffallend dunkelrote Lehmdecken, die an den Tafelflanken fehlen. Ihre Natur, und ob es sich vielleicht um Reste zersetzter jüngerer, diskordant aufliegender Formationen handelt, konnte vom fahrenden Zuge aus nicht ermittelt werden. Bis *Tapirahy* wird einigemal Kalk in der Bambuhy-Serie gesichtet. Vor *Tigre* erreicht man die *Serra do Urubú*, deren Gestein sich sofort als abweichend erweist. Auch nach *Tigre* werden graue bis weiße Gesteine angeschnitten. Die wilde Schlucht jedoch, die nach *Utubure-tama* hinaufführt, ist fast nur in Schiefer eingeschnitten. Dasselbe gilt für den Aufstieg zur *Serra da Canastra*. Ich hatte keine Gelegenheit, diese Gesteine zu untersuchen. Nach älteren Autoren (53) kann man sie für Minas-Serie halten. Hinter der Wasserscheide von *Campos Altos* (994 m, einige seitlich liegende Kuppen dürften kaum 1100 m übersteigen)

geht es allmählich zwischen sanft gerundeten Hügeln abwärts, so daß der Aufstieg vorher anscheinend einen scharf zersägten Bruchrand überwand. Beim Abstieg befindet man sich in reiner Grassteppe, nur an den Wasserläufen stehen schmale Wäldchen. Vor Pratinha und bei Tobaty (die beiden Stationen südöstlich von Ibiá) liegen Quarzitzonen von grüner Farbe im Schiefer. weshalb ich in Verbindung mit dem Landschaftsbild geneigt gewesen wäre, dieses Gebiet der Bambuhy-Serie zuzurechnen. JOSÉ FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR (814) jedoch, der die Gegend näher untersucht hat, spricht bei Ibiá von Phylliten, die nach ihm archaisch sind und von der Minas-Serie weiter südlich diskordant überlagert werden. Bis Patrocínio konnten wegen eingetretener Dunkelheit keine Beobachtungen gemacht werden.

In Patrocínio kommen überall, wo Einschnitte (Brunnenschächte usw.) angelegt sind, violett zersetzte Schiefer zum Vorschein. Im verwitterten Zustand sind Schiefer der Bambuhy-Serie und der Minas-Serie nicht leicht voneinander zu trennen. Ich muß deshalb das Alter hier offen lassen, da sie nirgends frisch angeschnitten waren. Aus dem Bau der Gegend wäre Minas-Serie wahrscheinlicher. Am Morro do Cruzeiro jedoch, der 1,5—2 km in Nordnordwest liegt, kommen abweichende Gesteine zum Vorschein. Es sind weiße zermürbte Quarzite, die mit grünen Schiefeln wechsellagern. Ihr Streichen verläuft Nordsüd, das Einfallen nach Westen. Die Sandsteine bilden Steilabstürze, die Oberfläche des Berges ist jedoch eben. Es handelt sich um die gleichen Gesteine, aus denen sich die Serra do Salitre aufbaut und die gleich von Catiara nochmals beschrieben werden.

h) Catiara — Mello Vianna.

Bei der Fahrt von Patrocínio nach Catiara wird kurz hinter Salitre ein Bergzug gekreuzt, der dem Morro do Cruzeiro gleicht und den auch der Fluß durchbricht. Vorher und nachher sieht man in Einschnitten Schiefer. Auf der ganzen Strecke bis Catiara bleibt die Serra do Salitre nördlich der Bahnlinie, die aus den gleichen Gesteinen zusammengesetzt

ist⁵⁾, und tritt erst dicht bei Catiara an die Bahn heran. Die Schichten fallen nach Westen unter die Linie mit etwa 30° und streichen Nordstüd. Sie sind oben durch eine auffallend ebene Fläche gekappt, welche die Oberfläche der Serra do Salitre bilden. MAACK (838) hatte diese Gesteine als oberes Perm bezeichnet und begrenzt sie mit der Isohypse, das ist aber bei der steilen Stellung nicht möglich. Etwa 2 km nördlich der Station C a t i a r a sind unmittelbar am Gleis Brüche in dieser Serie angelegt worden. Man sieht, daß der Quarzit im frischen Zustand ein dichtes, äußerst festes Gestein ist und nur an der Oberfläche durch die Verwitterung mürbe und porös wird. Er wird von Quarzgängen durchschossen, die bis $\frac{1}{2}$ m stark sind, was nicht sehr für permisches Alter spricht. Im Quarzit finden sich starke Pressungszonen, die ihn in linsenförmige Körper zerlegen, und diese gehen auf Handstückgröße herunter. An solchen Stellen ist das Gestein von zahllosen Quarztrümmern durchzogen. Der Gebirgsrand streicht hier mit den Schichten ($315-320^\circ$ wurden gemessen, das Einfallen nach Westen betrug 25°), während dicht bei Catiara der Abfall schräg zum Streichen nach Südost umbiegt und die Schichtbänke durchschneidet. Auch an den Steinbrüchen sieht man im Quarzit Einlagerungen von blauem oder grauem Schiefer.

Schon früher (931) hatte ich mich gegen eine Eingliederung in das Perm ausgesprochen und diese Gesteine vorläufig als Catiara-Serie bezeichnet, hatte aber hervorgehoben, daß sie mit der Minas-Serie oder Itacolumy-Serie am ehesten verglichen werden können. JOSÉ FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR (814) stellt sie zur Minas-Serie (die Arbeit wurde mir erst jetzt zugänglich), weshalb auf der Karte diese Bezeichnung gewählt wurde⁶⁾.

Von Catiara reiste ich im Fordwagen über Carmo do Parahyba—São Gothardo nach Mello Vianna (der Endstation der Bahn zwischen Dores do Indayá und dem Rio Indayá). Die Routenaufnahme dieser Strecke ist in Tafel I wiedergegeben. Hinter Catiara gelangt man zunächst in helle Schiefer, die

⁵⁾ Ein ähnlich aussehendes Gebirge wurde einige Tage vorher nördlich Ibiá in der Dämmerung gesichtet.

⁶⁾ Wie mir Herr MAACK brieflich mitteilt, rechnet er die Quarzite jetzt auch zur Minas-Serie.

weiche und grasbedeckte Hügel bilden und eine Grashochfläche, nach der man zum Rio Cachoeira hinabsteigt. Mehrfach kommen auf dieser Strecke zwischen dem Schiefer die weißen Quarzite zum Vorschein. Jenseits des Rio Cachoeira folgt eine zweite Chapade, die in etwa 1100 m Höhe 6 km breit überschritten wird und zu einer Fläche absetzt, die sich von 950 m ganz langsam auf 850 m abdacht und vielfach ganz eben ist. Sie reicht bis kurz vor den P a r a n a h y b a - F l u ß, der bei 800 m gekreuzt wird. Auf der ganzen Strecke ist das Anstehende völlig verhüllt durch eine Rotlehmdecke. Am Fluß sieht man den unbestimmbaren Zersatz eines schiefrigen Gesteins, ersteigt dann wieder die bei etwa 1000 m liegende Fläche, auf der man etwa 9—10 km bleibt, dann folgt ein kurzer Anstieg zu einer neuen Chapade von etwa 1080 m. in die Carmo do Paranahyba am Beginn eines Tales ganz flach eingesenkt ist. Auch auf dieser ganzen Strecke sieht man nirgends Anstehendes, alles verhüllt eine rote oder gelbe Lehmdecke.

Bei C a r m o d o P a r a n a h y b a kommen zahlreiche Quellen zutage, die ins Tal sprudeln. Aber auch hier verhüllt eine Lehmdecke alles, so daß die Ursache des Quellhorizontes nicht zu ergründen war. In den Quelltälern kommt es zur Bildung mächtiger cangaähnlicher Eisenverkrustungen. Die Canga hat vielfach eine Struktur, die sich auf Vererzung von Schiefern zurückführen lassen könnte. In einem Wasserriß nordöstlich vom Ort steht 3—4 m tief unter der Rotlehmdecke der Zersatz eines Gesteins an, welches man ebenfalls vielleicht für Schiefer halten könnte. Das sind aber nur sehr unsichere Daten. Alle Bemühungen, festes Gestein zu finden, blieben vergeblich.

Von Carmo do Paranahyba nach São Gothardo bleibt man auf der ebenen und mit Rotlehm bedeckten Chapade bis zum Abstieg in das Tal des Paranahyba. An der Talkante bilden sich hier wieder die mächtigen Eisenerzkrusten, und beim Abstieg kommt man in Schiefer, die Bambuhy-Serie sein könnten. Jenseits liegt der Ort P a r a n a h y b a etwas unter der Chapade. Bis kurz vor ihn reichen diese Schiefer, die jedoch nur mit Vorbehalt als Bambuhy-Serie eingetragen werden können. Jenseits schließt sich wieder die Chapade an, die hier eine der wichtigsten Wasserscheiden (zwischen dem Rio São Francisco

und Paraná) bildet und nirgends anstehendes Gestein zeigt, sondern eine mächtige rote oder gelbe, fast lößähnliche Lehmdecke.

Das Tal von São Gothardo ist schärfer eingeschnitten, und an seinen Flanken tritt Sandstein der Gondwana-Serie heraus. Der normale Sandstein ist rot, fest, fein- bis mittelkörnig, und enthält sehr kleine koalinhähnliche weiße Pünktchen eingestreut. Im Dünnschliff sieht man, daß den überwiegenden Quarzkörnchen vereinzelt Körnchen von sehr feinkörnigem Quarzit eingestreut sind. Jedes einzelne Körnchen trägt eine Haut, die mit dünnen roten, wohl aus Eisenoxyd bestehenden Stäubchen durchsprängt ist. Darüber folgt dann eine völlig klare Quarzhaut in der gleichen optischen Orientierung wie das Korn (ergänzendes Cement), das hier in seltener Schönheit entwickelt ist und nur dann fehlt, wenn sich die ursprünglichen gerollten Oberflächen berühren. In den Poren, die zwischen den Körnchen frei bleiben, findet sich staubförmig verteilt eine schwarze Substanz, deren Natur nicht bestimmt werden konnte. Im Aufschluß liegen zwischen diesem normalen Gestein 0,10—0,80 m starke Lagen, die zu einem fettglänzenden, intensiv spröden und glasharten Gestein zusammengefrittet sind. Es muß also eine außerordentliche Kontaktwirkung ausgeübt worden sein, wohl durch einen Lavaerguß, wie sie E. RIMANN zwischen Carmo do Paranahyba und Areiádo beobachtet hat (739). Im Dünnschliff zeigt sich an Stelle des ergänzenden Zementes ein feinkristallines Gemenge, in welchem die Quarzkörner schwimmen, und welches sie fest verkittet. Das gefrittete Gestein hat infolgedessen schneidenden Bruch, während das unveränderte Gestein körnigen Bruch zeigt. Übrigens ist auch die Lagerung hier gestörter, als ich auf früheren Routen in diesen Schichten je beobachtete. Es wurde am Stauwehr in einem Bruch gemessen: Streichen MN 20° Ost, Fallen etwa 30° in östlicher Richtung.

Hinter São Gothardo folgt ein sehr unregelmäßiges Bergland, in welchem zunächst das Anstehende wieder verhüllt ist. Nach 14 km wird der höchste Punkt mit 1120 m erreicht, und kurz darauf sieht man einen Tafelberg liegen, der sicher aus Gondwanasandstein aufgebaut wird. Bald steht man im mürben unteren Sandstein der Gondwanaserie, der tonig ist und

von dem festen mittleren Horizont überlagert wird, der überall in der Nähe Felswände bildet. Von hier an besteht das ganze Bergland aus solchen Sandsteinen, und auch der Weg ist feinsandig. Bei Kilometer 27,4 (von S. Gothardo) wird die Auflagerungsgrenze der Gondwanaserie erreicht, die eine Höhenlage von 910 m besitzt. Die Unterlage bildet unverkennbare Bambuhy-Serie. Das Basalkonglomerat fehlt. Der untere Teil des Sandsteins ist mürbe und tonhaltig, das Eisen ist nicht mehr in der ganzen Fläche vorhanden, sondern zahllose helle Flecken schalten sich ein, so daß das Gestein hell gesprenkelt ist. Das kann aber auf nachträgliche Vorgänge im Grundwasser zurückzuführen sein. Von nun an bleibt man in einem tief zertalten Bergland der gefalteten Bambuhy-Serie, in dem die Flüsse noch im Einschneiden begriffen sind. Etwa 30% des Weges kommen auf Kurven, woran die schwierigen Gelände-verhältnisse erkennbar sind. Die Oberfläche des Berglandes liegt bei etwa 900 m und entspricht der abgedeckten Sandstein-auflage, aber sie bildet keine ebenen Flächen, sondern rundkuppige Berge. Der Rio Indayá wurde bei 700 m überschritten, er ist 20—25 m breit und schneidet sich schluchtartig ein, ohne eine Aue zu bilden. Auf dem Sandstein stand trockener niedriger Wald, auf der Bambuhy-Serie herrscht wieder der Graskamp. Vier Kilometer vor Mello Vianna steht man noch bei 910 m, dann fällt das Gelände rasch ab nach dem tiefer erodierten Vorland, in welchem Mello Vianna bei 670 m liegt. Im Nord-Nordwesten sieht man die Serra Branquinha einige Kilometer entfernt liegen, einen aufgesetzten Sandsteintafelberg, hinter dem der Rio Indayá fließt. Diese Serra sah ich 1928 von der entgegengesetzten Seite.

i) Mello Vianna — Bello Horizonte.

Ab Mello Vianna bleibt man in der Bambuhy-Serie. Bei Dores do Indayá ist dieselbe schon schwächer gefaltet. Kurz vor B o m D e s p a c h o sieht man granitähnlichen Zersatz und bald darauf im Fluß frisches Gestein, das von der Bambuhy-Serie überlagert wird. Weiterhin ist an der Strecke Granit oder Granitzersatz öfters zu sehen. Inwieweit die Höhen etwa aus Bambuhy-Serie bestehen, ist von der Bahnstrecke aus nicht zu ermitteln. Hinter Daniel Carvalho besteht auch das

Bergland aus Granit und Gneis. Letzterer wird bei Triguero gebrochen. Er zeigt sehr schöne Faltung und wird durchsetzt von rötlichen, bis $\frac{1}{2}$ m starken Pegmatitgängen. Kurz vor Martinho Campos beginnen wieder Schiefer, die auch im Fluß (Rio Pará) Felsen und Strudellöcher bilden. Sie sind oben stark zersetzt und rot bis braun gefärbt. Quarzgänge durchschießen sie. Diese Gesteine gehören zur Minas-Serie, der bei dem benachbarten Pitanguy Goldlagerstätten eingeschaltet sind. Die Umgebung dieses Städtchens hat KNECHT beschrieben (873), und die Grenze des Granits gegen die Minas-Serie ist aus seiner Kartenskizze zu ersehen. Hinter Brumado erscheint Granit auf kurze Strecke, dann erneut Schiefer. Am Rio das Guardas erkennt man durchgearbeitete Goldseifen. Es wechseln auf der nächsten Strecke Granit und Minas-Serie mehrfach miteinander ab, und häufig sieht man dunkle oder grüne diabasähnliche Magmagänge durchsetzen. Erst von Pará an scheint Granit und Gneis vorzuherrschen. Auch hier sieht man noch die basischen Ganggesteine. Das ganze Gebiet ist von einer roten Verwitterungsrinde bedeckt. Am Bahnhof Soledade do Pará befinden wir uns in dem Gneisstreifen, der von Bello Horizonte nach Westen streicht. Daß er noch weiter nach Westen reicht, beweisen große Blöcke von schön gefaltetem Mischgneis, die für Bauzwecke aus Amóras herangeschafft werden, wo sich Brüche in diesem Gestein befinden. Dieser Punkt liegt wenige Kilometer östlich Cajurú.

II. Der Literatur entnommene Unterlagen.

An der großen Zahl von Abhandlungen gemessen ist die Zahl der für Karteneintragungen verwertbaren Werke verschwindend gering. Das liegt daran, daß sich die meisten Autoren mit den Bodenschätzen oder mit einzelnen Mineralien beschäftigen, ohne auf den Bau des Gebietes einzugehen. In Morro Velho, in Passagem haben jahrzehntelang englische Bergingenieure und Geologen gewohnt, aber keiner hat so viel wissenschaftliches Interesse aufgebracht, daß er eine geologische Skizze der überaus interessanten Umgebungen dieser Punkte mitteilte. Das Beispiel, das v. ESCHWEGE vor mehr als 100 Jahren gegeben hat, ist bis heute unerreicht, und seine

Reisebeschreibungen bilden noch heute eine weite Grundlage. Freilich muß man mit der Geologie des Landes vertraut sein, um seine Nomenklatur, die den Begriffen seiner Zeit entspricht, immer richtig zu deuten. In neuester Zeit hat die brasilianische geologische Landesanstalt unter der tatkräftigen Leitung von Dr. EUZEBIO PAULA DE OLIVEIRA sich intensiver mit Minas Geraes beschäftigt und auch die Kartierung der Blätter begonnen, die in Süd-Minas topographisch aufgenommen wurden. Bisher sind die Blätter São João del Rey und Barbacena erschienen. Außerdem wurde eine Anzahl von Arbeiten benutzt, die jeweils genannt sind. Es wurden daraus nur solche Angaben verwertet, die mir wirklich gesichert erschienen, und alles andere wurde fortgelassen. Trotzdem muß ich natürlich die Verantwortung für die folgenden Angaben den betreffenden Autoren überlassen mit Ausnahme der Fälle, an denen ich dieselben anders gedeutet und abweichend eingetragen habe, was in jedem Fall besonders bemerkt und deutlich gemacht wurde.

a) Südliches Minas-Geraes.

Aus diesem Gebiet liegen Beobachtungen in mehreren Gebieten vor. Über die Umgebung von Poços de Caldas haben DERBY (340) und HUSSAK (506) geschrieben. DERBY gibt an, daß das bekannte Eruptivgebiet, in welchem Nephelingsgesteine eine Hauptrolle spielen, im Norden vom Rio Pardo und im Süden vom Rio da Prata begrenzt wird. Auch Sandsteine verschiedenen Alters kommen unter den Eruptivdecken hervor, die Angaben darüber sind aber für eine kartenmäßige Erfassung zu unsicher. Sie werden teils als ? Karbon, teils als itakolumitähnlich bezeichnet und haben der Beschreibung nach in dem umgrenzten Gebiet nur geringe Ausdehnung. Nördlich vom Rio Pardo sollen bis zum Rio Grande nach DERBY nur Gneis, Glimmerschiefer und Granit auftreten. Doch wurde die Eintragung nicht so weit ausgedehnt, weil mir das im Hinblick auf die jenseits des Rio Grande verbreiteten Formationen noch nicht ganz gesichert erscheint. Auch nahe bei Caldas soll Gneis vorkommen.

Ein weiteres Stück von Süd-Minas durchzieht v. ESCHWEGE auf seiner Reise von São Paulo nach Villa Rica (57, Abschnitt

5). An der Südgrenze von Minas gegen São Paulo liegen nach seinen Angaben hohe Gneisberge, unter denen der Morro do Lopo (der mit 1710 m einen Eckpfeiler der Grenzlinie bildet) besonders hervorzuheben ist. Gneis und Granit halten auf der Route so lange an, bis nördlich von São Gonçalo die Serra Santa Luzia aus „Urtonschiefer und Itacolumitquarz“ besteht. Der „Itacolumitquarz“ soll bis São João del Rey vorwiegen, da aber die Angaben zu wenig ins Einzelne gehen, mußte auf eine Eintragung verzichtet werden. Hingegen liegen auf den Blättern Barbacena (851. von A. A. BASTOS und A. J. ERICHSEN) und São João del Rey (896. von A. J. ERICHSEN) genauere Umgrenzungen vor. Auf Blatt Barbacena sind Schiefer und Kalke als Minas-Serie zur Darstellung gelangt, die hier als Gesteine unbekannter Zuteilung wiedergegeben sind. Die eingelagerten Kalke weichen sehr von denen der Minas-Serie ab, denn sie sind nicht hell und dolomitisch, sondern dunkel und rein. In ihrem Habitus und in ihrer Zusammensetzung ähneln sie mehr denen der Bambuhy-Serie als denen der Minas-Serie. Allerdings müßte dann wieder hier eine für die Bambuhy-Serie ungewöhnliche Metamorphose anzunehmen sein. Ich kann mich deshalb noch nicht entscheiden für eine bestimmte Zuteilung und lasse die stratigraphische Stellung dieser Gesteine unentschieden. Das gleiche gilt für die betreffenden Gesteine auf Blatt São João del Rey und für die außerhalb dieser Blätter liegenden und nach eigenen Beobachtungen eingetragenen Kalkvorkommen bei Carandahy⁷⁾. Diese Gesteine werden nach BASTOS und

7) Wenn diese magnesiafreien Kalke (bei Carandahy finden sich nach freundlicher Mitteilung von Herrn Prof. Th. WEGNER auch dolomitische Kalke in Verbindung mit ihnen) der Minas-Serie angehören, dann könnte man schließen, daß im N (im Gebiet der Dolomite) flacheres Wasser und hier im S tieferes Wasser während der Sedimentation herrschte. Dies würde zusammenfallen damit, daß wir im N fast nur sedimentäre Eisenerze, im S sedimentäre Mn-Erze haben, wenn wir nämlich die Mn-Erzlager vom Typus Queluz mit Hussak (607) als metamorphosierte Lager der Minas-Serie auffassen. Denn nach den bekannten Darstellungen (siehe BEYSCHLAG-KRUSCHVOGT, Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine, Bd. 2, 1913) scheiden sich bei der rein anorganischen oxydischen Fällung Eisen und Mangan getrennt aus und letzteres in größerer Entfernung

ERICHCEN von konglomeratischen Quarziten überlagert, die im Anschluß an GUIMARÃES als „Lavras-Serie“ bezeichnet werden. Der damalige Begriff „Lavras-Serie“ deckt sich jedoch nicht mehr mit dem heutigen, und diese Gesteine bezeichnet man jetzt als Itacolumy-Serie. Unter dieser Definition wurden sie unverändert übernommen. Hingegen besteht für die quartzitosen schistosen westlich von São João del Rey der Verdacht, daß es sich um Minas-Serie handelt. ERICHCEN (896) gibt ihnen eine besondere Signatur und GUIMARÃES (ebenda Anhang) beschreibt von da „quartzito itabiritico“. Trotzdem ist die von mir gewählte Eintragung als Minas-Serie nicht völlig gesichert.

Nördlich von hier beschreibt v. ESCHWEGE (53) eine Reiseroute nach dem Abaeté, die hier nur bis Formiga erwähnt werden soll. Diese Strecke führt von Congonhas aus vorwiegend durch kristallines Grundgebirge (Granit und Gneis), dem seifensteinähnliche Bildhauergesteine, Magnetit- und Eisenglanzlager, Hornsteinporphyr (?), Hornblendegesteine und Gabbro eingelagert sind. Derselbe Autor beschreibt auch mehrfach die Route von Rio de Janeiro nach Queluz (z. B. 25, Heft II). Danach bleibt man am Rio Parahybuna im Grundgebirge, vorwiegend im Gneis. Hinter Juiz de Fora wird „Quarzschiefer“ gequert, auch vor der Serra da Mantiqueira findet er sich an einigen Stellen im kristallinen Grundgebirge. Diese Serra selbst soll aber aus „Syenit und Gneis“ bestehen. Bei Carandahy wird Tonschiefer erwähnt, die Kalklager lagen offenbar seitlich vom Weg, sonst wären sie seinem scharfen Auge wohl nicht entgangen. Auf der nördlich folgenden Wasserscheide traf er Granit, dann nochmals schiefrige Gesteine und am Paraopeba Gneis. Nach Queluz zu werden mehrfach Schiefer mit Manganerzen gekreuzt, über die oben schon berichtet wurde. — Aus dem östlichen Teil von Süd-Minas besitzen wir ebenfalls einige Angaben. Von Ouro Preto reiste v. ESCHWEGE nach Südosten zu den Coroatos-Indianern (25). Er reiste bis hinter Marianna durch Minas-Serie und traf das Grundgebirge (Gneis) zum erstenmal anstehend jenseits des Rio Meinarde bei der F a -

von der Küste. Das sind aber alles keine stichhaltigen Argumente für die Klärung der Altersbeziehungen.

zenda dos Christaes, noch vor dem heutigen S. Domingos. (L. FLORES DE MORAES REGO, 819, erwähnt das Vorkommen von Eruptivgesteinen schon näher an Marianna, aber mehr südlich. Er hat jedoch offengelassen, ob das Grundgebirge von da an ununterbrochen einsetzt.) Bis zum Quellgebiet des heutigen Rio Branco fanden sich nur Gneis, Glimmerschiefer und Hornblendegesteine, und die Gebirge (z. B. Serra da Onça) enthalten Gneiskuppeln. In der Serra von Divino nordwestlich Ubá liegt nach DJALMA GUIMARÃES (901) Migmatit und ein itabiritähnliches Gestein auf Gneis. Aus dem nach Süden und Osten anschließenden Flußgebiet des Rio Muriahé und Rio Pomba erwähnt FREISE (645) granitischen Taluntergrund. In den Munizipien Santa Luzia do Carangola und Manhuassu fand E. BOURDOT DUTRA nur Gneis und Granit, nämlich auf dem Pico da Bandeira granatreichen Gneis, bei Carangola und Manhuassu Biotitgneis, der in würfelförmiges Pflaster gebrochen wird, bei Villa do Veado porphyrischen Gneis (dies liegt schon in Espirito Santo). Bei Casa Queimada setzt ein Diabasgang durch, und außerdem finden sich in dieser Gegend die mächtigen Pegmatitgänge, die auf Glimmer und Kaolin abgebaut werden.

b) Die südliche Serra do Espinhaço.

Hierunter wird der Teil der Wasserscheide verstanden, der im Süden durch das Massiv von Ouro Branco und den Itacolomy, und im Norden durch den Nordrand der Serra Mineira begrenzt wird. Aus diesem Gebiet, das ich auf mehreren bereits geschilderten Wegen gekreuzt habe, liegen noch einige andere Routenbeschreibungen vor, die wertvolle Ergänzungen zur Karte lieferten. So beschreibt v. ESCHWEGE (57, Abschnitt 7) eine Reise von Ouro Preto über Marianna—Rio Doce nach Serra do Frio. Am Rio Carmo erwähnt er Gesteine der Minas-Serie, bis bei Furquim Granit und Gneis einsetzen, in denen der Fluß bis Barra Longa fließt. Von dort ging die Reise über Domingos da Prata-Mündung des Rio da Prata in den Piracicaba über kristallines Grundgebirge. Vor Itabira do Matto Dentro wird Minas-Serie erreicht, aber leider ist die Grenze nicht genau angegeben. Von Itabira am Rio

Tanque entlang bleibt zunächst die Minas-Serie, bis an der Fazenda Bom Successu wieder kristallines Grundgebirge einsetzt (Gneis, Granitgneis und Glimmerschiefer), welches bis Cubas an der Mündung des Guanhães und diesen Fluß aufwärts immer wieder beobachtet wird. Erst östlich von demselben (an den Quellen des Candonga's) erscheint der „Itacolumitquarz“ und „Eisenglimmerschiefer“, aber im Tal des Guanhães hält Grundgebirge an, bis vor Serro Minas-Serie (dann wohl auch bald Itacolumy-Serie) einsetzt. Gesteine dieser Serien setzen den ganzen Gebirgstheil nordwestlich und westlich von hier zusammen. Bemerkenswert ist das darin aufsitzende Granitvorkommen unterhalb Paraúna vom Rio d'Areia bis Fazenda Palmital do Coelho. — Eine weitere Rundreise führte ihn nach Sabará und über Villa Nova da Rainha nach Ouro Preto zurück (57. Abschn. 10). Es läßt sich nach dieser Beschreibung der nördliche und östliche Rand des Grundgebirgsgewölbes näher umgrenzen, das von Itabirito bis in die Gegend von S. Bartholomeu reicht. Über Sabará bis vor Caeté (Villa Nova da Rainha) herrscht Minas-Serie, bei Caeté aber nimmt der Gneis die Talniederung mit ihren Erhabenheiten ein und reicht bis jenseits des Ribeirão Bonito und der Estallagem von Montalvão. Von da ging die Reise über die Serra do S. João-Brumado-Cattas-Altas und an der Serra da Caraça⁸⁾ vorbei bis Bento Rodriguez in Minas-Serie. Zwischen hier und Camargas und am Morro da Palha fand sich jedoch in tieferen Lagen Gneis.

Aus der Arbeit von HEUSSER-CLARAZ (159) ist zu entnehmen, daß in Santa Anna dos Ferros ebenso wie bei Sete Cachoeiras Wasserfälle über Granitgneis stürzen. F. DE PAULO OLIVEIRA, dessen Reise nach Nordwest-Minas in Ouro Preto begann (245), erwähnt Gneis zwischen Cachoeira, Tijuco und Itabirito do Campo (= Itabirito). Auf der Marschroute DA COSTA SENAS nach Nordost-Minas (277) wurde bei Conceição Minas-Serie ermittelt. Noch vor S. Domingos (am Ribeirão S. João) setzt Gneis ein, der sich bis S. Domingos hinzieht. Auch der Rio do Peixe

⁸⁾ In der Serra da Caraça ist vielleicht die Itacolumy-Serie verbreitet. Da aber darüber noch keine Untersuchungen vorliegen, ist auch da Minas-Serie eingetragen worden.

fließt über ihn, und er reicht bis über N. S. do P o r t o. Minas-Serie mit Itabirit steht zwischen diesem Ort und G u a n h ã e s an. Guanhães selbst aber steht wieder auf Gneis. Die S e r r a C a n d o n g a besteht wieder aus Minas-Serie (wie v. E S C H W E G E auch festgestellt hatte). Von hier nach Norden folgt eine lange Strecke, Glimmerschiefer und Gneis. G O R C E I X schließlich (291) stellt fest, daß bei S. B a r t h o l o m e u Granit einsetzt, der nebst Gneis auch bei A n n a d e S á am Rio das Velhas ansteht und bis S. A n t o n i o d o R i o A c i m a anhält. D E R B Y (256, 237) hat eine Anzahl Einzelheiten beigebracht, ohne daß unser Wissen über das Verbreitungsgebiet damit verändert worden wäre. H U S S A K (582) beschreibt erneut die S e r r a C a n d o n g a und erwähnt die diskordante Auflagerung der Itacolomy-Serie auf Minas-Serie von C a n d a d o bei S e r r o (das Flößchen fließt weiter unten in kristallinen Schiefen) und vom C o r r e g o d a s L a g e s bei C o n c e i ç ã o (608). Über die lignitführenden terrestrischen Tertiärvorkommen von G a n d a r e l l a (auf Minas-Serie) und F o n s e c a (auf Gneis) hat H. G O R C E I X (291) genauere Angaben veröffentlicht. Sie haben nur geringen Umfang und mußten auf der Karte vergrößert wiedergegeben werden, um sie sichtbar zu machen. Wegen des hohen Interesses, das sie als einzige bisher bekannte Ablagerungen dieser Art beanspruchen, sollten sie nicht fortgelassen werden. Die Umgebung von C a e t é behandelte J. F E R R E I R A D E A N D R A D E J U N I O R (825). Seine Arbeit würde an Wert noch gewonnen haben, wenn die Karte und Abbildungen, auf die im Text Bezug genommen wird, mitveröffentlicht worden wären. Caeté liegt auf Gneis, aber auf dem Wege nach Morro Vermelho trifft man bald auf Minas-Serie. Bemerkenswert ist ein Granit, der in die Minas-Serie eingedrungen ist, bei der Fazenda Ouro Fino. Außer den schon angegebenen Granit- und Gneisvorkommen erwähnen L U C I A N O J A Q U E S D E M O R A E S und D J A L M A G U I M A R ã E S (926) noch einige, die aber aus Mangel an einer brauchbaren Karte nicht festgelegt werden konnten.

c) Das Gebiet des Rio Doce.

Die im Abschnitt b soeben behandelten Routen reichen teilweise schon in dieses Gebiet hinein. Seine eigentliche Erfor-

schung verdanken wir aber den Arbeiten von O. RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE (826) und L. F. DE MORAES REGO (ebenda). O. RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE hat sich ein besonderes Verdienst erworben dadurch, daß seiner Arbeit eine Karte beigefügt ist, nach der die geologischen Eintragungen leicht erfolgen konnten⁹⁾. Ich referiere zunächst über die Angaben von O. RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE. Im Gneis dieses Gebietes sind noch zahlreiche Schollen von Minas-Serie infolge tektonischer Vorgänge erhalten geblieben. Die Reiseroute ging den Rio Piracicaba hinab, querte den Rio Doce unterhalb der Piracicaba-Mündung, ging nach Südosten bis Caratinga, von da flußabwärts bis Rochedo und nach Norden über die Serra da Perdida zum Rio Doce. Von Figueira wurde ein großer Bogen über Peçanha — Candonga — Esmeralda nach S. Antonio am Rio Piracicaba geschlagen und von dort noch das südlich liegende Gebiet (Babilonia — Vargem Alegre) untersucht. Vorwiegend wurde kristallines Grundgebirge angetroffen. Minas-Serie (fast immer mit Eisenerzen) wird von folgenden Punkten angeführt: Am Rio Piracicaba von Agua Limpa bis nach Lagôa (hierzu gehört der Erzgipfel Morro Agudo) und nordwestlich seiner Mündung (Rib. dos Coaes); bei Rochedo (Kalklager; die Schollen sind zu klein, als daß sie in die Karte hätten eingetragen werden können); westlich Peçanha: Serra Candonga; Quellgebiet des Corr. das Almas; die Wasserscheide, die sich von Babilonia nach Südwesten zieht. L. F. DE MORAES REGO führt außer diesem Vorkommen noch die Serra Itatiaia am Rio Doce (zwischen Lajão und Resplendor) an. Die im Rio-Doce-Gebiet gesammelten Gesteinsproben hat DJALMA GUIMARÃES petrographisch beschrieben (826), und demselben Forscher verdanken wir die Untersuchung der Goldlagerstätte von Cuyeté, deren Nebengestein er ebenfalls als Minas-Serie bestimmte (817). Leider ist dieser Veröffentlichung auch keine Karte beigegeben, so daß die zahlreichen genauen Ortsangaben nicht festgelegt

⁹⁾ Die topographische Neuaufnahme dieses Stücks war in das Flußnetz der von mir zugrundegelegten Karte von Minas Geraes nicht einzufügen, obwohl es auf den gleichen Maßstab gebracht wurde. Es mußte deshalb die veraltete Topographie bleiben.

werden können. Der Karte von O. RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE (826) ist jedoch zu entnehmen, daß die Goldlagerstätte südlich vom Ort Cuyeté liegt. Es ist anzunehmen, daß in diesem Gebiet noch weitere Schollen von Minas-Serie verstreut sind, die aber bisher nicht bekannt wurden und infolgedessen auf der Übersichtskarte fehlen.

Für den oberen Rio Piracicaba wurde schließlich das Kärtchen von HARDER-CHAMBERLAIN (710) zugezogen, da von den beiden Autoren in diesem Gebiet eigene Untersuchungen angestellt wurden. Sonst wurde diese Karte unbenutzt gelassen, da für die Eintragungen, die wohl nur ein schematisches Bild vermitteln sollen, keine Begründung gegeben ist und sich dieselben nicht immer als zuverlässig erwiesen. Nach dieser Karte wurde die Scholle von Minas-Serie eingetragen, die der Serra da Caraça vorliegt.

d) Das nordöstliche Minas-Geraes.

Hierunter fasse ich das Gebiet zusammen, welches östlich und südöstlich vom Jequitinhonha liegt, und den Strich nördlich von diesem Fluß von der Mündung des Arassuahy an. Vom unteren Jequitinhonha nach Westen hat v. HELMREICHEN (132) ein Profil beschrieben. Von Jatahy bis zur Mündung des Arassuahy fließt der Fluß in Granitgneis, dann folgt feinkörniger „glimmerreicher Gneis und Glimmerschiefer“, die auf dem Hochplateau zwischen Jequitinhonha und Arassuahy toniges Aussehen besitzen. Sie sind also hier die Fortsetzung der Schiefer, die ich weiter südlich beobachtet habe. HARTT (187) erwähnt schon gleich oberhalb der Mündung des Arassuahy schiefrige Gesteine. Die Grenze ist hier schwer zu ziehen und nur provisorisch, da die Grenze zwischen Glimmerschiefer und metamorphem Tonschiefer nicht von allen Autoren gleich gezogen wird. Auf jeden Fall setzt früher oder später oberhalb der Arassuahy-Mündung zwischen diesem Fluß und dem Jequitinhonha die mehr oder weniger metamorphe Schieferserie unbestimmten Alters ein. Sie reicht nach v. HELMREICHEN in westlicher Richtung über den Jequitinhonha hinaus bis an die Serra do Grão Mogor und führt im letzten Stück Einlagerungen von „Itacolomit“, also von

hellen Sandsteinen, die der Minas- oder Itacolomy-Serie angehören können. Von J a t a h y a b w ä r t s bis an die Ostgrenze von Minas Geraes hat HARTT (187) im Rio Jequitinhonha nur Gneis, Glimmerschiefer und Granit festgestellt.

Eine wertvolle Ergänzung zu diesen Studien lieferte DA COSTA SENA (277). Wir verließen oben seine Reiseroute in der Serra Candonga. Von da nach Norden ging es über den Rio Turvo und Rio Vermelho in Glimmerschiefer und Gneis. In der Serra da Penha fand sich Quarzit, der teils konglomeratisch war durch große Quarzgerölle, teils mit Itabirit abwechselte. Das läßt vermuten, daß Minas-Serie und Itacolomy-Serie zusammen auftreten, weshalb „Espinhaço-Formationen“ eingetragen wurde. Über Phyllite und metamorphosierte Schiefer nebst Quarziten geht es nach Capellinha weiter. Offenbar sind aber hier die kristallinisch-körnigen Quarzgänge auch als Quarzite aufgefaßt worden. Weiter abwärts treten jedoch nach der Beschreibung sichere Quarzite auf. Sie sind am Corregodo Jacú und an der Serra da Fabrica mit Itabirit verknüpft. Hier sieht man, daß diese Schiefer unbestimmten Alters mindestens teilweise zur Minas-Serie gehören. Die Grenze dieser Gesteine gegen das kristalline Grundgebirge scheint nach der hier nicht ganz klaren Beschreibung zwischen Rio Setubal und Rio Gravataá überschritten worden zu sein. Das Bett des letzteren liegt schon im Glimmerschiefer. Aber hier (wie auch bei v. HELMREICHEN und HARTT) macht sich die Schwierigkeit bemerkbar, die Glimmerschiefer des kristallinen Grundgebirges von den stark metamorphen jüngeren Schiefen zu trennen, die hier offenbar durch Granitkontakt noch besonders verändert sind. COSTA SENA spricht auch von allen möglichen Übergängen. Flußabwärts wies er außer den schon bekannten Tatsachen Gneis, Granit und Glimmerschiefer nördlich vom Jequitinhonha bis Santa Rita und südlich bis auf die Wasserscheide zum Mucury nach, von wo sie sicher noch weiter nach Süden reichen.

Am Jequitinhonha reiste auch GORCEIX (295) entlang in Richtung auf die Serra do Grão Mogol. Er erwähnt Konglomerate über Schiefen, Glimmerschiefern und Glimmer-

quarziten bei Sta Cruz. Diesen Punkt konnte ich mangels hinreichend genauer Karten nicht festlegen.

e) Das nordwestliche Minas-Geraes.

Hierunter soll in der Hauptsache alles verstanden werden, was westlich vom Rio das Velhas bis an die Grenze gegen Goyaz und außerhalb der schon behandelten Gebiete liegt, mit Ausnahme des Triangulo Mineiro. Auch über dieses Gebiet hat v. ESCHWEGE die ersten Nachrichten veröffentlicht. Er hat es von verschiedenen Seiten her bereist. Im Jahre 1816 (53) kam er von Formiga her, traf hinter diesem Ort bald auf Tonschiefer, denen am Rio São Francisco höhlenreiche Kalke eingelagert waren. Das kann nur Bambuhy-Serie sein. Vor Bambuhy wurden horizontale Tonschieferlager angetroffen. In der Serra do Urubú ist „Urgebirgston-schiefer“, und ein Lager von Eisenglanz wird erwähnt. Es ist deshalb am ehesten auf Minas-Serie zu schließen. Von der Serra da Marcella an nach Norden erscheinen Urgebirgsarten (Tonschiefer, Grauwacke, dichter Kalkstein) mit aufsitzenden einzelnen Köpfen von jungem Sandstein. Letzterer dürfte Gondwana-Serie sein, die hier ihre letzten Erosionsreste haben muß. Die Natur ihres Liegenden ist jedoch nicht sehr klar. Unter Urgebirge ist sonst bei v. ESCHWEGE Minas-Serie und Itacolomy-Serie zu verstehen. Die Gesteinsbeschreibung entspricht jedoch eher seinem Übergangsgebirge (Bambuhy-Serie). Es konnte deshalb hier keine Eintragung erfolgen, nur die Ausläufer der Gondwana-Serie wurden schematisch angedeutet.

Später (57. Abschn. 8) reiste er von der Rio das Velhas-Mündung nach Südwesten. Von Pira-póra berichtet er, daß die Wasserfälle durch Sandsteine des „Rothetodtliegenden“ gebildet werden. Es sind in Wirklichkeit Quarzite der Geraes-Schichten, und diese Stelle zeigt, daß sein Begriff des „Rothetodtliegenden“ nicht völlig mit der Gondwanaserie identisch ist und nur als solche gedeutet werden darf, wenn es aus der Beschreibung klar hervorgeht. Das trifft zu auf die Serra da Porteira westlich von hier, welcher mürbe Sandsteinberge aufgesetzt sind mit dazwischenliegenden Wiesentälern (Buriti-saes). Doch kann deren Umgrenzung nur ungenau wieder-

gegeben werden. Das folgende Stück ist überhaupt nicht klar zu deuten, da die Sandsteinplatten der Geraes-Schichten nicht von der hangenden Gondwana-Serie getrennt werden. Bei *Taperade Sta. Rita* wird Übergangskalkstein und Schiefer erwähnt (also Bambuhy-Serie), auf dem abgestürzte Blöcke von Itakolumitquarz und Eisenglimmerschiefer liegen, die aus der benachbarten Serra stammen müssen. Das damit zu vermutende Auftreten der Minas-Serie in diesem Gebiet ist sehr bemerkenswert. Wenig südlich trifft v. ESCHWEGES Reise-*weg* auf das von mir genauer aufgenommene Gebiet.

Auf der Rückreise (57, Abschn. 9) überschritt v. ESCHWEGE den Rio São Francisco westlich von *Pompeio*. Von der Fazenda do Pompeio aus führen zwei Wege nach Süden, von welchen einer östlich und einer westlich des Gebirges von *Pitanguy* vorübergeht. Bis zur Teilungsstelle beider (etwa an der Spitze des Gebirges) herrschen nach seiner Beschreibung die Geraeschichten. Auf der östlichen Route bleibt man ständig am Fuß des Gebirges in Granit bis *Bicas*. Aus dem Gebirge jedoch wird das Vorkommen von Eisenerzen gemeldet, und die Vermutung, daß es sich um Minas-Serie handelt, wird zur Gewißheit auf der westlichen Route. Vom *Corregedo Manuel Luiz* an erscheint der „Itacolumitquarz“ und es folgen Schiefer und Eisenerze. Granit wird etwa von *Patafuso* an vorherrschend, aber bis *Mathheus Leme* halten noch Reste von Minas-Serie an. Von dort bis *Faroffa* erstreckt sich Tonschiefer, der aber nach v. ESCHWEGE vielleicht nicht dieser Serie angehört und auch entgegengesetzt fällt als die Schichten der *Serra do Curral*, die wieder aus Minas-Serie besteht.

Der Reisebericht *POHLS* (59) aus dem Grenzgebiet von Goyaz enthält zu unsichere Angaben für eine Deutung. Etwas klarer ist die Route von *Paracatú* nach Süden und Osten. *Paracatú* selbst liegt auf Tonschiefer, der „eine Geneigtheit zum Talkschiefer hat“. *PEARSON* (618) drückt sich ähnlich aus und bemerkt noch, daß derselbe bei flacher Lagerung mit Quarzit wechsellagert. Es wird aber bei beiden nicht klar, ob der Schiefer der Minas-Serie oder der Bambuhy-Serie angehört. Zwischen *Rio da Prata* und *Rio Somno* werden von *POHL* nur Kalk und Tonschiefer (wohl Bambuhy-Serie)

angeführt. Da es aber unwahrscheinlich ist, daß die Gondwanasandsteine auf der Wasserscheide nicht so weit nach Norden reichen, wurden hier keine Eintragungen vorgenommen. Östlich vom Rio das Almas bemerkt er: „Die Zeltform der Berge kündete den Quarzitschiefer.“ Die Zeltberge dieses Gebietes bestehen meist aus Gondwanasandstein, und unzweifelhaft sind beide nicht immer auseinandergehalten (weshalb POHLS vorhergehende Bestimmungen „Quarzitschiefer“ nicht einwandfrei sind und das Grenzgebiet gegen Goyaz nicht deutbar ist¹⁰). Aber es ist zu beachten, daß v. ESCHWEGE wenig nördlich von hier Minas-Serie ermittelte. Von hier bis zur Bleierzgrube ist nichts Brauchbares angegeben. Von dort aus wurde der Abaeté überschritten und zwischen diesem und dem Rio dos Borrachudos nach Nordosten marschiert. Auf dieser Strecke werden „dürre Hügel, Quarzschiefer und Grauwacke“ vermerkt (Bambuhy-Serie?) und am Corrego S. Domingos (dessen Lage nicht feststellbar ist) Itacolunit. Eine südlichere Route hat CASTELNAU in umgekehrter Richtung eingeschlagen (143), nämlich von Dores do Indayá über Patrocínio nach Westen, aber seine Angaben sind so oberflächlich und seine Routenaufnahme ist so schlecht, daß sein berühmtes Reisewerk in keiner Weise zu verwerthen war. Mehr ist aus der Route von F. DE PAULO OLIVEIRA (245) zu entnehmen. Westlich der Serra da Moeda blieb er von Cotenda über São Gonçalo, Bomfim, Rio Manso bis zur Serra von Itatiaiossú in Gneis. In der letztgenannten Serra steht itabiritführende Minas-Serie an, gleich jenseits aber wieder Gneisgranit, der bis Pitanguy reicht über Santa Anna do Rio São João Acima und Santo Antonio. Südwestlich (2 Leguas) von Santa Anna, in Richtung auf Cajurú, liegt im Gneis eine Magnetitlagerstätte. (Auch hier erhebt sich die Frage, ob Gneis und Magnetit durch magmatische Vorgänge umgewandelte Minas-Serie darstellen?). Da die Schiefer der Minas-Serie und der Bambuhy-Serie nicht scharf genug voneinander getrennt werden, ist jenseits Pi-

¹⁰) Da POHL zum Zwecke botanischer Forschungen reiste, würde es ungerecht sein, ihm wegen solcher Irrtümer Vorwürfe zu machen. Sie sollen nur vermerkt werden, um falsche Schlußfolgerungen aus seinen Angaben zu verhüten.

t a n g u y (wo Minas-Serie einsetzt) die Grenze zwischen beiden nicht zu ziehen. Auf der Reisekarte OLIVEIRAS ist kurz vor dem Rio do Peixe nochmals eine Eisenerzlagerstätte (wohl Itabirit) verzeichnet, so daß sich die Minas-Serie bis hierher erstreckt (was sich mit v. ESCHWEGES Angaben deckt). Zur Minas-Serie gehört auch das Eisenerzlager 4 Leguas südwestlich Areiado. Kalke werden genannt von der Mündung des Rio dos Machados in den São Francisco (südöstlich Dores do Indayá) und von Arcos. In den beiden Fällen handelt es sich wohl um Bambuhy-Serie, im ersteren genauer um Geraes-Schichten, da die horizontale Lagerung hervorgehoben wird. Auf dem Rückweg über Formiga—Oliveira—Entre Rios ging es über Gneis, der auch die Serra dos Vertentes zusammensetzt. Bei Entre Rios wird er von „Talcitos“ abgelöst.

In den nördlichsten Teil des in diesem Abschnitt behandelten Gebietes führt uns ANTONIO OLYNTHO DOS SANTOS PIRES (323). Er überschritt den Rio Santo Antonio und kreuzte nach Canna Brava zu ein niedriges Bergland. Auf einigen Bergen liegen Geröll-Lager, die als Alluvium angesehen werden. Weiterhin gelangt man in feinen Sand auf den Bergen und in Buritisaes. Diese Angaben lassen den Sand nur als den unteren mürben Sandstein der Gondwana-Serie deuten, der offenbar in Erosionsresten auf den Höhen liegt, und vermutlich sind die erwähnten Konglomerate auf den Bergen kein Alluvium, sondern das Basalkonglomerat der Gondwana-Serie. Das Bergland selbst besteht aus Schiefer, über den keine weiteren Angaben gemacht werden. Er wurde der Bambuhy-Serie zugerechnet. Nach Süden bis Areiado lagen auf den Höhen Sand und aufgesetzte Sandstein-Chapaden. Hier wurden zwischen Rio Abaeté und Rio dos Borrachudos in die Karte nur die Tafelberge eingetragen, die ich auf meiner Reise gesichtet und angepeilt habe. Der untere mürbe Sandstein der Gondwanaserie hat vermutlich eine größere Ausdehnung.

Sehr interessante Ergebnisse hatte die Reise von FRANCISCO DE PAULA BÔA NOVA (890). Es ergibt sich aus ihr, daß sich die Bambuhy-Serie von Cordisburgo bis Bagre und von Abbadia bis Barra do Paraopeba ausdehnt. Tonschiefer derselben bilden von Burity da Estrada bis Pacú einen großen Chapadão, der eine Wasserscheide dar-

stellt. Pacú am Rio Paraopeba liegt auf Gneis, den die Bambuhy-Schiefer horizontal überlagern. (Die Lage dieses Ortes, der auf keiner Karte verzeichnet ist, war nicht genau zu ermitteln.) Der Gneis hält fast bis nach Inhauma an, dann folgen sandige Schiefer und Kalk, die GUIMARÃES (901) als Bambuhy-Serie bestimmte.

f) Der Triangulo Mineiro.

Hierunter versteht man den großen dreieckigen Zipfel, den Minas Geraes zwischen den Flüssen Paranahyba und Rio Grande nach Westen vorstreckt. Dieses Gebiet ist noch sehr wenig erforscht. Über die östlich unmittelbar angrenzende Fläche, etwa bis zum Längengrad von Araxá nach Westen, liegen einige Angaben vor. Aus dem eigentlichen Triangulo jedoch haben wir nur wenige zusammenhanglose Notizen. W. L. v. ESCHWEGE unternahm dorthin eine Reise zum Zwecke der Grenzfestlegung (57). Bis Formiga ergab sich nichts Neues. Von da nach Westen erstreckt sich die „Übergangsbildung des Tonschiefers, Grauwackenschiefers und Kalksteins“, also die Fortsetzung der Bambuhy-Serie, die früher weiter nördlich auf dem Wege zum Rio São Francisco überschritten worden war, nach Süden. In diese Schichten hinein erstreckt sich von Süden her das Gebirge von Pinho, das aus „Urtonschiefer und Itacolunitquarz“ besteht. Diese Gesteine nebst „Eisenglanz und Magnetit“ halten an am oberen Rio São Francisco und reichen, oft steilstehend, bis zum oberen Rio das Velhas. Die Nennung der Eisenerze und die Tatsache, daß JOSÉ FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR wenig nördlich Minas-Serie angibt, veranlaßten mich, hier auch Minas-Serie einzutragen. Auf den Höhen zwischen dem Rio Grande und Rio das Velhas findet man einen rötlichen Sandstein in horizontalen Schichten aufgelagert. Das kann nur Gondwana-Serie sein, die auch im benachbarten São Paulo vorkommt. Die mangelhaften Ortsangaben gestatten jedoch nur eine rohe und provisorische Einzeichnung. Die Minas-Serie ist zu vereinen mit den Quarziten und Pylliten, die G. FLORENCE (691) am Rio Grande erwähnt. Von hier an abwärts wurden die Ergebnisse eingetragen, die am Rio Grande die Grenzkommission

von São Paulo hatte, deren geologische Arbeiten von G. FLORENCE (691) und J. A. PACHECO (697) ausgeführt wurden. Von dem nördlichen zu Minas gehörenden Ufer ist zwar so gut wie nichts bekannt, aber die am Südufer anstehenden Formationen (Botucatú-Sandstein, Melaphyr, Baurú-Sandstein) erstrecken sich sicher in das Triangulo Mineiro hinein. W. L. v. ESCHWEGES Karte verzeichnet noch östlich Uberaba „Roth-Todtligendes“, wohl auch Gondwanasandstein, vielleicht aber auch Baurú-Serie. Ferner erwähnt er „Wacke“, die er nicht weiter deutet, und die bis Uberaba reichen soll. Da es sehr unklar ist, worum es sich handelt (vielleicht um Melaphyr?), so unterblieb die Einzeichnung. Von hier bis zum Paranahyba sind seine Angaben so kurz, daß man nur die weite Verbreitung des Gondwanasandsteins auf riesigen Hochebenen vermuten kann, deren Unterlage nicht deutbar ist. In einer früheren Arbeit (53) hatte er schon veröffentlicht, daß am Rio Bagagem von seiner Mündung in den Paranahyba 2 Leguas aufwärts nur „Glimmerschiefer, Granit und Syenit“ vorkommen. Von Bagagem — Agua Suja hat DRAPER (672) ein Kärtchen veröffentlicht, nach welchem die Eintragung erfolgte (er führt Sandstein der Karoo-Formation über Gneis und kristallinem Schiefer an). Diese Angaben decken sich mit den Profilen HUSSAKS (609). In der Sammlung des mineralogischen Instituts der Universität Berlin liegen 2 Handstücke roten Sandsteins, die MAACK auf dem Plateau von Coromandel gesammelt hat. Sie gleichen in der Facies den roten Sandsteinen der Serra Matta da Corda. CANDIDO DA COSTA SENA hat sich mit der Umgebung von Araxá beschäftigt. Seiner Arbeit (778) ist jedoch für die Eintragung in die Karte nur zu entnehmen, daß auf den Höhen zwischen Galheiro und Conceição do Araxá Facettengeschiebe vorkommen, die man lediglich als Basalkonglomerat der Gondwanaserie deuten kann. Besser sind die Angaben von JOSÉ FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR zu fixieren (814). Von Ibia in der Richtung auf Araxá trifft man zunächst alte Phyllite unbestimmten Alters. Bei Mattinha steht Granit an. Dieser Ort war auf keiner Karte zu finden. In São João de Araxá fand sich Minas-Serie, ebenso in der Serra südlich davon bis zum Quellgebiet des Ribeirão do Inferno und bis nach Antas.

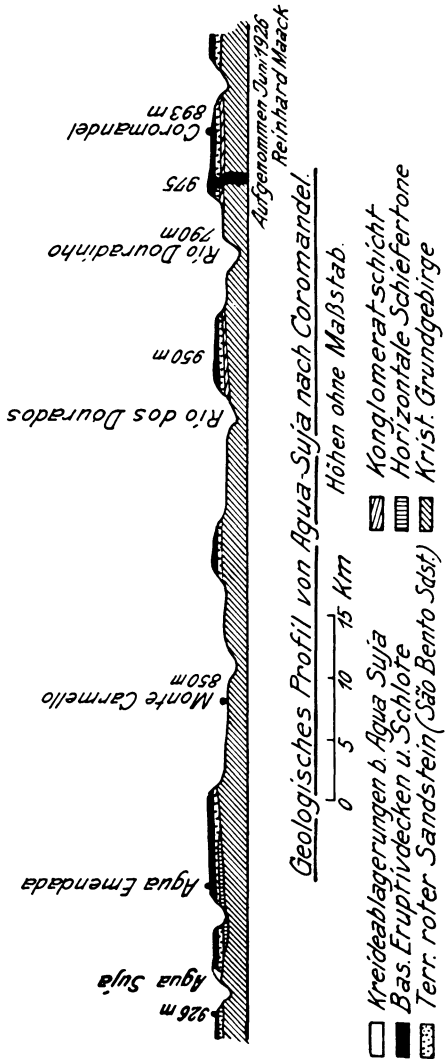
Von hier nach Araxá erscheinen Eruptivgesteine (Perowskit-Magnetitfels), deren Vorkommen bei dem kleinen Maßstab der Karte nicht berücksichtigt werden konnte. Bis hinter den Rio do Inferno hielt die Minas-Serie an. Aus Araxá selbst wird Glimmerschiefer angeführt, der sich nach Südosten bis über den Rio Pirapetinga erstreckt. Nach Norden folgt Ottrelith-Schiefer und Muskowitgranitit (letzterer bei der Usina Electrica am Rio Tamanduá). Am Corrego da Cachoeira steht Biotitgneis an, am Quebra Anzol Glimmerschiefer, der bis an die Serra do Salitre anhält. Diese selbst besteht aus Minas-Serie. Da aber mit der Möglichkeit gerechnet werden muß, daß der Glimmerschiefer teilweise nicht dem kristallinen Grundgebirge angehört, sondern den älteren Formationen (? Minas-Serie), die stärker metamorphosiert sind, ist auf dieser Strecke eine Eintragung nicht erfolgt.

Daß die Kreide (Baurú-Schichten) nach dem Triangulo Mineiro hineinreicht, wird mehrfach bezeugt. Am genauesten hat HUSSAK (609) die Umgebung von Uberaba beschrieben. Uberaba liegt in 900 m Höhe auf einem Tafelberg der Trias. Über dem Botucatu-Sandstein folgt eine Diabasdecke und dann jüngere Sedimente, teils Konglomerate, teils Sandsteine mit kalkigem Bindemittel, die auf tuffähnlichen Gesteinen liegen. HUSSAK äußert sich nicht über das Alter der Sedimente mit kalkigem Cement, aber spätere Autoren (GONZAGA DO CAMPOS, BRANNER (747), CANDIDO DA COSTA SENA (778)) stellen sie zur oberen Kreide und vergleichen sie mit dem Baurú-Sandstein. Diese Auffassung wird dadurch wahrscheinlicher, daß nach mündlicher Mitteilung durch Herrn Prof. v. HUENE in der Sammlung der Comissão geographica e geologica in São Paulo Titanosaurierreste (ein halbes Femur und mehrere Wirbel) liegen, die aus einem weißen Sandstein südöstlich von Monte Alegre im Triangulo Mineiro herrühren, also aus Baurú-Sandstein^{10a}).

Einer brieflichen Mitteilung von Herrn REINHARD MAACK verdanke ich schließlich das in Abb. 39 wiedergegebene Profil von Agua Suja nach Coromandel. In seinem Brief faßt er zwar auch die Minas-Serie mit zum kristallinen Grundgebirge.

^{10a}) Inzwischen erschien darüber eine Mitteilung (1960).

vom Tal des Dourado und Douradinho erwähnt er aber ausdrücklich grünliche Flasergerneise, so daß in der Karte kristallines Grundgebirge entsprechend der hier gebrauchten engeren



Fassung, welche Minas-Serie ausschließt, eingetragen wurde. Es dürfte schwer sein, bei dem Maßstab der Karte hier beide überhaupt getrennt zur Darstellung zu bringen. Aus dem Profil geht nun hervor, daß basische Eruptivdecken große Ver-

breitung besitzen. Unter ihnen liegt der rote Areiado-Sandstein (= São Bento-Sandstein) und darunter vielfach das Basalkonglomerat. Wir haben also dasselbe Profil, das wir östlich der Serra Matta da Corda in so großer Verbreitung kennen gelernt hatten. Westlich Agua Emendada beobachtete Herr MAACK horizontale Schiefertone, die er noch dem Perm zurechnet. Das Konglomerat fehlt hier.

Wir können vermuten, daß die Eruptivdecken, die am Rio Grande in so großer Verbreitung schon nachgewiesen wurden, im Triangulo Mineiro eine nicht unbeträchtliche Verbreitung besitzen, daß überhaupt der Aufbau sich ähnlich gestalten wird wie im Profil, Abb.39. Vielleicht ist Kreide noch in größerem Ausmaß beteiligt, als wir sie bisher aus dem östlich angrenzenden Gebiet kennen. Bezüglich der Eruptivgesteine teilt mir Herr MAACK noch mit, daß die Decken der Chapaden südlich Monte Carmello nach Agua Suja zu und westlich nach Araguary sowie zwischen Araguary und Uberaba aus Diabasen (auch Olivin-Diabasen und in Gängen Olivin-Kersantit) gebildet werden, die östlich und nördlich gelegenen Gebiete um Coromandel, Araxá, Patos und Carmo do Paranahyba aus hochbasischen Pikrit-Porphyriten und Limburgiten. Das ganze Gebiet ist von pipes durchsetzt, deren Ausfüllung sehr mannigfaltige und wechselnde Zusammensetzung zeigt. Die Diabase sind älter als die Pikrit-Porphyre.

g) Das nördliche Minas Geraes.

Über dieses Gebiet sind ebenfalls nur wenige zerstreute Angaben veröffentlicht worden. W. v. ESCHWEGE (57) reiste von C u r u m a t a h y, das im Übergangstonschiefer und Kalkstein liegt, „die denen von Abaeté zuzuordnen sind“, über die Serra dos Veados nach F o r m i g a (welches der alte Name für Montes Claros¹¹⁾ gewesen zu sein scheint), und blieb immer in derselben Formation. Bei Formiga waren viele Höhlen darin. Von dort ging die Reise nach dem Rio São Francisco. Die Route ist nicht mehr genau festzulegen. Es geht vorwie-

¹¹⁾ Herr Prof. CORRENS, der in Montes Claros gewesen ist, teilt mir freundlichst mit, daß zwischen Montes Claros und Brejo das Almas Bambuhy-Schiefer anstehen. Auch sollen bei Montes Claros Höhlen existieren. Das paßt auf die Beschreibung von Formiga.

gend über Übergangstonschiefer und Kalk. Zwischen Jequitahy und der Rio das Velhas-Mündung wird ein Plateau überschritten, dem einige Sandsteinköpfe (Pyramiden und Sargberge) aufgesetzt sind. „die ganz mit denen auf dem linken Ufer des São Francisco analog sind“. Es handelt sich vielleicht um den roten Gondwanasandstein, weshalb dieser hier schematisch und mit Vorbehalt eingetragen wurde. Später reisten v. SPIX und v. MARTIUS über die Serra do Grão Mogor, die erst v. HELMREICHEN (siehe unten) näher untersuchte. An ihrer Westseite erwähnen sie Granit. Von Formigas erwähnen sie auf dem Wege über Contendas — Tamanduá, also in nordwestlicher Richtung, bis zum São Francisco nur Mergelschiefer und Kalke (? Bambuhy-Serie, vielleicht Geraes-Schichten). Dem Bericht dieser Forscher ist zu entnehmen, daß auch westlich vom heutigen Januaria die Kalke der Geraes-Schichten verbreitet sind. Auf der Reise zum Vão do Paranán, der Wasserscheide gegen Goyaz im Quellgebiet des Rio Paratinga, stellten sich hinter Agua Doce weiße Sandsteine ein und am Paranan graulichweiße und rote Sandsteine, welche letztere der Quadersandsteinformation zugerechnet werden. Doch sollen dort auch Kalksteinberge mit Tropfsteinhöhlen vorkommen. Es ist völlig ungeklärt, ob diese hangenden Sandsteine den Gondwanaschichten oder der Kreide zuzurechnen sind, oder ob v. ESCHWEGE (57, S. 370) in dem weißen Sandstein mit Recht den „Itacolunitquarz“ vermutete. Wegen der Unsicherheit aller Angaben mußte in diesem Gebiet auf eine Eintragung in die Karte verzichtet werden. Hingegen steht nach einer brieflichen Mitteilung von Herrn Prof. Dr. ODORICO RODRIGUEZ DE ALBUQUERQUE am Unterlauf des Rio Urucuia Bambuhy-Serie an.

Die Serra do Grão Mogor wird nach V. v. HELMREICHEN (132) aus „Itacolunit“ zusammengesetzt. DERBYS (464) Vermutung, daß in diesem Gebiet Itacolomy-Serie über Minas-Serie vorkommt, scheint sich durch die neuen Untersuchungen von L. JAKES DE MORAES und GUIMARÃES (926) zu bestätigen. Westlich von diesem Gebirge wird nach V. v. HELMREICHEN der „Itacolunit“ von „feldsteinigem Gneis“ unterlagert, der im Tal des Rio Extrema ansteht. Weiter nach Westen ist eine Eintragung in die Karte nicht möglich, da bis zum Rio Verde

die in v. HELMREICHENS Profil angegebenen Orts-, Berg- und Flußnamen auf den Karten nicht zu finden sind und eine einfache Übertragung nicht möglich ist. Das Profil ist nämlich wesentlich länger als die direkte Verbindung. Auch die Deutung ist nicht ganz leicht. Es mag kristallines Grundgebirge am Aufbau mitbeteiligt sein, aber der größte Teil gehört zu den Espinhaço-Formationen, davon ein Teil sicher zur Minas-Serie, da Eisenglimmerschiefer erwähnt werden. Etwa 15 km östlich vom Rio Verde setzen „Grauwackengebilde mit Übergangskalk“ ein, die wohl als Bambuhy-Serie (Geraes-Schichten) gedeutet werden können. Über ihnen werden „Auflagerungen roten Sandsteins“ genannt. Wenn es sich dabei nicht um die oberen roten verwitterten Bänke dieser Serie handelt, so muß damit gerechnet werden, daß die Gondwana-Serie bis hierhin reicht. Da in v. HELMREICHENS Profil diese Sandsteine nicht eingetragen sind, mußte ihre Darstellung auf der Karte ebenfalls unterbleiben. Einigermaßen genau kann hingegen nach LUCIANO JAQUES DE MORAES (861) der Nordrand der Serra do Cabral festgelegt werden. In der Arbeit von LUCIANO JAQUES DE MORAES und DJALMA GUIMARÃES (926) werden ferner noch folgende Vorkommen von Gneis und Granit erwähnt: von Desembargador Ottoni bis nahe an den Rio Jequitinhonha (der Ort wurde auf keiner Karte gefunden); von der Serra dos Machados nach Norden bis jenseits Itacambira; bei Serrinha und Campo Bello südlich Grão Mogol; westlich der Serra de Grão Mogol auf dem Wege, der zum Riachos dos Machados führt. Hinter Terra Branca führte schon GORCEIX (295) Granitgneis und Granit an; die Stelle wurde so genau eingetragen, als es diese wenig präzise Angabe ermöglicht.

J. Kurzer Überblick über den tektonischen Bau von Minas Geraes und die Lage der Flußsysteme.

Wenn wir, soweit das unter Benutzung der Übersichtskarte (Tafel II) und nach unserer gegenwärtigen Kenntnis möglich ist, die tektonische Entwicklung von Minas Geraes an uns vorüberziehen lassen, so ergibt sich folgende Aufeinanderfolge (wobei von den Schiefen, Phylliten und Quarziten unbekanntes Alters, die vielleicht stark metamorphosierte Minas-Serie sind, abgesehen wird):

1. Minas-Serie liegt diskordant auf einem Granit-Gneis-Glimmerschiefer-Untergrund, der älter sein muß. Die Auflagerungsgrenze ist allerdings stark verwischt durch jüngere magmatische Vorgänge, die eine Metamorphose bedingten und die offenbar Gesteine der Minas-Serie in Paragneise verwandelten, welche konkordant an der Basis der Minas-Serie liegen. Über alle diese Dinge ist noch fast nichts bekannt, insbesondere wissen wir vorläufig nur sehr wenig darüber, wo die Grenze gegen das kristalline Grundgebirge eine Auflagerungsgrenze, wo sie eine nachträgliche Intrusionsgrenze und wo sie eine tektonische Grenze ist. Erst durch weitreichende kartographische Spezialaufnahmen in Verbindung mit petrographischen Studien kann hier einige Klarheit geschaffen werden.

Die Minas-Serie an sich ist wieder stark bewegt. Man sieht davon kaum einmal flach gelagerte Schichten. In der Serra do Espinhaço ist sie entweder in engere Mulden und Sättel zusammengefaltet, oder man sieht am Rande der großen Aufwölbungen die Schichten auf größere Erstreckung hin gleichförmig einfallen unter starkem Winkel. Neben dieser Falten tektonik ist aber auch eine Bruchbildung öfters zu verzeichnen, und die kleinen Reste von Minas-Serie, die östlich der Serra do Espinhaço fast bis an die Ostgrenze von Minas reichen, sind sicher

abgerissene Schollen. Reist man durch das Bergland der südlichen Serra do Espinhaço, so stellt man immer wieder eine Änderung der Streichrichtung der Schichten fest. Wie aber die tektonischen Elemente zueinander liegen, das könnte erst dann ermittelt werden, wenn eine Kartierung des Gebietes durchgeführt werden kann in einem Maßstab, der die Ausscheidung der einzelnen Glieder der Minas-Serie gestattet. Zu einer solchen Kartierung ist noch nicht einmal die topographische Unterlage vorhanden. Wir müssen uns bis dahin mit der Feststellung begnügen, daß die Minas-Serie einer Faltung unterlag, und müssen auch offen lassen, ob und in welchem Umfange Überschiebungen stattgefunden haben. Man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, daß in der Begrenzung der Sedimentverbreitung die Südwest-Nordost-Richtung eine bevorzugte Rolle spielt. Diese Richtung begrenzt die Serra do Curral im Norden. Dieser Richtung folgt die Störung nordöstlich Sta Barbara, und im gleichen Streichen erstreckt sich der Streifen Minas-Serie zwischen Rio Piracicaba und Rio Doce, dieselbe Begrenzung hat schließlich auch der Nordrand des Schieferquarzitgebirges südlich von Queluz. Auch die zu dieser Richtung gehörende Querrichtung ist ausgeprägt in der „Paraopeba-Linie“, der Umgrenzung des Komplexes der Minas-Serie bei Pitanguy westlich vom Paraopeba und dem Westrand der Minas-Serie weiter im Süden östlich vom Paraopeba (Serra da Moeda), und sie wird auch angedeutet durch die östliche Begrenzung der Serra do Espinhaço vom Rio do Carmo bis zum Rio Tanque hinauf, die staffelförmig in diesen beiden Richtungen erfolgt. Im einzelnen freilich weicht die Streichrichtung von der Richtung dieser großen Grenzen vielfach ab.

Schon vor Ablagerung der Itacolomy-Serie ist die Hauptfaltung der Minas-Serie beendet. Die Itacolomy-Serie liegt diskordant über ihr und ist nur schwach gefaltet. Schwieriger sind die Verhältnisse zu übersehen, die vor Ablagerung der Bambuhy-Serie herrschten. Zwischen der Itacolomy-Serie und den Geraes-Schichten bestand an den von mir gequerten Grenzen kaum eine Winkeldiskordanz. Doch greifen die Geraes-Schichten über das kristalline Grundgebirge (und die Minas-Serie) hinweg und damit über die eben

geschilderten Strukturen, wenn die erst auf wenigen Beobachtungen beruhenden Eintragungen am Paraopeba einen Schluß gestatten. Es würde dann hier die Itacolumy-Serie gar nicht abgelagert worden oder vor Ablagerung der Geraes-Schichten wieder zerstört worden sein. In beiden Fällen könnten die Grundgebirgsgerölle in dem geröllführenden Sandstein zwischen Itacolumy-Serie und Geraes-Schichten, die ich an den Paraúnafällen fand und die auch von anderen Punkten erwähnt werden, teilweise von dem Gebiet westlich der Serra do Espinhaço hergeleitet werden, in welchem vor der Transgression der Geraes-Schichten das Grundgebirge auf größere Erstreckung hin freilag. Etwas Endgültiges kann über die tektonischen Ereignisse zwischen Minas-Serie — Geraes-Schichten umso weniger ausgesagt werden, als wir noch keine Klarheit über die Beziehungen zwischen gefalteter und ungefalteter Fazies der Bambuhy-Serie haben.

In die Zeit zwischen Geraes-Schichten und Gondwanaserie fällt eine große Abtragungsperiode, und seitdem ist Minas nicht wieder vom Meere bedeckt worden. Die terrestrischen Gondwana-Schichten greifen über ihre Unterlage diskordant hinweg, und ihre Auflagerungsfläche ist der Typus einer Rumpffläche. Nach Ablagerung der Gondwanaserie sind im Gebiet ihrer heutigen Verbreitung intensive Faltungen oder Brüche nicht mehr erzeugt worden. Nur ganz schwach sind die Gondwanaschichten gelegentlich verbogen, und eine Schrägstellung konnte nur lokal beobachtet werden. Die Bewegungen im zentralen Minas-Geraes sind mindestens seit Ablagerung der Gondwanaserie überwiegend epirogenetischer Art, und die orogenetischen Strukturen gehören älteren Perioden an. Ob das auch für den ganzen Umfang der Serra do Espinhaço gilt, bedarf noch der Untersuchung. Dort hat eine Schrägstellung der festländischen tertiären Sedimente stattgefunden (291), woraus auf das Ausmaß der Bewegungen jedoch nicht geschlossen werden kann.

Konstruieren wir die Verbreitung der Formationen, die älter sind als die Gondwanaserie, so sehen wir die Bambuhy-Serie (als jüngste Formation) das Becken des Rio das Velhas füllen und das des Rio São Francisco. Zwischen beiden schiebt sich eine Schwelle des Grundgebirges weit nach Norden, wie wir auf Grund der Übersichtskarte (Tafel II) nun feststellen können, und eine östliche Begrenzung bildet die Serra do Espinhaço, eine westliche die aus kristallinem Grundgebirge und Minas-Serie bestehende Masse, die nach Nordwesten bis über Araxá hinaus bekannt ist und sich bis nach Goyaz hinein zu erstrecken scheint. Wir erkennen also, daß die Prä-gondwanaformationen mehrere Schwellen und Senken zusammensetzen, die folgendermaßen benannt werden (siehe Abb. 40, die eine vereinfachte Zusammenfassung der Verbreitung gibt):

1. *Espinhaço-Schwelle*. Diese Schwelle bildet die Serra do Espinhaço in ihrer ganzen Erstreckung von Süden nach Norden. Bei Diamantina schwenkt sie nach Nordosten um und ist bis zur Serra de Grão Mogol stückweise bekannt. Nach Nordwesten wird sie durch die schmale Curumatahy-Mulde begrenzt. Jenseits dieser wölbt sich nochmals die Serra do Cabral heraus. Nördlich vom Rio Jequitahy scheinen jedoch nur noch Geraes-Schichten zu herrschen.

2. *Paraopeba-Schwelle*. Zwischen Bello Horizonte und Ouro Preto gehen die Gesteine der Serra do Espinhaço weiter nach Westen als im nördlichen Teil der Serra do Espinhaço, und sie bilden westlich von Bello Horizonte einen nach Norden reichenden Vorsprung, durch den der Rio Paraopeba fließt, weshalb ich diese Schwelle „Paraopeba-Schwelle“ benenne. Nach Norden gehört zu ihr der über Pitanguy sich erstreckende Streifen von Minas-Serie, der westlich und östlich von Granit und Gneis begrenzt wird, und östlich davon hat Bôa Nova (810) Gneis zwischen Pacu und Inhauma ermittelt.

3. *Westminas-Schwelle*. Diese Schwelle ist nur stückweise bekannt, in ihr ist aber bisher nirgends Bambuhy-Serie bekannt geworden. Die Verbreitung der bekannten Teile zeigt die Übersichtskarte (Tafel II). Danach kennen wir aus dem Quellgebiet des Rio São Francisco (westlich von Piumhy) Minas-Serie, die nach Nordwesten immer wieder bekannt gewor-

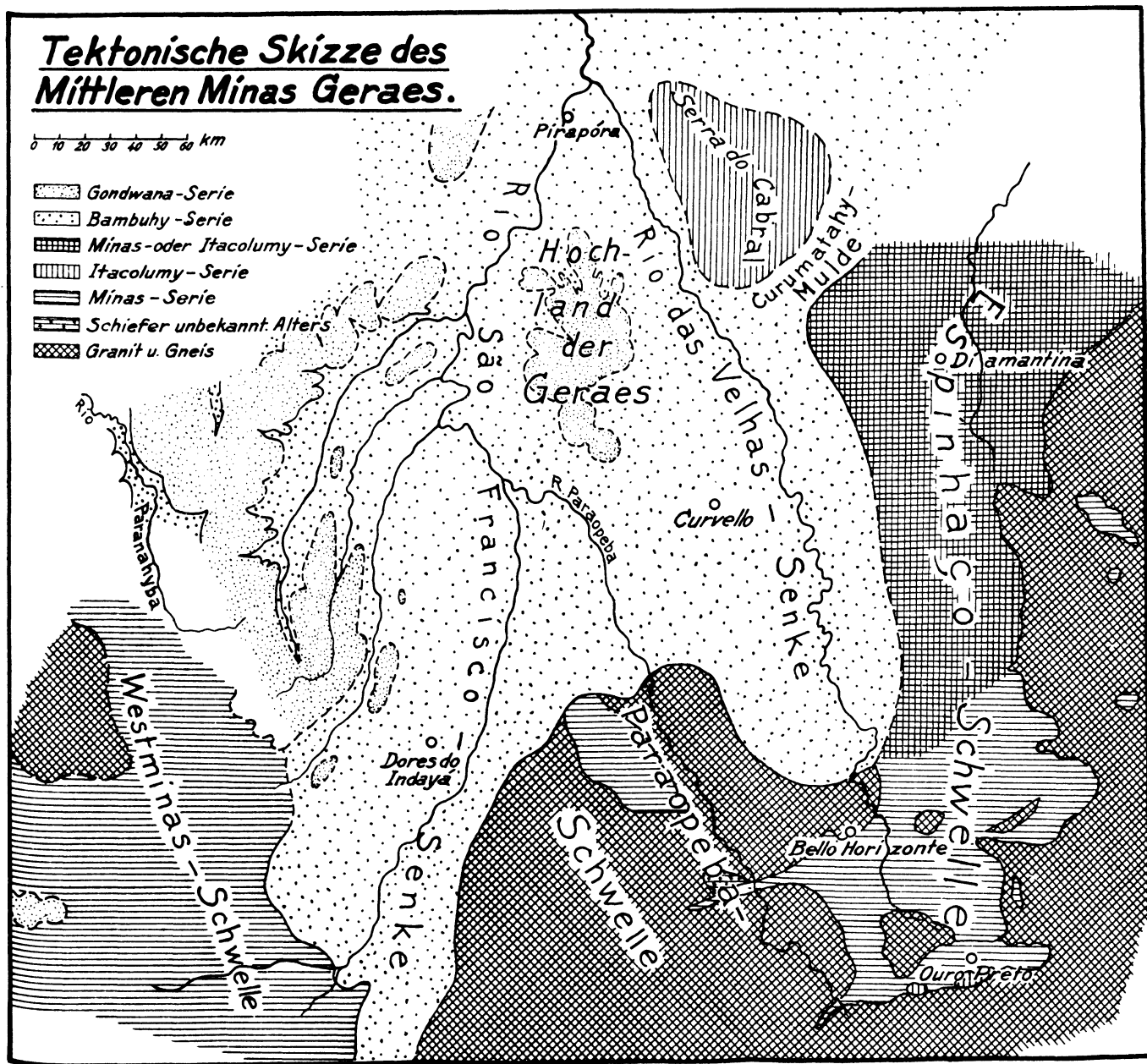


Abb. 40. Vereinfachter Überblick über den Bau des zentralen Minas Geraes.

den ist. Aus der Umgebung von Araxá wird das Auftreten von Granit, Gneis und Glimmerschiefer berichtet.

Zwischen diese Schwellen, deren innerer tektonischer Bau stellenweise nicht einfach ist und noch sehr der Erforschung bedarf, schieben sich die mit Bambuhy-Serie erfüllten Senken, nämlich

4. Die Rio das Velhas-Senke zwischen Espinhaço-Schwelle und Paraopeba-Schwelle.

5. Die São Francisco-Senke zwischen Paraopeba-Schwelle und Westminas-Schwelle.

Diese Senken verschmelzen zu einer großen tektonischen Senke, die sich also an den Rändern in schmale getrennte Spezialsenken aufteilt. Von ihr zweigt auch die Curumatahy-Mulde ab. Zwischen Patos und dem Quellgebiet des Rio Indayá ist der genaue Verlauf des Schwellenrandes noch unbekannt, er ist hier möglicherweise auch zerbuhtet.

Im Westen greift die Gondwanaserie vom Rio São Francisco-Becken auf die Westminas-Schwelle über. Im Rio São Francisco-Becken liegt sie auf der Bambuhy-Serie (in beiderlei Fazies). Von der Westminas-Schwelle sind nur wenige Stellen bekannt, an denen aber die Auflagerung auf älteren Grundgebirgen berichtet wird. Im Westen sind also die tektonischen Hoch- und Tiefgebiete, die wir als Schwellen und Senken unterschieden haben, sicher älter als die Gondwanaserie. Über die östlichen Gebiete könnten wir das nur vermuten, da die Gondwanaserie fehlt.

Ein Blick auf die Kartenskizzen (Abb. 40 und 41) zeigt nun die Abhängigkeit der Hauptflußläufe vom Bau des Untergrundes. Der Rio das Velhas wie der Rio São Francisco entspringen auf der Westminas- bzw. Espinhaço-Schwelle, die als Hauptwasserscheiden ausgeprägt sind. Während der Rio Grande noch der nach Westen gerichteten Generalabdachung der brasilianischen Masse folgt und sich somit genau so verhält wie die großen Flüsse Südbrasiiliens, die nach Westen abfließen, obwohl sie in der Nähe der Küste entspringen, tritt nördlich vom Oberlauf des Rio Grande hier eine Änderung ein. Hier setzen die von Süden nach Norden sich erstreckenden Senken der Bambuhy-Serie ein, welche die Ent-

wässerung nach Norden lenken. Auch der Quellfluß des Paranahyba fließt zunächst nach Norden vor der Westminas-Schwelle entlang in Bambuhy-Serie, knickt aber an der Grenze gegen Goyaz in auffälliger Weise nach Westen um. Hier betritt er etwa den kristallinen Sockel und von nun an folgt

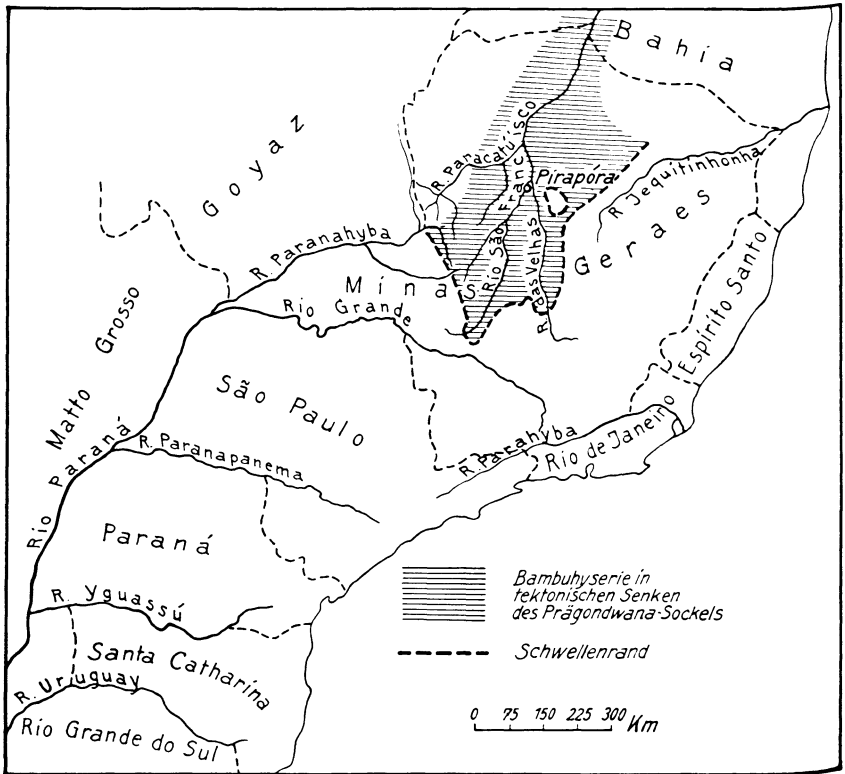


Abb. 41. Einfluß des Prágondwanaschwellenrandes auf das hydrographische Netz.

er der nach Westen gerichteten Abdachung der brasilianischen Masse. Das Quellgebiet des Rio Paracatú braucht sich nur wenig nach rückwärts zu erweitern, um den nach Norden gerichteten Oberlauf abzuzapfen und ebenfalls zum Rio São Francisco abzulenken.

Wenn also ohne Zweifel der Rio das Velhas und Rio São Francisco die tektonisch vorgebildeten Senken der Bambuhy-Serie benutzen, so kann man ihre Täler doch nicht als tekto-

nische Täler bezeichnen. Das heutige Relief ist ja nicht direkt, sondern nur indirekt durch die Tektonik geschaffen. Vor Beginn der Erosionstätigkeit dieser Flüsse liegen ja mehrere geologische Ereignisse, die den alten tektonischen Bau völlig verwischt und verhüllt haben. Eine Rumpffläche als Resultat terrestrischer Einebnung bildet die Unterlage der Gondwanaserie, und in ansehnlicher Mächtigkeit häuft sich diese darüber auf als sehr flach gelagerte Sandsteintafel. Die Rio São Francisco und ebenso wohl mindestens teilweise der Rio das Velhas (wenn die ihrem Oberlauf entsprechenden Urströme so genannt werden dürfen) mußten sich erst durch diese Sandsteine durchschneiden und taten das in Gesellschaft zahlreicher anderer Flüsse, ohne daß sie damals einen besonderen Vorsprung vor ihren Genossen zu haben brauchten. Nach Durchschneidung der Gondwanasandsteine hatten diejenigen Flüsse die günstigsten Bedingungen, die in die weicheren Gesteine der Bambuhy-Serie gelangten, sie schnitten sich am tiefsten ein und bildeten die breitesten Täler, sie entwickelten sich zu Hauptflüssen. Der Rio das Velhas und der Rio São Francisco bilden also, obwohl sie in alten tektonischen Senken fließen, reine Erosionstäler. Sie haben lediglich die alten Strukturen herausgearbeitet. Besonders klar wird das beim Rio São Francisco. Die Unterlage der Gondwanasandsteine, die er durchschnitten hat, liegt auf beiden Seiten seines Tales in gleicher Höhe über seinem jetzigen Bett (siehe das Profil auf Tafel I). Irgendwelche nennenswerte tektonische Bewegungen, die sein Tal tektonisch bedingen könnten, sind also nicht vorhanden. Es ist ein reines Erosionstal.

Soweit reichen die gesicherten Tatsachen. Geht man nun in der Flußgeschichte noch weiter zurück, so kann man in Erwägung ziehen, ob überhaupt der Oberlauf des Rio São Francisco und Rio das Velhas schon nach Norden entwässerten, als die Sandsteindecke noch geschlossen über diesem Teil von Minas Geraes lag. Der Knick, den der Rio Paranahyba an der Grenze von Goyaz von seiner bisherigen Nordrichtung nach Westen macht, ist sehr auffällig, und bis an diese Stelle macht

der nach Norden gerichtete Teil des Paranahyba eher den Eindruck eines Nebenflusses als den des ursprünglichen Quellflusses. Das kräftig sich einschneidende System des Paracatú scheint den eigentlichen Quellfluß abgezapft und einen ehemaligen Nebenfluß zum Quellfluß gemacht zu haben. Der ursprüngliche Quellfluß würde dann aus Osten gekommen sein genau wie der Rio Grande, er würde der Generalabdachung gefolgt sein solange, bis der Untergrund mehr und mehr angeschnitten wurde und nun von Norden her eine Abzapfung seines Oberlaufes eintrat. Der Oberlauf des Rio das Velhas und Rio São Francisco würden südliche Nebenflüsse dieses ursprünglichen Oberlaufes des Rio Paranahyba gewesen sein, der eigentliche Rio São Francisco hätte seine Quellen weiter nördlich gehabt und seinen jetzigen Oberlauf erst später erobert. Hierzu passen die jetzigen Stromverhältnisse ausgezeichnet. Von Pirapóra aus flußabwärts ist der Rio São Francisco auf eine Strecke von 1400 km schiffbar und hat bis in die Gegend von Joazeiro, wo der Abfall zur Küste beginnt, keinerlei Stromschnellen. Bei Pirapóra selbst liegt eine große Schnelle, und von hier aufwärts folgen sie immer wieder aufeinander. Das Flußbett unterhalb Pirapóra ist also ausgeglichen, während das Flußbett oberhalb einen viel jüngeren, unausgeglichenen Charakter hat. Das Stück oberhalb Pirapóra liegt gerade in dem Raum, den man als Einzugsgebiet des Oberlaufes eines weiter von Osten kommenden Paranahyba in Anspruch nehmen müßte. Alles dies sind Vermutungen, für die ein sicherer Nachweis nicht gebracht werden kann, die aber vielleicht zu einem Studium dieser Dinge anregen können. Auch wenn wir sie vorläufig nicht zu weiteren Schlußfolgerungen verwenden wollen, bleibt nach dem Vorausgegangenen folgende Tatsache: Die Flüsse Südbrasilien folgen der nach Westen gerichteten Abdachung, solange sie in den gleichmäßig abfallenden Sandsteintafeln und im kristallinen Untergrund fließen, die zu einheitlich sind, um die allgemeine Regel zu stören. Wo aber nördlich vom Rio Grande die Gondwanaschichten weitgehend entfernt sind und die in tektonische Schwellen und Senken gegliederte, aus Serien

verschiedener Widerstandsfähigkeit bestehende Unterlage entblößt wird, tritt eine Ablenkung ein, die den alten Strukturen folgt und die Hauptströme in die von Süden nach Norden sich erstreckenden Senken führt. (Man vergleiche Abb. 41.)

Auf eine kleinere auffällige Eigenheit des Rio São Francisco-Laufes sei noch aufmerksam gemacht. Der Oberlauf fließt nach Nord-Nordosten und hat das Bestreben, westlich an Curvello vorbeizugehen und sich etwa bei Corintho schon mit dem Rio das Velhas zu vereinigen. Wir wissen nicht, ob das in der Vorzeit geschehen ist. Jetzt biegt er jedenfalls mit dem Paraopeba vor dem massigen, aus festen Quarziten aufgebauten Hochland der Geraes nach Westen ab. Es ist nun auffällig, wie der Rio São Francisco mehrfach bestrebt ist, eine westliche Richtung einzunehmen entsprechend der leichten Neigung der Geraes-Schichten, aber immer wieder durch die von links kommenden Nebenflüsse, die in der wasserreichen Sandsteinzone entspringen, nach Nordosten umgebogen wird.

Seit Ablagerung der Gondwanaserie haben im zentralen Minas Geraes keine orogenetischen Bewegungen mehr die Schichten zusammengeschoben oder zerstückelt. Vielmehr muß sich der ganze Block der brasilischen Masse aufwärts bewegt haben, wobei es höchstens untergeordnet zu Spezialstörungen kam. Das letzte erkennbare Stadium dieser Aufwärtsbewegung ist wohl das gleiche, mit dem sich auch die Küstenzone herausgehoben hat unter Bildung von Strandterrassen, über welche Vorgänge Studien von BACKHEUSER¹⁾ und vom Verfasser²⁾ vorliegen. Lassen sich nun Beziehungen zwischen dem Einschneiden der Hochlandsflüsse (das durch die Hebung neu belebt werden mußte) und der Heraushebung der brasilischen Masse auffinden? Während der Oberen Kreide war mindestens der westliche Teil von Minas, in welchem Reste der Baurü-

¹⁾ E. BACKHEUSER, A faixa litoranea do Brasil meridional, hoje e ontem. Rio de Janeiro 1918.

²⁾ B. v. FREYBERG, Zerstörung und Sedimentation an der Mangroveküste Brasiliens. „Leopoldina“, Berichte der Kaiserl. Leopoldinischen Deutschen Akademie der Naturforscher zu Halle. Bd. VI (Walther-Festschrift), 1930, S. 69—116.

Serie gefunden wurden, Aufschüttungsgebiet. Ob die hellen Sandsteine dieser Serie von Osten gekommen sind und gleichzeitig die Serra do Espinhaço oder ihr auflagernde jüngere Serien abgetragen wurden, wissen wir nicht. Die Zerschneidung des Hochlandes von Minas muß jedenfalls von einer Landschaft ausgegangen sein, die keine sehr starken Höhenunterschiede aufwies. Wir hatten in einem früheren Kapitel bereits eine Schotterterrasse des Rio das Velhas in der Serra do Anil kennen gelernt, und diese Terrasse liegt 400 m über seinem heutigen Bette. Ihre Beziehungen zu flachen fossilen Tälern der Serra do Cabral werden wir im nächsten Kapitel kennen lernen. Seit dieser 400 m über dem heutigen Bett erfolgten Aufschotterung hat sich der Strom in einem kaum auf einige Zeit unterbrochenen Vorgang um diesen Betrag tiefer gelegt, und wir können eine Hebung des ganzen Blocks um den gleichen Betrag vermuten. Auch aus der Serra do Espinhaço sind Einebnungen bekannt. HARDER und CHAMBERLIN (710) beschrieben mit Canga bedeckte Hochflächen, die fossil sein müssen. In diese Hochflächen sind Täler eingeschnitten, in denen bei Gandarella tertiäre Süßwasserablagerungen liegen (291, 710). HARDER und CHAMBERLIN bemerken ausdrücklich, daß die Täler, in denen das Tertiär liegt, jünger sind als die Cangaplateaus. Auch das Tertiär von Fonseca soll jünger sein als das Cangaplateau, das den Ostrand der Serra da Caraça begleitet. Die Tertiärablagerungen selbst hat H. GORCEIX (291) beschrieben als Sande und Tone mit eingelagerten Lignitflözchen. Wie GORCEIX berichtet, bestimmte MARQUEZ DE SAPORTA das Alter des Tertiärs nach gut erhaltenen Pflanzenresten als Pliozän oder Obermiozän. Eine Bestätigung dieser Bestimmungen muß abgewartet werden. Immerhin darf man nach diesen Angaben annehmen, daß die Zerschneidung der Serra do Espinhaço schon seit der Tertiärzeit erfolgt; daß die Heraushebung in Etappen vor sich geht und die Abtragung zeitweise gewisse Gleichgewichtsstadien erreichte (Herausbildung der Cangaplateaus, Auffüllung der tertiären Süßwasserbecken), deren Produkte aber wieder zerstört wurden (Zerschneidung der Cangaplateaus; Aufschneidung der tertiären Sedimente). Wie sich die Sande am Rio Piracicaba, die LUIZ FLORES DE MORAES REGO als jüngstes Tertiär auffaßt (826).

zu den tertiären Beckensedimenten in Beziehung setzen lassen, bedarf noch der Untersuchung.

Wenn also die Zerschneidung des Hochgebietes von Minas Geraes seit dem Tertiär nachweisbar ist und auf eine Hebung des ganzen Blocks zurückgeführt wird, so erhebt sich die Frage: Tauchen am Rande des Blocks gehobene Küstensedimente auf? Marine Sedimente des Tertiärs und auch der Kreide sind an der Küste weit verbreitet. Soweit sie aber Fossilien führen und somit genau eingegliedert werden können, liegen sie auf der flachen Küstenterrasse, und da wir nicht wissen, in welcher Tiefe sie abgelagert wurden, können sie uns vorläufig über das Ausmaß der Hebung nichts aussagen. Bis zu größeren Meereshöhen erheben sich Sande, die BRANNER (502) als ? Eocän bezeichnet hat, in der Serra dos Aymorés. Zahlen gibt er nicht an, und sein Profil ist nicht zu verwenden, da bei ihm Theophilo Ottoni über 500 m liegt anstatt 318.22. Aber auch genaue Angaben würden uns hier noch wenig nützen, da wir nicht wissen, ob bei der Heraushebung des Blocks einzelne Teile oder Schollen in ungleichem Tempo bewegt wurden. Wir können also nichts weiter sagen, als daß die Aufwärtsbewegung der brasilischen Masse, die zur Herausbildung des heutigen Reliefs führte, vermutlich im Tertiär oder an der Grenze Kreide-Tertiär eingesetzt hat. Die nähere Erforschung dieses Vorganges muß noch erfolgen.

K. Oberflächenformen.

Nachdem wir im vorhergehenden Teil Klarheit darüber gewonnen haben, nach welchen Gesetzen sich die Flußsysteme verteilen, und erkannt haben, daß der tektonische Bau des Untergrundes einen maßgebenden Einfluß darauf ausübt, müssen wir uns nun mit den Oberflächenformen selbst beschäftigen. Nach klimatischer Lage und geologischem Bau lassen sich verschiedene Gebiete unterscheiden, von denen jedes für sich behandelt werden soll.

I. Der Küstenabfall.

Ein lehrreiches Profil von der Küste nach dem Innern legt man von Caravellas aus. Die flache, aus Tertiär und Quartär bestehende Küstenterrasse ist dort mehr als 100 km breit, und dann taucht erst das kristalline Grundgebirge heraus, welches den Küstenabfall Mittelbrasiliens aufbaut. Es ist in ein unregelmäßiges Bergland zerschnitten, und die Flüsse, die dasselbe zersägen, sind noch in voller Erosionstätigkeit. Überall sieht man Klippen und Schwellen, Strudel und Katarakte. Auch die wasserreichen Flüsse, die zur Küste herunterführen, sind aus diesem Grunde nicht schiffbar, und der Rio Doce, Rio Mucury, Rio Jequitinhonha, Rio Pardo sind infolgedessen für Minas als Verkehrswege wertlos¹⁾. Immerhin ist in die-

¹⁾ Bei der Abgeschlossenheit des Staates vom Meer ist das ein empfindlicher Mangel. Einige der Flüsse werden mit Booten befahren, doch ist das wegen der damit verknüpften Schwierigkeiten kein sicherer Handelsweg (man vergleiche die Reisewerke des Prinzen WIED, AVÉ LALLEMANTS u. a.). Die Schiffbarmachung des Rio Doce ist ein altes Problem. Schon V. ESCHWEGE hat es eingehend studiert. 1841 ist der Fluß nach erfolgter Stromregulierung mit einem Dampfboot befahren worden. Doch wurde der Versuch wegen der noch reichlich vorhandenen Schwierigkeiten bald aufgegeben (167).

sem Teil der Abfall zur Küste schon wesentlich flacher als weiter im Süden, wo das Grundgebirge (teils direkt aus dem Meer aufsteigend) rasch größere Höhen erreicht. Im Süden ist deshalb auch die Entstehung der nackten Felskuppen viel stärker ausgeprägt, die man früher auf rein tektonische Ursachen zurückgeführt hat. Wie ich schon an anderer Stelle²⁾ zeigen konnte, sind diese jedoch im wesentlichen ein Werk der Abtragung in Verbindung mit der Hebung der Küste. Die Verwitterung und Ausräumung geht in den durchsetzenden Kluftzonen und wohl auch in den Pegmatitgängen rascher in die Tiefe, und es werden so Felspfiler losgelöst, welche die Verwitterung zu der „Zuckerhut“-Form zurundet. In einzelnen Fällen kann natürlich dann eine Felswand auch mit einer Verwerfung zusammenfallen, aber es ist nicht jeder Felsklotz eine von der Sprunghöhe der Verwerfungen rings begrenzte Scholle, und das mannigfaltige Relief entsteht nicht dadurch, daß in einem solchen Verwerfungsmosaik die einzelnen Felsklötze mehr oder weniger gehoben oder gesenkt sind und nun infolge verschieden hoher oder tiefer Lage die hohen und niedrigen Felskuppeln in buntem Wechsel bilden. — Ganz fehlen jedoch die Granit-Gneiskuppeln am Abfall westlich Caravellas auch nicht. Bei Kilometer 172 der Bahnlinie ist ein besonders schöner Felsberg dieser Art zu sehen, der nach BRANNER (502) aus Quarz-Monzonit besteht. Im allgemeinen ist jedoch das Anstehende durch mächtige rote Verwitterungsrinden verhüllt.

Von dem tieferen Teil der Küstenabdachung unterscheidet sich deutlich der westliche höhergelegene Teil. Reist man von Theophilo Ottoni nach Westen, so gelangt man bald hinter Poté in eine eigentümliche Landschaft. Man erklimmt einen sich etwa 250 m über das Tal erhebenden steilen Hang und steht auf einem Grat, der sich fast eben wie die Firste eines Steildaches hinzieht und beiderseits tief in das Tal abfällt, welches (ebenso wie der Grat) mit Urwald bedeckt ist. Der Weg nach Sete Poses überschreitet drei solche Grate, die sich geradlinig kilometerweit fortsetzen und die eine auffällig gleichmäßige Höhe besitzen (650, 640 und 660 m). Zwischen

²⁾ B. v. FREYBERG, Zerstörung und Sedimentation an der Mangroveküste Brasiliens. Leopoldina VI (Walther Festschrift), 1930. S. 69—116.

ihnen liegen 200—250 m tief eingeschnittene, schluchtartige Täler, und ihr Abstand beträgt in der Luftlinie wenige Kilometer. Hat man gelegentlich einen Ausblick, so reiht sich bis in die Ferne ein solcher Rücken hinter den andern, alle in annähernd gleicher Höhe. Gelegentlich sind ihnen einige über die Gratflur hinausragende Gipfel aufgesetzt. Die Verbindungsfläche der Grate würde eine nur leicht gewellte Hochfläche ergeben, die aber (soweit wenigstens meine Messungen schon einen Schluß gestatten) von der Küste ganz allmählich nach Westen ansteigt. Hinter Sete Poses maß ich nämlich auf den weiter folgenden beiden Graten 670 und 700 m (die letztere Messung wurde zwischen den Tälern von Tamboril [550 m] und Tres Ferros [625 m] angestellt). Immerhin wäre dies ein sehr geringes Ansteigen von etwa 50 m auf eine Luftlinie von rund 30 km. Die Westgrenze dieses Landschaftstypus wird östlich von Setubinha erreicht. Westlich von hier liegt das Gebiet der Chapaden oder der zerschnittenen Chapaden. Die Grenze liegt auf der Wasserscheide zwischen den zur Küste direkt abströmenden und den zum Jequitinhonha nach Nordwesten fließenden Flüssen, sie ist also die Grenze zwischen Küstenabdachung und Hochland. Zwar wenden sich Jequitinhonha-Arassuahy weiter nördlich auch zur Küste, aber hier fließen sie noch küstenparallel und ihr Flußgebiet gehört noch dem Hochland von Minas Geraes an. Diese Grenze ist (abgesehen von den schon erwähnten morphologischen Kennzeichen) auch sonst sehr bemerkenswert. Geologisch grenzen an der von mir überschrittenen Stelle Granit und Gneis (Osten) gegen vorwiegend Glimmerschiefer und Phyllite (Westen). Vom Küstenabfall ist also das Intrusionsgebiet aufgeschnitten, welches im Hochland größtenteils verdeckt ist. Das Klima bedingt die starke Zerschneidung des Küstenabfalls. Denn hier bringen die Seewinde reiche Niederschläge und werden hier auch aufgefangen, so daß das Hochland viel trockener bleibt. Das prägt sich auch in der Pflanzenwelt aus; denn der Küstenabfall trägt den Regenwald, das Hochland den Kamp oder Kampbusch. Die Rückwirkung dieser Grenze auf die menschliche Kultur kann hier nicht erörtert werden.

Noch sind wir am Küstenabfall im Bereich der eigentümlichen Schneiden. Sind schon bei uns in Deutschland in gut erforschten Gebieten die Auffassungen über gewisse Oberflächenformen sehr geteilt, so wird man erst recht in einem so wenig bekannten, nur in einer Reiselinie durchschnittenen Gebiet Vorsicht üben müssen in der Deutung und erst weitere Beobachtungen vor einer Entscheidung abwarten müssen. Daß die geraden Schneiden durch bestimmte Härteeigenschaften einzelner Gesteine bedingt sind, wird hier auch der extremste Vertreter derjenigen morphologischen Richtung ausschalten müssen, die in Reliefformen nur den Ausdruck verschiedener „Widerständigkeit“ (wie das schöne Wort heißt) sieht. Das ganze Gebiet besteht aus Granit-Gneis, und die Bildung horizontaler Linien in der Landschaft ist nicht im Gestein vorgezeichnet. Es bleiben, soweit ich übersehen kann, nur zwei Möglichkeiten zur Diskussion. Entweder kann man vermuten, daß die tischebenen Chapaden, die wir gleich im westlich anschließenden Gebiet kennen lernen werden, ursprünglich weiter nach Osten reichten, und daß die scharfen Schneiden als letzter Rest einer Zerschneidung der Chapade aufzufassen sind. Da wäre allerdings Voraussetzung, daß die Zerschneidung überall gleichzeitig das Stadium der firstartigen Schneide erreicht hat und diese auch dann noch in gleichmäßigem Tempo niedriger legt. Ferner liegt die Chapade bei etwa 1000 m Meereshöhe, die Höhe unserer Firstrücken liegt jedoch 300—350 m niedriger. Wir müßten also eine sprungartige Absenkung des östlichen Teiles oder eine Abbiegung nach Osten (bzw. entsprechende Aufwärtsbewegung nach Westen) annehmen. Bewegungen mit diesem Endeffekt sind zweifellos erfolgt, denn seit dem Tertiär noch hat sich ja die brasilische Masse erheblich aufwärts bewegt, wie die mehrfach erwähnte hohe Lage des Tertiärs in der Serra dos Aymorés deutlich zeigt. Wir wissen aber noch nicht, ob der Küstenabfall treppenförmig abbrach, oder ob der Block sich als Ganzes heraus hob mit einer in der Nähe der Küste liegenden Bruchzone, oder ob eine Aufwölbung mit Schrägabfall der ursprünglichen Oberfläche nach Osten überwog, oder ob alle diese Möglichkeiten sich irgendwie kombiniert haben; mit einem Wort: Wir wissen nichts Sicheres. Hierauf Schlüsse auf die morphologischen

Eigentümlichkeiten aufzubauen, hieße eine Vermutung mit einer zweiten begründen.

Eine weitere Möglichkeit der Erklärung der Schneiden könnte darin gesucht werden, daß man in ihnen eine Art Gipfelflur im Sinne von A. PENCK³⁾ sieht, ein „oberes Denudationsniveau“. Die zugeschärften Firste entstanden dann durch eine Verschneidung der Gehänge als Folge der Wechselwirkung der Aufwärtsbewegung der brasilischen Masse und des Einschneidens der Flüsse. Die Talwände haben in unserem Fall so starke Neigung, und die Zerfurchung geht so tief, daß vielfach das steilste Maß der Böschung, das möglich ist, erreicht zu sein scheint. In unserem Gebiet sind vorläufig keine Tatsachen bekannt, die gegen eine solche Erklärung sprächen. Aber gegen das Prinzip des „Oberen Denudationsniveaus“ sind in den Alpen, auf die es bisher allein Anwendung fand, sehr beachtliche Einwände erhoben worden, so daß wir es auch nicht ohne weiteres auf ein um so viel weniger bekanntes Gebiet übertragen können.

Was wir mit Sicherheit unmittelbar beobachten können, ist die noch im Gang befindliche Zerschneidung. Dabei fällt auf, daß nacktes Gestein fast nirgends ansteht, höchstens in den Talsohlen oder am Schluß der Seitentäler. Die Erosion im eigentlichen Sinne kann also den Felsuntergrund gar nicht angreifen. Auch beobachtet man weder Gehängeschutt noch Gneis- oder Granitstücke im Lehm an den Hängen. Vielmehr ist die Gesamtheit des austehenden Gesteins chemisch zersetzt in eine rote Lehmrinde, in welcher ausschließlich die unzersetzbaren Mineralien, also im wesentlichen Quarz und Glimmer, erhalten geblieben sind. Wie vollzieht sich nun die Rückverlegung der Hänge? Einen gewissen Anteil hat sicher daran das spülende Regenwasser; aber nicht den entscheidenden; denn die dichte Vegetation bildet einen außerordentlichen Schutz. Die Rückverlegung der Hänge erfolgt vielmehr in erster Linie durch Erdbeben. Infolge der starken Niederschläge erreicht die chemische Verwitterungsrinde außerordentliche Mächtigkeit. In der Regenzeit ist sie mit Wasser vollständig getränkt.

³⁾ A. PENCK, Die Gipfelflur der Alpen. Sitzungsbericht der Preuß. Akademie der Wissenschaften. 1919.

und dann kommt eines Tages der Augenblick, in dem sie sich an dem steilen Hang nicht mehr hält, sondern abrutscht und den daraufstehenden Wald mit sich reißt. Kreuz und quer sieht man oft die großen Stämme auf frischen Absturzmassen liegen. Es entsteht ein oberer, fast konkaver Teil des Hanges, unter welchem der Erdrutsch liegt (Abb. 42). Ersterer wird nun allmählich abgesehrt und von der Vegetation wieder erobert, während die abgestürzten Massen unten vom Fluß erodiert werden, falls sie soweit reichen, andernfalls langsam

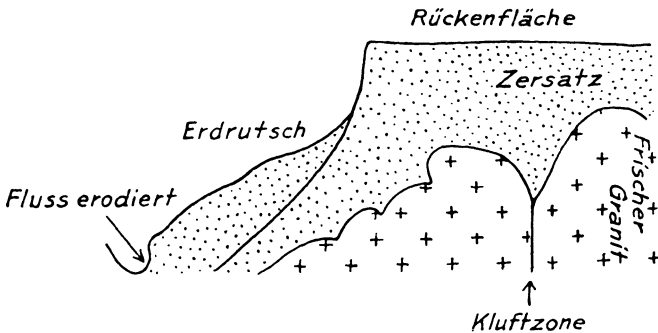


Abb. 42. Rückverlegung der Hänge durch Erdrutsche.

abwärts wandern und schließlich doch weggeräumt werden. Von den nunmehr hier nackten Lehmen kann natürlich der Regen rasch beträchtliche Mengen abspülen. Oft wird ein Wasserlauf durch die Erdrutsche gestaut oder muß seinen Weg verlegen, bis das Hindernis aus dem Wege geräumt ist. Ist die chemische Zersetzung dann weiter eingedrungen, so beginnt der Vorgang von Neuem. So entstehen bald hier, bald da Erdrutsche in allen Dimensionen: Riesige Trichter, die bis 100 m tief schroff abstürzen zum Bach, und andere, die mehr oder weniger hoch am Hang sitzen. Hier wachsen sie zu, dort bilden sie sich neu in ständigem Wechsel, nirgends fehlen sie und leuchten wie rote Wunden aus dem Waldhang. Wir kommen also zu dem schon früher (899) vom Verfasser festgelegten Schluß, daß in diesem Gebiet die Erdrutsche den Hauptfaktor für die Rückwärtsverlegung der Hänge bilden, und daß die Bildung mächtiger kumulativer Verwitterungsrinden die

wichtigste Voraussetzung für das rasche Eindringen der Erosion in die herausgehobene brasilische Masse darstellt. Das fließende Wasser kommt höchstens in der Talsohle zur Erosion, wo sich Schnellen bilden. In der Breite arbeitet es am frischen Gestein aktiv in kaum nennenswerter Weise. Es räumt nur fort, was die chemische Verwitterung vorbereitet hat.

Dieser Erkenntnis möchte ich eine allgemeinere Bedeutung beimessen. Bei den vielen Diskussionen über die Möglichkeit rascher Abtragungsvorgänge auf den Festländern bis zur Bildung von Rumpfflächen ist immer von der Tätigkeit der Flüsse die Rede gewesen, aber nicht von der chemischen Verwitterung. Der Fluß aus eigener Kraft arbeitet am Gestein so langsam, daß sehr große Zeiträume tektonischer Ruhe angenommen werden müssen, um theoretisch die Bildung fluviatiler Rumpfflächen auf diesem Wege abzuleiten. Ganz anders, wenn die chemische Verwitterung hinzutritt! Die Bildung mächtiger kumulativer Verwitterungsrinden gehört zu den wichtigsten Voraussetzungen für die Bildung vieler Rumpfflächen. Der Fluß arbeitet hauptsächlich linienhaft in die Tiefe, und wenn er dies nicht mehr kann, erlahmt seine Kraft. Mögen dann die trennenden Rücken eines Flußsystems hoch oder niedrig sein, ihre Zerstörung und Abtragung zu einer Rumpffläche lediglich durch die 'schleifende Kraft schuttbewegenden Wassers erfordert ungeheure Zeiträume. Die Verwitterung muß zu Hilfe kommen. Im nivalen oder ariden Klima wird die physikalische Verwitterung (Frost- bzw. Insolationssprengung) wichtig sein, im feuchten Klima die chemische Verwitterung. Somit ist die Bildung der Rumpfflächen zum großen Teil ein klimatisches Problem. Besonders günstige Aussichten bieten tropische Gebiete mit reichen Niederschlägen. Die kumulativen Verwitterungsrinden erreichen hier ganz außerordentliche Ausmaße. Mächtigkeiten von 10 und 20 m sind keine Seltenheit. In Morro Velho wurden 155 Fuß festgestellt, ohne daß hier ein extremer Fall vorliegen dürfte. Die oberen Teile der Lehmrinde rutschen ab, wenn sie in der Regenzeit mit Wasser getränkt sind, ohne daß frisches Gestein sichtbar wird. In der Tiefe frißt die Zermürbung weiter. Diese Zersetzung ist in

ihrer Tiefenwirkung unabhängig von einem Gefälle. Sie kann trennende Bergrücken bis in ihren innersten Kern auflösen, ohne daß von außen etwas davon sichtbar wird. So arbeitet sie der Erosion vor, und das Wasser braucht nur die Lehm-partikelchen aufzuheben und fortzuspülen. In (geologisch gesprochen) kurzen Zeiträumen kann ein nicht in rascher Aufwärtsbewegung befindliches Gebiet so tief zersetzt werden, daß die Oberfläche des unzersetzten Gesteins, die man vielleicht das untere Zersatzniveau nennen kann, (in Abhängigkeit vom Grundwasserstand) eine Rumpffläche bildet, von der nur die Lehmrinde entfernt zu werden braucht. Wassergetränkte Lehmriden bewegen sich auch noch bei schwacher Böschung abwärts und werden vom Fluß dann entführt. Mit einem Schlag wird eine solche Fläche aber bloßgelegt, wenn eine Hebungsperiode das Gefälle belebt. Dann wird die Rumpffläche gleichzeitig aufgedeckt und durch die Flüsse linienhaft zerschnitten. Die Bildung von Rumpfflächen unter der maßgebenden Wirkung chemischer Verwitterung vollzog sich bei uns während der Tertiärzeit in ausgedehntem Maße, und unter welchem flachen Böschungswinkel die kumulativen Rinden (unsere Kaolinriden) noch abwärts wanderten, das konnte ich an einem besonders instruktiven Beispiel zeigen⁴⁾. Auch habe ich schon früher mehrfach auf den engen Zusammenhang zwischen unseren tertiären Rumpfflächen und der Entstehung kumulativer Verwitterungsrinden hingewiesen⁵⁾. Ihre Beachtung erscheint mir bei der Diskussion solcher Probleme immer wichtiger. Daß das untere Zersatzniveau keine mathematische Ebene sein kann, ist klar. Wer also Rumpfflächen nach der Libelle mißt, wird sie hier vergeblich suchen.

II. Die Chapaden im Arassuahy-Gebiet.

In der Umgebung von Setubinha erscheint ein neues Bild der Landschaft. Nimmt man den direkten Weg von hier nach

4) B. v. FREYBERG, Die Kaolingrube der „Kaolin-, Ton- und Sandwerke“ nördlich vom Galgenberg bei Halle“ (Saale). Jahrb. d. Hall. Verb., Bd. 5, 1926, S. 72—75.

5) B. v. FREYBERG, Die tertiären Landoberflächen in Thüringen. Fortschritte der Geologie und Paläontologie, H. 6, 1923. Über das tertiäre Landschaftsbild in Thüringen. Beiträge zur Geologie von Thüringen, Bd. III, 1931.

Capellinha. so erreicht man nach etwa einer Stunde die Oberfläche der Serra Palmeira bei etwa 1000 m. Als ein fast völlig ebener und horizontaler Rücken geringer Breite zieht sie sich mehrere Kilometer hin. Auch hier verhüllt tiefer roter Lehm den Untergrund, und der dichte Busch wird so von der Indayá-Palme (*Attalea compta*) durchsetzt, daß diese ihm ein charakteristisches Gepräge gibt. In gleicher Höhe ersteigt man südlich von Setubinha, auf dem Wege zur Aquamaringrube Repedito, eine mit Indayá-Palmen bestandene Hochfläche. Diese ebenen Rücken kann man bereits als abgetrennte Teile der Chapade auffassen, wenn auch das Gelände selbst diesen Namen nicht mehr verdient. Hier im Quellgebiet des Rio Fanado ist die Zerschneidung der Chapade schon weit fortgeschritten. Sie wird begünstigt durch die mächtige chemische Verwitterungsrinde. Die Oberfläche der Plateaureste wird erst merkbar erniedrigt, wenn sie in den Bereich der seitlichen Abtragung gelangen. Und diese erfolgt auch hier in erster Linie durch Erdrutsche. (Abb. 42.) Die eigentliche Chapade setzt erst vor Capellinha ein⁶⁾. Von Osten (Fazenda Santo de Souza) kommend, sieht man schon aus der Ferne die ebene Kante des Plateaurandes, und hat man sie erstiegen (die Oberfläche liegt bei fast 1000 m), so sieht man eine leicht gewellte Hochfläche vor sich, die mit Kampbusch bestanden ist. In dem stark zerschnittenen (weiter östlich liegenden) Teil der Chapade fehlt der eigentliche Kampbusch, aber der Wald ist nicht so üppig wie im Küstenabfall, wo er um so reicher wird, je mehr man sich der Küste nähert.

Die Chapaden bilden ein so auffälliges Landschaftsbild und einen so scharfen Kontrast, daß sie schon frühzeitig den Reisenden aufgefallen sind. Nach v. HELMREICHEN (132) und HARTT (187) dehnen sie sich weiter nach Norden aus und nehmen auch die Fläche zwischen Rio Arassuahy und Rio Jequitinhonha ein. Der Reiseweg des Verfassers ging nach Südwesten. Bis zum Tale des Rio Jequitinhonha, welches bei Mendanha erreicht wurde, läßt sich die Chapade teils in ausgezeichnet erhaltenen Flächen, teils in zerstückeltem Zustand

⁶⁾ Auf der Kartenskizze, Abb. 48, ist auch das Gebiet stark zerschnittener Chapaden mit einbezogen worden, da bei dem Maßstab eine besondere Ausscheidung desselben nicht angängig war.

erkennen. Sie hat nicht überall die gleiche Meereshöhe. Ob das auf primäre Unterschiede oder auf nachträgliche Bewegungen zurückgeführt werden muß, gehört zu den Problemen, die nicht auf einer einzigen Reiseroute geklärt werden können. Die einzelnen Chapadenstücke, die zwischen den größeren Flußläufen liegen, besitzen eine zuweilen modellartig ebene Oberfläche, und dies ist um so beachtenswerter, als es sich nicht um horizontale Schichttafeln oder Schichtstufen handelt, sondern um Glimmerschiefer und Phyllit, deren steil stehende Schieferungsflächen oben quer abgeschnitten sind. Die ebene Oberfläche geht vielfach bis direkt an den Talrand und bricht

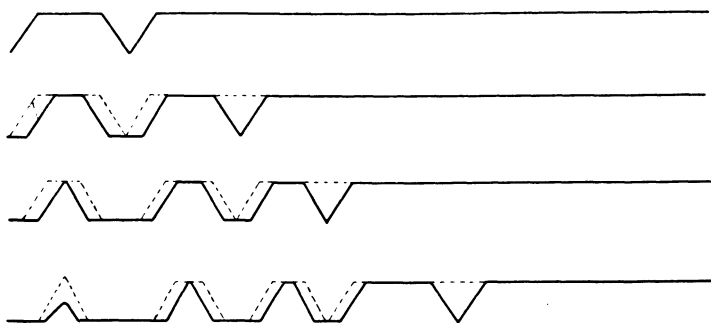


Abb. 43. Die Zerschneidung der Chapade im Schema von vier Stadien.

mit einer steilen, nicht ersteigbaren Kante ab. Dieser Steilabbruch ist auch eine Folge der Erdbeben und verflacht sich erst allmählich. Heute wird die Chapade durch die Flüsse zerschnitten und in einzelne Stücke aufgelöst. Das Zerschneidungsprinzip, das ich früher vom Thüringer Wald beschrieben habe⁷⁾, läßt sich hier in ausgezeichneter Weise erkennen. Die Oberfläche der Chapade wird kaum erniedrigt, solange sie nicht in den Bereich der seitlichen Erosion rückt. Seitlich wird Stück um Stück abgeschnitten, und rückwärts greifen die Täler ein. Wo sie sich dabei begegnen, entstehen erst schmale Wasserscheiden. Manche Chapadenstücke sind nur durch Streifen verbunden, auf denen gerade der Weg zwischen zwei Abgründen entlang führt und in der nächsten Regenzeit durch

⁷⁾ B. v. FREYBERG, Die tertiären Landoberflächen in Thüringen. Fortschritte der Geologie und Paläontologie, Heft 6, 1923.

einen Erdrutsch zerschnitten werden kann. Erst wenn sich die seitliche Abtragung von zwei Richtungen her begegnet, beginnt die rasche Erniedrigung. So werden Tafelberge abgetrennt, die auch wieder die ursprüngliche Höhe behalten, bis sie, von allen Seiten angegriffen, zum Kegelberg werden und nun rasch an Höhe verlieren. Abb. 43 zeigt in schematischer Weise diese Vorgänge, durch welche die Chapade mehr und mehr in ein kuppiges Waldland aufgelöst wird. Auf der Chapade und ihren Hängen bietet auch die dürftige Kampvegetation einigen Schutz und verlangsamt diesen Vorgang. Wo aber der Mensch in der Nähe der Siedlungen die Pflanzendecke vernichtet hat, geht die Zerstörung des Untergrundes sehr viel rascher, nach Wolkenbrüchen oft katastrophenartig vor sich. An Siedlungen (z. B. Capellinha) ist die Zahl der Wasserrisse, welche die mächtige rote Zersatzrinde durchfurchen, besonders groß und rückt dicht an die Häuser heran, die unmittelbar in Gefahr geraten. An der Bildung dieser Risse hat der Umstand wesentlichen Anteil, daß in ihrem Grunde oft Quellen entspringen, die auch in der Trockenzeit fließen.

Im äußersten Südwesten, von Rio Preto bis Mendanha, greift die Chapade auch über Quarzite der Minas- oder Itacolomy-Serie hinweg, auf denen der Kampbusch noch dürftiger wird.

III. Zerschnittene Hochlandsflächen.

Wer von irgendeiner Seite die Serra von Diamantina oder die Serra do Cabral ersteigt, ist nach dem steilen und mühevollen Anstieg überrascht, daß er sich auf einem Hochland und nicht in einem zerrissenen Gebirge befindet. Freilich ist dieses Hochland keine Hochebene, die Erosion der allseitig in die Tiefländer abströmenden Flüsse hat sich überall mehr oder weniger geltend gemacht. Aber an vielen Stellen sieht man noch Reste einer alten Flachlandschaft. Man überblickt dann weite trockene Ebenheiten, mit dünnem Gras bestanden, zwischen dem genügsame Bromeliaceen und die weißen Blütenköpfchen von *Eriocaula* sp. herausragen. Diese Reste der ehemaligen flachen Landschaft werden durch junge Täler zerschnitten, sie müssen also fossil sein und bilden einen scharfen Kontrast zu den rezenten Tälern. Einer früheren Landschaft

gehören aber auch fossile Täler an, die heute noch in Resten erhalten sind. Reist man in einem der jungen Täler aufwärts, so bleibt man ständig im Bereich lebhafter Erosion. Der Fluß springt über Felsen und Schnellen, frißt und strudelt, und seitlich steigen Felslandschaften auf. Dann gelangt man nach Erreichen der Gebirgshöhe in ein Gebiet, in welchem der sich einkerbende Fluß seitlich von flachen Terrassen begrenzt wird, die sich bald zusammenschließen und einen ebenen Talboden bilden, in welchem der Fluß entspringt. Der Talboden kann somit nicht vom heutigen Fluß geschaffen sein, und dagegen spricht auch seine Form und sein Gefälle. Kilometerbreit oft, und entsprechend lang dehnen sich diese flachen Hochtäler mit ebenem Boden hin, Seitentäler gleicher Beschaffenheit münden ein, aber sie sind erstarrt. In ihnen fließt nur dort Wasser, wo sich die jungen Flüsse in sie hineinschneiden. Ihr Boden ist aufgeschütteter Sand, in welchem sich das Wasser der Regenzeit aufspeichert, so daß sie vielfach noch in der Trockenzeit sumpfig sind (Brejos) und die Flüsse in ihnen entspringen. Wenn die sich einschneidende Erosion sie beseitigt hat, wird das Gebiet noch trockner werden. Auf der ziemlich horizontal aufgeschütteten Sandfläche wächst eine einzige Grasflur, so daß sich große ebene Wiesen in das Landschaftsbild einschalten. Folgt man einem Fluß im Brejo bis zur Quelle aufwärts, so gelangt man schließlich in den Teil des Brejos, in welchem kein Wasser mehr fließt und der sich lang hinziehen kann. Manchmal gelangt man so an den alten Talschluß. Gelegentlich aber erreicht man auch einen neuen Fluß, der im gleichen Brejo entspringt, aber nach einer anderen Richtung fließt. Die fossilen Hochtäler bilden also oft Talwasserscheiden. Sie sind von den jungen Flüssen an verschiedenen Stellen und von verschiedenen Richtungen her angeschnitten worden, so daß man, wenn man ihnen folgt, unmerklich von einem Flußgebiet in ein anderes gelangen kann.

Das Gebirge von Diamantina (die Serra Mineira) erhebt sich sehr beträchtlich über seine Umgebung. Der Rio das Velhas liegt wenig über 500 m, Diamantina selbst bei 1200, die alte Hochfläche bei rund 1400 m. (Einen Ausschnitt aus dieser

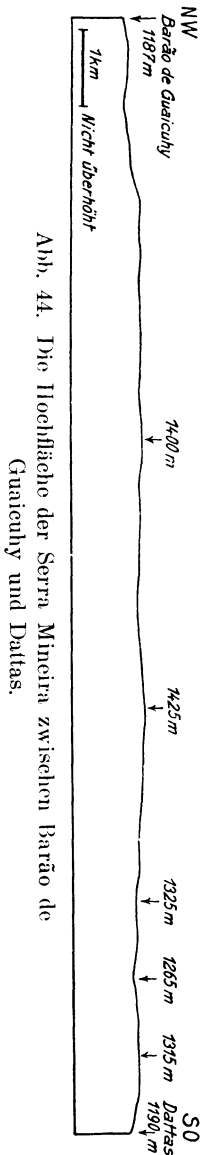


Abb. 44. Die Hochfläche der Serra Mineira zwischen Barrão de Guatembú und Dattas.

Fläche zeigt als Beispiel Abb. 44.) Die Flüsse haben also auf ziemlich kurze Strecke hin ein beträchtliches Gefälle zu überwinden. Dies Gefälle verteilt sich aber sehr ungleichmäßig. In den fossilen Hochtälern fehlt es so gut wie ganz. Wo diese Täler vom jungen Fluß zerschnitten werden, ist es sehr unausgeglichen und reich an Schnellen, aber es bleibt immerhin noch ein breites Tal erhalten, das sich viele Kilometer lang bis an den Gebirgsrand selbst erstreckt. Erst hier am Gebirgsrand bricht es schroff ab. Wilde Schluchten reißen sich ein, in die der Fluß in einer einzigen Folge von Kaskaden hinabstürzt, große Wasserfälle bilden sich, so z. B. die großartigen Fälle des Paraúna, wo der Fluß über eine 70 m hohe Felswand aus Quarzit herabstürzt. Das Querprofil und Längsprofil der Flüsse (Abb. 45) zeigt uns, daß der Gebirgsrand in seiner heutigen Form recht jung sein muß. Die Flüsse haben erst begonnen, sich in das Gebirge hineinzufressen, und haben eigentlich erst den Rand eingekerbt, vielfach stürzen sie noch über diesen selbst hinab. Sie haben noch nicht ein überall selbständiges Talsystem erzeugt, sondern sie sind noch im Begriff, das fossile Talsystem zu erobern und zu verändern, und sie schneiden sich in dieses Talsystem ein, von welchem Stück um Stück verschwindet.

Die Serra Mineira baut sich vorwiegend aus weißen Quarziten der Itacolomy-Serie auf, unter denen verschiedene Gesteine der Minas-Serie zum Vorschein kommen. Aus den gleichen Quarziten besteht die Serra do Cabral, die sich nicht ganz so hoch erhebt wie die Serra Mineira, aber doch an der vom

Verfasser überschrittenen Linie bei 1100—1200 m liegt. Hier sind die flachen Hochtäler noch besser erhalten als in der Serra Mineira. Waren sie bei Diamantina durch die junge

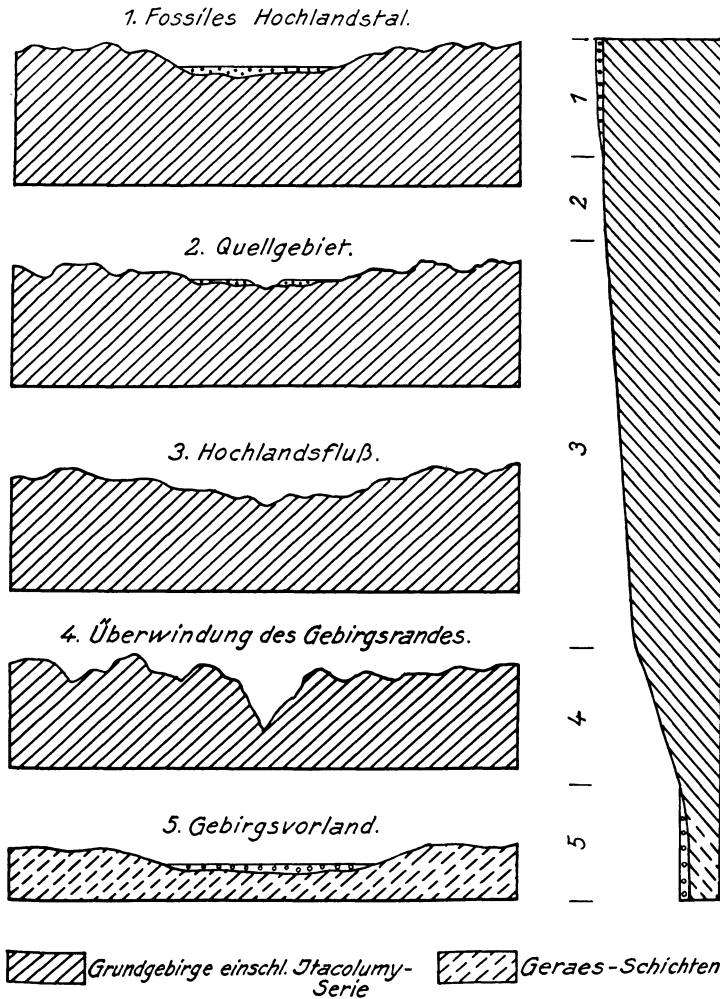


Abb. 45. Schematische Darstellung eines Flußlaufes der Serra Mineira.

Zerschneidung vielfach schon entwässert, so sind sie hier durchweg noch sumpfig (Brejos, Veredas), was schon an den schönen Beständen der Buritipalme (*Mauritia vinifera*) deutlich wird, die nur im Sumpfboden gedeiht. Die Oberfläche der



Abb. 46. Brejos in der Serra do Cabral.

Serra do Cabral, wo sie vom Verfasser gequert worden ist, wurde auch von einem Hochland gebildet, in welches zahllose flache sumpfige Täler dieser Art eingeschnitten waren. Die Wasserscheiden zwischen den Tälern waren Quarzitfelsgebiete, nicht sehr hoch, aber infolge der zahllosen Spalten und reichlichen Blockbildung nur an wenigen Stellen passierbar. Hochflächenreste wurden hier nicht beobachtet. Eine schematische Darstellung dieser Verhältnisse zeigt Abb. 46. Diese Täler gehören also in eine Periode geringer Erosion und weithin flacherer Geländeformen. Zwischen den bei 1000—1100 m liegenden flachen Talböden bestanden nur noch die sich etwa 100 m im Durchschnitt erhebenden Felsrücken. Daß die Täler fossil sind, zeigen auch hier die Talwasserscheiden, die in ihnen liegen. Die Böden der alten Täler sind auch hier mit Sand zugeschüttet. Daß einst in ihnen beträchtliche Wasserläufe flossen, zeigt das Vorkommen ausgezeichnet abgerollter Bergkristalle in manchen Lagern. Der Bergkristall setzt in Gängen durch den Quarzit und ist allein zur Bildung von Geröllen geeignet, da der Quarzit vor der Umlagerung zermürbt und in Sand zerfällt. Sand ist deshalb auch das hauptsächlichste Material, welches den Boden der Brejos füllt. In der Regenzeit sind sie unpassierbar, weil im Schwimmsand alles versinkt. Auch in der Trockenzeit gilt das für viele Teile, in welchen sich schwarzes Moorwasser hält und Wasserlachen bilden. Diese schwarzen Wässer erzeugen natürlich Bleichsande. Da das Gestein des Gebirges von vornherein ein praktisch eisenfreier weißer Quarzit ist, kommt es wohl selten zur Bildung eines Eisenortsteins. Eine Aufgrabung in einem oberflächlich trockenen Brejo ergab bis zum Grund-

wasser (tiefer war das Graben nicht möglich) folgendes Profil: 0.5—0.7 m im feuchten Zustand schwarzer, sonst grauer humoser Sand;

1.5 m schneeweißer, von Rostfahnen durchzogener toniger Feinsand.

Hier fehlte oben Torf, der sonst nicht selten ist. In der Serra Mineira (bei Dattas) konnten bis $\frac{1}{2}$ m mächtige Torflagen beobachtet werden, die durch die junge Zerschneidung der Landschaft bereits völlig trocken gelegt waren.

Der südöstliche und westliche Rand der Serra do Cabral fällt fast mit den aufgerichteten Schichtflächen zusammen und bricht ebenso steil ab wie in der Serra Mineira. Auch hier haben die Flüsse, die das Gebirge verlassen, noch in keiner Weise den Gefällsturz ausgeglichen. In den Brejos, die im Oberlauf gar nicht, dann aber in der Mitte des Querprofils zerschnitten sind, verlaufen die Wasserläufe bis an den Rand der Serra und stürzen in wild eingerissenen Schluchten mehrere 100 m tief in das Vorland hinab. Manche Flüsse fallen noch direkt über den Gebirgsrand, wie man östlich Lassance sieht. Kommt man von Westen, so sind diese in der Sonne weithin blitzenden senkrecht abstürzenden Silberfäden das erste, was man von der Serra do Cabral erblickt, sobald man vom Hochland der Geraes den ersten Blick dorthin frei bekommt. Also auch hier ist der Gebirgsrand in seiner heutigen morphologischen Form ein ganz junges Erzeugnis, der Höhenunterschied zwischen dem Rio das Velhas und der Serra do Cabral ist in geologisch jüngerer Zeit geschaffen und die das Gebirge verlassenden Flüsse fangen gerade an, diesen Höhenunterschied auszugleichen. Sie haben erst den Gebirgsrand eingekerbt, und im Gebirge folgen sie den alten sumpfigen Tälern mit geringem Gefälle, die durch die junge Erosion noch wenig angeschnitten worden sind.

Am Westrand der Serra do Cabral beobachtete ich Brejos, die direkt bis an den Gebirgsrand reichten und vor denen in enger, unpassierbarer Schlucht der Fluß hinabbraust. Hier gehen die alten Täler am Gebirgsrand in die Luft und sind in ihrem weiteren Verlauf abgeschnitten. Welchem früheren Flußsystem gehörten sie an? Ist das Vorland nach Bildung der hochliegenden Flachtäler tektonisch abgesunken, oder ist es einfach ausgeräumt? In diesem Zusammenhang gewinnt die hochliegende Terrasse, die früher von der Serra do Anil nördlich von Lassance beschrieben worden ist (man vergleiche

die Übersichtskarte (Tafel I), besondere Bedeutung. Diese aus großen Geröllen aufgeschüttete, völlig horizontale Terrasse liegt 910 m hoch und gehört einem Stromsystem an, welches 400 m höher lag als das heutige Bett des Rio das Velhas. Auch die am Gebirgsrand frei mündenden Brejos gehören einem um mehrere 100 m höher liegenden, fossilen Talsystem an. Das fossile Hochtal bei Guará lag etwa 1000 m hoch. Wenn alle alten Täler nicht gleiches Alter haben und die heutigen Brejos die Nebenflüsse des bei 910 m liegenden Haupttales waren^{*)}, so kann doch zwischen beiden kein großer Zeitunterschied liegen. Die hochliegende Terrasse kann, wenn ein Zeitunterschied besteht, nur wenig jünger sein als das in den Brejos vorliegende Talsystem, und in diesem Fall würde ihre Aufschüttung ziemlich unter die erste Erosionsperiode fallen, die das Talsystem der alten Brejos neu belebte. Auch diese bei 910 m liegende Terrasse entstand in einer Landschaft, die noch bei weitem nicht die starken Reliefformen besaß wie heute. Das breite und tiefe Tal des Rio das Velhas von heute bestand noch nicht. Es war noch bis zur Oberfläche der Serra do Anil, also 400 m hoch zugefüllt, damit bestand auch der Gebirgsrand nur als schwache Schwelle, denn zwischen 900 und 1000 m liegt etwa die Kante, von der aus der heutige Gebirgsrand schroff abbricht. Da nun die Terrasse auf der Serra do Anil noch völlig horizontal liegt und da auch die alten Hochtäler auf der Serra do Cabral ein durchaus normales Gefälle besitzen, können seit jener Zeit keine tektonischen Bewegungen stattgefunden haben, die die Randflexur des Gebirges aufbogen. Vielmehr ist die Randflexur älter, und die alte, hochliegende Flachlandschaft ging über sie hinweg. Daraus folgt, daß das heutige Tal des Rio das Velhas lediglich ein Ausräumungstal ist, und daß der Gebirgsrand, wie er jetzt besteht, lediglich eine Grenze darstellt, an welcher der Ausräumung Halt geboten wurde. Diese Grenze wird gebildet durch die Fläche zwischen Itacolumy-

^{*)} Ob die Brejos als die alten Quelltäler des Ur-Paranahyba in Frage kommen, kann nach unserer jetzigen Kenntnis noch in keiner Weise diskutiert werden.

Serie und Geraes-Schichten, und diese Formationsgrenze ist an der Serra Mineira und Serra do Cabral aufgedeckt, vielfach sind die Geraes-Schichten förmlich abgeschält worden (man vergleiche das durch den Gebirgsrand gehende Profil auf Tafel I). Es waren also nicht orogenetische Bewegungen, die den Gebirgsrand direkt schufen, sondern die Flexur wurde durch längst verklungene orogenetische Bewegungen gebildet, ohne zur Zeit der Flachlandschaft in nennenswerter Weise sichtbar zu sein. Der junge Erosionsvorgang glitt dann an der Widerstandsgrenze abwärts und schälte so den durch die (jetzt längst ruhende) orogenetische Bewegung geschaffenen Effekt in einer Weise heraus, daß er nun auch im Landschaftsbild maßgebend erscheint. Der junge Erosionsvorgang kann aber in der Hauptsache nur durch epirogenetische Bewegungen ausgelöst sein, durch die Heraushebung der brasilischen Masse als Ganzes. Wir erkennen also, daß vor Beginn der jungen Erosion ein ziemlich schwach modelliertes Relief vorlag, in welchem der innere Bau des Gebietes (als Folge älterer orogenetischer Bewegungen) nur sehr mangelhaft zum Ausdruck kam. Die Neubelebung der Erosion infolge epirogenetischer Aufwärtsbewegung zertalte das Gebiet sehr stark, wobei das Relief sich absolut an die Schichtflächen größeren Widerstandes hält und, da diese schräg stehen, den Effekt der alten Tektonik offenbart, ohne daß diese noch aktiven Anteil daran nimmt. Es ist also unrichtig, wenn MAULL (924, S. 320) schreibt: „Es steht mir darum außer Zweifel, daß ein wesentlicher Teil dieser höheren Bergländer tektonisch aus dem allgemeinen Rumpf von Minas herausgehoben ist.“ Diese Auffassung ist vielmehr durch die vorausgegangenen Erörterungen widerlegt. Auffällig ist in diesem Zusammenhang, daß die ebene Auflagerungsfläche der Gondwana-Schichten, die im östlichen Teil der Geraes leicht aufbiegt, in der Verlängerung ziemlich genau auf die Kante der Serra do Cabral trifft (Profil auf Tafel I)⁹⁾.

⁹⁾ Ein ungeklärtes Problem ist noch die Frage, ob die alte

Wie ausgezeichnet der formende Widerstand des Itacolumy-Quarzites sich ausprägt, sieht man gerade bei Lassance. Nördlich Lassance biegt der Rio das Velhas plötzlich stark in westlicher Richtung ab. Das Gleiche tut die Grenze der Itacolumy-Serie. Nördlich von meinem Reiseweg (man erkennt die Gesteinsgrenzen weithin in dem vegetationslosen Gebiet) schwenkt dieselbe nach Nordwesten zur Serra do Anil hin, deren östlicher Teil schon aus Itacolumy-Serie besteht. Es liegt also hier ein nach Westen gerichteter sattelartiger Vorsprung des Gebirgsrandes vor, der die Serra do Anil erzeugt hat und der wohl auch den Rio das Velhas zu seinem Ausbiegen veranlaßt hat. Ihm verdankt man dann auch die Erhaltung des Terrassenstumpfes der Serra do Anil.

Somit erweist sich der Quarzit der Itacolumy-Serie als widerstandsfähiger. Es ist aber wohl nicht die größere mechanische Widerstandsfähigkeit des Gesteins, sondern in erster Linie sein Widerstand gegen die chemische Verwitterung. Er besteht vielfach aus fast chemisch reiner Kieselsäure, immer ist er ein Quarzit fast ohne fremde Beimengungen. Er besitzt zwar immer eine äußere Zermürbungszone, aber die ist nicht im Entferntesten zu vergleichen mit der tiefgründigen chemischen Zersatzrinde, die über den Tonschiefern oder tonreichen oder sehr feinkörnigen Quarziten der Geraes-Schichten üblich ist. Der Zersatz geht bei diesen in die Tiefe und arbeitet der Erosion voraus, und wo die Zersetzung intensiver ist, folgt die Abtragung rascher nach. So bieten die Geraes-Schichten mit ihren mächtigen Verwitterungsrinden die beste Aussicht und die günstigsten Vorbedingungen zur Eintiefung, und ihr Gebiet wird bei einer Neubelebung der Erosion stets der benachbarten Itacolumy-Serie vorausziehen. Und noch ein wichtiger Faktor ist zu bedenken. Der Itacolumy-Quarzit ist immer außerordentlich stark zerklüftet, und das Wasser versickert in extrem starker Weise in seinem Gebiet. Es hat also weniger Gelegenheit zum Abspülen und Abtransport, besonders wenn man die Geraes-Schichten daneben stellt.

Gebirgshoehfläche etwa mit der im vorigen Abschnitt geschilderten Chapade gleichaltrig ist und am Rio Jequitinhonha bei Mendanha eine Verwerfung durchschneidet. Ich lasse sie völlig offen, da uns noch zu wenig darüber bekannt ist.

die viel weniger durchlässig sind, und von denen die kumulativen Verwitterungsrinden ständig abgetragen werden können. Alle diese Gründe wirken zusammen, um bei rascher Eintiefung die Massive des Itacolumy-Quarzites aus ihrer Hülle der Geraes-Schichten herauszuschälen und zu Gebirgen zu machen.

Kehren wir zurück zu den Gebirgshochländern selbst. Die allgemeinen großen Züge des Reliefs sind im vorstehenden geklärt worden. Auch innerhalb der Gebirge hat die junge Erosion Reliefunterschiede erzeugt, die vom Gestein abhängig sind. Unter der Itacolumy-Serie kommt ja in der Serra Mineira vielfach die Minas-Serie zum Vorschein, und außer den Quarziten trifft man deshalb insbesondere in der Serra Mineira auch tonig-schiefrige Gesteine, die sich durch weiche Formen

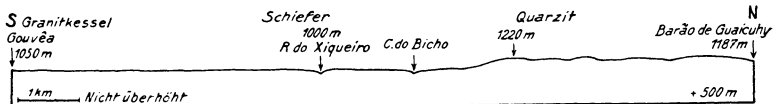


Abb. 47. Talkessel im Granit und Schiefer, umrahmt von Quarzithöhen, bei Gouvêa.

auszeichnen. An einigen Stellen sind engbegrenzte Granitvorkommen angeschnitten. Dieses Gestein, chemisch besonders angreifbar und auch physikalisch leicht zu Grus verwitternd, bedingt bei Gouvêa eine kesselförmige Vertiefung (Abb. 47), die auch das angrenzende Schiefergebiet z. T. miterfaßt. Felsgebiete sind hingegen immer die Quarzite. In unerschöpflicher Mannigfaltigkeit bilden sie Felsklötze, Wände und Mauern, und die Gipfel werden gekrönt von Zinnen, Türmen und Bastionen, Blockmassen liegen an den Hängen, größtenteils nackt, nur teilweise von Krüppelbüschen durchsetzt. Wo sich die Täler tief einschneiden, also am Rande der Gebirge, bilden sich Formen von einer Schroffheit, die fast Hochgebirgscharakter besitzen. Die Zerteilung der Felsmassive nach der Vertikalen wird erleichtert durch eine intensive Zerklüftung, die den größten Teil des Gebirges ergriffen hat und sehr steil steht. Sie hat den Quarzitmassiven eine bankig-plattige Struktur aufgeprägt, die oft viel deutlicher ist als die Schichtung, und ist mit dieser anscheinend bisher meist verwechselt wor-

den, wo von einer intensiven Faltung der Itacolumy-Serie die Rede ist. Durch die Schwächelinien mancher Schichtfugen und die der Zerklüftung, an denen die Verwitterung angreift, werden die Felswände vielfach in Quadern zerlegt, und alle Kleinformen des Reliefs, die sich hieraus ergeben, sind zu finden. Besonders in den Sattelachsen sind die Quarzite in kubische Felsmassen zerklüftet, und gerade hier kommt es zur Bildung von Pfeilern und Felstischen. Wo aber die Schichtfugen sehr stark zurücktreten, bestehen manche Gebiete ganz aus schräg stehenden Felsplatten, entsprechend den Kluftsystemen, die das Gestein zerschneiden. Haben wir zwei Kluftsysteme in vertikaler Stellung, so werden unzählige enganeinander stehende Felsnadeln oder Felspfeiler herauspräpariert, die ganze Bergkuppen überziehen. Alle hier geschilderten Kleinformen können sich in der mannigfaltigsten Weise kombinieren und ablösen, und so entsteht das vielseitige und wild zerrissene Felsgebiet, welches das Gebirge in gleicher Weise reizvoll und unwirtlich macht. Zu den Kleinstformen muß schließlich noch die wabenartige Verwitterung der Felswände gerechnet werden, die eine löchrige Oberfläche erzeugt, besonders wenn die Schichtung quer durchgeschnitten ist. Diese aus allen Teilen der Erde oft beschriebene Erscheinung ist außerordentlich gewöhnlich. Wenn in der Literatur (857) vermerkt ist, daß nach Conselheiro Matta der Sandstein konglomeratisch wird, wie man an seiner löchrigen Struktur sieht, so liegt da wohl eine Verwechslung mit dieser Verwitterungsform vor. Konglomeratische Sandsteine kommen zwar vor, sind aber erstens seltener und wurden auch nirgends in einem Zustand der Verwitterung gefunden, daß durch Herauslösung der Gerölle eine löchrige Struktur entstand. Hingegen sieht man überall löchrige Oberflächen infolge wabenartiger Verwitterung des gewöhnlichen geröllfreien Quarzits. Eine gute Beschreibung und gute Abbildungen der Kleinformen findet man bei O. MAULL (924).

Auf der morphologischen Skizze habe ich provisorisch zu den in diesem Kapitel geschilderten Formen auch den Gebirgszug gezählt, der als Serra do Gavião, Serra do Ambrosio, Serra da Penha und Serra Negra bis in die Nähe von Capelinha zieht und größtenteils aus Quarzit besteht. Ich bin nur

vor seinem nördlichen schroffen Abhang entlang gereist. Man sieht an der Serra da Penha deutlich, daß einem der steile Felsrand verbogener und schräg gestellter Schollen zugekehrt ist, die nach Süden zu fallen scheinen. Was als zackiges Profil erscheint, ist die Oberkante des Steilrandes. Herr MARSCHNER, damals in Itamarandyba ansässig, hat mir versichert, daß die Oberfläche eben und mit Gras bedeckt ist. Die Serra Negra ist nach Herrn MARSCHNERS Messung 1450 m hoch, also auffälligerweise etwa so hoch wie das Hochland bei Diamantina. Über dieses Niveau ragt bei Diamantina der Itambé (1962 m) beträchtlich heraus. Die Gründe dafür sind noch unbekannt, ich habe den Gipfel nicht besucht.

IV. Schichtkopfreliëf der Minas-Serie.

Im Gegensatz zur Itacolumy-Serie ist die Minas-Serie in stärkere Falten gelegt und zerbrochen, und ihre Schichttafeln sind fast durchweg unter beträchtlichem Winkel schräg gestellt. Da nun Gesteine sehr verschiedener Widerstandsfähigkeit miteinander wechsellagern, kann die Erosion die harten Bänke leicht herauspräparieren, und sie ragen dann als Schichtköpfe stärker hervor. Die Bezeichnung „Schichtrippenlandschaft“ darf man wohl nicht anwenden, da auch die weichen Gesteine stark zertalt sind und somit die harten Ausbisse keine Rippen zwischen Flachlandschaften bilden. Den Ausdruck Schichtstufenlandschaft möchte ich gleichfalls vermeiden, weil die wenig geneigten Schichttafeln Süddeutschlands, die uns dabei vorschweben, einen ganz anderen Landschaftscharakter besitzen. Ich möchte diesen Typus Schichtkopfreliëf nennen. Die Oberfläche ist dabei aus lauter Schichtköpfen schrägsteher Tafeln oder gewölbter Falten gebildet. Jeder Schichtkopf erzeugt, den Eigenschaften des Gesteins entsprechend, eine individuelle Oberflächenform, an der schon von Ferne die Struktur der Gebirgsteile zu erkennen ist. Es herrscht die einschneidende Erosion vor, so daß die formende Eigenschaft der verschiedenen Gesteine ungehemmt zur Geltung kommt. Die harten Kanten sind also nicht austreichende Härtinge als Überbleibsel in mehr oder weniger eingeebneten Gebieten, sondern alles ist zertalt, und die festen Bänke sind weniger rasch tiefergelegt. Diese Beschreibung zeigt schon, daß das

Relief, wie es die Karte von MAULL (924. S. 195) zum Ausdruck bringt, in keiner Weise den Tatsachen entspricht.

Die Gesteine der Minas-Serie, die reliefbildend in Frage kommen, sind Schiefer, Quarzite und Eisenerze. Die Schiefer bilden weiche Formen, konvex-gerundete Bergländer, die aber auch tief zertalt sein können. Wo der Schiefer beträchtliche Mächtigkeit erreicht, können gewaltige Bergländer erzeugt werden, so östlich von Bello Horizonte oder zwischen Burnier und Ouro Preto. Die Talrisse zwischen den gerundeten Kuppen sind oft scharf eingekerbt, auch zerschneiden Wasserrisse gelegentlich die leicht gewölbte Oberfläche. Die Schiefergebiete sind meist mit Gras oder lichtem Gebüsch bedeckt, so daß die kleinen Formen des Reliefs gut zum Ausdruck kommen. Doch ist dies meist nicht der primäre Zustand, sondern eine Folge der Entwaldung. Wo genügend Regen fällt und der Mensch wenig eingegriffen hat, trägt gerade der Schiefer den Wald. Innerhalb der Minas-Serie ist überhaupt der Schiefer der einzige Waldgrund, weil nur er mächtige Verwitterungsrinden erzeugt. Diese erreichen vielfach außerordentliche Stärke. Infolgedessen ist dieses Gestein besonders zur Abtragung geeignet, und es wird überragt von den Felsgebieten der Quarzite und Eisenerze, die als scharfe Schichtköpfe herauspräpariert werden. So bilden diese beiden Gesteine langhingestreckte Ketten, die als Serren bezeichnet werden und oft stark zugespitzte Firstkanten besitzen. Ausgezeichnete Beispiele dafür sind die Serra da Moeda, die (stückweise mit verschiedenen Lokalnamen belegt) sich von Salto bei Camapuam nach Norden, nach der Serra do Curral erstreckt, und die Serra do Curral selbst. Da die Stirnränder der Schichttafeln steil abfallen, hat man in ihnen gern Bruchlinien gesehen. Das ist sicher nur stellenweise zutreffend. Vor der Serra do Curral liegt z. B. keine Verwerfung, vielmehr fallen alle Schichten gleichmäßig übereinander nach Süden und der Steilrand ist ein reiner Erosionsrand¹⁰⁾. Wenn hier Bruchlinien größeren Ausmaßes vorlägen, so wären sie weiter nördlich zu suchen, nicht an den morphologischen Grenzen. Das

¹⁰⁾ Verwerfungen kleinen Ausmaßes sind da, wie die von mir selbst (855) veröffentlichte Verwerfung von Acaba Mundo bei Bello Horizonte, die aber nur lokale Bedeutung hat.

Relief ist lediglich eine Folge der Erosion. Auch wo stellenweise Stufen mit Verwerfungen zusammenfallen, ist diese Stufe nicht eine direkte Folge der Verschiebung, sondern eine indirekte: das weichere Gestein des einen Flügels ist leichter und schneller ausgeräumt, das harte Gestein wurde herausgeschält. So komme ich auch hier zu dem Ergebnis, daß orogenetische Bewegungen an der Schaffung des Reliefs nur indirekt beteiligt sind. Die orogenetischen Bewegungen ruhten längst, als die Abtragung begann, die zu den heutigen Oberflächenformen führte. Durch die epirogenetische Heraushebung der brasilianischen Masse wurde die Erosion lebhaft, rasch wurden die leicht auszuräumenden Gesteine tiefergelegt, die festeren blieben zurück, und so spiegelt das heutige Relief den alten durch die Orogenese geschaffenen Bau wieder. Die Herausarbeitung der Höhenunterschiede ist aber lediglich ein Werk der Erosion.

Einen guten Einblick in die Härteverhältnisse der Gesteine bietet das Querprofil von Ouro Preto (Abb. 4). Hier sind vorwiegend Quarzite Felsbildner, die den hohen Kamm der Serra nördlich von Ouro Preto bilden mit dem tiefen Absturz zum Quellgebiet des Rio das Velhas. Die Itabirit-Stufe ist künstlich erzeugt, weil dieses hier sehr mürbe und quarzreiche Gestein zur Goldgewinnung abgespült wurde. Massige Eisenerze als Felsbildner fehlen in diesem Profil. Sie sind aber sehr gut ausgebildet an vielen der bekannten großen Eisenerzlagertstätten. So ragt eine Erzrippe sehr steil heraus am Pico de Itabira do Campo, die im Querschnitt gesehen wie ein Finger sich aufstreckt, von der Längsseite (also mit dem Blick auf das Streichen) aber eine langgestreckte hochragende Erzmauer bildet. In ähnlich kontrastreicher Weise sind die Erzkörper Caué und Conceição bei Itabira do Matto Dentro, der Morro Agudo und andere aus dem Nebengestein herausgeschält.

Einen wichtigen Faktor in der Morphologie der Eisenerzgebiete bildet die Canga, deren geologisches Auftreten bereits oben behandelt wurde. Die mürberen Teile der „Itabirit-Erze“ neigen sehr zur Schuttbildung und ihre Hänge sind mit Eisenerzschutt bedeckt, der durch die zirkulierenden eisenreichen Lösungen verkittet und festgehalten wird. So entstehen glatte Kappen, die den Ausbiß der Schichten verhüllen und die auch die stufenbildenden Härteunterschiede der Gesteine verdecken

können. Die Cangakruste verhindert die Erosion, sie ist also eine Schutzrinde für das Gebiet, welches sie überdeckt. Auf ihr läuft das Regenwasser ohne große Erosionswirkung ab, während benachbarte cangafreie Gebiete zerschluchtet werden. So bildet die Canga in der Landschaft glatte, nicht zerschnittene Flächen ohne die Kanten und Stufen, die das anstehende Gestein bedingt. Die cangafreien Gebiete zeigen letzteres in deutlichster Weise. Nur seitlich kann die Cangakruste abgetragen werden. Sie wird, wo sie in den Bereich der Erosion kommt, seitlich und nicht von oben zerstört. Dabei löst sich ihr Rand auf, indem das mürbere Liegende unterspült wird, überhängt und abstürzt, so daß vor dem Rand Blöcke liegen. An solchen Stellen geht die Cangabildung kaum noch in nennenswertem Umfang vor sich. Viele Cangaflächen sind sicher fossil, d. h. ihre Bildung gehört einer abgeschlossenen Periode an, sie unterliegen jetzt veränderten Bedingungen. Bei planmäßigen Spezialuntersuchungen über den Rhythmus der Eintiefung und Herausbildung des Reliefs werden diese Cangaflächen dereinst eine Rolle spielen. Vorläufig ist das bekannte Tatsachenmaterial noch zu gering, um sie in dieser Hinsicht auszuwerten. Solange sich nicht aus solchen morphologischen Erwägungen heraus ein zeitliches oder genetisches Einteilungsprinzip ergibt, wird es zweckmäßig sein, sie in Hochflächencanga, Gehängecanga und Talcanga einzuteilen, wie das vom Verfasser schon früher (855) geschah. Die Hochflächencanga kann hochgelegene Verebnungen bedecken. Ob das Lokalverebnungen oder solche allgemeiner Art sind, muß noch geklärt werden. Die Hochflächencanga von Gandarella, welche die Wasserscheide zwischen Rio Santa Barbara und Rio das Velhas bedeckt und nach HARDER-CHAMBERLIN (710) bei 1450 m Höhe liegt, muß die Panzerung einer Verebnungsfläche sein, für die diese genannten Forscher tertiäres Alter vermuten. In der Umgebung der Serra da Caraça liegen mehrere derartige Canga-Ebenen, es fehlt aber noch eine Untersuchung darüber, ob sie gleichaltrig sein können. Die Oberfläche der Serra da Caraça, die ebenfalls Hochflächencharakter haben soll (ich habe sie nur von Süden und von Norden liegen sehen), erhebt sich über diese Cangaebenen. Nach ALVARO DA SILVEIRA (790) erreicht das Gebirge fast 2000 m Meereshöhe. Wenn man nun die Oberfläche der Serra

da Caraça mit der Oberfläche der Serra Mineira zeitlich gleichstellt, entspricht dann die Cangaebene oder eine von ihnen der Stillstandslage, die durch die Geröllterrasse der Serra do Anil angedeutet war? Wir wissen nichts darüber und müssen exakte Untersuchungen abwarten.

Die Gehängecanga ist liegendegebliebener und verkitteter Gehängeschutt, der sich talwärts erstreckt und in dieser Richtung vielfach an Mächtigkeit zunimmt. Talcanga bildet sich in den in der Trockenzeit ganz oder fast ganz trockenlaufenden Flußläufen des Erzgebietes, die ihr Bett förmlich damit panzern können.

Es war schon die eigentümliche Oberfläche des Quarzits in der Serra da Caraça erwähnt, die nach den Schilderungen eine Verebnungsfläche zu sein scheint. Dasselbe scheint für das Massiv von Ouro Branco zu gelten. Der Itacolumy-Gipfel hingegen verdankt seine Form ausschließlich der Stellung und verschiedenen Härte seiner Schichten. Ob die Oberfläche der Serra da Caraça und Serra von Ouro Branco mit der Oberfläche der Serra Mineira und Serra do Cabral zu vergleichen ist, wie das schon angedeutet wurde, und ob in diesen beiden Massiven die einzigen der Zerstörung entgangenen Teile eines Flachreliefs vorliegen, das vor Beginn der jungen Zerschneidung und vor Herausschälung des Schichtkopfreiefs das ganze Gebiet umfaßte, könnte nur als Vermutung geäußert werden und bleibt deshalb offen. Wenn jedoch O. MAULL (924) schreibt, daß die Bergländer von Ouro Preto und Bello Horizonte „genau so eingeebnet sind wie der Gneis-Granitsockel“, nur habe er „nirgends Gelegenheit gehabt, das Übergreifen der Abtragungsf lächen von dem älteren Sockel auf diese Schichten beobachten zu können“, so gehört das zu den vielen Irrtümern dieses Autors, die sich aus der Flüchtigkeit seiner Eisenbahnfahrt durch Minas Geraes erklären.

V. Aufbruchsättel.

Innerhalb des Schichtkopfreiefs der Minas-Serie tritt an mehreren Stellen das kristalline Grundgebirge heraus. Diese Stellen hätten mit dem folgenden Kapitel vereint werden können. Da sie aber tief ausgeräumte Kessel darstellen, die von der Minas-Serie ringsum überragt werden und in keinem Zu-

sammenhang mit den folgenden Einheiten stehen, sind sie besonders ausgeschieden worden. Sie bilden schöne Beispiele für die Umkehrung des Reliefs. Die ursprünglichen tektonischen Aufwölbungen sind in morphologische Hohlformen verwandelt, und die Hohlformen umfassen hauptsächlich die Granit- und Gneisgebiete, die chemisch leicht zersetzt werden und deren Eintiefung infolgedessen rasch vor sich geht und auch in die Breite greift, wenn sie einmal angeschnitten sind. Die wichtigste Einheit dieser Art ist die von Itabira do Campo, die sich von dort weit nach Osten (bis an die Serra von Antonio Pereira bei Ouro Preto) erstreckt und vom Rio das Velhas durchflossen wird. In ihrem Bereich ist die Landschaft breiter und tiefer. Sobald aber der Rio das Velhas (und sein Nebenfluß, der Rio de Itabira) das Grundgebirge verläßt und in die Minas-Serie nach Norden eindringt, bildet er ein enges, schluchtenreiches, äußerst malerisches Tal, das mit seinen wilden Formen zu den schönsten in Minas gehört. Ähnliche Hohlformen im Bereich des Grundgebirges, rings überragt von Rändern der Minas-Serie, liegen bei Congonhas do Campo, konnten aber wegen ihrer geringen Ausdehnung auf der Kartenskizze (Abb. 48) nicht zur Darstellung gelangen. Auch der Granitkessel von Gouvêa in der Serra Mineira, von welchem bereits oben ein Profil (Abb. 47) gegeben wurde, ist hierherzurechnen, konnte aber ebenfalls nicht eingetragen werden, da seine südliche und westliche Umgrenzung nicht bekannt ist. Bei genauerer Durchforschung des Landes werden sich sicher noch mehr solche Hohlformen nachweisen lassen.

VI. Kristallines Bergland des Hochlandes.

Wenn diese Überschrift mehr eine geologische als eine morphologische ist, so soll damit der unvollkommene Stand unseres Wissens über diese Gebiete gekennzeichnet werden. Der Verfasser hat die Granit- und Gneisgebiete rasch gequert, weil seine Problemstellungen nicht im Grundgebirge lagen. O. MAULL (806) spricht von einem „kristallinen Rumpf von vorwiegendem Flächencharakter“. Daß horizontale Linien im Relief eine Rolle spielen, wird schon bei einer Eisenbahnfahrt von der Küste her deutlich durch den starken Kontrast gegenüber den starken Vertikaleinschnitten, denen man vor Errei-

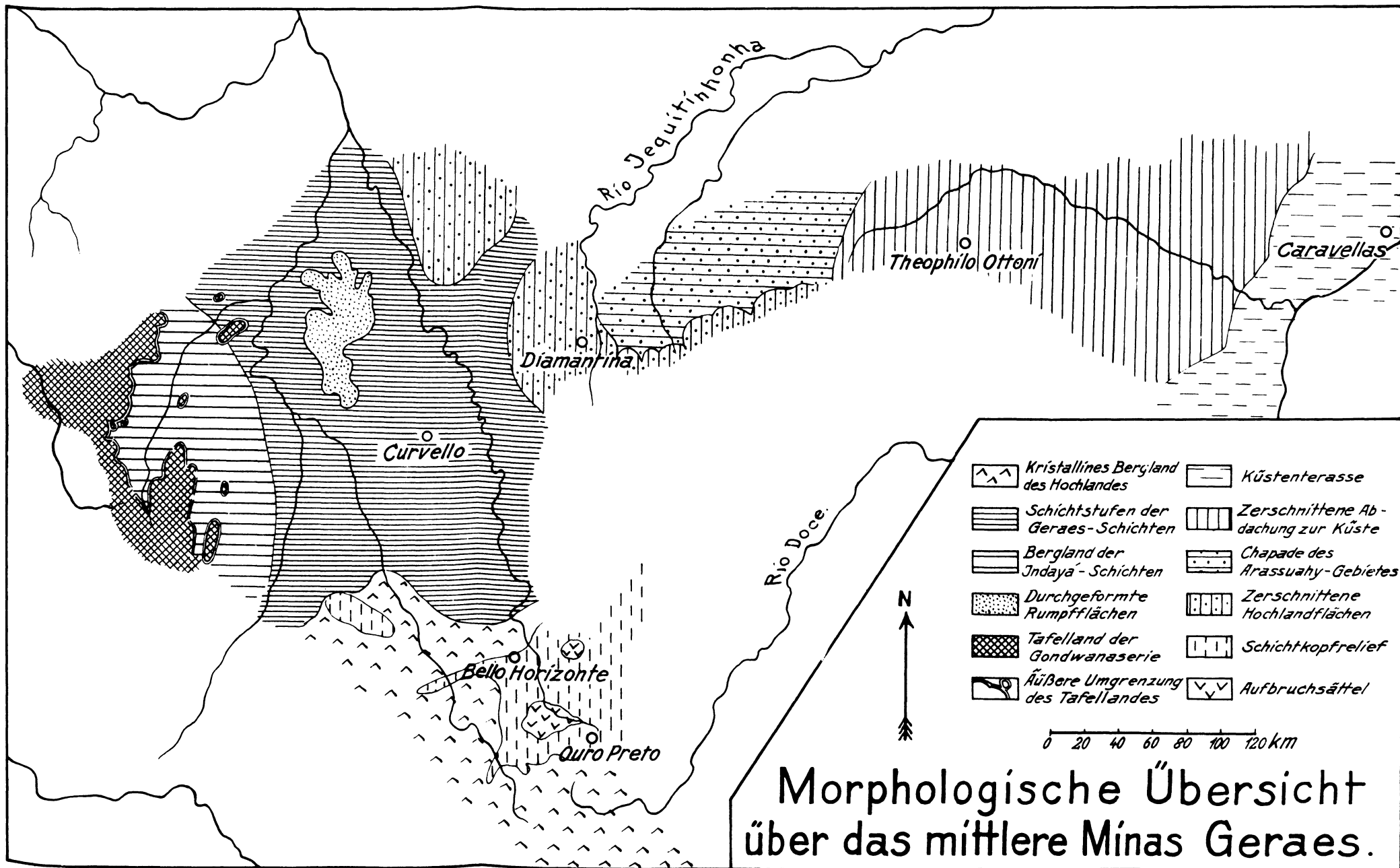


Abb. 48. Morphologische Übersicht über Minas Geraes.

chung des Hochlands folgt. Die Bezeichnung „Rumpf von vorwiegendem Flächencharakter“ eilt jedoch unserem Wissen voraus, und wenn sie richtig ist, dann ist sie erraten und nicht erwiesen. Mindestens ist der „Rumpf“ in ein sehr kuppiges Berg- und Hügelland aufgelöst. Soviel kann man wohl mit Sicherheit sagen, daß es sich bei einem solchen „Rumpf“ nicht um die abgedeckte Auflagerungsfläche der Minas-Serie handeln könnte. Die Minas-Serie ist nach ihrer Ablagerung von beträchtlichen orogenetischen Bewegungen betroffen worden, und würden wir da, wo wir sie jetzt kennen, eine Höhenschichtenkarte ihrer Auflagerungsfläche konstruieren können, so würde sich ein sehr stark bewegtes Relief ergeben. Aber auch im Gebiet des kristallinen Grundgebirges fehlt sie nicht. Langgestreckte Streifen, eingefaltete oder eingesunkene Schollen sind viel häufiger, als man bisher annahm. Sie entgingen nur der Beobachtung, weil sie ebenso wie der Granit und Gneis von mächtigen roten Verwitterungsrinden bedeckt sind, die erst nach einiger Übung auf das Anstehende schließen lassen. Hier sind also zwischen dem kristallinen Grundgebirge die am tiefsten eingefalteten Teile der Minas-Serie erhalten, während der Oberbau abgetragen ist. Über die Art und Weise dieser Abtragung wissen wir aber bis jetzt nichts, und lediglich auf Grund mancher Ebenheiten über das Ganze einen einheitlichen „Rumpf“ zu legen, ist verfrüht. Wir können vorläufig nur von einem Berg- und Hügelland sprechen, welches in manchen Teilen den Eindruck einer zertalten Fläche erweckt. Dieses Bergland wird tiefer und weiter zerschnitten werden, je mehr sich die Flüsse von der Küste her einschneiden. Wenn schon in Gebieten, die bis in alle Einzelheiten erforscht sind (wie unsere Mittelgebirge), die Deutung der Oberflächenformen bis heute umstritten ist, so mahnt das zur doppelten Vorsicht in diesen unbekanntenen Regionen. Wer in kurzer Zeit, womöglich nur von der Bahn aus, das Gebiet durchreist, dem scheint alles herrlich klar zu sein. Aber das gewonnene Bild ist doch sehr oberflächlich. Erst durch wirkliche eigene Aufnahmen lernt man die Grenzen einer sicheren Basis kennen und wird bescheiden in seinen Schlußfolgerungen und Verallgemeinerungen über einen Raum, der die Ausdehnung von ganz Deutschland hat. Daß wir im Gebiet der Wasserscheiden keine eigent-

lichen Gebirge haben, und daß diese Vorstellung nur durch die falsche Auslegung des portugiesischen Begriffs „Serra“ erweckt wurde, ist lange genug bekannt.

Im Granit- und Gneisgebiet herrscht heute vorzugsweise Kamp. Früher sind die Wälder ausgedehnter gewesen. Die fortschreitende Entwaldung über der mächtigen Rotlehmrinde, in die das Gestein zersetzt wird, begünstigt die ausräumende Wirkung fließenden Wassers. Austretendes Grundwasser und rasch abfließendes Regenwasser wirken wechselseitig zusammen und schaffen die roten nackten Einrisse verschiedener Form, die die Oberfläche zerschneiden. Besonders charakteristisch sind trichter- oder zirkusartige scharfe Einschnitte in den gerundeten Hängen. Sie finden sich zwar auch in tief zersetzten Schiefen der Minas-Serie, aber im kristallinen Grundgebirge sind sie besonders verbreitet. Ihre einfachste Form ist die eines Wasserrisses. Dabei ist beachtenswert, daß sich der Austritt desselben am Fuß des Hanges so zurückschneidet, daß eine ziemlich flache Sohle entsteht, die oft ohne größeres Gefälle in das Tal ausmündet. Der Zersatz erreicht an den Flanken das Höchstmaß des ihm zukommenden Böschungswinkels. Dadurch allein muß die Oberkante des Einschnitts hangwärts auseinandergehen, entsprechend dem Ansteigen des Hanges, und muß sich in der Aufsicht verbreitern, je mehr sich das Einschneiden in den Hang hinein vollzieht. Eine annähernd gleiche Breite des ganzen Einschnittes ist nur dann möglich, wenn das Gefälle der Einschnittssohle sich dem Gefälle des Hanges annähert. Nun kommt aber noch die Bildung von Seitenrissen hinzu, die abzweigen. Dadurch spreizt sich hangwärts der Einschnitt bald auseinander. Zwischen den Seitenrissen bleiben trennende Rippen mit scharfen Kanten, und ebenso grenzt ringsum der Einschnitt mit scharfer Kante an die Hügeloberfläche. So bilden sich breite kesselartige Öffnungen im Hang, die nur durch einen schmalen Ausgang in das Tal münden. Bemerkenswert bleibt die ebene Sohle der Mündung, und oft auch des Kessels selbst. Da diese Sohle in vielen Fällen auch in der Trockenzeit durchfeuchtet war, vermute ich, daß der Austritt von Grundwasser an ihrer und der Zirkustrichter Entstehung maßgebend beteiligt ist. Die Trichter sind also nicht zu verwechseln mit den durch Regenfluten allein

gebildeten Rissen. Abspülendes Wasser, ebenso Fließbewegungen des Bodens spielen an ihrer Umformung eine mehr oder weniger starke Rolle. Erst eine Spezialuntersuchung wird den Anteil aller dieser Faktoren quantitativ abgrenzen können, und sie wäre sehr wünschenswert.

VII. Schichtstufen der Geraes-Schichten.

In den Geraes-Schichten liegt eine Wechsellagerung von weichen Tonschiefern, feinkörnigen, dünn-schichtigen Quarziten, die bis in beträchtliche Tiefen in mürbe Massen zersetzt sind, Kalken und bankigen, widerstandsfähigen Quarziten vor. Diese Gesteine verhalten sich gegen die Abtragung verschieden, sie bilden infolgedessen Schichtstufen. Es ist dabei zu unterscheiden zwischen dem Gebiet, in dem sie schräg stehen, und dem Gebiet flacher Lagerung. Letztere überwiegt bei weitem. Schrägstellung wurde in dem vom Verfasser aufgenommenen Gebiet nur am Westrand der Serra Mineira und Serra do Cabral beobachtet, wo die Schichten hochgeschleppt sind, sowie in der Senke zwischen diesen beiden Gebirgen (Curumatahy-Mulde). Wegen der Schmalheit dieser Streifen mußte mit Rücksicht auf den Maßstab der Kartenskizze (Abb. 48) von einer besonderen Signatur für den schräg stehenden Teil des Stufenlands abgesehen werden.

Betrachten wir zunächst die aufgebogenen Schollen. Die Abhängigkeit der Formen vom Gestein geht schon aus den Profilen in Abb. 20 deutlich hervor. Der an der Serra do Cabral aufgeschleppte Rand der Geraes-Schichten liegt tiefer als die Gebirgskanten. Er wird von den Tälern, die von der Serra herabkommen, quer durchschnitten. In den zwischen diesen Quertälern liegenden Rücken kann man jeden Schichtwechsel im Relief erkennen. Die harten Gesteine werden als streichende Rippen herausmodelliert. Eine räumliche Darstellung gibt Abb. 21. Der Abfall des Gebirges vollzieht sich also in den verschiedenen Schichten, wobei das Profil in den harten Horizonten stufenweise ins Hangende springt. So senkt sich das Gelände bis in das streichende Tal des Rio das Pedras, der vor der Serra do Cabral entlangfließt. Im Querprofil von hier durch die Mulde nach Südosten schneiden wir streichende Berg- und Talzüge, die durchaus der Widerstandsfähigkeit des

Gesteins entsprechen, und an der Serra Mineira vollzieht sich die Aufbiegung in ähnlicher Weise wie an der Serra do Cabral. Von den streichenden Höhenrücken ist besonders markant die hohe und schmale Rippe, die sich östlich vom Rio das Pedras parallel zur Serra do Cabral erstreckt und den Ausbiß des dickbankig-massigen, äußerst festen Quarzits bezeichnet. Sie bedingt die Trennung des Tales des Rio das Pedras von der eigentlichen Mulde und auch vom Rio Curumatahy, mit dem die Vereinigung erst weiter südlich erfolgt. Im Prinzip vollzieht sich in dieser Weise der Übergang vom Gebirge zum Vorland an allen von mir besuchten Stellen von der nördlichen Serra do Espinhaço (westlich Conselheiro Matta) bis an die

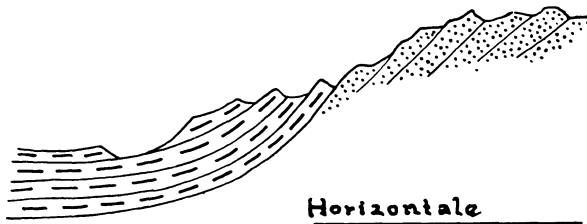


Abb. 49. Profilschema des Randes der Serra do Cabral nördlich Lassance.

Ränder der Serra do Cabral. Abb. 49 gibt noch ein schematisches Profil des Westrandes der Serra do Cabral wieder von dem Punkt, an dem ich ihn nördlich Lassance überschritten habe. An dieser Stelle reichten die Geraes-Schichten nicht sehr weit aufwärts. Wenig südlich sind die Verhältnisse auch in diesem Punkt wie bei Buenopolis.

Das letzte Profil zeigt schon im gebogenen Schenkel eine Erscheinung, die im flachliegenden Teil der Geraes-Schichten, also in der nach Westen bald vorherrschenden Lagerungsform sehr gewöhnlich ist: Die Abtrennung von Plateaustücken, deren Oberflächen durch Schichtflächen gebildet werden und bei flacher Lagerung ziemlich horizontal sind. Abb. 19 zeigte ein solches Plateau sehr gut zwischen Curvello und Bagre, trotz fünffacher Überhöhung. Solche Plateaulächen sind charakteristisch für die Geraes-Schichten. Ihre Ränder oder oberen Hangkanten sind freilich nicht scharf, wie das bei den Pla-

teaus der Fall ist, die durch harte Schichttafeln gebildet werden. Die Schichtfolge besteht ja überwiegend aus den feinstkörnigen, dünn-schichtigen Quarziten, die chemisch verwittern und mächtige Rotlehm-rinden tragen, und die Formen sind infolgedessen weich. Aber am Hang macht sich der verschiedene Formwiderstand der Profile durch Gefällsunterschiede geltend, und so ziehen leichte Stufen oft um die Hügel und Plateauabfälle herum. Ein Beispiel dafür hatten wir bereits oben im Profil des Morro da Garça (Abb. 18) kennen gelernt, wo eine mehr als gewöhnliche Schrägstellung der Schichten dieses Prinzip nicht stört. Die Stufen sind durch die schwächeren bankigen Quarzitbänke bedingt, die sich in die feinkörnige Serie einschalten. Vor den Stufen beobachtet man nicht selten Blockhorizonte am Hang, die den Ausbiß dieser Bänke bezeichnen sowie das Rückwärtsschneiden des Hanges, das hier besonderen Widerstand gefunden hat.

Der Aufbau der Schichtenfolge ist durch die Verwitterungsrinde, durch Gras oder Kampbusch sonst verhüllt. Er wird nur in den Talrissen entblößt. Das Gebiet ist, wie im vorigen Hauptteil bewiesen wurde, noch in lebhafter Erosion. Die Bäche und Flüsse schneiden sich deshalb in das frische Gestein ein, und auch in den großen Strömen wird es vielfach an Schnellen entblößt. Der tafelförmige Bau bedingt eine eigentümliche Form der Schnellen und Wasserfälle. Die harten Quarzitplatten bilden breite ebene Flächen, über deren vordere Kante der Fluß herabstürzt, und so springt er von Stufe zu Stufe. Je kleiner der Wasserlauf ist, je mehr man sich also dem Quellgebiet nähert, oder je steiler sich die Kerbe in den Plateaurand einschneidet, um so rascher folgen die Stufen aufeinander, und bei den kleineren Flüssen und Bächen bildet sich eine wahre Treppe heraus, die den Übergang von der Hochfläche zum breiten Tal unten vermittelt. Hier finden sich die einzigen brauchbaren Aufschlüsse größeren Ausmaßes für den Geologen. Die Flußbetten sind nur in der Trockenzeit zu passieren, auch da vielfach mit Schwierigkeit; letzteres nicht wegen der Wasserführung (sie trocknen vielfach ganz aus), sondern wegen der wilden Formen. Besonders wo die massigen Quarzitbänke angeschnitten werden, bilden sich Blockfelder von phantastischen Ausmaßen. —

Die Tonschiefergebiete der Geraes-Schichten wurden nur an wenigen Punkten gequert, und dieses Gestein nimmt überhaupt am Aufbau keinen bedeutenden Anteil. Im unteren (jedoch nicht im liegendsten) Teil der Serie scheint der Tonschiefer vorwiegend entwickelt zu sein und wurde infolgedessen im Osten (am Rande der Serra do Cabral und am Rio das Velhas östlich Curvello) angetroffen. Die weichen Gesteine gehören natürlich den Senken an. Auffällig ist die Herausbildung des mächtigen Rio das Velhas vor dem Rand der Serra do Espinhaço. Es wäre zu untersuchen, inwieweit der Schieferausbiß daran beteiligt ist. Beim Eintiefen des Gebirgsvorlandes durch die Erosion entstanden sehr bald die streichenden Felsrippen, die den Gebirgsrändern parallel gehen, aber von den rascher und rascher vom Gebirge herabstürzenden Flüssen zerschnitten wurden. Schrägstehende Schichtrippen sind rasch zu durchbrechen, da sie nur schmal sind, und bilden infolgedessen keinen dauernd abtrennenden Rücken. Ein erheblicher Widerstand bildet sich erst da, wo die Schichten aus der Flexurstellung in die flache Lagerung übergehen. Da lagern sich Plateauränder vor, die zwar angegriffen werden, deren breite Massive aber nicht ohne weiteres durchschnitten werden können. Die Flüsse, die von der Serra Mineira und Serra do Cabral herabkommen, schneiden also die Schichtrippen des Flexurteils der Geraes-Schichten durch, prallen aber dann auf die breite Stirn der flachgelagerten Schichten, vor der sie umbiegen müssen. So sammeln sie sich alle vor dem Gebirgsrand da, wo die flache Lagerung beginnt, und fließen mit dem Rio das Velhas nach Norden. Alle wasserreichen Flüsse kommen in diesem Teil von Osten.

Einen wichtigen Faktor im Landschaftsbild bilden noch die Kalkgebiete. Die Kalke der Geraes-Schichten erreichen beträchtliche Mächtigkeit, und wo sie austreichen, machen sie sich stets durch Felslandschaften bemerkbar. Ein ausgedehntes Kalkgebiet überschreitet man östlich Corintho am Fuße und Abhang der Serra Mineira, ebenfalls sehr ausgedehnt ist das Kalkgebirge zwischen Buenopolis und dem Rio Curumatahy. Das Kalkgebiet der weiteren Umgebung von Sete Lagôas und der Wasserscheide zwischen Peripery und Arco Verde wurde nur mit der Bahn gequert. Kleinere Kalkrücken finden sich

an vielen Stellen. Die Kalkgebiete zeichnen sich durch eine außerordentliche Zerklüftung aus, die durch chemische Auflösung des Kalkes an den Spalten besonders hervortritt, so daß die dunklen Felsen in ein Gewirr von Türmen und Pfeilern, Platten und Blöcken zerlegt sind. Dazwischen gähnen tiefe Spalten, die vielfach in Höhlen auslaufen. Höhlensysteme sind für alle Kalkgebiete charakteristisch. Solche Höhlen bilden sich schon im Untergrund, wenn der betreffende Teil des Kalkes gar nicht ausstreicht, sondern von jungen Sedimenten bedeckt wird. Am bekanntesten sind diese Vorgänge aus der Umgebung von Sete Lagôas, wo eingestürzte Höhlen dieser Art, mit Wasser gefüllt, zur Bildung der Lagunen führten, die teilweise freilich künstlich aufgestaut sind. Den natürlichen Vorgang zeigte jedoch besonders deutlich das oben geschilderte Beispiel von São Lourenço am Rio Andrade, wo sogar die Decke der Gondwanaserie mit eingestürzt war und im Sandsteingebiet ein kreisrunder See, ein typischer Erdfall entstand. Einige Kilometer östlich strichen mächtige Kalke der Bambuhy-Serie unter den Gondwanaschichten hervor. Es müssen also Systeme zirkulierenden Grundwassers solche Höhlen füllen, und es muß ein Höhlensystem schon in den Kalken entstehen, bevor die Erosion die Kalkgebiete freilegt. Die Höhlenbildung geht dem Einschneiden der Erosion voraus und wandert mit dem Eintauchen der Schichten in die Tiefe, wobei sie der Eintiefung des Reliefs immer etwas vorausgeht, weshalb bei der weitergehenden Eintiefung des Reliefs die vorher entstandenen Höhlen nur freigelegt und durch Tieferrücken des Grundwasserstandes trockengelegt werden. Was für die Höhlen gilt, möchte ich für die zerrissenen Formen der Kalke ganz allgemein annehmen. Auch sie wurden unter einer Hülle von Sediment oder Zersatz gebildet und beim Tieferschneiden der Erosion freigespült. Wenn sie so im Zersatz gesteckt haben, würde daraus folgen, daß die Nachbargesteine rascher zersetzt wurden als der Kalk. Das klingt zunächst widersinnig, denn Kalke gelten als leicht löslich. Aber in den Kalken wird die niederkommende Feuchtigkeit nicht festgehalten. Bei der großen Neigung der Kalke zur Zerklüftung sinkt das Wasser rasch ab bis zum Grundwasserspiegel und hat also wenig Gelegenheit zum Lösen. Wo diese Möglichkeit eintritt, wird frei-

lich das Gestein fast restlos entfernt und es bleibt, wenn der Kalk rein ist, nur wenig Zersatz übrig. So sind die wild zerrissenen Kalkgebiete sicher zum großen Teil unterirdisch gebildete Formen, die freigespült wurden. Sie unterliegen dann allerdings noch der subaerischen Verwitterung, die ihnen aber auch nicht viel anhaben kann, weil der Regen sofort versinkt und spurlos verschwindet. Die Kalkgebiete sind infolgedessen besonders trocken. Das zeigt schon die Vegetation, unter der Kakteen eine besondere Rolle spielen. Die Kalkfelsgebiete haben ihre eigene Pflanzengesellschaft, und in der Trockenzeit ist ihre Dürre besonders trostlos. Andererseits siedelt sich aber auch überall Vegetation an, wo sich in Klüften und Vertiefungen Bodenkrume hält. Unter dieser Erde dürfte während der Regenzeit eine starke Anätzung des Gesteins stattfinden, die wohl auf die Herausbildung der Kleinformen der Oberfläche einen starken Einfluß hat. Die Felsoberflächen im einzelnen zeigen die Formen von Karstgebieten: Bildung von Rillen, Karren und Schratzen. Überall an der Oberfläche beobachtet man den Ausdruck der Anätzung und Lösung. Wo die Kalkausbisse noch von genügender Bodenkrume bedeckt sind, steht auf ihnen Buschwald, der in der Trockenzeit sein Laub völlig abwirft, der sich aber durch größere Höhe und Dichte schon aus der Ferne von dem Kampbusch der sonstigen Gesteine der Geraes-Schichten unterscheidet. Wo dieser Wald fehlt, bieten Felsgebiete, die bei der dunklen Farbe des Kalkes einen düstern Eindruck erwecken, ein sicheres Merkmal. Der Name Quilombo für das Kalkgebiet südlich Buenopolis zeigt schon an, daß solche Felslandschaften schwer zugänglich und reich an Verstecken sind; denn mit diesem Namen belegte man die Zufluchtsorte entflohener Sklaven.

VIII. Bergland der Indayá-Schichten.

Diese Fazies der Bambuhy-Serie unterscheidet sich durch das Vorherrschen feinstkörnig-schiefriger Gesteine, und durch die intensive Faltung. Bankige Quarzite spielen nur eine untergeordnete Rolle. Infolge der Faltung kann es bei der Abtragung nicht zu Schichttafeln kommen, und bei der im allgemeinen sehr eintönigen und gleichartigen Beschaffenheit des Gesteins heben sich auch keine besonders auffälligen formbildenden

den Horizonte heraus. Nur die eingelagerten Kalklinsen machen sich gelegentlich bemerkbar. Ihr Ausbiß ähnelt den Kalkfelslandschaften der Geraes-Schichten. In den eintönig aufgebauten und gleichmäßig zusammengesetzten Schiefergebieten können sich also ungestört die Landschaftsformen entwickeln, die dem Gestein unter der jeweiligen Erosionskraft eigentümlich sind. Dabei beginnt die Abtragung der Schichten erst nach Entfernung der hangenden Gondwanaserie, die einer ausgezeichneten Rumpffläche aufliegt. Wo die Formen der Bambuhy-Serie frei zur Entwicklung kommen, entsteht ein rundköpfiges Bergland mit weichen Formen. Die Bäche und Flüsse bilden darin, sobald die Erosion im Gang ist, Schluchten mit steilen Wänden. Wo aber nicht mehr rasch in die Tiefe eingeschnitten wird, bilden sich anscheinend sehr bald die gerundeten Hänge heraus. Eine gewisse Ähnlichkeit mit den Schiefergebieten der Minas-Serie ist unverkennbar, und wo die chemische Verwitterung das Ausgehende stark zersetzt hat, ist es oft sehr schwer, beide Formationen voneinander zu scheiden. Die Schiefer der Indayá-Schichten bilden einen harten, trockenen Untergrund, und sie tragen als Vegetationskleid wenig Busch, meist eine dünne, steppenartige Grasfläche, die den Eindruck der Weichheit der Formen noch erhöht. Wenn die Beleuchtung günstig ist, sieht man jede leichte Schwellung des Reliefs, jede Runse mit prachtvoller Deutlichkeit. In den Tälchen stehen kleine Wäldchen (*capões*, Singular: *capão*), an den Flüssen Galeriewälder. Wie schon oben bemerkt wurde, kann die Grenze zwischen Geraes-Schichten und Indayá-Schichten noch nicht kartographisch genau gezogen werden. Dasselbe gilt für die Abgrenzung der morphologischen Einheiten. Die Darstellung auf der Kartenskizze (Abb. 48) stellt deshalb ein Provisorium dar.

IX. Durchgeformte Rumpfflächen.

In dem Winkel zwischen Rio das Velhas und Rio São Francisco dehnt sich das mehrfach erwähnte Hochland der Geraes aus. Es liegt im Bereich der Geraes-Schichten. Seine ebene Oberfläche ist jedoch keine Schichtstufe dieser Formation, sondern sie ist die Folge einer Rumpffläche. Die Hochfläche wird von den Sandsteinen der Gondwanaserie bedeckt.

Wo ich sie querte, handelte es sich nur um die untere Abteilung dieser Serie, die als dünne Decke dem Hochland auflag. Die Auflagerungsfläche der Gondwanaserie ist die beste Einebnungs- oder Rumpffläche, die man sich wünschen kann. Im Hochland der Geraes könnten zwar entschiedene Gegner terrestrischer Einebnungsvorgänge größeren Ausmaßes darauf hinweisen, daß die Geraes-Schichten, welche die Unterlage der Gondwanaserie bilden, unter so flachem Winkel nach Westen fallen, daß man die Grenze beider Formationen ebenso gut als eine durch die flache Lagerung der Geraes-Schichten bedingte Ebenheit auffassen kann, und prinzipiellen Gegnern würde es nicht genügen, daß der Einfallswinkel der Geraes-Schichten bei genaueren Messungen doch etwas steiler ist als die Abtragungsfläche über ihnen. Das Profil in Tafel I zeigt das infolge der Überhöhung deutlicher als die Natur. Verfolgen wir nun die Basis der Gondwanaserie nach Westen, so setzt sie jenseits des Rio São Francisco wieder in gleicher Höhe ein, womit sich dessen Tal als reines Erosionstal erweist, liegt dann bald auf gefalteten Schichten und hat in der Serra Matta da Corda die intensiv gefalteten und oben abgeschnittenen Schiefer der Bambuhy-Serie als Unterlage. Hier ist die Diskordanz außerordentlich deutlich. Ein Blick auf das Profil (Tafel I) zeigt sehr klar, daß die Gondwanaserie auf einer Fläche liegt, die so eben ist, wie man sich das nur irgend wünschen kann. Auf dem dargestellten Querschnitt von rund 200 km Länge zeigt sich so gut wie keine Unebenheit des Reliefs, obwohl das Profil überhöht ist. Die ebene Fläche geht über Gesteine verschiedenen Härtegrades (weiche Schiefergebiete und harte Quarzitmassen) ebenso ungestört hinweg wie über Gebiete verschiedenster Faltungsintensität. Es liegt also der Typus einer Einebnungsfläche oder Rumpffläche vor. Diese Einebnungsfläche ist terrestrischer Natur. Es sind nicht nur die sie überdeckenden Schichten terrestrische Sandsteine, sondern die Geröllpanzerung, die auf der Abtragungsfläche liegt, ist überreich an den schönsten Windkantern. Wir haben also an der Basis der Gondwanaserie aus der Erdgeschichte eine terrestrische Einebnungsfläche größten Ausmaßes in konser-

viertem Zustand überliefert, wie sie schöner nicht gedacht werden kann.

Auf dem Hochland der Geraes ist nun die Gondwanaserie größtenteils abgetragen. An den von mir überschrittenen Stellen fehlte der bankige mittlere Sandstein, der dieser Formation den eigenen Formcharakter verleiht, völlig. Die unteren weichen Sandsteine legen sich über die alte Rumpffläche und bilden ein sehr flaches Abtragungsrelief, dessen Erhebungen und Unregelmäßigkeiten in dem Profil, Tafel I durch die Überhöhung unnatürlich stark hervortreten. Es prägt sich also in der Oberfläche des Hochlandes indirekt die ältere Einebnungsfläche in unvollkommener Weise ab.

Dasselbe, was wir hier haben, beobachten wir auch westlich vom Rio São Francisco. Zwischen den großen Flüssen tragen die Hochflächen vielfach eine Haut der unteren Gondwanaserie, und die Steilränder und Plateaus der bankigen Sandsteine (siehe nächstes Kapitel) setzen erst weiter rückwärts ein. Nur letztere lassen aus der Ferne die Formation erkennen, während die unteren weichen, sandig-tonigen Schichten nicht die Grenze gegen das Liegende erschließen lassen, wenn man sie nicht im Gelände aufsucht. Aus diesem Grunde ist die genaue Grenzziehung abseits der Reisewege hier unmöglich.

Wir fassen zusammen: Hochflächen und Hochflächenreste, mit den unteren weichen Sedimenten der Gondwanaserie bedeckt, bilden in unvollkommener Weise die Rumpffläche ab, die an der Basis der Gondwanaserie liegt. Sie formen sie gewissermaßen durch. Diese Durchformung zeigt zwar nicht das extrem ebene Relief der Rumpffläche selbst, aber es herrscht doch deutlich der Flächencharakter vor. Die Oberfläche des Hochlandes der Geraes und anderer Gebiete unterscheidet sich also der Entstehung nach sehr scharf von den hochgelegenen ebenen Oberflächen in den benachbarten Geraes-Schichten, die als Schichtstufen erkannt wurden. Wichtig ist aber, daß auf den durchgeformten Rumpfflächen noch eine dünne Lage der hangenden Sedimente vorhanden ist. Die Rumpffläche ist nicht abgedeckt. Es ist nun

die Frage aufzuwerfen: Kann eine ebene Abtragungsfläche von den sie verhüllenden hangenden Sedimenten vollständig entblößt werden derart, daß sie auf ein großes Gebiet hin frei von Sedimenten als Rumpffläche wieder zum Vorschein kommt, obwohl sich die Flüsse mehrere hundert Meter tief eingeschnitten haben? Ich betone den Passus: auf ein großes Gebiet hin. Auf kürzere Strecken hin steht eine solche Freideckung außer allem Zweifel, ist aber durch denselben Vorgang bedingt, der die Bildung einer Schichtstufe bewirkt. Die gestellte Frage hat H. WEBER¹¹⁾ bejaht, indem er annimmt, daß die auffällige Einbnungsfläche, die das ostthüringische Schiefergebirge überzieht, die abgedeckte Transgressionsfläche des Zechsteinmeeres ist. Er stellt sich also die Bildung des heutigen Reliefs so vor, daß sich die Flüsse mehrere 100 m tief einschnitten, daß mit dieser linienhaften Zertalung die Abtragung des Zechsteins und anderer hangender Sedimente von den zwischen den Flüssen liegenden Gebirgstteilen erfolgte, daß dabei die Abtragung an der Auflagerungsfläche Halt machte und in der Hauptsache nur die hangenden Schichten mitnahm, so daß im Bereich des großen Gebietes von diesen hangenden Schichten nichts mehr vorhanden ist, aber doch der ebene Charakter der Auflagerungsfläche im Großen und Ganzen erhalten blieb, wenn wir von den Kerben der Täler absehen. Es ist hier nicht der Ort, das Problem am ostthüringischen Schiefergebirge selbst nachzuprüfen. Aber da diese Erörterung zu gegensätzlichen Meinungen geführt hat, und da wir hier in Minas die Zerschneidung und Abtragung des Unterbaus und der Auflagerung der Prägondwana-Rumpffläche direkt beobachten können, müssen wir prüfen, inwieweit dabei eine Abdeckung oder Aufdeckung der alten Rumpffläche erfolgt derart, daß sie auf größere Erstreckung hin eine Rumpffläche oder zerschnittene Rumpffläche in der Landschaft bildet.

In Abb. 50 habe ich die Formen dargestellt, die sich in Minas beobachten lassen, und zwar sind dabei einige Entwicklungsstadien herausgegriffen, zwischen denen sich die Übergänge leicht ergänzen lassen. Das Ausgangsstadium ist auch

¹¹⁾ Geomorphologische Studien in Westthüringen. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde 27, Heft 3, 1929.

in den späteren Profilen durch leichte Striche angedeutet. Ein Blick auf die Profile zeigt, daß es nicht zur Abdeckung der Rumpfflächen kommt. Zunächst schneiden sich die Täler durch die Gondwanaserie bis in den Untergrund ein, wobei die Oberfläche der Gondwanaserie nicht merklich angegriffen wird. Nur an den Talflanken wurden die Sandsteine weggeschnitten. Bei der weiteren Vertiefung der Täler geht auch die Rückschnei-

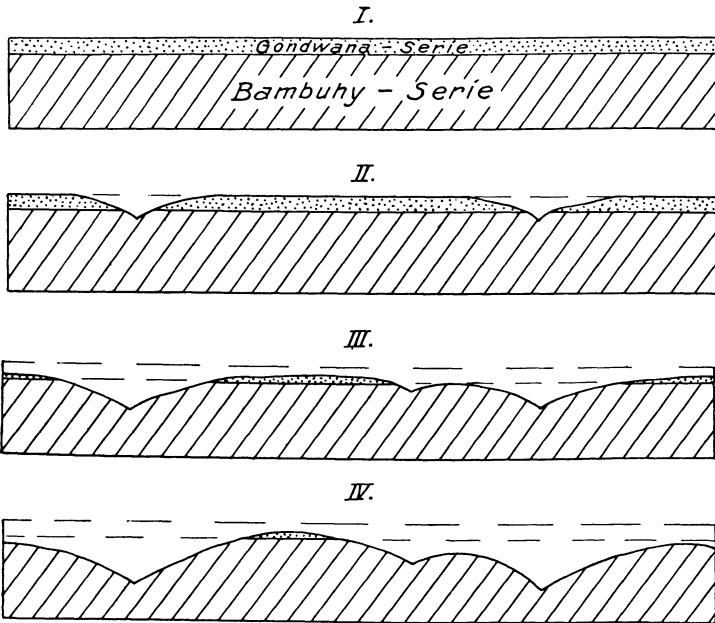


Abb. 50. Abtragung der Gondwanaserie und Zertalung des Untergrundes.

dung der Talflanken weiter. Die Rückschneidung geht in den weichen Sandsteinen unter flacherem Böschungswinkel vor sich als in den Schiefnern. Aber auch die Gondwanaserie fällt mehr und mehr der seitlichen Abtragung zum Opfer. Wie bei anderer Gelegenheit schon festgestellt wurde, tritt auch hier eine merkliche Erniedrigung erst ein, wenn die Oberfläche von der Seite her angegriffen wird. Eine oberflächliche Abtragung, die dem seitlichen Vorrücken des Hanges vorausseilt und die Gondwanaserie für sich abräumt, und die dann an der abgedeckten Auflagerungsfläche Halt macht, findet nicht statt.

Das muß umso mehr hervorgehoben werden, als hier die Gelegenheit dazu besonders günstig wäre. Denn die dünnen Schichten von Gondwanaserie, die auf den Hochflächen liegen, sind an sich nicht sehr fest und oft zu lockerem Sandstein oder gar Sand zermürbt, während die liegenden Bambuhy-Schiefer sehr zäh sind. Nach dem Härteunterschied wäre also hier eine Abdeckung besonders erleichtert. Sie vollzieht sich aber nicht, und das Gebiet wird in ein rundkuppiges Bergland aufgelöst¹²⁾, in welchem viele Berge noch eine dünne Kappe von Gondwanaserie tragen. Da der Eintiefungsvorgang in benachbarten Gebieten ziemlich gleichmäßig voranschreitet, so werden sich in solchen Gebieten auch mehrere Kuppen finden, von welchen ziemlich gleichzeitig die letzte Sandsteinkappe entfernt wird. Diese Hügel besitzen dann annähernd gleiche Oberfläche, und wenn man dieselbe verbindet, ergibt sich die Auflagerungsfläche der Gondwanaserie. Aber die Berge sind rundkuppig, und außerdem finden sich in dem Gebiet immer noch einzelne Kuppen mit Sandsteinresten, so lange sich aus der Verbindung der Gipfelhöhen eine Ebene konstruieren läßt. Viele Kuppen liegen aber bereits unter diesem Niveau; denn die Erniedrigung hängt ab von der Taldichte. Wo die Flüsse näher zusammen-treten, geht die Erniedrigung rascher vor sich. Deshalb ist in dem Augenblick, in welchem von der letzten Höhe die Sandsteinkappe entfernt, also da das abgedeckte Niveau der Auflagerungsfläche erreicht wird, die Oberfläche der Höhen, die früher dieses Stadium erreicht haben, bereits erniedrigt, und zwar in verschiedenem Maße, je nach der Entfernung der begrenzenden Täler voneinander. Daraus ergibt sich also kurz zusammengefaßt: So lange aus der gleichhohen Gipfellage die alte Auflagerungsfläche rekonstruiert werden kann, sind auch noch Reste der aufgelagerten Sandsteine auf einem Teil derselben erhalten geblieben. Je mehr diese entfernt werden, um so unregelmäßiger wird das Relief. Es entstehen also hier in Minas keine weithin abgedeckten Auflagerungsflächen, die vollständig befreit sind von den hangenden Sedimenten und nun

¹²⁾ Ein rundkuppiges Bergland entsteht in den stark gefalteten Indayá-Schichten. Bilden hingegen flache Geraes-Schichten die Unterlage, so wird die oben geschilderte Schichtstufen-Landschaft herausgearbeitet.

als wiedererstandene alte Rumpffläche dem Landschaftsbilden maßgebenden Stempel aufdrücken. Eine solche Abdeckung wäre hier nur dann zu erwarten, wenn die Erosionsbasis sich so einstellt, daß eine Abtragung unter das Niveau der Auflagerungsfläche nicht stattfinden kann, so daß die Abtragung des ganzen Gebietes genau in dem Augenblick ihr Ende erreicht, in welchem die Auflagerungsfläche der Gondwanaserie abgedeckt ist. Dann handelt es sich aber nicht nur um eine Abdeckung, sondern um die Bildung einer Rumpffläche, die zufällig in genau dem gleichen Niveau liegt wie die uralte, längst zugeschüttete Prägondwanarumpffläche. Daß der brasilische Block aber in zwei durch so riesige erdgeschichtliche Zeiträume getrennten Perioden sich in genau der gleichen Stellung zur Erosionsbasis auf genau das gleiche Niveau einebnen ließe, würde ein Fall sein, der in der Erdgeschichte wohl so leicht nicht eintritt. —

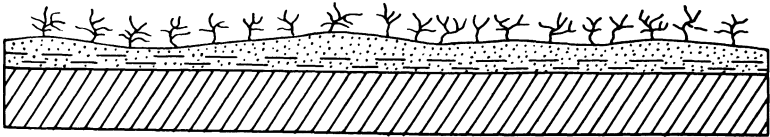
Kehren wir zu den durchgeformten Rumpfflächen zurück. Wir hatten festgestellt, daß im Hochland der Geraes auf weiter Fläche Reste der Gondwanaserie erhalten geblieben sind, deren Oberfläche zwar nicht die einer Peneplain ist, die aber doch breite Ebenen bildet. Wie ist das bei der linienhaften Zerschneidung des Gebirges möglich? Ich vermute, daß die alte Rumpffläche wesentlich mitgewirkt hat. Die Flüsse schnitten sich rasch durch die Gondwanaserie durch und bildeten dabei das im nächsten Kapitel zu schildernde Relief. Mit dem Augenblick, in welchem sie auf die alte Rumpffläche, auf die viel festeren Gesteine des Untergrundes, trafen, verlangsamte sich plötzlich der Vertiefungsvorgang, die Flüsse wurden gebremst und hielten sich längere Zeit an dieser Grenze auf. Die lokale Erosionsbasis wurde festgehalten und vertiefte sich nur noch langsam. Da nun gerade in den unteren Gondwanaschichten ein wichtiger Grundwasserhorizont liegt, wurde die Abtragung der Landschaft in die Breite besonders begünstigt und sie schuf eine Oberfläche, die noch in der Gondwanaserie, aber nicht sehr hoch über der alten Rumpffläche liegt. Da die Rumpffläche unter der Gondwanaserie sehr eben ist, geschah das Bremsen der Erosion überall ziemlich gleichzeitig, und deshalb mußte auch das neue Relief in der Gondwanaserie ein unvollkommenes Abbild der Rumpffläche geben. Sie ist selbst keine Rumpf-

fläche, da einzelne Tafelberge auf ihr erhalten sind. Wäre die Unterlage der Gondwanaserie ein Hügelland, so würden die Flüsse, die sich über alten Senken desselben einschnitten, noch rasch weiter in die Tiefe gegangen sein, während andere über den ehemaligen Höhen sich einschneidende Flüsse längst gebremst wurden. Auch in diesem Fall wäre das neu entstehende Relief ein unvollkommenes Abbild des älteren. Das ältere Relief bedingt die Form eines jüngeren darüberliegenden, es formt sich durch. Da in unserem Fall das ältere Relief eine modellartig schöne Rumpffläche war, bekommen wir in diesem bestimmten Stadium der Abtragung eine durchgeformte Rumpffläche. Die durchgeformten Rumpfflächen stellen ein Durchgangsstadium dar zwischen den im nächsten Kapitel zu schildernden Anfangsstadien der Zertalung und den in Abb. 50 soeben dargestellten Fortgangsstadien. Da aber gerade in dieser Periode eine Verlangsamung und Beeinträchtigung der Erosionskraft eintritt, tritt ihre Bildung zeitlich und räumlich stärker hervor als in den übrigen Durchgangsstadien. Deshalb nehmen sie in Minas ansehnliche Flächen ein, so daß ihre besondere Ausscheidung nötig ist. Möglicherweise spielt bei der Bildung dieser Hochflächen, die über einem nicht sehr starken Abtragungsrest der Gondwanaserie liegen, noch ein anderer Faktor mit: das flache Relief, von dem, wie oben erörtert, die Zertalung des ganzen Gebietes ausging. Allerdings scheinen die durchgeformten Rumpfflächen schon tiefer zu liegen als dieses Ausgangsrelief.

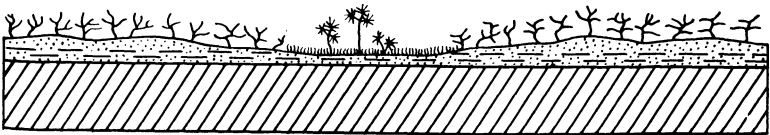
Es war schon die Rede von dem Grundwasserhorizont der unteren Gondwanaserie. Derselbe ist wohl teilweise bedingt durch die Aufstauung über der Bambuhy-Serie, zum großen Teil aber sicher durch die Wechsellagerung toniger und sandiger Schichten in der unteren Gondwanaserie selbst, die nach oben reinem Sandstein weichen. Bei der großen Ausdehnung der Gondwanaserie speichert dieser Grundwasserhorizont ungeheure Mengen des in der Regenzeit gefallenen Wassers auf, die er auch über die Trockenzeit als Vorrat behält und langsam abgibt. Der größte Teil der Gondwanaserie, auch im Bereich der durchgeformten Rumpfflächen, liegt über diesem Grundwasserhorizont, und die Vegetation ist Kampbusch, der in der Trockenzeit alles Laub abwirft. Man durchquert oft

viele Kilometer dieses völlig dürren, wie abgestorbenen Busches, über dem die Sonne brütet, ohne daß sich ein Windhauch regt, und der die Glut eines Backofens aushaucht. Es ist dann immer wieder eine Überraschung, wenn man plötzlich am Rande des Busches steht und vor sich, 100 oder mehr Meter breit, eine flache Senke sieht, die sich als Tälchen leicht bergab

I. *Trockner Krüppelbusch.*



II. *Buritisaal (Quellsumpf).*



III. *Bachkerbe.*



 *Bambuhu-Serie*  *Gondwana-Serie*  *Grundwasser*

Abb. 51. Entwicklung eines Buritisaal.

zieht und von saftigem Grase strotzt. Über die frischgrüne Fläche sind Gruppen der Buriti-Palme (*Mauritia vinifera*) malerisch verstreut, und jenseits, wie mit dem Messer abgeschnitten, beginnt wieder der ausgedorrte Busch. Das sind die Stellen, an denen der Grundwasserhorizont angeschnitten ist, die sumpfigen Quellmulden der Täler. In Brasilien heißen sie *Veredas*, *Brejos* oder (nach der Palme) *Buritisaes* (Singular: *Buritisaal*). Der Untergrund ist so morastig, daß nur schmale Pfade an den Rändern entlang führen.

Schwarze Wasserlachen blinken, und unter dem Gras liegt (vielfach unter Einschaltung einer dünnen Torfschicht) Bleichsand, der sich wie Schwimmsand verhält. Folgt man aber dem Tälchen abwärts, so beginnt nach kürzerer oder längerer Strecke das Bächlein zu sprudeln, und bald befindet man sich in einem schmalen Wasserriß, der in die Bambuhy-Serie eingerissen ist, und an den wieder der dürre Busch grenzt. Seitlich in höheren Lagen kann sich jedoch vor dem Grundwasser-
austritt, also am Rande der Gondwanaserie, ein grüner Streifen hineinziehen. In Abb. 51 ist die Entwicklung der Wasserläufe aus ihrem Quellgebiet der Hochflächen an einigen Querschnitten dargestellt. Die Buritisaes sind so charakteristische Elemente der Landschaft, daß sie zu ihren wesentlichsten Bestandteilen gehören und in keiner morphologischen Betrachtung übergangen werden dürften.

X. Tafelland der Gondwanaserie.

Es wurde in dem Kapitel über die Gondwanaserie bereits auseinandergesetzt, daß sie sich (wenn von dem basalen Konglomerat abgesehen wird) aus drei Etagen aufbaut, von denen die untere und obere aus weichen, die mittlere aus harten Gesteinen besteht, und es wurde auch erwogen, daß mit der oberen Abteilung unter Umständen noch jüngere Gesteine (vielleicht Kreide) vereinigt sind, die wir vorläufig noch nicht abgliedern können. Diese stratigraphischen Probleme sind für uns jetzt unwesentlich. Für die Morphologie bildet die obere Abteilung für uns eine Einheit, da sie sich aus Gesteinen zusammensetzt, die weniger widerstandsfähig sind als die mittleren festen Sandsteine.

Die Landschaft im Gebiet der Gondwanaserie wird durch zwei Faktoren bedingt: durch die fast immer praktisch horizontale Lage der Schichten, und durch die verschiedene Härte der einzelnen Horizonte. Als besonders gutes Beispiel sei ein Profil (Abb. 52) angeführt, welches alle Landschaftsformen vereinigt, die nördlich São Gonçalo de Abaeté von der Serra de Jeribá und Serra das Almas abwärts beobachtet werden können. Der oberste Teil der Schichtenfolge über den harten Sand-

steinen weicht zurück, und in ihm bilden sich hier Erdrutsche. Die harten roten Sandsteine bedingen einen Felsabsturz, und über ihnen liegt eine Kante oder Stufe am Rande der Serra. Teile dieser harten Platte werden vom Plateau abgetrennt und bilden prächtige Tafelberge (Morro da Mesa, Tischberg). Sind ihre Flanken so weit zurückgeschnitten, daß die Oberfläche des Tafelberges aufgezehrt ist, so bleiben Kegelberge übrig. Die untere Abteilung der Gondwanaserie¹³⁾ zeigt flachere und weiche Formen, ein sanftes Hügelland. In diesen Schichten wechseln aber auch Lagen verschiedener Härte, und jedes (oft nur einige Dezimeter starke) Bänkchen bildet eine schwache Stufe. Da das Gebiet hier nur mit dünnem Grase bestanden ist, kommt jedes einzelne Stüfchen im Gelände prächtig zum Vorschein, und alle Hügel sind von einer großen Zahl übereinanderliegender niedriger Stufen umzogen. Die Zahl derselben ist wesentlich größer und ihre Höhe ist viel geringer, als Abb. 53 zeigt. Eine maßstäbliche Darstellung wäre jedoch bei der Größe des dargestellten Ausschnitts nicht möglich.

Sobald die Unterlage der Gondwanaserie erreicht ist, entsteht wieder ein steiler Knick in der Geländekurve. Die Auflagerungsfläche bildet wieder eine Kante, in die Bambuhy-Serie reißen sich Schluchten ein mit schroffen Felswänden, deren Überquerung, auch wenn es sich um kleine Wasserläufe handelt, nicht im-

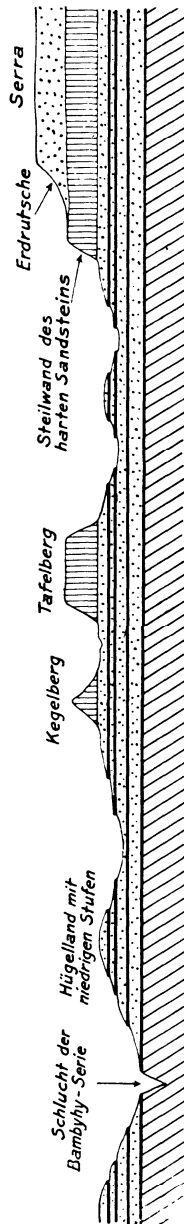


Abb. 52. Die Landschaftselemente der Gondwanaserie (Schema).

¹³⁾ Sie ist in dem Profil (Abb. 52) etwas zu mächtig dargestellt, da sonst ihre Eigentümlichkeiten nicht genügend hätten zum Ausdruck gebracht werden können.

mer leicht ist. Die Reitwege halten sich deshalb nach Möglichkeit in den unteren Gondwanaschichten und umgehen oft in großen Bögen die in die Bambuhy-Serie eingeschnittenen Schluchten.

Diese Formenelemente kehren im Gebiet der Gondwanaserie überall wieder, und besonders ist es der mittlere harte Sandstein, der die Felsabstürze der Tafelländer bildet. Wo dieser mittlere Sandstein noch vorhanden ist, bleibt der Charakter des Tafellandes gewahrt. Sobald er der Abtragung erlag, entsteht ein Hügelland. Wo die Zertalung des Gebietes tief in die Bambuhy-Serie eingedrungen ist, wird nach Verschwinden des tafelbildenden Sandsteins die untere Abteilung der Gondwanaserie rascher zerstört und verliert die Eigenschaft eines selbständigen Formbildners. Das entstehende Hügelland der Bambuhy-Serie trägt jedoch noch lange Kappen dieser Schichten. Das Profil, welches Abb. 52 im Schema zeigt, wandert von links nach rechts weiter, da der Steilrand ständig zurückweicht und ihm die Landschaft der Vorberge nachfolgt, hinter welche dann das Hügelland der Bambuhy-Serie nachrückt. So werden die Tafelländer mehr und mehr verkleinert. Soweit meine Reiseroute geht, ist die Serra Matta da Corda das einzige Gebiet, in welchem das Tafelland in größerer Ausdehnung erhalten geblieben ist. Es ist zwar von den Flüssen tief zerschluchtet, bildet aber doch eine geschlossene Masse, die deshalb als Gebirge erscheint. Randlich wird das Tafelgebirge zerschlitzt und aufgelöst und geht in die in Abb. 52 dargestellte Randlandschaft über. Außerhalb der Serra Matta da Corda sind Komplexe des Tafellandes in meinem Gebiet nur auf den Wasserscheiden übrig geblieben. Soweit sie mir bekannt wurden, zeigt sie die morphologische Übersichtsskizze. Ein dichteres Reisenetz, als es mir möglich war, wird vermutlich noch weitere Tafellandstücke ermitteln. Ein Vergleich mit der geologischen Übersichtskarte zeigt, daß die Verbreitung des Tafellandes der Gondwanaserie wesentlich geringer ist als die Verbreitung der Gondwanaserie selbst. Das erklärt sich daraus, daß nur die mittleren, harten Sandsteine das Tafelland bilden. Sobald sie entfernt sind, paßt sich die untere Abteilung dem tieferen Untergrund an und bildet entweder Kappen auf dem rundwelligen

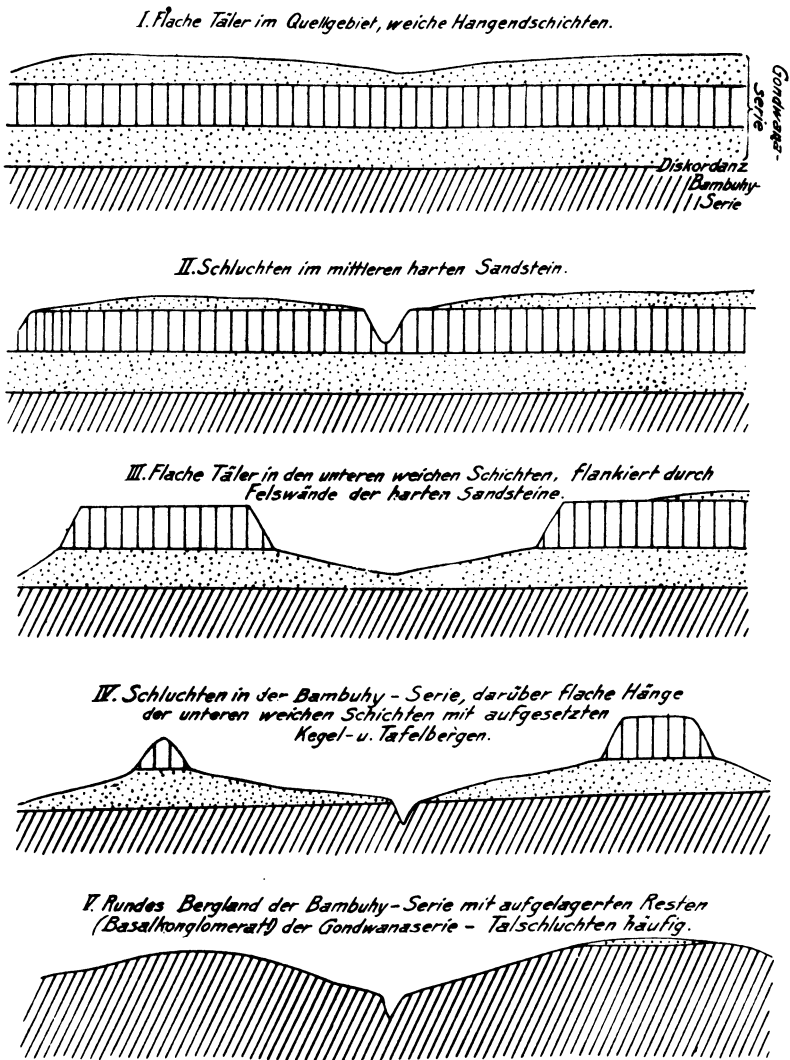


Abb. 53. Entwicklungsreihe der Talquerschnitte in der Gondwanaserie der Serra Matta da Corda.

Bergland der Bambuhy-Serie, oder formt die Prägondwanarumpffläche durch. Sie bestimmt nicht selbständig das Landschaftsbild. Sie kann es schon deshalb nicht bestimmen, weil eine Erosion, die so schwach ist, daß auf größere Fläche hin die Bambuhy-Serie nicht angegriffen wird, auch den harten Sandstein nicht entfernt. Die unteren weichen Schichten haben also gar keine Gelegenheit, auf größere Fläche hin allein die Oberfläche zu bilden und selbständig die Landschaft zu modellieren.

Wir hatten erkannt, daß das Tal des Rio São Francisco in unserem Gebiet ein reines Erosionstal ist und nicht etwa ein Grabenbruch oder sonstwie tektonisch bedingtes Tal. Auch die Serra Matta da Corda ist ein lediglich durch die Erosion bedingtes Gebirge, ein geschlossener, großer Erosionsrest der Gondwanaserie. Hier muß noch auf eine interessante Beobachtung hingewiesen werden. Es ist mehrfach erwähnt worden, daß die Gondwanaserie stellenweise ein leichtes, kaum merkliches Auf- und Absteigen erkennen läßt. In dem Profil (Tafel I) ist davon fast nichts zu bemerken. Nach Süden scheint es jedoch etwas zuzunehmen. Wenn man die Profile (Abb. 24 bis 29) der südlichen Route zusammenpaßt, so werden infolge der starken Überhöhungen in der Darstellung leichte Absenkungen der Unterlage zwischen Rio Indayá und Rio Abaeté sowohl wie in der Serra Matta da Corda bemerkbar. Es ist sehr bemerkenswert, daß gerade in diesen einbiegenden Gebieten die Gondwanaserie in ausgedehntem Umfang erhalten geblieben ist, während in den Gebieten aufsteigenden Untergrundes die Hauptflüsse (Abaeté und Indayá) fließen, durch welche die Deckschichten weitgehend abgeräumt wurden. Es liegt mir fern, hieraus besondere Schlüsse zu ziehen; denn erstens liegt nur ein Profilschnitt vor, und zweitens handelt es sich um so schwache Höhenunterschiede, daß die Messungen mit Hilfe feinerer Instrumente, als sie mir zur Verfügung standen, nachzuprüfen sind. Ich möchte jedoch meine Nachfolger hierauf aufmerksam machen. Eigentliche Schrägstellung der Gondwanaserie wurde nur in der Serra Alcaçaz lokal beobachtet und zeigte eine entsprechende morphologische Auswirkung durch

Herausschälung des harten Sandsteins. Ob die Kippung an einer längeren schmalen Störungszone erfolgte, blieb ungeklärt, da deren Streichrichtung dann quer zum Reiseweg liegen müßte.

Bisher war nur die Rede von den Landschaftsformen, die bei der Auflösung des Tafelrandes in der Fläche des Vorlandes entstehen. Wir müssen noch die Talformen im Gebiet des Tafellandes selbst kennen lernen. Abb. 53 zeigt die Entwicklungsreihe der Täler, die in der Serra Matta da Corda z. B. entspringen und dem Rande derselben zustreben. Sie beginnen als flache Täler in den oberen, weichen Gesteinen. Sobald sie aber den harten Sandstein erreichen, entstehen wild eingeschnittene Felstäler mit schroffen Wänden, die oft nicht zu passieren sind. Will man zum tieferen Lauf des Flusses gelangen, muß infolgedessen die Schicht seitlich umgangen werden. An dieser Stelle übersteigt der Weg deshalb mit großer Gesetzmäßigkeit die seitlichen Höhen. Die unteren, weichen Gesteine der Gondwanaserie bilden wieder flache Hänge, über denen sich die Felsflanken steil erheben, die schließlich zu Tafel- und Kegelbergen werden. Am Ende bleibt nur der Kappenrest auf dem Bergland der Bambuhy-Serie übrig.

XI. Schlußbemerkungen.

Ein Überblick über die Formenelemente des dargestellten Teiles von Minas Geraes zeigt, daß das Relief der Landschaft in erster Linie durch den Widerstand des Gesteins bedingt wird. Auch darin offenbart sich die in geologisch junger Zeit erfolgte Hebung dieses Teils der brasilianischen Masse als ganzer Block, ohne große Zerstückelung infolge orogener Vorgänge. So ist die Landschaft in erster Linie eine Erosionslandschaft, alte Rumpfflächen spielen nur stellenweise eine bestimmende Rolle. In diesem Endergebnis wie auch in den Teilresultaten zeigen sich grundlegende Abweichungen zu früheren morphologischen Übersichten. Die Abweichungen ergeben sich daraus, daß die früheren morphologischen Erörterungen nur auf mangelhafte geologische Unterlagen gegründet waren und auf eigene Aufnahmen verzichteten, wenn sie nicht

überhaupt in Europa nur nach der Literatur entstanden. Es ist schade um die Mühe und ehrliche Begeisterung, die aus diesen Untersuchungen spricht. Unser Gebiet zeigt wieder, daß sich bei exakten geologischen Aufnahmen die Klärung der Morphologie von selbst ergibt, aber auch nur mit Hilfe solcher Aufnahmen möglich ist. Ohne sie sind morphologische Übersichten Vermutungen oder Phrasenschwall.

L. Bemerkungen zur Routenaufnahme.

Vom südlichen Minas Geraes existieren genauere Karten, während von dem menschenarmen nördlichen Teil des Staates nur die Übersichtskarte 1 : 1 000 000 vorlag. Von dieser Karte ist nur ein sehr geringer Teil auf Grund wirklicher Aufnahmen gezeichnet, der größte Teil ist ungenau oder überhaupt falsch. Besonders die abgelegenen, auch von Forschungsreisenden bisher kaum berührten Teile der Karte sind unbrauchbar. Sie bot schon aus diesem Grunde, vor allem aber auch wegen des kleinen Maßstabes keine ausreichende Unterlage für die Eintragung geologischer Beobachtungen und die Fixierung der Reiselinie. Deshalb sah ich mich genötigt, die ganze Route aufzunehmen. Als Hilfsmittel standen mir nur der gewöhnliche Geologenkompaß und ein Taschenhöhenmesser zur Verfügung. Die Aufnahme war nicht Selbstzweck, sondern ergab sich lediglich aus der Notwendigkeit, die geologischen Beobachtungen zu fixieren. Es konnte deshalb auch nur der Grad von Genauigkeit angestrebt werden, der diesem Ziel entsprach. Gebiete mit eintönigem geologischem Bau wurden rasch durchheilt, und sie wurden infolgedessen auch weniger sorgfältig aufgenommen. Das Hauptziel war, die Wiederauffindung der beobachteten Profile späteren Reisenden zu gewährleisten und die Zusammenfassung der Beobachtungen zu einem Gesamtbild zu ermöglichen. Im östlichen Teil des Reisegebietes (von Theophilo Ottoni bis Diamantina) konnten die Beobachtungen schon auf der Übersichtskarte hinreichend dargestellt werden, weshalb dieser Teil der Route bei der Veröffentlichung fortbleiben konnte. Damit konnte das Kartenblatt um die Hälfte verkleinert werden. Von den im Text behandelten Teilen aus Mittel-Minas werden Spezialkärtchen vorgelegt. So ist in der Karte der Routenaufnahme nur der Teil der Reise wiedergegeben, der zwischen

Patrocínio—Patos und Joaquim Felício—Diamantina liegt. In diesem Teil der Routenaufnahme (Tafel I) ist weniger genau

Tabelle 14.
Ortsbestimmungen nach dem Atlas Chorographico Municipal,
Minas Geraes. Bello Horizonte 1927.

Orte	Breite (S)	Länge (W)	Höhe über NN
Abaeté	19° 9' 16"	45° 20' 21"	630 m
Curvello	18° 45' 42"	44° 25' 48"	633 ..
Diamantina	18° 14' 50"	43° 33' 12"	1 262 ..
Pirapóra	17° 21' 06"	44° 56' 55"	472 ..
Patos	18° 35' 26"	46° 32' 09"	856 ..

das Stück der Geraes-Schichten westlich von Curvello bis zum Rio Paraopeba. Dieser selbst ist genau. Seine Mündung liegt nördlicher als die Übersichtskarte angibt. Doch ist der Ort Abaeté astronomisch bestimmt, und die Entfernung von diesem bis Barra do Paraopeba beträgt genau 9 Leguas, so daß ich meine Fixierung für richtiger halte. Bagre ist festgelegt durch eine Aufnahme, die Herr Dr. ARLINDO ARAUJO von Curvello aus vorgenommen hat. Meine Aufnahmen passen gut mit diesem Punkt zusammen. Die Lage des Morro da Garça hatte Herr FRIEDRICH MERTINS ebenfalls von Curvello her ermittelt. Die Strecke Curvello—Paraúna ist mit wenigen Abänderungen von der Karte 1 : 1 000 000 übernommen, weil sie hier genügt. Von der Strecke Abaeté—Tiros lag mir eine Handskizze von Herrn Ingenieur ANTONIO DO MONTE FARTADO in Abaeté vor, die sich als hinreichend zuverlässig erwies, und für die nähere Umgebung von Patos die von R. MAACK (838) angefertigte gute Karte. Der gesamte übrige Teil, also fast die gesamte Route, ist von mir selbst aufgenommen worden. Auch wenn man die durch den Zweck und die geringen Hilfsmittel bedingten Ungenauigkeiten in die Wagschale wirft, ist doch ein Fortschritt in unserer Kenntnis des Kartenbildes erzielt worden, der sich ergeben mußte, da aus diesem ganzen Gebiet außer der durch LIAIS (172, 173, 174) erfolgten Flußaufnahme des Rio São Francisco und Rio das Velhas, die im Jahre 1865 erschienen sind, keinerlei Aufnahmen veröffentlicht wurden. Wichtige Flüsse, Gebirgszüge und Tafelländer wurden so erstmalig festgelegt.

Innerhalb des Kartenbereichs sind die in Tabelle 14 zusammengestellten Punkte astronomisch bestimmt. So ergab sich die Möglichkeit, die aufgenommenen Routenstücke einzuhängen, was ohne Schwierigkeit gelang und eine hinreichende Genauigkeit gewährleistet. Die Route wurde im Maßstab 1 : 250 000 gezeichnet und beim Druck verkleinert. Die Eisenbahnlinien wurden mit Ausnahme der kurzen Strecken, die bei Barão de Guaicuhy und Conselheiro Matta aufgenommen worden sind (siehe die entsprechenden Spezialkärtchen, Abb. 14 u. 22) von der Karte 1 : 1 000 000 übernommen und infolgedessen sehr roh wiedergegeben. Das war nicht zu vermeiden. Die Flüsse wurden überall da, wo die Unterlagen ungewiß sind, durch unterbrochene Linien dargestellt. Bezüglich des geologischen Profils muß noch bemerkt werden, daß die Gondwanaserie überall da, wo sie der Bambuhy-Serie nur in dünner Kappe aufliegt, in ihrer Mächtigkeit übertrieben dargestellt werden mußte, um überhaupt zur Darstellung gebracht werden zu können.

M. Die geologische Literatur über Minas Geraes.

I. Bibliographie.

In der folgenden Zusammenstellung sind die Titel aller auf Minas Geraes sich beziehenden geologischen, mineralogischen und lagerstättenkundlichen Schriften und Karten wiedergegeben, die der Verfasser in Erfahrung bringen konnte. Trotz größter Bemühungen ist es ihm nicht möglich gewesen, alle genannten Arbeiten selbst in die Hand zu bekommen und zu lesen; denn an der Erforschung Brasiliens haben alle Kulturvölker Anteil genommen, Abhandlungen darüber sind über die Zeitschriften der ganzen Welt verstreut und manche davon in Deutschland überhaupt nicht vorhanden oder bisher nicht aufzufinden gewesen. Freilich ist ein großer Teil dieser Schriften wissenschaftlich wertlos, darunter besonders derjenige, der sich in mehr oder weniger t e n d e n z i ö s e r Weise mit den Bodenschätzen beschäftigt; und von den Arbeiten, die wissenschaftlich neue Resultate bringen, wird wohl kaum eine dem Verfasser nicht vorgelegen haben. Trotz aller Bemühung dürfte jedoch unter den Titeln doch diese oder jene an versteckter Stelle erschienene Arbeit fehlen, obwohl für die folgende Zusammenstellung durch verschiedene Bibliographien wertvolle Vorarbeit geleistet wurde. Unter diesen möchte ich vor allem die mit großem Fleiß zusammengetragene Bibliographie von ALPHEU DINIZ GONSALVES nennen, die ganz Brasilien umfaßt. Da aber dem Verfasser derselben offenbar nur ein kleiner Teil der Literatur im Original vorgelegen hat, finden sich darin viele falsche Zitate, Schreib- und Druckfehler, sowie sprachliche Irrtümer. Auch fanden sich beim Lesen der Originalarbeiten weitere, z. T. wichtige und dort noch nicht angeführte Schriften, so daß jene Zusammenstellung berichtigt, ergänzt und natürlich bis auf die neueste Zeit fortgeführt werden konnte. Da

aber auch hier nicht alle Titel nach dem Original gegeben werden können, war es unmöglich, die Fehler aus den Zitaten ganz auszuschalten. So sind beispielsweise die Zitate der zahlreichen Arbeiten über die Ausgrabungen von LUND offenbar fehlerhaft. Da dieselben aber mit meinen eigenen Arbeiten nicht zusammenhängen und ein Studium derselben außerordentlich viel Zeit verschlungen hätte, muß ich eine Verbesserung derselben anderen Forschern überlassen. Auch dürften in den letzten Jahren, besonders in der Zeit seit 1930, noch manche Lücken zu vermerken sein. Erst bei der Durchführung einer solchen Arbeit merkt man, wie trotz zahlreicher einschlägiger Einrichtungen bei uns die Berichterstattung über Neuerscheinungen des Auslandes und die Beschaffung derselben noch großen Mängeln unterliegen. Ich richte an die Herren Fachgenossen die Bitte, mich auf die ihnen auffallenden Lücken aufmerksam zu machen, damit bei Gelegenheit das nachstehende Verzeichnis ergänzt werden kann.

In unsere Aufstellung sind auch alle Arbeiten und Lehrbücher aufgenommen worden, die nur nebenbei Minas Geraes behandeln, sofern sie darüber neue Tatsachen oder Erkenntnisse bringen. Weggelassen sind hingegen Sammelwerke, Lehrbücher usw., die nur einige kurze Bemerkungen nach anderen Autoren wiedergeben, ohne unsere Kenntnisse zu bereichern; es wäre sonst die Reihe in unverantwortlicher Weise verlängert worden. Aus dem gleichen Grunde wurden auch viele lange Titel nebensächlicher Veröffentlichungen gekürzt, doch nur insoweit, als die Identifizierung und Auffindung nicht beeinträchtigt wird. In vielen mineralogischen Arbeiten findet sich als Fundort von Mineralien leider nur: Brasilien. In häufigen Fällen läßt sich die Herkunft vom Kenner des Landes genauer erraten, und wo sich auf Minas Geraes Bezug nehmen läßt, wurden solche Arbeiten angeführt. Die modernen Arbeiten über den Strukturaufbau der Kristalle geben häufig gar keine Fundpunkte an. Da deren Bedeutung aber nicht auf dem Gebiet regionaler Forschungen liegt, entsteht durch ihr Fehlen keine große Lücke. Zahlreiche Notizen über Lagerstätten von Minas im Mining Journal und ähnlichen Zeitschriften bringen nur Nachrichten für den Geschäftsmann und werden in einer wis-

senschaftlichen Bibliographie nicht vermißt werden, umso weniger, da ihnen jeweils nur Augenblickswert zukam.

In der Zusammenstellung wurde die zeitliche Reihenfolge der Veröffentlichungen gewählt, so daß sich gleichzeitig ein historischer Überblick über die Erforschung des Staates ergibt. Die Auffindung einzelner Arbeiten wird erleichtert durch ein am Schluß gegebenes alphabetisches Autorenverzeichnis.

Alle Abhandlungen sind nach dem Jahr der Drucklegung eingereiht, nicht nach dem Jahr ihrer Abfassung, auch wenn zwischen beiden Daten eine längere Zeitspanne liegt. Doch wurde bei Manuskripten, die erst nach Jahrzehnten und dann mehr aus historischem Interesse gedruckt wurden, in ihrem Abfassungsjahr ein Vermerk ohne Nummer eingefügt, wenn angenommen werden muß, daß das Manuskript schon damals von den Fachleuten ausgewertet wurde. Innerhalb der einzelnen Jahre erfolgte die Anordnung alphabetisch, wenn nicht bei Arbeiten über den gleichen Gegenstand, die aufeinander Bezug nehmen, eine davon abweichende zeitliche Reihenfolge ersichtlich und notwendig ist. Bei den im Anfang (ab Nr. 932) beigefügten Ergänzungen war ein Innehalten der Reihenfolge nicht mehr möglich.

1711:

1. ANDRÉ JOÃO ANTONIL, *Cultura e opulencia do Brasil por suas drogas e minas*. Lisbôa, 1711. (Revista do Archivo Publico Mineiro IV, 1899, bringt einen Neudruck.)

1735:

2. JACOB DE CASTRO SARMENTO, *Historical accounts of the discovery of gold and diamonds in Minas Geraes, Brazil*. *Materia Medica-physico-historico-mechanica, Regno Mineral, Pt. I*, London 1735.

1785:

3. ANONYM, *Genuine account of the present state of the diamond trade in the dominions of the Portugal*. London 1785.

1789:

4. DOMINGOS VANDELLI, *Memoria sobre algumas produções naturaes das Conquistas, as quaes ou são pouco conhecidas, ou não se aproveitão*. *Memorias economicas da Academia Real das Sciencias de Lisbôa Tome I*, 1789, S. 187—206.

1792:

5. D'ANDRADA (Notiz über die Diamantminen Brasiliens). Actes de la Société d'Histoire naturelle de Paris I, 1792.

1794:

6. D'ANDRADA, Mémoire sur les Diamants du Brésil. Annales de Chimie XV, 1792, S. 82—88. (Übersetzung in Nicholson's Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts I, London 1797, S. 24—26.)

1799:

7. J. HUTTON, On the flexibility of the Brazilian stone. Transactions of the Royal Society of Edinburgh III, 1794, S. 86—94. J. V. COUTO, Memoria sobre a Capitania de Minas Geraes etc. Das Manuskript von 1799 wurde 1847 und 1871 gedruckt (s. Nr. 189).

1801:

JOSÉ VIEIRA DO COUTU, Memoria sobre as Minas da Capitania de Minas Geraes. Das Manuskript von 1801 wurde erst 1842 gedruckt (s. Nr. 100).

1802:

8. HAUY, Mémoire sur les topazes du Brésil. Annales du Muséum National d'Histoire Naturelle I, Paris 1802, S. 346—352.

1804:

9. JOSÉ DA CUNHA DE AZEREDO COUTINHO, Discurso sobre o estado actual das minas do Brazil. 67 pp. Lisboa 1804.

1805:

10. W. H. WOLLASTON, On the discovery of Palladium, with observations on other substances, found with platina. Philos. Transact. London 95, 1805, S. 316.

1808:

11. E. A. W. v. ZIMMERMANN, Taschenbuch der Reisen, oder unterhaltende Darstellung der Entdeckungen des 18. Jahrhunderts etc. 7. Jahrg. 1808. (S. 39—57 Mitteilungen über nutzbare Mineralien Brasiliens.)

1809:

12. W. CLOUD, An account of experiments made on palladium, found in combination with pure gold (from Brazil). Transact. Americ. Philos. Soc. 6, 1809, S. 407.
13. W. H. WOLLASTON, On platina and native palladium from Brazil. Philos. Transact. Royal Society XCIX. London 1809, S. 189.

1810:

14. CLOUD, D'une mémoire communiqué à la Société philosophique américaine sur la découverte du Palladium dans la mine (en anglais, l'alliage natif) d'or. Annales de Chimie LXXIV, 1810, S. 99—104.
15. J. CLOUD, Palladium in brasilischem Golde. Gilberts Annalen der Physik Bd. 36, 1810, S. 310—313. (Ausgezogen aus einer der

amerikanischen Sozietät zu Philadelphia mitgetheilten Abhandlung und frei übersetzt nach den *Annal. de Chimie*, Avril 1810.)
1811:

16. W. L. v. ESCHWEGE, Extracto de huma memoria sobre a decadencia das minas de ouro da Capitania de Minas Geraes etc. *Mem. Acad. Sci. Lisboa* IV, Pt. II, 1811, 65—76.
17. A. F. GEHLEN, Platinum und Palladium, in Brasilien und St. Domingo gefunden. *Schweiggers Journ. f. Chemie und Physik* I, 1811, S. 362—373.

1815:

18. W. L. v. ESCHWEGE (Brief über Brasilien). *Ephémérides géographiques de M. Bertuch*, Vol. XLVIII, 1815. (Zitiert nach *Annales des Mines* II, 1817, p. 199.)
19. W. L. v. ESCHWEGE, Mineralogische Nachrichten aus Brasilien. *Neue Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde* (v. K. E. v. Moll) III, Nürnberg 1815, S. 321—340.
20. VOIGT-AUBUISSON, Sur la Nature de certains grès modernes. *Journal des Mines* XXXVIII, Paris 1815, S. 211—225. (S. 214 biegsamer Sandstein v. Brasilien.)

1816:

21. J. MAWE, *Travels in the Interior of Brazil*. Boston 1816. (Deutsche, italienische und französische Übersetzung 1816, 1817.)

1817:

22. BARON D'ESCHWEGE, *Idées générales sur la constitution géologique du Brésil*. *Annales des Mines* II, 1817, S. 238—240.
23. J. MAWE, *Voyages dans l'intérieur du Brésil, particulièrement dans les districts de l'Or e du Diamant, faits en 1809 e 1810, etc.* *Annales des Mines* II, 1817, S. 198—237.

1818:

24. W. L. v. ESCHWEGE, Vorkommen des elastischen Sandsteins in Brasilien. *Gilberts Ann.* 58 (Neue Folge 28), 1818, S. 99—101.
25. W. L. v. ESCHWEGE, *Journal von Brasilien oder vermischte Nachrichten aus Brasilien, auf wissenschaftlichen Reisen gesammelt*. Heft 1 u. 2. *Neue Bibliothek der wichtigsten Reisebeschreibungen*, herausg. v. Dr. F. J. Bertuch, Bd. 14 u. 15, Weimar 1818.
26. W. L. v. ESCHWEGE, *Physikalische und bergmännische Nachrichten aus Brasilien*. Leipzig, *Gilberts Ann.* 59, 1818, S. 117 bis 139.
27. J. MAWE, *Nachrichten von dem Vorkommen und Gewinnen der Diamanten, anderer Edelsteine und edler Metalle in Brasilien*. *Gilberts Annalen der Physik* 59, 1818, S. 140—173.

1819:

28. J. C. L. ZINCKEN, *Beschreibung einiger brasilianischer Mineralien*. *Journal f. Chemie und Physik* XXVI, 1819, S. 372—379.

1820:

29. W. L. V. ESCHWEGE, Über einige merkwürdige brasilianische Gebirgsformationen. Halle, Gilberts Ann. LXX, 1820, S. 411—424.
30. W. L. V. ESCHWEGE, Nachrichten aus Portugal und dessen Kolonien, mineralogischen und bergmännischen Inhalts. Herausg. v. J. C. L. Zincken. Braunschweig 1820.
31. J. C. L. ZINCKEN, Die Bildungen des Sandsteins und Eisenglimmers in der Capitanie Minas Geraes. In v. Eschweges Nachrichten aus Portugal und dessen Kolonien, mineralogischen und bergmännischen Inhalts, 1820, S. 226—245.
32. J. C. L. ZINCKEN, Beschreibung einzelner Gebirgsarten aus Brasilien. In v. Eschweges Nachrichten aus Portugal und dessen Kolonien, mineralogischen und bergmännischen Inhalts, 1820, S. 245—252.
33. J. C. L. ZINCKEN, Beschreibung einfacher Fossilien aus Brasilien und deren Vorkommen. In v. Eschweges Nachrichten aus Portugal und dessen Kolonien, mineralogischen und bergmännischen Inhalts, 1820, S. 252—274.

1821:

34. W. L. V. ESCHWEGE, Auszug aus einem Schreiben ... aus Villa Rica. Von Molls Neue Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde IV, S. 270—273, Nürnberg 1821.

1822:

35. A. ARFWEDSON, Analyse des Chrysoberyll von Brasilien. Mém. de l'Acad. de Stockholm 1822 (wiedergegeben in Annales des Mines IX, Paris 1824, S. 403).
36. W. L. V. ESCHWEGE, Geognostisches Gemälde von Brasilien und wahrscheinliches Muttergestein der Diamanten. Weimar 1822.

1823:

37. J. B. V. SPIX und C. F. P. V. MARTIUS, Reise in Brasilien. München 1823—1828.

1824:

38. WERNEKINCK, Über den Sideroschistolith von Congonhas do Campo in Brasilien. Poggendorffs Annalen 1, 1824, S. 387—396.

1825:

39. ANONYM, The modern traveler. London 1825. (Über Geologie und Bergwerke Brasiliens S. 1—106.)
40. W. L. V. ESCHWEGE, Noticias e reflexões estadísticas a respeito da provincia de Minas Geraes. Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisbôa, IX, 1825, S. 1—27. (Neudruck in Revista do Archivo Publico Mineiro IV, 1899, S. 737—762.)
41. B. MOUNTENEY, Selections from the various authors who have written concerning Brazil; more particularly respecting the Captaincy of Minas Geraes and the gold mines of that province. London 1825 (182 pp., 1 Karte).

42. J. B. V. SPIX und C. F. P. V. MARTIUS, Mineral. Bemerkungen auf ihrer brasilianischen Reise. Molls Neue Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde Bd. 6, 1825, S. 1—128.

1826:

43. ANONYM, An account of the mines and the Provinces of Minas Geraes. The Monthly Magazine; London 1826, S. 258—296. (Referat in Bulletin des Sciences Naturelles et de Géologie XII, Paris 1827, S. 374—75 und XVII, 1829, S. 214—218.)
44. J. B. BOUSSINGAULT, Sur le gisement du platine. Annales de Chimie et de Physique XXXII, 1826, S. 204—212 (deutsch in Poggend. Annalen VII, 1826, S. 515—525).
45. BRONGNIART, Note sur la présence de l'anatase dans les mines de diamant du Brésil. Annales des Sciences Naturelles IX, 1826, S. 223—224.
46. A. V. HUMBOLDT (Vorkommen des Platins und Palladiums in Brasilien). Poggend. Ann. 7, 1826, S. 519—520.
47. F. A. V. HUMBOLDT, Note sur le platine en Amérique, communiqué à l'Acad. Roy. des Sci. 1826. Le Globe 1826. Bull. des Sci. Nat. et de Geol. No. 11, 1826, S. 505—507.

1827:

48. DAVID BREWSTER, On the distribution of coloring matter and on certain peculiarities in the structure and properties of the Brazilian topaz. Transactions of the Cambridge Philosoph. Society II, pt. I, 1827, S. 1—10.
49. M. DE DRUMOND, Notice sur les Mines du Brésil. Journal des Voyages, Découverts et Navigations Modernes etc., XXXIII, S. 188—230; XXXIV, S. 286—316. Paris 1827.
50. W. HAIDINGER, Über die Veränderungen, welche gewisse Mineralien mit Beibehaltung ihrer äußeren Form erleiden. Annalen der Physik XI, 1827, S. 173—191, 366—392. (Auch in Transactions of the Royal Society of Edinburgh 1827.)

1829:

51. ERMANN, Beiträge zur Monographie des Marekanit, Turmalin und brasilianischen Topas in Bezug auf Elektrizität. Abhandlungen der Kgl. Akademie d. Wissenschaften Berlin 1829 (1832), S. 41—62.

1830:

52. M. V. ENGELHARDT, Die Lagerstätte der Diamanten. Poggendorffs Annalen XX, 1830, S. 524—539.
53. W. L. V. ESCHWEGE, Brasilien, die Neue Welt. Braunschweig 1830.
54. A. DE SAINT HILAIRE, Voyage dans l'intérieur du Brésil. 2 Teile. Paris 1830, 1833. (Teil I, Voyage dans les provinces de Rio de Janeiro et de Minas Geraes, 2 Bände 1830. Teil II, Voyage dans le district des diamants et sur le littoral du Brésil, 2 Bände, 1833.)

1832:

55. ANONYM, Matrix of the Brasilian diamond. Edinburgh Philosophical Journal IX, 1832, 202.
56. R. J. BLUM, Taschenbuch der Edelsteinkunde. Stuttgart 1832 3. Aufl. Leipzig 1887).
57. W. L. v. ESCHWEGE, Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens. Berlin 1832.
58. V. KOBELL, Über einige in der Natur vorkommende Verbindungen des Eisenoxyds. Abhandl. d. Mathem. Physik. Klasse d. K. Bayr. Akad. d. Wissensch. 1832, I. Bd. S. 159.
59. J. E. POHL, Reise im Innern von Brasilien. Bd. 1, Wien 1832. Bd. 2, Wien 1837.
60. J. E. POHL, Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens. Wien 1832. (Besonderer Abdruck aus dessen Reise im Innern von Brasilien.)

1833:

61. RAPHAEL DE AMAR (Notiz über die Produktion von Gongo Socco.) N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1833, S. 547.
62. W. L. v. ESCHWEGE, Pluto Brasiliensis. Berlin 1833. (In portugiesischer Übersetzung von R. Jacob in Revista do Archivo Publico Mineiro, Ouro Preto, II (1897) und III (1898).)
63. W. A. LAMPADIUS und G. P. PLATTNER, Über das gemeinschaftliche Vorkommen des Platinerzes und des gediegenen Silbergoldes in einem Gangfossile aus Brasilien. Journ. f. techn. und ökon. Chemie 18, 1833, S. 353—365.

1834:

64. ANONYM, Diamonds districts of Brazil. Westminster Review XXI, 1834, S. 297—319.

1835:

65. BERZELIUS, Briefliche Mitteilung über das Ouro Poudre. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1835, S. 184—185.
66. L. F. SVANBERG, Bidrag till närmare kändedom af kemiska sammansätningen af de Americanska platina-malmerna. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlinger för År 1834, Stockholm 1835, S. 84—88.
67. SVANBERG, Analyse de trois minerais de platine du Brésil. Annales des Mines, 3me série, VII. 1835, S. 557—558.

1836:

- 68: J. J. BERZELIUS, Analyse des „Ouro podre“ (faules Gold) von Südamerika. Berzelius Jahresber. und Fortschr. der phys. Wissenschaft 15, 1836, S. 205.
69. FR. v. KOBELL, Mineralogische Notizen. Journ. f. prakt. Chemie 1836, II, S. 341—342.
70. P. W. LUND, Om Huler i Kalksteen, i det indre af Brasilien, der tildeels indeholde fossile knokler. Kgl. Dän. Gesellsch. d. Wiss., Naturg. u. Mathem. Klasse, VI, Förste Afhandling CXI, Kopenhagen 1836, S. 207—248.

71. R. J. DA C. MATTOS, Itinerario do Rio de Janeiro ao Pará e Maranhão pelas provincias de Minas Geraes e Goiaz. Rio de Janeiro 1836.
 72. COSTA JOSÉ DE REZENDE, Memoria historica sobre os diamantes, seu descobrimento, contractos e administração por conta da real Fazenda: modo de os avaliar, estabelecimento da fabrica de lapidação; sua extracção e estado presente no Brazil. 4^o. 38 Seiten. Rio de Janeiro 1836.
- 1837:
73. M. F. DENIS, L'Univers, Histoire e Description de tous les peuples. — Brésil. Paris 1837.
 74. P. N. JOHNSON und W. A. LAMPADIUS, Ueber brasilianisches Palladgold und dessen Ausbringung und Scheidung. Journ. f. prakt. Chemie 11, 1837, S. 309—315.
 75. P. W. LUND, Om Huler i Kalksteen i det indre af Brasilien usw. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Naturvidenskabelige og Mathematiska Afhandlinger VI, p. CXI, S. 207 bis 248. CXII, S. 307—332. 1837.
 76. P. W. LUND, Over Kalksteen-hulerne i Brasilien. Oversigt over det Kong. Danske Vid. Selsk. Natur. og Math. 1835—1836. Kopenhagen 1837.
 77. P. W. LUND (Afhandling over Kalksteen-hulerne i det Indre af Brasilien). Oversigt over Kongl. Dansk. Vid. Selskabs etc. 1836—37. Erschienen Kopenhagen 1837 oder 1838.
 78. J. PARTSCH, Geognostischer und mineralogischer Anhang zum zweyten Bande. In J. C. Pohl, Reise im Innern von Brasilien, Bd. 2, Wien 1837.
- 1838:
79. P. W. LUND (Blik paa Brasiliens Dyreverden usw.), Oversigt over Kongl. Danske Vid. Selskabs etc. 1838. Kopenhagen 1838 oder 1839.
- 1839:
80. P. W. LUND, Coup d'oeil sur les espèces éteintes de mammifères du Brésil. Annales des Sciences Naturelles, 2^{me} série XI, 1839, S. 214—234.
 81. P. W. LUND, Meddelelser over Brasiliens Pattedyrenes. Oversigt Kongl. Dansk. Videnskab. Selsk. etc. 1839, S. 19—23.
 82. P. W. LUND, List from fossil mammifera from the basin of Rio das Velhas with an extract of some of their distinguishing characters. Annals of Natural History or Magazine of Zoologie, Botany and Geology III, London 1839, S. 422—427.
 83. P. W. LUND, Extrait d'une lettre. Comptes Rendus de l'Academie VII, Paris 1839, S. 570—577.
 84. LUND, Nouvelles observations sur la faune fossile du Brésil. Annales des Sciences Naturelles, 2^{me} série, Vol. XII, Zoologie, Paris 1839, S. 205—208.

1840:

85. ANONYM, The gold Mines of Brazil. Penny-Magazine IX, 1840, S. 411—413.
86. P. CLAUSSEN, Sur le gisement des diamants dans le grès rouge du Brésil. Institut No. 41, 1840. (Referat in Annales des Mines, 4me série II, Paris 1842, S. 411.)
87. S. J. DENIS DE HERVE, Notice sur le gisement et l'exploitation du diamant dans la province de Minas Geraes au Brésil. Bull. de l'Academie Royale des Sciences et Belles Lettres de Bruxelles VII, 1840, S. 133—148.
88. W. HANKEL, Über die Thermoelektrizität der Krystalle. Poggendorffs Annalen L, 1840, S. 237—250.
89. P. W. LUND, View of the faune of Brazil previous to the last geological revolution. Mag. Nat. Hist. IV, London 1840.
90. P. W. LUND, Nouvelle recherche sur la faune fossile du Brésil. Annales des Sciences Nat. XIII, Paris 1840, S. 310—319.
91. P. W. LUND, Blik paa Brasiliens Dyreverden för sidste Jordomvaeltning. 4 afhdlgn. nebst 2 Nachtragen. Kopenhagen 1840.
92. P. W. LUND, Nye fossile Slægter af Baeltedyrens og Doven-dyrenes Familier. Naturhistorisk Tidsskrift Udgivet af Henrik Krøyer III, Kopenhagen 1840—41, S. 583—588.

1841:

93. P. CLAUSSEN, Notes géologiques sur la province de Minas Geraes au Brésil. Bull. de l'Academie Royale de Bruxelles Vol. VIII, No. 5, S. 322—343. 1841.
94. P. W. LUND, Brief. L'Institute IX, 1841.
95. P. W. LUND, Blik paa Brasiliens Direverden för sidste Jordomvaeltning. Det Kongel. Danske Vid. Selskabs Naturvidenkabelige og Mathematiske Afhandlinger, 8. Deel, 1841.
96. P. W. LUND, Versteinerte Knochen von Menschen und ausgestorbenen Tieren durcheinander in Brasilien. N. Jahrb. f. Miner. usw. 1841, S. 606.
97. P. W. LUND, Fortsatte bemaerkninger over Brasiliens uddøde Plattedyreskabning. Oversigt over det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger og det medlemms Arbejder i Aaret, 1841, S. 16—18. Münchner Gelehrten-Anzeigen 1842, S. 668—671.

1842:

98. V. AWDEJEW, Über das Beryllium und dessen Verbindungen: Chrosoberyll, aus Brasilien. Poggendorffs Annalen LXI, 1842, S. 118—119.
99. A. BOUË, Briefliche Mitteilung über Diamanten im Quarzit und die Ausgrabungen Lunds (nach Angaben von Hocheter). Bull. Soc. Géol. de France, 1e sér. XIV, S. 232—233. Paris 1842.
100. JOSÉ VIEIRA DO COUTO, Memoria sobre as Minas da Capitania de Minas Geraes. Geschrieben 1801. Veröffentl. durch das Insti-

- tute Historico e Geographico de Rio de Janeiro 1842. Typ. Lämmert.
101. HANKEL, Nachtrag zu der Thermo-Elektrizität des Topases. Pogg. Annalen LVI, 1842, S. 57—58.
 102. P. W. LUND, Brief. Revista Instituto Historico IV, 1842, S. 80 bis 87.
 103. P. W. LUND, Blik paa Brasiliens Dyreverden för sidste Jordomvaeltning. Det Kongel. Danske Videnskabernes Selskabs Naturvidenskabelige og Mathematisk Afhandlinger. 9 Deel. Kopenhagen 1842.
 104. P. W. LUND, Fortsatte Bemaerkninger over Brasiliens uddöde Dyrskabning. Kongl. Danske Vidensk. Selsk. Natur. og Math. Afhandlinger, 9 Deel 1842, S. 121—208, 361—364.
 105. A. PISSIS, Vorkommen und Gewinnung des Goldes in Brasilien. Berg- und Hüttenmänn. Zeit. 1842, S. 752.
- 1843:
106. ANONYM, Ursprüngliche Lagerstätte der Diamanten. Pogg. Annalen der Physik und Chemie LVIII, 1843, S. 474.
 107. H. GIRARD, Der Diamant und sein Muttergestein in Brasilien. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1843, S. 307—310.
 108. W. HEINTZ, Über den färbenden Bestandteil des Feuersteins, Carneols und Amethystes. Poggendorffs Annalen LX, 1843, S. 519—527.
 109. J. L. LASSAIGNE, Extraction du Palladium au Brésil. Journ. chim. med. 2, 9, 1843, S. 614.
 110. M. LOMONOSOFF, Note sur le gisement des diamants au Brésil. Annales de Chimie et de Physique, 3e série VII, Paris 1843, S. 241—243.
 111. P. W. LUND, On the occurrence of fossil human bones of the prehistorical world. Amer. Journal of Sciences Vol. XLIV, 1843, S. 277—280.
 112. P. W. LUND, Briefnotiz. Kongl. Danske Videnskabernes Selskabs Naturvid. og Math. Afhandl. 10. Deel, 1843, 11. Deel, 1845.
 113. P. RIESS und G. ROSE, Über die Pyroelektrizität der Mineralien. Poggendorffs Annalen Bd. LIX, 1843, S. 353—390.
 114. A. WAGNER, Bericht über die neuesten Leistungen von Lund usw. Wiegmanns Archiv für Naturgeschichte, 9. Jahrg. I, Berlin 1843, S. 347—360.
- 1844:
115. DAMOUR, Analyse de la Bornine du Brésil (tellurure de bismouth). Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, XIX, Paris 1844, S. 1020.
 116. DUFRÉNOY, Traité de Minéralogie. Paris 1844—1847.
 117. W. HAIDINGER, Über den durchsichtigen Andalusit von Minas Novas in Brasilien. Abh. d. K. böhmischen Gesellsch. d. Wissenschaften, V. Folge, Bd. 3, 1844, S. 261—270.

118. W. HAIDINGER, Über den durchsichtigen Andalusit aus Brasilien. Poggendorffs Annalen LXI, 1844, S. 295—307.
119. HANKEL, Über die Thermoelektrizität einiger Kristalle in Beziehung auf die Anzahl und die Lage der Pole, und den Wechsel der daselbst auftretenden Elektrizitäten. Poggendorffs Annalen LXI (3. Reihe I), 1844, S. 281—294.
120. W. J. HENWOOD, Descriptive notice of the Morro Velho Mine, Province of Minas Geraes, etc. Philosophical Magazine XXV. London 1844, S. 341—344, und Trans. Roy. Geolog. Society of Cornwall VI, Penzance 1846, S. 143—146.
121. P. W. LUND, Om Brasiliens Rovdyre usw. Oversigt over det Kongl. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger usw., 1843, S. 77—82. Erschienen 1844.
122. J. MACAIRE, Sur les ossements fossiles trouvés dans les cavernes du Brésil. Bibliothèque Universelle de Genève, Nouvelle série LIV, 1844, S. 182—188.
123. RIESS und ROSE, Nachtrag zu der Abhandlung über Pyroelektrizität. Poggend. Annalen 61, 1844, S. 659—669.
- 1845:
124. A. DAMOUR, Analyse d'un Tellurure de Bismuth du Brésil. Annales de Chimie et de Physique. 3. série T. XIII, S. 372—376 Paris 1845.
125. P. W. LUND, Über das Alter der amerikanischen Menschenrassen usw. Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde, XXXV, Weimar 1845, S. 161—163.
126. P. W. LUND, Blik paa Brasiliens Dyreverden för sidste Jordomvaeltning. Kongl. Danske Vidensk. Selsk., afh. 11. Deel, 1845, S. 1—82.
127. LUND, Sur l'antiquité de la race americaine usw. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Vol. XX, Paris 1845, S. 1368 bis 1370.
128. P. W. LUND, Notice sur des ossements humains fossiles, trouvés dans une caverne du Brésil. Mémoires de la Société Royale des Antiquaires du Nord, Copenhagen 1845—1847, S. 49—77.
- 1846:
129. V. ESCHWEGE, Bosquejo geognostico do Brasil, com huma dissertação sobre a matriz dos diamantes. 2º Additamento á „Geologia Elemental“ de Nereo Boubée, 2ª parte, S. 35—39, Rio de Janeiro 1846.
130. G. GARDNER, Travels in the Interior of Brazil. London 1846 (2. Aufl. 1849). Deutsche Übersetzung Dresden und Leipzig 1848 unter dem Titel: Reisen im Innern Brasiliens, besonders durch die nördlichen Provinzen und die Gold- und Diamantendistrikte.
131. W. HAIDINGER, Der rothe Glaskopf, eine Pseudomorphose nach braunem; nebst Bemerkungen über das Vorkommen der wichtigsten eisenhaltigen Mineralspezies in der Natur. Abh. d. Kgl.

- böhm. Gesellsch. d. Wissensch., V. Folge, Bd. IV, Prag 1846, S. 479—496.
132. V. v. HELMREICHEN, Über das geognostische Vorkommen der Diamanten und ihre Gewinnungsmethoden auf der Serra do Grão Mogor. Wien 1846. (Mit einem Vorwort von W. Haidinger.)
133. W. J. HENWOOD, Notice of the Descoberta gold Mine in Brazil. Trans. Roy. Geol. Soc. of Cornwall VI, Penzance 1846, S. 294 bis 95.
134. W. J. HENWOOD, Notice of the Itabira and Santa Anna Mines in Brazil. Trans. Roy. Geological Soc. of Cornwall VI, Penzance 1846, S. 227—229.
135. P. W. LUND, Efterredminger om haus nyeste Huleundersögelser og Optagelser, Brasilien. Oversigt over Kongl. Danske Vid. Selsk. etc. 1845, S. 57—64, Kopenhagen 1846.
136. P. W. LUND, Meddelelse af det Udbytte de i 1844 undersøgte Knoglehuler Have af givet usw. Danske Vid. Selsk. afh. XII, 1846, S. 57—94.
137. V. v. HELMREICHEN, Reisebericht aus Minas Geraes vom 6. Mai 1846. Berichte über die Mittheilungen von Freunden der Naturwissenschaft in Wien, Vol. II, 1847, S. 137—151.
138. F. v. KOBELL, Über den Hydrargillit von Villa Rica in Brasilien. Gelehrte Anzeigen von Mitgliedern der Kgl. Bayer. Akad. d. Wissensch. XXIV, München, 1847, Seite 899—902.
139. P. W. LUND, Objects d'antiquité Brésilienne usw., Mém. de la Soc. Roy. des Antiquaires du Nord, Copenhagen 1847, S. 105 bis 106.
- 1848:
140. A. PISSIS, Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil et sur les soulèvements qui, à diverses époques, ont changé le relief de cette contrée. Mémoires de l'Institut de France, Tome X, Sciences math. et physiques, S. 353 bis 413, 2 geolog. Karten, 3 Profiltafeln, 1 Karte. 1848. (Übersetzung in Revista do Inst. Hist. LI. pt. II, Supplemento, Rio de Janeiro 1888.)
- 1849:
141. A. DUFRENOY, Compact diamond from Brazil. Amer. Journ. Science 2^d series, VII, 1849, S. 433. (Referat nach l'Institut No. 792, March. 7).
142. P. W. LUND, Rettelser til Afhandlinger om Brasiliens Forverden. Kongl. Danske Videnskabern. Selsk. Skrifter Ser. V, Naturvid. og Mathem. Afdeling, 1849, S. 353—354.
- 1850:
143. F. DE CASTELNAU, Expedition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud. Paris 1850—61. 7 Bände.
144. F. v. KOBELL, Über den Hydrargillit aus Brasilien. Erdmanns Journal für praktische Chemie L, 1850, S. 493—496.

145. C. RAMMELSBURG, Über die Zusammensetzung des Turmalins, verglichen mit derjenigen des Glimmers und Feldspats, und über die Ursache der Isomorphie ungleichartiger Verbindungen. Poggendorffs Annalen LXXX, 1850, S. 449—493. LXXXI, 1850, S. 1—45.
- 1851:
146. W. J. HENWOOD, Abstract of a memoir on the metalliferous (gold) deposits in Brazil. Edinburgh New Philosophical Journal, 1851, S. 61—64.
- 1852:
147. J. FR. L. HAUSMANN, Tellur-Wismut aus Brasilien. N. Jahrb. f. Miner. usw., 1852, S. 698—701.
- 1853:
148. H. BURMEISTER, Reise nach Brasilien, durch die Provinzen von Rio de Janeiro und Minas Geraes. Berlin 1853.
149. DAMOUR, Sur la composition de l'andalousite. Annales des Mines 5. Ser. IV, S. 53—57, 1853. (Übersetzung: Über die Zusammensetzung des Andalusit. Journ. f. prakt. Chemie 62, 1854, S. 234—237.)
- 1854:
150. F. FOETTERLE, Golpe de Vista Geologico do Brazil e de algumas outras partes centraes de America do Sul. Wien 1854. (Maßstab 1 : 15 000 000.)
151. W. HAIDINGER, Vorworte zu: „Die geologische Übersichtskarte des mittleren Theiles von Südamerika“ von Franz Foetterle. Wien 1854.
152. JAKOB SCHABUS, Monographie des Euklases. Denkschriften der K. K. Akademie der Wissenschaften Wien, VI, 1854, Teil II, S. 57—88.
- 1855:
153. A. DAMOUR, Nouvelles recherches sur les sables diamantifères. Bull. Soc. Géolog. France, 2. sér. T. 13, 1855—56, S. 542—554.
154. A. DUFRENOY, On a large diamond from the district of Bagagem, Brazil. Amer. Journ. of Science 2d series, XIX, 1855, 288 u. 359. (Ref. L'Institut No. 1096.)
155. A. DUFRENOY, Über einen Diamantkristall aus dem Distrikte Bagagem in Brasilien. Poggendorffs Annalen XCIV, 1855, S. 475 bis 478.
- 1856:
156. ANONYM, Die Diamantwäscherei in Brasilien und die Diamantschneiderei in Amsterdam. „Das Ausland“ No. 51, 1856.
157. F. FOETTERLE, Die Geologie von Süd-Amerika. Mit geolog. Karte. Petermanns Mittheilungen 1856, S. 187—192.
- 1857:
158. J. GRAILICH—V. V. LANG, Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse krystallisierter Körper. Sitzungsberichte der K. Akad. der Wiss. Wien, Mathem. und Naturwissensch. Klasse

Bd. 27, 1857, S. 1--77 (darunter Beobachtungen an Kristallen aus Minas Geraes).

1859:

159. J. CH. HEUSSER und G. CLARAZ, Physikalische und geologische Forschungen im Innern Brasiliens. Petermanns Mitteilungen 1859, S. 447—468.
160. CH. HEUSSER und G. CLARAZ, Über die wahre Lagerstätte der Diamanten und anderer Edelsteine in der Provinz Minas Geraes in Brasilien. Zeitschr. d. d. Geolog. Gesellsch. XI, 1859, S. 448—466. Mit einem Anhang von G. Rose.
161. G. ROSE, Bemerkungen zur vorstehenden Abhandlung (über Diamantenlagerstätten von Heusser-Claraz). Zeitschr. d. d. Geolog. Gesellsch. XI, 1859, S. 467—472.

1860:

162. H. DAUBER, Ermittlung krystallographischer Konstanten und des Grades ihrer Zuverlässigkeit. Sitzungsber. d. K. Akademie d. Wissensch. Wien XLII, 1860, S. 19—54 (Rotbleierz von Congonhas do Campo).
163. H. G. F. HALFELD, Atlas e relatorio concernente á exploração do Rio São Francisco desde a Cachoeira da Pirapóra até o Oceano Atlantico. Rio de Janeiro 1860.
164. J. CH. HEUSSER und G. CLARAZ, Gisement et exploitation du diamant dans la Province de Minas Geraes au Brésil. (Auszug aus der Arbeit „Über die wahre Lagerstätte usw.“ 1859.) Annales des Mines, 5^e série XVII, 1860, S. 289—299.

1861:

165. W. SCHULZ, Aufnahme und Erforschung des Stromlaufes des Rio São Francisco in Brasilien. Zeitschr. f. allg. Erdk., N.F. X, Berlin 1861, S. 214—228.

1862:

166. A. DES LOIZEAUX, Manuel de minéralogie, 1862.
167. J. J. v. TSCHUDI, Die brasilianische Provinz Minas Geraes. Petermanns Mitteilungen 1862, Ergänzungsheft 9 (mit einer Karte von H. G. F. HALFELD).

1863:

168. O. BUCHNER, Die Meteoriten in Sammlungen. Leipzig 1863 (Cuvvello auf S. 56).
169. H. GERBER, Noções geographicas e administrativas da Provincia de Minas Geraes. 1863. Neudruck Hannover 1874.

1864:

170. A. D'ASSIER, L'eldorado brésilien et la Serra das Esmeraldas. Revue des Deux-Monde, 2^{me} pér., LII, Paris 1864, S. 323—358.
171. MACHADO, GABAGLIA E OUTROS, (Pareceres sobre minas de mercúrio e de carvão na provincia de Minas.) Auxiliador da Industria Nacional II, 1864, S. 169—173.

1865:

172. E. LIAIS, Explorations scientifiques au Brésil. Hydrographie du haut San Francisco et du Rio das Velhas. ou résultats au point de vue hydrographique d'un voyage effectué dans la Prov. de Minas Geraes. Paris 1865. Fol. 26 S. u. Taf.
173. E. LIAIS, Cartes gravées de l'Atlas de haut San Francisco. Brésil. Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences LX. 1865, S. 849 bis 851.
174. E. LIAIS, Atlas du haut San Francisco (Brésil). Compt. Rend. de l'Acad. des Sci., LX, Paris 1865. S. 1200—1201.
175. P. W. LUND, Brief von Lagóa Santa v. 21. April 1844. Revista do Instituto Historico. VI. Rio de Janeiro 1865. S. 334—342.
176. TH. TRELVAR, Notice of a vein containing diamonds near Tijuco in Brazil. Trans. Roy. Geol. Soc. of Cornwall VII, 1865, S. 298—299.
177. TH. TRELVAR, Notice of an issue of inflammable gas in the Morro Velho gold mine, Brazil. Trans. Roy. Geol. Soc. of Cornwall VII, 1865, S. 345—346.

1866:

178. ANONYM, Die Aufnahme des oberen San Francisco und des Rio das Velhas in Brasilien. (Bericht über Liais' Kartenwerk.) Petermanns Mitteilungen 1866, S. 412—414. Mit Karte.
179. ANONYM, Deserobrimento de Minas Geraes. Revista do Instituto Historico XXIX, I, Rio de Janeiro 1866, S. 5—114.
180. J. J. V. TSCHUDI, Reisen durch Südamerika. 5 Bände. Leipzig 1866—1869.
181. J. WELLS, Exploring and traveling three thousand miles through Brasil. 2 Bände. London 1866.

1867:

182. CH. M. WETHERILL, Experiments on Itacolumite (Articulite) with the explanation of its flexibility and its relation to the formation of the diamond. Amer. Jour. of Sci. 2d Ser. Vol. 44, 1867, S. 61—68.

1868:

183. J. F. DOS SANTOS, Memorias do Districto Diamantino da Comarca do Serro Frio. Rio de Janeiro 1868. 438 S.

1869:

184. BURTON, Explorations in the Highlands of the Brasil. London 1869. (2 Bände.)
185. C. F. HARTT, The gold mines of Brazil. The Mining Journal. XXXIX, London 1869.
186. R. HERMANN, Untersuchungen verschiedener Mineralien (darunter Hydrargillit von Villa Rica in Brasilien). Journ. f. prakt. Chemie (Erdmann und Werther), 1869, S. 72—73.

1870:

187. C. F. HARTT, Geology and Physical Geography of Brasil. Boston. 1870.

188. C. RAMMELSBURG, Über die Zusammensetzung des Turmalins. Poggendorffs Annalen Bd. CXXXIX, 1870, S. 379—411. 547—582.
1871:
189. J. V. COUTO, Memoria sobre a Capitania de Minas Geraes etc., geschrieben 1799. Revista do Instituto Historico XI, S. 289—335. 2a edição (Rio de Janeiro) 1871 (para 1847).
190. W. G. HANKEL, Elektrische Untersuchungen. 8. Über die thermoelektrischen Eigenschaften des Topases. Abhandl. der Königl. Sächs. Gesellsch. d. Wiss., math.-phys. Klasse 9, 1871, S. 359—454.
191. W. J. HENWOOD, Observations on Subterranean Temperature. Trans. Roy. Geolog. Soc. of Cornwall VIII, 1871. (Brazil S. 725—732. 767—780.)
192. W. J. HENWOOD, Observations on Metalliferous Deposits. On the Gold-Mines of Minas Geraes in Brazil. Trans. Roy. Geol. Soc. Cornwall, Vol. 8, Pt. 1, 1871, S. 168—370.
1872:
193. E. LIAIS, Climats, géologie, faune et géographie botanique du Brésil. 8^o, VIII + 640 S. 1 Karte. Paris 1872.
194. L. FEUCHTWANGER, A popular treatise of gems. New York 1872.
1873:
195. ANONYM, Brazilian Gold Mining. Eng. and Min. Journ. Vol. 16, 1873. p. 164.
196. R. F. BURTON, The primordial inhabitants of Minas Geraes and the occupations of the present inhabitants. Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland II, 1873, S. 407—423.
1874:
197. M. L. DURAND, La Province Brésilienne de Minas Geraes. Association Française pour l'Avancement des Sciences, Compte Rendus de la 2^{me} session, Paris 1874, S. 927—934.
198. H. GERBER, Geographical notes on the province of Minas Geraes. Journ. of the Royal Geographical Society, Vol. XLII, S. 262—300. London 1874.
1875:
199. F. W. MANSELL, Argentine and St. John del Rey. Mining Journal XLV, 1875.
200. J. E. MILLS, São Cyriaco gold mines, Province of Minas Geraes, Brazil. Gedruckter Bericht 1875. (Übersetzung in Revista Industrial 1878.)
201. H. CANDIDO DA COSTA ALVES, Estrada de Ferro de Victoria para Minas. Relatorio, Rio de Janeiro 1876. (Typographia Nacional.)
1876:
202. H. GORCEIX, Sur la canga du Brésil et sur le bassin d'eau douce de Fonseca. Comptes rendus de l'Academ. Sci. LXXXII, 1876, S. 631—632.

203. H. GORCEIX, Note sur la roche connue vulgairement au Brésil sous le nom de Canga, et sur le bassin d'eau douce de Fonseca (Province de Minas Geraes). Bull. Soc. Géolog. de France, 3^{me} série, vol. IV, 1876, S. 321—323.
204. H. GORCEIX, Sur une Roche intercalée dans le gneiss de la Mantiqueira (Brésil). Bull. Soc. Géolog. de France, 3^{me} série, Vol. IV, 1876, S. 434/35.
205. GORCEIX, Sur divers minéraux du Brésil. Bull. Société Géologique de France, 3^{me} série, Vol. IV, S. 522. 1876 (Briefauszug).
206. H. GORCEIX, Les explorations de l'or dans la province de Minas Geraes, Brésil. Bulletin Société Géographique, 6^{me} série, Vol. XII, S. 530—543. 1876.
207. A. MORGAN, A note on itacolumite or flexible sandstone. Proceedings of the Liverpool Geological Society III, pt. II, 1876, S. 148—151.
- 1877:
208. H. ROSENBUSCH, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Stuttgart 1877. (2. Aufl. 1887, 3. Aufl. 1895, 4. u. 5. Aufl. v. Wülfing und Mügge bearbeitet 1904 bzw. 1924.)
- 1878:
209. E. BERTRAND, Note sur l'andalousite du Brésil et sur les rubis de Siam. Bull. Soc. Minéral. de France I, 1878. S. 94—96.
210. L. A. CORRÊA DA COSTA, Estudo geologico da região de S. Bartholomeu e da mina de ouro da Tapéra perto de Ouro Preto. Archivos do Museu Nacional, Vol. III, 1878. S. 17 ff.
211. J. C. A. COSTARD, Relatório sobre uma via ferrea ao longo do rio Jequitinhonha. Revista do Institutio Polytechnico Brasileiro X, 1878, S. 1—27.
212. C. DOELTER, Über Spodumen und Petalit. Tschemm's Minera-log. u. Petrograph. Mitt. I, 1878. S. 517—538.
213. LEANDRO DUPRÉ, JUNIOR, Estudo geologico e mineralogico da região E. de Ouro Preto, comprehendida entre aquella cidade e povoação do Taquaral e o Rio do Carmo. Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, Vol. III, pag. 11—16. 1878.
214. H. GORCEIX, Estudos geologicos e mineralogicos sobre algumas localidades da provincia de Minas Geraes pelos alumnos engenheiros da Escola de Minas de Ouro Preto. Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, Vol. III, pag. 9—10. 1878.
215. H. GORCEIX, Mina de carvão de pedra em Minas Geraes. Auxiliador da Industria Nacional XLVI, 1878, S. 164—165.
- 1879:
216. E. BERTRAND, (Anatas von Diamantina). Bull. Soc. Min. de France II, 1879, S. 30.
217. H. GORCEIX, (Gisement du Topaze au Brésil). Revue de Géologie pour les années 1876—1877, Paris 1879, S. 199—200.

218. E. LIAIS, Travaux géographiques effectués au Brésil. Bull. Soc. Géogr. 6^{me} série XVII, 1879, S. 275—277.
219. MAY, Aguas sulphurosas alcalinas do Araxá. provincia de Minas. Jornal do Commercio 1879.
220. FRANCISCO DE PAULA OLIVEIRA, Itinerario geologico de Ouro Preto ao Rio Abaeté. Auxiliador da Industria Nacional, Vol. XLVII, 1879, No. 11, S. 245—251.
221. B. S. DA VEIGA, Gruta notavel. Caverna de Rifana (na Serra da Canastra, Minas). O Novo Mundo IX, Dezembro de 1879, 290. New York 1879.
222. F. DIETZSCH, Brasiliens Goldbergbau. Berg- und Hüttenmännische Zeitung. N. F. XXXVIII, 1879 und XXXIX, 1880.
- 1880:
223. ANONYM, The Gold and Diamond Fields of Brazil. Eng. and Min. Jour. Vol. 30, 1880, S. 238.
224. O. A. DERBY, Geology of the Rio S. Francisco, Brazil. American Journ. of Science, 3rd series XIX (CXIX), 1880, S. 236.
225. E. DÖLL, Zum Vorkommen des Diamants im Itakolumite Brasiliens und in den Kopjen Afrikas. Verhandl. d. K. K. Geolog. Reichsanstalt 1880, No. 5, S. 78—80.
226. GORCEIX, Sur le gisement du diamant au Brésil. Bull. Société Minéralogique de France Vol. III, 1880, S. 36—38.
227. H. GORCEIX, Sur la martite du Brésil. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Vol. XC, Paris 1880, S. 316—318.
228. H. GORCEIX, Sur les schistes cristallins du Brésil et les terres rouges, qui les recouvrent. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Vol. XCI, pag. 1099—1101, Paris 1880.
229. H. GORCEIX, The iron industry of Minas Geraes. The Rio News, Vol. VII, Nr. 24, 1880, Nr. 25, 1880.
230. H. GORCEIX, O ferro e os mestres de forja na provincia de Minas Geraes. 8^o, 16 S., 1880. Dasselbe 4^o, 24 S., Rio de Janeiro 1880.
231. H. JACOBS-N. CHATRIAN, Monographie du diamant. Paris 1880.
- 1881:
232. ANONYM, Diversos Horizontes auriferos da provincia de Minas Geraes. Auxiliador da Industria Nacional, Julho de 1881, S. 154 bis 158.
233. J. E. V. BOAS, Om em fossil Zebra-Form fro Brasiliens Campos. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. Naturvidenkabelig og Mathematisk Afdeling I, No. 5, S. 307—332. Kopenhagen 1881.
234. L. F. GONZAGA DE CAMPOS, Relatorio dos trabalhos de pesquisa e preliminares de exploração que mandou executar na Lagóa Dourada a Empreza de Mineração do Municipio de São João d'El Rey. Rio de Janeiro 1881.

235. O. A. DERBY, Reconhecimento geologico do Valle de S. Francisco. Revista de Engenharia Vol. III, Rio de Janeiro 1881 (Abdruck eines 1880 veröffentlichten Relatorios).
236. O. A. DERBY, Nephelene — bearing rocks in Brazil. Proceedings of the American Association for the Advancement of Science 1880, Vol. XXXIX, S. 263. Salem, 1881.
237. O. A. DERBY, Contribuição para o estudo da geologia do valle do Rio São Francisco. Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, Vol. IV, 1881, S. 87—119.
238. O. A. DERBY, Observações sobre algumas rochas diamantíferas da Provincia de Minas Geraes. Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, Vol. IV, 1881, S. 121—132.
239. ESCOLA DE MINAS DE OURO PRETO, Zahlreiche Analysen von Erzen und Gesteinen, seit 1881 in den Annaes der Escola de Minas veröffentlicht.
240. H. GORCEIX, Geology of the Province of Minas Geraes. The Rio News, Vol. VIII, No. 15, 1881.
241. H. GORCEIX, Estudo chimico e geologico das rochas do centro da provincia de Minas Geraes. Primeira parte: Arredores de Ouro Preto. Ann. Esc. Min. No. 1, 1881, S. 1—14.
242. H. GORCEIX, Estudo geologico das jazidas de topazios da provincia de Minas Geraes. Ann. Esc. Min. 1. 1881, S. 15—38.
243. GORCEIX, Sur les gisements diamantifères de Minas Geraes, Brésil. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, Paris, Vol. XCIII, 1881, S. 981—983. Bull. Société Minéral. de France, V, 1882, S. 9—13.
244. J. B. DE LAZERDA FILHO, O homem fossil da Lagôa Santa. Revista Brazileira VII, Rio de Janeiro 1881.
245. FRANCISCO DE PAULA OLIVEIRA, Exploração das Minas de Galena do Ribeirão do Chumbo, affluente do Abaeté. Estudo da Zona percorrida de Ouro Preto até esse lugar. Ann. Esc. Min. 1, 1881, S. 39—105.
246. DE QUATREFAGES, L'homme fossile de Lagôa Santa (Brésil) et ses descendants actuels. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences Vol. XCIII, Paris 1881, S. 882—884.
247. DE QUATREFAGES, L'homme fossile de Lagôa Santa, au Brésil, et ses descendants actuels. Comptes Rendus du Congrès d'Anthropologie, Moskau 1881.
248. G. SELIGMANN, Mit kugeligen Massen verwachsene Diamantkristalle aus Brasilien. Verhandl. d. Naturhist. Ver. d. Preuß. Rheinlande und Westfalens 38 (4. Folge 8), 1881, Korrespondenzblatt S. 182 bis 183.
249. JOAQUIM CANDIDO DA COSTA SENA, Viagem de estudos metallurgicos no Centro da Provincia de Minas. Ann. Esc. Min. 1, 1881, S. 106—145.
250. E. WARMING, Ein Aufzug nach Brasiliens Bergen. „Die Natur“, Neue Folge, Bd. VII, Halle 1881.

1882:

251. A. BAGUET, La Province de Minas Geraes et son école des mines à Ouro Preto. Bull. de la Société de Géographie d'Anvers VII, 1882.
252. O. A. DERBY, Relatorio ... acerca dos estudos geologicos practica-dos nos valles do Rio das Velhas e alto São Francisco. Rio de Janeiro. Typographia Nacional 1882. 38 Seiten.
253. O. A. DERBY, Geology of the diamond. American Journal of Science, 3. Ser., Vol. XXIII (CXXIII), 1882, S. 97—99. (Revista de Engenharia II, 1882; Auxiliador da Industria Nacional No. 5, 1884.)
254. O. A. DERBY, On the gold-bearing rocks of the Province of Minas Geraes, Brasil. American Journal of Science, 3. series, Vol. XXIII (CXXIII), 1882, S. 178. (The Rio News IX, Rio de Janeiro 1882. Revista de Engenharia II, 1882.)
255. O. A. DERBY, On Brazilian specimens of Martite. Amer. Journ. of Science, 3. series, Vol. XXIII, 1882, S. 373/74.
256. O. A. DERBY, Modes of occurrence of the diamond in Brasil. Amer. Journ. of Science, 3. series, Vol. XXIV (CXXIV), 1882, S. 34—42.
257. H. GORCEIX, Brazilian diamonds and their origin. Popular Science Monthly, Vol. XXI, New York 1882, S. 610—620.
258. H. GORCEIX, Diamants et pierres précieuses du Brésil. La Revue Scientifique, 1882, S. 553—561.
259. H. GORCEIX, Étude géologique des gisement des topazes de la Province de Minas Geraes, Brésil. Annales Scientifiques de l'École Normal Supérieur 2^e série XI, 1882, S. 1—32.
260. H. GORCEIX, Sur les gîtes diamantifères du centre de la province de Minas Geraes (Brésil). Bull. Soc. Géol. de France, 3^{me} série, X, 1882, S. 134—135.
261. H. GORCEIX, Note sur un mica vert des quartzites d'Ouro Preto, Brésil. Bull. Soc. Miner. V, 1882, S. 308—310.
262. J. CHR. HEUSSER und G. CLARAZ, Notiz über das Vorkommen von Diamanten in Patagones (Süd-Amerika). Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. 27, 1882, S. 311 bis 313.
263. A. DE LAZERDA, Documents pour servir à l'histoire de l'homme fossil du Brésil. Mem. Soc. Anthropologique, Paris 1882.
264. ALEX. DEL MAR, Whence shall we obtaine more gold? No. III, Supplement to the Mining Journal, Vol. LII, 1882, S. 486. No. IV, ebenda S. 582.
265. ALEX. DEL MAR, Production and Coinage of Gold in Brazil. Supplement to the Mining Journal LII, 1882, S. 1133.
266. W. H. SEAMON, Analysis of native Palladiumgold from Taquaryl near Sabará, province of Minas Geraes, Brazil. Chem. News 46, 1882, S. 216.

267. G. FRANKLIN DA SILVA, Panorama do Sul de Minas. Revista Instituto Historico Vol. XLV, Teil II, Rio de Janeiro. 1882, S. 405 bis 435.
268. CH. H. WILLIAMS, Brazilian mines. Suppl. to the Mining Journal, LII, 1882, S. 1069.
- 1884:
269. A. DE BOVET, Diamond Mining in the Province of Minas Geraes, Brazil. Eng. and Min. Journ. Vol. 36, 1883, S. 216—217, 233.
270. A. DE BOVET, Gold in the province of Minas Geraes, Brazil. Engeneering and Mining Journal XXXVI, New York, Oct. 20, 1883, S. 248—249.
271. A. DE BOVET, A industria mineral na provincia de Minas Geraes. Primeira parte: Ferro e ouro. Ann.-Esc. Min. Nr. 2, 1883, S. 23—102.
272. A. DE BOVET, L'Industrie Minérale dans la Province de Minas Geraes. Annales des Mines, 8a serie, Vol. III, pag. 85—122, 123 bis 208. Paris 1883.
273. W. C. EUSTIS, Analysis of Gibbsite from Marianna, Province of Minas Geraes, Brazil. The Chemical News XLVIII, London 1883.
274. P. FERRAND, Industria de ferro no Brazil. Rev. de Engenh. Vol. V, 1883, S. 237—239.
275. H. GORCEIX, Estudo chimico e mineralogico das Rochas dos arredores de Ouro Preto, 2. Teil, Ann. Esc. Min. Nr. 2, 1883, S. 5—22. Auch Revista de Engenharia 1883.
276. TH. J. H. LANGGAARD, O Naturalista Dr. Lund, sua vida e seus trabalhos. Rio de Janeiro 1883.
277. J. C. DA COSTA SENA, Noticia sobre a mineralogia e geologia de uma parte do Norte e Nordeste da Provincia de Minas Geraes. Ann. Esc. Min. Nr. 2, 1883, S. 111—133.
278. CHR. TAVARES, Lavras auríferas de Minas Geraes. Revista de Engenharia V, 1883, S. 43—45.
279. CHR. TAVARES, Jazidas auríferas da Provincia de Minas Geraes. „Cruzeiro“, Rio de Janeiro 11 de Março de 1883. Diario Official, 9 de Março de 1883.
280. A. DE BOVET, L'exploitation du diamant au Brésil. La Nature XII, 1884, S. 166—170.
281. A. DE BOVET, Notes sur une exploitation de diamants près de Diamantina, Province de Minas Geraes, Brésil. Annales des Mines, 8me série, Vol. V, S. 465—506. Paris 1884.
282. A. DE BOVET, A industria mineral na provincia de Minas Geraes. Revista de Engenharia, Rio de Janeiro. Vol. VI, 1884.
283. J. DE CARAPEBUS, Notice sur les Resources Minérales du Brésil. Paris 1884, Imprimerie Generale A. Lahure. 54 Seiten.
284. DAMOUR, Note sur un nouveau phosphate d'alumine et de chaux des terrains diamantifères (Goyazite). Bull. Soc. franc. Minéralog. Vol. 7, 1884, S. 204—205.

285. O. A. DERBY, Recenhecimento geologico do valle do São Francisco, annexo ao Relatorio de W. Milner Roberts, Chefe da Comissão Hydrographica sobre o exame do rio S. Francisco, Rio de Janeiro, 1880. Revista de Engenharia Vol. III, Rio de Janeiro 1884.
286. O. A. DERBY, Observações sobre os calcareos do Rio de Janeiro, Minas e São Paulo. Revista de Engenharia, 14. de Fevereiro, Rio de Janeiro, 1884.
287. O. A. DERBY, A flexibilidade do Itacolunito. Jornal do Commercio, Rio de Janeiro, Março de 1884.
288. O. A. DERBY, On the flexibility of Itacolunito. Amer. Journ. of Science, 3te Serie XXVIII, 1884, S. 203—205.
289. O. A. DERBY, Peculiar Modes of Occurrence of Gold in Brasil. Amer. Journ. of Science Vol. XXVIII, 1884, S. 440—447.
290. H. GORCEIX, Lund e suas obras no Brasil (nach Reinhardt). Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 3, 1884, S. 7—58.
291. H. GORCEIX, Bacias terciarias d'agua doce nos arredores de Ouro Preto (Gandarela e Fonseca), Minas Geraes, Brasil. Ann. Esc. Min. No. 3, 1884, S. 95—114.
292. H. GORCEIX, Noticia relativa a alguns mineraes dos cascalhos diamantiferos contendo acido phosphorico, alumina e outras terras da familia do cerium. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, No. 3, 1884, S. 197—202.
293. H. GORCEIX, Noticia relativa a um zeolitho de uma rocha pyroxenica da bacia do Abaeté (Minas Geraes). Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, No. 3, 1884, S. 205—207.
294. GORCEIX, Nouveau Mémoire sur le gisement du diamant à Grão Mogol, prov. de Minas Geraes, Brésil. Comptes Rendus de L'Académie des Sciences, Paris, Vol. XCVIII, 1884, S. 1010—1011.
295. H. GORCEIX, Gisements des diamants de Grão Mogol, Province de Minas Geraes, Brésil. Bull. Société Géologique de la France, 3me série, vol. XII, 1884, S. 538—545.
296. H. GORCEIX, Note sur un zéolite d'une roche pyroxénique du bassin de l'Abaeté, Minas Geraes, Brésil. Bull. Soc. Minéral. de France VII, 1884, S. 32—35.
297. H. GORCEIX, Note sur un oxide de titane hydraté, avec acide phosphorique et diverses terres, provenants des graviers diamantifères de Diamantina, Minas Geraes, Brésil. Bull. Soc. Minéral. de France VII, 1884, S. 179—182.
298. LEO GRÜNHUT, Beiträge zur kristallographischen Kenntnis des Andalusites und des Topases. Zeitschr. f. Kristallogr. und Mineral., Bd. 9, 1884, S. 113—161.
299. A. KENNGOTT, Über Euklas, Topas, Diamant und Pyrrhotin aus Brasilien. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1884, I, S. 187—191.
300. J. KOLLMANN, Hohes Alter der Menschenrassen. Zeitschr. f. Ethnologie 1884, S. 181—212.

301. CHR. FR. LÜTKEN, L'Exposition de quelques-uns des cranes et des autres ossements humains de Minas Geraes usw. Congrès International des Americanistes. Compte Rendu de la Vme session. Copenhagen 1883 (erschienen 1884).
302. P. W. LUND, Cavernas existentes no calcareo do interior do Brasil, contendo algumas dellas ossadas fosseis. 1a memoria. Ann. Esc. de Minas, No. 3, 1884, S. 61—92. (Übersetzg. der in Kopenhagen 1836 erschienenen Arbeit.)
303. J. F. DA SILVA MASSENA, Investigações scientificas para o progresso da geologia mineira. Revista do Instituto Historico XLVII, 1884, S. 249—281.
304. CH. MONCHOT, Gisements aurifères du district d'Ouro Preto usw. Mémoires et Comptes Rendus des Travaux de la Société des Ingénieurs Civils. Jahrg. 37, 1884.
305. CH. MONCHOT, Rapport sur les mines de Rapozos etc. Paris 1884.
306. O. FRANCISCO DE PAULA OLIVEIRA, Estudos siderurgicos na Provincia de Minas Geraes. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, No. 3, 1884, S. 135—194.
307. J. C. DA COSTA SENA, Noticia sobre a Scorodita existente nas visinhanças do arraial de Antonio Pereira e sobre a Hydrargillita dos arredores de Ouro Preto. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 3, 1884, S. 211—215.
308. J. C. DA COSTA SENA, Note sur la scorodite des environs d'Ouro Preto. Bull. Soc. Minéral. de France VII, 1884, S. 218—220.
309. J. C. DA COSTA SENA, Note sur l'hydrargillite des environs d'Ouro Preto. Bull. Soc. Minéral. de France VII, 1884, S. 220—222.
- 1885:
310. A. BREZINA, Die Meteoritensammlung des K. K. Mineralogischen Hofkabinetts in Wien am 1. Mai 1885. Jahrb. d. Geolog. Reichsanstalt Wien Vol. 35, 1885, S. 151—276.
311. O. A. DERBY, Contribuição para o estudo da geographia physica do valle do Rio Grande. Revista da Sociedade Geographica do Rio de Janeiro I, 1885, S. 291—318.
312. O. A. DERBY, Note on Brazilian minerals. American Journal of Science XXIX, 1885, S. 70—71.
313. PAUL FERRAND, A Industria de ferro no Brazil. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 4, 1885, pag. 167—188.
314. FRANCISCO IGNACIO FERREIRA, Diccionario geographico das Minas do Brazil. Rio de Janeiro 1885.
315. C. FRIEDEL-J. CURIE, Sur la pyroélectricité de la topaze. Compt. Rend. de l'Academie des Sciences, Paris, 100, 1885, S. 213—219.
316. H. GORCEIX, Estudo sobre a monazita e a xenotima do Brasil. Annaes de Escola de Minas de Ouro Preto No. 4, 1885, S. 19—35.
317. H. GORCEIX, Sur la flexibilité des roches du Brésil, connues sous le nom d'itacolumites. Bull. Soc. Géol. de France, 3me série, XIII, 1885, S. 272.

318. A. KENNGOTT, Nephrit von Jordansmühl in Schlesien, Magnetismus des Tigerauges, Topas von Ouro Preto. N. Jahrb. f. Mineral. usw., 1885, I, S. 239—240.
319. M. DE L., Extracto de uma carta de M. de L., com data do 1o de Julho de 1839. Veröfientlicht im Journal des Debats 1885.
320. P. W. LUND, Grutas calcareas no interior do Brasil, contendo ossos fosséis. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, No. 4, 1885, S. 5—18. (Übersetzung einer älteren Arbeit von 1837.)
321. HENRIETTE LUND, Naturforskeren Peter Wilhelm Lund. Kopenhagen 1885. (8^o, 123 Seiten.)
322. A. MEZGER, Report on the mines of Passagem, Raposos and Espirito Santo. Paris 1885 (zitiert nach Berg).
323. A. O. DOS SANTOS PIRES, Viagem aos terrenos diamantiferos do Abacé. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 4, 1885, S. 69—121.
324. GIORGIO SPEZIA, Sulla flessibilità dell' Itacolumite. Atti della R. Academia dell Scienze di Torino XXI, 1885, S. 51—54.
- 1886:
325. ANONYM, The Ouro Preto Gold Mines of Brazil (Limited). The Mining Journal XVI, 1886, S. 1059.
326. H. BELLOC, The Ouro Preto gold — mines of Brazil, Limited. 26 Seiten, Paris 1886.
327. E. BOUTAN, Diamant. Encyclopédie Chimique, publiée sous la direction de M. Fremy, II, 2^{me} partie, Paris 1886.
328. O. A. DERBY, Carta sobre a geologia da região, dirigida ao Sr. P. de Mello Brandão, em „As Aguas Minaeras de Araxá“, S. 9 bis 15; Rio de Janeiro, Imprensa Nacional, 1886.
329. H. GORCEIX, Sur la „xenotime“ de Minas (Brésil). Comptes Rendus de l'Acad. Sci. CII, Paris 1886, S. 1024—1026.
330. TH. COLLINGWOOD KITTO, The Brazilian gold mines. The Mining Journal XVI, London 1886, S. 206. 514.
331. LANDSBERG, Über die Goldlagerstätten in Brasilien. Verhandl. d. Naturhist. Ver. d. preuß. Rheinl., Westfalens u. d. Regier.-Bez. Osnabrück, Bd. 43, Bonn 1886 (Vortragsreferat).
332. J. LEAN, Brazilien gold mines and M. Collingwood Kitto. The Mining Journal XVI, London 1886, S. 267.
333. K. MACK, Pyroelektrische und optische Beobachtungen am brasilianischen Topas. Wiedemann's Annalen der Physik u. Chemie, N. F. XXVIII, 1886, S. 153—167.
334. BRANDÃO P. DE MELLO, As aguas mineraes de Araxá. Rio de Janeiro 1886 (22 Seiten, eine Karte).
335. N. V. NORDENSKJÖLD, Vorläufige Mittheilungen über erneuerte Untersuchungen der Flüssigkeitseinschlüsse im Brasilianischen Topas. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1886, I, S. 242—244.
- 1887:
336. ANONYM, Ouro Preto Gold Mines of Brazil (Limited). The Mining Journal XVII, 1887, S. 768.

337. JOSÉ BORGES RIBEIRO DA COSTA, Hydrologia — Aguas de Araxá. Diario official, Rio de Janeiro, 2 de Junho 1887.
338. O. A. DERBY, Mineral novo no Brazil. (Laavenite.) Revista de Engenharia IX, 1887, S. 189.
339. O. A. DERBY, The genesis of the diamond. „Science“ Vol. IX. 1887, p. 57—58.
340. O. A. DERBY, On Nepheline rocks in Brazil, with special reference to the association of Phonolite and Foyaite. Quarterl. Journ. of the Geol. Soc. XLIII, 1887, S. 457—473.
341. O. A. DERBY, Physikalische Geographie und Geologie Brasiliens. Mitt. d. geogr. Gesellschaft Jena, Bd. 5, 1887, S. 1—20. (Aus „A geographia physica do Brasil“ von Abreu u. Cabral, übers. von E. A. GÖLDL.)
342. H. GORCEIX, Sur le gisement de diamant de Coxaes, province de Minas Geraes, Brésil. Comptes Rendus de l'Acad. Sci. CV. Paris 1887, S. 1139—1141.
343. JORDANO MACHADO, Beitrag zur Petrographie der südwestlichen Grenze zwischen Minas Geraes und S. Paulo. Diss. Jena 1887.
344. DOM PEDRO AUGUSTO DE SAXE-COBOURG-GOTHA, Présence de l'albite en cristaux, ainsi que de l'apatite et de la schéelite, dans les filons aurifères de Morro Velho, province de Minas Geraes (Brésil). Comptes Rendus de l'Acad. Sci. II (CV), Paris 1887, S. 264—265.
345. R. WENDEBORN, The Ouro Preto Gold Mines of Brazil. Auszug in Berg- und Hüttenm. Zeit., 46. Jahrg. 1887.
346. E. DE COURCY, Six semaines au mines d'or du Brésil. 266 Seiten. Paris 1888.
347. O. A. DERBY, Notas sobre meteoritos Brasileiros. Revista do Observatorio, Rio de Janeiro, Vol. 3, 1888, S. 3—6, 17—20, 33—37.
348. SÖREN HANSEN, On a fossil skull from Lagôa Santa, Brazil. Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland XVII, London 1888.
349. SÖREN HANSEN, Lagôa Santa Racen. E Museu Lundii I. Kopenhagen 1888, S. 1—37 (mit französischer Zusammenfassung).
350. CHR. FR. LÜTKEN, Indledende Bemaerkninger om Menneskelevninger i Brasiliens Huler og i de Lundske Samlinger. E Museu Lundii I, Kopenhagen 1888.
351. CHR. LÜTKEN, Résumé des remarques préliminaires de M. Lütken sur les ossements humains des cavernes du Brésil et des collections de M. Lund. E Museu Lundii. Vol. 1, Kopenhagen 1888, S. 19—29.
352. P. JANNASCH, Eine neue Analyse des Spodumens von Brasilien. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1888, I, S. 196—201.
353. H. WINGE, Jordfundne og nulevende Gnavere (Rodentia) fra Lagôa Santa, Minas Geraes, Brasilien. E Museu Lundii I, 3rd paper, S. 1—200 (mit französischer Zusammenfassung). 1888.

354. O. WINGE, Fugle fra Knoglehuler i Brasilien. Mit französischer Zusammenfassung. E Museo Lundii I, 2, S. 1—54. Kopenhagen 1888.
- 1889:
355. O. A. DERBY, On the occurrence of Monazite as an accessory element in rocks. American. Journ. of Science XXXVII, 1889, S. 109—113.
356. O. MÜGGE, Mineralogische Notizen. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1889, I, S. 231—251 (S. 246 über Martit aus Minas).
357. R. B. RIGGS, The Analysis and Composition of Tourmalin. Bull. of the United States Geological Survey No. 55, 1889, S. 19 bis 37.
358. A. MARC, Le Brésil; excursion à travers ses 20 provinces. Paris 1889.
359. D. PEDRO AUGUSTO VON SACHSEN-COBURG, Beiträge zur Mineralogie und Petrographie Brasiliens. Tschermaks Mineral. und Petrogr. Mitteil. N. F. X, 1889, S. 451—463.
360. P. A. DE SAXE-COBURG-GOTHA, Sur l'albite de Morro Velho. Comptes Rendus de l'Acad. Sci. CVIII, Paris 1889, S. 1070—1071.
361. P. A. DE SAXE-COBURGO-GOTHA, Breves considerações sobre a mineralogia, geologia e industria mineira do Brazil. Conferencia realisada no Instituto Polytechnico Brasileiro a 7 de Novembre de 1888. Rio de Janeiro 1889.
362. DOM PEDRO AUGUSTO DE SAXE-COBURG-GOTHA, Apontamentos sobre mineraes do Brazil. Rio de Janeiro 1889.
- 1890:
363. P. FERRAND, Ouro Preto e les mines d'or (Brésil). Le Génie Civil, Tome XVI, XVII, XIX, XX, XXIII, Paris 1890—1893.
364. P. FERRAND (Formas dos depositos de ferro em Minas). Revista de Engenharia XIII 1890. (Auch Jornal do Commercio 1890.)
365. A. M. GIBSON, The mineral resources of Brasil. Engineering and Mining Journal XLIX, 1890, S. 85—86.
366. H. GORCEIX, Etude de gisement de diamants dans l'état de Minas Geraes (Brésil). Comptes Rendus de l'Association Francaise pour l'avancement des Sciences. 19^{me} session, I. partie, Paris 1890, S. 186.
367. A. MEZGER, The Ore Deposits and Mines of Minas Geraes, Brazil. Eng. and Min. Jour. Vol. 50, 1890, S. 239. 272—273. (Veröffentlicht von R. W. RAYMOND.)
368. P. A. DE SAXE-COBOURG-GOTHA, Sur le millérite de Morro Velho, province de Minas Geraes, Brésil. Comptes Rendus de l'Acad. Sci. CXI, Paris 1890, S. 1001—1002.
369. J. C. DA COSTA SENA, Sur un gisement de staurotides des environs d'Ouro Preto. Bull. Soc. Franc. de Minéral. XIII, 1890, S. 189—192.
370. W. VOIGT, Bestimmung der Elastizitätskonstanten des brasilianischen Turmalins. Nachr. d. Königl. Ges. d. Wiss. Göttingen,

1890, S. 279—294. *Annalen d. Physik und Chemie*, N. F. XLI.
1890, S. 712—724.

1891:

371. ANONYM, Forest and mineral wealth of Brazil. *Journal of the Society of Arts*, XXXIX, London 1891.
372. M. BAUER, Beiträge zur Mineralogie, VII. Reihe. 15. Über die Pseudomorphosen von Rutil nach Anatas. *N. Jahrb. f. Mineral.* usw. 1891, I, S. 232—250.
373. L. F. GONZAGA DE CAMPOS, Jazidas diamantíferas de Agua Suja, Bagagem, Estado de Minas Geraes. Rio de Janeiro. Companhia Editora Fluminense 1891. (Übersetzung in *Brazilian Mining Review* Vol. 1, 1903, und *Mining Journal, Railway and Commercial Gazette*, London 1904.)
374. O. A. DERBY, On the occurrence of Xenotime as an accessory element in rocks. *American Journal of Science* XLI, 1891, S. 308—311.
375. H. GORCEIX, Minas Geraes, l'un des États Unis du Brésil. 30 Seiten. Paris 1891.
376. E. HUSSAK, Mineralogische Notizen aus Brasilien (Brookit, Cassiterit, Xenotim, Monazit und Euklas). *Tschermaks Mineral. u. Petrogr. Mitteil.* N. F. XII, 1891, S. 457—471.
377. E. HUSSAK, Über kubischen Pyrop und mikroskopische Diamanten aus diamantführenden Sanden Brasiliens. *Ann. d. K. K. Naturhist. Hofmuseums in Wien* 1891, Bd. 6, Notizen, S. 113—115.
378. A. LEUZE, Pseudomorphosen von Roteisen nach Pyrit von Antonio Pereira. Bericht über die XXXIV. Versamml. d. Oberrhein. *Geol. Ver.* 1891, S. 28—31.
379. THIBAIRENG, Rapport sur la reconnaissance de gisements aurifères de la Palmella (province de Minas Geraes) Brésil. 20 S. Bruxelles 1891.

1892:

380. CH. FRIEDEL, Sur des cristaux de soufre contenus dans une pyrite épigène. *Bull. Soc. Franc. de Minéralogie* XV, 1892, S. 123.
381. A. M. GIBSON, The Mines of Brazil. *Eng. and Min. Jour.* Vol. 53, 1892, S. 277.
382. E. M. TOUZEAU, Gold Mining in Brazil. *Trans. Fed. Inst. Mining Engineers*, Vol. IV, 1892/93, S. 219—232.
383. E. WARMING, Lagôa Santa. 336 Seiten, Kopenhagen 1892.

1893:

384. PIRES DE ALMEIDA, O solitario da Lagôa Santa. *Jornal do Commercio*, 26. de Junho 1893.
385. ANONYM, Relatorio da Companhia Aurifera de Minas. Rio de Janeiro, 1. de Julho de 1893.
386. P. CALOGERAS, Gisements diamantifères de Agua Suja, Brésil. „*Jornal do Commercio*“, Rio de Janeiro, 9. Oktober 1893, und *Revue Univers. des Mines*, Paris, Vol. 29, 1895.

387. P. FERRAND, Exploitations aurifères de Minas Geraes. Revista Industrial de Minas Geraes, I, 1893, S. 6—11.
388. V. DE GROSSI, Climatologia, geologia e idrologia medica dello Stato Brasiliano di Minas Geraes. Torino 1893.
389. E. HUSSAK, Sobre o deposito diamantifero de Agua Suja, perto de Bagagem, Minas Geraes. Relatorio parcial da Comissão exploradora do Planalto Central do Brasil pelo Dr. LUIS CRULS, pag. 105—128. Rio de Janeiro 1893.
390. FRANCISCO DE PAULA OLIVEIRA, Amianto ou Asbesto. Estado de Minas 1893. Revista Industrial 1893, I, S. 13—16.
391. FRANCISCO DE PAULA OLIVEIRA, Valor das jazidas metalliferas no Brazil. Estado de Minas. Revista Industrial de Minas Geraes, Anno I, 1893—1894.
392. C. PRATES, Anlyse do quartzito da Venda do Campo, municipio de Ouro Preto. Revista Industrial de Minas Geraes I, 1893.
393. C. PRATES E A. GUIMARÃES, Empresa de mineração de Caethé. Revista industrial de Minas Geraes No. 1, 1893, S. 20.
394. J. C. DA COSTA SENA, Bioxydo de Manganez. Revista Industrial de Minas Geraes I, 1893.
395. F. SCHERER, Studien am Arsenkies. Zeitschr. f. Kristallogr. und Mineral. XXI, 1893, S. 354—387.
396. H. WINGE, Jordfundne og nulevende Flagermus (Chiroptera) fra Lagóa Santa. E Museo Lundii II, 1, S. 1—66, 1893.
397. H. WINGE, Chauves — souris fossiles et vivantes de Lagóa Santa, Minas Geraes, Brazil. E Museo Lundii II, 1893, S. 67—92.
398. H. WINGE, Jordfundne og nulevende Pungdyr (Marsupialia) fra Lagóa Santa, Minas Geraes, Brasilien. E Museo Lundii II, 2, 1893, S. 1—139 (mit französischer Zusammenfassung).
- 1894:
399. O. A. DERBY, Origem sedimentar dos minerios de ferro. Revista Industrial de Minas Geraes, 1894, S. 155—159.
400. P. FERRAND, L'or a Minas Geraes. Revue universelle des Mines, de la Metallurgie etc. XXVIII, 1894, XXX, 1895.
401. P. FERRAND, Industria do ferro, seu estado actual no Brasil. Revista Industrial de Minas Geraes I, 1894, S. 102—106.
402. PAUL FERRAND, L'or à Minas Geraes, Brésil. Etude publiée par les soins de la commission de l'Exposition preparatoire de l'État de Minas Geraes à Ouro Preto à l'occasion de l'exposition minière et metallurgique à Santiago, Chile, 1894. Ouro Preto 1894. 2 Bände. (Auch unter dem Titel Ouro Preto e as minas de ouro bis S. 60, I, des Originals in Revista de Engenharia, Rio de Janeiro 1887—1891).
403. E. HUSSAK, Ueber ein neues Perowskitvorkommen in Verbindung mit Magneteisenstein von Catalão, Staat Goyaz, Brasilien. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1894, II, S. 297—300.
404. L. LOMBARD, Analyse N. 4. Calcarea dolomitico do Betume usw. Revista Industrial de Minas Geraes I, 1894.

405. L. LOMBARD, Note sur les exploitations des mines d'or anciennes aux environs de São João d'El Rey, Tiradentes e Prados. *Revista Industrial de Minas Geraes* I, 1894, S. 133—135.
406. LOUIS LOMBARD, A mineração nos municípios de São João d'El Rey, Tiradentes e Prados no Estado de Minas Geraes. *Revista Industrial de Minas Geraes*, 15. de Julho de 1894, S. 243—246. Ouro Preto 1894.
407. LOUIS LOMBARD, A mineração da Serra de São José. *Revista Industrial de Minas Geraes*, 15 de Agosto de 1894. pag. 271—275. Ouro Preto, 1894.
408. C. A. MEZGER, Note on Certain Magnetic Phenomena in Gold-Bearing Slates. *Trans. Am. Inst. Min. Eng.* XXIV, 1894, S. 40 bis 42.
409. FRANCISCO DE PAULA OLIVEIRA, A pequena industria extractiva mineral. *Revista Industrial de Minas Geraes*. Anno I. 1894.
410. FRANCISCO DE PAULA OLIVEIRA, Jazida de Cinabrio das Tres Cruzes perto de Tripuhy. *Revista industrial de Minas Geraes* I, 1894, No. 7, S. 159—161.
411. F. DE PAULA OLIVEIRA, Mineração do diamante. *Revista Industrial de Minas Geraes*, Anno I, 1894, S. 181—184.
412. F. DE PAULA OLIVEIRA, A fabrica de ferro de Bello Horizonte. *Revista Industrial*, 1894, S. 305—308.
413. A. PELIKAN, Über Göthit, Limonit und roten Glaskopf. *Tschermaks Mineralog. und Petrogr. Mitteil.*, XIV, 1894, S. 1—12.
414. S. L. PENFIELD und J. C. MINOR, Über die chemische Zusammensetzung des Topas und deren Beziehungen zu seinen physikalischen Eigenschaften. *Zeitschr. f. Kristallogr. u. Mineral.* XXIII, 1894, S. 321—329.
415. CARLOS PRATES, Jazida aurifera de Marzagão. *Revista industrial de Minas Geraes*, Anno I, No. 4, S. 77—80. Ouro Preto 1894.
416. C. PRATES, Salitre do Valle do Rio das Velhas. *Revista Industrial de Minas Geraes* 1894, No. 10 und 11.
417. J. C. DA COSTA SENA, Note sur un gisement d'actinote aux environs d'Ouro Preto à Minas Geraes, Brésil. *Bull. Soc. Franc. de Minéral.* XVII, 1894, S. 267—269.
418. ALVARO SILVEIRA, Analyse No. 3. Calcarea da pedreira da Capoeira Grande a um kilometro de Barroso. *Revista Industrial de Minas Geraes*, Anno I, 1894, No. 9, S. 232.
419. J. TAYLOR AND SONS, Relatorio sobre a lavra de S. Luiz, no Caethé, Estado de Minas Geraes, Brazil. Paris 1894.
- 1895:
420. J. BIRKINBINE, Iron ores of Brazil. 16. *Ann. Rept. U.S. Geol. Survey* 1894/95, P. III, S. 67—69. 1895.
421. T. BRUCE-MARRIOTT, Brazilian Iron Making and Gold Milling. *Eng. and Min. Journ.* 59, 1895, S. 339.

422. J. P. CALOGERAS, Gisements diamantifères d'Agua Suja. *Revista Industrial de Minas Geraes*, II, 1895, S. 5—8 (Januar) und 33—37 (Februar).
423. O. A. DERBY, As investigações geológicas do Brasil. *Revista Brasileira*, 1^o anno, tomo II, 9^o Fasciculo, 1895, S. 140—157.
424. O. A. DERBY, A denominação Serra da Mantiqueira. *Revista do Instituto Historico e Geographico de São Paulo* No. 1, 1895, pp. 3—15.
425. E. HUSSAK, Mineralogische Notizen aus Brasilien II; 7. Über Schwefelkristalle in zersetzten Pyriten der Umgebung von Ouro Preto in Minas Geraes. 8. Über Skoroditkristalle von der Goldmine Antonio Pereira bei Ouro Preto. *Tschermaks Miner. u. Petrogr. Mitteil.* N. F. XIV, 1895, S. 411—413.
426. E. HUSSAK AND G. T. PRIOR, Lewisite and Zirkelite, two new Brazilian Minerals. *The Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society* vol. XI, 1895, S. 80—88 (Read June 18th, 1895).
427. A. LACERDA, Relatorio da Comissão geographica e geologica do Estado de Minas Geraes. Annexo 3 do Relatorio apresentado ao Dr. Presidente do Estado de Minas Geraes pelo Secretario de Estado dos Negocios da Agricultura, Commercio e Obras Publicas. Ouro Preto 1895.
428. F. DE PAULA OLIVEIRA, Analyses das aguas potaveis de Bello Horizonte. Relatorio da Comissão Constructora da Nova Capital, Annexo N. 19, Rio de Janeiro, 1895.
429. J. ROSS, The Minerals of Brazil. *Eng. and Min. Jour.* Vol. 59, 1895, S. 125—126, 339.
430. FRANCISCO SÁ, Riquezas mineraes do Estado de Minas Geraes. Relatorio apresentado ao Exmo Sr. Presidente do Estado de Minas Geraes, pelo Secretario de Estado dos Negocios da Agricultura, Commercio e Obras publicas em o anno de 1895, S. 322 bis 326. Ouro Preto 1895.
431. J. C. DA COSTA SENA, Exposição Mineralogica e Metallurgica de Santiago do Chile. Annexo No. 7 do Relatorio apresentado ao Dr. Presidente do Estado de Minas Geraes 1895, Vol. II, Annexos, 43 Seiten.
432. A. A. DA SILVEIRA, Relatorio do Geologo da Comissão Geographica e Geologica de Minas durante o anno de 1894. Annexo No. 3, sub-annexo F do Relatorio apresentado ao Dr. Presidente do Estado de Minas Geraes, pelo Secretario de Estado de Negocios da Agricultura, Commercio e Obras Publicas Dr. Francisco Sá em o anno 1895, Vol. II. Ouro Preto 1895.
433. H. WINGE, Jordfundne og nulevende Rovdyr (Carnivora) fra Lagóa Santa. *E Museo Lundii* II, Teil II, 2, S. 1—104. 1895—96.
434. H. WINGE, Jordfundne og nulevende Aber (Primates) fra Lagóa Santa. *E Museo Lundii* II, 3, S. 1—46, 1895—96.

435. H. WINGE, Carnivores fossiles et vivantes de Lagôa Santa, Minas Geraes, Brésil. E Museo Lundii, Kopenhagen, 1895—1896. II, 4, S. 105—130.
436. H. WINGE, Singes (Primates) fossiles et vivantes de Lagôa Santa, Minas Geraes, Brésil. E Museo Lundii Vol. II, paper V, Kopenhagen 1895—96, S. 47—57.
- 1896:
437. M. BAUER, Edelsteinkunde. Leipzig 1896. (2. Aufl. 1909.)
438. O. A. DERBY, Decomposition of rocks in Brazil. Journal of Geology IV, 1896, S. 529—540.
439. C. GOMES JARDIM, A região de Diamantina (Minas Geraes), suas riquezas naturaes e seus recursos. Revista Industria de Minas Geraes, III, 1896, S. 117—121 und 181—191.
440. A. MEDRADO und F. PAULA DE OLIVEIRA, Notice rédigée ... sur l'exploration du gisement de cinabre de Tres Cruzes. Revista Industrial de Minas Geraes III, 1896.
441. C. N. RABELLO, Relatorio dos trabalhos durante a campanha de 1895, S. 127—130. Ouro Preto 1896. Anexo A: Relatorio da Comissão Geographica e Geologica.
- 1897:
442. JOSÉ DE SÁ BITTENCOURT CAMARA, Memoria mineralogica do terreno mineiro da Comarca de Sabará. Revista do Archivo Publico Mineiro II, Ouro Preto 1897.
443. W. L. VON ESCHWEGE, Cartas do Barão de Eschwege aos Governadores Conde de Palma e D. Manoel de Portugal e Castro. 1813—1820. Veröffentlichung in Revista do Archivo Publico Mineiro II, fasc. 4, Ouro Preto 1897, S. 749—752 (s. auch Veiga).
444. H. C. DE MAGELHÃES GOMES (Exploração geologica a oeste da Mantiqueira), S. 18—29 des Anexo A des Relatorio apresentado ao Dr. Secretario da Agricultura do Estado de Minas Geraes. Ouro Preto 1897.
445. E. HUSSAK, Das Zinnober-Vorkommen von Tripuhy in Minas Geraes, Brasilien. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1897, S. 65—67.
446. E. HUSSAK, Sobre a occurrencia de cinabrio em Tripuhy, Minas Geraes. Rev. Industrial de Minas Geraes, Anno IV, No. 23, S. 291—293. Ouro Preto 1897.
447. E. HUSSAK und G. T. PRIOR, On Derbylite, a new antimonotitanite of iron from Tripuhy, Brazil. Mineralogical Magazine XI, 1897. S. 176—179.
448. E. HUSSAK und G. T. PRIOR, On Tripuhyte, a new antimonate of iron from Tripuhy, Brazil. Mineral. Mag. and Journ. Min. Soc. XI, 1897, S. 302—303.
449. J. MANCO, O fossil de Bom Successo. Revista do Archivo Publico Mineiro II, 1897, S. 253—254.
450. BARÃO HOMEM DE MELLO, Lagôa Santa, Estado de Minas. Revista Industrial de Minas Geraes V, 1897.

451. F. DE P. OLIVEIRA, Noticia sobre as jazidas mineraes de Gandarella. Revista Industrial de Minas Geraes IV, Nr. 22, 1897, S. 275—276. Ouro Preto 1897.
452. F. DE PAULA OLIVEIRA, Jazida de esmeril situada no correjo do Paiol, Revista Industrial de Minas Geraes V, 1897, S. 49—51.
453. C. N. RABELLO (Explorações de 1896). Anexo A, pp. 15—17 do Relatorio apresentado ao Sr. Secretario do estado da Agricultura do Estado de Minas Geraes pelo Inspector de Terras e Colonisação, Sr. Carlos Prates, em 1897. Ouro Preto 1897.
454. C. N. RABELLO, Noticia sobre a Commissão Geographica e Geologica do Estado de Minas. Revista Industrial de Minas Geraes, V, 20 de Junho de 1897.
455. C. M. RABELLO, Serra de Treituba, Minas Geraes. Revista Industrial de Minas Geraes V, 30 de Outubro de 1897.
456. J. C. DA SENA, Minas de Ouro do Cybrão, Municipio de Mariana. Revista Industrial de Minas Geraes 1897, IV, S. 276.
457. J. C. DA COSTA SENA, Mineração dos arredores de Ouro Preto Revista Industrial de Minas Geraes V, 1897, S. 143.
458. A. A. DA SILVEIRA, Relatorio da commissão geographica e geologica. Anexo ao Relatorio apresentado ao Dr. Secretario de Estado da Agricultura do Estado de Minas Geraes pelo Inspector de Terras e Colonisação em 1897. Anexo A, Ouro Preto 1897, S. 1—19.
459. J. P. X. DA VEIGA (Dokumente über die Entdeckung der Diamanten in Minas [1723]). Revista do Archivo Publico Mineiro II, fas. 2, S. 271—282. 1897.
460. J. P. X. DA VEIGA, Documentos (Grande Diamante roubado, 1736: Em busca de Esmeraldas, 1660). Revista do Archivo Publico Mineiro II, Ouro Preto 1897, S. 282—285: III, 519—536.
461. J. P. X. DA VEIGA, A prata e o chumbo da galena do Abaeté. Revista do Archivo Publico Mineiro II, fas. 4, Ouro Preto 1897, S. 757—765. (Briefe von Antonio Gonçalves Gomide, F. de Monlevade, W. v. Eschwege.)
462. E. A. WÜLFING, Die Meteoriten in Sammlungen. Tübingen 1897. 1898:
463. O. A. DERBY, On the Accessory Elements of Itacolomite, and the Secondary Enlargement of Tourmaline. American. Journ. of Science 155, 1898, I, S. 187—192.
464. O. A. DERBY, Brazilian evidence on the genesis of the Diamond. The Journal of Geology 1898, S. 121—146.
465. E. HUSSAK, Mineralogische Notizen aus Brasilien, Teil III. 9. Ein Beitrag zur Kenntnis der sog. „Favas“ der brasilianischen Diamantsande. Tschermaks Mineral. und Petrogr. Mitteil. N. F. XVIII, 1898 (Wien 1899), S. 334—341.
466. E. HUSSAK, Der goldführende kiesige Quarzlageregang von Passagem in Minas Geraes, Brasilien. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1898, S. 345—357.

467. E. HUSSAK, Über eine merkwürdige Umwandlung und sekundäre Zwillingbildung des Brookits vom Rio Cipó, Minas Geraes, Brasilien. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1898, II. S. 99—101.
468. E. HUSSAK und G. T. PRIOR, On Senaite, a new Mineral belonging to the Ilmenite Group, from Brazil. Mineralogical Magazine 12, 1898, S. 30—32.
469. M. A. R. LISBÔA, O manganéz no Brazil. Separat, 48 Seiten, Rio de Janeiro 1898. (Auch im Jornal do Commercio, Rio, 19. Juni 1898.)
470. M. RIBEIRO LISBÔA, Les Manganésés du Brasil. Revue Universelle des Mines, de la Métallurgie usw. 42. Jahrg., 3. Serie, Tome XLIV, 1898, S. 1—22.
471. A. LEUZE, Über optisch interessante Mineralien von Brasilien, sowie über neue Funde am Rosenegg. Berichte über die Versammlungen des Oberrhein. geologischen Vereins, 31. Versammlung in Tuttlingen 1898, S. 21—27.
472. J. VELLOSO DE MIRANDA, Officio sobre a extracção do salitre na Capitania (1801). Revista do Archivo Publico Mineiro III, 1898, S. 273—274.
473. A. GUEDES PEREIRA, Minerios interessantes da Capitania. Officios ao Governador Gomes Freire de Andrade (anno 1746). Revista do Archivo Publico Mineiro III, fas. II, 1898, S. 227 bis 228.
474. C. N. RABELLO, Relatorio apresentado ao engenheiro chefe da Commissão Geographica e Geologica de Minas em 1898. Bello Horizonte 1898.
475. A. A. DA SILVEIRA (Bericht über 1897). Relatorio apresentado ao Dr. Secretario de Estado da Agricultura do Estado de Minas Geraes pelo Inspector de Terras e Colonisação Dr. Carlos Prates em 1898, Anexo A, S. 109—117. Bello Horizonte 1898.
476. FRANCISCO JOSÉ DA SILVEIRA, Sobre nitreiras de Minas Geraes (cerca 1800). Revista do Archivo Publico Mineiro III, fas. II, 270. Bello Horizonte 1898.
477. J. P. X. DA VEIGA, Vicissitudes da Industria mineira (1810). Documento. Revista do Archivo Publico Mineiro III, Ouro Preto 1898, fas. I, S. 77—84.
478. J. P. X. DA VEIGA, Verschiedene Dokumente über Entdeckung und Ausbeutung von Lagerstätten. Revista do Archivo Publico Mineiro, Ouro Preto III, fas. III und IV, 1898, S. 748—751. 751—760.
- 1899:
479. ANONYM, Manganerzgewinnung in Brasilien. Stahl und Eisen 1899, S. 48.
480. ANONYM, Manganese Mining in Brazil. Journal of the Society of Arts XLVIII, 1899.
481. H. D. BEAUMONT, A journey to the diamonds fields of Minas Geraes and remarks on the Province of Minas Geraes. British

- Diplomatic and Consular Reports No. 494, Miscellaneous Series. London 1899.
482. DANIEL BELLET, Les mines de manganèse au Brésil. Revue Technique 1899.
483. TH. C. DAWSON, Diamond and gold mining in Minas Geraes. Consular Reports LX, S. 535—553. Washington 1899. (Deutsch in: Berg- und Hüttenmännische Zeitg. LVIII, 1899.)
484. O. A. DERBY, On the Association of Argillaceous Rocks with Quartz Veins in the Region of Diamantina, Brazil. American Journ. of Science, 4. Serie Bd. 7, 1899, S. 343—356.
485. O. A. DERBY, Manganese ores, Brazil. Twentieth Annual Report of the U.S. Geological Survey, part. VI, 1899, S. 140—142.
486. H. R. DES GENETTES, Diamantes na Bagagem. (Brief vom 16. VIII. 1859.) Revista do Archivo Publico Mineiro IV, 1899, S. 287 bis 292.
487. FR. GREVEN, Manganerze in Brasilien. Stahl und Eisen, 1899. Teil 1, S. 439—441.
488. K. V. KRAATZ-KOSCHLAU und L. WÖHLER, Die natürlichen Färbungen der Mineralien. Tschermaks Mineral. Mitteilungen 18, 1899, S. 304—333.
489. A. R. LISBÔA, Le Manganèse du Brésil. Annales des Mines, 9me série, Tome XV, 1899, S. 115—123.
490. CHR. NUSSE-ASPORT, Die Diamantproduktion in Brasilien. Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik XXII, 1899, S. 103—110.
491. F. DE PAULA OLIVEIRA, Noticia sobre as lavras diamantiferas do Cavallo Morte. Rio de Janeiro 1899.
492. BENTO FERREIRA FURTADO DE MENDONÇA e M. J. P. DA SILVA PONTES, Primeiros descobridores das Minas do ouro na Capitania de Minas Geraes. Revista do Archivo Publico Mineiro IV, fas. I und II, 1899, S. 83—98.
493. A. OLYNTHO DOS SANTOS PIRES (Brief über Mn.-Erze in Minas). Trans. Amer. Inst. of Min. Eng. XXIX, 1899, S. 764—769.
494. A. A. DA SILVEIRA, Relatorio da Commissão Geographica e Geologica. Annexo D do Relatorio apresentado ao Dr. Presidente do Estado de Minas pelo Secretario de Estado dos Negccios da Agricultura, Commercio e Obras Publicas, Dr. Americo Wernneck, em o anno de 1899, S. 301—304. Cidade de Minas 1899.
495. D. VANDELLI, Memoria sobre as minas de ouro do Brazil. Annaes da Bibliotheca Nacional do Rio de Janeiro XX, 1898, S. 266—277. Erschienen 1899.
496. D. VANDELLI, Memoria sobre os diamantes do Brazil. Annaes da Bibliotheca Nacional do Rio de Janeiro XX, 1898, S. 279 bis 282. Erschienen 1899.
497. J. P. X. DA VEIGA, Verschiedene Dokumente über Entdeckung und Ausbeutung von Lagerstätten. Revista do Archivo Publico Mineiro, Ouro Preto IV, 1899, S. 287—316. 377—392.

1900:

498. ANONYM, The Mining industry. Monthly Bulletin of the Bureau of American Republics IX, Washington 1900.
499. J. C. BRANNER, Diamonds in Brazil. Mineral Industry for 1899, S. 221—222. New York 1900.
500. J. C. BRANNER, Gold in Brazil. Mineral. Industry for 1899, VIII, 281. New York 1900.
501. J. C. BRANNER, The Manganese Deposits of Bahia and Minas Geraes, Brazil. Transactions of the American Institute of Mining Engineers Vol. 29, 1899, S. 756—770. New York 1900.
502. J. C. BRANNER, Two characteristic geologic sections on the northeast coast of Brazil. Proc. Washington Acad. Sci. II, 1900, S. 185—201.
503. E. COHEN, Meteoriten-Studien XI. Annalen des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums Wien, Bd. XV, 1900, S. 351—391. (S. 386—87 Pseudometeorit aus Minas beschrieben.)
504. O. A. DERBY, Notes on certain schists of the gold and diamond regions of eastern Minas Geraes, Brazil. Amer. Journal of Science Vol. X, p. 207—216. New Haven 1900.
505. O. A. DERBY, Notes on Monazite. American Journal of Science Vol. X. 1900, S. 217—221.
506. E. HUSSAK, Über ein leukokrates gemischtes Ganggestein der Serra de Caldas, Brasilien. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1900, I, S. 22—27.
507. E. HUSSAK und G. T. PRIOR, Florencite, a new hydrated Phosphate of Aluminium and the Cerium Earths. from Brazil. Mineralogical Magazine 12, 1900, S. 244—248 (read Nov. 14th, 1899).
508. H. K. SCOTT, The manganese ores of Brasil. Journal of the Iron and Steel Institute LVII, 1900, S. 179—208 (London).
509. O. A. DERBY, On the manganese ores of Brasil. (Diskussionsbeitrag zu der Arbeit von Scott.) Journal of the Iron and Steel Institute, London, LVII, 1900, S. 210—215.
510. J. PATTINSON, Diskussionsbeitrag zu der Arbeit von Scott (Manganerze). Journal of the Iron and Steel Institute, London, LVII, 1900, S. 215—216.
511. J. P. X. DA VEIGA, Verschiedene Dokumente über Entdeckung und Ausbeutung von Lagerstätten. Revista do Archivo Publico Mineiro, Ouro Preto, V, 1900, S. 156, 160, 162.
512. P. DE COTEGIPE, O Manganez em Minas. Revista Agricola Industrial nach 1900 (ohne Jahreszahl).
- 1901:
513. O. A. DERBY, Os primeiros descobrimentos de ouro em Minas Geraes. Revista do Instituto Historico de São Paulo Vol. V, 1901, S. 240—278.
514. O. A. DERBY, Os primeiros descobrimentos de ouro nos districtos de Sabará e Caethé. Revista do Instituto Historico e Geographico de São Paulo Vol. V, 1901, S. 279—295.

515. O. A. DERBY, On the manganese ore deposits of the Queluz (Lafayette) District, Minas Geraes, Brazil, Amer. Journ. of Science Vol. XII, S. 18—32. New Haven 1901.
516. O. A. DERBY, On the mode of occurrence of topaz near Ouro Preto, Brazil. Amer. Journal of Science. 4. serie XI, 1901, S. 25—34.
517. E. H. KRAUS und J. REITINGER, Hussakit, ein neues Mineral und dessen Beziehung zum Xenotim. Zeitschrift f. Kristallogr. und Mineral. Bd. 34, 1901, S. 268—277.
518. A. MEDRADO, Mining Conditions and Mineral Resources in Brasil. Eng. and Min. Jour. Vol. 72, 1901, S. 428.
519. A. MEDRADO, The Morro Velho Gold Mine, Brazil. Eng. and Min. Jour. Vol. 72, 1901, S. 485—489.
520. A. MEDRADO, A Brazilian Iron Plant. Eng. and Min. Journ. Vol. 72, 1901, S. 599.
521. J. G. MICHAELI, The manganese deposits of Gandarella, Minas Geraes, Brazil. Engineering and Mining Journal LXXII, 1901, S. 818 (New York).
522. H. K. SCOTT, A visit to the gold mining districts of Brazil. Feilden's Magazine, IV, 1901 (London), S. 560—572.
523. COSTA SENA, Mineral resources of the State of Minas Geraes Brazil. Mining and Metallurgy Vol. XXIV, New York 1901, S. 703—705.
524. A. A. DA SILVEIRA, Relatorio sobre os Tremores de Terra em Bom Sucesso, Estado de Minas Geraes. „Minas Geraes“, Orgão Official dos Poderes do Estado, 1901, Anexo X, n. 286, pp. 1—2.
- 1902:
525. ANONYM, Some Gold Mines in the State of Minas Geraes. Brazilian Mining Review Vol. I, 1902, S. 23—32.
526. G. BERG, Beiträge zur Kenntnis der Goldlagerstätten von Raposos in Brasilien. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1902, S. 81—84.
527. J. BIRKINBINE, Manganese ores. U.S. Geolog. Survey, Mineral Resources 1901. Washington 1902. (Brazil: Seite 140—143.)
528. A. H. CURTIS, Rio das Mortes, State of Minas Geraes, Brasil. Report on Value as a Gold-Dredging Area. London, Waterlow Bros. & Layton, 24, Birechin Lane. 1902.
529. O. A. DERBY, On the occurrence of monazite in iron ore and in graphite. Amer. Journal of Science XIII, 1902, S. 211—212.
530. O. A. DERBY, Notes on Brazilian gold ores. Trans. Amer. Inst. Min. Eng. XXXIII, 1902 (Jahrg. 1903), S. 282—287.
531. L. CAETANO FERAZ, Minas de ouro no Estado de Minas Geraes. Diario de Minas de Bello Horizonte, Januar bis Juni 1902.
532. E. HUSSAK, Über Chalmersit, ein neues Sulfid der Kupferglanzgruppe von der Goldmine „Morro Velho“ in Minas Geraes, Brasilien. Centralbl. f. Miner. usw. 1902, S. 69—72. (Vgl. auch hierzu: F. RINNE, Chalmersit, im gleichen Band, S. 207—208.)

533. J. F. KEMP, The geological relations and distribution of Platinum and associated metals. Bull. U. States Geolog. Surv. No. 193, Ser. A, Economic Geology, 14. Washington 1902.
534. M. A. LISBÔA, Industria de Ferro em Minas Geraes e seus impostos absurdos. Jornal do Commercio, 5 de maio de 1902 (Übersetzung in Brazilian Mining Review I, Rio de Janeiro 1902, S. 55—59).
535. ALCIDES MEDRADO, Mines and minerals in the States of Minas Geraes and Bahia, Brazil. Monthly Bulletin of the Bureau of American Republics, Vol. XII, 1902. S. 100—134.
536. ALCIDES MEDRADO, Historical sketch of gold mining in Minas Geraes, Brazil. Engineering and Mining Journal LXXIII, 1902. S. 447.
537. C. A. DE OLIVEIRA, Metallurgia do ferro em Minas Geraes. Annaes da Esc. de Minas No. 5, 1902. S. 55—112. No. 6, 1903. S. 10—81.
538. A. OLYNTHO DOS SANTOS PIRES, A Serra da Piedade. Revista do Arquivo Publico Mineiro VII, Bello Horizonte, 1902, S. 813 bis 826.
539. J. REITINGER, Analytische Untersuchungen über die natürlichen Phosphate der Ceriterden und Yttererden, sowie über Zirkon- und Titanmineralien. Dissertation München (Techn. Hochschule) 1902.
540. J. TH. RICHARDS, Notes on the iron ore deposits of Brazil. The Mining Journal, Railway and Commercial Gazette LXXII, London, 22. Febr. 1902, S. 253.
541. H. K. SCOTT (Diskussion über die Entstehung des Diamanten) Trans. Inst. of Mining and Metallurgy XII, London 1902/03, 133—134.
542. H. K. SCOTT, O manganez no Brasil. Sonderdruck aus dem Jornal do Commercio, Rio de Janeiro 1902.
543. H. K. SCOTT, On the occurrence of Mica in Brazil and on its preparation for the market. Trans. of the Inst. of Mining and Metallurgy, XII, London 1902/03, S. 351—364.
544. H. K. SCOTT, Iron Making in Brazil. Eng. and Min. Journ. LXXIX, 1902, 680.
545. H. K. SCOTT, Iron Ores of Brazil. Eng. and Min. Journ. Vol. 74, 1902, S. 750.
546. H. K. SCOTT, The iron ores of Brasil. The Journal of the Iron and Steel Institute, Vol. LXI, 1902, S. 237—258.
547. J. T. RICHARDS, Bemerkungen zu der Arbeit von Scott. The Journal of the Iron and Steel Institute Vol. LXI, 1902, S. 256 bis 257.
548. J. C. SENA, Descoberta de platina perto Conceição, Minas. Brazilian Mining Review, Rio de Janeiro 1902.

549. J. C. DA COSTA SENA (Minerallagerstätten von Minas). „Minas Geraes“, Bull. of the Internacional Bureau of American Republics XII, Washington 1902, 1169.
550. COSTA SENA, Nota sobre uma jazida de Staurotidas. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, No. 5, 1902, S. 7—10.
551. COSTA SENA, Nota sobre uma jazida de Actinote. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto* No. 5, 1902, S. 13—15.
- 1903:
552. G. CHALMERS, Water in the Morro Velho mine. *Eng. and Mining Journal* LXXV, New York 1903, S. 624.
553. JULES DEMARET-FRESON, La concurrence des mineraux de manganeuse du Brésil, et du Caucase. Bruxelles, Imp. Gustave Fischlin 1903. 12 Seiten.
554. W. FLORENCE, Über Stolzit und Scheelit von Marianna de Itacolomy im Staate Minas Geraes (Brasilien). *Centralbl. f. Mineral. usw.* 1903, S. 725—728.
555. G. FLORENCE, Nota sobre a stolzita e schoelita (Sumidouro) do Itacolomy de Marianna. *Annaes da escola de Minas de Ouro Preto* No. 6, 1903, S. 85—90.
556. E. HUSSAK und J. REITINGER, Über Menazit, Xenotim, Senait und natürliches Zirkonoxyd aus Brasilien. *Zeitschr. f. Kristall. und Min.* Vol. 37, 1903, S. 550—579.
557. E. HUSSAK, Nota sobre a chalmersita. Mineral do grupo da chalcosina, encontrado na mina do Morro Velho. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto* No. 6, 1903, S. 93—97.
558. E. HUSSAK, Sobre a Raspita do Sumidouro, E. de Minas Geraes. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto* No. 6, 1903, S. 101 bis 103.
559. E. HUSSAK, Über den Raspit von Sumidouro, Minas Geraes (Brasilien). *Centralbl. f. Mineral. usw.* 1903, S. 723—725.
560. O. MÜGGE, Die regelmäßigen Verwachsungen von Mineralien verschiedener Arten. *N. Jahrb. f. Mineral. usw. Beil. Bd. XVI*, 1903, S. 335—475.
561. A. OLYNTHO DOS SANTOS PIRES, A mineração no Brazil. *Bello Horizonte* 1903 (livro do Centenario III, 161 Seiten, 8°).
562. H. PORCHERON, Rapport sur les Mines de Diamants de Agua Suja, dans l'Ét. de Minas Geraes, Brésil. 1903.
563. C. N. RABELLO, A Serra de São Thomé das Lettras. *Anuario da Escola Polytechnica de São Paulo*, IV, 1903, S. 59—62.
564. R. B. RIGGS, (Analysis of tourmaline from Calhao, Minas Geraes). *Bull. No. 220, U.S. Geol. Surv.* S. 59 und 62, Washington 1903.
565. H. K. SCOTT, Mica in Brazil. *Mines and Minerals* XXIV, Scranton 1903, S. 34—37.
566. H. K. SCOTT, The Gold-Field of the State of Minas Geraes, Brasil. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers.* Vol. XXXIII, 1903.

567. COSTA SENA, Nota sobre a cassiterita no norte do Estado de Minas Geraes, e sobre a apatita e o topazio, provenientes dos arredores de Fortaleza e cidade de Salinas. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto* No. 6, 1903, S. 7—11.
568. J. C. DA COSTA SENA, The occurrence of tin in Minas Geraes. *Brazilian Mining Review*, 1903, I, S. 92—94.
- 1904:
569. ANONYM, Flexibility of Itacolumite. *Nature*, LXX, 1904, S. 185.
570. ANONYM, The Iron-ore beds of Sabará, Minas. *Brazilian Mining Review*, Vol. I, n. 9, 1904, S. 207—208.
571. ALFREDO ARDUINI, The Morro da Mina Manganese deposits. *Brazilian Mining Review* I, 1904, S. 218—219.
572. J. BELLO, Official report on the Minas iron deposits. *Brazilian Mining Review* I, 1904, S. 219—220.
573. J. P. CALOGERAS, O Ferro. (Ensaio de historia industrial.) *Revista do Inst. Hist. e Geograph. de São Paulo* 1904.
574. J. P. CALOGERAS, As minas de ouro nacionaes. *Jornal do Comercio*, 3 de Dec. de 1904.
575. JOÃO PANDIA CALOGERAS, As minas do Brasil. Rio de Janeiro 1904.
576. L. CUGNIN, Gites Diamantifères du Brésil. *Bull. Trimestriel de la Société de L'Industrie Minérale*, 4. Serie, Vol. 3, 1904, S. 247 bis 264.
577. L. FERRAZ, The Palma gold-deposit, Minas. *Brazilian Mining Review*, Vol. I, 1904, S. 173—174.
578. W. FRIZ, Manganerzindustrie Brasiliens. (Nach Gornosavodsky *Listok* 1903, N. 28/29.) *Zeitschr. f. prakt. Geol.*, Bd. 12, 1904, S. 414—416.
579. M. L. GUGNIN, Gites Diamantifères du Brésil. Conférence faite au District de Paris de la Société de l'industrie minérale, le 6 avril 1903. *Bulletin Trimestriel de la Société de L'industrie Minérale*. Quatrième Série Tome III, 1904, S. 247—264.
580. H. HERMETO, The Abaeté River, Minas. *Brazilian Mining Review* I, 1904, S. 202—203.
581. E. HUSSAK, Mineralogische Notizen aus Brasilien. (Über einen neuen Chondritfall nahe Uberaba in Minas Geraes, über Nephrit von Baytinga in Bahia, und über Hamilit aus diamantführenden Sanden von Diamantina, Minas Geraes). *Annalen des K.K. Hofmuseums* Bd. XIX, Wien 1904, S. 85—95.
582. E. HUSSAK, Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brasilien. *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften Wien, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse*, Vol. CXIII, Teil I, Juli 1904, S. 379—465.
583. E. HUSSAK, Über die Mikrostruktur einiger brasilianischer Titanmagneteisensteine. *Neues Jahrb. f. Mineralogie usw.* 1904, Bd. I, S. 94—113.

584. G. F. KUNTZ, The production of precious Stones in 1903. Washington 1904. U.S. Geolog. Survey.
585. M. SCHWERIN, Gold Mines of Minas, Brazil. Eng. and Min. Journ. Vol. 78, 1904, S. 547—548.
586. H. K. SCOTT, Brazilian manganese. Brazilian Mining Review I, 1903, S. 85—88. (Auch in „Monthly Bull. of the Bureau of Amer. Republics XVI, 1904, S. 663—665.
- 1905:
587. ANONYM, Amostras de minerios, mineraes e madeiras remittidas a exposiçao de S. Luiz pela Escola de Mines de Ouro Preto. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 7, 1905, S. 185 bis 198.
588. L. CAYEUX, Structure d'une Itacolumite très flexible du Brésil. Bull. Société Philomatique, 9. Ser. Bd. VII, Paris, 1905, S. 253 bis 254.
589. H. H. C. DA COSTA, Artigos publicados nos annexos do Relatório pelo Secretario de Estado dos Negocios das Finanças (do Estado de Minas Geraes). Bello Horizonte 1905.
590. X. P. FERNANDES, Aquamarines and tourmalines at Arassuahy in Minas Geraes. Brazilian Engineering and Mining Review II, 1905.
591. C. HLAWATSCH, Der Rasplit von Sumidouro, Minas Geraes (Brasilien). Centralbl. f. Mineral. usw. 1905, S. 422—427.
592. E. H. (HUSSAK), Noticia sobre a Lewisita e sobre a Derbylita, dois novos mineraes descobertos em Tripuhy, visinhança de Ouro Preto, Estado de Minas Geraes. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 7, 1905, S. 115—129.
593. E. HUSSAK, Über Atopit aus den Manganerzgruben von Miguel Burnier, Minas Geraes, Brasilien. Centralbl. f. Mineral. usw. VI, 1905, S. 240—245.
594. F. LANGE, Experimentelle Untersuchungen über den elektrokalischen Effekt beim brasilianischen Turmalin. Dissertation Jena 1905.
595. A. O. DOS SANTOS PIRES, The History of Brazilian Mining. Brazilian Eng. and Min. Review Vol. 2, Rio de Janeiro 1905.
596. TH. SAMPAIO, O Rio de São Francisco. São Paulo 1905.
597. O. R. THOMAS, Minas Geraes, Brazil. Eng. and Mining Journal LXXX, 1905, S. 453—455.
- 1906:
598. ANONYM, Mines of the Serra da Conceição in Itabira do Matto Dentro. Brazilian Engineering and Mining Review Vol. 3, 1906, No. 2.
599. A. DE BELMONT, Mining of Manganese in Brasil. Mining World, 1906.
600. A. DE BELMONT, Diamond Industry of Brazil. Mining World, 1906.
601. A. DE BELMONT, Mineral resources of Brazil. Mining World, New York 1906.

602. A. BRANDENBURG, Brasil and its Mineral Industry. Min. Mag. Vol. 13, 1906, S. 560—566.
603. J. C. BRANNER, Geologia elementar. Rio de Janeiro 1906. (2. Auflage 1915).
604. O. A. DERBY, The Serra do Espinhaço. The Journal of Geology. Vol. XIV, 1906, S. 374—401.
605. E. HUSSAK, Über die sogenannten „Phosphat-Favas“ der diamantführenden Sande Brasiliens. Tschermaks Mineral. und Petrograph. Mitteil. Bd. 25, 1906, S. 335—344.
606. E. HUSSAK, Über die chemische Zusammensetzung des Chalmersits. Centralbl. f. Mineral. usw. 1906, S. 332—333.
607. E. HUSSAK, Über die Manganzlager Brasiliens. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1906, S. 237—239.
608. E. HUSSAK, Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brasilien. Zeitschr. f. prakt. Geol., XIV. Jahrg. 1906, S. 284—293.
609. E. HUSSAK, Über die Diamantlager im Westen des Staates Minas Geraes und der angrenzenden Staaten São Paulo und Goyaz. Brasilien. Zeitschr. f. prakt. Geol. XIV, 1906, S. 318—333.
610. E. HUSSAK, Occurrence of Palladium in Brazil. Mining Journal. Vol. 83, 1908, S. 130—131. (Abdruck aus Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 8, 1906 (1907)).
611. E. HUSSAK, O Palladio e a Platina no Brasil. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 8, 1906, S. 77—188. Übersetzung der in der Akademie der Wissenschaften, Wien, und in der Zeitschrift f. prakt. Geologie veröffentl. Arbeiten, mit einem Vorwort von MIGUEL ARROJADO RIBEIRO LISBÔA (auch veröffentl. in „The Mining Journal“ Vol. 83, 1908, S. 130—131. 186—187).
612. J. D. KOELLER, O manganez no Brazil. Revista do Instituto Polytechnico Brasileiro, XXXI, 1906.
613. M. A. R. LISBÔA, Report on the manganese or deposits of Morro da Mina, Lafayette-Queluz, Minas Geraes, Brazil. Brazilian Engineering and Mining Review III, S. 83—88, 97—111. Rio de Janeiro 1906 (June and July).
614. MIGUEL A. R. LISBÔA, Ocorrência de seixos facetados no planalto Central Brasileiro. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 8, 1906, S. 25—40.
615. M. A. R. LISBÔA, Bibliographia mineral. e geologica do Brazil 1903—1906. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 8, 1906, S. 119—219.
616. J. LUSTOZA, Informações sobre o morro da Mina. Revista do Instituto Polytechnico Brasileiro XXXI, Rio de Janeiro 1906.
617. C. A. DE OLIVEIRA, The Metallurgy of Iron in Minas. Brazilian Eng. and Min. Review III, 1906, S. 129—131. 148—185.
618. HUGH PEARSON, The gold field of Paracatú, Minas Geraes, Brazil. Transactions of the Institution of Mining Engineering XXXI, London 1906, S. 257—263.

619. G. REIMANN, Beiträge zur Kenntnis des Turmalins aus Brasilien. N. Jahrb. f. Mineral. usw. Beil. Bd. XXIII, 1906, S. 91 ff. (Auch Diss. Kiel 1906.)
620. J. C. DA COSTA SENA, Nota sobre uma jazida de Blenda no Município de Ouro Preto, no lugar denominado Morro do Bule, a seis kilometros da Estação Henrique Heargreaves, no Ramal Ferreo de Ouro Preto. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 8, 1906, S. 17—22.
621. A. A. DA SILVEIRA, Os tremores de terra em Bom Successo, Minas Geraes. Bello Horizonte 1906, 12^o, 137 pp. (2. Band 1920, 8^o, 190 pp.).
622. H. WINGE, Jordfundne og nulevende Hovdyr (Ungulata) fra Lagôa Santa. Kopenhagen (E Musco Lundii) 1906. 239 S., 9 Taf. 1907:
623. ANONYM, Turmalina, Topasio e Fluorina. Jornal „Reflexo“, Sete Lagôas 1907 (auch in d. Zeitg. „Minas Geraes“ XIII, No. 297).
624. E. HUSSAK, Notas sobre o atopito das minas de manganez de Miguel Burnier. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 9, 1907, S. 117—123.
625. H. KOHLMANN, Beiträge zur Kenntnis des brasilianischen Berylls. Dissertation Kiel 1907. Neues Jahrb. f. Mineral. usw. Beil. Bd. XXV, 1907.
626. M. A. R. LISBÔA, The Mineral Industry of Brazil. Eng. Min. Jour. Vol. 83, 1907, S. 419—420.
627. M. A. R. LISBÔA, The Occurrence of Facetted Pebbles on the Central Plateau of Brazil. American Journ. of Science, Vol. XXIII, 1907, S. 9—19.
628. H. PEARSON, Diamantes, o modo de laval — os no Brasil. Almanach Brasileiro, Rio de Janeiro 1907, S. 356—360.
629. A. H. WESTERGÅRD, Über Turmalin von Minas Geraes in Brasilien. Zeitschr. f. Kristall. etc. 42, 1907, S. 278—79.
630. C. WIGG, Brazilian Manganese ore. Engineering and Mining Journal LXXXVII, 1907, S. 345.
- 1908:
631. ANONYM, Large Brazilian Diamond. The Mining Journal LXXXVIII, 1908, S. 407.
632. O. A. DERBY, On the original type of the manganese ore deposits of the Queluz district, Minas Geraes, Brazil. Amer. Journal of Science XXV, 1908, S. 213—216.
633. O. GROSSPIETSCH, Krystallform und optische Orientierung des Albit von Morro Velho und Grönland. Tschermaks mineral. und petrograph. Mitteilungen, Bd. 27, 1908, S. 353—376.
634. W. HERMANN, Über die Einwirkung oxydierender und reduzierender Gase auf die Färbung einiger Minerale. Zeitschr. f. anorg. Chemie 60, 1908, S. 369—404.
635. B. JEŽEK, Über den Hamlinit von Brasilien. Abhandl. d. böhm. Akad. 1908, No. 2, 7 p.

636. B. JEŽEK, Über den Braunit von Minas Geraes. Abh. d. böhm. Akad. 1908, Nr. 7.
637. KOEHLIN, Über Hausmannit- und Braunitkristalle von Brasilien. Tschermaks Mineral. und petrograph. Mitteilungen Bd. 27, 1908, S. 259—267.
638. J. LUSTOSA AND J. C. BRANNER, Manganese Deposits of Morro da Mina, Brazil. Eng. and Min. Jour. Vol. 86, 1908, S. 1196 bis 1197.
639. J. C. DA COSTA SENA, Memoria apresentada ao Congresso Scientifico Latino-Americano. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 10, 1908, S. 3—17 (Eisenerze von Minas betreffend).
640. J. C. DA COSTA SENA, Minerios de ferro no Brasil, principalmente no Estado de Minas Geraes. Ann. Esc. Min. Nr. 10, 1908, S. 19—34.
641. A. A. DA SILVEIRA, Flora e Serras mineraes. 352 Seiten. 1908.
1909:
642. A. S. ATKINSON, Mining for Gems in Brazil. The Eng. and Min. Jour. Vol. 87, 1909, S. 1234—1235.
643. O. A. DERBY, Early Iron Making in Brazil. Eng. and Min. Jour. Vol. 88, 1909, p. 1112.
644. O. A. DERBY, Iron Ore Deposits of Brazil. Eng. and Min. Jour. Vol. 88, 1909, S. 1258—1259.
645. F. FREISE, Die Monazitseifen im Grenzgebiete der brasilianischen Staaten Minas Geraes und Espirito Santo, speziell im Gebiete des Muriahé und Pomba-Flusses. Zeitschr. f. prakt. Geol. XVII, 1909, S. 514—522.
646. V. GOLDSCHMIDT und R. SCHRÖDER, Phenakit aus Brasilien. Zeitschr. f. Kristallogr. Bd. 46, 1909, S. 465—470.
647. E. HUSSAK, Ein neues Vorkommen von Phenakit in Brasilien. Centralbl. f. Mineral. usw. 1909, S. 268—270.
648. CASSIO UMBERTO LANARI, Ossadas humanas fosseis encontradas numa caverna calcarea das visinhancas do Mocambo. Ann. Esc. Min. Nr. 11, 1909, S. 15—35.
649. G. W. LINDSAY, The Diamantina District of Minas Geraes. Eng. and Min. Jour. Vol. 87, 1909, S. 856.
650. MORAVIA JUNIOR, Monazita. Deposito, extracção e tratamento. Ann. Esc. Min. Nr. 11, 1909, S. 37—44.
651. HUGH PEARSON, The Diamond fields of Brazil. Journal of the Society of Arts. 1909.
652. J. C. DA COSTA SENA, Breve noticia sobre a Columbita no Estado de Minas Geraes. Ann. Esc. Min. Nr. 11, 1909, S. 107 bis 108.
653. F. SLAVIK, Phenakit von Brasilien. Centralbl. f. Mineral. usw. 1909, S. 264—267.
654. F. SLAVIK, Phenakit von Brasilien. Abhandl. d. Böhm. Akademie Prag, 1909, No. 10. 7 Seiten.
655. K. ZIMANYI, Über den Phenakit aus Brasilien. Zeitschr. f. Kristallogr. Bd. 47, 1909/10, S. 97—103.

656. KARL ZIMANYI, Phenakit von Brasilien, *Annales musei naturalis hungarici* 1909. S. 353—355.

1910:

657. ANONYM, Brazilian Iron Prospects. *Iron Age*, Vol. 85, 1910, S. 919—920.
658. A. J. BENSUSAN, Notes on Passagem Mine and Works, Minas Geraes, Brazil. *The Inst. of Mining and Metallurgy*, London, Bull. 73, 1910, p. 1—23.
659. J. C. BRANNER, Bibliography of the Geology, Mineralogie and Paleontology of Brasil. *Bull. Geol. Soc. Amer.* Vol. 20, 1910, S. 1—132.
660. J. C. BRANNER, Geologic work of ants in tropical America. *Bull. of the Geolog. Soc. of Amer.* Vol. 21, 1910, 449—496.
661. O. A. DERBY, The Iron ores of Brazil. *Iron ore Resources of the World*, Vol. 2, 1910, S. 813—822.
662. V. DÖRRFELD, Euklas aus Brasilien. *Zeitschr. f. Kristallogr.* 47, 1910, S. 376.
663. F. FREISE, Die Monazitvorkommen im Gebiete des oberen Muriahé- und Pombafusses im Staate Minas Geraes, Brasilien. *Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate*, Bd. 58, 1910, B. Abhandlungen, S. 47—64.
664. V. GOLDSCHMIDT-F. SAUER, Neue Flächen am Topas, *Zeitschr. f. Kristallogr.* Bd. 47, 1910, S. 645 ff.
665. V. GOLDSCHMIDT, Topaszwillinge aus Brasilien. *Zeitschr. f. Kristallogr.* Bd. 47, 1910, S. 639—644.
666. R. H. KENDALL, Treatment of Refractory Low-Grade Gold Ores at the Ouro Preto Gold Mine, Brazil. *The Institute of Mining and Metallurgy*, London, Bull. 73, 1910, p. 1—24. (Auch in *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy* XX, 1911, S. 28—60.)
667. J. C. OAKENFULL, Brazil in 1909. London 1910. S. 296—401 über Geologie, Paläontologie, Mineralogie und Mineralquellen. (Von dem Buch erschienen auch Ausgaben über spätere Jahre.)

1911:

668. A. J. BENSUSAN, The Passagem Mine and Work. *Transaktions of the Institution of Mining and Metallurgy* Vol. XX, 1911, S. 3—27.
669. J. C. BRANNER, The Minerals associated with diamonds and Carbonados in the State of Bahia, Brazil. *American Journal of Science*, 4. Ser., Vol. XXXI, 1911, S. 480—490.
670. O. A. DERBY, On the mineralization of the gold-bearing lode of Passagem, Minas Geraes, Brasil. *American Journal of Science* Vol. XXXII, 1911, S. 185—190.
671. O. A. DERBY, A Notable Brazilian Diamond. *American Journal of Science* Vol. XXXII, 1911, S. 191—194.
672. DAVID DRAPER, The Diamond bearing deposits of Bagagem and Agua Suja in the state of Minas Geraes (Brazil). *Transactions*

- of the Geological Society of South Africa, Vol. XIV, 1911 (1912), S. 8—19.
673. R. JACOB, Minas Geraes no XX^o Seculo. Rio de Janeiro, 1911.
674. C. K. LEITH AND E. C. HARDER, Hematite ores of Brasil and a comparison with hematite ores of Lake Superior. *Economic Geology* VI, 1911, S. 670—686.
675. BENEDICTO JOSÉ DOS SANTOS, A geologia do municipio de Ouro Preto. Bicentenario de Ouro Preto 1711—1911, *Memoria historica*, S. 95—105. Imprensa official do Estado de Minas Geraes.
676. W. T. SCHALLER, The Alunite — Beudantite — Group. *Amer. Journ. of Science* (4), XXXII, 1911, S. 359—364.
677. GIORGIO SPEZIA, I Minerali del Brasile all' esposizione internazionale di Torino. *Rivista mensile di Sc. Nat. „Natura“* 2. Pavia 1911.
678. A. STANGE, Brazil and its Great Mineral Resources. *Min. World*, Vol. 34, 1911, S. 445—446.
- 1912:
679. ANONYM, Os terrenos diamantiferos do Brazil são absolutamente sem valor. „Imparcial“ und „A Industria“ I, 1912, S. 13—15.
680. O. A. DERBY, Speculations Regarding the Genesis of the Diamond II. *Journal of Geology* Vol. XX, 1912, S. 451—456.
681. OLIVER CUMMINGS FARRINGTON, New Minerals from the Favas of Brazil. *Bull. Geolog. Soc. of America* Vol. 23, 1912, S. 728.
682. C. R. GARDINER, History of the Diamond Fields of India and Brasil. *Min. and Eng. World* Vol. 36, 1912, S. 403—404.
683. V. GOLDSCHMIDT-V. ROSICKY, Ueber Topas von Minas Geraes. *Verhandl. d. Naturhist. Ver. zu Heidelberg* 12, 1912, S. 249.
684. ALES HRDLICKA, Early man in South America. *Bureau of American Ethnologic Bull.* 52, Washington 1912.
685. R. MORIZE, Levantamento Magnetico do Valle de São Francisco. *Boletim do Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio*, Anno I, 1912, S. 147—148.
686. H. MÜLLER, Kristallogr. Untersuchungen am Turmalin aus Brasilien. *Diss. Würzburg* 1912.
687. C. A. DE OLIVEIRA, *Industria Siderurgica*. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, Nr. 14, 1912, S. 43—204.
688. F. DE PAULA OLIVEIRA, Noticia sobre os terrenos diamantinos da região dos rios São Antonio, Somno e Abaeté. *A industria*, anno 1, No. 4, 1912.
- 1913:
689. D. DRAPER, Analogies between the Diamond Deposits of Brazil and South Africa. *Min. Mag.* Vol. 9, 1913, S. 435—436.
690. D. FENNER, Ueber Topaskristalle von Minas Novas. *N. Jahrb. f. Mineral. usw. Beil.* Bd. 36, 1913, S. 704—767 (auch *Dissertation Marburg*, 1913).
691. G. FLORENCE, Notas geologicas sobre o Rio Grande, em o trecho comprehendido entre as barras dos rios Canóas e Pardo. *Explo-*

- ração do Rio Grande e de seus afluentes, Comissão Geographica e Geologica do Estado de São Paulo, 1913, S. 29—32 (mit geologischen Karten).
692. TH. GATHMANN, Beitrag zur Kenntniss der „Itabirit“-Eisenerze in Minas Geraes, Brasilien. Zeitschr. f. prakt. Geol. Vol. XXI, S. 234—240. 1913.
693. J. H. GOODSCHILD, Laterization in Minas Geraes, Brazil. Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Vol. XXIII, 1913/14, S. 3—54. (Mit Diskussionsbeiträgen von Oldham, Simon, Scott, Hatch, Nichols, Fermor, Shearer.)
694. R. KOEHLIN, Über brasilianischen Braunit nebst Bemerkungen über die Buchstabenbezeichnung beim Braunit. Annalen des K. K. Naturhist. Hofmuseums Bd. XXVII, Wien 1913, S. 159—170.
695. J. C. OAKENFULL, Pedras preciosas do Brazil. Boletim do Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio, anno II, 1913, S. 66—69.
696. F. DE PAULA OLIVEIRA, O diamante em Minas. „A Industria“ 1913. „O Imparcial“ 1913.
697. JOVIANO A. D'AMAL PACHECO, Notas sobre a geologia do valle do Rio Grande a partir da foz do Rio Pardo até a sua confluencia com o Rio Paranyba. Exploração do Rio Grande e de seus afluentes, Comissão Geographica e Geologica do Estado de São Paulo, 1913. S. 33—38 (mit geolog. Karte).
- 1914:
698. ANONYM, Development of Mining in South-America — Brazil. Min. and Eng. World Vol. 41, 1914.
699. L. F. GONZAGA DE CAMPOS, Manganéz. Boletim do Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio III, 1914.
700. V. GOLDSCHMIDT-V. ROSICKY, Über Topas von Minas Geraes (Brasilien). Beiträge zur Kristallographie und Mineralogie I, 1914—1918, S. 71—77.
701. E. C. HARDER, The „Itabirite“ iron ores of Brazil. Economic Geology IX, 1914, S. 101—111.
702. E. PAULO DE OLIVEIRA (anonym veröffentlicht), Jazidas de Topazio. A Industria II, 1914, n. 13, S. 7—12.
703. T. A. RICKART, Persistence of Ore at St. John del Rey. Min. and Sci. Press, Vol. 109, 1914, S. 985—987.
704. W. O. TAYLOR, Diamond Mining in Brazil. Min. and Sci. Press Vol. 108, 1914, S. 806—807.
- 1915:
705. A. BETIM (PAES LEME), Sur un gisement d'euxenite du Brésil. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris 1915, t. 161, S. 177—180.
706. A. BETIM PAES LEME, A Euxenita de Pomba e as condições geologicas da sua jazida. Rio de Janeiro 1915.
707. ALBERT T. CALVERT, Mineral resources of Minas Geraes. Spon u. Chamberlin, New York 1915.

708. J. B. DE ARAUJO FERRAZ, Sobre a euxenita de Pomba. Revista de Physica e Chimica, anno I, 1915.
709. E. C. HARDER, The Iron Industry in Brazil. American Institute of Mining Engineers, Transactions Vol. L, 1915. S. 143 bis 160.
710. E. C. HARDER und R. T. CHAMBERLIN, The Geology of Central Minas Geraes, Brasil. Journal of Geology Vol. XXIII, 1915.
711. B. L. MILLER-J. T. SINGEWALD, The World's Deepest Mine. Bull. Pan Amer. Union Vol. 41, 1915, S. 805—819.
712. E. P. DE OLIVEIRA (anonym veröffentlicht), Notas biographicas sobre a vida e trabalhos de Orville A. Derby. Jornal do Commercio, Rio de Janeiro, 29. de Novembro 1915.
713. E. RIMANN, Über Kimberlit und Alnoit in Brasilien. Tschermaks Mineral. und Petrograph. Mitteil. XXXIII, 2, 1915. p. 244 bis 262.
714. E. RIMANN, Zur Geologie der diamantenführenden Gebiete Brasiliens. Zeitschr. f. prakt. Geol. 23, 1915, S. 168—169.
- 1916:
715. L. F. GONZAGO DE CAMPOS, Informações sobre a industria siderurgica. Boletim do Ministerio da Agricultura, Anno V, 1916. S. 29—66.
716. C. O. FARRINGTON, Studies of Brazilian Favas. The American Journal of Science, 4th series, vol. XLI, 1916, S. 355—360.
717. H. C. MEYER, Brazilian Zirkite Deposits. Monthly Prices for November, Foote Mineral Co (Philadelphia). 1916, S. 29—31. Wiedergabe in Mineral Resources, 1916. U. S. Geological Survey, Part II, 1917, S. 378—379, sowie ebenda 1919 (erschienen 1920), Teil II, S. 23—24.
718. B. L. MILLER-J. TH. SINGEWALD, The Gold Mines of Brazil. Eng. and Min. Jour. Vol. 102, 1916, S. 207—212.
719. B. L. MILLER-J. TH. SINGEWALD, Mining Industry of Brazil. Eng. and Min. Jour. Vol. 101, 1916, S. 759—762.
720. A. J. RESUNSEN, A Mina de Passagem. Boletim do Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio V, 1916, S. 103—126. (So zitiert nach A. D. GONSALVES. Der Verfasser dürfte A. J. BENSUSAN sein.)
721. J. T. SINGEWALD-B. L. MILLER, High — Grade Manganese Ores of Brasil. The Iron Age Vol. 97, 1916, S. 417—420
722. R. STAPPENBECK, Die Minerallagerstätten Südamerikas und ihre wirtschaftliche Bedeutung für das Deutsche Reich. Zeitschr. d. deutsch. Wissensch. Ver. zur Kultur- und Landeskunde Argentiniens, Bd. II, Heft 2, S. 106—117. Heft 3, S. 142—173. 1916.
723. H. E. WILLIAMS, Notas sobre occorencia de nickel perto do Livramento . . . Minas Geraes. Bol. do Ministerio da Agricultura Anno V, No. 1, pag. 21—28. Rio de Janeiro 1916.
724. A. DE LELLIS, O Manganese. (Ohne Jahreszahl. Nach 1916.)

1917:

725. F. DE SOUZA DANTES, Les Minerals de Fer du Brésil. *Revue de Met.*, Nov.-Dez. 1917.
726. O. C. FARRINGTON, Notiz über den Goyazit. *Amer. Journal of Science* (4.) 43, 1917, S. 420.
727. LUIZ CAETANO FERAZ, Minas auríferas de D. Florisbella. *Ann. Esc. Min.* Nr. 15, 1917, S. 199—217.
728. F. L. GARRISON, The Mining Industry of Brasil. *Min. and Sci. Press* Vol. 114, 1917, S. 329—333.
729. A. DE GRAMONT, Recherches spectrales sur la composition de la goyazite. *Bull. Soc. Franc. Min.* Vol. 40, 1917, S. 26—34.
730. E. C. HARDER, Manganese Ores of Russia, India, Brazil and Chile. *Trans. Amer. Inst. Min. Eng.* Vol. 56, 1917, S. 31—68. 75—76.
731. H. K. SCOTT, Diskussionsbeitrag zu der Arbeit von Harder über Mn.-Erze. *Trans. Inst. Min. Eng.* Vol. 56, 1917, S. 68—74.
732. J. T. SINGEWALD, Diskussionsbeitrag zu der Arbeit von Harder über Mn.-Erze. *Trans. Amer. Inst. Min. Eng.* Vol. 56, 1917, S. 74.
733. E. HUSSAK e G. T. PRIOR, Tripuhite, um novo antimoniato de ferro de Tripuhy. *Ann. Esc. Min.* Nr. 15, 1917, S. 13—14.
734. E. HUSSAK, Uma nova jazida de phenakita no Brasil. *Ann. Esc. Min.* Nr. 15, 1917, S. 15—18.
735. E. HUSSAK, Os satellites do diamante. Rio de Janeiro 1917, 56 S. (Traduzido e publicado por Jorge B. de Araujo Ferraz.)
736. T. H. LEE, Two new Zircon Minerals—Orvillite and Oliveiraitite. *Revista da Sociedade Brasileira de Ciencias*, 1917, No. 1, S. 31—38. *Amer. Journ. of Science*, 4. Ser. Vol. XLVII (= CXCVII), 1919, S. 126—132.
737. C. K. LEITH, Iron Ores of the Americas. *Proc. Sec. Pan Amer. Sci. Cong.* Vol. 8, 1917, S. 954—959.
738. E. RIMANN, Sobre uma nova occurencia de dumortierita. *Annaes da Escola de Minas, Ouro Preto*, Nr. 15, 1917, S. 19—25.
739. E. RIMANN, A kimberlita no Brasil. *Ann. Esc. Min.* Nr. 15, 1917, S. 27—32.
740. E. RIMANN, Über das Muttergestein der Diamanten Brasiliens. *Tscherm. Mineral. und petrograph. Mitteil.* Bd. 34, 1917.
741. W. T. SCHALLER, Über die Identität des Hamlinits mit dem Goyazit. *Amer. Jour. Sci.* (4.) 43, 1917, S. 163—164.
742. J. C. DA COSTA SENA, Dr. Eugenio Hussak. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto*, No. 15, 1917, S. 9—12.
743. J. T. SINGEWALD — B. L. MILLER, The Manganese Ores of the Lafayette District, Minas Gerais, Brazil. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*, Vol. 56, 1917, S. 7—30.
744. KIRBY THOMAS, (Brazil as a source of manganese ore). *Bull.* 129. *Amer. Institute of Mining Engineers*, S. XIII—XVI, New York, 1917.

1918:

745. A. BETIM PAES LEME, *As Jazidas Mineræas Brasileiras*. Monographia, Typ. do Diario Official, São Paulo 1918.
746. E. C. HARDER, *Notes on Certain Iron-ore Resources of the World: Brazil*. Bull. of the Americ. Institute of Mining Engineers, No. 141, S. 1471—1475, New York 1918.

1919:

747. J. C. BRANNER, *Outlines of the Geology of Brasil*. Bulletin of the Geological Society of America, Vol. 30, 1919, S. 189—338.
748. L. F. GONZAGA DE CAMPOS, *Barytina*. Boletim do Ministerio da Agricultura, Industria e Commercio VIII, 1919.
749. GONZAGA DE CAMPOS, *Saudades e reminiscencias escolares referidas aos engenheiros de Minas, 1919*, typ. Revista dos Tribunaes.
750. E. C. HARDER, *Iron Ore Resources of Brazil*. Trans. Inst. Min. Metall. Eng. LXI, 1919, S. 116—120.
751. E. HUSSAK, *Sobre a euxenita*. Revista Auri Verde, I, 1919.
752. TH. H. LEE, *A historical sketch of the development of mining in Brazil*. Archivos do Museu Nacional XXII, 1919, S. 197—220.
753. T. H. LEE and L. FLORES DE MORAES, *On Ferrazite, a new associate of the diamond*. American Journal of Science vol. XLVIII, 1919, S. 353—354.
754. B. L. MILLER — J. T. SINGEWALD, *The Mineral-Deposits of South America*. New York 1919.
755. W. POTHMANN, *Die neueren Gründungen im brasilianischen Eisenerzbergbau und die Frage der Erzausfuhr aus Brasilien, im besonderen nach Deutschland*. „Glückauf“ 55, 1919, S. 601—604. 625—628.
756. H. ROSE, *Beiträge zur Kenntnis des Atopits von Miguel Burnier, Minas Geraes, Brasilien*. Centralbl. f. Mineral. usw. 1919, S. 268—271.
757. J. C. DA COSTA SENA, *O Bismutho em Minas Geraes*. Revista Auriverde I, No. 3, 1919, S. 1—2.
758. R. R. WALLS, *The rock crystal of Brazil*. Trans. Optical Soc. Vol. XXI, No. 4, 1919.
759. R. R. WALLS, *The existence of diamond-bearing pipes in Brazil*. Geolog. Magazine LVII, 1919, S. 447—449.

1920:

760. H. A. BROUWER, *Sur la nature du conglomérat diamantifère de Diamantina (Brésil)*. Comptes Rendus de L'Academie des Sciences Paris, 171, 1920, S. 402—404.
761. DAVID DRAPER, *As Jazidas elevadas de diamantes do Brasil*. Revista de Ciencias IV, 1920, S. 1—6. 33—39.
762. D. DRAPER, *The High-level Diamond-bearing Breccias of Diamantina, Brazil*. Trans. Geol. Soc. S.-Africa XXIII, 1920 (1921), pp. 43—51.

763. J. DE ARAUJO FERRAZ, Riquezas mineraes do Brazil. Revista de Ciencias, 4. Jahrg. 1920, S. 168—170.
764. E. C. HARDER and F. T. EDDINGFIELD, Minerio de ferro no Brazil. Political and Commercial Geology, New York and London 1920, S. 78—79.
765. F. H. HATCH, The Iron Ore Supplies of the World. Mineral Magazine LVII, 1920, S. 504—507 (Brasilien S. 512—513).
766. H. HINDEN, Eisen und Stahl in Brasilien. Deutsche Zeitung, São Paulo, November 1920 (geht durch zahlreiche Nummern).
767. E. HUSSAK, Senaita. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 16, 1920, S. 65—71.
768. G. T. KUNZ, A platina e o palladio no Brazil. Boletim do Minist. da Agricultura, Industria e Commercio IX, 1920. S. 125—130.
769. T. H. LEE e L. FLORES DE MORAES REGO, Ferrazita, um novo satellite do diamante. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 16, 1920, S. 59—60.
770. PAIVA OLIVEIRA, As minas de Zirconio em Caldas. „O Imparcial“, 18 de Junho de 1920.
771. E. RIMANN, Zur Kenntnis der Minas-Serie im Staate Minas Geraes (Brasilien). Centralblatt f. Mineral. usw. 1920.
772. BENEDICTO JOSÉ DOS SANTOS, Geologia do Estado de Minas. Revista Auri-Verde I, No. 8, 9, 10, 1920.
773. W. SCHULZE-BRAUCKS, Optische Untersuchungen an Hussakit, Monazit, Beryllonit, Phenakit und Anatas. Dissertation Münster 1920.
774. GIL VIDAL, A siderurgia do Sr. Farquar. Correio da Manhã, Rio de Janeiro, 19. Febr. 1920.
- 1921:
775. A. BETIM PAES LEME, A actividade scientifica de Gorceix e de Costa Sena. Archivos de Museu Nacional, Vol. XXIII, 1921.
776. J. DE ARAUJO FERRAZ, Notas sobre occurrencias de terras raras no Brazil. Revista de Ciencias V, 1921, S. 124—126.
777. E. RIMANN, Para o conhecimento da „Serie de Minas“ no Estado de Minas Geraes. Revista de Ciencias, 5. Jahrg. 1921, S. 185—187.
778. C. DA COSTA SENA, Aguas mineraes do municipio de Araxá. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto No. 17, 1921, S. 77—104.
779. H. E. WILLIAMS, Manganese deposits near Volta Grande, Minas Geraes, Brazil. E. M. J. Press Vol. III, n. 21, 28. Juni 1921, S. 1019—1020.
780. H. E. WILLIAMS, Brasil's Gold Workings. Brazilian Business, Sept. 1921 (Rio de Janeiro).
- 1922:
781. GONZAGA DE CAMPOS, Informações sobre a Industria Siderurgia. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 2, 1922.
782. L. F. GONZAGA DE CAMPOS, Salitre e Baritina. Boletim do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil No. 4, 1922.

783. EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA, *Geologia estratigraphica e economica*. Recenseamento de 1920, p. 35—94. Rio de Janeiro 1922.
784. P. RUNKEL, *Eisen und Kohle in Südamerika*. *Stahl und Eisen* 1922, Teil 1, S. 279—281.
785. W. L. SCHURZ, *Brazilian Iron and Steel Industry*. *Iron Trade Review*, Vol. 70, 1922, S. 1861—1864, 1868. *Iron and Coal Trade Review* Vol. 105, 1922, S. 155—156.
786. H. K. SCOTT, *The Principal Iron Ore Deposits of the World*. *Proceedings of the Cleveland Institution of Engineers*, Session 1922—23, No. 3, S. 69—117.
787. SERVICIO DE ESTATISTICA GERAL, SECRETARIA DA AGRICULTURA, *Synopse das principais riquezas mineraes conhecidas no territorio mineiro*. Separata do Anuario estatistico de Minas Geraes, Anno II — 1922 — 1925, vol. 1.
788. E. V. SHANNON, *Mineralogic notes on pucherite, pyrite, trichalcite and wavellite*. *Proc. U.S. Nat. Museum* vol. 62, 1922, art. 9, 10 pp.
789. PAUL RIBEIRO DA SILVA, *O problema da siderurgia no Brasil e o contracto da Itabira Iron Ore Company Limited*. Conferencia realisada em 16 de Agosto de 1922 na Associação dos Empregados no Commercio do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro 1922.
790. ALVARO A. DA SILVEIRA, *Memorias chorographicas*. *Bello Horizonte* 1922 (2 Bände).
791. H. E. WILLIAMS, *Esboço physiographico e tectonico da região de Bom Successo a os tremores de terra*. *Revista Brasileira de Engenharia* III, Fev. de 1922.
- 1923:
792. R. J. COLONY, *An Unusual Quartz-Diamond Intergrowth*. *American Journal of Science* 5. Ser. V, 1923, S. 400—402.
793. HEVESKY und JANTZEN, *The hafnium content of zirconium ores*. *Journ. Chem. Soc. London*, 1923, Trans. vol. 123, S. 3218—3223. (Deutsch: *Zeitschrift anorg. allgem. Chemie*, vol. 133, 1924, S. 113—118.)
794. E. F. HOLDEN, *The color of three varieties of quartz*. *Amer. Min.* Vol. 8, 1923, S. 117—121.
795. E. PAULO DE OLIVEIRA, (anonym veröffentlicht), *Notas biographicas sobre o Sr. Luiz Philippe Gonzaga de Campos*. *Numero Especial de „La Nacion“*, Buenos Aires 1923, S. 229.
796. G. T. PRIOR, *British Museum Catalogue of Meteorites*. 1923 (Appendix 1927).
797. A. SCHAEFFER, *Estudo Analytico das Aguas Mineraes do Estado de Minas Geraes*. (Zitat ohne weitere Angaben in J. Ferreira de Andrade Junior, *Radioactividade etc.*, 1927. Im Text sind Resultate Schaeffers unter 1923 angeführt.)
798. R. R. WALLS, *The evolution of the high plateau of Brazil*. *Scot. Geolog. Magazine* Vol. XXXIX, 1923, No. 4.

799. R. R. WALLS, High Plateau of Brazil. *Geolog. Mag.* Vol. LX, 1923, S. 290—297.
800. G. O. WILD — R. E. LIESEGANG, Über die Farbe des Topases. *Centralbl. f. Mineral. usw.* 1923, S. 385—387.
801. G. O. WILD — R. E. LIESEGANG, Über die Farbe des Amethystes und die des Berylls. *Centralbl. f. Mineral. usw.* 1923, S. 737—740.
- 1924:
802. H. BUTTGENBACH, Notes sur la phénacite et l'eucrase. *Bull. Cl. Sci. acad. Roy. Belgique* 1924, S. 456—464.
803. D. DRAPER, Additional evidence regarding the origin of the high level diamond-bearing breccias of Diamantina, Brazil. *Trans. Geol. Soc. S.-Africa* Vol. 26, 1924, (for 1923), S. 7—12.
804. D. GUIMARÃES, Contribuição á Petrographia do Brasil. *Serviço Geologico e Mineralogico d Brasil, Boletim* Nr. 6, 1924.
805. ALBERTO BETIM PAES LEME, Evolução da estrutura da terra e geologia do Brasil, vistas através das collecções do Museu Nacional. Rio de Janeiro 1924.
806. MAULL, Die geomorphologischen Grundzüge Mittelbrasilien. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdkde.* Berlin 1924.
807. CLODOMIRO DE OLIVEIRA, A industria extractiva de mica no Estado de Minas Geraes. *Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto* Nr. 20, 1924, S. 115—153.
808. CLODOMIRO DE OLIVEIRA, Problema Siderurgico. Conferencia realizada no Centro Academico de Ouro Preto em 1º de Janeiro de 1924. Rio de Janeiro, *Typ. do Jornal do Commercio*, 1924.
809. ALVARO ASTOLPHO DA SILVEIRA, Narrativas e memorias. *Bello Horizonte* 1924 (2 Bände).
810. R. R. WALLS, La produzione dei diamanti al Brasile. *Le vie d'Italia* Vol. XXX, 1924, No. 12.
- 1925:
811. ANONYM, A sketch of St. John Del Rey. *Eng. and Min. Journal-Press*, vol. 120, 1925, S. 248.
812. ANONYM, Labor shortage in Minas Geraes, Brazil. *Eng. and Min. Journal-press* vol. 120, 1925, S. 426.
813. W. A. DOMAN, Labor shortage of anxiety at Brazilian Mines São João del Rey, São Bento and Goyaz. *Eng. and Min. Journ. Press*, Vol. 120, 1925, S. 587.
814. JOSÉ FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR, Reconhecimento geologico dos arredores de Araxá e outros pontos de occorrença de aguas mineraes. *Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim* No. 9, 1925, S. 65—77.
815. D. GUIMARÃES, Estudo de algumas rochas relacionadas com as fontes mineraes de Araxá e outras. *Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim* No. 9, 1925, S. 81—98.
816. D. GUIMARÃES, Aspectos Economicos da Mica. *Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim* No. 9, 1925, S. 5—29.

817. D. GUIMARÃES, Jazidas de ouro de Cuyeté, no município de Caratinga, Estado de Minas Geraes. Ministerio de Agricultura etc., Boletim No. 13, 1925, S. 5—36.
818. D. GUIMARÃES, Breve noticia sobre uma jazida de Samarskita, Columbita e Monazita. Ministerio de Agricultura etc. Boletim No. 13, 1925, S. 115—118.
819. L. FLORES DE MORAES REGO, Jazidas de ouro no município de Marianna, Estado de Minas Geraes. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 9, 1925, S. 33—50.
820. F. LABOURIAU, A industria extractiva de mica no Estado de Minas Geraes. Annaes da Escola de Minas de Ouro Preto, No. 21, 1925, S. 109—123.
821. E. PAULO DE OLIVEIRA, Épocas metallogenicás do Brasil. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim Nr. 13, 1925, S. 119—127.
822. E. RIMANN, Beiträge zur Mineralogie von Brasilien. I. Ein neues Mineral, Kalkowskyn. Centralbl. f. Mineral. usw. Abt. A, 1925, S. 18—24.
823. SERVIÇO GEOLOGICO, Analyses de Calcários (zusammengestellt von Euzebio de Oliveira). Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 10, 1925.
824. G. O. WILD und R. KLEMM, Mitteilungen über spektroskopische Untersuchungen an Mineralien. III. Topas. Centralbl. f. Mineral. Abt. A, 1925, S. 321—323.
- 1926:
825. J. Ferreira de Andrade Junior, Jazidas de amianto de Caeté. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 18, 1926, S. 35—49.
826. L. F. GONZAGA DA CAMPOS, E. DE OLIVEIRA, O. RODRIGUES DE ALBUQUERQUE, L. F. DE MORAES REGO, D. GUIMARÃES, M. DA SILVA RODRIGUEZ, M. BARBOSA DE MOURA, Estudos geologicos e mineralogicos feitos na Bacia do Rio Doce para o fim de localizar usinas siderurgicas. Serviço geologico e mineralogico do Brasil, Boletim No. 19, 1926.
827. E. BOURDOT DUTRA, Reconhecimentos geologicos nos municípios de Santa Luzia do Carangola e Manhuassú. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 18, 1926, S. 3—19.
828. V. E. ERNST, Über echte Ätzhügel und Lösungskörperformen am Brasilianer Beryll. Zeitschr. f. Kristallogr. Bd. 63, 1926, S. 153—156.
829. D. GUIMARÃES, Nota previa sobre um mineral radio-activo. Boletim do Instituto Brasileiro de Sciencias II, 1926, S. 56—57.
830. D. GUIMARÃES, Nota sobre um mineral radio-activo da fazenda Santa Clara, município de Pomba, estado de Minas Geraes. Bol. Inst. Brasileiro Sci. Vol. 2, 1926, S. 114—123.

831. D. GUIMARÃES, Contribuição á petrographia do Estado de Minas, sobre o malignito de Araxá. Bol. do Instituto Brasileiro de Sciencias II, 1926.
832. D. GUIMARÃES, A industria extractiva de Mica. „O Jornal“, Rio de Janeiro, Janeiro 12 de 1926.
833. D. GUIMARÃES, Os diamantes em Minas. Sondernummer der Zeitung „O Jornal“ für Minas Geraes. (1926 oder später.)
834. D. GUIMARÃES, „Echwegeita“, novo mineral encontrado em Minas Geraes. Bol. Instituto Brasileiro de Sci. II, 1926, S. 1—2.
835. DJALMA GUIMARÃES, Contribuição á petrographia dos Estados de Minas e Santa Catharina. Boletim No. 9 do Instituto Brasileiro de Sciencias, 1926.
836. O. R. KUHN (Über Eisenerze in Brasilien). Engineering and Mining Journal 1926, 17. Juli.
837. G. F. KUNZ, Precious stones. Mineral-Industry, New York u. London Vol. 34, 1926, S. 590—616.
838. R. MAACK, Eine Forschungsreise über das Hochland von Minas Geraes zum Paranahyba. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdk. Berlin 1926, S. 310—323.
839. L. JAQUES DE MORAES, Nota sobre algumas jazidas de beryll e mica do valle do Rio Doce, Estado de Minas Geraes. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 18, 1926, S. 23 bis 32.
840. LUCIANO JAQUES DE MORAES, Jazidas de quartzo do norte do Estado de Minas Geraes. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 18, 1926, S. 61—62.
841. E. PAULO DE OLIVEIRA, Magmas metalliferos, jazidas de ouro da Passagem. Boletim do Instituto Brasileiro de Sciencias II, 1926, S. 49—51.
842. E. PAULO DE OLIVEIRA, Genese do diamante brasileiro. Boletim do Instituto Brasileiro de Sciencias II, 1926, S. 110—111.
843. EUZEBIO DE OLIVEIRA, Idade de mineraes radioactivos do Brasil. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 18, 1926, S. 53—57.
844. E. PAULO DE OLIVEIRA, Phosphates and Pyrites in Brazil. Transactions of 13th Internacional Congress of Geology 1926.
845. F. RINNE, Bemerkungen über optische Anomalien, insbesondere des brasilianer Topas. Zeitschr. f. Kristallogr. Bd. 63, 1926, S. 236—246.
846. ROSICKY, O Krystalech pyropu od Agua Suja v Brasílii. Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masaryk, Brno, 1926, No. 71, 5 Seiten.
847. ROXO, Schizocrania rectangularis, nov. sp. de brachiopodo fossil. Boletim do Inst. Brasileiro de Sciencias, Anno II, No. 3, S. 76—78, março de 1926.
848. P. STAMM, Die Adsorption des sichtbaren und ultravioletten Lichtes und die Interferenz der Röntgenstrahlen beim Turmalin.

- N. Jahrb. f. Mineral. usw. LIV, Beil. Bd. Abt. A. 1926, S. 293 bis 319.
849. R. STAPPENBECK, Karte der Minerallagerstätten von Südamerika 1 : 3 750 000. Berlin 1926.
- 1927:
850. JOSÉ FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR, Radioatividade das aguas mineraes do Barreiro de Araxá e de outras fontes do Estado de Minas Geraes. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim Nr. 22, 1927.
851. A. A. BASTOS e A. J. ERICHSEN, Geologia da Folha Barbacena. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 25, 1927.
852. D. P. CHAGAS, O Problema da siderurgia entre nós. Zeitung „Minas Geraes“ vom 22. Mai 1927.
853. E. ERNST, Über echte Ätzhügel und Lösungskörperformen am Brasilianer Beryll. Fortschritte der Mineralogie. Kristallographie und Petrographie XI, 1927, S. 5—8.
854. J. P. DE ARAUJO FERRAZ, Notes sur la Minéralogie du Brésil. Übersetzt und herausgegeben von M. A. Roccati. Bulletin de la Société Française de Minéralogie L, 1927, S. 6—41.
855. B. V. FREYBERG, Beobachtungen in der Minas-Serie Brasiliens. Neues Jahrb. f. Mineral. usw. Beil. Bd. XVII, Abt. B, 1927, S. 428—465.
856. B. GOSSNER, Röntgenographische Untersuchung von Silikaten. Centralbl. f. Mineral. Abt. A, 1927, S. 39—44.
857. DJALMA GUIMARÃES, O diamante no Estado de Minas Geraes. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 24, 1927, S. 3—46.
858. D. GUIMARÃES e GLYCON DE PAIVA, Notas Petrographicas (Blatt Barbacena). Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 25, 1927, S. 23—33.
859. H. MICHEL, Der brasilianische Smaragd. Centralbl. f. Mineral. Abt. A, 1927, S. 218—220.
860. R. BRAUNS, Bemerkungen zu der Arbeit von H. Michel. Centralbl. f. Mineral. uw. Abt. A, 1927, S. 220.
861. L. J. DE MORAES, Algumas jazidas de diamante no norte de Minas Geraes. Boletim No. 24 do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, 1927, S. 47—65.
862. E. PAULO DE OLIVEIRA, Dr. Gonzaga de Campos. Uma justa Homenagem. „A Rua“, Rio de Janeiro, 15 de Julho de 1927.
863. RELATORIO ANNUAL do Director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil für 1927.
864. M. V. ROSICKY, Sur la phénacite de San Miguel di Piracicaba. Bull. de la Société Française de Minéralogie L, 1927, S. 47—55.
865. M. SCHWERBER, Über die Manganvorkommen im Staate Minas Geraes, Brasilien. Metall und Erz, XXIV. Jahrg. 1927, H. 14, S. 329—331.

866. R. STAPPENBECK, Über Transgressionen und Regressionen des Meeres und Gebirgsbildung in Südamerika. N. Jahrb. f. Mineral. usw. Beil. Bd. LVIII, Abt. B, 1927, S. 453—496.
867. E. TEIXEIRA, The Iron ore Resources of Brazil and their Economic Importance. Engineering and Mining Journal Vol. 124, 1927, pp. 730—735.
868. A. L. DU TOIT, A Geological comparison of South America with South Africa. Carnegie Institution Publ. Nr. 381, 1927.
1928:
869. BAUER-SCHLOSSMACHER, Edelsteinkunde, 3. Aufl., Leipzig, 1928 bis 1931.
870. C. N. FENNER, Radioactive Minerals from Divino de Ubá, Brazil. Amer. Journal of Science Bd. 216 (5. Ser. Bd. 16), 1928, S. 382—391.
871. H. GERTH, Die nutzbaren Lagerstätten Südamerikas. Internat. Bergwirtschaft III, 1928, S. 1—6.
872. ALPHEU DINIZ GONSALVES, Bibliographia da Geologia, Mineralogia e Paleontologia do Brasil. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 27, 1928.
873. TH. KNECHT, Das Goldvorkommen des Pitanguy-Distrikts im östlichen Minas Geraes, Brasilien. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1928, S. 7—11.
874. CLODOMIRO DE OLIVEIRA, A industria extractiva de mica. Ouro Preto 1928 (?). (Abdruck der 1924 erschienenen Arbeit, sowie der 1926 und 1927 veröffentlichten Entgegnungen auf die von anderer Seite 1925 in „O Jornal“ erhobenen Einwände).
875. M. SCHWERBER, Das brasilianische Gold. Metall und Erz XXV (N. F. XVI) 1928, S. 106—107.
876. R. STAPPENBECK, Die geologische Verteilung der Minerallagerstätten Südamerikas. Comptes rendus de la XIVe session du Congrès géologique international en Espagne 1926, III. Band, Madrid 1928, S. 1351—1358.
877. L. S. THOMPSON, The upland diamond deposits of the Diamantina district, Minas Geraes, Brasil. Economic Geology XXIII, 1928, Nr. 7.
878. A. L. DU TOIT, Some reflections upon a geological comparison of South Africa with South America. Trans. Geolog. Society S. Africa (Pres. Address), 1928, pp. XIX—XXXVIII.
879. E. TRÖGER, Alkaligesteine aus der Serra do Salitre im westlichen Minas Geraes, Brasilien. Centralbl. f. Mineral. usw. Abt. A, 1928, S. 202—204.
880. RELATORIO ANNUAL do Director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil für 1928.
881. FRIEDRICH SOMMER, Wilhelm Ludwig von Eshwege. Stuttgart 1928.
882. R. R. WALLS, Il crystallo di rocca del Brasile. Le vie d'Italia Vol. XXXIV, 1928, No. 3.

883. B. A. WENDEBORN, Die Mangan-Industrie Brasiliens. Deutsche Zeitung, São Paulo, 21. September 1928.
- 1929:
884. ODORICO RODRIGUES DE ALBUQUERQUE, A Geologia de Minas Geraes. O Jornal, Edição especial de Minas Geraes, Julho de 1929.
885. N. A. ALSTON-J. WEST, The structure of topaz $[Al(F, OH)_2SiO_4]$. Zeitschr. f. Kristallogr. Bd. 69, 1929, S. 149—167.
886. J. FERREIRA DE ANDRADE JUNIOR, Pläne zur Erschließung der Mineralquellen bei Araxá, in: Relatório annual do director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, anno 1928, erschienen 1929, S. 59—72.
887. A. J. BENSUSAN, Auriferous Jacutinga Deposits. Bulletin of the Institution of Mining and Metallurgy, No. 300, 1929, S. 1 bis 25.
888. ALBERTO BETIM, Etat des connaissances géologiques sur le Brésil. (Rapport avec la théorie de Wegner sur la dérive des continents.) Bulletin de la Société Géologique de France, IVième série, tome 29, 1929.
889. A. P. L. BETIM, Considération sur les gisements de diamants du Brésil. Bull. Soc. Française de Minéralogie LII, 1929, S. 51—55.
890. FRANCISCO DE PAULA BÔA NOVA, Região Centro-Oeste. Relatório annual do director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Anno 1927, Rio de Janeiro 1929, Seite 26—29.
891. F. DE PAULO BÔA NOVA, Jazida de blenda. Relatório annual do director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, anno 1928, erschienen 1929, Seite 157—171.
892. H. CARLBORG, Manganese Ore Resources of the World. Jernkontorets Annaler Vol. 113, 1929, S. 493—578.
893. AFRANIO DE CARVALHO, A actualidade Mineira. Secretaria de Agricultura, Serviço de Estatística Geral, Bello Horizonte 1929. (Kapitel über die Bodenschätze: S. 67—81.)
894. F. ERDMANN-KLINGER, Die Verknüpfung der magmatogenen Lagerstätten Südamerikas mit den großtektonischen Einheiten. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 37. Jahrg., 1929, S. 161—166.
895. A. J. ERICHSEN, Bericht über die Aufnahme von Blatt São João d'El Rey. Relatório annual do director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, anno 1927, Rio de Janeiro 1929, Seite 22—25.
896. A. J. ERICHSEN, Geologia da Folha de São João d'El Rey. Estado de Minas Geraes. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 36, 1929.
897. F. W. FREISE, Untersuchungen aus dem Gebiete der Aufbereitung goldhaltiger Pyrite. Metall und Erz XXVI (N. F. XVII), 1929, S. 301—306.
898. F. W. FREISE, Betriebs- und Laboratoriumserfahrungen aus

- dem Gebiete des Cyanidprozesses zur Goldgewinnung. Metall und Erz XXVI (N. F. XVII), 1929, S. 537—539.
899. B. V. FREYBERG, Vorläufige Ergebnisse einer Forschungsreise durch Minas Geraes (Brasilien). Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkde, Berlin 1929, Nr. 1/2, S. 12—16.
900. D. GUIMARÃES, Urane Bearing minerals of Brasil, Congrès Géologique International, Comptes Rendus de la XIVe Session, IV, Madrid 1928, S. 1789—1794.
901. D. GUIMARÃES, Bericht über petrographisch-mineralogische Studien in: Relatorio annual do director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Anno 1927, Rio de Janeiro 1929, S. 57—68.
902. DJALMA GUIMARÃES, Aspectos economicos da mica. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 43, 1929.
903. D. GUIMARÃES, Genese dos minerios de manganéz. Annaes da Academia Brasileira de Sciencias Anno I, No. 4, 1929, S. 171/172.
904. EUZEBIO DE OLIVEIRA, Genese dos minerios de manganéz. Annaes da Academia Brasileira de Sciencias I, 1929, No. 4, S. 173 bis 178.
905. DJALMA GUIMARÃES, Sobre a genese dos minerios de manganéz do districto de Lafayette. Annaes da Academia Brasileira de Sciencias, Anno I, No. 4, 1929, S. 179—182.
906. D. GUIMARÃES, (Verwachsung der Diamanten mit Quarz. Genauer nicht ermittelt.) Academia Brasileira de Sciencias 1929.
907. DJALMA GUIMARÃES, Der gegenwärtige Stand der Goldindustrie in Brasilien. Intern. Bergwirtschaft u. Bergtechnik Bd. 22, 1929, S. 270—272.
908. F. LOHMANN, Die Manganerzlagertstätten der Welt. Internationale Bergwirtschaft und Bergtechnik Bd. 22, 1929, S. 283—290.
909. C. J. MAURY, Novas collecções paleontologicas do Serviço Geologico do Brasil. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 33, 1929.
910. CARLOTA JOAQUINA MAURY, Uma zona de Graptolitos do Llanoverly inferior no Rio Trombetas, Estado do Pará, Brasil. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Monographia No. VII, 1929. (Behandelt auch Funde aus Minas Geraes.)
911. L. J. DE MORAES, Tätigkeitsbericht in: Relatorio annual do director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, anno 1928, erschienen 1929, Seite 29—34.
912. L. JAQUES DE MORAES e D. GUIMARÃES, Estudos sobre a rocha matriz do diamante. Relatorio annual do director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, anno 1928, erschienen 1929, S. 171—174.
913. EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA, Geologia historica do Brasil. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, 1929.

914. A. DA SILVEIRA, Os marmores mineiros. Boletim de agricultura, zootechnia e veterinaria (Bello Horizonte) II, 1929, No. 9/10, S. 2—6.
915. VERSCHIEDENE AUTOREN: Analysen zahlreicher Gesteine und Erze. Relatorio annual do director do Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, anno 1928, erschienen 1929, S. 75—137.
916. ROBERT R. WALLS, Rock Crystal and Diamond Pipes in Brazil. The Geological Magazine LXVI, 1929, S. 111—116.

1930:

917. F. W. FREISE, Verfrachtung von Lagerstättenbestandteilen durch Huminsäuren. Metall und Erz, XXVII (N. F. XVIII) 1930, S. 442—445.
918. F. W. FREISE, Der Mineralbestand der Konglomerate von Diamantina, Staat Minas Geraes, Brasilien. Chemie der Erde Bd. 6, 1930, S. 66—71.
919. B. V. FREYBERG, Bericht über eine zweite und dritte Brasilienreise. Centralbl. f. Mineral. usw. Jahrg. 1930, Abt. B, No. 2, S. 73—76.
920. B. V. FREYBERG, Die Gondwanaschichten in Minas Geraes (Brasilien). Centralbl. f. Mineral. usw. Jahrg. 1930, Abt. B, No. 7, S. 277—282.
921. D. GUIMARÃES, Genese do diamante. Annaes da Academia Brasileira de Sciencias II, 1930, No. 2, Seite 75—86.
922. E. KRENKEL, Die Manganerzvorkommen der Erde. Naturw. 18. Nr. 24, S. 553—561, 1930.
923. F. MACHATSCHKI, Atopit und Mauzeliit, zwei nichtmetamikte Minerale vom Typus X_2Z_2 (O, OH, F)₇ (Pyrochlor). Zeitschr. f. Kristallogr. Bd. 37, 1930, S. 159—175.
924. OTTO MAULL, Vom Itatiaya zum Paraguay. Leipzig 1930.
925. L. FLORES DE MORAES REGO, Glaciação eopaleozoica no centro do Brasil. Annaes da Academia Brasileira de Sciencias, tomo II, 1930, No. 2, S. 109—112.
926. LUCIANO JACQUES DE MORAES e DJALMA GUIMARÃES, Geologia da região diamantifera do norte de Minas Geraes. Annaes da Academia Brasileira de Sciencias II, 1930, S. 153—186.
927. EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA, Mineral resources of Brazil. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, 1930.
928. G. SINNER, Brasilien. (Technisch-wirtschaftlicher Auslandsführer Bd. 1.) V.D.I.-Verlag, Berlin 1930.
929. L. J. SPENCER-M. H. HEY, A new meteoric iron from Piedade do Bagre, Minas Geraes, Brazil. Mineralogical Magazine tomo 22, 1930, S. 271.

1931:

930. B. V. FREYBERG, Geologische Forschungen im Hochland Mittelbrasilens. Jahreshfte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 86. Jahrg. 1930, erschienen 1931.

931. B. V. FREYBERG, Überblick über den Bau des zentralen Minas Geraes. Centralbl. für Min. etc. Jahrg. 1931, Abt. B, No. 4, S. 166—181.

Nachtrag:

932. ANONYM, Von denen brasilianischen und andern Goldsanden. Breslauer Sammlungen 1719, S. 182.
933. FRANCISC. ERNEST. BRUCKMANN, Magnalia Dei in locis subterranis. Braunschweig 1727. (Goldreichtum Brasiliens.)
934. GEORG ANSON, A Voyage round the world in the Years 1740. London 1748. (Beschreibung brasil. Goldes und der Diamanten.)
935. GUETTARD, Beobachtung von den brasilianischen Topasen. Journ. Oeconom. Octobr. 1751. Auch im Hamburgischen Magazin, 12 Bd. 1753, S. 666—673.
936. ANONYM, Neueste Nachrichten von den Diamantgruben in Brasilien. Journal für Fabrik usw. VI, 1794, S. 105.
937. D'ANDRADA, Über die Brasilianischen Diamanten. Journal für Fabrik usw. XI, 1796, S. 161.
938. C. A. COLLINI, Remarques sur la pierre elastique du Brésil et notices sur les marbres flexibles. Mannheim 1805.
939. A. CALDCLEUCH (Goldwäschereien bei Congonhas; Topas-Grube von Capão d'Olanda). Südamerikareise. Weimarische Übersetzung 1826 (nach Leonhards Taschenbuch: 1827).
940. R. v. AMAR, Platin-Osmium-Gehalt brasilischer Golderze. N. Jahrb. f. Mineral, usw. 1834, S. 207—208.
941. HAUSMANN-WÖHLER, Über den Anthosiderit, eine neue Mineralart aus Brasilien. Götting. gelehrt. Anzeig. 1841, S. 281 ff.
942. EBERHARD RIMANN, Estudio geologico de la Sierra Chica entre Ongamira y Dolores. Boletin de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba XXIII, 1918, S. 129—202. (Auf Seite 46—47 des Sonderdrucks Überblick über die Minas Geraes aufbauenden Schichten.)
943. CARLOTA JOAQUINA MAURY, Fosseis Silurianos de Santa Catharina. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 23, 1927. (Behandelt auch Funde aus Minas Geraes.)
944. ARTHUR WICHMANN, Der vermeintliche eruptive Quarzlagengang von Passagem, Minas Geraes, Brasilien. Acad. v. Wetensch. te Amsterdam, Afd. Natuurk. (2) 25, Amsterd. 1927.
945. H. MOHR, Der Nutzglimmer. Berlin 1930.
946. TOBORFFY (ZOLTAN), A csillámok (Die Glimmer). kir. Magyar Természettud. Budapest 1916.
947. A. M. PONTIE, Notes on the high — level diamond deposits of Brazil. Bull. Inst. Mining and Metall. London 1921, No. 196.
948. P. CLAUSSEN (Menschenreste und andere Knochen aus Brasilien). N. Jahrb. f. Mineral. 1843, S. 710—711.
949. P. W. LUND, Über Claussens Anteil an seiner Untersuchung

- der Brasilianischen Höhlenknochen. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 1843, S. 785—786.
950. BRÜCKMANN, Über einen biegsamen elastischen Stein. Crelles Chem. Annalen Bd. II, 1784, S. 441—442.
951. BARON VON DIETRICH (Beschreibung eines biegsamen und elastischen Steins). Journ. de phys. 1784 (Referat in Lichtenbergs Magazin, Bd. 3, 1785).
952. KLAPROTH, Chemische Untersuchungen des elastischen Steins. Schriften der Berlinischen Gesellschaft Naturforschender Freunde Bd. 6, 1785, S. 322—327.
953. F. W. SIEGFRIED, Nachtrag zur Geschichte des biegsamen Steins. Schriften der Berliner Gesellschaft Naturforschender Freunde Bd. 6, 1785, S. 328—333.
954. FLEURIAN DE BELLEVUE (Über einige neue biegsame und elastische Steine). Journ. de physique. Aug. 1792.
955. D'ANDRADA (Über die brasilianischen Diamanten). Mem. de la soc. d'hist. nat. de Paris um 1794. Referat in Voigts Magazin Bd. 9, 2. St., 1794, S. 47—54.
956. GASSENDUS, Vita Peireskii. 1. Ausgabe 1651. (Elastischer Sandstein wird erwähnt.)
957. MARTIN HEINRICH KLAPROTH, Chemische Untersuchung des elastischen Sandshiefers aus Brasilien. Beiträge zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper Bd. 2, 1797, S. 113—117.
958. MARTIN HEINRICH KLAPROTH, Chemische Untersuchung des Topases. Beiträge zur chemischen Kenntnis der Mineralkörper Bd. 4, 1807, S. 160—178.
959. DJALMA GUIMARÃES, Contribuição á geologia do Estado de Minas Geraes. Serviço Geologico e Mineralogico do Brasil, Boletim No. 55, 1931.
960. FRIEDR. FRHR. VON HUENE, Verschiedene mesozoische Wirbeltierreste aus Südamerika. N. Jahrb. f. Mineral. usw. Beil. Bd. 66, Abt. B, 1931, S. 181—198.
961. E. A. SCHEIBE, Itabirit-Lagerstätten in Minas Geraes, Brasilien. Zeitschr. d. D. Geolog. Gesellsch. Bd. 83, 1931, S. 510—511.
962. OTTO DREHER, Großer Aquamarinkristall aus Brasilien. Centralbl. f. Mineral. usw. 1912, S. 338.
963. G. VON COLLANI, Das Gold im Staate Minas Geraes, sein Vorkommen und seine Gewinnung. Metall und Erz Bd. 28, 1931, S. 523—528.
964. CARL W. CORRENS, Die Diamantlagerstätten des Hochlandes von Diamantina, Minas Geraes, Brasilien. Fortschritte der Mineral., Kristall. u. Petr. Bd. 16, 1931, S. 55—56.
965. CARL W. CORRENS, Über Diamanten mit Quarzeinlagerungen. Zeitschr. f. Kristallogr. Bd. 80, 1931, S. 37—44.
966. W. EMMERICH, Grundlagen und Probleme der Eisenindustrie in Brasilien. Hamburger wirtschafts- u. sozialwissenschaftl. Schriften Heft 18, Rostock 1931.

967. F. W. FREISE, Nickelerzvorkommen in Brasilien. Metall und Erz Jahrg. 28, 1931, S. 75—81.
968. B. v. FREYBERG, Über den Aufbau des Hochlandes von Minas Geraes (Brasilien). Zeitschr. d. deutsch. Geolog. Gesellsch. Bd. 83, 1931, S. 619—624.
969. L. J. MORAES and O. GUIMARÃES, The diamond-bearing region of Northern Minas Geraes, Brazil. Econ. Geol. Bd. 26, 1931, No. 5.
970. EUZEBIO PAULO DE OLIVEIRA, Mineral Resources of Brazil. Congrès Géologique International. Comptes Rendus de la XIV^e Session, IV, Madrid 1928, S. 1777—1788.
971. EBERHARD RIMANN, Über das Muttergestein der Diamanten von Minas Geraes (Brasilien). Fortschr. d. Mineral., Kristall. u. Petrogr. Bd. 16, I, 1931, S. 93—96.
972. E. A. SCHEIBE, Eisenerz-Vorkommen in Minas Geras (Brasilien). Archiv f. d. Eisenhüttenwesen 5, Heft 8, S. 391—406. 1932.
973. E. A. SCHEIBE, Über die Entstehung brasilianischer Itabirite. Zeitschr. d. d. Geolog. Gesellsch. Bd. 84, 1932, S. 36—47.
974. P. KRUSCH, Zum Vortrag des Herrn E. A. Scheibe über die Entstehung der Itabirite. Zeitschr. d. d. Geolog. Gesellsch. Bd. 84, 1932, S. 48—49.
975. K. v. BÜLOW und K. STOCKFISCH, Torf aus Minas Geraes (Brasilien). Centralbl. f. Mineral. usw. 1932 (im Druck).
976. F. MACHATSCHKI und O. ZEDLITZ, Die Kristallstruktur des Lewisit. Zeitschr. f. Kristallogr. Bd. 82, 1932 (im Druck).

II. Register zum Literaturverzeichnis über Minas Geraes.

(Die Zahlen geben die Nummern der Bibliographie an.)

- | | |
|--|------------------------------|
| ALBUQUERQUE, O. Rodrigues de, | ANSON, Georg, 934. |
| 826, 884. | ANTONIL, André João, 1. |
| ALMEIDA, Pires de, 384. | ARDUINI, Alfredo, 571. |
| ALSTON, N. A., 885. | ARFWEDSON, A., 35. |
| ALVES, H. Candido da Costa, 201. | D'ASSIER, A., 170. |
| DE AMAR, Raphael, 61, 940. | ATKINSON, A. S., 642. |
| D'ANDRADA, 5, 6, 937, 955. | AWDEJEW, v., 98. |
| ANDRADE, José Ferreira de, junior, 814, 825, 850, 886. | BAGUET, A., 251. |
| ANONYM, 3, 39, 43, 55, 64, 85, 106, | BASTOS, A. A., 851. |
| 156, 178, 179, 195, 223, 232, | BAUER, M., 372, 437, 869. |
| 325, 336, 371, 385, 479, 480, | BEAUMONT, H. D., 481. |
| 498, 525, 569, 570, 587, 598, | BELLET, Daniel, 482. |
| 623, 631, 657, 679, 698, 811, | BELLEVEUE, Fleurian de, 954. |
| 812, 932, 936. | BELLO, J., 572. |

- BELLOC, H., 326.
 BELMONT, A. de, 599, 600, 601.
 BENSUSAN, A. J., 658, 668, 720, 887.
 BERG, G., 526.
 BERTRAND, E., 209, 216.
 BERZELIUS, J. J., 65, 68.
 BETIM (PAES LEME), A., 705, 706, 745, 775, 805, 888, 889.
 BIRKINBINE, J., 420, 527.
 BLUM, R. J., 56.
 BôA NOVA, Francisco de Paula, 890, 891.
 BOAS, J. E. V., 233.
 BOUË, A., 99.
 BOUSSINGAULT, J. B., 44.
 BONTAN, E., 327.
 DE BOVET, A., 269, 270, 271, 272, 280, 281, 282.
 BRANDENBURG, A., 602.
 BRANNER, J. C., 499, 500, 501, 502, 603, 638, 659, 660, 669, 747.
 BRAUNS, R., 860.
 BREWSTER, David, 48.
 BREZINA, A., 310.
 BRONGNIART, 45.
 BROUWER, H. A., 760.
 BRUCE=MARRIOT, T., 421.
 BRUCKMANN, Franc. Ernest, 933.
 BRÜCKMANN, 950.
 v. BÜLOW, K., 975.
 BURTON, 184, 196.
 BUCHNER, O., 168.
 BURMEISTER, H., 148.
 BUTTGENBACH, H., 802.
 CALDCLEUCH, A., 939.
 CALOGERAS, P., 386, 422, 573, 574, 575.
 CALVERT, Albert T., 707.
 CAMARA, José de Sa Bittencourt, 442.
 CAMPOS, L. F. Gonzaga de, 234, 373, 699, 715, 748, 749, 781, 782, 826.
 CARAPEBUS, J. de, 283.
 CARLBORG, H., 892.
 CARVALHO, Afranio de, 893.
 DE CASTELNAU, F., 143.
 CAYEUX, L., 588.
 CHAGAS, D. P., 852.
 CHALMERS, G., 552.
 CHAMBERLIN, R. T., 710.
 CHATRIAN, N., 231.
 CLARAZ, P., 159, 160, 164, 262.
 CLAUSSEN, P., 86, 93, 948.
 DES CLOIZEAUX, A., 166.
 CLOUD, W. J., 12, 14, 15.
 COHEN, E., 503.
 v. COLLANI, G., 963.
 COLLINI, C. A., 938.
 COLONY, R. J., 792.
 CORRENS, Carl W., 964, 965.
 COSTA, H. H. C. da, 589.
 COSTA, José Borges Ribeiro da, 337.
 COSTA, L. A. Corrêa da, 210.
 COSTARD, J. C. A., 211.
 COTEGIPE, P. de, 512.
 COURCY, E. de, 346.
 COUTINHO, José da Cunha de Azeredo, 9.
 COUTO, José Vieira do, 100, 189.
 CUGNIN, L., 576.
 CURIE, J., 315.
 CURTIS, A. H., 528.
 DAMOUR, 115, 124, 149, 153, 284.
 DANTES, F. de Souza, 725.
 DAUBER, H., 162.
 DAWSON, Th. C., 483.
 DEMARET-FRESON, Jules, 553.
 DENIS, M. F., 73.
 DERBY, O. A., 224, 235, 236, 237, 238, 252, 253, 254, 255, 256, 285, 286, 287, 288, 289, 311, 312, 328, 338, 339, 340, 341, 347, 355, 374, 399, 423, 424, 438, 463, 464, 484, 485, 504, 505, 509, 513, 514, 515, 516, 529, 530, 604, 632, 643, 644, 661, 670, 671, 680.
 DIETRICH, Baron von, 951.
 DIETZSCH, F., 222.

- DOELTER, C., 212.
 DÖLL, E., 225.
 DOMAN, W. A., 813.
 DRAPER, David, 672, 689, 761, 762, 803.
 DREHER, Otto, 962.
 DE DRUMOND, M., 49.
 DÜRRFELD, V., 662.
 DUFRÉNOY, A., 116, 141, 154, 155.
 DUPRÉ, Leandro, junior, 213.
 DURAND, M. L., 197.
 DUTRA, E. Bourdot, 827.
- EDDINGFIELD, F. T., 764.
 EMMERICH, W., 966.
 V. ENGELHARDT, M., 52.
 ERDMANN, F., 894.
 ERICHSEN, A. J., 851, 895, 896.
 ERMANN, 51.
 ERNST, V. E., 828, 853.
 V. ESCHWEGE, W. L., 16, 18, 19, 22, 24, 25, 26, 29, 30, 34, 36, 40, 53, 57, 62, 129, 443.
 ESCOLA DE MINAS DE OURO PRETO, 239.
 EUSTIS, W. C., 273.
- FARRINGTON, Oliver Cummings, 681, 716, 726.
 FENNER, D., 690.
 FENNER, C. N., 870.
 FERMOR, 693.
 FERRAND, P., 274, 313, 363, 364, 387, 400, 401, 402.
 FERRAZ, J. B. de Araujo, 708, 763, 776, 854.
 FERRAZ, L. Caetano, 531, 577, 727.
 FERREIRA, Francisco Jgnacio, 314.
 FERNANDES, X. D., 590.
 FEUCHTWANGER, L., 194.
 FLORENCE, W. (G.), 554, 555, 691.
 FOETTERLE, F., 150, 157.
 FREISE, F., 645, 663, 897, 898, 917, 918, 967.
 V. FREYBERG, B., 855, 899, 919, 920, 930, 931, 968.
- FRIEDEL, C., 315, 380.
 FRIZ, W., 578.
- GABAGLIÁ, 171.
 GARDINER, C. R., 682.
 GARDNER, G., 130.
 GARRISON, F. L., 728.
 GASSENDUS, 956.
 GATHMANN, Th., 692.
 GEHLEN, A. F., 17.
 GENETTES, H. R. des, 486.
 GERBER, H., 169, 198.
 GERTH, H., 871.
 GIBSON, A. M., 365, 381.
 GIRARD, H., 107.
 GOLDSCHMIDT, V., 646, 664, 665, 683, 700.
 GOMES, H. C. de Magelhães, 444.
 GONSALVES, Alpheu Diniz, 872.
 GOODCHILD, J. H., 693.
 GORCEIX, H., 202, 203, 204, 205, 206, 214, 215, 217, 226, 227, 228, 229, 230, 240, 241, 242, 243, 257, 258, 259, 260, 261, 275, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 316, 317, 329, 342, 366, 375.
 GOSSNER, B., 856.
 GRAILICH, J., 158.
 GRAMONT, A. de, 729.
 GREVEN, Fr., 487.
 GROSSI, V. de, 388.
 GROSSPIETSCH, O., 633.
 GRÜNHUT, Leo, 298.
 GUETTARD, 935.
 GUGNIN, M. L., 579.
 GUIMARÃES, A., 393.
 GUIMARÃES, Djalma, 804, 815, 816, 817, 818, 826, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 857, 858, 900, 901, 902, 903, 905, 906, 907, 912, 921, 926, 959, 969.
- HADINGER, W., 50, 117, 118, 131, 151.
 HALFELD, H. G. F., 163.
 HANKEL, W., 88, 101, 119, 190.

- HANSEN, Sören, 348, 349.
 HARDER, F. C., 674, 701, 709, 710,
 730, 746, 750, 764.
 HARTT, C. F., 185, 187.
 HATCH, F. H., 693, 765.
 HAUG, 8.
 HAUSMANN, 941.
 HAUSMANN, J. Fr. L., 147.
 HEINTZ, W., 108.
 V. HELMREICHEN, V., 132, 137.
 HENWOOD, W. J., 120, 133, 134,
 146, 191, 192.
 HERMANN, R., 186.
 HERMANN, W., 634.
 HERMETO, H., 580.
 DE HERVE, S. J. Denis, 87.
 HEUSSER, J. Ch., 159, 160, 164,
 262.
 HEVESKY, 793.
 HEY, M. H., 929.
 HINDEN, H., 766.
 HLAVATSCHEK, C., 591.
 HOLDEN, E. F., 794.
 HRDLICKA, Ales, 684.
 V. HUENE, Friedrich Frhr., 960.
 HUSSAK, E., 376, 377, 389, 403,
 425, 426, 445, 446, 447, 448,
 465, 466, 467, 468, 506, 507,
 532, 556, 557, 558, 559, 581,
 582, 583, 592, 593, 605, 606,
 607, 608, 609, 610, 611, 624,
 647, 733, 734, 735, 751, 767.
 HUTTON, J., 7.
 V. HUMBOLDT, F. A., 46, 47.
 JACOB, R., 673.
 JACOBS, H., 231.
 JANNASCH, P., 352.
 JANTZEN, 793.
 JARDIM, C. Gomes, 439.
 JEŽEK, B., 635, 636.
 JOHNSON, P. N., 74.
 KEMP, J. F., 533.
 KENDALL, R. H., 666.
 KENNGOTT, A., 299, 318.
 KITTO, Th. Collingwood, 330.
 KLAPROTH, Martin Heinrich, 952,
 957, 958.
 KLEMM, R., 824.
 KLINGER, 894.
 KNECHT, Th., 873.
 V. KOBELL, 58, 69, 138, 144.
 KOEHLIN, 637, 694.
 KOELLER, J. D., 612.
 KOHLMANN, H., 625.
 KOLLMANN, J., 300.
 V. KRAATZ-KOSCHLAW, K., 488.
 KRAUS, E. H., 517.
 KRENKEL, E., 922.
 KRUSCH, P., 974.
 KUHN, O. R., 836.
 KUNTZ, G. F., 584.
 KUNZ, G. T., 768, 837.
 L. M. de, 319.
 LABOURIAU, F., 820.
 LAMPADIUS, W. A., 63, 74.
 LANARI, Cassio Umberto, 648.
 LANDSBERG, 331.
 V. LANG, V., 158.
 LANGE, F., 594.
 LANGGAARD, Th. J. H., 276.
 LASSAIGNE, J. L., 109.
 LAZERDA, A. de, 263, 427.
 LAZERDA, J. B. de, filho, 244.
 LEAN, J., 332.
 LEE, Th. H., 736, 752, 753, 769.
 LEITH, C. K., 674, 737.
 LELLIS, A. de, 724.
 LEUZE, A., 378, 471.
 LIAIS, E., 172, 173, 174, 193, 218.
 LIESEGANG, R. E., 800, 801.
 LINDSAY, G. W., 649.
 LISBÖA, M. A. R., 469, 470, 489,
 534, 613, 614, 615, 626, 627.
 LOHMANN, F., 908.
 LOMBARD, L., 404, 405, 406, 407.
 LOMONOSOFF, M., 110.
 LÜTKEN, Chr. Fr., 301, 350, 351.
 LUND, Henriette, 321.
 LUND, P. W., 70, 75, 76, 77, 79,
 80, 81, 82, 83, 84, 89, 90, 91, 92,
 94, 95, 96, 97, 102, 103, 104, 111,

- 112, 121, 125, 126, 127, 128, 135,
136, 139, 142, 175, 302, 320, 949.
LUSTOZA, J., 616, 638.
- MAACK, R., 838.
MACAIRE, J., 122.
MACHADO, 171.
MACHADO, Jordano, 343.
MACHATSCHKI, F., 923, 976.
MACK, K., 333.
MANCO, J., 449.
MANSELL, F. W., 199.
MAR, Alex del, 264, 265.
MARC, A., 358.
V. MARTIUS, C. F. P., 37, 42.
MASSENA, J. F. da Silva, 303.
MATOS, R. J. da C., 71.
MAULL, Otto, 806, 924.
MAURY, Carlota Joaquina, 909,
910, 943.
MAWE, J., 21, 23, 27.
MAY, 219.
MEDRADO, A., 440, 518, 519, 520,
535, 536.
MELLO, Brandão P. de, 334.
MELLO, Barão Homem de, 450.
MENDONÇA, Bento Ferreira Fur-
tado de, 492.
MEYER, H. C., 717.
MEZGER, A., 322, 367, 408.
MICHAELI, J. G., 521.
MICHEL, H., 859.
MILLER, B. L., 711, 718, 719, 721,
743, 754.
MILLS, J. E., 200.
MINOR, J. C., 414.
MIRANDA, J. Velloso de, 472.
MOHR, H., 945.
MONCHOT, Ch., 304, 305.
MORAES, L. Flores de, 753, 925.
MORAES, Luciano Jaques de, 839,
840, 861, 911, 912, 926, 969.
MORAVIA, Junior, 650.
MORGAN, A., 207.
MORIZE, H., 685.
MOUNTENEY, B., 41.
MOURA, M., Barbosa de, 826.
- MÜGGE, O., 356, 560.
MÜLLER, H., 686.
- NICHOLS, 693.
NORDENSKJÖLD, N. v., 335.
NUSSER-ASPORT, Chr., 490.
- OAKENFULL, J. C., 667, 695.
OLDHAM, 693.
OLIVEIRA, C. A. de, 537, 617, 687.
OLIVEIRA, Clodomiro de, 807, 808,
874.
OLIVEIRA, Euzebio Paulo de, 702,
712, 783, 795, 821, 826, 841, 842,
843, 844, 862, 904, 913, 927, 970.
OLIVEIRA, Francisco de Paula,
220, 245, 306, 390, 391, 409, 410,
411, 412, 428, 440, 451, 452, 491,
688, 696.
OLIVEIRA, Paiva, 770.
- PACHECO, Joviano A. d'Amat, 697.
PAIVA, Glycon de, 858.
PARTSCH, J., 78.
PATTINSON, J., 510.
PEARSON, Hugh, 618, 628, 651.
PELICAN, A., 413.
PENFIELD, S. J., 414.
PEREIRA, A. Guedes, 473.
PIRES, A. O. dos Santos, 323, 493,
538, 561, 595.
PISSIS, A., 105, 140.
PLATTNER, G. P., 63.
POHL, J. E., 59, 60.
PONTES, M. J. P. da Silva, 492.
PONTIE, A. M., 947.
PORCHERON, H., 562.
POTHMANN, W., 755.
PRATES, C., 392, 393, 415, 416.
PRIOR, G. T., 426, 447, 448, 468,
507, 733, 796.
- DE QUATREFAGES, 246, 247.
- RABELLO, C. N., 441, 453, 454,
455, 474, 563.
RAMMELSBURG, C., 115, 188.

- REGO, L. Flores de Moraes, 769, 819, 826.
 REIMANN, G., 619.
 REITINGER, J., 517, 539, 556.
 RELATORIO ANNUAL, 863, 880.
 RESUNSEN, A. J., 720.
 REZENDE, Costa José de, 72.
 RICHARDS, J. Th., 540, 547.
 RICKART, T. A., 703.
 RIESS, P., 113, 123.
 RIGGS, R. B., 357, 564.
 RIMANN, E., 713, 714, 738, 739, 740, 771, 777, 822, 942, 971.
 RINNE, F., 845.
 RODRIGUEZ, M. da Silva, 826.
 ROSE, H., 756.
 ROSE, G., 113, 123, 161.
 ROSEBUSCH, H., 208.
 ROSICKY, V., 683, 700, 846, 864.
 ROSS, J., 429.
 ROXO, 847.
 RUNKEL, P., 784.
 SA, Francisco, 430.
 SACHSEN-COBURG-GOTHA, Prinz
 Peter August von, 344, 359, 360, 361, 362, 368.
 DE SAINT HILAIRE, A., 54.
 SAMPAIO, Th., 596.
 SANTOS, Benedicto, José dos, 675, 772.
 SANTOS, J. F. dos, 183.
 SARMENTO, Jacob de Castro, 2.
 SAUER, F., 664.
 SCHABUS, Jakob, 152.
 SCHAEFFER, A., 797.
 SCHALLER, W. T., 676, 741.
 SCHEIBE, E. A., 961, 972, 973.
 SCHERER, F., 395.
 SCHLOSSMACHER, 869.
 SCHRÖDER, R., 646.
 SCHULZE-BRAUCKS, W., 773.
 SCHULZ, W., 165.
 SCHURZ, W. L., 785.
 SCHWERBER, M., 865, 875.
 SCHWERIN, M., 585.
 SCOTT, H. K., 508, 522, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 565, 566, 586, 693, 731, 786.
 SEAMON, W. H., 266.
 SELIGMANN, G., 248.
 SENA, Joaquim Candido da Costa, 249, 277, 307, 308, 309, 369, 394, 417, 431, 456, 457, 523, 548, 549, 550, 551, 567, 568, 620, 639, 640, 652, 742, 757, 778.
 SERVIÇO DE ESTATISTICA GERAL, SECRETARIO DA AGRICULTURA, 787.
 SERVICIO GEOLOGICO, 823.
 SHANNON, E. V., 788.
 SHEARER, 693.
 SIEGFRIED, F. W., 953.
 SILVA, G. Franklin da, 267.
 SILVA, Paul Ribeiro da, 789.
 SILVEIRA, Alvaro (A. de), 418, 432, 458, 475, 494, 524, 621, 641, 790, 809, 914.
 SILVEIRA, Francisco José da, 476.
 SIMON, 693.
 SINGEWALD, J. T., 711, 718, 719, 721, 732, 743, 754.
 SINNER, G., 928.
 SLAVIK, F., 653, 654.
 SOMMER, Friedrich, 881.
 SPENCER, L. J., 929.
 SPEZIA, Giorgio, 324, 677.
 V. SPIX, J. B., 37, 42.
 STAMM, P., 848.
 STANGE, A., 678.
 STAPPENBECK, R., 722, 849, 866, 876.
 STOCKFISCH, K., 975.
 SVANBERG, L. F., 66, 67.
 TAVARES, Chr., 278, 279.
 TAYLOR, J. and Sons, 419.
 TAYLOR, W. O., 704.
 TEIXEIRA, E., 867.
 THIBAIRENG, 379.
 THOMAS, K., 744.
 THOMAS, O. R., 597.
 THOMPSON, L. S., 877.

- TOBOROFFY (ZOLTÁN), 946.
TOIT, A. L. Du, 868, 878.
TOUZEAU, E. M., 382.
TKELVAR, Th., 176, 177.
TRÖGER, E., 879.
V. TSCHUDI, J. J., 167, 180.
- VANDELLI, Domingos, 4, 495, 496.
VEIGA, B. S. da, 221.
VEIGA, J. P. X. da, 459, 460, 461,
477, 478, 497, 511.
VERSCHIEDENE AUTOREN, 915.
VIDAL, Gil, 774.
VOIGT, W., 370.
VOIGT-AUBUISSON, 20.
- WAGNER, A., 114.
WALLS, R. R., 758, 759, 798, 799,
810, 882, 916.
WARMING, E., 250, 383.
WELLS, J., 181.
WENDEBORN, B. A., 883.
- WENDEBORN, R., 345.
WERNEKINCK, 38.
WEST, J., 885.
WESTERGÅRD, A. H., 629.
WETHERILL, Ch. M., 182.
WICHMANN, Arthur, 944.
WIGG, C., 630.
WILD, G. O., 800, 801, 824.
WILLIAMS, Ch. H., 268.
WILLIAMS, H. E., 723, 779, 780,
791.
WINGE, H., 353, 354, 396, 397, 398,
433, 434, 435, 436, 622.
WÖHLER, 941.
WÖHLER, L., 488.
WOLLASTON, W. H., 10, 13.
WÜLFING, F. A., 462.
- ZEDLITZ, O., 976.
ZIMANYI, K., 655, 656.
V. ZIMMERMANN, E. A. W., 11.
ZINCKEN, J. C. L., 28, 31, 32, 33.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Routenaufnahme. Westlicher Teil einer Durchquerung von Minas-Geraes.

Tafel II.

Geologische Übersichtskarte des Staates Minas Geraes.

Tafel III.

- Abb. 1. Abfall des Pico do Caué bei Itabira do Matto Dentro. Überwiegend reiner Itabirit.
- Abb. 2. Quarz-Itabirit. Am Widerlager des von rechts unten hereinragenden harten Itabirits zusammengestaucht. Itabira do Matto Dentro.

Tafel IV.

- Abb. 1. Quarz-Itabirit. Itabira do Matto Dentro.
- Abb. 2. Reiner Itabirit, Harterz. Itabira do Matto Dentro.

Tafel V.

- Abb. 1. Mit Canga gepanzertes Bett des Corrego Secco, in der Trockenzeit ausgetrocknet. Conceição bei Itabira do Matto Dentro.
- Abb. 2. Zu Canga verkittete Gerölle. Ebenda.

Tafel VI.

- Abb. 1. Blick auf die Serra de Ouro Preto von Norden. Im Vordergrund (von Urwäldern bedeckt) die untere Schieferfolge der Minas-Serie. Am Horizont der durch die Abtragung herausgearbeitete Serra-Kamm (Quarzit-Itabirit-Folge). Der höchste Gipfel: Pedra de Amolar.
- Abb. 2. Obere Schieferfolge bei Ouro Preto, nach Süden (rechts) einfallend. Der höchste Berg rechts über der Kirche ist der Alto da Cruz. Im Hintergrund liegt das Itacolumy-Massiv. Ganz vorn in der Mitte einer der durch die Goldwäscher übriggelassenen Itabirit-Zacken, die in Abb. 8 schematisch dargestellt wurden.

Tafel VII.

- Abb. 1. Quarzit-Itabirit-Folge bei Ouro Preto. Untere Quarzitstufe (Nr. 2 d in der Profilbeschreibung) nördlich São Sebastião. Zwischen den mächtigen Bänken finden sich dünnplattige Lagen des biegsamen Itacolumits. Über die Felsplatten führt der Weg über das Gebirge.

Abb. 2. Minas-Serie. Hinten schrägsteher Quarzit, wenig Vegetation (*campo*). Vorn Schiefer, Wald (*matto*). Der Wald wird in Minas Geraes mehr und mehr durch Kohlenbrenner vernichtet, die auch hier bei der Arbeit sind. Corrego do Manso bei Ouro Preto.

T a f e l VIII.

- Abb. 1. Serra do Salitre bei Catiara. Die unter etwa 30° schrägsteher Quarzite sind durch eine Abtragungsfläche gekappt.
 Abb. 2. Weiche Formen des Schieferberglandes am Fuß der Serra do Salitre bei Catiara.
 Abb. 3. Weiche Formen, entwaldetes Schiefergebiet der Minas-Serie westlich Itabira do Campo. Typische Wasserrisse im tiefen Zersatz.

T a f e l IX.

- Abb. 1. Quarzit der Itacolomy-Serie. Die steilstehenden Flächen entsprechen der Klüftung, die flache, im Bachbett ausgespülte Fläche der Schichtung. Nördlich Barão de Guaicuhy.
 Abb. 2. Diagonalgeschichtete dünnplattige Quarzite werden von bankigen Quarziten überlagert. Itacolomy-Serie nördlich Barão de Guaicuhy.

T a f e l X.

- Abb. 1. Quarzit der Itacolomy-Serie bei Diamantina. Steile Zerklüftung, wenig geneigte Schichtung, typische löchrige Verwitterung.
 Abb. 2. Charakteristische wabenartige Verwitterung in Quarziten. Barão de Guaicuhy. Links dahinter Termitenbau.

T a f e l XI.

Quarzitlandschaft der Itacolomy-Serie bei Diamantina. Flache Lagerung und steile Klüftung. Die Oberfläche ist die leicht gewellte Hochfläche des Gebirges bei Diamantina.

T a f e l XII.

- Abb. 1. Felslandschaft des Itacolomy-Quarzits. Serra do Cabral.
 Abb. 2. Felszähne an einem 200 m hohen Absturz des Itacolomy-Massivs bei Bahú (Ouro Preto).

T a f e l XIII.

- Abb. 1. Stark geschiefertes diamantführendes Konglomerat bei Dattas. In der linken Bildhälfte (in welcher der Hammer liegt) sieht man auf die Schieferungsfläche und erkennt die breit ausgewalzten Gerölle. In der rechten Bildhälfte hat man das Konglomerat im Querschnitt und sieht die Gerölle als ganz flache dünne Linsen.
 Abb. 2. Flachliegender Bergkristallgang, mehrere Meter hoch aufgeschlossen, der sich nur aus großen und kleinen Bergkristallen zusammensetzt (man vgl. auch die Skizze Abb. 17). Serra do Cabral.

T a f e l XIV.

- Abb. 1. Campos auf dem Hochland der Geraes. Quarzite der Geraes-Schichten. Hinten das Tal des Rio Extrema.
- Abb. 2. Reiner Graskamp auf den gefalteten Schiefern der Indayá-Schichten, weichgeformtes Bergland, Galeriewäldchen (Capões) in den Tälern. Westlich am Indayá.
- Abb. 3. Quarzitplatten der Geraes-Schichten an den Stromschnellen des (hier 700 m breiten) Rio São Francisco bei Pirapóra.

T a f e l XV.

- Abb. 1. Dünnplattiger Quarzit der Geraes-Schichten, der in der Regenzeit einen Wasserfall bei der Fazenda Vista Alegre bildet. Hochland der Geraes.
- Abb. 2. Dickbankiger, bei der Verwitterung Linsen bildender Quarzit über dünnschichtigem Quarzit. Ebenda.

T a f e l XVI.

- Abb. 1. Stromschnellen im Rio Extrema. Zerklüfteter Plattenquarzit der Geraes-Schichten.
- Abb. 2. Furt im Rio Extrema. Plattiger Quarzit der Geraes-Schichten mit Wellenfurchen.

T a f e l XVII.

- Abb. 1. Blockmeer am Ausbiß des dickbankigen Quarzits der Geraes-Schichten. Corrego Buritisinho während der Trockenzeit.
- Abb. 2. Etwa 5 m hoher Wasserfall des Rio Extrema. Plattiger fester Quarzit der Geraes-Schichten.

T a f e l XVIII.

- Abb. 1 und Abb. 2. Strudellöcher und Strudelfurchen im harten Quarzit der Geraes-Schichten an den Stromschnellen des Rio São Francisco bei Pirapóra.

T a f e l XIX.

Windkanter aus dem Basalkonglomerat der Gondwanaserie.
Erläuterung im Text.

T a f e l XX.

- Abb. 1. Basalkonglomerat der Gondwanaserie in einem Wasserriß bei Veredas.
- Abb. 2. Landschaft der Gondwanaserie in der Serra Matta da Corda. Flachgeböschte untere Hänge, steiles Felsband der bankigen Sandsteine, flachgeböschte Hangendschichten. Lagerplatz Pilões.

T a f e l XXI.

- Abb. 1. Kegelberg, ganz hinten Tafelberg, aus den festen bankigen Sandsteinen der Gondwanaserie vor dem Serra-Rand herausgeschnitten (man vergleiche die Skizze, Abb. 52). Hinter São Gonçalo.
- Abb. 2. Morro da Mesa hinter São Gonçalo, herausgeschnitten aus den harten Sandsteinen. Die liegenden weichen Gesteine bil-

den ein Hügelland, in welchem die Sandsteinbänke leichte Stufen bilden.

- Abb. 3. Tafelberge vor dem Plateau der Gondwanaserie bei Buriti. Die Täler sind schon in die Bambuhy-Serie eingeschnitten.

T a f e l XXII.

- Abb. 1. Stromschnellen des Rio Mucury im kristallinen Grundgebirge bei Mayrink. Abfall der Serra do Mar.
 Abb. 2. Ebene Oberfläche der Chapade über gefaltetem Schieferuntergrund, die im Vordergrund zertalt wird. Corrego Fundo bei Itamarandyba.

T a f e l XXIII.

- Abb. 1. Buritital (grüner Quellsumpf) mit der Palme *Mauritia vinifera* im trockenen Kamp (man vgl. Abb. 51). Hochland der Geraes.
 Abb. 2. Flaches sumpfiges Tal (Brejo) zwischen Felsrippen (siehe Textfigur 46). Serra do Cabral.

T a f e l XXIV.

- Abb. 1. Fossiles flaches Tal, wenig in Itacolumy-Serie eingeschnitten, auf der Höhe des Gebirges von Diamantina. Barão de Guaicuihy.
 Abb. 2. Paraúna-Fälle am Rand des Gebirges, 70 m hoch.

T a f e l XXV.

- Abb. 1. Gebirgsrand der Serra do Cabral bei Joaquim Felício. Auf dem wasserreichen Schuttkegel des ausmündenden Tales liegt der Ort Tabóá.
 Abb. 2. Steilrand der Serra do Cabral bei Buenópolis.

T a f e l XXVI.

- Abb. 1. Etwa 600—700 m hoher Abfall der Serra von Diamantina zum Rio Jequitinhonha, von Norden gesehen. Unten das mit weißem Sand erfüllte diamantführende Bett dieses Flusses, das in der Trockenzeit größtenteils leer ist. Rechts am Fluß der Ort Mendanha.
 Abb. 2. Wenig zertalte Oberfläche des Gebirges von Diamantina über dem in Abb. 1 wiedergegebenen Steilabfall, zu dessen schroffen Formen die Oberfläche in starkem Kontrast steht.

T a f e l XXVII.

- Abb. 1. Tief eingeschnittener Wasserriß. Alto Maranhão bei Congonhas do Campo. Für die Dimensionen vergleiche man die Bäume im Kamp oben.
 Abb. 2. Erdbeben, der Teile des Waldes mitgerissen hat. Nähe von Setubinha.



Abb. 2.

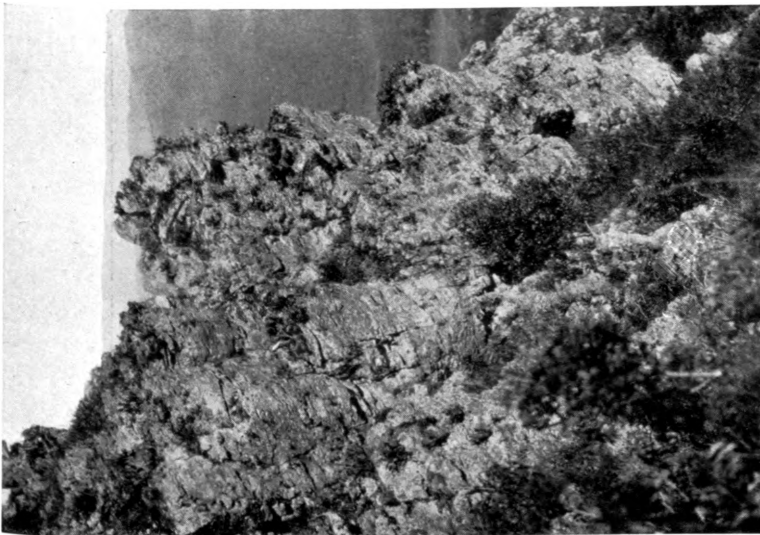


Abb. 1.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.

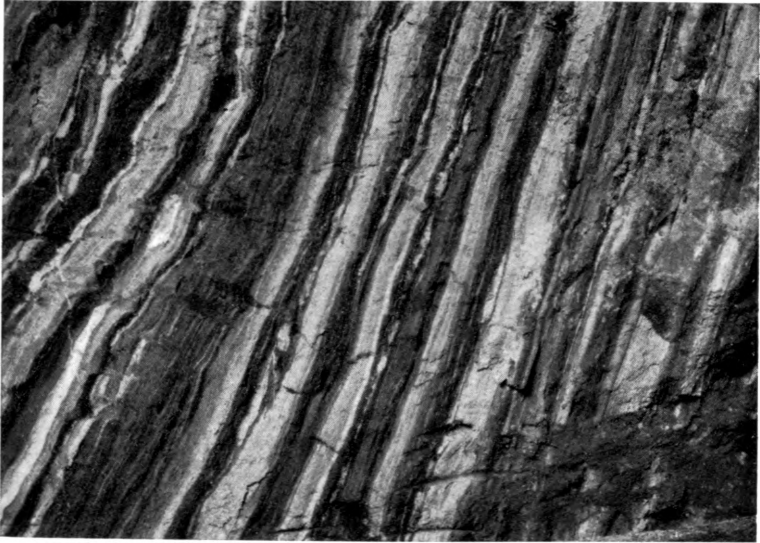


Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.

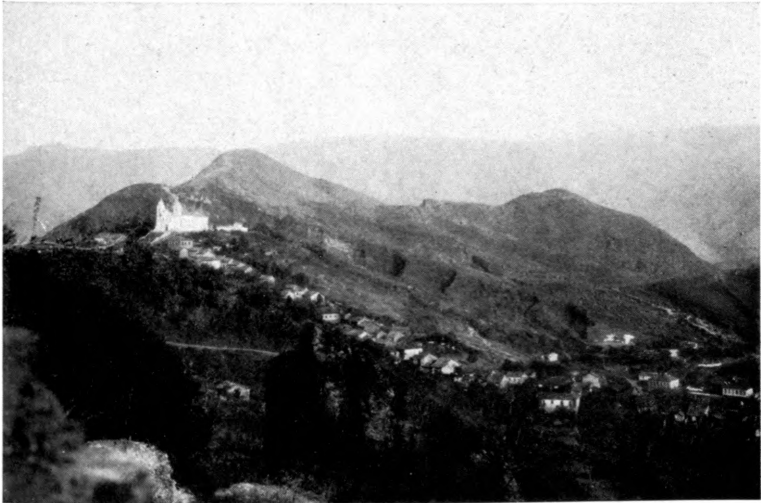


Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.

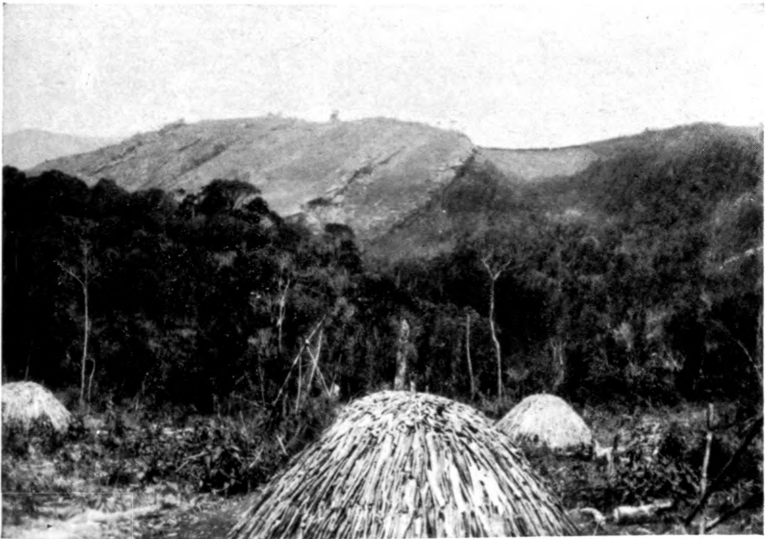


Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.

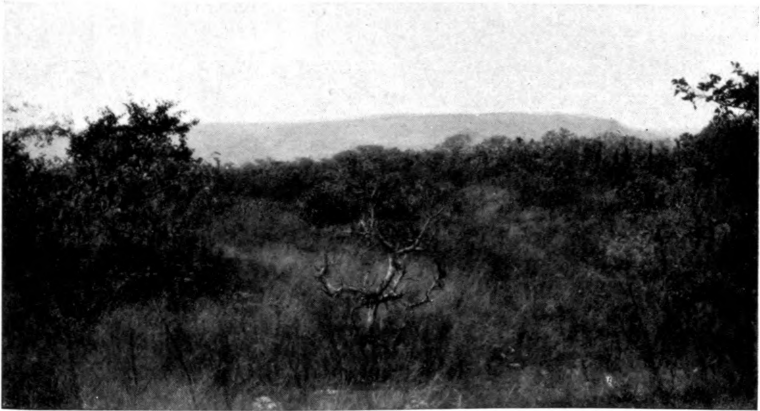


Abb. 1.

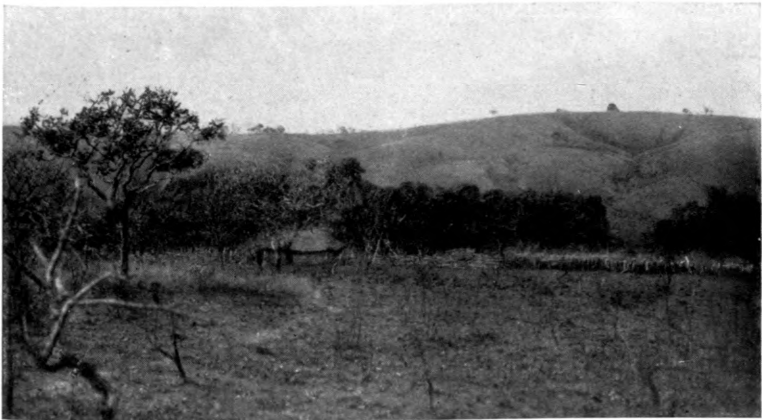


Abb. 2.



Abb. 3.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.

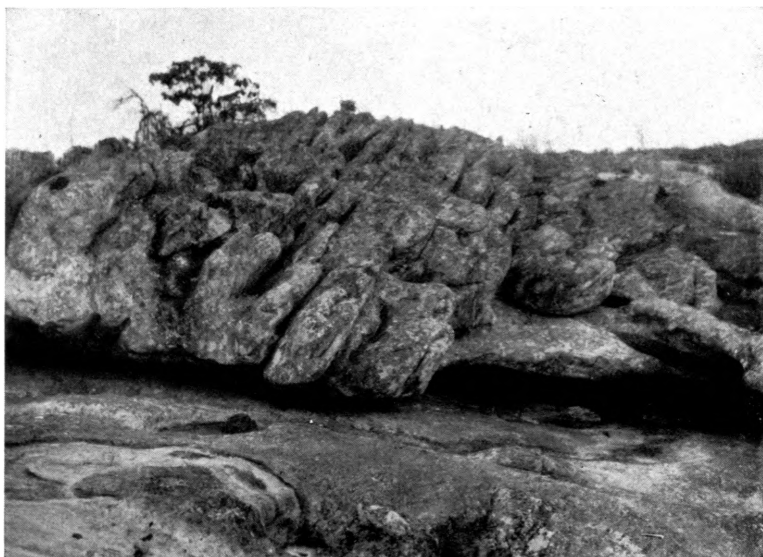


Abb. 1.

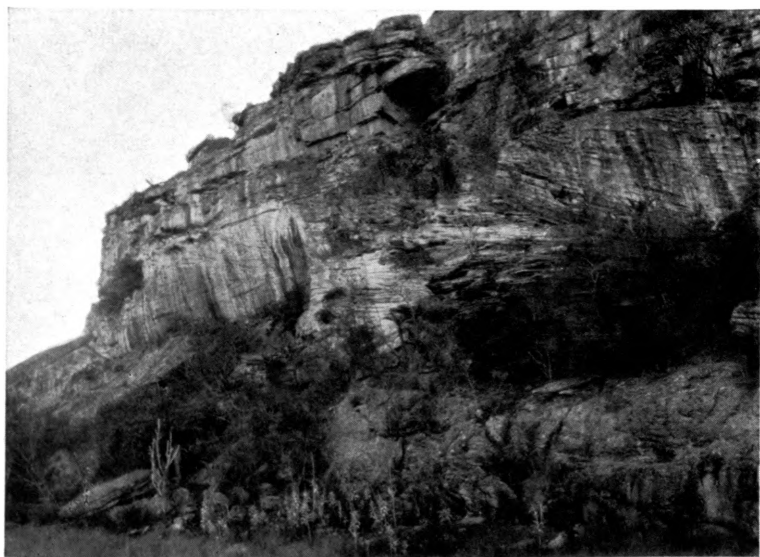


Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.

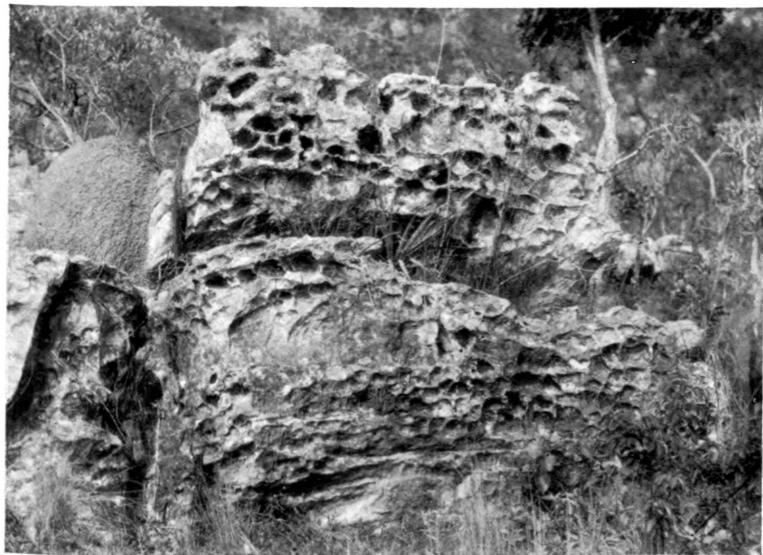


Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.

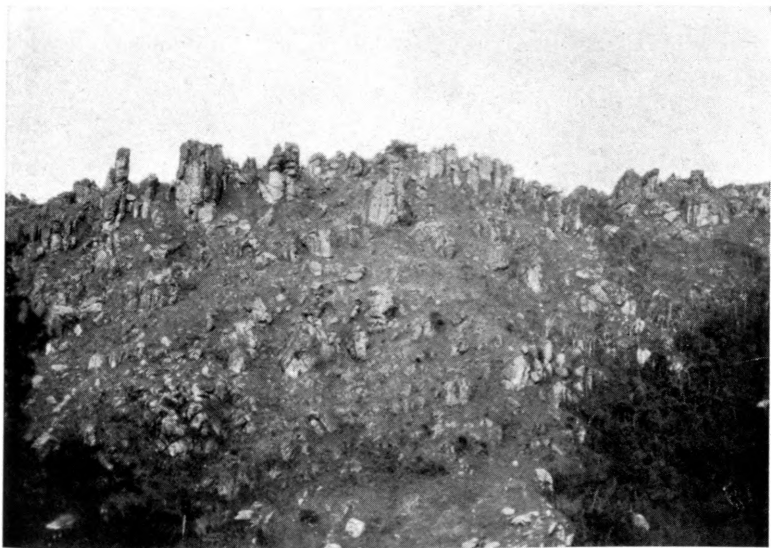


Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.

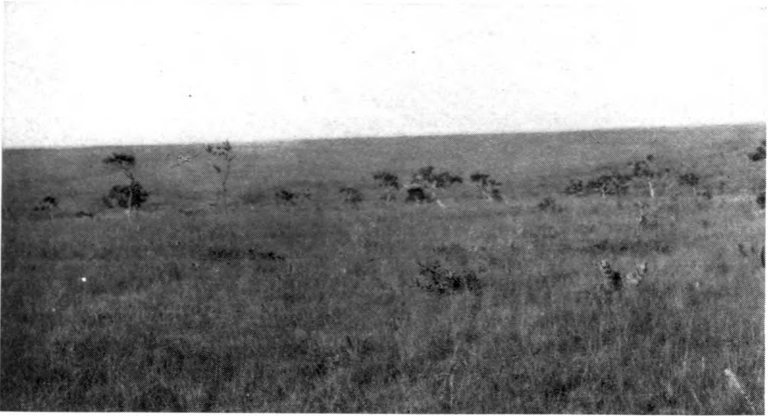


Abb. 1.



Abb. 2.



Abb. 3.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.

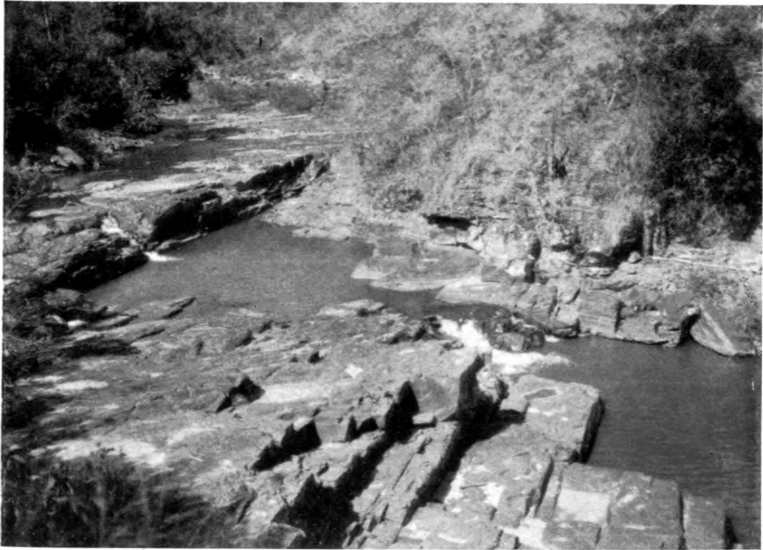


Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.

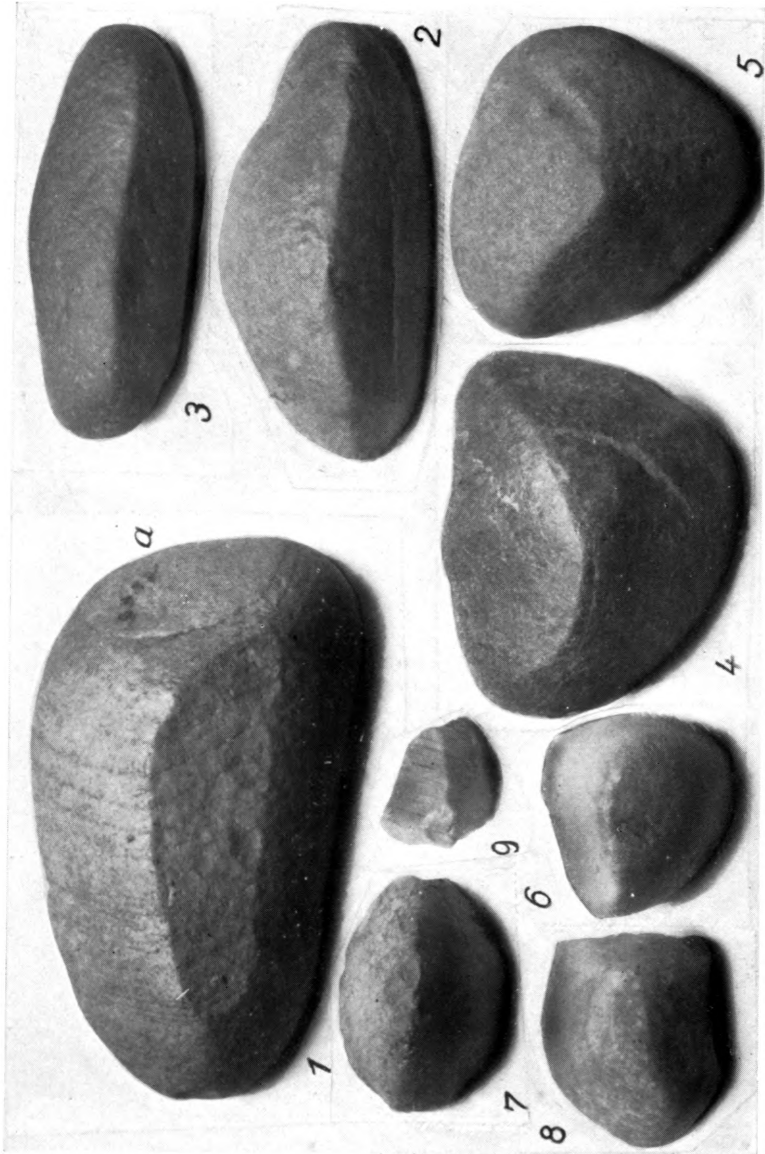


Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.

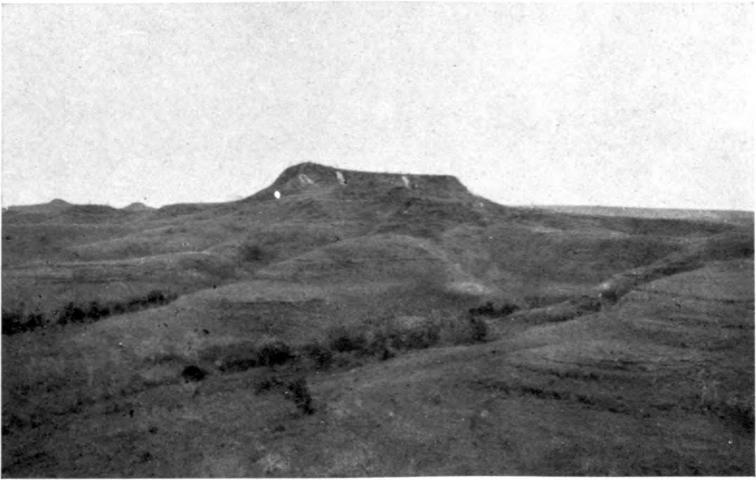


Abb. 2.

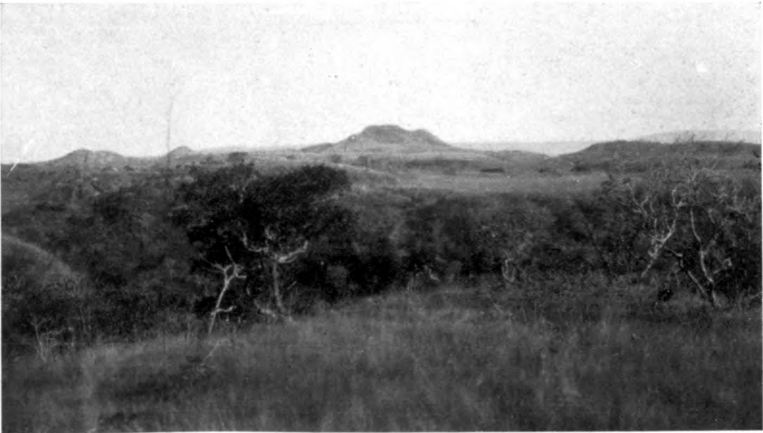


Abb. 3.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.

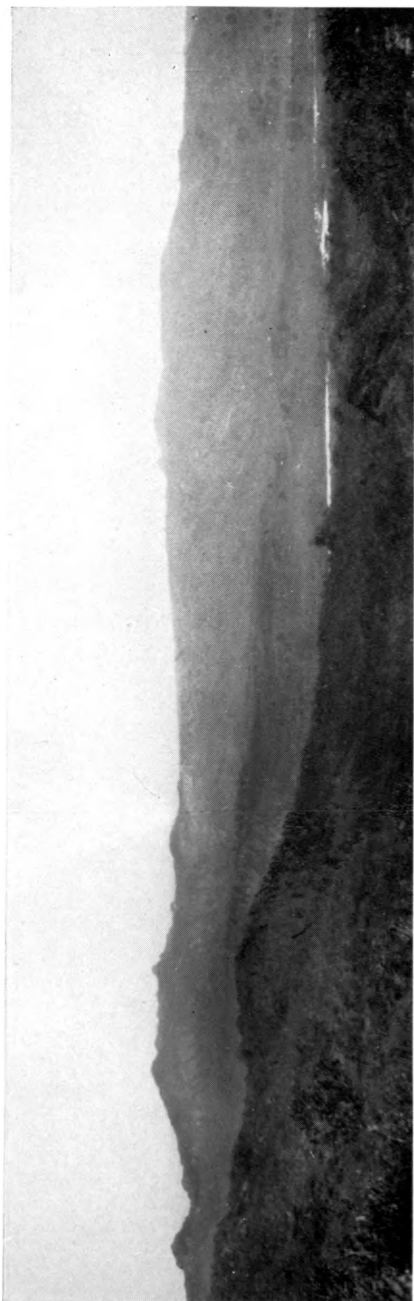


Abb. 1.

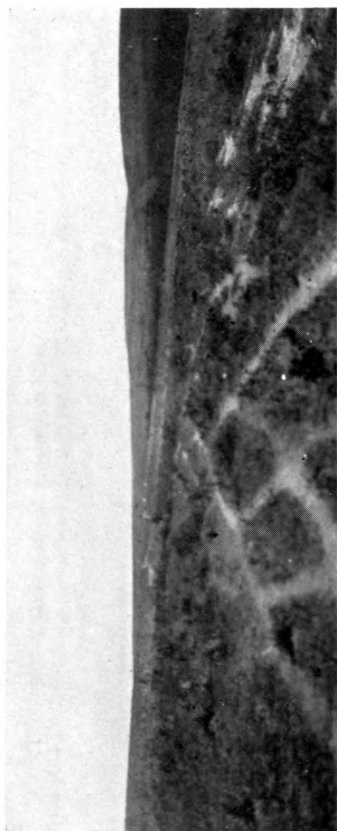


Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.



Abb. 1.



Abb. 2.

B. v. Freyberg: Minas Geraes.