

## ÜBER MOORE UND TORF AUF MADAGASKAR UND DEN MASKARENEN

HERBERT STRAKA

Mit 10 Abbildungen

*Résumé:* Sur les tourbières et la tourbe à Madagascar et aux Mascareignes.

Ce travail résume les résultats des sondages dans des tourbières de Madagascar et des Mascareignes. Il donne d'abord un court aperçu de la géologie et de la végétation des îles. Puisque les déterminations de la plupart des espèces végétales en saison sèche pendant laquelle les sondages ont dû être effectués, n'étaient pas possibles, j'ai dépouillé la bibliographie sur la végétation des tourbières des régions visitées. Cette végétation est relativement uniforme sur toute l'île de Madagascar. On peut distinguer des tourbières à Sphaignes, à Fougères et Cypéracées, et des tourbières flottantes. Ces types se retrouvent à la Réunion. Des marais à *Pandanus* et des marais à *Stillingia* et *Croton* ont été décrits dans l'île Maurice. Les sondages dans les Hautes Terres centrales de Madagascar ont donné dans des cratères volcaniques marécageux ou dans des marais de lacs comblés, barrés par les coulées de lave, des profils pouvant atteindre 10 mètres et demie de profondeur. Les tourbières de sources et les bas fonds marécageux n'ont donné que 2,60 m. de tourbe au maximum. Dans la dépression du Lac Alaotra on n'a pu constater que des couches minces de tourbe. Dans la forêt ombrophile du domaine oriental on a pu sonder un profil de 3,20 m. de profondeur, dans la région côtière jusqu'à 3,70 m. de tourbe. L'Ouest et le Sud de Madagascar sont pauvres en tourbières. Une fois seulement on a trouvé 1,20 m. de tourbe. Dans la Mare à Jongs à la Réunion j'ai touché après une couche de tourbe de 3,55 m. le tuf volcanique. À l'île Maurice il y avait « Au Petrin » 1,90 m. de tourbe et « Au Bouton » peut-être des couches importantes d'une substance tourbeuse. Les tourbières visitées sont pour la plupart topogènes. Les analyses polliniques envisagées exigent des travaux préparatoires de morphologie des grains de pollen. On a envisagé aussi des recherches de radio-carbone ( $C^{14}$ ).

*Einleitung:*

In der Zeit vom 1. 7. bis 15. 12. 1957 führte ich eine Forschungsreise nach Madagaskar und den Maskarenen durch<sup>1)</sup>. Hauptziel war die Entnahme von möglichst vollständigen Profilen aus Torfmooren. Madagaskar bot sich aus mehreren Gründen als lohnendes Gebiet für vegetationsgeschichtliche Untersuchungen mit Hilfe der Pollenanalyse an. Die einschlägige Literatur ließ das Vorhandensein von ausreichend mächtigen Torfablagerungen sicher erscheinen. Die Vegetation ist gut bekannt, für ein tropisches Gebiet darf man ihre Kenntnis als hervorragend bezeichnen. Dasselbe gilt für die Flora. „La Flore de Madagascar et des Comores“ erscheint seit 1936 in einzelnen Lieferungen. Es ist bis jetzt fast die Hälfte der beinahe 200 Familien dieser Inseln beschrieben. Es ist anzunehmen, daß man in der jüngeren geologischen Vergangenheit nur mit den heute noch auf der Insel vorhandenen Gattungen zu rechnen hat, was für pollenanalytische Untersuchungen gewiß als Vorteil gegenüber den Landschaften eines großen Kontinents gelten muß. Daß die Klimaschwankungen des

Quartärs, wenn auch in schwächerem Maße als in den gemäßigten Gebieten unserer Erde, auf die Vegetation Madagaskars eingewirkt haben (HUMBERT 1949), ist die Ansicht vieler Botaniker, die das Land erforscht haben. HUMBERT schreibt dazu (1955, S. 444, Fußnote 1): « *La végétation de Madagascar n'a pas été affectée depuis l'ère tertiaire par des vicissitudes climatiques aussi marquées que celles dont les pays situés sous des latitudes élevées ont subi les effets. . . . Mais il semble bien que des oscillations climatiques ont, dans une certaine mesure, déplacé les limites des aires de végétation, permettant par exemple dans des périodes de moindre pluviosité, ceux-ci subsistant encore dans des stations sèches où ils ont pu se maintenir et, inversement, l'avancée vers l'Ouest des représentants de la flore sylvatique ombrophile qui se sont maintenus au-delà de la limite occidentale actuelle, dans des stations favorables.* »

## 1. ZUR GEOLOGIE DER INSELN

## a) Madagaskar

Seit dem Ende der Kreidezeit ist Madagaskar vom afrikanischen Kontinent durch den Kanal von Mosambik getrennt, ist es Insel. Ob es vorher Teil des großen Gondwana-Kontinents war, der außer Madagaskar und Süd-Afrika das indische Hochland von Dekkan, Australien und Südamerika umfaßte, wird heute von manchen Seiten bestritten (MILLOT 1957).

Der Osten der Insel und das zentrale Hochland werden überwiegend von präkambrischen kristallinen Gesteinen aufgebaut. Granitische Intrusionen sind eingelagert und junge Vulkanmassive sitzen ihnen auf. Der Westen und Südwesten ist Schichtstufenland, dessen Sedimente vom Karbon bis zur Gegenwart abgelagert wurden. Ältere vulkanische Schichten aus der Kreidezeit sind hier eingelagert und finden sich ferner an der Ostküste um Manakara.

Meine früheren Arbeiten in der vulkanischen Eifel (Westdeutschland) erweckten mein besonderes Interesse für die Gebiete jungen Vulkanismus auf der Insel. Die Vulkane des Ankaratra-Massivs und des Gebiets um Antsirabé sind pliozänen und pleistozänen Alters und reichen im Gebiet von Antsirabé-Betafo bis nahe an die Gegenwart heran. Im Vulkangebiet des Lac Itasy und Marais d'Ifanja läßt sich das Alter mehrerer Eruptionsperioden nur ungenau schätzen: Pliozän vermutlich bis Pleistozän. Die Vulkane des Ankaizina (um Bealanana) sind miozän bis pliozän, möglicherweise auch jünger. Die letzten Eruptionen

<sup>1)</sup> Ein erster kurzer Bericht hierüber ist in der Übersetzung durch VAN ZINDEREN BAKKER (1958) gedruckt worden.

auf der Großen Insel scheinen in der Montagne d'Ambre erfolgt zu sein. Sie reichen vom Oligozän bis nahe an die Jetztzeit.

Leider war es mir nicht möglich, die ebenfalls jungvulkanischen Inseln Nossi-Bé und der Komoren-Gruppe zu besuchen. Auf der großen Komore ist der Karthala-Vulkan noch heute tätig.

Im Westen des Lac Alaotra, bei Amparafaravola, ist ein kleines Gebiet miozänen bis frühpliozänen Vulkanismus vorhanden. Der nur 2 m tiefe Lac Alaotra liegt in einem jungen Graben, der sich bis weit nach Süden hin im Gebiet des oberen Mangoro fortsetzt. Es handelt sich um ein Abbild der ostafrikanischen Gräben im kleinen.

#### b) Réunion

Die Insel Réunion hat nur etwa 60 km Durchmesser und kulminiert im Piton des Neiges mit 3069 m Meereshöhe. Der Nordwesten, etwa zwei Drittel ihrer Fläche, ist ein älteres Vulkanmassiv, in dem große karähnliche „Cirques“ erodiert wurden. Der Südosten ist jünger; hier ist der Piton de la Fournaise noch heute tätig. Das Alter beider Vulkangebiete ist nur schwer abzuschätzen. Sicher fällt das Ende des alten Vulkanismus, der größtenteils ins Pliozän gehören dürfte oder eventuell noch älter ist, mit dem Beginn des jüngeren Vulkanismus zusammen, der hauptsächlich ins Pleistozän einzureihen sein dürfte.

#### c) Mauritius

Die Insel Mauritius ist ebenfalls vulkanisch, erreicht jedoch im Piton de la Rivière Noire nur 829 m. Eine ältere vulkanische Serie dürfte kreidezeitlichen Alters sein; die junge vulkanische Serie könnte mit ihren späten Laven subrezente Zeiten erreicht haben. Das Trou aux Cerfs, der Mt. Bar le Duc und der Kanaka Cratère sind sehr frische vulkanische Kraterformen.

## 2. DIE FLOREN- UND VEGETATIONS- GEBIETE SOWIE IHR KLIMA

### a) Madagaskar

Das Klima der einzelnen Gebiete der Insel wird durch die Niederschläge charakterisiert, die von den vorherrschenden Winden bestimmt werden. Im Südwinter herrscht der Südostpassat, welcher der Ostflanke Madagaskars Regen bringt. Der Westen hat dann eine ausgesprochene Trockenzeit. Zeitweise greift die Wolkendecke des Ostens auf das zentrale Hochland über; es kommt jedoch nur zu Nieselregen, Nebeln oder tauartigen schwachen Niederschlägen. Im Südsommer bringt der Monsun aus Norden und Westen auch dem westlichen Teil der Insel und dem zentralen Hochland reichliche Niederschläge. Nur der Süden ist regenarm und hat semiarides Klima.

Nach LAUER (1952) gehört Madagaskar zum größten Teil in den südhemisphärisch-sommerhumiden Bereich. Lediglich der Osten und das Sambirano-Gebiet ist dem tropischen dauernd humiden Typ (mit 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> bis 12 humiden Monaten) zuzurechnen. Hier herrscht der immergrüne ombrophile Regenwald. Das zentrale Hochland mit 7 bis 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> humiden Monaten wäre nach der allgemeinen Tabelle II von LAUER zum Gebiet des Monsunwaldes (laubabwerfender tropophiler Feuchtwald) zu rechnen. Das gilt jedoch nicht für das angeführte Gebiet auf Madagaskar, da die winterliche Trockenzeit durch geringe Niederschläge gemildert wird und nicht genügend arid ist. Der Westen mit 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub> bis 6 humiden Monaten ist das Gebiet des regenrünen laubabwerfenden Trockenwaldes. Im Südwesten mit 3 bis 4 humiden Monaten (was vielleicht noch zu hoch angesetzt ist) herrscht Dornwald mit sukkulenten Bäumen und Dorngebüsch.

HUMBERT hat als erster eine Karte der Vegetation von Madagaskar veröffentlicht (1955), in der er auf eigenen und PERRIER DE LA BATHIES Vorarbeiten aufbaute (Abb. 1). Er betont, daß die

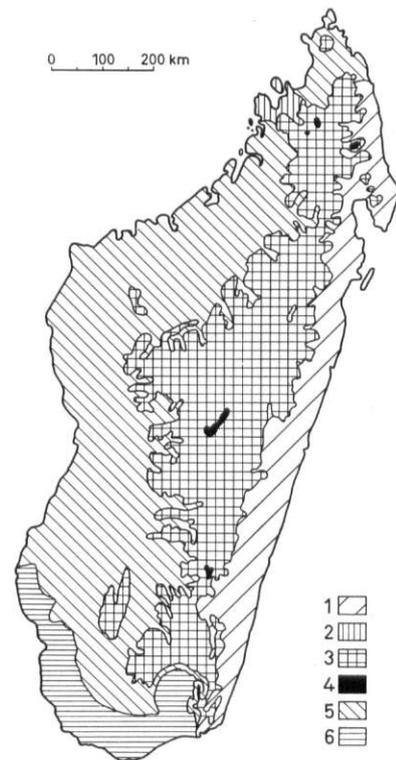


Abb. 1: Floren- und Vegetationskarte von Madagaskar (nach HUMBERT 1955, umgezeichnet).

1—4 Östliches Gebiet: 1 Östliche Provinz, 2 Provinz des Sambirano, 3 Provinz des zentralen Hochlandes, 4 Provinz der höheren Gebirge. 5 und 6 Westliches Gebiet: 5 Westliche Provinz, 6 Südliche Provinz.

Zusammenfassung der gesamten Flora zu einem madagassischen Florengebiet, wie es bisher geschah, nicht möglich sei. Man muß ein östliches und ein westliches madagassisches Floren- und Vegetationsgebiet (Région phytogéographique) unterscheiden. Das östliche Florengebiet nennt PERRIER DE LA BATHIE (1921 b, 1936) die „Flore du Vent“ (luvsseitiges Florengebiet), das westliche „Flore sous le Vent“ (leeseitiges Florengebiet). Die autochthone Vegetation des Ostens ist ein zu meist hoher, dichter immergrüner Wald, mit dichtem Unterwuchs aus krautigen Pflanzen und zahlreichen Epiphyten. Xerophyten sind selten und auf felsige Standorte beschränkt. Im Westen gedeihen lichte, lückenhafte tropophile trockene Falllaubwälder oder oft nur vier bis zehn Meter hohe strauchige Bestände ohne oder nur mit strauchigem Unterwuchs. Epiphyten sind selten, Xerophyten dagegen sehr häufig. Der Osten ist nach PERRIER DE LA BATHIE (1921 b) dem Westen gegenüber ausgezeichnet durch ausschließliches oder überwiegendes Vorkommen folgender Pflanzengruppen: Moose, Farne, Orchideen (bes. epiphytische), bambusartige Gräser, *Chlaenaceae*<sup>2)</sup>, *Rubiaceae*, Palmen, *Pandanaceae*, *Compositae*, *Melastomataceae*, *Araliaceae*, *Myrsinaceae*, *Ericaceae* und *Piperaceae*. Im Westen haben ihr Hauptverbreitungsgebiet die *Leguminosae*, *Euphorbiaceae*, *Acanthaceae*, *Asclepiadaceae*, *Meliaceae*, *Annonaceae* und *Crassulaceae*. Nur im Westen wachsen die Gattung *Adansonia* sowie die *Aristolochiaceae*, während die *Didieraceae* auf den trockenen Südwesten beschränkt sind.

Das östliche Gebiet läßt sich in vier Floren- und Vegetationsprovinzen (Domaine phytogéographique) gliedern:

1. Die Florenprovinz<sup>3)</sup> des Ostens: Sie umfaßt die östlichen Hänge des Gebirges von der Küste bis zur Meereshöhe von etwa 800 m. Das Klima ist ausgeglichen. Jahresmittel der Temperatur um 24°C, ( $\pm 2^\circ\text{C}$  in der kühlen bzw. wärmeren Jahreszeit), mittleres Maximum um 28°C, mittleres Minimum um 14°C, hohe Luftfeuchtigkeit. Niederschläge das ganze Jahr über, bis 3800 mm.

In Küstennähe ist ein besonderer immergrüner Waldtyp als ursprüngliche Vegetation nur noch in wenigen Resten zu finden. *Pandanus*-Arten, bestimmte Palmenarten und *Cycas Thouarsii* mögen als typisch unter vielen anderen hier genannt sein.

<sup>2)</sup> Die systematische Stellung der endemischen Familie der *Chlaenaceae* ist noch nicht geklärt. Die meisten Autoren rechnen sie zu den *Malvales*, andere zu den *Celastrales* oder *Rhamnales*, von manchen wurde sie sogar mit den *Theaceae* oder mit den *Linaceae* vereinigt.

<sup>3)</sup> Zu ergänzen ist immer „Floren- und Vegetationsprovinz“.

Der immergrüne „Östliche Wald“ (Forêt orientale) ist noch vielfach erhalten, da hier das sonst auf der Insel häufig geübte Abbrennen infolge des immerfeuchten Klimas nur schwer durchführbar ist. Es ist ein ombrophiler Wald mit subäquatorialem Einschlag, sehr artenreich, ohne dominierende Baumarten; er baut sich aus drei Stockwerken auf: aus einer oberen Baumschicht (25–30 m), einer unteren Baumschicht, einer Kraut- und evtl. Zwergstrauchschicht (kleine Palmen).

Als Sekundärgesellschaft tritt nach der Rodung und dem Auflösen der Felder eine *Ravenala-Savoka* (*Savoka* = mad. Ausdruck für den dschungelartigen Sekundärbusch) auf, in der neben *Bambus*-arten *Ravenala madagascariensis* dominiert.

2. Florenprovinz des Sambirano: Sie ist der ersten Florenprovinz in Flora und Vegetation sehr ähnlich, hat aber etwas höhere Temperaturen und geringere Niederschlagsmengen.

3. Florenprovinz des zentralen Hochlandes: Die Temperaturen sind gemäßigter, die Jahresmittel liegen um 18°C ( $\pm 4^\circ\text{C}$  jahreszeitliche Schwankungen). Die jährlichen Niederschläge erreichen 1500 mm und fallen größtenteils in der warmen Jahreszeit als wolkenbruchartige nachmittägliche Gewitterregen. In der kühlen trockeneren Jahreszeit gibt es öfters feine Nieselregen, Nebel oder tauartige Niederschläge.

Die Osthänge mit höheren Niederschlagsmengen tragen, soweit noch ursprüngliche Vegetation vorhanden ist, einen immergrünen Wald, welcher dem des Ostens ähnlich, aber niedriger ist. Epiphyten und Moose sind sehr reichlich vertreten, Orchideen besonders häufig. Es ist der Moos- und Krautwald (Forêt à mousses et à sousbois herbacé), der u. a. von Palmen, *Bambus*, *Pandanus*, *Dracaena*, *Ficus*-Arten, *Podocarpus madagascariensis*, *Weinmannia* in der Baumschicht und *Rubiaceae*, *Myrsinaceae*, sowie wie *Araliaceae* in der Strauchschicht gebildet wird. Auf Kämmen und Gipfeln gedeiht der Flechtenwald (*Sylve à lichens*) mit niedrigen krummstämmigen, stärker verzweigten Bäumen (*Weinmannia*, *Araliaceae*, *Compositae*, *Faurea forficuliflora* [*Proteaceae*], *Pittosporum* u. a.). Epiphytische Flechten sind: *Usnea*, *Parmelia*, *Peltigera*.

Die Wälder der Westhänge (*Bois des pentes occidentales*) gibt es nur in ganz geringen Resten. Es sind ebenfalls lichte krummstämmige sklerophylle Hochwälder, die von immergrünen lederlaubigen bis 12 m hohen Bäumen mit dichtstehenden ericoiden oder myrtenblättrigen Sträuchern im Unterwuchs gebildet werden. Meist bleibt nur die Euphorbiacee *Uapaca Clusiana* („*Tapia*“), die dem Feuer länger Widerstand leisten kann, übrig.

Durch das wiederholte, trotz aller Verbote immer noch geübte Abbrennen nach der Rodung

und auch weiterhin in der Sekundär- und Tertiärvegetation entstehen anfangs *Phillipiagebüsche* (Savoka à *Phillipia* [*Ericaceae*]), die durch weiteres Abbrennen in eine anthropogene Sekundärgrassavanne überführt werden. Letztere entwickelt sich meist sofort ohne Übergang aus den Wäldern der Westhänge. Sie wird vielfach von übermannshohen pantropischen Gräsern gebildet.

4. Florenprovinz der Hochgebirge: Sie beginnt bei 2000—2400 m Meereshöhe. Die Mittel der Jahrestemperatur liegen zwischen 14 und 10°C. In der kühleren Jahreszeit liegt dieses Gebiet häufig über der Wolkendecke. Es kommen dann nicht selten nächtliche und morgendliche Fröste und Rauheif vor. Hier herrscht das Gebüsch ericoider Sträucher (*Brousse éricoïde*) mit *Ericaceen* wie *Phillipia* u. a., strauchigen ericoiden Kompositen wie *Helichrysum* und *Stoebe* sowie *Rubiaceen*. Sicher hat sich diese Pflanzengesellschaft nach unten anthropogen weiter ausgebreitet, so daß ihre natürliche untere Grenze heute nicht mehr sicher feststellbar ist.

Das westliche Florengebiet wird in 2 Provinzen unterteilt:

5. Die Florenprovinz des Westens: Sie reicht von der westlichen Küste bis zu Meereshöhen von 800 m. Die jährliche Niederschlagsmenge nimmt von Norden (1500 mm) nach Süden (500 mm) ab, sie fällt fast vollständig in der warmen Jahreszeit (November—April). Die Jahresmitteltemperaturen liegen um 28°C, wobei die jahreszeitlichen Differenzen mit  $\pm 2^\circ\text{C}$  gering sind. Das Mittel der Maximaltemperaturen liegt bei 38°C, das der Minimaltemperaturen bei 12°C. In der trockenen Jahreszeit mißt man Luftfeuchtigkeiten um 60 bis 65%, in der warmen Regenzeit 70—85%.

Die Fallaubwälder dieses Gebietes unterscheiden sich in der Art der Zusammensetzung und in ihrem Aufbau nach dem geologischen Untergrund bzw. dem Boden, auf dem sie wachsen. Nur noch Reste sind von jenen hochstämmigen (25—30 m), lianenreichen unterholzfreien Wäldern mit zahlreichen immergrünen Arten erhalten, die auf den Flußalluvionen früher stockten. Auf Laterithügeln kommt natürlicherweise ein etwa 15—20 m hoher Fallaubwald mit einem lichten Unterholz und ziemlich viel Lianen vor. Der trockenere Kalkboden trägt einen 12—15 m hohen Fallaubwald mit vielen dicken Flaschenbaumarten, darunter auch *Adansonia*. Im Unterwuchs findet man u. a. auch *Harpagophytum* (*Uncarina*). Krautige Bodenpflanzen sind selten. Auf sandigen Hügeln findet man einen ähnlichen, aber weniger xerophilen Waldtyp. Kleinflächig ausgebildet ist auch ein Xerophytenbusch mit kleinblättrigen 1—2 m hohen Arten, die durch dicke Zweige und Stämme

ausgezeichnet sind, sowie mit zahlreichen Sukkulenten und dornigen Sträuchern. Diese Pflanzengesellschaft bildet bereits einen Übergang zum Busch des Südens.

Nach Zerstörung des Waldes entstehen *Andropogonsavannen*, in denen neben 2 Palmen (*Medemia nobilis* = *Bismarckia nobilis*, *Hyphaene shatan*) nur wenige Bäume dem Feuer widerstehen (z. B. *Sclerocarya caffra*, *Acridocarpus excelsus*).

6. Florenprovinz des Südens. Die Niederschläge fallen hier sehr unregelmäßig und können u. U. 1 bis 1½ Jahre ausbleiben. Der durchschnittliche Jahresniederschlag fällt von 500 mm im nördlichen Teil auf 300 mm im südlichen ab. Das Jahresmittel der Temperatur liegt um 26°C, die jahreszeitlichen Unterschiede betragen  $\pm 4^\circ\text{C}$ . Die Mittel der Maxima liegen bei 38°C, die der Minima bei 12°C. Die Luftfeuchtigkeit liegt um 65%.

Diese Florenprovinz wird durch die aride Vegetation des Euphorbien-Didiereaceen-Busches<sup>4)</sup> beherrscht, der aus großen oft dornbewehrten Sträuchern bis niedrigen Bäumen mit reduziertem Blattwerk oder mit breiten graubehaarten nur kurzzeitig ausgebildeten Blättern besteht, in dem aber außerdem blattlose Lianen und Flaschenbäume (*Adansonia*) sowie -sträucher (*Pachypodium*) wachsen. Er ist noch zumeist sehr gut erhalten, da diese relativ lückenhafte, graslose oder auch sukkulentenreiche Vegetation nicht gut brennt. Der Übergang von der westlichen in die südliche Florenprovinz vollzieht sich langsam und fast unmerklich.

#### b) Réunion

Das Klima der Insel Réunion wird besonders während des Südwinders (Mai—November) von dem Südostpassat beherrscht<sup>5)</sup>. Die Luvseite im Süden und Osten ist daher besonders regenreich (schätzungsweise bis gegen 6000 mm im Jahr), die Leeseite im Norden und Westen trocken (z. T. unter 500 mm). Im Südsommer (Dezember—April) beobachtet man nur selten das Übergreifen des indischen (Winter-)Monsuns, hier südlich des Äquators aus Nordwesten kommend. Im Mittel alle drei Jahre ziehen oft sehr heftige Zyklone mit hohen Niederschlägen und Stürmen über die Insel hinweg und können das Land verwüsten. Die Temperaturen, über die nur wenige Beobachtungen vorliegen, sind infolge der ozeanischen Lage verhältnismäßig ausgeglichen. Im Küstengebiet wurden als absolute Minima 14—16°C und

<sup>4)</sup> *Didiereaceae* = endem. Familie aus SW-Madagaskar, die zu den *Sapindales* gerechnet wird.

<sup>5)</sup> Eine Folge der Passate ist auch die Wolkendecke, die fast täglich von 10—12 bis 17 Uhr die Höhen zwischen 800 und 1900 m einhüllt.

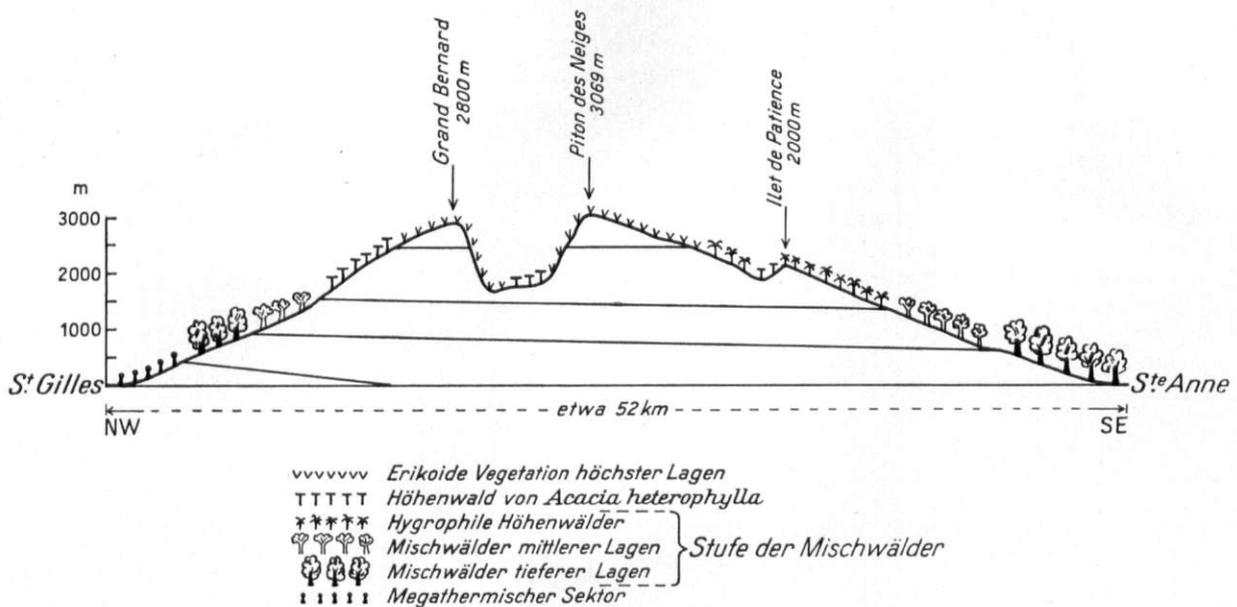


Abb. 2: NW-SE-Profil durch die Insel Réunion zwischen St. Gilles und Ste. Anne mit den Vegetationsstufen (nach RIVALS 1952, umgezeichnet).

als absolute Maxima 32—33,5°C gemessen. Auf der Plaine des Caffres (1530 m) waren die entsprechenden Werte  $-1^{\circ}\text{C}$  und  $23^{\circ}\text{C}$ . Hier liegt der Jahresniederschlag etwas über 2000 mm. Für den Piton des Neiges (3069 m) wurden das Minimum auf  $-6^{\circ}\text{C}$ , das Maximum auf  $+18^{\circ}\text{C}$  geschätzt (alle Daten nach RIVALS 1952).

Die Vegetationsgliederung der Insel Réunion ergibt sich aus dem Schema von RIVALS (1952; s. auch Abb. 2).

1. Der megathermische Sektor umfaßt nur die wärmsten und trockensten Teile der Lee-seite und hat eine Flächenausdehnung von nur etwa 50 km<sup>2</sup>. Nur ganz wenige Reste zeugen von der ursprünglichen Baumsavanne dieses Gebiets.

2. Stufe der Mischwälder. Zahlreiche den Unterstufen gemeinsame hygrophile Holz-pflanzen, darunter viele Farbhölzer, zeichnen diese Mischwälder aus. Nur wenige Arten haben genau umrissene Temperaturansprüche und können zur Einteilung dieser Stufe in 3 Unterstufen herangezogen werden.

Die Bäume sind meist 10 m hoch und erreichen nur selten 15 m, ihre Stämme sind relativ dünn, wenn man mit den Verhältnissen auf Madagaskar oder Mauritius vergleicht. Man fühlt sich eher an europäische Wälder erinnert.

a) Unterstufe der Mischwälder tieferer Lagen mit hohen Niederschlägen, oft in Form von Regengüssen.

b) Unterstufe der Mischwälder mittlerer Höhenlagen mit höchsten Niederschlagsmengen.

c) Unterstufe des hygrophilen Höhenwaldes, eines Nebelwaldes, der fast täglich von 10 Uhr morgens bis abends in Wolken eingehüllt ist. Epiphytische Flechten und Moose auf den immerfeuchten Stämmen und Blättern sind häufig.

3. Stufe des Höhenwaldes von *Acacia heterophylla*. Er tritt in jenen Teilen der Insel auf, die — auch lokal auf der Luvseite eingeschoben, z. B. in den Cirques — der direkten Wirkung des Passats entzogen sind, und findet sich hier auf den jungen gut entwässerten Böden. Große Schwankungen der Temperatur und besonders der Feuchtigkeit sind für seine Standorte charakteristisch. Nur etwa  $\frac{1}{3}$  dieser Wälder ist der Rodung und Ausbeutung entgangen. Sie zeichnen sich durch Artenarmut und die lichte Stellung der Bäume aus.

4. Ericoide Vegetation höchster Lagen. Das Klima ist noch extremer als das des *Acacia*-Höhenwaldes. Bis etwa 2500 m dominiert auf trockenen Böden *Philippia montana* in dichten Beständen. An feuchten Stellen entstehen Hochgebirgswiesen aus Gramineen und Cyperaceen, die versumpfen können. Über 2500 m herrscht in der ericoiden Vegetation die niedrige büschelbildende *Stoebe passerinoides*.

#### c) Mauritius

Nach VAUGHAN und WIEHE (1937) sind im Unterland (Lowlands, 0—360 m Meereshöhe) 2 Jahreszeiten zu unterscheiden: eine heiße regen-

reiche, vom Dezember bis April und eine kühle trockene mit gelegentlichen Schauern von April bis November. Im Oberland (Uplands), wo die relative Luftfeuchtigkeit das ganze Jahr hindurch höher ist als im Unterland, folgen dagegen auf eine warme regenreiche Jahreszeit (Dezember—April) eine kühlfeuchte (Mai—September) und eine trockene Jahreszeit (Mitte September bis November). Die Temperaturen sind allgemein sehr gemäßigt, die jahreszeitlichen und die tageszeitlichen Schwankungen sind sehr gering. Die höchste gemessene Maximaltemperatur lag bei 34,8°C, selten wird mehr als 32°C erreicht. In Curepipe maß man am Boden 5—7°C als niedrigste bisher bekannte Temperatur auf Mauritius. Die Regenmengen sind auf der Luvseite (Südostpassat) im südöstlichen Küstengebiet am höchsten und erreichen 1900 mm im Jahr, während das nordwestliche Unterland im Lee nur 890 mm erhält. Für das Oberland allerdings werden Jahresniederschläge von etwa 2500—5000 mm angegeben.

Nur wenige isolierte Reste des Urwaldes sind im Oberland noch erhalten. Es sind epiphytenreiche Regenwälder, deren obere Baumschicht bis zu 25, meist aber um 20 m hoch ist (vgl. auch VAUGHAN und WIEHE, 1941). In den feuchtesten Teilen mit Jahresniederschlägen von 4500—5000 mm sowie häufigen Nebeln und bei etwas geringeren Temperaturen (im Südwesten der Insel um den Mt. Cocotte 744 m) gedeiht ein Mooswald. Auf den Stämmen und unteren Zweigen seiner Bäume steht ein dichter Bewuchs von Moosen und Farnen. Als „Subklimax“ für die Wälder bezeichnen die Autoren ein *Sideroxylon*-Dickicht, dessen oberste Baumschicht bis zu 10 m hoch wird. Die *Philippia abietina*-Heide (endemische Art), die heute nur eine kleine Fläche im Südwesten der Insel einnimmt, soll früher weiter verbreitet gewesen sein. Die Autoren vergleichen sie mit dem ericoiden Gebüsch der Gebirge von Madagaskar und Ostafrika.

Nachdem diese natürlichen ursprünglichen Pflanzengesellschaften durch den Menschen zerstört wurden, haben sich anthropogene Gebüsch ausgebreitet, jedoch kaum Grasland, da solches, in Entstehung begriffen, fast nie beweidet wird. Die Pflanzenarten dieser Gebüsch sind zumeist eingeführt.

Das Unterland, soweit es Niederschläge über 1000 bis 2500 mm jährlich erhält, war ursprünglich von einem *Elaeodendron-Diospyros*-Wald eingenommen. Er ist in seinen Resten nur undeutlich geschichtet, viel lockerer als der Wald des Oberlandes, ohne Epiphyten und nur mit wenigen Moos- und Farnarten. Hier fanden sich vor der Ausbeutung die wertvollen Ebenhölzer und an-

dere Nutzhölzer. In Gebieten mit Regen unter 1000 mm, einem schmalen Streifen an der Westküste, wird eine Palmensavanne angenommen, die jedoch erloschen ist. Ob die Autoren diese Gesellschaft für natürlich halten, läßt sich ihren Angaben leider nicht entnehmen. Als anthropogene Sekundärgesellschaften werden die Grassavannen und *Leucaena-Furcraea*-Gestrüppe, sowie andere Gebüsch und der *Albizia*-Wald beschrieben.

### 3. LITERATUR ÜBER MOORE AUF MADAGASGAR UND DEREN VEGETATION<sup>6)</sup>

Die ältesten mir bekanntgewordenen Angaben über Torf auf Madagaskar finden sich bei FERRY (1898). Er beschreibt die Ziegelherstellung in der Umgebung von Tananarive und geht kurz auf die Torflager ein, die zur Gewinnung von Brennmaterial ausgebeutet werden. Normalerweise lägen unter 10—15 cm Humus 1—1,5 m Ton und darunter mehr oder minder große Torflinsen. Besonders mächtig wären diese im Nordwesten von Analakely gewesen, nämlich bis 1,5 m. Im Orts- teil Analakely aber liegt heute der Markt der Stadt Tananarive. Bei den von PERRIER DE LA BATHIE (1914) beschriebenen „Torfmooren“ von Marotampona handelt es sich um Pflanzenreste (mit Skeletten von *Aepyornis* und *Hippopotamus*), die von dem Fluß Andrantsay (zwischen Betafo und Antsirabé) als Alluvionen abgelagert worden sind. Darüber liegt etwa 1 m Ton.

Der Schweizer C. KELLER (in FRÜH und SCHRÖTER 1904, S. 136) faßt seine Eindrücke folgendermaßen zusammen: „Die Moore Madagaskars, in den Küstengebieten ungemein zahlreich und für das Reisen sehr hemmend, gleichen im wesentlichen unseren „Riedern oder Streuriedern“ (Rasenmoore!), natürlich mit anderen Pflanzenformen: Binsen, Cyperus, Pandanus, dann eine reichere Farnvegetation, stellenweise Arum<sup>7)</sup> — im wesentlichen Sumpfland mit ausgedehnten Tümpeln. — ... Ein torfiger Rasen kommt auf Madagaskar im Küstengebiet vor. Er ist aber, soviel ich mich erinnere, nur da vorhanden, wo *Lycopodium cernuum* fast ausschließlich wächst. Die Dicke dieser von abgestorbenen Wurzeln und Stengeln durchsetzten Schicht dürfte jedoch nur etwa 30 cm betragen. Trockenem Torf, wie er bei uns besonders in Fichtenbeständen durch Abfallen der Nadeln entsteht und später durch Regenwürmer in Mulltorf verwandelt wird, habe ich gelegentlich in Wäldern der Rafiapalme<sup>8)</sup> gesehen. Torf als Brennmaterial habe ich nie verwenden sehen; es würde sich auch nicht lohnen, die jeden-

<sup>6)</sup> Vgl. hierzu meinen Literaturbericht über tropische Moore in Erdkunde XIV, Heft 1, S. 58—63 (1960).

<sup>7)</sup> Sicher ist *Typhonodorum lindleyanum* gemeint.

<sup>8)</sup> *Raphia ruffia*.

falls sehr geringen Quantitäten torfähnlicher Substanzen auszubeuten.“ (Siehe aber hierzu FERRY, oben!)

Echte Torfmoore (*tourbières vraies*) beschreibt erstmals PERRIER DE LA BATHIE (1921 a). Er versteht darunter autochthone Bildungen und scheidet sie von den pflanzlichen Alluvionen (*alluvions végétales*), die allochthon sind. Entgegen vielfachen Behauptungen, es gebe in tropischen Gebieten keinen Torf, weist er nach, daß auf Madagaskar ziemlich mächtige Lager vorkommen, die sogar als Brennmaterial ausgebeutet werden könnten.

Die Sumpf- und Moorvegetation ist auf der ganzen Insel, d. h. in beiden Florengebieten, ziemlich einheitlich. In der östlichen Region gibt es Sphagnum-Moore (*tourbières à Sphaignes*), die konstantes absolut klares Wasser und schattiges feuchtes Waldklima fordern. Durch die ausgedehnte Entwaldung sind sie zu toten Mooren geworden, die von einer dünnen Schicht von Alluvionen bedeckt sind. Das betont auch JOVET-AST (1948), die angibt, daß in der zentralen Region heute zumeist keine Sphagnen mehr vorkommen. In Höhen über 1700 m sollen die Torfmoore wie in der temperierten Zone aussehen.

PERRIER DE LA BATHIE (1921 a) beschreibt ein Torfmoor aus dem östlichen Küstengebiet zwischen Ampasimeloka und Loholoka. Es liegt in einem Wald, der von Lagunen umgeben ist, und hat etwa 1 ha Oberfläche. Von Farnen und *Pandanus* eingerahmt, ist es ganz von Torfmoosen bedeckt (*Sphagnum bernieri* BESCH), zwischen denen einige Bulte einer Cyperacee (*Lepironia mucronata* BESCH) stehen. Der Torf soll mehrere Meter mächtig, sehr homogen, leicht und braun sein.

Weitere kleinere Torfmoore fand PERRIER DE LA BATHIE (1921 a) im östlichen Florengebiet in 300–600 m Meereshöhe. Sie liegen im Urwald versteckt und werden in den randlichen schattigen Teilen aus reinen Moosbeständen gebildet (*Polytrichum subformosum* BESCH, *Sphagnum icongense* WARNST.), ins schattenärmere Zentrum hingegen dringen Farne ein.

Im Südosten der Insel gibt es nach HUMBERT (1941) auf den höchsten Gipfeln des Andohahela-Gebirges kleine sumpfige Becken mit Sphagnen und den üblichen Arten dieses Standortes, jedoch mit nur geringer Torfbildung.

Für die Küstensümpfe finden wir bei PERRIER DE LA BATHIE (1921 b) folgende Pflanzenliste: Orchideen, *Pandanus spec.*, *Tachiadenus carinatus* GRISEB. (*Gentianaceae*), *Nepenthes madagascariensis* POIV., *Acrostichum aureum* (*Polypodiaceae*, bes. häufig), *Cyperus madagascariensis* R. et SCH., *Typha angustifolia* L., *Typhonodo-*

*rum lindleyanum* SCHOTT (*Araceae*). Der Torf bildet sich insbesondere aus Rhizomen und Zweigen von *Nephrodium unitum*, *N. cuculatum* und zahlreichen Cyperaceen. Es handelt sich also um Farn- und Cyperaceen-Moore (s. u.).

Im zentralen Hochland gibt es nach PERRIER DE LA BATHIE (1921 a und b) kaum noch lebende Moore. Allgemein nennt er Sphagnen, Gramineen, Cyperaceen und Farne als subfossile Torfbildner, unter den letzteren nur wenige, aber weit verbreitete Arten: *Nephrodium thelypteris*, *Osmonda regalis*, *Alsophila baroni* (*Cyatheaceae*), ferner *Pandanus*-Arten sowie *Smithia chamaecrista* (*Papilionaceae*). Hinzu kommen vielfach Erdorchideen als Begleiter.

Auf den Hochflächen der Tampoketsa gedeihen an schattigen Stellen in Becken mit höchstens 200 m im Durchmesser torfbildende Moose (*Sphagnum icongense*) und Farne (*Alsophila baroni*, *Cyathea dregei*, *Blechnum tabulare*, *Osmonda regalis* var. *obtusifolia*). Im Andringitra-Massiv gibt es außerdem einige kleinere Moore in waldfreien Gebieten zwischen 1400 und 2200 m. Torfbildner sind die Moose *Polytrichum subformosum* und *Sphagnum mauritianum* WARNST., oberhalb von 2000 m durchsetzt von *Restio madagascariensis* CHERMEZ. und einer Cyperacee. Ebenfalls aus dem Andringitra-Gebirge beschreibt HUMBERT (1927, 1928) aus Höhen von etwa 2300 m feuchte Becken und Tälchen mit lebenden Torfmooren und folgenden Arten: *Sphagnum mauritianum* WARNST., *Polytrichum subformosum* BESCH, *Restio madagascariensis* CHERM., *Cyperus calochrous* CHERM., sowie *Helichrysum aphelexioides* D. C., *Sweertia luhbaniana* (VATHE) ENGL. und *Anagallis*-, *Drosera*-, *Utricularia*-, und *Eriocaulon*-Arten. Auf den Gipfeln des Tsaratanana-Gebirges bildet *Sphagnum grandirete* WARNST. eine Art kleiner Hängemoore, die durch die ericoiden Sträucher an den schroffen Hängen festgehalten werden und in die man bis zu den Hüften einsinken kann (JOVET-AST 1948, hier auch Liste der von Madagaskar bisher bekannten Sphagnen).

Unterhalb von 1300 m (PERRIER DE LA BATHIE 1921 a) bzw. oberhalb von 1700 m (1921 b) sind die *Sphagnum*-Moore von einem Dickicht von ericoiden Sträuchern (*Ericaceae* und *Compositae*) bedeckt. Er nennt (1921 b) *Agauria*, *Philippia*, *Vaccinium* und *Helichrysum*.

Auf den Westhängen des zentralen Hochlandes findet man in Felsspalten winzige Moore, die jedoch in der Trockenzeit austrocknen. In Höhenlagen zwischen 1400 und 2000 m bilden *Brachymerium argenteum* THERIOT und *Leucobryum madagassum* BESCH sowie eine Cyperacee mit sehr dichten Wurzelbüscheln (*Eriospora setiflora*)

die Pflanzendecke dieser Moore, in tieferen Lagen tritt zu den beiden zuerst genannten das Moos *Octoblepharum albidum* hinzu.

PERRIER DE LA BATHIE (1921 a) beschreibt ferner die größere Flächen bedeckenden und weiter verbreiteten Farn- und Cyperaceen-Moore (tourbières à Fougères et à Cypéracées). Sie entwickeln sich auf wasserundurchlässigen Böden breiter Sumpfniederungen in stehenden Gewässern und sind besonnt. Der Torf ist oft tonhaltig und daher nur ein mittelmäßiges, sehr aschenreiches Brennmaterial. Die dominierenden Arten pflügen 60—100 cm hoch zu sein; ihre Rhizome sind verfilzt und bilden in den obersten Schichten einen leichten porösen Torf, der in tieferen Schichten mit stärkerer Zersetzung dichter wird. Die Rhizome sind aber immer zu erkennen. Folgende Pflanzenarten dominieren in küstennahen Mooren: *Nephradium unitum* R.BR., *Cyperus latifolius* POIR., *C. nudicaulis* POIR., *Typha angustifolia* L., *Cyperus aequalis* WHAL. Als Begleiter, die aber stellenweise auch dominieren können, führt er an: *Rhynchospora* spec., *Cyperus madagascariensis* ROEM. et SCHULT., *Typhonodorum lindleyanum* SCHOTT, *Leporonia mucronata* L. C. RICH., *Pandanus* spec. Um 300 m Meereshöhe fand PERRIER DE LA BATHIE folgende dominierenden moorbewohnenden Arten: *Nephradium unitum*, *Cyperus latifolius*, *C. nudicaulis*, *Pycreus mundtii* NESS. Darüber ändert sich das Bild: *Nephradium thelypteris*, *Cyperus herana* CHERM. dominieren; als Begleiter treten am Rand der Moore auf: *Ficus* spec., *Pandanus* spec., *Cyathea* spec.

Im zentralen Hochland haben diese Moore früher weite Flächen bedeckt, sind heute aber oft übersandet und tot. Dennoch kann man viele, z. T. gut erhaltene Reste finden. Ganz allgemein dominiert unterhalb von 1400 m Meereshöhe am Ufer verlandeter Seen *Cyperus imerinensis* BÖCKELER (= *C. madagascariensis* ROEM. et SCHULT.). Aus der Grabensenke des Lac Alaotra beschreibt PERRIER DE LA BATHIE 3 Moortypen: 1. das *Cyperus herana*-Moor, in dem die genannte Pflanze fast ausschließlich herrscht (s. a. ROCHE 1952, der außerdem noch *C. madagascariensis* angibt). 2. Das *Nephradium thelypteris*-Moor, dessen Dominante von *Cyperus nudicaulis*, *Emilia ascendens*, *Leersia ascendens*, *Pycreus mundtii* und *Helichrysum* spec. begleitet wird. 3. Das *Pycreus solidifolius*-Moor mit den Begleitern *Nephradium* spec., *Pycreus simulans* und *Cyperus platycaulis*. Begleiter dieser 3 Moortypen, welche zur Torfbildung beitragen, sind nach PERRIER DE LA BATHIE: *Helichrysum cryptomerioides*, *Polygonum nepalense*, *Smithia chamaecrista*, *Pycreus densifolius*, *Cyperus subaequalis*, *C. dichrostachys*, *Viola*

*abyssinica*, *Bulbostylis cinnamomes*, *Cyathea dregei*, *Alsophila baroni* und *Osmunda regalis* var. *obtusifolia*.

BOITEAU (1947) unterscheidet folgende Pflanzengesellschaften der Moore im Gebiet des Lac Alaotra: 1. Zeitweilig überflutete Täler: Gesellschaften mit dominierender *Orchippeda thourarsii* (*Apocynaceae*). 2. Dauernd überflutete Niederungen: Gesellschaften von *Pandanus chapelieri*. 3. Große Sumpfniederungen mit Cyperaceen, randlich häufig *Typhonodorum lindleyanum*. 4. Torfmoore in kleineren Becken im Wald, die von kolloidfreiem Infiltrationswasser gespeist werden. Sie sind infolge der Waldzerstörung nur in fossilem Zustand vorhanden.

*Cyperus latifolius* bildet nach RIQUIER und SEGALIN (1949) auf einem 2. Entwicklungsstadium feuchter toniger Alluvionen die Vegetation, während ein 3. und letztes Stadium dieser Bodenentwicklung auf tonigen und torfigen Alluvionen von *Cyperus imerinensis* (mad. = „zozoro“) beherrscht wird. *Phragmites communis* steht auf sandigen Alluvionen. MOUREAUX und RIQUIER (1951) nennen *Sphagnum* plur. spec. indet. als Torfbildner unter den beiden genannten *Cyperus*-Arten. In dieser Torfmasse wachsen *Nephradium*-, *Scirpus*- und *Eleocharis*-Arten.

Aus dem Gebiet von Andilamena, etwa 35 km nördlich des Lac Alaotra, liegt eine Arbeit von BOSSER (1954) vor, der die Entwicklung der Vegetation bei der Trockenlegung der Sümpfe beschreibt. An den feuchtesten Stellen dominiert *Cyperus madagascariensis*, an den weniger feuchten *C. latifolius* (mad. = „herana“). Nach dem Drainieren verschwindet zuerst die erste Art, später auch die zweite und eine sehr heterogene instabile Vegetation tritt auf. Unter den Gräsern bilden fast reine inselförmige Bestände: *Leersia hexandra*, *Echinochloa pyramidalis*, *Brachiaria* cf. *madecassa*, *Cynodon dactylon* und *Paratheria prostrata*, während mehr akzessorisch beigemischt sind: *Digitaria debilis*, *Panicum glabrescens*, *Setaria pallidifusca*, *Sacciolepis africana* und *Panicum glanduliferum*. Aus anderen Familien finden sich: *Polygonum senegalense*, *P.* spec., *Ethulia conyzoides*, (*Compositae*), *Grangea* spec., (*Compositae*), *Pycnostachys coerulescens* (*Labiatae*), *Jussiaea suffruticosa* (*Oenotheraceae*), *Pycreus* spec. (*Cyperaceae*) und *Cyperus aequalis*. Auf sandigen wasserdurchtränkten Böden fand BOSSER eine weniger verbreitete Gesellschaft von *Trichopteryx dregeana* mit den Begleitern *Cyperus aequalis*, *Fimbristylis ferruginea* (*Cyperaceae*), *Rhynchospora glauca* (*Cyperaceae*), *Eragrostis curvula*, *Panicum parvifolium*, *Tristemma virusanum* (*Melastomaceae*), *Hydrocotyle asiatica*, *Emilia ascendens* (*Compositae*). Auch die dritte Gesell-

schaft ist wenig verbreitet auf feuchten Böden zu finden. *Pycreus mundtii* (Cyperaceae) ist für sie charakteristisch zusammen mit *Leersia hexandra* und *Hydrocotyle* spec. Auf schlecht drainierten Kolluvionen lateritischer Herkunft stehen *Cyperus latifolius*-Bestände oder eine *Leersia hexandra*-Wiese. Auf sandig humosen grauen Kolluvialböden ist eine Gesellschaft feuchtigkeitsliebender Pflanzen zu finden: *Aristida similis*, *Eragrostis curvula*, *Digitaria humberti* (Umbelliferae), *Hydrocotyle asiatica*, *Xyris* spec., *Emilia adscendens*, *Desmodium frutescens* (Leguminosae).

Die umfassende Monographie des Distrikts von Bealanana (nördl. Madagaskar) von DUFOURNET (1957) beschäftigt sich auch ausführlich mit den Mooren dieses Gebiets. Es werden zwei Typen unterschieden: *Cyperus latifolius*-Sümpfe und *Cyperus madagascariensis*-Sümpfe. Die letztere Pflanze erreicht Höhen von 2—4 m und ist zumeist im Reinbestand vorhanden. *Typha angustifolia* und seltener an Wasserrändern *Typhonodorum lindleyanum* sind eingestreut. Angehörige der Gattungen *Osmunda*, *Neprodium*, *Scirpus*, *Picreus*, *Eleocharis*, *Ipomoea*, *Impatiens*, *Polygonum*, *Echinochloa* und *Smithia* können als Begleiter auftreten. Auf Sandflächen gedeiht *Phragmites communis*. Drei Vegetationsprofile verdeutlichen die Zonierung dieser Sumpfgesellschaften im Gelände. Die tieferen, das ganze Jahr hindurch überschwemmten Talgründe, werden von den *Cyperus madagascariensis*-Sümpfen eingenommen, die randlichen Streifen von *Cyperus latifolius*. Als „Betrontany“ bezeichnen die Tsimihety (Stamm der Malgaschen) Moorböden, die von einer Schicht junger gelblicher Alluvionen bedeckt sind. Solche Böden kommen stellenweise randlich an den Mooren vor. Auf ihnen dringen Gramineen und *Solanum auriculatum* in die *Cyperus*-Bestände ein. Etwa 30 000 ha des Distrikts sind von Torfböden bedeckt. Die organische Substanz ist von 30 cm bis über 2 m mächtig und enthält 57% mineralische Bestandteile. Nach SEGALIN und TERCINIER wäre sie nicht zu den echten Torfen zu rechnen. Darunter liegt plastischer weißlicher, grauer oder bläulicher Ton. DUFOURNET bespricht ausführlich die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Moorböden im Hinblick auf die Drainierung und Bodengewinnung.

In der westlichen Region soll es nach PERRIER DE LA BATHIE (1921 a) Moore nur an Quellen geben, die in eine tonige Senke fließen. Nach demselben Autor (1921 b, vgl. auch HUMBERT 1927) sind die typischsten und auffälligsten die *Raphia*-Sümpfe, die dauernd feucht sind, so daß es nur hier zur Torfbildung kommen soll. Manchmal ist *Raphia ruffia* (Palme) die einzige Dominante, doch können auch *Neprodium uni-*

*tum*, *N. cucullatum*, *Cyperus aequalis* und andere *Cyperus*-Arten, sowie *Sphagnum*, das auch nach JOVET-AST (1948) heute immer seltener wird, vorkommen. Mehr als Begleiter gelten *Pandanus* spec., *Typhonodorum lindleyanum*, *Ficus* spec., *Mascarenhasia arborescens* (gegen den Rand hin, Apocynaceae), *Leea sambucina* (Leeaceae), sowie *Elaeis guineensis* var. *madagascariensis* (am Sumpfrand, nur südlich Cap St. André). Ist das Wasser der Sümpfe tiefer, dann stellt sich dieselbe Vegetation ein, wie in anderen Regionen der Insel. Doch wird *Cyperus imerinensis* durch *Phragmites communis* ersetzt und es tritt *Nepentia prostrata* (Mimosaceae) hinzu. Moore, die von kalkfreiem Wasser gespeist werden, haben nach PERRIER DE LA BATHIE (1921 a) als Dominanten: *Neprodium unitum*, *N. spec.*, *Cyperus demispicatus*, *C. volodioides*; Begleiter sind *Polygonum senegalense*, *Cyperus aequalis*, *C. nucicaulis*, *Scleria* spec., *Typhonodorum lindleyanum* und *Typha angustifolia*. SEGALIN und MOUREAUX (1950) geben aus den Sümpfen des Befandriana (Bas-Mangoky) folgende Pflanzenliste an: *Cyperus latifolius*, *C. alternifolius*, *Heleocharis plantaginea*, *Typha angustifolia*, *Typhonodorum lindleyanum*, *Phragmites communis*, *Sporobolus indica*, *Cynodon dactylon* und *Cryptostegia madagascariensis*. Auf kristallinem Boden und Alluvionen gibt es zeitweilig versumpfte Stellen mit *Phragmites communis* (mad. = „bararata“) als Dominante und einzelne *Ficus sakalavarum*. Entsprechende Stellen auf Kalkböden werden von *Typha angustifolia* und dem großen Farn *Acrostichum aureum* beherrscht. Nur selten gibt es im Küstengebiet solche Kalkmoore, in denen nach PERRIER DE LA BATHIE (1921 a) außerdem auch noch *Cladium mariscus* und *Rhynchospora cyperoides* als Dominanten, jedoch ohne Begleiter vorkommen.

Sämtliche Pflanzenarten der Farn- und Cyperaceen-Moore können auch außerhalb dieser Moore vorkommen, kümmern aber dann und produzieren keinen Torf.

PERRIER DE LA BATHIE erwähnt dann noch die Aschensteine (Cinérites) aus dem Quartär oder älteren Zeiten des Ankaratra-Gebirges und deutet sie als fossile Torfe mit Einschlüssen von *Neprodium unitum* und *N. thelypteris* sowie verschiedener Rhizome.

Die von PERRIER DE LA BATHIE näher beschriebenen *Schwimmgassenmoore* (tourbières flottantes), die sich auf Seen und Teichen der westlichen Region, sowie auf Süßwasserlagunen der östlichen Küstengebiete entwickeln, liefern nur im Wasser umgelagerte (allochthone) Torfe. Da diese, sowie die pflanzlichen Alluvionen der Flußmündungen

und des Meeres für unsere Untersuchungen unbrauchbar sind, gehen wir hier darauf nicht ein.

Zur Kultivierung eignen sich die beschriebenen Moore im allgemeinen nicht, es sei denn, daß größere Mengen anorganischer Stoffe beigemischt sind. Die übersandeten und mit tonigen Ablagerungen bedeckten Moore des zentralen Hochlandes sind jedoch vielfach in Reisfelder verwandelt. Hier wird auch der Torf als Brennmaterial zum Ziegel- und Topfbrennen verwendet.

PERRIER DE LA BATHIE meint, daß man durch Zusatz von Torf und Kalk die lateritischen Tonböden verbessern könnte. Als brauchbares Brennmaterial kämen jedoch nur die leider wenig verbreiteten *Sphagnum*-Torfe sowie die Braunkohlentorfe der Aschensteine des Ankaratra-Gebirges in Frage, die jedoch viel zu geringmächtig sind, um abbauwürdig zu sein.

#### 4. LITERATUR ÜBER MOORE AUF REUNION UND DEREN VEGETATION

In der Zwergstrauchheidenstufe der Insel Réunion (oberhalb der Baumgrenze um 2000 m Meereshöhe bis etwa 2500 m) finden sich nach RIVALS (1952) flache, schlecht entwässerte Stellen, an denen hochmontane Rasen von Gramineen und Cyperaceen oft in Sümpfe umgewandelt sind. Der Artenliste des Autors entnehmen wir: *Serpicula veronicaefolia* BORY (*Haloragaceae*), *Asterochaete nitens* K. (*Cyperaceae*), *Carex borbonica* SCHKR., *C. typhoides* BORY, *Cyperus ferrugineus* POIR., *Eriocaulon repens* LAM., *E. striatum* LAM., *Ischaemum koleostachys* (STEND.) HACK (*Gramineae*), *Pennisetum cafrum* (BORY) LEEKE, *Asplenium stoloniferum* BORY, *Sphagnum patens* BRID. (nicht häufig). Kleine Moore gibt es in den Plaines des Salazes nahe dem Coteau Kervéguen und im Gebiet des Volcan, im sog. Foc-Foc nahe den Ramond-Kratern. In der trockenen Jahreszeit trocknen diese Stellen aus und sind als bleiche Flecken in der Landschaft erkennbar.

#### 5. LITERATUR ÜBER MOORE AUF MAURITIUS UND DEREN VEGETATION

Natürliche Sumpfgesellschaften finden sich nach VAUGHAN und WIEHE im regenreichen Teil des Oberlandes. In einer *Pandanus*-Gesellschaft, in welcher *Pandanus*-Büsche mit ihren typischen Stelzwurzeln oft Durchmesser bis zu 10–20 m erreichen, gedeihen häufig *Helichrysum*, *Olea*, *Sideroxylon* und *Ochna*. Hier setzt vielfach die Sukzession zum *Sideroxylon*-Busch an.

Die *Stillingia*-*Croton*-Sümpfe sind heute auf einen engen Bereich um „Les Mares“ beschränkt und kommen auf grauem Ton vor. Die beiden endemischen Euphorbiaceen-Arten *St. lineata* und

*C. fobergillaefolius* sind buschförmig und etwa 1 m hoch. Torfbildend ist *Cyperus costularioides* (*Cyperaceae*). *Sphagnum tumidulum* und *S. cymbifolium* sind in dieser Gesellschaft verbreitet. Trockenere Stellen werden von *Juncus effusus* und *Rhynchospora glauca*, manchmal auch *Blechnum tabulare* eingenommen. *Panicum nossibense* und *Hydrocotyle asiatica* siedeln sich mit ihren Ausläufern auf nacktem Boden an.

Beide Gesellschaften können beim Austrocknen in eine *Philippia*-Heide oder ein *Sideroxylon*-*Helichrysum*-Gebüsch übergehen. Aber auch viele eingeführte Arten siedeln sich hier an. Insbesondere sind die *Ravenala madagascariensis*-Wälder („Baum der Reisenden“) zu erwähnen, welche das Austrocknen der Sümpfe fördern.

Im Küstengebiet gibt es *Rhizophora mucronata*-*Bruguiera gymnorhiza*-Mangroven. Im Brackwasser bilden *Typha javanica*, *Cladium jamaicense* und *Phragmites communis* die erste Verlandungsvegetation.

#### 6. TORFBOHRUNGEN AUF MADAGASKAR UND DEN MASKARENEN (Abb. 3).

Bisher wurden lediglich von bodenkundlicher Seite Bohrungen in den Mooren Madagaskars gemacht, deren Ergebnisse teilweise veröffentlicht sind. Mir standen jedoch auch unveröffentlichte Ergebnisse der Bohrungen des „Génie rural“, der sich u. a. mit der Drainierung ausgedehnter Sumpfbereiche zur Gewinnung von Reisanbauland beschäftigt, zur Verfügung, die mir wertvolle Hinweise gaben. Da ich die Bohrungen während der Trockenzeit ausführen mußte, konnte ich nur in seltenen Fällen blühende Pflanzen antreffen. Aus diesem Grund sind meine Angaben über die heutige Vegetation der Moore nur sehr summarisch und lückenhaft. Daher bin ich auch so ausführlich auf die Literatur eingegangen.

##### 1. Florenprovinz des zentralen Hochlandes

a) Quellmoore und Moore in kleineren Bachtälern. In vielen Tälern des Hochlandes, insbesondere jenen kleinerer Bäche, sowie in Quellgebieten gibt es Torfmoore von geringer Tiefe. Aus der weiteren Umgebung von Tananarive, nicht sehr weit von der Grenze des östlichen Urwaldes entfernt (etwa 1400–1500 m Meereshöhe), beschreibt DIDIER DE ST. AMAND einige Bodenprofile aus solchen Tälchen, die jedoch nur gering mächtige Torfablagerungen aufweisen. Offenbar handelt es sich um lockeren schwinggrasähnlichen Torf, wie ich ihn auch bei meinen Bohrungen in ähnlich gelegenen Gebieten fand.

In einem kleinen Restwald, der heute von Sekundärsteppe umgeben ist, nahe der Forêt d'Am-

bohitantely (östl. Anka-zobé), habe ich die Bohrung B 13 in einem *Pandanus*-Sumpf (ca. 1575 m Meereshöhe) ausgeführt. Sie ergab 195 cm eines tiefschwarzen Tones, der offenbar sehr reich an zersetzter organischer Substanz ist. Darunter lag gelblicher Sand.

In den Tälern der weit ausgedehnten sekundären Grassteppen finden sich zahlreiche Moore. Neben vielen Probesondierungen, die immer wieder nur geringe Mächtigkeiten ergaben, habe ich einige vollständige Profile entnommen.

- B 123, ca. 1520 m Meereshöhe bei Manakazo an der Piste zur Forêt d'Ambohitantely. 2,60 m Torf zuletzt sandig, darunter Sand. Heutige Vegetation: Cyperaceen, Gramineen, vereinzelt *Sphagnum*-Polster, *Drosera*, *Eriocaulon*.
- B 124, ca. 1500 m Meereshöhe bei Ankafohé, nahe der Straße Tananarive—Majunga, nördlich Manakazo. 1,20 m Torf, jedoch 40—60 cm ein Wasserkissen.
- B 15, ca. 1550 m Meereshöhe bei Ambatofotsy, östl. Ambatolampy. 1,20 m Torf, darunter 15 cm Ton. Heutige Vegetation: bultige Cyperaceen und Eriocaulaceen, an offenen Stellen *Lycopodium*, *Drosera*, *Sphagnum*-Polster.
- B 16, ca. 1575 Meereshöhe, an der Straße Ambatofotsy—Tsinjoarivo. 1,90 m Torf, darunter 30 cm Ton und Sand. Unbebautes Land, nahe an Reisfeldern.

#### Im südlichen zentralen Hochland:

- B 148, nahe Anka-zomiranga, Pflanzbeete des Forstamtes, unweit des Randes des östlichen Urwaldes, östl. Fianarantsoa, 1330 m Meereshöhe. 180 cm Torf, 20 cm toniger Torf, darunter Sand.

Der Torf der Bohrungen B 123, 15, 16 und 148 war wie der zahlreicher Probesondierungen stark zersetzt, sehr wäßrig und enthielt vielfach Wasserkissen. Zumeist konnte man keine Pflanzenreste mehr erkennen, nur der schwarze Torf von B 148 war bis untenhin von rezenten Wurzeln durchzogen.

In den Reisfeldern hatte ich kein Glück bei meinen Bohrungen. Es stellte sich bald heraus, daß sie im zentralen Hochland überall auf tonigen Ablagerungen der Täler angelegt waren. Bei den ersten Bohrungen um Tananarive fand ich lediglich öfters eingelagerte Torflinsen, die offenbar aus Schwemmtorf bestanden, welcher in der trockenen Jahreszeit dunkel und recht kompakt, aber tonhaltig war.

- B 3, ca. 1200 m Meereshöhe, südl. Ambalamamba, 0—20 cm Ton, 20—120 cm Torf, darunter Ton.
- B 6, etwa 1240 m Meereshöhe, Ziegelei südl. Andranovaky, nahe am Ikopa-Fluß. 0—20 cm Ton, 20—95 cm Torf, 95—105 cm tonhaltiger Torf, darunter sandiger Ton.
- B 7, Reisfeld in der Nähe des Bahnhofs Tananarive. Etwa 110 cm torfhaltiger Ton, darunter Sand (keine Proben entnommen). Natürliche Vegetation in der Nähe dieses Gebietes: ein *Cyperus madagascariensis*-Bestand.

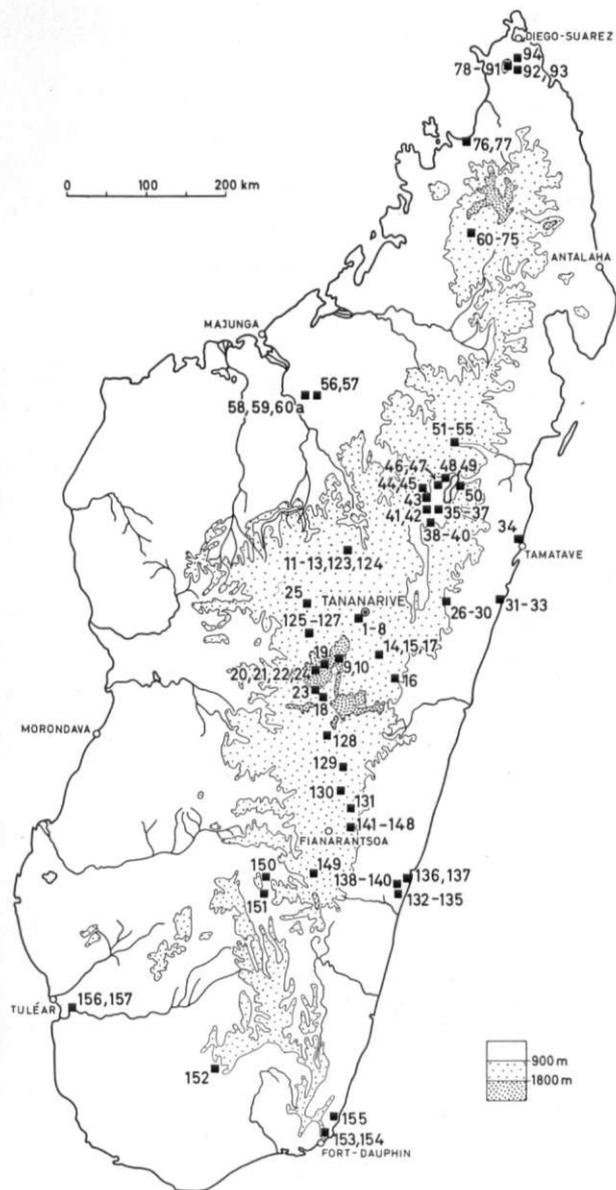


Abb. 3: Karte der Moorb Bohrungen auf Madagaskar (das „B“ vor den Nummern der Bohrungen wurde fortgelassen).

#### Im Ankaratra-Gebirge:

In den Quellmooren der höheren Gebirgslagen (Abb. 8), die zur Trockenzeit mit vertrockneten Gramineen, Cyperaceen und auch Sphagnen bestanden waren, fand ich ebenfalls nur geringe Torfmächtigkeiten.

- B 9, Col de Mahafampona oder Col de Faratsiho, ca. 2300 Meereshöhe. Kleines z. Z. trockenes Quellmoor. 0—105 cm: stark zersetzter braun-schwarzer trockener Torf, darunter Erde und Steine, Quellhorizont.

B 24, ca. 2000 m Meereshöhe, nordöstl. Station forestière Nanonkely. Mittelgroßer Kessel von hohen Bergen umgeben. Im Grunde ein Moor mit etwa 800 m Durchmesser, in dessen Zentrum gebohrt wurde. 0—160 cm: Torf, bis 180 cm Ton, darunter Sand. Heutige Vegetation: bultige *Cyperaceen*.

b) Vermoorte Vulkankrater. Ausgezeichnete Ergebnisse erbrachten jene Bohrungen, die ich in vermoorten Kratern bzw. in Seitenbeken großer Seen oder Moore durchführen konnte, welche von großen Lavaströmen aufgestaut worden waren.

B 23, ca. 1875 m Meereshöhe, Kessel von Vinaninony im südwestl. Teil des Ankaratra-Massivs. Großer versumpfter Kessel, Moor mit etwa 3—5 km Durchmesser. 0—4 m Torf (bei 340 cm eine [Tuff?]-Sandschicht), 4—7 m toniger Torf, darunter Ton und Steine. Heutige Vegetation: Nach der vor kurzer Zeit erfolgten Trockenlegung durch den Génie rural zur Trockenzeit vertrocknet. *Cyperaceen* und *Gramineen*.

Im Vulkangebiet westlich von Antsirabé liegen drei in Verlandung begriffene Kraterseen. Während der Lac Anosy (ca. 1560 m Meereshöhe, 6 km östl. Betafo) in einer randlichen Verlandungszone mit *Cyperus madagascariensis* keine Torfbildungen aufwies, war es leider unmöglich, die beiden anderen Seen näher zu untersuchen. Tabus (mad. = „fady“) verbieten den Eingeborenen dieser Landschaft, die Seen zu befahren. So war es unmöglich, an Ort und Stelle Kähne oder Flöße und das notwendige Hilfspersonal zu bekommen. Auf der Straße Betafo—Faratsiho, etwa 12 km nordöstl. Betafo liegt der Kratersee (Lac Tritrivakely (ca. 1780 m Meereshöhe) mit einem Durchmesser von 300 m. In der Mitte stehen *Cyperaceen*-Bestände, in der Randzone, etwa 10 bis 20 m breit, offenes Wasser. An der Straße Antsirabé-Betafo, etwa 6 km westl. Antsirabé (südl. Antanambao = Ambohimanabé), liegt in einem Kraterkessel östl. des Lac Andraikiba ein ganz ähnlich aussehender See<sup>9)</sup> (ca. 200 m Durchmesser). Eine schmale randliche Zone anstehenden Wassers umgibt den zentralen *Cyperus*-Bestand (Abb. 4). Ich möchte annehmen, daß man in diesen beiden Kesseln jeweils in den zentralen *Cyperus*-Beständen von Flößen aus ergiebige Bohrungen ausführen kann, die auch u. U. zur Datierung des Vulkanismus in diesem Gebiet beitragen könnten.

Folgende erfolgreiche Bohrungen sind aus den Vulkangebieten zu verzeichnen:

<sup>9)</sup> Auf der Karte 1:100 000, Bl. N 49 Antsirabé ist er fälschlicherweise als kleines Reisfeld eingezeichnet. Auf dem Sonderblatt Antsirabé 1:50 000 ist ein Moor mit Abfluß nach Norden angegeben. Auch in der Bezeichnung des benachbarten Dorfes bestehen Unstimmigkeiten: auf der 1. Karte heißt es Antanambao, auf der 2. Ambohinanabé.

B 127, 1230 m Meereshöhe, Sumpfgebiet südl. des durch Vulkane aufgestauten Sees Lac Itasy, an der Straße östl. Soavinandriana, Bucht nahe an den Bergen, (mad. = „tanety“). 0—240 cm sehr wasserreicher heller lockerer Torf, Wurzelwerk, 240—940 cm dunkler kompakterer Torf, 940 bis 970 cm Sand, 970—1050 cm torfhaltiger Sand, 1050—1060 cm und tiefer Ton. Heutige Vegetation: kleine *Cyperaceen*, in der Nähe *Cyperus madagascariensis*.

B 25, ca. 1060 m Meereshöhe, im nordwestl. Teil des Itasy-Vulkangebietes, in einem mehr oder minder runden Seitenkessel des durch einen Lavaström gestauten Marais d'Ifanja, südl. Sanganoro Sud. 0—810 cm wasserreicher dunkler Torf, dann Sand. Heutige Vegetation überwiegend *Cyperus madagascariensis*.

B 60—62. Etwa 1100 m Meereshöhe (?), Ankaizina, im nördl. Teil der Insel Madagaskar, Gelände des BDPA Betaikankana, südwestl. Bealanana. Heute ursprünglich *Cyperus madagascariensis*-Bestände. Durch Lavaström gestaut, seit kurzem drainiertes und kultiviertes Moorgebiet (Abb. 7).

B 60. Unter einem Komposthaufen (da hier noch nicht-bearbeitetes Gelände vorhanden war). 0—140 cm Torf, darunter Sand und Ton.

B 61. In einer Jungpflanzung von Kaffee. 0—280 cm Torf, 280—360 cm Ton, darunter Sand.

B 62. *Cyperus madagascariensis*-Bestand, trocken, weil drainiert, aber noch nicht bearbeitet. 0—150 cm Torf, 150—180 cm tonhaltiger Torf, 180—230 cm Ton.

B 82, ca. 900 m Meereshöhe, Maranakely (mad. = „kleiner Schwingrasen“) (Abb. 5). Moor in einem Kraterkessel der Montagne d'Ambre (Nordspitze von Madagaskar), der bis 1932 z. T. unter Wasser stand. 0—450 cm Torf, bis 475 cm torfhaltiger Ton, bis 820 cm Ton oder Tuff, darunter Sand. Heutige Vegetation: *Gramineen*, *Cynosorchis spec.*, *Emilia cf. humifusa*, *Ageratum*, *Ranunculus pinnatus* und ein Farn.

Teile des Lac Mauduit, ca. 1000 m Meereshöhe, in der Montagne d'Ambre sind von 1 m dicken torfbildenden Schwingrasen bedeckt, unter dem sich jedoch Wasser und in 2,5—3,5 m Tiefe Sand befindet.

c) Lac Alaotra. Im Gebiet der großen Grabensenke um den Lac Alaotra fand ich zu meiner Enttäuschung keine ausreichend mächtigen Torfprofile. In den Sümpfen des Lac Alaotra-Gebietes sind von mehreren Seiten im Zusammenhang mit der Entwässerung und Landgewinnung Bodenprofile erbohrt worden. Mir standen unveröffentlichte Profilketten des Génie rural zur Verfügung, die für das Zentrum des Sumpfgebietes südl. des Sees unter mehreren Metern Wasser eine bis zu 1 m mächtige Schicht von sehr lockerem wasserhaltigem Torf nachweisen. In dem gleichen Gebiet arbeiteten MOUREAUX und RIQUIER, indem sie Bohrungen mit Hilfe von Booten ausführten. Die obersten Schichten enthielten nur das rezente Wurzelwerk des Schwingrasens von *Cyperus madagascariensis* und *C. latifolia*, sowie von Binsen.

Zumeist lockerer wässriger, oft toniger Torf lag in einer Mächtigkeit von wenigen Dezimetern bis zu 2,75 m in den zentralen Teilen darunter, Sand oder Ton bildeten den Untergrund. Für pollenanalytische Untersuchungen schien dieser Torf nicht geeignet zu sein, zumal der Verdacht besteht, daß es sich um Schwemmtorf handelt. Dafür spricht auch, daß sich in den sumpfigen Randgebieten des großen Beckens bei zahlreichen Probebohrungen nur an wenigen Stellen und gering mächtige (1—3 dm) Torflager fanden. Es ist nicht einzusehen, warum in zentraleren Teilen bis zu 2,75 m mächtige Torfschichten unter Wasser und *Cyperus madagascariensis*-Schwinggras gebildet wurden, während in den randlichen sumpfigen, mit *Cyperus* bestandenen Teilen nur geringe oder gar keine Torfbildung festzustellen ist.

Die Entwicklung der durch Drainierung und Melioration gewonnenen Böden im Sumpfgebiet des südlichen Lac Alaotra-Beckens studierte P. ROCHE (1952). Die lokale Sukzession von Torfboden unter Wasser und *Cyperus*-Schwinggras über eine *Cyperus latifolius*-Gramineen-Vegetation mit nur geringer Torfmächtigkeit zu den Reisfeldern mit ebenfalls nur geringmächtigen Torfen oder überhaupt ohne solche ist auch die zeitliche. Vielfach wurde der Torf nach dem Trockenlegen verbrannt. Bei einer Begehung des Geländes mit Herrn P. ROCHE war aber selbst in jenen Teilen des Sumpfgebietes kein Torf mehr zu finden, wo während der Trockenlegung noch mehrere dm mächtige Torfschichten lagen und offensichtlich kein Abbrennen erfolgt war. Ähnliche Erfahrungen machten wir bei Probebohrungen im Moorgebiet von Andilamena, in dem ebenfalls zumeist der trockene Torf verbrannt wird. An Stellen, an welchen vor der Melioration bis zu 2 m Torf gefunden wurde (ROCHE 1954), erbohrten wir 1,10 m eines wässrigen lockeren Torfes (B 54), an anderen Stellen war die Torfschicht nur wenige dm mächtig oder fehlte ganz.

## 2. Östliche Florenprovinz

a) Östliches Regenwaldgebiet. Die Moore liegen hier zum größten Teil in schwer zugänglichen Gebieten, die nur mit Trägern in längeren Mehrtagesmärschen erreichbar sind. Da meine Zeit und Geldmittel hierfür nicht ausreichten, mußte ich mich mit dem Besuch des ausgedehnten Moorkomplexes des Marais de Torotorofoty (950 m Meereshöhe) (Abb. 9) begnügen, an das man durch eine Wirtschaftsbahn der madagassischen Eisenbahn bis auf wenige km herangeführt wird. Im Moor steht zum Teil noch Wasser an, man muß sich auf den Bulten des Schwinggrases vorarbeiten, kommt jedoch nicht sehr weit

in das Moor hinein. In der Mitte einer kleinen Bucht, im mittleren Teil des Moor-Komplexes, etwa 50 m vom Rand entfernt erbohrte ich (B 26) 320 cm Torf; oben lag etwas Ton, darunter von 3,20—3,80 m ebenfalls Ton, darunter Sand. Die rezente Vegetation besteht aus bultigen *Cyperaceen* und *Gramineen*, ferner *Eriocaulonaceen*, zwischen denen *Utricularia* und *Drosera* wachsen.

b) Küstenwaldgebiet. Bei Ambila-Lemaitso waren in etwa 10 m Meereshöhe nur geringmächtige Torflager vorhanden:

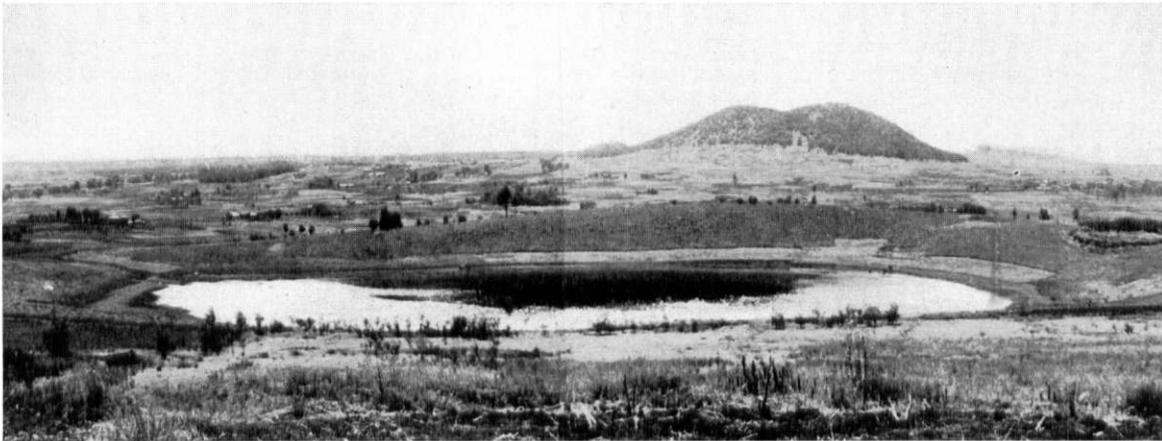
- B 31, *Ravenala*-Sumpf mit ausgedehnten *Sphagnum*-Polstern. 0—90 cm Torf, darunter Sand.
- B 32, *Ravenala-Pandanus*-Sumpf. 0—160 cm wässriger Torf.
- B 33, *Pandanus*-Sumpf, zwischen Resten des Küstenwaldes. 0—40 cm Torf, bis 80 cm großes Wasserkissen, bis 100 cm Torf, darunter Sand.

An der Straße Manakara—Analabé fand ich in den Senken die mit *Ravenala*, *Pandanus* sowie *Cyperaceen* bestanden waren, keinen Torf. An der Küstenstraße nördl. Manakara bei Loharano befinden sich z. T. ausgedehnte Bestände von *Nepenthes madagascariensis* und „*cristatus*“, die entweder auf Sandboden oder in *Sphagnum*-Tepichen wachsen. Sie klettern an Sträuchern (*Eriocaceae*, *Compositae*) hoch. Außer *Sphagnum* sah ich *Cyperaceen*, eine bultige Graminee sowie 2 Arten *Lycopodium*. Die Sphagnum hatten stellenweise einen kaum 20 cm dicken Torf gebildet. Etwa 15 km nordwestl. Manakara liegt ein ausgedehntes Sumpfgebiet, das 1957 — zur Zeit meines Besuchs — vom Génie rural drainiert wurde, um neues Reisland zu gewinnen<sup>10</sup>). Ausgedehnte *Ravenala*-Bestände stehen im noch nicht kultivierten Teil des Moores (Abb. 6). Ich konnte 2 Profile entnehmen:

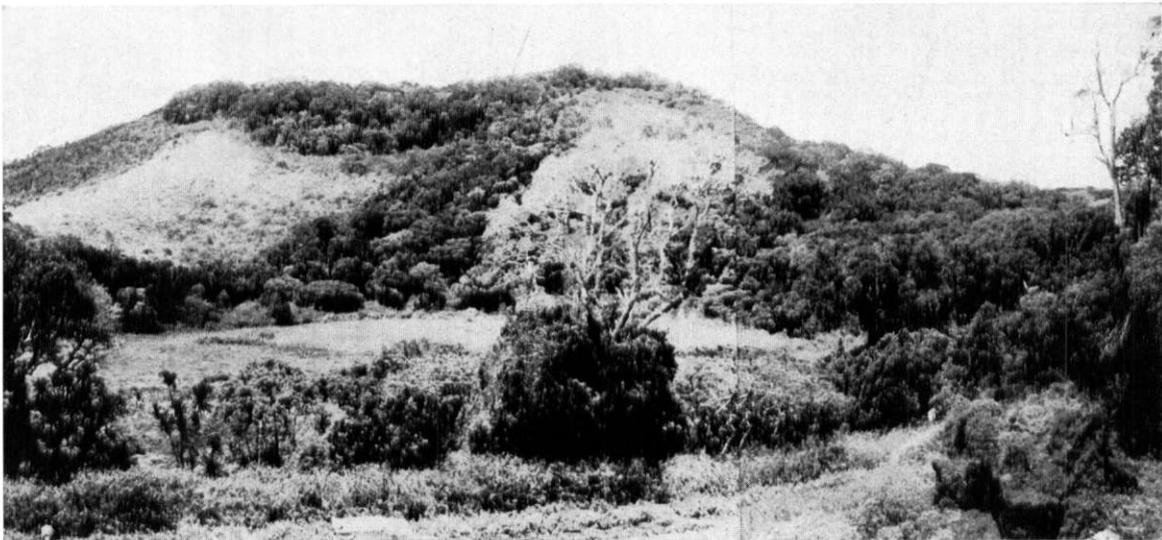
- B 138, 7 m Meereshöhe, Ivakoana, nahe am Forsthaus an den Fischzuchtbecken, 0—160 cm jetzt trockener gesetzter Torf, 160—240 cm z. T. noch wässriger Torf, darunter Sand.
- B 140, ca. 9 m Meereshöhe, in der Propriété Juilaen, im Ankazoaraka. 0—280 cm Torf, 280—330 cm tonhaltiger Torf, darunter Sand. Heutige Vegetation: *Cyperaceen*, *Typhonodorum*.

Nach Angaben von Herrn L. KREMER sollen sich bei Farafangana (Anosivelo und Plaine de Manamapatrana) sowie nördl. Vohipeno (Plaine de Satrana) bis 9 m mächtige Lager eines sehr wässrigen Torfes befinden, die ich aus Zeitmangel

<sup>10</sup>) Vgl. die bodenkundliche Bearbeitung von MOUREAUX (1956). Nach diesem Autor handelt es sich nicht um „echten Torf“, da die Substanz weniger als 65 % organische Bestandteile enthält. Außer *Ravenala madagascariensis* gibt MOUREAUX in der heutigen Vegetation auch *Typhonodorum lindleyanum*, *Pandanus spec.*, *Cyperus aequalis*, *C. latifolius* und *Juncus*-Arten an.



4



5

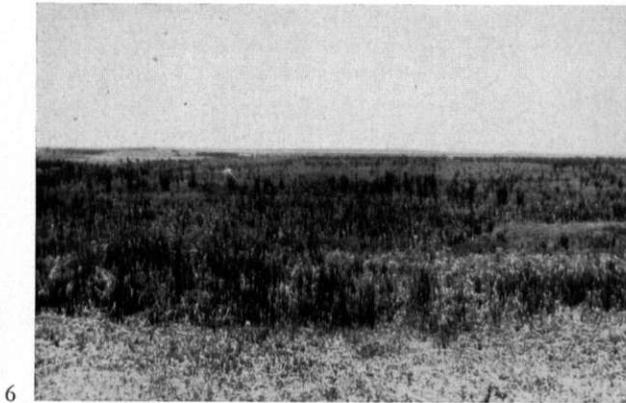
Erläuterungen zu den Abbildungen 4 bis 11 (Kunstdrucktafeln)

Abb. 4: Verlandender Kratersee östlich des Lac Andrankaiba bei Antsirabé. Der zentrale Teil, auf der Aufnahme dunkel erscheinend, wird von einem Bestand hoher *Cyperus*-Pflanzen eingenommen. Im Hintergrund der Vulkanberg Ivohitra im Stadtgebiet von Antsirabé. — Abb. 5: Verlandeter und vermoorter Krater Maranakely in der Montagne d'Ambre im Norden Madagaskars. Aufnahme aus der Sand- und Kiesgrube im Norden des Kraters, Blick etwa nach Südwesten. Linker, südöstlicher Teil des Moores im Krater noch schwingrasenähnlich locker; er soll bis 1932 noch unter Wasser gestanden haben. Ein etwa Nordost-Südwest und außerdem ein von der Mitte nach Südosten verlaufender Entwässerungsgraben. Rechts im Nordwesten fester Wiesenboden mit einigen Bananenstauden am Rand. — Abb. 6: Blick auf das Mooregebiet um Ambila bei Manakara. Noch nicht kultivierter, aber schon drainierter Teil mit *Ravenala*. — Abb. 7: Noch nicht kultivierter Teil der großen Sumpfniederung von Bealanana im nördlichen Madagaskar, *Cyperus imerinensis*-Moor. — Abb. 8: Quellmoore im Ankaratragebirge, nahe dem Col de Faratsiho. — Abb. 9: Marais de Torotorofotsy nördlich Périnet, ein Cyperaceen-Moor im östlichen Urwald. — Abb. 10: Blick auf den vermoorten Krater der „Mare à Joncs“ im Ortsgebiet von Cilaos, Réunion (im mittleren Teil der Aufnahme). — Abb. 11: Bohrstelle in der „Mare à Joncs“. Schwapprasen von *Eichhornia crassipes* und Cyperaceen. Wasserfleck an der Stelle der Bohrung, im Mittelgrund einige Weidenbäume.

jedoch nicht besuchen konnte. Vermutlich werden die Bohrungen hier auf große Schwierigkeiten stoßen, da die Oberfläche dieser Moore fast in Meereshöhe liegt.

Nördlich Fort Dauphin, an der Straße von Ste.

Luce und um die Forststation Manadeny gibt es *Nepenthes*-Standorte auf *Sphagnum*-Teppichen, unter denen ähnlich wie bei Manakara meist nur 10—20 cm Torf gebildet wurde. Dagegen konnte nördlich von Manadeny eine Bohrung ausgeführt



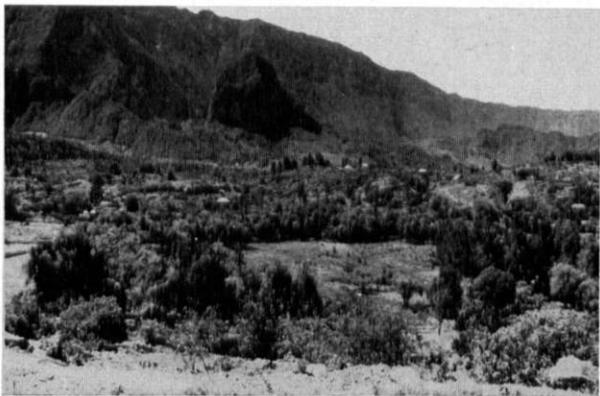
6



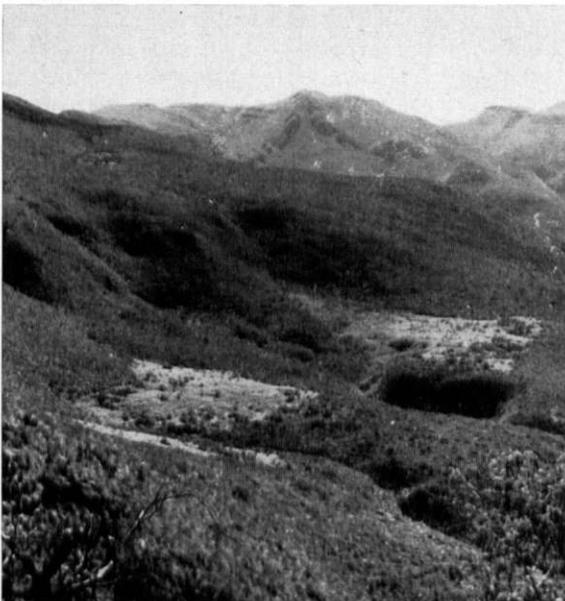
9



7



10



8



11

werden, die 370 cm eines braunen sehr wässrigen und an Wasserkissen reichen Torfes ergaben (B 154). Darunter lag Sand. Heutige Vegetation: *Ravenala madagascariensis*, *Nepenthes madagascariensis*, *Eriocaulonaceae*, *Cyperaceae*, *Sphagnen*.

### 3. Westliche und südliche Florenprovinz

Die ausgeprägte Trockenzeit dieser Landesteile läßt nur die Bildung topogener Moore in günstigen Lagen zu, z. B. in Quellmulden, Bach- und

Flußtälern. Nur die Bohrung B 56 in einem Sumpf nahe am Bach südöstl. Bévezaha (am Rand des Naturschutzgebietes Nr. 7 bei Matsaborimbezazika in 150 m Meereshöhe) ergab 120 cm braunen Torf, darunter Sand. Die rezente Vegetation bestand vorwiegend aus Cyperaceen, am Rand des Sumpfes stand *Thyphonodorum lindleyanum*, Probebohrungen am Lac Tsimaloto nördl. Bévezaha und am Lac Ampijoroa erbrachten nur wenige dm Torf. In der Reiseebene von Marovoay, bei Antsohihy, in der Umgebung von Ambanja und Ambilobé war in den Flußmündungsgebieten nach Auskunft der Dienststellen des Génie rural und der Chefs de District, sowie bei einzelnen eigenen Probesondierungen kein Torf gefunden worden. Auch am Fuß der Montagne d'Ambre, z. B. südwestl. Andilanankarahara, in der Nähe von *Raphia*-Sümpfen und um den Lac Mahéry fand ich keine Torfbildungen.

Etwa 25 km östl. Tuléar, kurz vor Ambohimahavelona im Überschwemmungsgebiet des Onilahy-Flusses stehen für die Flußtäler des südlichen Gebietes typische *Typha-Phragmites*-Sümpfe auf tonigen Boden. Ich fand aber auch hier keine Torfbildungen.

#### 4. Réunion

Auf dem Coteau Kervéguen in 2160—2180 m Meereshöhe konnten außer Trockentorfbildungen (aus Braunmoosen, z. T. auch Flechten beigemischt) in flachen Quellmulden keine Torfablagerungen festgestellt werden. Auch in den beiden Teilen der Grande Mare, die im Waldgebiet des Plateau de Belouze in 1406 m Meereshöhe liegt, war kein Torf zu finden. *Juncus*, trockene Sphagnum und auf nacktem Boden ausgetrocknete Algenwatten, die an Meteorpapier erinnerten, waren die Reste der heutigen Vegetation. Auf der Plaine des Caffres untersuchte ich in 1720—1760 m Meereshöhe um den Piton Tortue und in etwa 1600 m Meereshöhe um den Piton Mare à Boue *Sphagnum*polster. Sie sind etwa 20—60 cm dick und sitzen den vulkanischen Felsen direkt auf, Torfbildung konnte ich feststellen.

Im Cirque de Cilaos, im Ortsgebiet von Cilaos selbst, finden sich einige kleine Kessel, die offenbar vulkanischer Herkunft sind. Les Trois Mares waren zur Zeit des Besuches (Mitte Oktober) trocken, von Torfbildungen fand sich keine Spur. Dagegen konnte ich in der Mare à Joncs (ca. 1200 m Meereshöhe), die heute mit Cyperaceen, Gramineen, *Typha*, schwingrasenbildenden *Eichhornia*-teppichen, *Salix* u. a. bestanden ist, ein Profil (B 104) erbohren (Abb. 10 u. 11). Der wasserreiche Torf war von zahlreichen Wasserkissen durchsetzt und reichte von 0—355 cm. Darunter lag grauer bis mehr dunkler Tuff, ab 500 cm Sand. In Trou

Pilon, ebenfalls im Ortsgebiet von Cilaos (ca. 1250 m Meereshöhe, B 105), erbohrte ich von 0—50 cm Erdboden, 50—130 cm bräunliches toniges (?) Sediment, 130—220 cm grauer bis dunkelbrauner Tuff und darunter Sand. Torf wurde nicht gefunden.

#### 5. Mauritius

In den jungen Vulkankratern Trou aux Cerfs (570 m Meereshöhe), Mt. Bar le Duc (590 m), sowie auch im L'Escalier (535 m)<sup>11)</sup> konnte ich keinen Torf feststellen. Dagegen erbohrte ich im Gebiet Le Petrin (630 m) in seichten Becken 190 cm Torf (B 112). Darunter lag Sand. Im Quellgebiet des Black River (Rivière Noire) liegt im Gebiet der „Grandes Gorges“, eine waldfreie etwa 100 × 300 m messende Fläche, „Le Bouton“ genannt. Gräser und Kräuter bilden an der Oberfläche einen Schwingrasen. Leider reichte das an diesem Tage mitgeführte Bohrgerät nicht aus, um bis zum Untergrund zu gelangen.

B 122, 0—80 cm torfähnliches Material, 80—120 cm Ton, 120—320 cm fast nur Wurzeln oder Hölzer mit etwas Kittsubstanz (Ton oder Torf?).

#### 7. ZIEL DER POLLENANALYTISCHEN ARBEITEN

Die erbohrten Torfprofile sollen pollenanalytisch bearbeitet werden, um die Vegetationsgeschichte der Umgebung der Moore zu rekonstruieren. Zu diesem Zweck müssen zuerst alle Pflanzenfamilien der madagassischen und maskarenischen Floren sporen- und pollenmorphologisch untersucht werden. Vorarbeiten hierzu haben bereits VAN CAMPO (unveröff.), ERDTMAN (1948, 1955) sowie TARDIEU-BLOT (1958) geleistet. Zahlreiche Anhaltspunkte bringt ERDTMAN auch in seinen umfassenden Büchern (1952, 1957). Dennoch dürfte diese Vorarbeit noch Jahre beanspruchen, da außerdem Hand in Hand damit Oberflächenproben aus den verschiedensten Vegetationsgebieten und -stufen untersucht werden müssen. Solche Oberflächenproben (rezente Moorsrasen oder Flechten) sollen die Kenntnis des rezenten Pollenniederschlags vermitteln. Während der Reisen auf Madagaskar, Réunion und Mauritius habe ich 128 solcher Oberflächenproben aus den verschiedenen Florenregionen und -provinzen sowie verschiedenen Vegetationstypen entnommen.

Später erst wird die Auszählung der Torfprofile möglich sein. Um ihr Alter zu ermitteln, habe ich in verschiedenen Tiefen der wichtigsten Profile ausreichend Torf entnommen, um damit Radio-

<sup>11)</sup> Die Namen der beiden letzteren Orte sind nach der Karte 1 : 63 360 (One Inch to one Statute Mile, 3rd. ed., 1948) angegeben, die Einheimischen bezeichneten den Mt. Bar de Duc als «L'Escalier» und L'Escalier der Karte als «Nouvelle Découverte».

karbonbestimmungen ( $C^{14}$ ) des absoluten Alters ausführen zu lassen.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, allen zu danken, die mir die Forschungsreise und die Moorbohrungen ermöglicht haben. Bei den Vorbereitungen hatte ich in den Herren Prof. H. HUMBERT und Dr. J. LEANDRI, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, Phanérogamie, freundliche und nimmermüde Berater. Bei der technischen Vorbereitung unterstützte mich Herr Dr. R. PAULIAN, Institut de Recherche Scientifique de Madagascar, Tananarive. Herr Prof. J. MILLOT und er haben mir mit Rat und Tat auf Madagaskar zur Seite gestanden und jede nötige Hilfe angeheißen lassen, die mir erst ein Gelingen der Forschungsreise ermöglichte. Angaben über Moore und die freundliche Vermittlung von Hilfe im Gelände verdanke ich Herrn ARGOULLON, Direction du Génie rural, Herrn MOURANCHE, Service des Eaux et Forêts, sowie Herrn SABOUREAU, Protection de la Nature et des Sols (alle Tananarive), sowie allen ihren Herren im Lande, die aufzuzählen mir unmöglich ist. Auf Réunion hatte ich durch Herrn BENDA, Conservateur des Eaux et Forêts, und auf Mauritius durch Dr. VAUGHAN und Dr. VINSON vom Mauritius Institute, sowie Herrn BROUARD von der Forstverwaltung in Curepipe wirksame Hilfe, die mir trotz der kurzen Aufenthalte einen ausreichenden Überblick über die Moore der beiden Inseln verschaffte. Nicht zuletzt gebührt mein ergebenster Dank der Deutschen Forschungsgemeinschaft, welche die Forschungsreise finanziert hat.

#### 8. ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Zusammenstellung wird über die Ergebnisse von Moorbohrungen auf Madagaskar und den Maskarenen berichtet. Einleitend wird ein kurzer Abriss der Geologie und der Vegetation der Inseln gegeben. Da während der Trockenzeit, in der notwendigerweise die Moorbohrungen ausgeführt werden mußten, Bestimmungen der meisten Pflanzenarten nicht möglich waren, wurde die vorhandene Literatur über die Moorvegetation der besuchten Gebiete ausführlich ausgewertet. Diese Moorvegetation ist über die ganze Insel Madagaskar hin ziemlich einheitlich. Man kann *Sphagnum*-Moore, Farn- und Cyperaceen-Moore sowie Schwingrasenmoore unterscheiden. Diese Typen finden sich auch auf Réunion. Von Mauritius wurden *Pandanus*- sowie *Stillingia-Croton*-Sümpfe beschrieben. Die Moorbohrungen im zentralen Hochland von Madagaskar ergaben in vermoorten Vulkankratern bzw. in Mooren oder verlandenden Seen, die durch Lavaströme aufgestaut worden waren, bis zu  $10\frac{1}{2}$  m tiefe Torfprofile. Quellmoore und vermoorte Talgründe erbrachten bestenfalls 2,60 m Torf. Im Graben des Lac Alaotra waren nur ganz geringe Torfmächtigkeiten festzustellen. In der östlichen Florenprovinz wurde im Regenwaldgebiet ein 3,20 m tiefes Profil erbohrt, im Küstengebiet wurden bis zu 3,70 m Torf gefunden. Der Westen und Süden Madagaskars ist arm an Mooren. Nur in einem Fall wurden 1,20 m Torf erbohrt. Im Mare à Joncs auf Réunion erreichte ich bei 3,55 m Torfmächtigkeit den vulkanischen Tuff. Auf Mauritius

waren bei „Le Petrin“ 1,90 m Torf vorhanden, in „Le Bouton“ möglicherweise recht große Mächtigkeiten einer torfartigen Substanz. Die besuchten Torfmoore sind größtenteils als topogen zu bezeichnen. Die geplanten pollenanalytischen Arbeiten erfordern langwierige pollenmorphologische Vorarbeiten. Radiokarbon-( $C^{14}$ -)Untersuchungen sind geplant.

#### 9. Literaturverzeichnis

- BASSE, E.: Histoire géologique de Madagascar. Mém. Inst. Sci. Madag. D I (2), 189—204 (1949) und Mém. Soc. Biogéogr. N.S. I, 189—204 (1956).
- BESAIRIE, H.: Carte géologique de Madagascar. 1 : 500 000, 13 Bl., Serv. Géol. Madag. 1956.
- BOITEAU, P.: Etude des associations végétales du Lac Alaotra à Madagascar et leurs rapports avec les sols. Rev. intern. Bot. appliquée et d'Agric. tropicale 27, 407—415 (1947).
- BOSSER, J.: III. Végétation. In: La Collectivité rurale autochtone modernisée d'Andilamena. L'Agronomie tropicale 1954 (6), 704—706 (1954).
- BOSSER, J., et RQUIER, J.: Carte d'utilisation des sols (Feuille de Bealanana) 1 : 20 000. IRSM, Bureau de Conservation des Sols. 1953.
- BOSSER, J., et ROCHE, P.: Notice de la carte d'utilisation des sols d'Andilamena. Publ. Inst. Sci. Madag (1956).
- BOUREAU, E.: La flore fossile du bassin lacustre de l'Ankaratra/Madagascar. Ann. géol. serv. Mines 18, 119—137 (1949).
- BRENON, P.: Traits généraux du volcanisme de Madagascar dans le cadre de l'Océan Indien. PIOISA, 3ème Congr. Tananarive 1957. Contrib. de Madag. à la Sect. de Géol., 19—26 (1957).
- BUSSIÈRE, P.: Traits généraux sur la géologie de l'île de la Réunion. Ebendort 33—40 (1957).
- DEFOS DU RAU, J.: Notes sur la morphologie volcanique à la Réunion (Résumé). 3ème Congr. PIOISA Tananarive 1957.
- DIDIER DE ST. AMAND, R.: Les sols de la propriété de Mampiteny II. Serv. Rech. Agron. Stat. Agron. Lac Alaotra 1955 (Vervielfältigt).
- DIDIER DE ST. AMAND, R.: Pédologie des vallées de Miarinarivo — Antombofito, d'Antsomitoty, d'Andriatsiazo et d'Angodongodona. Ebendort 1956 (Vervielfältigt).
- DUFURNET, R., u. a.: La Collectivité rurale autochtone modernisée d'Andilamena. L'Agronomie tropicale 1954 (6), 687—719 (1954).
- DUFURNET, R., Contribution à l'étude des régions du district de Bealanana. Agro-écologie, possibilités agricoles. Tananarive 1957. Hektographiert.
- ERDTMAN, G.: Pollenmorphology and Plant Taxonomy. VIII. Didiereaceae. Bull. Mus. (Paris), 2e sér., 20, 4, 387—394 (1948).
- ERDTMAN, G.: Pollenmorphology and Plant Taxonomy. Angiosperms. (An Introduction to Palynology. I). Stockholm und Waltham, Mass. 1952.
- ERDTMAN, G.: Pollen Morphology and Plant Taxonomy in some African Plants. Webbia 11, 405—412 (1955).
- ERDTMAN, G.: Pollen and Spore Morphology/Plant Taxonomy. Gymnospermae, Pteridophyta, Bryophyta (Illustrations) (An Introduction to Palynology II.) Stockholm und New York 1957 (a).
- ERDTMAN, G., and GURDIP SINGH: On the pollen morphology in *Sclerosperma manii*. Bull. Jard. Bot. Bruxelles 27, 217—220 (1957 b).
- FERRY: La terre cuite dans la région de Tananarive, Notes, Reconnaissances et Explorations, Rev. mens. 2e ann., 3e vol., 18e livraison, (Tananarive) 714—772 (1898).

- FRÜH, J., und SCHRÖTER, C.: Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Bern 1904.
- HUMBERT, H.: La destruction d'une flore insulaire par le feu. Principaux aspects de la végétation à Madagascar. Mém. Acad. Malg. 5. Tananarive 1927.
- HUMBERT, H.: Végétation des hautes montagnes de Madagascar. Soc. Biogéogr. II (Contribution à l'étude du peuplement des hautes Montagnes), 1—28 (1928).
- HUMBERT, H. (Herausgeber): Flore de Madagascar et des Comores. Tananarive, später Paris. Seit 1936 in Lieferungen erscheinend.
- HUMBERT, H.: Le massif de l'Andohahela et ses dépendances (Madagascar, Réserve Naturelle n° XI.) C. R. somm. Séance Soc. Biogéogr. 18, 32—37 (1941).
- HUMBERT, H.: La dégradation des sols à Madagascar. Mém. Inst. Sci. Madag. D, 1 (1), 33—52 (1949).
- HUMBERT, H.: Les territoires phytogéographiques de Madagascar. Leurs cartographie. L'Année biol. 59, 3e sér., t. 31 (5—6), 439—448 (1955).
- HUMBERT, H.: Origines présumées et affinités de la flore de Madagascar. C. R. 3e Congr. PIOSA, Tananarive 1957, sect. B, 5—11 (1958).
- JOVET-AST, S.: Les Mousses et les Sphaignes de Madagascar. Mém. Inst. Sci. Madag. B 1 (2), 7—20 (1948) und Mém. Soc. Biogéogr. N. S. 1 (1953).
- LAUER, W.: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln. Bonner Geogr. Abh., H. 9, 15—98 (1952).
- LENOBLE, A.: Sur la chronologie des éruptions volcaniques du massif de l'Ankaratra (centre de Madagascar). C. R. A. S. (Paris) 206, 613—615 (1938).
- LENOBLE, A.: Le massif volcanique de l'Itasy. Etudes sur la Géologie de Madagascar. Note III. Mém. Acad. Malg. 32. Tananarive 1940.
- LENOBLE, A.: Les dépôts lacustres pliocènes-pleistocènes de l'Ankarata (Madagascar). Etude géologique. Ann. Géol. Serv. Mines 18, 9—82 (1949).
- MILLOT, J.: La Zoologie et le mythe gondwanien (résumé). PIOSA 3e Congr. Tananarive 1957. Vervielfältigt.
- MOUREAUX, C.: Les marais d'Ambila près Manakara. Mém. Inst. Sci. Madag. D, 7, 1—22 (1956).
- MOUREAUX, C., et RIQUEUR, J.: Les sols submergés du Lac Alaotra. Mém. Inst. Sci. Madag. D 3, 1, 1—42 (1951).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: Au sujet des tourbières de Marotampona. Bull. Acad. Malg. N. S. 1, 137—138 (1914).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: Sur les tourbières et autres dépôts de matières végétales de Madagascar. Bull. écon. de Madag. et Bull. Soc. Linn. Normandie 1—9 (1921 a).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: La végétation malgache. Ann. Mus. Colon. Marseille 3e sér., 9e vol., 1—268 (1921 b).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: Fruits et graines du gisement de subfossiles d'Ampasambazimba. Bull. Acad. Malg. N. S. 10, 24—25 (1927).
- PERRIER DE LA BATHIE, H.: Biogéographie des plantes de Madagascar. Paris 1936.
- RIQUIER, J., et SEGALIN, P.: Notice sur la carte pédologique du Lac Alaotra. Mém. Inst. Sci. Madag. D, 1 (1), 1—32 (1949).
- RIVALS, P.: Etudes sur la végétation naturelle de l'île de la Réunion. Trav. Lab. Forest. Toulouse t. V, vol. I, art. II. Toulouse 1952.
- ROCHE, P.: Les sols de marais récemment récupérés au Lac Alaotra (Madagascar). L'Agronomie tropicale 1952 (1), 43—63 (1952).
- ROCHE, P.: Sols. In: La Collectivité rurale autochtone modernisée d'Andilamena. L'Agronomie tropicale 1954 (6), 692—704 (1954).
- SEGALIN, P., et MOUREAUX, C.: La végétation de la région de Befandriana (Bas Mangoky). Mém. Inst. Sci. Madag. 2 (2), 141—158 (1950).
- SEGALIN, P., et TERCINIER, G.: Notice sur la carte pédologique de l'Ankaizinana. Mém. Inst. Sci. Madag. D, 3 (2), 181—283 (1951).
- SIMPSON, E. S. W.: The Geology and mineral resources of Mauritius. Colon. Geol. and Mineral Resources 1, 217—238 (1950).
- TARDIEU-BLOT, M. L.: 5e famille: Polypodiacees. Tome I. Flore de Madagascar et des Comores. Paris 1958.
- VAUGHAN, R. E., and WIEHE, P. O.: Studies on the vegetation of Mauritius. I. A preliminary survey of the plant communities. J. Ecol. 25, 289—343 (1937). — II. The effect of environment on certain features of leaf structure. J. Ecol. 27, 263—281 (1939). — III. The structure and development of the Upland climax forest. J. Ecol. climate of the Upland climax forest. J. Ecol. 34, 126—136 (1947). — IV. Some notes on the internal (1947).
- VAN CAMPO, MADELEINE: Palynologie africaine I. Bull. Inst. Franc. Afrique Noire 19, ser. A (3), 659—678, pl. 1—24 (1957).
- VAN CAMPO, MADELEINE: Palynologie africaine II. Ebendort 20, sér. A (3), 753—760, pl. 25—48 (1958).
- VAN CAMPO, MADELEINE, et HALLE, N.: Palynologie africaine III. Ebendort 21, sér. A (3), 807—899 (1959).
- VAN ZINDEREN BAKKER, E. M.: Palynology in Africa. Fifth report. Bloemfontain 1958.
- Carte pédologique du Lac Alaotra. Mém. Inst. Sci. Madag. D 1 (1), Suppl. (1949).

## METHODISCHE FORTSCHRITTE DER WISSENSCHAFTLICHEN LUFTBILD- INTERPRETATION (3)

(Fortsetzung von „Erdkunde“ 1959, H. 3, S. 201—214)

ERNST SCHMIDT-KRAEPELIN

Mit 2 Bildern und 2 Abbildungen

### VI. Luftbild und Bodenkunde

#### Vorbemerkungen

So eindeutig definiert und klar abgrenzbar die Begriffe „Boden“ und „Bodenkunde“ erscheinen mögen, so komplex und vielfältig miteinander

verbunden sind die Probleme, die mit der Untersuchung, Klassifikation, Kartierung und Nutzung der Böden zusammenhängen. Wie an ihrer Bildung anorganische und organische Kräfte in wechselndem Maße, doch in streng gesetzmäßiger Ab-

Korrekturen zum Aufsatz STRAKA, Über Moore und Torf auf Madagaskar und den Maskarenen (Bd. XIV, Lfg. 2):

S. 88, rechte Spalte, 5. u. 4. Zeile von unten: *Rhynchospora*

S. 92, linke Spalte, letzte Zeile der Fußnote: Ambohimanabé

S. 94, 1. Zeile unter den Abb.: (Kunstdrucktafeln) ist zu streichen

S. 96, linke Spalte, 7. Zeile: *Typhonodorum*

14. Zeile: von unten: konnte ich nicht feststellen.

S. 98, rechte Spalte, hinter der 38. Zeile: on the internal climate of the