

Sitzungsberichte  
der  
Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
Mathematisch - physikalische Klasse  
Jahrgang 1909, 17. Abhandlung

---

# Ein Beitrag zur Pithecanthropus - Frage

(Die paläobotanischen Ergebnisse der Selenka'schen  
Trinil - Expeditionen)

von

**Julius Schuster**

Mit einem Profil und einer Tafel

Vorgelegt am 4. Dezember 1909

---

München 1910

Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)



# DRUCKSCHRIFTEN

der

## KGL. BAYER. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

(mathematisch-physikalische Klasse)

Die mit \* bezeichneten Schriften sind zwar nicht in Sonderabdrücken erschienen, es kann aber das Heft der Sitzungsberichte, in dem sie gedruckt sind, zu 1 Mark 20 Pfg. bezogen werden.

In dem nachfolgenden Verzeichnisse ist A. = Abhandlungen, Sb. = Sitzungsberichte.

Bergeat, Alfr. Die äolischen Inseln. XX,1 1899	16 M
Egger, Jos. G. Foraminiferen und Ostrakoden der Kreidebildungen in den bayerischen Alpen. XXI,1 1899	14 M
Fraunhofer, Jos. Gesammelte Schriften. 1888	12 M
Fuchs, J. Nep. Chemie und Mineralogie. Rede. 1824	60 S
— Theoretische Bemerkungen über die Gestaltungszustände des Eisens. VII,1 1852	60 S
Glungler G., Das Eruptivgebiet zwischen Weiden und Tirschenreut und seine kristalline Umgebung 1905, 2.	1 M
Groth, Paul. Ueber die Molekularbeschaffenheit der Krystalle. Festrede. 1888	80 S
— Führer durch die Mineraliensammlung des bayerischen Staates. 1891. 8 <sup>o</sup>	1 M
* Gümbel, Karl Wilh. Ueber das Vorkommen des Antozon-haltigen Flussspathes bei Wölsenberg. 1863 I S. 301.	
* — Ueber das fränkische Knochenbett des Keupers und seine Pflanzenschichten. 1864 I S. 215.	
* — Vorkommen von unteren Triasschichten in Hochasien. 1865 II S. 348.	
* — Ueber neue Funde von Gosauschichten und Vilserkalk. 1866 II S. 158.	
* — Weitere Mitteilungen über das Vorkommen von Phosphorsäure in Schichtgesteinen Bayerns. 1867 II S. 147.	
* — Ueber die geognostischen Verhältnisse des Montblanc nach Favre. 1867 II S. 603.	
* — Ueber Pyrophyllit als Versteinerungsmittel. 1868 I S. 498.	
— Ueber Gliederung der Procänschichten in Böhmen. X, 2 1868 S. 501	2 M 60 S
* — Der Riesvulkan. 1870 I S. 153.	
* — Ueber die Foraminiferen der Gosau- und Belemniten-Schichten. 1870 II S. 278.	
* — Geognostische Verhältnisse des Ulmer Cementmergels und über seine Foraminiferen. 1871 S. 38.	
— Sogenannte Nulliporen, I. Abtlg. Nulliporen des Pflanzenreichs (Lithothamnium). XI,1 1871 S. 1	1 M 50 S
— Desgl. II. Abtlg. Nulliporen des Thierreichs (Dactyloporen). XI,1 1871 S. 60	2 M 40 S
* — Gletschererscheinungen aus der Eiszeit. 1872 S. 223.	

Sitzungsberichte  
der  
Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
Mathematisch - physikalische Klasse  
Jahrgang 1909, 17. Abhandlung

---

Ein Beitrag  
zur Pithecanthropus-Frage

(Die paläobotanischen Ergebnisse der Selenka'schen  
Trinil - Expeditionen)

von

**Julius Schuster**

Mit einem Profil und einer Tafel

Vorgelegt am 4. Dezember 1909

---

München 1910

Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)



Obwohl schon bald zwanzig Jahre seit der Entdeckung des *Pithecanthropus erectus* verflossen sind, ist das Altersproblem dieses so lebhaft umstrittenen Fundes immer noch nicht einwandfrei gelöst. Die Ansichten schwanken zwischen jungpliozän (DUBOIS, STREMMER), altdiluvial (MARTIN, ELBERT) und mitteldiluvial (VOLZ, CARTHAUS).

Die paläontologischen Beweise für das Alter des *Pithecanthropus* stützen sich auf die in jenen Schichten enthaltenen Mollusken und Säugetiere.

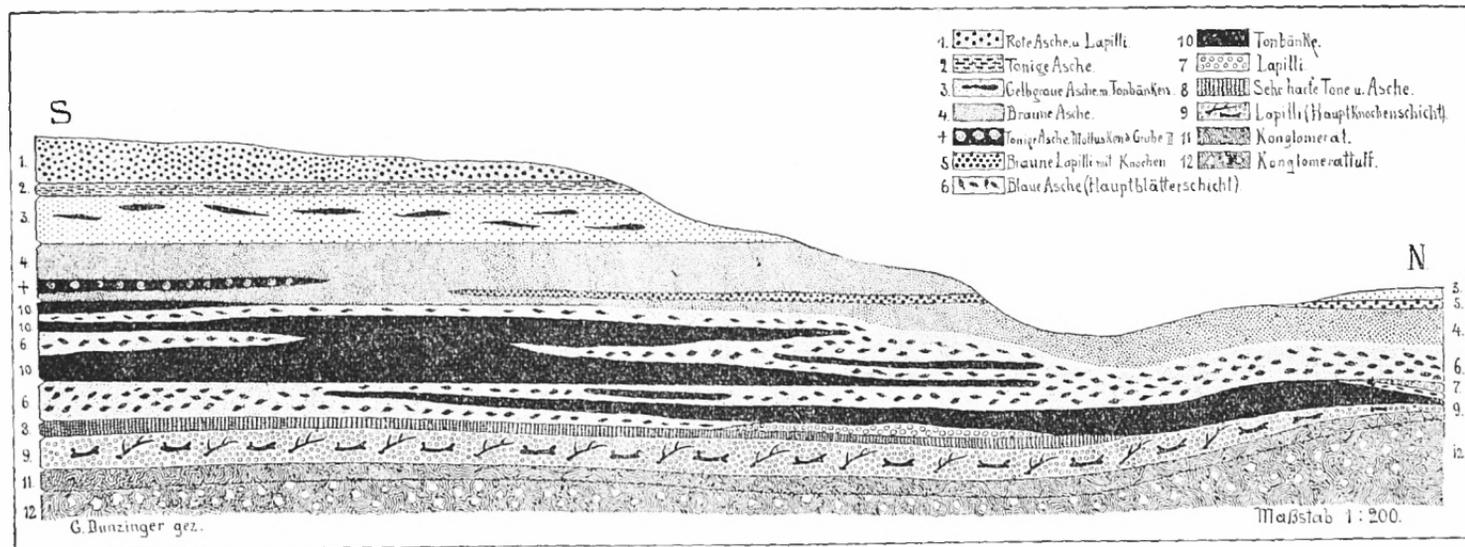
Nach den Bestimmungen von MARTIN und Frau, die sich auf 8 Süßwasser-Gastropoden beziehen, sind alle 8 Arten noch lebend, nur eine Varietät weicht etwas von dem rezenten Vertreter ab. Daraus leitet MARTIN das quartäre Alter der betreffenden Schichten ab. Dieser Schluß ist aber insofern nicht ganz sicher, als mehrere Arten wegen Mangels an Vergleichsmaterial unbestimmt bleiben mußten, also möglicherweise ausgestorbene Arten enthalten; die quartäre Altersbestimmung ist demnach nur auf 7 Gastropoden-Spezies gegründet, eine Zahl, die wegen ihrer absoluten Kleinheit einen exakten Beweis für das diluviale Alter um so weniger liefert, als die rezente Molluskenfauna des indoaustralischen Archipels noch lange nicht vollständig bekannt ist.

Dagegen stützt sich DUBOIS auf die zahlreichen Wirbeltierreste, namentlich auf die Knochen der großen Säuger. Da diese teils mit der rezenten Fauna von Java Ähnlichkeit haben, teils mit den in den altplioziänen Siwalikschieften am Fuße des Himalaya gefundenen Tieren, so sieht DUBOIS in den

Knochenresten der *Pithecanthropus*-Schichten neue Arten und schließt auf Grund der so gewonnenen großen Anzahl an neuen Spezies auf ein jungpliozänes Alter der Ablagerung und STREMMER hält auf Grund der von der Expedition der Frau SELENKA gesammelten Säugetierreste diese Ansicht für durchaus wahrscheinlich. Nun sind aber die Knochen der Säugetiere in diesem Falle für die Altersbestimmung keineswegs so wertvoll, als es bei einer europäischen Ablagerung der Fall wäre; denn einmal kennt man in Asien viel zu wenig von der diluvialen Säugetierfauna, um irgendwelche exakte Schlüsse ziehen zu können und dann ist es noch gar nicht bekannt, welche Arten von altertümlichen Tiergattungen im Altdiluvium jener Länder noch lebten und welche im Jungpliozän schon ausgestorben waren.

Eine erheblich festere Grundlage für das Alter der Schichten, in denen diese Tiere gefunden wurden, bilden die fossilen Pflanzen. Wenn auch die Unterschiede zwischen den pliozänen und den heutigen Floren kaum nennenswert sind, insoferne ausgestorbene Gattungen unter den pliozänen Pflanzen nicht mehr vorkommen, so gestatten doch die Arten, die ja die rezentesten Formveränderungen darstellen, sichere Schlüsse in dieser Richtung. Eine pliozäne Flora setzt sich zusammen teils aus ausgestorbenen Arten, die zwar den rezenten außerordentlich nahe stehen, sich aber nicht mit ihnen identifizieren lassen, teils aus Pflanzen, deren Analogien jetzt andere Weltteile bewohnen, teils aber auch schon aus jetzt in der betreffenden Gegend lebenden Arten. Wenn also von einer in großer Arten- und Individuenzahl erhaltenen fossilen Flora bewiesen werden kann, daß sie weder eine ausgestorbene Art oder Varietät enthält noch auch solche Arten, die heute ein wesentlich differentes Florengebiet bewohnen, d. h. im vorliegenden Falle ein anderes als das indoaustralische, so ist das diluviale Alter eine unbestreitbare Tatsache.

Während früher nur die Tiere der *Pithecanthropus*-Schichten beachtet wurden, war es der Expedition der Frau SELENKA vorbehalten, zahlreiche fossile Pflanzenreste auszugraben.



Profil der Grube I  
am rechten Ufer des Solo-Flusses südwestlich von Trinil.

Die ganze Schichtenfolge von Trinil, welche Pflanzen- und Tierreste führt, besteht aus vulkanischem Material und wird von sehr jungen marinen Schichten unterlagert, die sich hauptsächlich aus Mergeln und Kalken zusammensetzen. Über diesen liegt eine mehrere Meter mächtige Ablagerung aus Stücken von Andesit und Bimsstein in buntem Gewirr, die Konglomeratschichten (siehe Profil), in denen sich schon spärliche Knochenreste einstellen, aber noch keine Pflanzen. Über den Konglomeratschichten folgt in einer Mächtigkeit von 0,40 – 1 m die Hauptknochenschicht mit zahlreichen Knochen- und Molluskenschalen; hier treten auch zum ersten Male Pflanzen auf, aber spärlich und meist nur in Gestalt von verkohlten grasartigen Blattabdrücken, ferner Kiesel- und Braunkohlenhölzer sowie eine orangenartige Frucht. Das Gestein besteht hier vorwiegend aus feineren Lapilli mit vereinzelt größeren Andesitstücken. Darüber liegt eine sehr harte Schicht aus Tuffen und Lapilli mit nicht näher bestimmbar Blattmassen und verkohlten grasartigen Resten sowie Holzkohlen. Aus der überlagernden blaugrauen Lapillischicht, die zuweilen fehlt, liegen keine Pflanzen vor. Weitaus die meisten Pflanzen, namentlich alle bestimmbar Blattabdrücke, stammen aus dem darauffolgenden blaugrauen, mehr oder weniger grobkörnigen Tuff mit feinen Einlagerungen von Ton, wo sich die Blätter zum Teil in dünnen Schichten finden, die sich meist auskeilen. In dieser Hauptblätterschicht, wie sie mit Recht genannt werden kann, wurden zahlreiche Blattabdrücke, Kiesel- und Braunkohlenhölzer sowie Holzkohlenstücke gefunden, auch enthält diese Schicht sehr viel Schwefelkies. Über der Hauptblätterschicht liegen noch weitere fünf Schichten, eine braune Lapillischicht mit Knochen und vier Aschenschichten, aus denen indes Pflanzen nicht vorliegen.

Betrachtet man die Pflanzenwelt der Trinilschichten näher, so liegt sie vor uns wie ein einziges großes Herbarium, in dem sich das Vegetationsbild jener vergangenen Zeit klar und deutlich zu erkennen gibt. Auf das große Berliner Herbarium gestützt und später auf das speziell die malaiische Flora

enthaltende Riksherbarium zu Leiden konnte ich 54 Arten von Pflanzen aus 22 Familien bestimmen und kam dabei zu dem Ergebnis, daß alle 54 Arten noch lebend sind; nicht eine einzige von dem rezenten Typus abweichende oder ausgestorbene Art oder Varietät befand sich unter dem zahlreichen, vier große Kisten umfassenden Material, das teils durch die mit Beihilfe der akademischen Jubiläumsstiftung der Stadt Berlin ausgeführte SELENKA-Expedition 1906/07, teils durch die von der Münchener Akademie unterstützte SELENKA-Expedition 1908 zusammengebracht worden war.

Die folgende Liste gibt eine Übersicht über die in den Trinilschichten gefundene fossile Flora, soweit sie einer exakten Bestimmung zugänglich war; wo nichts angegeben ist, bezieht sich die Bestimmung auf Blattabdrücke der Hauptblätterschicht; h bedeutet das häufige, m das mehrfache, e das einmalige Vorkommen der betreffenden Pflanzenart. Die systematische Beschreibung und bildliche Darstellung der fossilen Flora von Trinil wird später erfolgen und zwar in der Weise, daß immer das entsprechende rezente Objekt neben dem fossilen abgebildet wird, so daß sich jedermann von der Richtigkeit der Bestimmung überzeugen kann.

### *Fungi.*

#### *Polyporaceae.*

1. *Polyporaceae spec.*; Myzel parasitisch in den Gefäßen eines in Holzopal umgewandelten Stammstückes von *Cassia alata* L. (siehe auch Nr. 43).

### *Dicotyledones.*

#### *Fagaceae.*

2. *Castanopsis Curtisii* KING; h.

#### *Moraceae.*

3. *Streblus asper* LOUR.; m.
4. *Artocarpus rigida* BL.; m.
5. *Artocarpus cf. altissima* J. J. SMITH; ♂ Infloreszenz, verkohlt; e.
6. *Ficus indica* L.; m.

7. *Ficus retusa* L.; m.
8. *Ficus infectoria* ROXB.; m.
- 8a. *Ficus infectoria* var. *Wightiana* KING; e.
9. *Ficus callosa* WILLD.; m, auch Kieselhölzer.
10. *Ficus variegata* BL.; e.

*Loranthaceae.*

11. *Loranthus longiflorus* DESV.; e.
12. *Loranthus elasticus* DESV.; e.
13. *Loranthus pulverulentus* WALL.; e.

*Hamamelidaceae.*

14. *Altingia (Liquidambar) excelsa* NORONHA; e.

*Euphorbiaceae.*

15. *Flueggea obovata* M. ARG.; m.
16. *Cleistanthus myrianthus* KURZ; m.
17. *Aporosa fruticosa* M. ARG.; m.
18. *Mallotus moluccanus* M. ARG.; e.

*Anonaceae.*

19. *Uvaria zeylanica* L.; m.
20. *Uvaria Lamponga* SCHAFF.; m.
21. *Uvaria purpurea* BL.; e.
22. *Melodorum manubriatum* (WALL.) HOOK. F. ET THOMS.; e.
23. *Ellipeia cuneifolia* HOOK. F. ET THOMS.; m.
24. *Unona discolor* VAHL; m.
25. *Polyalthia lateriflora* KING; m, auch Kieselholz.
26. *Mithrephora Maingayi* HOOK F. ET THOMS.; m.

*Lauraceae.*

27. *Tetranthera alnoides* MIQ.; h, sämtliche Holzkohlen.
28. *Tetranthera salicifolia* ROXB.; m.
29. *Cylicodaphne fusca* BL.; e.
30. *Cylicodaphne cuneata* BL.; e.
31. *Dehaasia squarrosa* MIQ. ET ZOLL.; e.
32. *Cryptocarya ferrea* BL. var. *oblongifolia* (BL.) MEISN.; e.

*Dilleniaceae.*

33. *Tetracera sarmentosa* (L.) WILLD. var. *hebecarpa* (DC.) HOOK. F. ET THOMS.; m.

*Guttiferae.*

34. *Garcinia dulcis* KURZ; e.  
 35. *Garcinia Grahami* PIERRE; m.  
 36. *Mesua ferrea* Choisy; m.

*Dipterocarpeae.*

37. *Hopea fagifolia* MIQ.; e.  
 38. *Vatica lancaefolia* MIQ.; m.

*Sterculiaceae.*

39. *Reevesia Wallichii* R. BR.; Kieselholz, Hauptknochen-  
 schicht.

*Rutaceae.*

40. *Feronia elephantum* COREA; Frucht, Hauptknochen-  
 schicht; e.

*Meliaceae.*

41. *Aglaia palembanica* (MIQ.) C. DC.; e.  
 42. *Aglaia odorata* LOUR.; m.

*Papilionaceae.*

43. *Cassia alata* L.; e, auch Opalholz (vgl. Nr. 1).  
 44. *Saraca minor* MIQ.; e.  
 45. *Indigofera tinctoria* L.; m.  
 46. *Dequelia (Derris) elliptica* BENTH.; h, auch eine Hülse e.

*Melastomaceae.*

47. *Memecylon floribundum* BL.; m.  
 48. *Memecylon myrsinoides* BL.; m.

*Araliaceae.*

49. *Polyscias pinnata* FORST.; e, auch Braunkohlenholz in  
 der Hauptknochenschicht.

*Boraginaceae.*

50. *Cordia aff. suaveolens* BL.; Kieselholz.

*Loganiaceae.*

51. *Fagraea litoralis* BL.; m.

*Apocynaeae.*

52. *Willughbya apiculata* MIQ.; m.

*Caprifoliaceae.*

53. *Viburnum coriaceum* BL.; e.

*Monocotyledones.**Cyperaceae.*

54. *Cyperus spec.*; h in der Hauptknochen- und Hauptblätterschicht, sowie in der sehr harten Ton- und Aschenschicht.

Von welcher Baumart kleine Stücke von fossilem Kopal von bernsteinartiger Beschaffenheit sind, läßt sich, da der Kopal weder Tier- noch Pflanzenreste enthält, nicht bestimmen. Je 0.2 g des fossilen Kopals zehn Tage digeriert in je 5 cem Alkohol absol. erwiesen sich als teilweise löslich, ebenso in Äther (0,720) und Eisessig, in Benzol bis auf geringe Mengen von Verunreinigungen löslich, desgleichen in Chloroform und Terpentinöl; Bernsteinsäure (in je 2 g) war weder freie noch ungebundene nachweisbar.

Vergleicht man die fossile Flora von Trinil mit dem Pflanzenkleid, das heute Java bedeckt, so kommt man zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß von den 54 Arten nur 24 jetzt noch in Java vorkommen, die übrigen dagegen teils auf verschiedenen Inseln des indoaustralischen Archipels teils auf dem indischen Festland. Nach der heutigen geographischen Verbreitung läßt die fossile Trinilflora mehrere Gruppen erkennen, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist. Die Angaben über die jetzige geographische Verbreitung sind teils der Literatur entnommen, teils stützen sie sich auf noch unveröffentlichtes Material in den Herbarien von Berlin und Leiden. Die in Java jetzt noch lebenden sind mit J bezeichnet, die dort in historischer Zeit ausgestorbenen mit J †.

I. Pflanzen, die von Ostindien bis Neu-Guinea bzw. Australien gehen.

1. *Ficus retusa*; J; Ost-Himalaya, Vorderindien, Ceylon, Hinterindien, Siam, China, Formosa, Nikobaren, Sumatra, Borneo, Celebes, Philippinen, Neu-Guinea, Neu-Island, Neu-Caledonien; 20—1200 m.

2. *Ficus infectoria*; J; Khassische Berge, Ostindien, Ceylon, Hinterindien, Manila, Timor, Neu-Guinea; var. *Wightiana* Ceylon, Ostindien, Japan; 50—1200 m.
3. *Ficus callosa*; J; Ostindien bis Celebes, Timor; 10 bis 1000 m.
4. *Loranthus longiflorus*; J; Himalaya, Timor, Australien; 0—1200 m.
5. *Flueggea obovata*; J; Himalaya bis China, Philippinen, Australien, Afrika; 150—1350 m.
6. *Cleistanthus myrianthus*; J; Malaiische Halbinsel, Andamanen, Borneo, Celebes, Philippinen, nördl. Neu-Guinea.
7. *Mallotus moluccanus*; J; Celebes, Philippinen, Neu-Guinea.
8. *Garcinia dulcis*; J; Andamanen, Celebes, Molukken, Timor; 20—500 m.
9. *Aglaia odorata*; J; Ostindien bis China, Philippinen, Amboina.
10. *Cassia alata*; J; in den Tropen kosmopolitisch, Ostindien bis Timor, Brasilien, Cuba, Haiti, Martinique; 360 m und Bergwälder.
11. *Deguelia elliptica*; J; Malaiische Halbinsel bis Siam und Neu-Guinea; 50 m und höher.
12. *Polyscias pinnata*; australisches Element! Neu-Guinea, Neu-Caledonien, Celebes, Philippinen; 600—1100 m.
13. *Fragaca litoralis*; J; Celebes, Molukken; 10—700 m.

## II. Pflanzen, die auf den Philippinen ihre Ostgrenze erreichen.

1. *Streblus asper*; J; Ostindien bis Siam, Sumatra, Philippinen, Molukken; 50—1000 m.
2. *Uvaria purpurea*; J; Malaiische Halbinsel bis Hongkong und zu den Philippinen; 100—150 m und höher.
3. *Melodorum manubriatum*; Malaiische Halbinsel und Philippinen; 150—240 m und höher.
4. *Aglaia palembanica*; Malaiische Halbinsel, Sumatra, Borneo, Philippinen; 300—450 m und höher.
5. *Memecylon floribundum*; J; bisher für endemisch gehalten!, auch Philippinen; 25—900 m.

## III. Pflanzen, welche bis Celebes gehen.

1. *Ficus variegata*; J; Ostindien bis China, Andamanen, Celebes; 10—1500 m.
2. *Unona discolor*; J; Ostindien bis China, Borneo, Celebes; 10—500 m und höher.
3. *Polyalthia lateriflora*; J; Malaiische Halbinsel, Sumatra, Celebes; 30—1200 m.
4. *Tetracera sarmentosa* var. *hebecarpa*; J; Ostindien bis Siam, Sumatra, Celebes.

## IV. Pflanzen, die jetzt nur mehr auf dem Festlande oder auf diesem und einer bzw. mehreren der drei großen Sunda-Inseln oder ausschließlich auf letzteren vorkommen.

## A. Nur mehr auf dem Kontinent.

1. *Loranthus elasticus*; Ostindien bis Malaiische Halbinsel.
2. *Loranthus pulverulentus*; Himalaya bis Malaiische Halbinsel; 600—1200 m.
3. *Mitrephora Maingayi*; Malaiische Halbinsel; 150—360 m und höher.
4. *Tetranthera salicifolia*; Malaiische Halbinsel bis 1800 m.
5. *Vatica lancaefolia*; Himalaya bis Malaiische Halbinsel; 120—1200 m.
6. *Revesia Wallichii*; Khassia, Indien; 900—1350 m.
7. *Feronia elephantum*; West-Himalaya, Ceylon, Vorderindien; 300—900 m.
8. *Indigofera tinctoria*; Ostindien bis Japan.

## B. Nur von dem indischen Festland und Ceylon lebend bekannt.

9. *Uvaria zeylanica*; Malabar, Travancore, Ceylon; bis 900 m.

## C. Nur auf dem Festland und einer oder mehreren der drei großen Sunda-Inseln lebend vorkommend.

10. *Castanopsis Curtisii*; Malaiische Halbinsel und Borneo; 300 m.

11. *Artocarpus rigida*; J; Malaiische Halbinsel, Sumatra, Borneo; 150—450 m und höher.
12. *Ficus indica*; J; Ostindien bis Java; 50—1000 m.
13. *Altingia excelsa*; J; Ost-Himalaya bis Yunnan, Sumatra; 600—1200 m.
14. *Aporosa fruticosa*; J; Malaiische Halbinsel, Java.
15. *Ellipeia cuneifolia*; Malaiische Halbinsel, Borneo; 150 bis 300 m und höher.
16. *Tetranthera alnoides*; J; Himalaya bis China, Malaiische Halbinsel, Java; 1200—1500 m.
17. *Cryptocarya ferrea* var. *oblongifolia*; J; Malaiische Halbinsel und Java; 500 m und höher.
18. *Mesua ferrea*; J †; Himalaya bis Siam; 1300 m.
19. *Hopea fagifolia*; J; Malaiische Halbinsel, Sumatra, Bangka; 20—500 m.
20. *Saraca minor*; Himalaya bis Siam, Ceylon, Malakka, Sumatra; 150—700 m.
21. *Memecylon myrsinoides*; J; Malaiische Halbinsel, Java; 200—450 m.
22. *Viburnum coriaceum*; J; temperierter Himalaya bis Zentral-China (Sze ch'uan), Sumatra, Java; 1200 bis 2700 m.
23. *Cyperus spec.*; J; Java und Malaiische Halbinsel.

D. Heute nur mehr auf einer bzw. mehreren der drei großen Sunda-Inseln lebend.

24. *Artocarpus altissima*; Sumatra.
25. *Uvaria Lamponga*; Sumatra.
26. *Cylicodaphne cuneata*; Sumatra, Borneo.
27. *Cylicodaphne fusca*; Sumatra.
28. *Dehaasia squarrosa*; J; Java.
29. *Garcinia Grahani*; Borneo.
30. *Cordia suaveolens*; J; Java; 5—500 m.
31. *Willughbya apiculata*; Sumatra.

Betrachtet man die geographische Verbreitung dieser Arten, so fällt auf, daß die überwiegende Mehrzahl der Pflanzen im

östlichen Himalaya-Gebiet ihren Ursprung nimmt; nur eine einzige Art, *Polyscias pinnata*, muß entsprechend ihrem jetzigen Verbreitungsareale von Australien eingewandert sein. Um nun aus der Verteilung dieser Flora Schlüsse über ihr Alter zu ziehen, muß die Fragestellung lauten, welche Landverbindungen sind notwendig, um diese Verbreitung zu erklären und in welcher Zeit existierten diese Landverbindungen. Zwar können bestimmte biologische Pflanzengruppen, wie z. B. die Strandflora, deren Samen durch die Wellen des Ozeans verbreitet werden, leicht über die Meere wandern; aber bei Trinil handelt es sich um eine ausgesprochene Baumflora und bei tropischen Waldbäumen ist eine glückliche Wanderung über eine bedeutende Meeresstrecke eine seltene Ausnahme. Es wurde oben gezeigt, daß von den 54 Arten, welche die fossile Flora von Trinil erkennen läßt, heute 13 vom östlichen Himalaya-Gebiet bis Neu-Guinea und Australien gehen, fünf bis zu den Philippinen, vier bis Celebes, während die übrigen Arten, deren Zahl rund 30 beträgt, die großen Sunda-Inseln östlich nicht überschreiten. Besonders zeigt dies das Beispiel der Feigenbäume, von denen in Trinil fünf Arten fossil vorkommen; davon geht *Ficus indica* heute bis Java, *Ficus variegata* bis Celebes, *Ficus retusa* bis Neu-Guinea. Bei sämtlichen drei *Ficus*-Arten geht die Verbreitung gemeinsam von Ostindien aus, sämtliche leben in einer Höhenregion von durchschnittlich 10—1000 m und trotzdem die Verschiedenheit in dem geographischen Areal. Diese eigentümliche Verbreitung läßt sich nur durch Einwanderungen erklären, die in verschiedenen Zeiten und auf verschiedenen Landverbindungen erfolgten.

Die erste Gruppe von Pflanzen, die von Indien bis Australien gehen, erfordern eine Landverbindung des asiatischen Kontinents mit den drei großen Sunda-Inseln, mit Celebes, den Philippinen, den Molukken, Timor, Neu-Guinea und Australien, so daß in dieser Zeit westliche Pflanzen und Tiere ungehindert via Timor oder über die Molukken bis Australien gelangen konnten.

Werfen wir nun einen kurzen Blick auf die Geologie des

indoaustralischen Archipels, so finden wir, daß noch im Eozän ein großer Teil desselben unter Wasser lag und eine weite See Asien und Australien trennte. Im Miozän entstand die Insel Celebes und wurde von Java aus besiedelt. Von dieser miozänen Invasion sind fossile Pflanzenreste durch GOEPPERT, HEER, GEYLER und RACIBORSKI bekannt gemacht worden und es steht unzweifelhaft fest, daß diese Pflanzen der Gattung nach der indomalaiischen Flora der Gegenwart sehr ähnlich sind. Die Hebung der Länder steigert sich im Pliozän und während des Höhepunktes der Pliozänperiode bestehen die ausgedehnten Landverbindungen, die es Tieren wie Pflanzen ermöglichen, vom indischen Festland bis nach Australien vorzudringen und umgekehrt. In dieser pliozänen Landperiode erfolgte die Vermischung der asiatischen und australischen Tier- und Pflanzenformen, hier erfolgte die erste jungpliozäne Pflanzeninvasion vom Himalaya, die Arten wie z. B. die Euphorbiacee *Flueggea obovata* bis Australien führte, während umgekehrt spezifisch australische Elemente wie *Polyscias pinnata*, eine baumartige Araliacee, bis nach Trinil vordrangen. Aber schon gegen das Ende der Pliozänzeit brachen in umgekehrter Reihenfolge, als die Vorstöße nach Osten erfolgten, die entsprechenden Landbrücken ein und setzten der Verbreitung der westlichen Elemente engere Grenzen. Zuerst erfolgte die Auflösung der Verbindung mit Australien, so daß sich die zweite jungpliozäne Invasion nur mehr bis zu den Philippinen erstrecken konnte; aber auch die Landbrücke nach den Philippinen brach am Ende der Pliozänzeit ein, gleichzeitig mit ihr wahrscheinlich auch die Celebesbrücke, wie sich aus der Verteilung der rezenten Arten auf diesen Inseln ergibt. Die dritte und letzte jungpliozäne Invasion fand daher in Java bzw. Borneo die natürliche Grenze ihrer Verbreitung. Java trennte sich erst in altdiluvialer Zeit ab, durch Einbruch der Javabrücke entstand die Sunda-Straße.

Nun enthält die fossile Flora von Trinil nicht wenig Arten, im ganzen rund 30, die heute nur mehr auf dem indischen Festland oder auf Sumatra bzw. Borneo vorkommen.

Ihre Anwesenheit in der pflanzenführenden Ablagerung von Trinil zeigt, daß damals noch keine hindernden Schranken bestanden, welche die Verbreitung dieser Arten hemmten. Da nun die Javabrücke in altdiluvialer Zeit einbrach, kann die fossile Flora von Trinil nicht jünger sein als altdiluvial, sie kann aber, da sie nicht eine einzige ausgestorbene Art oder Varietät enthält, auch nicht älter, also jungpliozän sein.

Dadurch ist zum ersten Male mit völliger paläontologischer Sicherheit an einem umfangreichen 54 Arten in zahlreichen Individuen umfassenden Material das **altdiluviale Alter des *Pithecanthropus*** einwandfrei erwiesen.

Die pliozänen Pflanzen, die CRÉÉ von Java beschrieben hat, sind von der Trinilflora spezifisch verschieden; nicht eine einzige verwandte oder ähnliche Art findet sich unter ihnen. Nun kommen aber in den jüngsten englischen Pliozänlagen schon 90 Prozent rezente Arten vor; dadurch entsteht die Frage, ob dieser Satz auch für die Tropen gilt und ob nicht eine derartige moderne Flora, wie sie die Ablagerung von Trinil enthält, ebensogut in jungpliozänen Schichten enthalten sein kann. Das wäre an sich wohl denkbar, denn es wurde oben gezeigt, daß alle Arten, die sich fossil in Trinil erhalten haben, auf drei im Jungpliozän erfolgenden Invasionen nach Java kamen, aber es ist keinem Zweifel unterworfen, daß man dann auch irgendwelche Relikte einer älteren Flora finden würde, selbst wenn man für die Tropen im Jungpliozän einen höheren Prozentsatz an rezenten Arten annimmt als für Europa. Andererseits ist zu bedenken, daß es noch kein Beweis gegen das altdiluviale Alter der Trinilflora wäre, wenn sich unter den 54 Arten zwei bis drei ausgestorbene hätten nachweisen lassen; enthält doch die dem vorletzten Interglazial angehörende *Höttinger Breccie* noch zwei ausgestorbene Arten, die Trinilablagerung dagegen nicht einmal eine ausgestorbene Varietät.

Es könnte gegen die altdiluviale Altersbestimmung des *Pithecanthropus* der Einwand erhoben werden, ob diese in erster Linie auf die sogenannte Hauptblätterschicht begründete Be-

stimmung auch für die Flora und Fauna der Trinilschichten von oben bis zu dem das Konglomerat unterlagernden Ton gilt und alle diese Schichten tatsächlich ein und dasselbe geologische Alter haben, nämlich das altdiluviale. Weder der paläontologische noch der geologische Befund widerspricht dieser Auffassung. Die Fauna der Schichten verrät durchaus denselben Charakter; so finden sich beispielsweise von dem in der Hauptknochenschicht relativ häufigen *Stegodon* noch über der braunen Aschenschicht 4 (siehe Profil) Knochen derselben Spezies. Das gleiche läßt sich von den Pflanzen behaupten, wenn hier auch die bestimmbar Resten aus den tiefer liegenden Schichten spärlich sind. Die orangenartige Frucht *Feronia elephantum*, die sich in der Hauptknochenschicht fand und heute nur mehr an der Koromandel-Küste wächst, paßt gut in das Florenbild hinein und das Braunkohlenholz gehört zu *Polyscias pinnata*, deren Blatt aus der Hauptblätterschicht vorliegt. Die in der harten Ton- und Tuffschicht gefundenen Holzkohlenstücke lassen sich mit der Lauracee *Tetranthera alnoides* identifizieren, deren erlenartige Blätter gleichfalls in der Hauptblätterschicht mehrfach gesammelt wurden.

Aber auch aus geologischen Gründen geht hervor, daß die Trinilschichten in einer relativ kurzen Zeit entstanden sind. Daß die Pflanzen, von denen sich in der Hauptknochenschicht so zahlreiche Reste finden, nicht an Ort und Stelle gewachsen sind, geht schon daraus hervor, daß die Holzreste in regelloser Verteilung vorkommen, niemals in aufrechter Stellung. Auch Wurzeln von Bäumen, die natürlich, wären die Bäume an der Ablagerungsstelle gewachsen, die tiefer liegenden Schichten durchdrungen hätten, fehlen vollständig und an den ausgehobenen Gesteinsstücken mit Blattabdrücken sieht man deutlich, daß die Blattreste der verschiedensten Pflanzenarten wirr durcheinander gestreut an die Stellen gerieten, wo sie in Ton oder Tuff eingebettet wurden. Wie sind nun diese Pflanzen an ihre Fundstelle verschleppt worden und warum zeigen die fossilen Hölzer und Knochen trotz des Transportes keine Abrollung?

Der Natur der ganzen Ablagerung nach ist es unzweifelhaft, daß die Tiere, mit denen die Pflanzen vergesellschaftet sind, durch eine jener gewaltigen vulkanischen Katastrophen umgekommen sind, wie sie noch in unserer Zeit in Java stattgefunden haben und die Schilderungen, die der vielseitige JUNGHUHN von diesem gewaltigen, alles vernichtenden Lahar-Phänomen gibt, sind wohl geeignet, das Vorhandensein so zahlreicher Knochen und Stammstücke in den Trinilschichten zu erklären. Unter Lahar versteht man nicht nur die Schlammmassen, die aus dem Krater hervorquellen und schwerbeladen mit Asche, Bimssteinen und Bomben herabströmen, sondern auch das Bett, durch das diese Schlammströme ihren Lauf nehmen. Ob die Laharströme, die sich bis Trinil wälzten, aus dem mit einem See erfüllten Riesenkrater des Wilis (2256 m) oder dem benachbarten Lawu (3265 m) hervorbrachen, läßt sich wegen der gleichartigen petrographischen Beschaffenheit dieser Vulkane nicht sicher angeben, doch kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die Konglomeratschichten samt der überlagernden Hauptknochenschicht die Produkte gewaltiger Laharströme aus dem mit einem See erfüllten Krater eines der genannten Vulkane darstellen. Durch den Transport in dem mehr oder weniger breiigen Laharstrom erklärt sich auch die auffallende Erscheinung, daß die fossilen Knochen und Hölzer von Trinil keine Abrollung zeigen. Wenn trotzdem niemals vollständige Skelette oder ganze entwurzelte Baumstämme gefunden wurden, wie dies zu erwarten wäre, wenn die Tiere sofort in die Laharströme geraten wären, so erklärt sich dies daraus, daß die Tiere nicht gleich bei der ersten Haupteruption von einem Laharstrom fortgerissen wurden, sondern teils durch die Ausleerung des Kratersees des Vulkans ertränkt teils unter der vulkanischen Asche begraben, tagelang liegen blieben und mehr oder weniger verweseten, bis ihre Kadaver und Skelette durch einen wolkenbruchartigen Tropenregen, wie sie in jenen Gegenden häufig niederfallen, einem gewaltigen Laharstrom zugeführt wurden. Bedenkt man, daß dieser Transport in einem tiefen und ausgedehnten Flußbett erfolgte, welches durch

den Laharstrom noch weiter aufgerissen wurde, daß ferner die Verschleppung nach Trinil 35—40 km betrug und das Gefälle bis zu dem 15 km von dem Vulkan entfernten Madiun 1:20 war, so kann es nicht verwundern, daß die Tierleichen bis zu ihrer Ablagerung in Trinil vollständig zerfielen und von Pflanzen in den für ihre Erhaltung ungeeigneten Konglomeratschichten nichts und in der Hauptknochenschicht nur Hölzer, aus Zweig- und Blattresten bestehender Detritus sowie eine Frucht mit derber Schale vorkommen; die leichter vergänglichen Blätter waren jedenfalls schon vorher verfault oder in pulverartigen Detritus umgewandelt, ehe die Knochen in den Laharstrom gelangten. Am schnellsten wurden in dem mit Aschenbrei erfüllten Laharstrom natürlich die erbsen- bis kopfgroßen Bimssteinstücke transportiert, dann erst folgten die spezifisch schwereren Andesitstücke und rissen bei ihrer Ablagerung die Bimssteine teilweise mit herab, weshalb in den Konglomeratschichten Bimssteinstücke und Andesitblöcke in buntem Gewirr durcheinander liegen. Die Konglomeratschichten und die aus Lapilli bestehende Hauptknochenschicht verdanken also einem bei der Haupteruption hervorbrechenden gewaltigen Laharstrom ihre Entstehung. Durch kleinere Wasserläufe, die nach der Haupteruption dem Bette des Laharstromes zuflossen, wurden diesem noch erhebliche Mengen an vulkanischem Material zugeführt; so entstand die die harte Tonschicht überlagernde Lapillischicht. Zu der Zeit, als die Hauptblätterschicht und die dazugehörige Lapillischicht abgelagert wurde, muß der Laharstrom schon sehr ruhig geflossen sein und das ist nach der Haupteruption ganz gut denkbar, denn schon JUNGHORN erwähnt das Beispiel eines Mannes, der vor einem Laharstrom fliehen wollte, dabei von der Krone einer umstürzenden Kokospalme bedeckt und so gerettet wurde, weil der Schlamm wie ein Gewölbe über ihn hinwegfloß; woraus folgt, daß der Schlamm weder sehr flüssig noch sehr heiß war. Durch kleinere Wasserläufe später dem Laharstrom zugeführt wurden auch die Aschen, die in den vier obersten Schichten abgelagert sind. Daraus und aus allem, was wir über den Umfang und die Mächtigkeit der Lahar-

ströme wissen, geht hervor, daß die Laharbildungen von Trinil bei einer Mächtigkeit von nicht ganz 25 m wohl in einer verhältnismäßig kurzen Zeit samt und sonders entstanden sind.

Das regellose Auskeilen der Schichten bei Trinil erklärt sich dadurch, daß sich die von dem Vulkan kommenden Laharströme in eine Rawah, einen Sumpfsee, ergossen, dessen nördlicher Rand nahe bei dem heutigen Trinil lag. Daß es sich hier nur um ein stehendes, nicht aber ein kräftig strömendes Wasser handeln kann, ergibt sich aus den zahlreichen Funden von ganzen Blättern, aus dem Fehlen von Quarzsand und Flußgeröll sowie aus der Bildung von Schwefelkies und Markasit in der Nähe der Braunkohlenhölzer der Hauptblätter wie auch der Hauptknochenschicht; nur in stagnierendem Wasser kann sich in der Nachbarschaft faulender Hölzer Schwefelkies bilden. Die Rawah bei Trinil war dadurch entstanden, daß sich nach dem Ausbruch des Vulkans das Laharmaterial aufstaute; der durch das Laharmaterial gebildete Rand der Rawah erlitt dann, besonders zur Zeit sehr reichlicher atmosphärischer Niederschläge hin und wieder Durchbrüche, wodurch das Wasser in dem Sumpfsee in eine stärker strömende Bewegung geraten mußte. Da die Annahme durchaus begründet ist, daß in einem Sumpfsee die Sedimentierung im großen und ganzen regelmäßig erfolgt und die Tonschichten in Trinil durchschnittlich 1 m dick sind, so ergibt sich auch hieraus das einheitliche Alter der Ablagerung. Paläontologisch verschiedene Horizonte nach den organischen Einschlüssen unterscheiden zu wollen, wie ELBERT es getan hat, ist gänzlich unbegründet, ebenso ELBERTS Versuch entsprechend dem europäischen Diluvium drei Stufen zu unterscheiden, die Flußterrassen entsprechen; es wurde oben gezeigt, daß Schicht 11 bis 9 (Konglomerat + Lapilli I) der Haupteruption des Vulkans entspricht, Schicht 8—7 (harter Ton + Lapilli II) einem der Haupteruption unmittelbar folgenden schwächeren Ausbruch, Schicht 6—5 (Ton und Tuff + Lapilli III) einer dritten schwachen Eruption, Schicht 4—1 (Asche) vier kleineren

späteren Ausbrüchen, so daß im ganzen eine Haupt- und sechs spätere kleinere Eruptionen vorliegen, die alle einer und derselben geologischen Periode angehören.

Auch aus der Fossilisation der gefundenen Holzreste kann nicht auf ein pliozänes Alter der Trinilschichten geschlossen werden. Wenn verhältnismäßig viele Kieselhölzer gefunden werden, so kann dies nicht wundernehmen, wenn auch das die organischen Reste umschließende Gesteinsmaterial, Augit-Andesittuff mit hauptsächlich grüner und brauner Hornblende, Orthoklas und Lapilli, keinen Quarz enthält; Quarzkörnchen fehlen fast gänzlich in den vulkanischen Tuffen. Der Ursprung der Kieselsäure ist in der vulkanischen Asche zu suchen, welche eine beträchtliche Menge von Kieselsäure und kieselensäurehaltigen Verbindungen enthält, die sich in dem aus der Atmosphäre kommenden, meist Kohlensäure enthaltenden Wasser auflösen. Wo das fein zerteilte Aschenmaterial ärmer ist, erscheinen die Hölzer (das gleiche gilt auch für die Knochen) viel weniger verändert und durch die leichte Zersetzung des Markasits in schwefelige bzw. Schwefelsäure in Braunkohle verwandelt. Dazu kommt, daß gerade in der feuchten Tropenregion die Fossilisation ungemein schneller vor sich geht, demnach der höhere oder niedrigere Grad derselben durchaus keinen Maßstab für das größere Alter der Holz- und Knochenreste darstellt.

Vergleicht man die fossile Flora von Trinil mit dem Pflanzenkleid, das heute in der Umgebung von Trinil wächst, so findet man nach den von ELBERT 1907 gemachten Aufsammlungen im Rijksherbarium zu Leiden, deren Bestimmung von HANS HALLIER und mir ausgeführt wurde, folgende Arten in der Nähe von Trinil lebend (die Nummern beziehen sich auf ELBERTS Exsikkaten im Rijksherbarium).

I. Trinil, Nordebene von Madiun; 100 m.

1. *Loranthus longiflorus* (Nr. 410); 100—150 m.
2. *Uvaria purpurea* (Nr. 353); 100—150 m.
3. *Cassia alata* (Nr. 389); 100—300 m.

## II. Vulkan Pandan; 906 m.

4. *Streblus asper* (Nr. 523); 400—900 m.
5. *Ficus variegata* (Nr. 521); 400—900 m.
6. *Flueggea obovata* (Nr. 482); 400—900 m.
7. *Saraca minor* (Nr. 486); 400—900 m.
8. *Memecylon myrsinoides* (Nr. 488); 400—900 m.

## III. Vulkan Lawu-Kukusan; 3265 m.

9. *Ficus retusa* (Nr. 320), Kukusan; 1200—1400 m.
10. *Viburnum coriaceum* (Nr. 15—18 inkl.), südwestlich von Kendil, 1500—1600 m; Kukusan, Kali Djeploh, 1200—2600 m.

Betrachtet man die fossile Flora von Trinil in ihrer Gesamtheit, so weist alles mit Sicherheit darauf hin, daß sie einem offenen immergrünen gemischten Urwald der temperierten Zone entspricht, wie er heute in einer Höhe von 600—1200 m vorkommt und zwar an der oberen Grenze dieser gemäßigten Region. Nur wenige laubabwerfende Bäume finden sich unter den fossilen Baumarten von Trinil, *Memecylon myrsinoides* und *Ficus infectoria*, aber auch diese werfen ihr Laub nur kurze Zeit ab: alles übrige sind fast ausschließlich immergrüne Bäume und Sträucher. Am Rande dieses Urwaldes, in dessen düsterem Schatten die größte Mannigfaltigkeit an Baumarten, aber Armut an Blüten herrscht, war eines jener untiefen stehenden Gewässer, wie sie in Java auch im Innern des Landes so häufig sind, eine Rawah, deren Ufer mit zahlreichen Riedgräsern aus der Gattung *Cyperus* bestanden war. Sie bildeten gewiß die Nahrung der so zahlreich gefundenen Hirsche, deren verhältnismäßig stark in sich gekrümmte Geweihe an das Zwergrentier aus dem norddeutschen Diluvium erinnern und durch diese Eigentümlichkeit beweisen, daß die Träger dieser Geweihe nicht in einem dichten, von Lianen reich bedeckten Urwald wohnten, wie er sich heute in der heißen Zone von Java findet — denn hier hätten sich die Hirsche mit ihren Geweihen bald verstrickt —, sondern in dem weniger dichten, von Lianen fast freien Urwald der gemäßigten

Zone; von Lianen sind nur *Deguelia elliptica*, ein windender Strauch, und *Willoughbya apiculata*, eine Kautschukliane, zu nennen. Man könnte die gemäßigte Zone, wie dies auch manche Reisende getan haben, als die Region der Feigenbäume und *Anonaceen* bezeichnen und in der Tat sind auch in der fossilen Flora von Trinil die *Moraceen* und *Anonaceen* mit je acht Arten am häufigsten, aber diese treten schon in der heißen Zone des Tieflandes auf, von der überhaupt noch zahlreiche Arten in der gemäßigten Region angetroffen werden. Dagegen tritt hier die heute in Mitteljava fehlende *Altingia excelsa* auf, der Fürst der Urwälder, nach dem man diese Zone die Region der Rasamalabäume genannt hat. Ich möchte aber die Region, die der fossilen Flora von Trinil entspricht, lieber als die Region der Lorbeergewächse bezeichnen, da diese nach Arten- wie Individuenzahl stark hervortreten und für die obere Grenze der temperierten Zone charakteristisch sind; in einer geringeren Höhe würde man sie vergeblich suchen. Für den physiognomischen Charakter des Vegetationsbildes ist vor allem das Vorkommen einer Schneeball-Art, *Viburnum coriaceum*, von Interesse, die nicht unter 1200 m herabgeht; aber auch das Auftreten von *Castanopsis Curtisii*, eines Kastanienbaumes vom Habitus der Eichen, ferner Arten wie *Mesua ferrea*, *Ficus retusa*, *Reevesia Wallichii* u. a. weisen mit Sicherheit auf die naßkalte Luft der gemäßigten Zone hin.

Was die klimatischen Verhältnisse der temperierten Gewächszone betrifft, so fällt die Temperatur von 22° auf 18° C. Die Zeit, in der die Wärme über Tag den höchsten Grad erreicht, ist viel veränderlicher als in der heißen Zone, der Unterschied zwischen Tag- und Nachttemperatur größer. Fast jeden Nachmittag entladen sich an den Gehängen der Berge die heftigsten Gewitter, der Regen ist stärker. Vom Winde getriebene Nebelmassen ziehen zwischen den Stämmen und die Feuchtigkeit der Atmosphäre ist größer; die Blätter haben nicht selten Trüfelspitzen, die der Blattfläche eine raschere Trockenlegung gestatten. In der Ebene von Madiun, in der Trinil liegt, beträgt die jetzige Temperatur durchschnittlich

24—28°; die Temperatur zur Zeit des *Pithecanthropus* war daher, wie aus den angeführten Zahlen hervorgeht, im Mittel um 6° niedriger als heute. Es ist also für Trinil in altdiluvialer Zeit eine thermische Depression anzunehmen und dies gilt für die gesamte Ablagerung der *Pithecanthropus*-Schichten, da alle Pflanzenreste nach meinen Untersuchungen einer einzigen Gewächszone angehören. Wenn ELBERT die Pflanzenreste von Trinil zwei verschiedenen Gewächszonen einreihet und innerhalb dieser fünf verschieden hoch gelegene Horizonte von Pflanzenabdrücken unterscheidet, für die er eine Menge von Gattungen angibt, so beruht dies darauf, daß seine sämtlichen Pflanzenbestimmungen — ELBERT bestimmte nur die Gattungen — unrichtig sind. Daraus kann dem Geologen ELBERT kein Vorwurf gemacht werden, denn gerade in der Phytopaläontologie werden so viele Bestimmungen von Dilettanten gemacht, daß dadurch zum Teil die ganze Wissenschaft in Mißkredit gebracht wird und wer nicht die etwa 1000 Baumarten Javas und ihre Variationsbreite auf Grund eingehender systematischer Studien kennt, der kann auch keine fossilen Pflanzen von Java bestimmen.

Es könnte eingewendet werden, die Reste der für ein gemäßigtes Klima sprechenden Pflanzen seien von den höheren Gebirgszonen durch kleinere Wasserläufe nach der Haupteruption des Vulkans herabgeschwemmt worden. Nun handelt es sich aber bei der Trinilflora schon um die obere Grenze der gemäßigten Region und es wäre nicht einzusehen, warum dann nicht auch Pflanzen der kühlen, durch das Vorherrschen der Eichen-Arten charakterisierten Zone sowie der durch heidekrautartige alpine Typen gekennzeichneten kalten Gipfflora bei der Eruption mit herabgeschwemmt wurden. Hiergegen ließe sich wieder sagen, der Vulkan sei damals noch gar nicht so hoch gewesen, aber auch dies ist nicht wahrscheinlich. Denn als Produzenten der Laharströme kommen, wie erwähnt, nur der Wilis oder der Lawu in Betracht, namentlich der erstere, denn er bedeckt mit seinem Fuß eine noch größere Fläche als der Lawu. Da aber die Winkel, unter denen seine

unteren, nicht vom Einsturz betroffenen Teile aus der Ebene aufsteigen, so ziemlich dieselben sind wie beim Lawu, darf man wohl annehmen, daß der Wilis gleich dem heutigen Lawu an 3000 m hoch war, bis eine Reihe von Eruptionen seinen jetzigen Zustand herbeigeführt hat und historische Angaben über Eruptionen des Wilis liegen nicht vor. Namentlich weist aber der einheitliche Charakter der gesamten Flora, die ihren Ursprung in den Bergwäldern des temperierten Himalaya hat und keine Arten enthält, die ausschließliche Bewohner der heißen Tropenregion sind, darauf hin, daß nicht etwa eine Mischflora verschiedener Zonen bei Trinil abgesetzt wurde. Zudem muß der Laharstrom zu jener Zeit, als die Pflanzen der Hauptblätterschicht durch ihn transportiert wurden, schon sehr ruhig und wenig heiß gewesen sein, da sonst nicht so viele ganze Blätter nach Trinil gelangt wären. Auch dieser Umstand macht es sehr unwahrscheinlich, daß aus den höheren Regionen Pflanzen in größerer Menge mitgerissen wurden. Auch ist nochmals zu betonen, daß spezifische Tieflandsbewohner oder küstennahe Gewächse vollständig fehlen, dagegen eine analoge Vegetation wie die fossile Trinilflora an der Ostgrenze von Indien in Assam bei 750—1200 m Höhe zu finden ist, nämlich in den Khassischen Bergen, einer der regenreichsten Gegenden der Welt, wo die jährliche Regenmenge ca. 11,5 m beträgt. Daß ein derartiges Klima nicht mehr genügt, um das hervorzubringen, was unter tropischer Vegetation verstanden wird, leuchtet ein und so spricht die Gesamtheit der fossilen Trinilpflanzen nicht nur für ein weniger warmes, sondern auch für ein feuchteres Klima, als es jetzt in Mitteljava herrscht, wo die Wälder schon Übergänge der größerer Feuchtigkeit bedürfenden Flora Westjavas und der xerophilen Gehölzformation Ostjavas darstellen. Arten wie *Aglaia palembanica*, *Ficus callosa*, *Hopea fagifolia*, *Saraca minor*, *Streblus asper*, *Viburnum coriaceum* sind keine Freunde trockener Standorte und bevorzugen ausschließlich feuchte Bergwälder. Aus der Säugetierwelt kann natürlich eine derartige thermische Depression nicht geschlossen werden und die Molluskenreste

sind ihrer Zahl nach zu gering, um weitergehende Schlüsse in dieser Richtung zu ziehen, auch die rezenten Vertreter und ihre geographische Verbreitung bei weitem nicht so gut bekannt als es die Flora des indoaustralischen Archipels ist. Immerhin ist zu erwähnen, daß die von MARTIN angegebene *Paludina javanica* nach JUNGHUNN noch heute in den Sumpfsseen oder Rawahs der gemäßigten Region vorkommt; auch Süßwassermuscheln sind hier zahlreicher als in der heißen Region und Flußmuscheln gehören bekanntlich zu den allhäufigsten Trinil-Mollusken.

Zu den gleichen Resultaten wie die fossile Flora von Trinil führt diejenige von Triték, wo ELBERT in den oft 150 m eingeschnittenen Tälern am Südabhange des kleinen, nur 906 m hohen Vulkans Pandan ein fast ebenso vollständiges Profil fand als bei Trinil. Die fossile Tritékflora (siehe Tafel), die ich im Rijksherbarium in Leiden sah, enthält nur zwei Arten: mehrfache Abdrücke der Myrtacee *Caryophyllus floribundus* MIQ. und in großer Anzahl die Theacee *Gordonia excelsa* BL. Erstere findet sich lebend in der Umgebung von Trinil im Gandongtal, Lido Ramping, 1300—1400 m (ELBERT, Nr. 208), letztere am Gipfel des Lawu, 2900—3200 m (ELBERT, Nr. 287), geht aber bis 600 m herab. *Gordonia excelsa* wächst am Ost-Himalaya, in den Khassischen Bergen, auf der Malaiischen Halbinsel, Sumatra und Java. So weisen auch diese wenigen Pflanzen auf das feuchtere und gemäßigte Klima der temperierten Zone hin, nicht aber auf die kühle Gewächszone, wie ELBERT annahm.

Wie ist nun die thermische Depression im Altdiluvium von Mitteljava zu erklären? Es konnte oben gezeigt werden, daß vom Himalaya aus gegen das Ende der Pliozänzeit drei Pflanzeninvasionen nach Osten erfolgten. Das hat offenbar darin seinen Grund, daß gegen das Ende der Pliozänzeit vom Himalaya ausgehend eine allgemeine Klimaverschlechterung eintrat, die auch im Altdiluvium noch andauerte und durch Herabsetzung der Temperatur sowie durch größere Feuchtigkeit auch für den Archipel fühlbar gewesen sein muß, gleichgültig, ob wir uns diese als Glazialzeit oder, was wahr-

scheinlicher ist, als Pluvialzeit vorstellen. Nun entspricht einer diluvialen Firngrenzendepression von 500—600 m in den Tropen eine mittlere Temperaturerniedrigung von 3—4°; da, wie oben angeführt wurde, für die *Pithecanthropus*-Schichten eine Temperaturerniedrigung von 6° anzunehmen ist, würde demnach die Firnliniendeckung in Java 800 m betragen haben und diese Zahl stimmt mit der diluvialen Schneegrenze in Afrika ziemlich gut überein, die 900—1000 m tiefer lag. Nun beträgt aber in Afrika die Gletschergrenze 4500—6000 m, in Java dagegen 3000—3100 m und daraus folgt wieder, daß die diluviale Schneegrenze in Trinil im Mittel 800 m tiefer gelegen haben muß als heutzutage. Bezeichnend für meine Auffassung, daß eine Klimaverschlechterung die Auswanderung der Pflanzen aus dem Himalaya-Gebiet verursachte, ist die Tatsache, daß die ausschließlich die temperierte Bergregion bewohnenden Pflanzen wie *Altingia excelsa*, *Castanopsis Curtisii*, *Mesua ferrea*, *Reevesia Wallichii*, *Viburnum coriaceum* sowie sämtliche *Lauraceae* am spätesten auswanderten: sie gehören alle der dritten, jungpliozänen Invasion an.

Für die wichtige Frage, ob sich in den *Pithecanthropus*-Schichten auch Spuren von der Tätigkeit des Menschen nachweisen lassen, sind die gefundenen Holzkohlenstücke ebensowenig entscheidend als die Knochenstücke. Es ist ja immerhin auffallend, daß die in der harten Ton- und Ascheschicht sowie in der Hauptblätterschicht gefundenen fünf Holzkohlenstücke ein und derselben Holzart angehören, nämlich der Lauracee *Tetranthera alnoides* Miq. und daß sie sämtlich noch die Markkronen im Innern enthalten, ohne daß die Zellen derselben gedrückt sind. Aber wenn auch direkte kohlige Brandschichten in den Trinilschichten infolge der Verschleppung durch den Laharstrom ebensowenig zu erwarten sind als vollständige Skelette, so können doch die Holzkohlenstücke ebensogut Teile eines in der heißen Asche oder glühenden Lava verkohlten Astes sein als die Reste einer menschlichen Feuerstelle.

Ist es demnach noch vollständig unsicher, ob mit dem *Pithecanthropus* zusammen schon Urmenschen lebten, so darf

andererseits aus dem sicher bestimmten altdiluvialen Alter des *Pithecanthropus* noch nicht der Schluß abgeleitet werden, daß der *Pithecanthropus* kein Bindeglied zwischen Mensch und Affe sei. Dies wäre trotzdem möglich, denn gerade die Trinilfauna hat die Merkwürdigkeit, daß sie die verschiedenen Entwicklungsstadien zu gleicher Zeit und nebeneinander enthält wie *Stegodon*, die Zwischenform zwischen *Mastodon* und *Elephas*, *Tetracerus Kroessenii* DUBOIS, eine äußerst merkwürdige Übergangsform einer Antilopen-Art, und *Bibos palaesondaicus* DUBOIS, die Entwicklung einer *Bibos*-Form aus der noch etwas an die Antilopen erinnernde *Leptobos*-Form. Dieses eigentümliche Phänomen findet wohl darin seine Erklärung, daß bei der Klimaverschlechterung im Jungpliozän wie die Pflanzen so auch die Tiere von ihrem Entwicklungszentrum im Himalaya-Gebiet ostwärts wanderten und zwar sowohl die alten Urformen als auch die jüngeren Übergangsformen; sie besiedelten während der pliozänen Landperiode die zusammenhängenden Ländermassen des indoaustralischen Archipels, aber der rasche Einbruch der verschiedenen Landbrücken hinderte sie an einer Rückwanderung und veranlaßte ihr Aussterben in der umgekehrten Zeitfolge ihres Vordringens. Nur in Java, das ja noch im Altdiluvium mit dem Kontinent in Verbindung stand, konnte sich diese Tierwelt auch damals noch halten und so liegt nach meiner Ansicht in der Trinilfauna eine Diluvialfauna ganz besonderer Art vor, in der sich gemäß ihrer Lage im äußersten Südosten Asiens und im Verein mit dem langen Zusammenhang Javas mit dem Festlande länger als anderswo zahlreiche altertümliche Formen erhalten mußten. Daß aber in diluvialen Schichten ausgestorbene Säugetiere zusammen mit lebenden Pflanzen- und Schnecken-Arten vorkommen, ist sattsam bekannt.

Wenn ich schließlich die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zusammenzufassen versuche, so lassen sich diese in folgenden Sätzen ausdrücken:

1. Die in den Trinilschichten fossil erhaltenen Pflanzenreste gehören sämtlich solchen Arten an, die heute noch leben und sind daher nicht älter als diluvial.

2. Von den 54 sicher bestimmten Arten der Triniflora kommen nur 24 jetzt noch lebend in Java vor, davon 10 in der Umgebung von Trinil.

3. Von der Gesamtheit der Arten sind heute 13 von Ostindien bis Neu-Guinea bzw. Australien verbreitet, 5 bis zu den Philippinen, 4 bis Celebes, 8 bewohnen heute nur mehr eine oder mehrere der drei großen Sunda-Inseln, 14 das indische Festland und eine bzw. mehrere der großen Sunda-Inseln, 1 ist auf Indien und Ceylon beschränkt, 8 auf das Festland von Indien.

4. Aus der Verbreitung dieser Arten folgt, daß zur Zeit der Entstehung der Trinilschichten Java noch mit dem Festland verbunden war; da die Javabrücke im Altdiluvium einbrach, kann die Triniflora nicht jünger sein als altdiluvial, da sie keine einzige ausgestorbene Art oder Varietät enthält, auch nicht älter.

5. Der durchaus einheitliche Charakter der Flora und der ganzen Ablagerung beweist, daß das altdiluviale Alter für die gesamten Trinilschichten, also auch für den *Pithecanthropus* gilt.

6. Alle Pflanzen gehören einer einzigen Gewächszone an und zwar dem offenen, immergrünen, gemischten Urwald der temperierten Zone, also einer Höhenlage von 600—1200 m und zwar der oberen Grenze, d. h. der Region der Lorbeer-gewächse.

7. Daraus folgt, daß die Temperatur zur Zeit des *Pithecanthropus* im Mittel um 6° C. niedriger und die Schneegrenze durchschnittlich 800 m tiefer war als heute.

8. Die Zusammensetzung der Flora spricht aber nicht nur für ein kühleres, sondern auch feuchteres Klima.

9. Eine analoge Flora wächst heute in den feuchten, temperierten Bergwäldern der Khassischen Berge in Assam in einer Höhe von 750—1200 m.

10. Das gleiche wie für die fossile Flora von Trinil gilt für die entsprechende Flora von Triték.

---

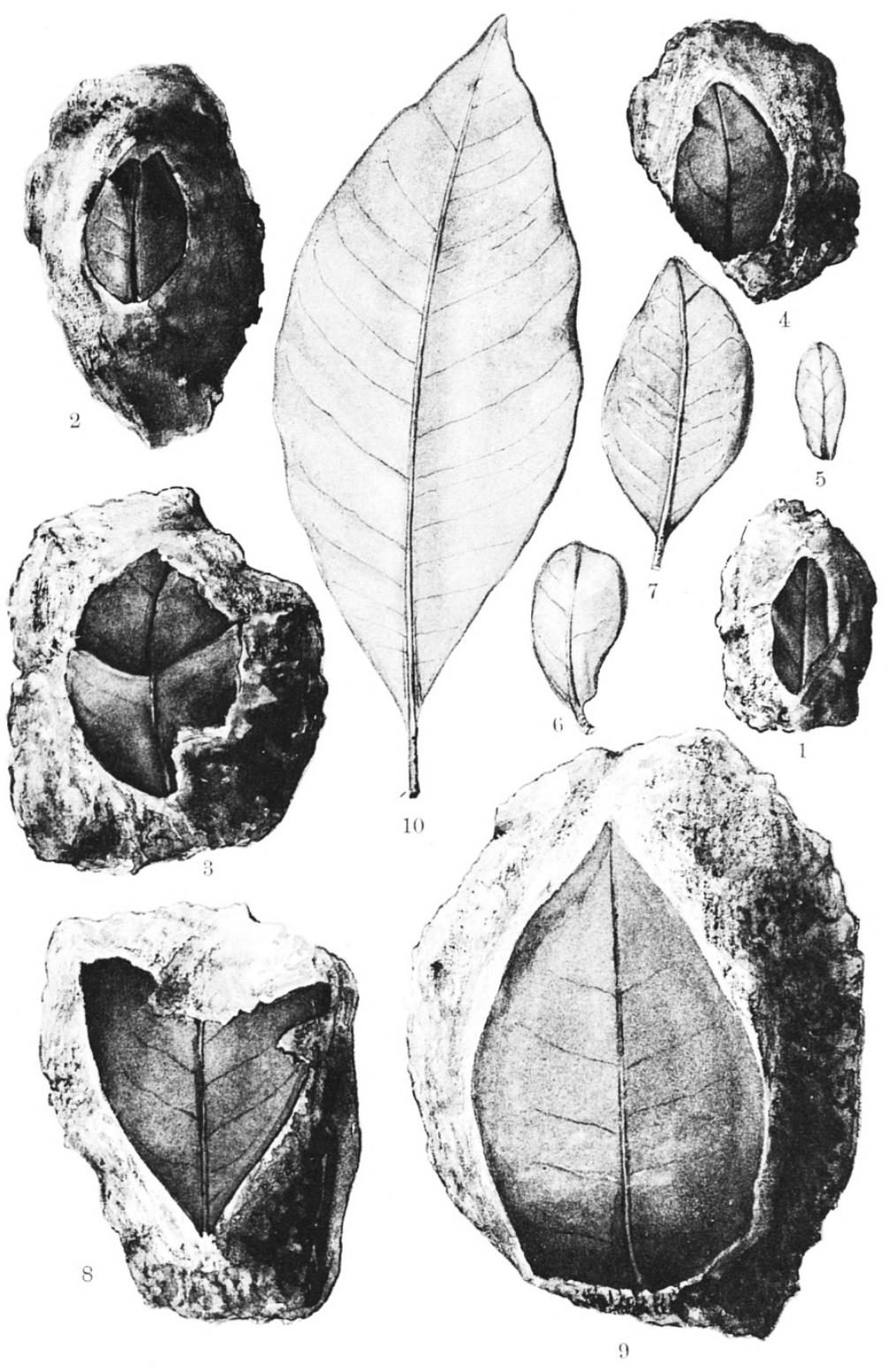
### Tafelerklärung.

Fossile Flora von Tritiek am Südabhang des Pandan (vgl. S. 26).

- Fig. 1—7. *Gordonia excelsa* BLUME. *Theaceae*.  
" 1—4. Fossil.  
" 5—7. Variationen der rezenten Blätter vom Gipfel des Vulkans Lawu, 2900—3200 m (ELBERT, Nr. 287); 5—6 Oberseite, 7 Unterseite.  
" 8—10. *Caryophyllus floribundus* MIQUEL (*Eugenia confertiflora* KOORDERS et VALETON). — *Myrtaceae*.  
" 8—9. Fossil.  
" 10. Rezentes Blatt vom Gandong-Tal, Lido Ramping, 1300 bis 1400 m (ELBERT, Nr. 208), Oberseite.

Originale im Rijksherbarium zu Leiden.

---



Gertrud Bartusch gez.