

<b>Zeitschrift:</b>	Botanica Helvetica
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Botanische Gesellschaft
<b>Band:</b>	100 (1990)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Eine fossile Flora aus dem oberen Oligozän von Ebnat-Kappel : eine Überarbeitung der Sammlung Heinz Oberli in Wattwil
<b>Autor:</b>	Büchler, Walter
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-69716">https://doi.org/10.5169/seals-69716</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Eine fossile Flora aus dem oberen Oligozän von Ebnat-Kappel

Eine Überarbeitung der Sammlung Heinz Oberli in Wattwil

**Walter Büchler**

Flurystraße 12, CH-8620 Wetzikon

Manuskript angenommen am 29. Mai 1990

## Abstract

Büchler W. 1990. A fossil Flora of the Upper Oligocen of Ebnat-Kappel. Bot. Helv. 100: 133–166.

Leaf remains of H. Oberli's collection from the Chattian of Ebnat-Kappel, Toggenburg (Switzerland) are described. Of the 38 different leaf types found and defined, 27 could be determined to the family, genus or species level, in some cases, however, with some uncertainty.

A sample from a clayey intercalation close to the megafossil bed from the Ebnat-Kappel section yielded sporomorphs. Spores of pteridophytes were the most common group. This is in contrast to the megafossil record, where ferns are missing. Pollen belonging to wind pollinating taxa confirmed the assignment of some of the leaves to these genera.

Some of the fossil taxa found in the Oligocene material are closely related to the extant species *Cinnamomum camphora* L., *Sabal minor* (Jacq.) Pers. and *Cotinus coggyria* Scop. Their climatic demands, and comparisons to the modern mixed mesophytic forests of southern China, indicate a humid warm temperate climate with a mean annual temperature of about 15 °C and an annual precipitation of more than 130 cm.

*Key words:* Oligocen, fossil flora

## Einleitung

Die Sammlung Oberli in Wattwil enthält über 700 pflanzliche Fossilien aus dem jüngeren Oligozän (Chattian) von Ebnat-Kappel im Toggenburg, Nordostschweiz. Sie wurde in den Jahren 1955–1970 vom damaligen Bezirksförster, Botaniker und *Salix*-Kenner Heinz Oberli (1913–1983) und seinem Sohn Urs im Einvernehmen mit dem Erziehungsdepartement des Kantons St. Gallen und der Familie Hartmann, den Eigentümern des Steinbruches im Heidli, Rüti, Ebnat-Kappel, sowie in engem Kontakt mit R. Hantke vom geologischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich aufgebaut. Im Rahmen der Bearbeitung der Ebnater Funde zeichnete H. Oberli 338 Blattabdrücke im Maßstab 1:1 und bestimmte außerdem noch 440 Blätter im Feld. 1969 wurde ein Teil der Sammlung anlässlich der Jahresversammlung der Schweizerischen

Naturforschenden Gesellschaft in der Handelshochschule St. Gallen der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Bei dieser Gelegenheit wurde auch der von der gleichen Fundstelle stammende und heute im Paläontologischen Museum der Universität Zürich aufbewahrte Schädel von *Microbunodon minus* Cuvier gezeigt. 1979 folgte die bisher einzige, populärwissenschaftlich gehaltene Veröffentlichung zu diesem Thema in „Terra plana“ (Oberli 1979). Die nun vorliegende Arbeit soll die Fachwelt auf die Sammlung Oberli und die dazugehörenden Zeichnungen aufmerksam machen, den Stand der Arbeit von H. Oberli festhalten und seine Arbeit würdigen. Um zusätzliche Informationen über diese Flora zu erhalten, entnahm Urs Oberli 1989 aus einer etwa 5 m tiefer liegenden Mergelschicht eine Probe und ließ sie am Geologischen Institut der ETH in Zürich auf Mikroreste hin untersuchen.

Der Hartmann-Steinbruch ist seit einigen Jahren nicht mehr in Betrieb und bereits so weit zugeschüttet, daß keine weiteren Funde mehr zu erwarten sind.

### Geologische Angaben zur Fundstelle

Nach Habicht (1945) und Frei (1979) gehören die Ebnater Schichten zum distalen Bereich der Speer-Schüttung. Das durch einen Fluß abgelagerte Sediment stammt vorwiegend aus Flyschanteilen eines Äquivalents der Simmendecke. Von Ebnat sind in der Literatur zwei wichtige Fundstellen bekannt geworden. Im Steinbruch Schmitt (Koord. 728 870/236 475), dessen Gesteine stratigraphisch an die Wende vom Mittel- zum Oberoligozän einzustufen ist, wurden Pollen, Sporen und Reste einer Kleinsäugerfauna, aber nur sehr wenige pflanzliche Großreste gefunden. Das im Folgenden interessierende, stratigraphisch etwas jüngere Material (Alter um 25 Mio Jahre) aus dem Steinbruch Hartmann (Koord. 727 850/235 000, Flurname Heidli) stammt alles aus der gleichen, höchstens 10 m dicken Schicht. Der hier abgebaute Sandstein wurde zu Pflaster- und Mauersteinen verarbeitet und zeigt kaum Schichtung. Ebenfalls aus dem Steinbruch Hartmann stammt, als einziges tierisches Fossil, der von Hünermann (1967) beschriebene Schädel des suiformen Paarhufers *Microbunodon minus* Cuvier.

### Material und Methoden

Der Kalksandstein von Ebnat-Kappel ist grobkörnig. Korndurchmesser von 0,1–0,3 mm sind häufig. In den Blattabdrücken ist von der ursprünglichen pflanzlichen Substanz nichts mehr erhalten außer einer meist gleichmäßig über die Blattspreite verteilten, gegenüber dem Grundmaterial etwas dunkleren, grauen Färbung. Blattrandzähnungen von weniger als 0,5 mm Tiefe können kaum sicher erkannt werden. Die Hauptnerven der Blätter sind meist durch ihr Relief und eine noch dunklere Färbung des Sandsteins deutlich zu erkennen. Sekundärnerven sind heute, zum Teil 30 Jahre nach der Freilegung, fast nur noch bei *Cinnamomum* und *Rhamnus* aufgrund des starken Reliefs oder bei Funden aus der letzten Phase der Sammeltätigkeit durch eine dunklere Färbung zu sehen.

Von jedem Blattabdruck stellte Oberli zuerst zwei Primärvorlagen her. Bei der einen wurden mit Tusche und Feder alle von Auge erkennbaren Einzelheiten auf dünne, hochtransparente Folie durchgezeichnet. Die andere entstand beim Durchreiben mit einem weichen Fettstift auf dünnes Seidenpapier. Damit konnten auch kleinste, von Auge nicht sichtbare Unebenheiten festgehalten werden. Für die endgültigen Zeichnungen wurden die Primärvorlagen nacheinander unter halbdurchsichtiges Zeichnungspapier gelegt und mit einem harten Bleistift, unter gleichzeitigem Vergleich mit dem versteinerten Original, durchgezeichnet.

Die *Numerierung* der Zeichnungen erfolgte chronologisch nach Eingang der Fundstücke. Die Zeichnungen Nr. 339–344 wurden erst im Rahmen der vorliegenden Überarbeitung gemacht. Die Zeichnungen sind in der Originalgröße der Objekte wiedergegeben.

Für die Bearbeitung der Funde standen Oberlis etwa 8000 Bogen umfassendes allgemeines Herbar und ein von ihm speziell für paläobotanische Studien erstelltes, kleinformatiges Blattherbar mit etwa 200 Bogen zur Verfügung. Weiter waren Oberlis zahlreiche Notizen, in denen er die Resultate seiner Vorarbeit provisorisch festgehalten hatte, seine Literaturauszüge zu Einzelproblemen und eine umfangreiche Korrespondenz mit anderen Fachleuten eine große Hilfe. Bei der Mehrzahl der Beurteilungen kam ich zu den gleichen Resultaten. Lediglich in einzelnen Fällen wurden unsichere Bestimmungen ausgeschieden und zu den nicht bestimmbaren Funden gestellt.

Um Platz zu sparen und weil die Qualität der Blattabdrücke ohnehin keine grundlegenden Betrachtungen über die Richtigkeit der Bestimmungen früherer Autoren erlaubte, wurde auf die konsequente Wiedergabe von Synonymen verzichtet. Neuere, kritische Angaben zu den wichtigsten Taxa findet man unter anderem bei Ferguson (1971).

## Gymnospermae

### CONIFERAE (Abb. 1, 2)

Im Sandstein von Ebnat-Kappel wurden häufig kleinste, aber auch bis zu 15 cm lange, meist flache Holzbruchstücke gefunden. Mit Ausnahme des in Abb. 2 (Nr. 343) dargestellten Objektes fehlen jedoch Holzteile mit größeren anatomischen Strukturen wie Jahrringe, Rindenteile oder sicher erkennbare Harzgänge. Die zum Teil stark gerundeten Konturen lassen vermuten, daß die Holzteile von einer Strömung über größere Distanzen eingeschwemmt wurden. Mikroskopische Untersuchungen, welche im Jahre 1965 am Institut für Mikrotechnologische Holzforschung der ETH durchgeführt wurden, ergaben, daß es sich bei einer Probe um Koniferenholz handelt. Abb. 1 (links) zeigt im

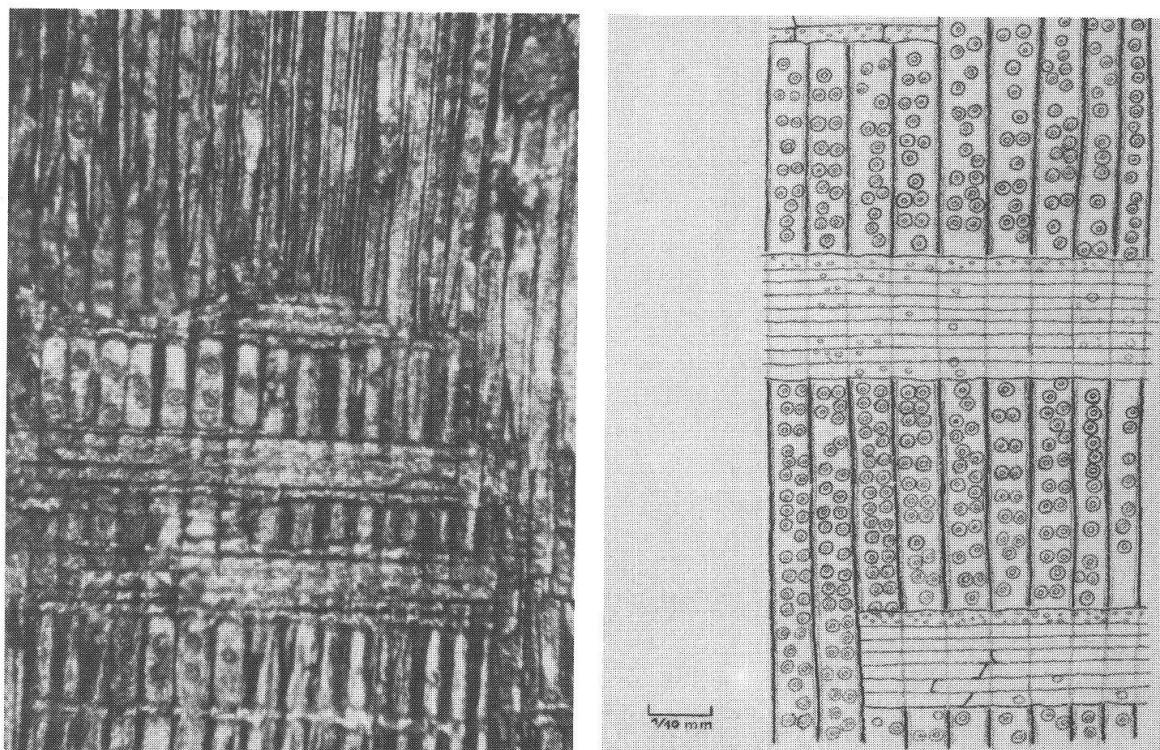


Abb. 1. Radialschnitte durch fossiles Koniferenholz. Links: mit einreihigen Hoftüpfeln (*Pinus*?). Aufnahme Inst. für Mikrotechn. Holzforschung ETHZ. Rechts: mit z. T. zweireihigen Hoftüpfeln (*Taxodium*? *Larix*?).

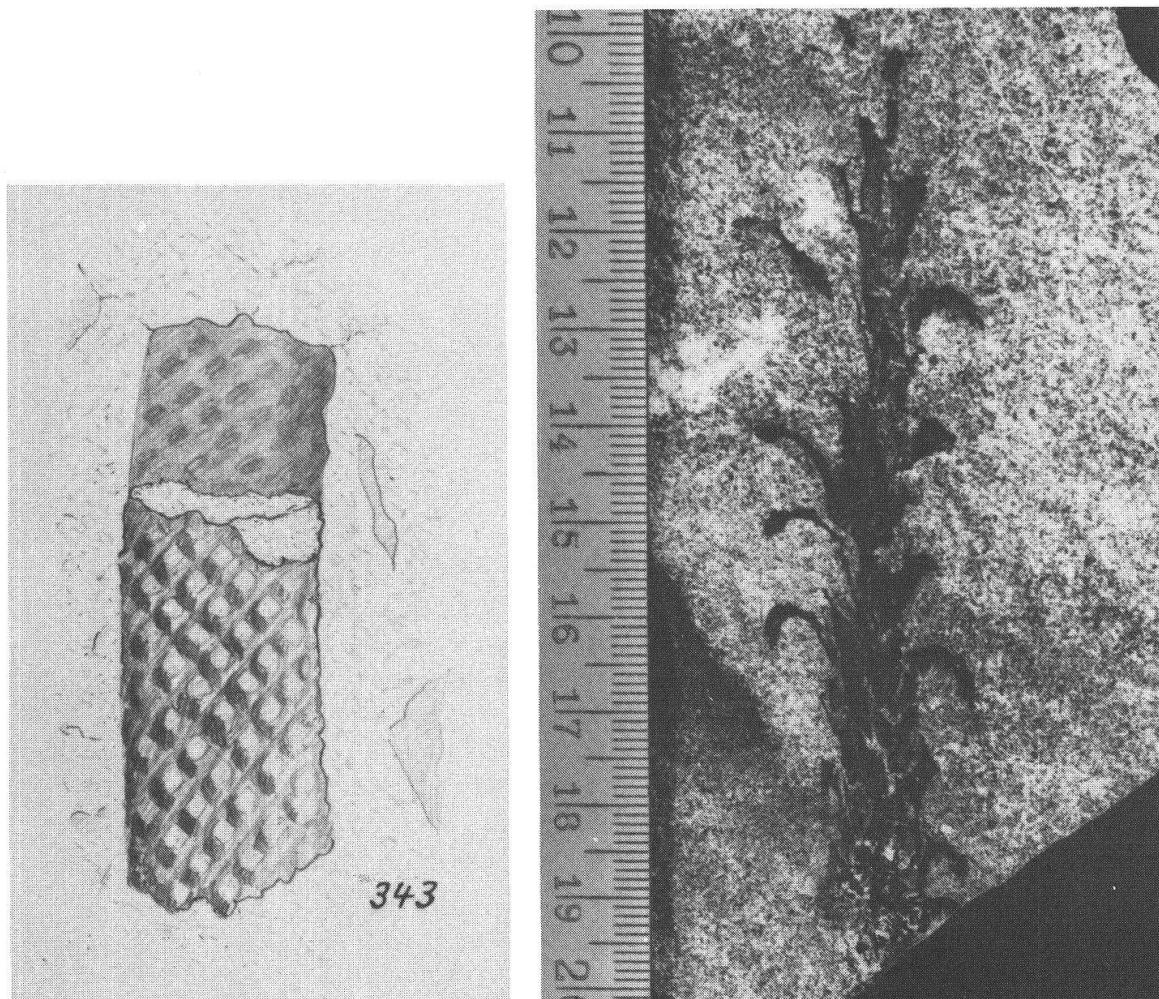


Abb. 2. Links: *Picea*? Aststück mit Blattnarben? Rechts: Zapfen einer *Pinus*-Art? Zweigende einer Cupressacee, Taxodiacee oder Araucariacee?

Radialschnitt Tracheiden (vertikale Strukturen) mit einreihig angeordneten Hoftüpfeln. Die Markstrahlstruktur (horizontale Strukturen) gibt Anlaß zur Vermutung (Befund Institut für Mikrotechnologische Holzforschung), es handle sich in den Kreuzungsfeldern um Fenstertüpfel, ein Merkmal, das die *Pinus*-Arten charakterisiert. Weitere Merkmale, welche die Holzart genauer bestimmen ließen, konnten nicht ermittelt werden. Eine von Oberli 1969 an einem anderen Holzstück durchgeführte Untersuchung (Abb. 1, rechts) ergab Tracheiden mit mehrheitlich zwei nebeneinander liegenden Hoftüpfeln, ein Merkmal, das beispielsweise auf *Taxodium* und *Larix* zutrifft. Ein weiteres, 1988 untersuchtes und bereits vom Luftsauerstoff stark zersetzes Fundstück konnte auf Grund von ein- bis zweireihigen Hoftüpfeln ebenfalls zu den Koniferen gestellt werden.

Das in Abb. 2 (Nr. 343) dargestellte Objekt scheint ein Aststück mit spiralförmig angeordneten, im Grundriß rhombischen Blattnarben zu sein. Es ist im Querschnitt elliptisch (flachgedrückt?) mit einem Achsenverhältnis von ungefähr 1 : 4. Die raspelartige Oberflächenstruktur hat eine Tiefe von rund 1 mm und ist leicht pyritisiert. Das Innere lässt keine Holzstruktur erkennen. Von den rezenten Coniferen weist nur *Picea* so dicht stehende und stark vorstehende Blattkissen auf. In Ermangelung anderer Merkmale oder ergän-

zender Funde wie Nadeln oder Fruchtstände muß jedoch eine genauere Zuordnung vorläufig unterbleiben.

Das in Abb. 2 (rechts) gezeigte Objekt hat auf den ersten Blick eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Zapfen von *Pinus strobus* L. Mindestens die Hauptachse dieses Gebildes ist eindeutig verholzt. Möglicherweise handelt es sich aber auch um ein Zweigende mit Schuppen und Blättern aus dem Bereich der Cupressaceen, Taxodiaceen, Araucariaceen oder verwandten Familien.

#### TAXODIACEAE

##### *Taxodium dubium* Heer (Abb. 3, Nr. 50, 203, 204, 205, 206)

Die Sumpfzypresse *T. dubium* (= *T. distichum miocenicum* Heer = *T. miocenicum* Heer) ist die einzige sicher bestimmte Coniferen-Art aus Ebnat. Die fünf aufgefundenen Zweiglein – die meisten *Taxodium*-Arten werfen ihre Kurztriebe im Herbst als Ganzes ab – zeigen kurze, aber deutlich erkennbare und vom Zweige abstehende Blattstiele. Damit unterscheiden sie sich von *Glyptostrobus* und *Sequoia*, bei welchen die Blätter (Nadeln) oder die Stiele am Zweig herablaufen. Bei der fossil und rezent erst seit 1941 bekannten *Metasequoia* (*M. glyptostroboides* Chen et Hu) sind die Blätter strenger gegenständig und im allgemeinen länger als bei *Taxodium*. Einige der in Ebnat aufgefundenen Holzreste und Pollen könnten ebenfalls von *T. dubium* stammen.

*T. dubium* war eine der verbreitetsten Tertiärpflanzen. Die ersten Vorkommen stammen aus dem frühesten Oligozän. *T. dubium* ist von der rezenten *T. distichum* Rich. aus dem Mississippi-Delta, den Everglades von Florida und den küstennahen Sumpfwäldern von Georgia bis Virginia nicht zu unterscheiden.

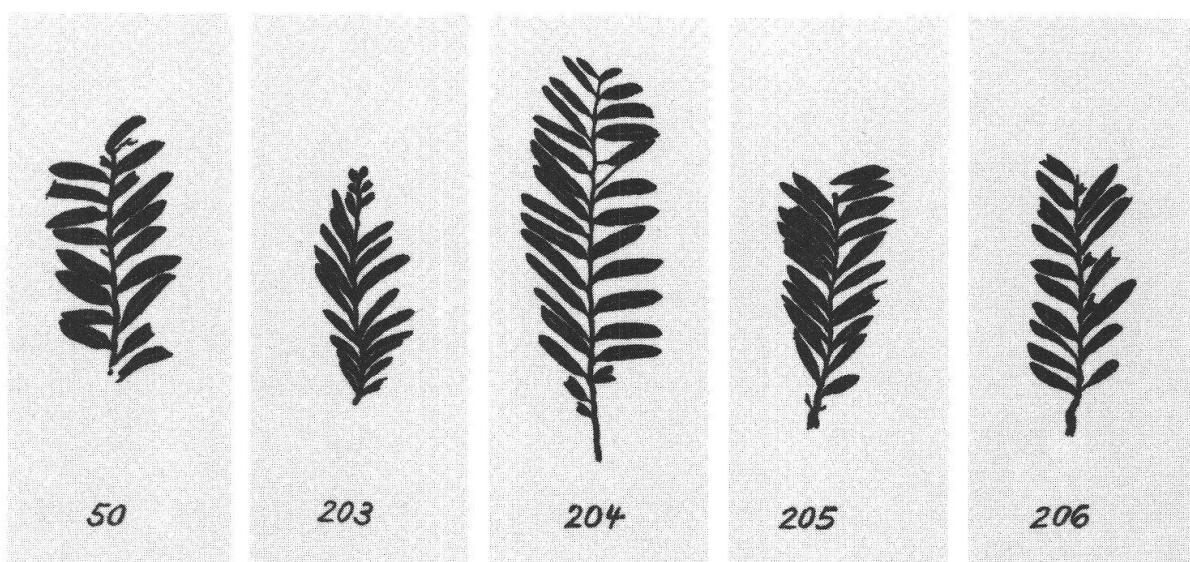


Abb. 3. Kurztriebe von *Taxodium dubium* Heer (die Numerierung der Zeichnungen erfolgte chronologisch nach Eingang der Fundstücke).

**Angiospermae****PALMAE***Sabal major* Ung. (Abb. 4)

Für Palmen lag die Jahresmitteltemperatur von Ebnat-Kappel während des Chattian wohl an der unteren Grenze. Der einzige, möglicherweise umgelagerte Fund aus dieser Familie zeigt eine für die Fächerpalme *Sabal major* Ung. typische speerspitzenförmige Blattspindel mit den Ansätzen zu ursprünglich etwa 40 strahlenförmig abgehenden Blattlappen.

*S. major* entspricht nach Heer (1879) morphologisch am ehesten der Schattenpalme, *S. umbraculifera* Jacq. der Antillen, nur daß ihre Blätter nicht dieselbe Größe erreichen. In den klimatischen Ansprüchen stimmen die beiden Arten jedoch nicht überein, liegt doch die Jahresmitteltemperatur der Antillen mit etwa 26 °C um 10 °C über dem Jahresmittel von Ebnat während des Chattian (siehe Diskussion). In dieser Beziehung ist *S. major* wohl eher mit *S. minor* (Jacq.) Pers. von der südlichen Ostküste Nordamerikas zu vergleichen.

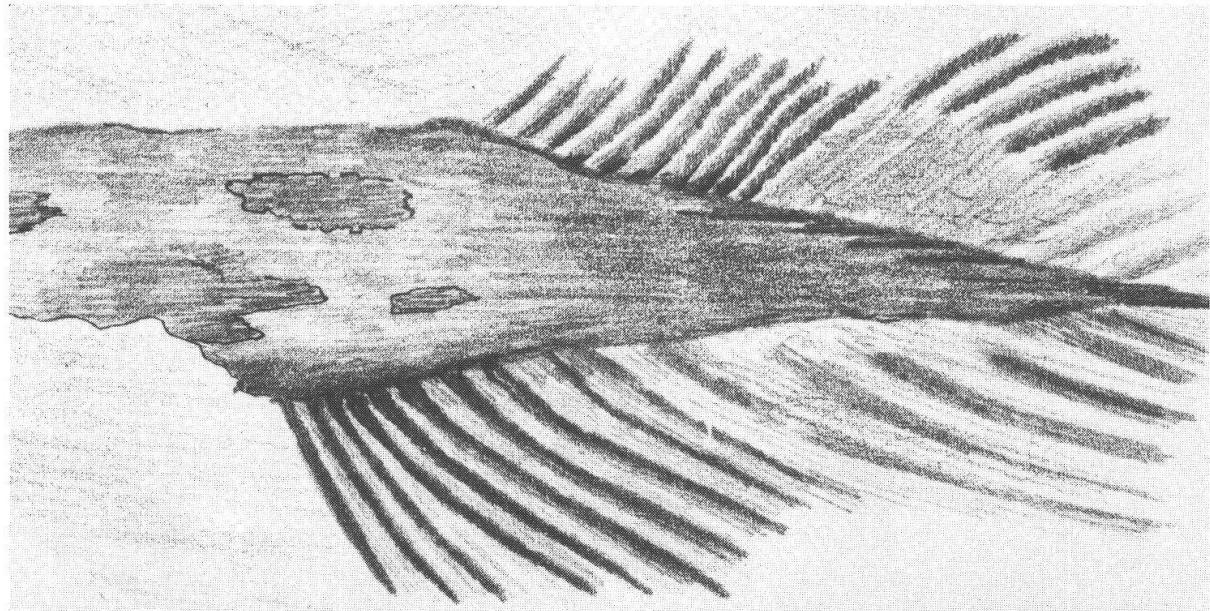


Abb. 4. Blattspindel und Ansätze von Blattlappen bei *Sabal major* Ung.

**LILIACEAE***Smilax* sp.? (Abb. 5, Nr. 341)

Das Blattfragment ist deutlich ganzrandig. Die kräftige Färbung des Sandsteins und die im Bereich des Stielansatzes zwischen den Hauptnerven deutlich gewölbte Blattfläche weisen auf eine immergrüne Art mit lederartigen Blättern hin. Auffallend ist der ungewöhnliche Verlauf der drei sichtbaren Hauptnerven gegen die (allerdings nicht erhaltene)

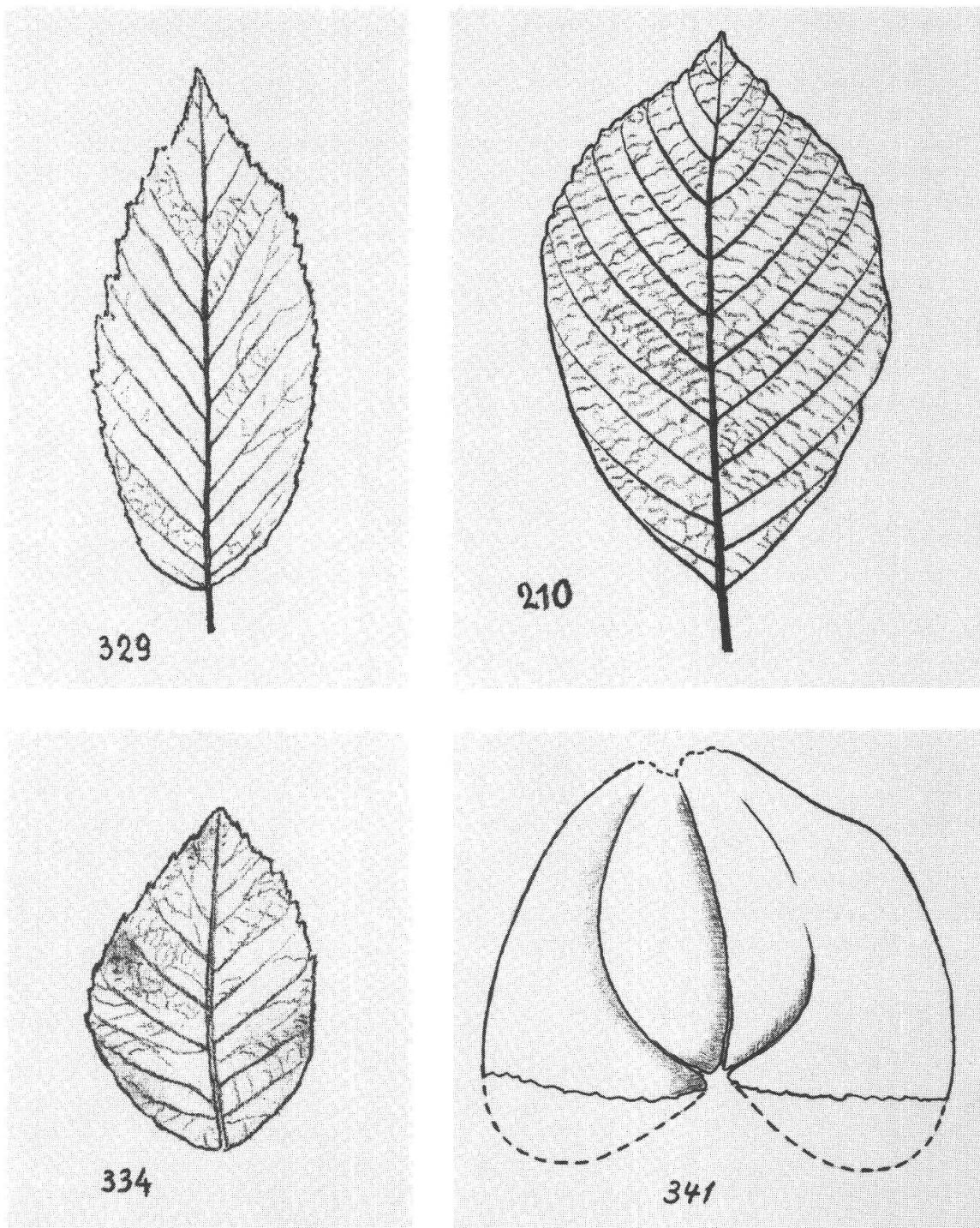


Abb. 5. 329: *Carpinus grandis* Ung. 210: *Alnus, A. nostratum* Ung.? 334: *Alnus, A. gracilis* Ung.? 341: *Smilax* sp.?

Blattspitze. Blätter dieser Form werden meist der aus Schlingsträuchern bestehenden Gattung *Smilax* (Liliaceae) zugeordnet. Leider zeigt unser Blattfragment zu wenig Merkmale, um es eindeutig dieser Gattung zuzuordnen und von ähnlichen Formen, wie sie in der Familie der Dioscoreaceae bei den Gattungen *Dioscorea*, *Rajania* und *Tamus* vorkommen, zu unterscheiden.

## BETULACEAE

*Alnus, A. nostratum* Ung.? (Abb. 5, Nr. 210)

In der Sammlung befinden sich 7 Abdrücke, welche mit großer Wahrscheinlichkeit einer relativ großblättrigen *Alnus*-Art angehören. Die Blätter haben eine rundliche Form, sind aber gegen den Grund hin mehr verschmälert als nach oben, wo sie bei einigen Exemplaren in eine kurze Spitze auslaufen. Der Blattrand scheint, wenigstens gegen die Spitze hin, schwach gezähnt zu sein. Nach Heer (1859) war *A. nostratum* in Monod sehr häufig. Die Zuordnung zu dieser Art bleibt jedoch fraglich, da nach Heers Diagnose die Blattspitzen stumpf sein sollten.

*Alnus, A. gracilis* Ung.? (Abb. 5, Nr. 334)

Insgesamt wurden 5 Blätter dieses Typs gefunden. Sie sind im Umriß näherungsweise rhombisch und weisen besonders gegen die Spitze zu eine deutliche, möglicherweise doppelte Zähnung des Blattrandes auf. Bei Blatt 334 sind beidseitig 8–9 Sekundärnerven im Relief erhalten. Die Übereinstimmung mit den bei Heer (1856) als *A. gracilis* Unger gezeigten Blättern aus Monod ist in allen erkennbaren Merkmalen gut.

*Carpinus grandis* Ung. (Abb. 5, Nr. 329)

Dieses Blatt zeigt beidseitig des Mittelnerves 11–12 sehr feine, im Relief gut erhaltene, geradlinige, randläufige Sekundärnerven. Im Vergleich zu *Betula* entspringen sie in einem deutlich kleineren Winkel (40–45°) und sind sich mehr genähert. Die Blattbasis ist zugerundet. Im Gegensatz zu *Ulmus longifolia* Ung. ist die Zähnung des Blattrandes nicht schnabel- oder sichelförmig und auch weniger deutlich doppelt gesägt. Die Übereinstimmung mit den bei Heer (1856) gezeigten Blättern von *C. grandis* Ung. aus Monod ist in allen erkennbaren Merkmalen gut. Hinweise auf in die Zahnbuchten verlaufende Außenäste der Seitennerven, wie sie von Hantke (1954) für *Ulmus longifolia* angegeben wurden, waren wegen der ungenügenden Erhaltung nicht festzustellen.

## MYRICACEAE (Abb. 6, Nr. 227, 247)

Die in Ebnat gefundenen, zum Teil nur mutmaßlichen Myricaceen-Blätter zeigen sehr unterschiedliche Zähnungen. Die Nr. 227 gehört wohl zur Myricaceen-Gattung *Comptonia* und hat große Ähnlichkeit mit *Myrica graeffii* Heer (siehe Heer, 1859, Tafel CL, Fig. 20). Die Zähne sind schärfer zugespitzt und tiefer als bei *M. ungeri* Heer. Die Nr. 247 gehört ebenfalls zu den Myricaceen, ist aber schwieriger genauer zuzuordnen. Die mehr gerundeten Blattlappen lassen an *M. ungeri* Heer denken (Heer 1856, Tafel LXX, Fig. 7 u. 8 sowie Heer, 1859, Tafel CL, Fig. 21).

Die ersten Myricaceen sind in der jüngeren Kreide aufgetreten. Die Familie erreichte im Oligozän und Miozän ihre größte Vielfalt. Rezente Arten, welche denjenigen von Ebnat einigermaßen entsprechen, gibt es heute nicht mehr. Die nordamerikanische *Comptonia peregrina* (L.) Coul. weicht in der Zähnung deutlich ab.

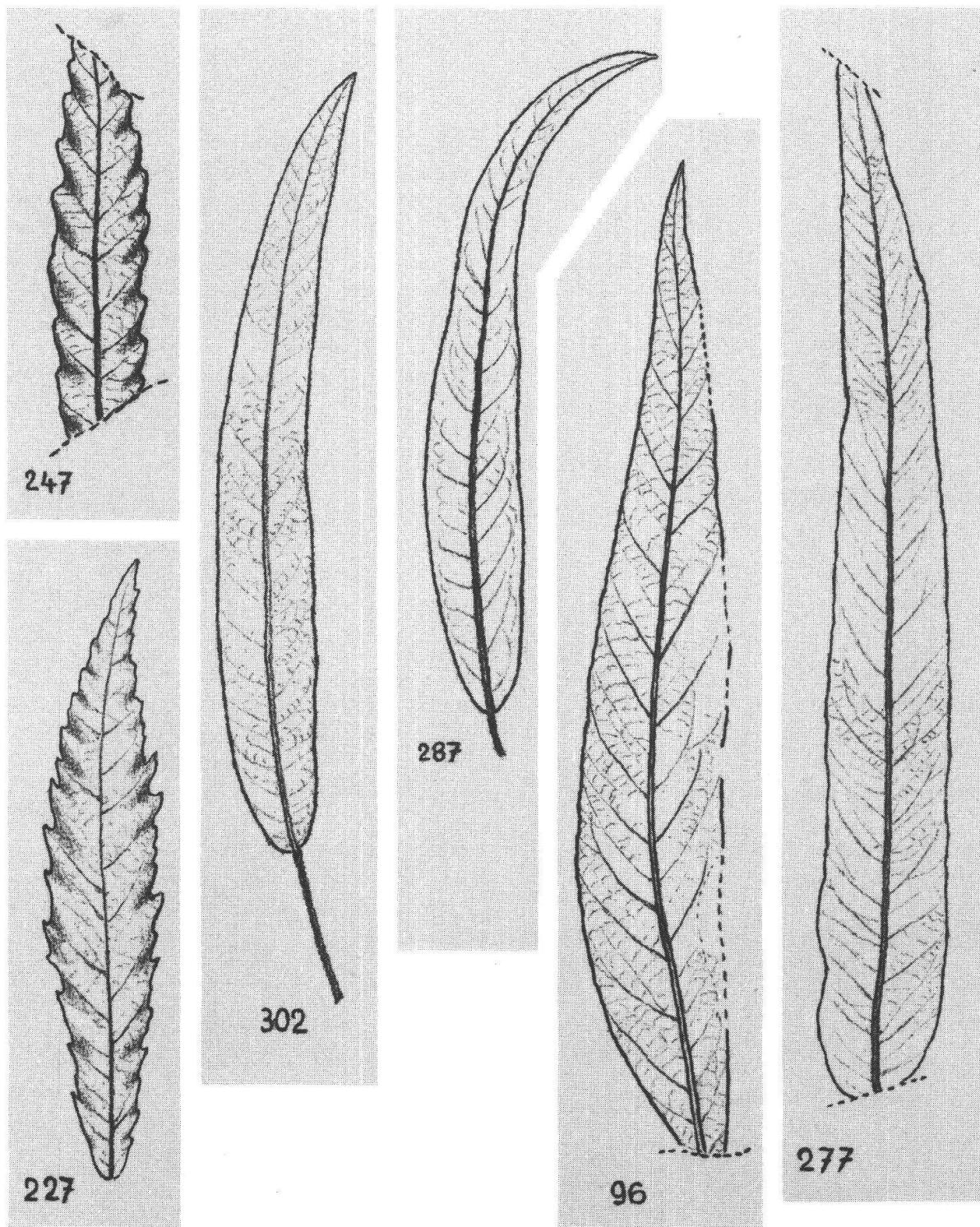


Abb. 6. 227: *Myrica graeffii* Heer? 247: *Myrica ungeri* Heer? 96, 277, 287, 302: *Salix lavateri* A. Braun sensu Hantke.

## JUGLANDACEAE

*Carya serraefolia* (Goepp.) Kr.? (Abb. 7, Nr. 339)

Dieser Abdruck zeigt wahrscheinlich ein relativ gut erhaltenes Endblatt einer fiederblättrigen Art. Für diese Annahme spricht vor allem die konkav geformte Blattbasis. Das Blatt ist etwa 12 cm lang und 27 mm breit. Die Zähne des Blattrandes sind klein, spitz und nach oben gerichtet. Die rund 17–20 Sekundärnervenpaare gehen in Winkeln um 45° ab und biegen erst kurz vor dem Blattrand nach oben ab. Die Zähne sind etwa dreimal dichter angeordnet als die Sekundärnerven. In all diesen Merkmalen stimmt unser Blatt mit einem von Weyland (1941) für das Oligozän von Rott beschriebenen und zu *C. serraefolia* gestellten Blatt überein. Da sich jedoch die Blätter von *Carya*, *Pterocarya* und auch von anderen Juglandaceen-Gattungen nicht gattungsspezifisch unterscheiden, muß eine genauere Zuordnung aufgrund eines einzigen Fiederblättchens unsicher bleiben.

## SALICACEAE

*Salix*

Wie schon Heer feststellte, ist die für die Gattung oft als typisch angesehene, lanzettliche Blattform auch in anderen Familien recht häufig. Es besteht also immer eine gewisse Verwechslungsgefahr, wenn nur nach Blattabdrücken geurteilt werden muß. Das gilt ganz besonders, wenn grobkörniger Sandstein die Beobachtung der feineren Nerven und einer möglicherweise vorhandenen Zähnung des Blattrandes verunmöglicht. Oberli hatte im Verlaufe seiner Arbeit auch eine Reihe anderer Blattformen, insbesondere die von mir schließlich zu *Sapindus* gestellten, als *Salix*-Blätter in Erwägung gezogen.

*Salix lavateri* A. Braun sensu Hantke (Abb. 6, Nr. 96, 277, 287, 302)

Diese Blätter gehören mit großer Wahrscheinlichkeit zur Gattung *Salix*. Aufgrund ihrer Länge, des Längen-Breiten-Verhältnisses von 7–9 und weil die größte Blattbreite unterhalb der Mitte liegt, sind sie der Artengruppe *S. longa* A. Braun – *S. lavateri* A. Braun zuzuordnen. *S. longa* galt bei Heer (1856) als ganzrandig, während *S. lavateri* kleine, dicht gestellte Zähnchen aufweist. Wie Hantke (1954) bei der Revision von Heers Material aus den Öhninger Süßwasserkalken zeigte, sind jedoch die meisten von Heer zu *S. longa* gestellten Blätter deutlich gesägt. Aus diesem Grunde faßte sie Hantke zusammen mit sieben weiteren Arten zu einem neuen Formenkreis *S. lavateri* A. Braun sensu Hantke zusammen. Da die Ebnater Blätter auf Grund der groben Materialstruktur ohnehin keinen neuen Beitrag zu dieser Diskussion leisten können, ist es sinnvoll, sie ebenfalls zu dieser weiter gefaßten Definition zu stellen.

Nach Heer (1859) tritt *S. lavateri* erstmals im oberen Oligozän auf, wird dann häufiger, erreicht aber erst in der Oberen Süßwassermolasse von Öhningen einen größeren Anteil an der Vegetation. *S. longa* wird erstmals für das Miozän angegeben. Die Ebnater Weiden gehören also unzweifelhaft zu den frühesten Funden dieser Art in Mitteleuropa. Unter den rezenten Formen wurde von Heer der Bastard *S. alba* × *fragilis* (= *S. russeliana* Sm.) als Vergleich herangezogen. Tatsächlich haben unter den schmalblättrigen, europäischen Weiden nur *S. fragilis* und ihr Bastard so lange Blattstiele wie sie Blatt Nr. 302 zeigt.

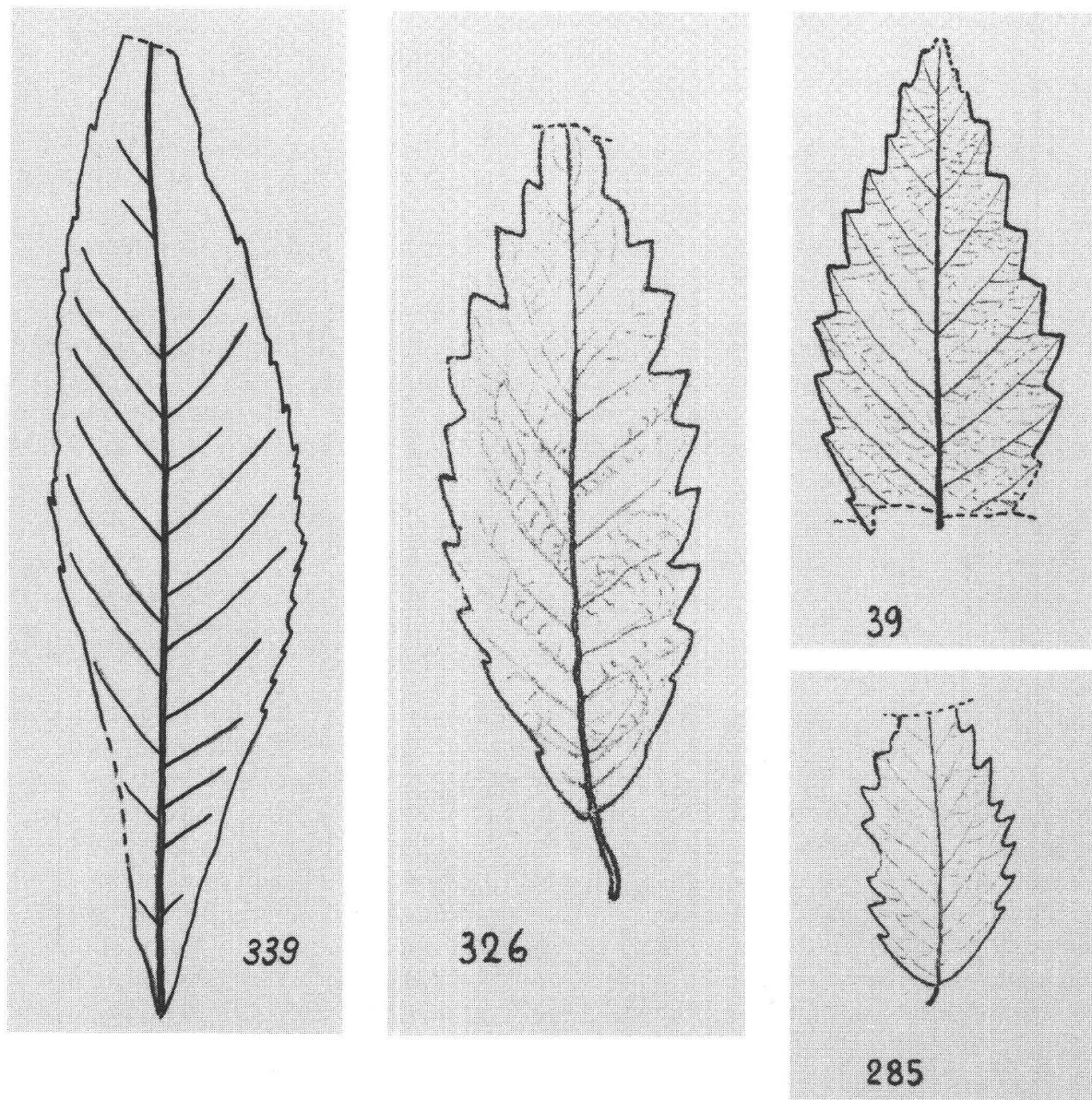


Abb. 7. 339: *Carya serraefolia* (Goepp.) Kr.? 39, 285, 326: *Zelkova ungeri* Kov.

## ULMACEAE

### *Zelkova ungeri* Kov. (Abb. 7, Nr. 39, 285, 326)

Von der Wasserulme wurden 6 Blätter gefunden. Die Blätter Nr. 39 und 326 entsprechen sowohl den von Heer (1856) aus den St. Galler Findlingen als *Planera ungeri* gezeigten Beispielen, wie auch der rezenten *Z. carpinifolia* aus Transkaukasien-Nordpersien. Blatt Nr. 285 weist eine etwas unregelmäßige Zähnung auf, gehört aber wohl auch noch zu dieser Art. *Z. ungeri* war im mittleren und jüngeren Tertiär in Zentralasien weit verbreitet. Allerdings gehören nach Hantke (1954) die von Heer beschriebenen Blätter von der Fundstelle Schrotzburg eher zu *Ulmus*; doch ist die Gattung dort gleichwohl vertreten.

## HAMAMELIDACEAE

*Liquidambar europaea* A. Braun (Abb. 8, Nr. 217, 290)

Vom Amberbaum wurden in Ebnat insgesamt sechs Blätter gefunden. Diese sind 3-, 4- oder 5-lappig. Die Zuordnung zu *L. europaea* ist eindeutig. Auch Heer (1856) gibt für *L. europaea* 3 bis 5 Lappen an. Die kleinen, drüsigen Zähne unterscheiden sie auf den ersten Blick von *Acer*. *L. europaea* steht der rezenten *L. styraciflua* L. aus dem atlantischen Nordamerika nahe. Da sie aber nicht ganz mit ihr übereinstimmt, allerdings noch weniger mit der ostasiatischen oder der endemischen kleinasiatischen, wurde sie offenbar bereits von A. Braun als eigene, als europäische Art betrachtet. Die Gattung ist sehr alt: sie trat erstmals in der unteren Oberkreide von Nebraska und Kansas auf (A. Schenk in Zittel 1890). In Europa sind mehrere Arten aus dem unteren Eozän bekannt. Im Obermiozän von Schrotzburg (oberes Pflanzenlager, Hantke, 1954) war *L. europaea* sogar die häufigste Gehölzart.

## MAGNOLIACEAE?

*Magnolia* spec.? (Abb. 8, Nr. 17)

5 Blätter dieses Typs hinterließen kräftig gefärbte und an den Blatträndern scharf begrenzte Abdrücke, welche auch eine sehr feine Zähnung unwahrscheinlich erscheinen lassen. Die zum Teil im Relief erhaltenen ungefähr 11–13 Sekundärnervenpaare gehen meist in Winkeln von mehr als 45° vom Mittelnerv ab. Diese Merkmale sprechen für *Magnolia*. Sie sind jedoch zu wenig exklusiv, um andere Gattungen, wie beispielsweise *Pittosporum* oder *Nyssa*, völlig auszuschließen. Fossile *Magnolia*-Blätter haben, sofern der obere Teil überhaupt erhalten ist, immer eine deutlich länger ausgezogene Spitze. Bei den rezenten Arten finden sich jedoch genügend Beispiele für Blattformen, welche von den Ebnater Blättern nicht zu unterscheiden sind: *M. denudata* Desr. und *M. sprengeri* Pamp. aus China sowie *M. hypoleuca* S. u. Z. und *M. kobus* D. C. aus Japan (nach Krüssmann 1977).

## LAURACEAE

*Cinnamomum polymorphum* A. Braun sensu Hantke (Abb. 9, Nr. 28, 49, 157, 185, 239, 263, 281)

Der Campherbaum ist in der Schweizer Molasse weit verbreitet. In Ebnat steht er mit 63% mit Abstand an erster Stelle. Er verschwindet am Ende des mittleren Miozäns zusammen mit den Palmen aus Mitteleuropa. Alle heute bekannten rezenten Arten sind immergrün und haben glänzende, lederartige Blätter. Das gleiche kann sicher auch für die tertiären Arten angenommen werden. Das erklärt, warum die Abdrücke dieser Blätter meist relativ gut erhalten sind. Auf Grund ihrer unverkennbaren Nervatur können sie oft noch in kleinsten Fragmenten eindeutig zugeordnet werden.

Heer (1856) hatte wegen der Vielgestaltigkeit der Blätter bei *Cinnamomum* eine große Zahl von Arten unterschieden. Hantke (1954) zeigte jedoch an den Blättern von Öhningen und Schrotzburg, wo auch Blüten- und Fruchtreste vorliegen, daß manche der von

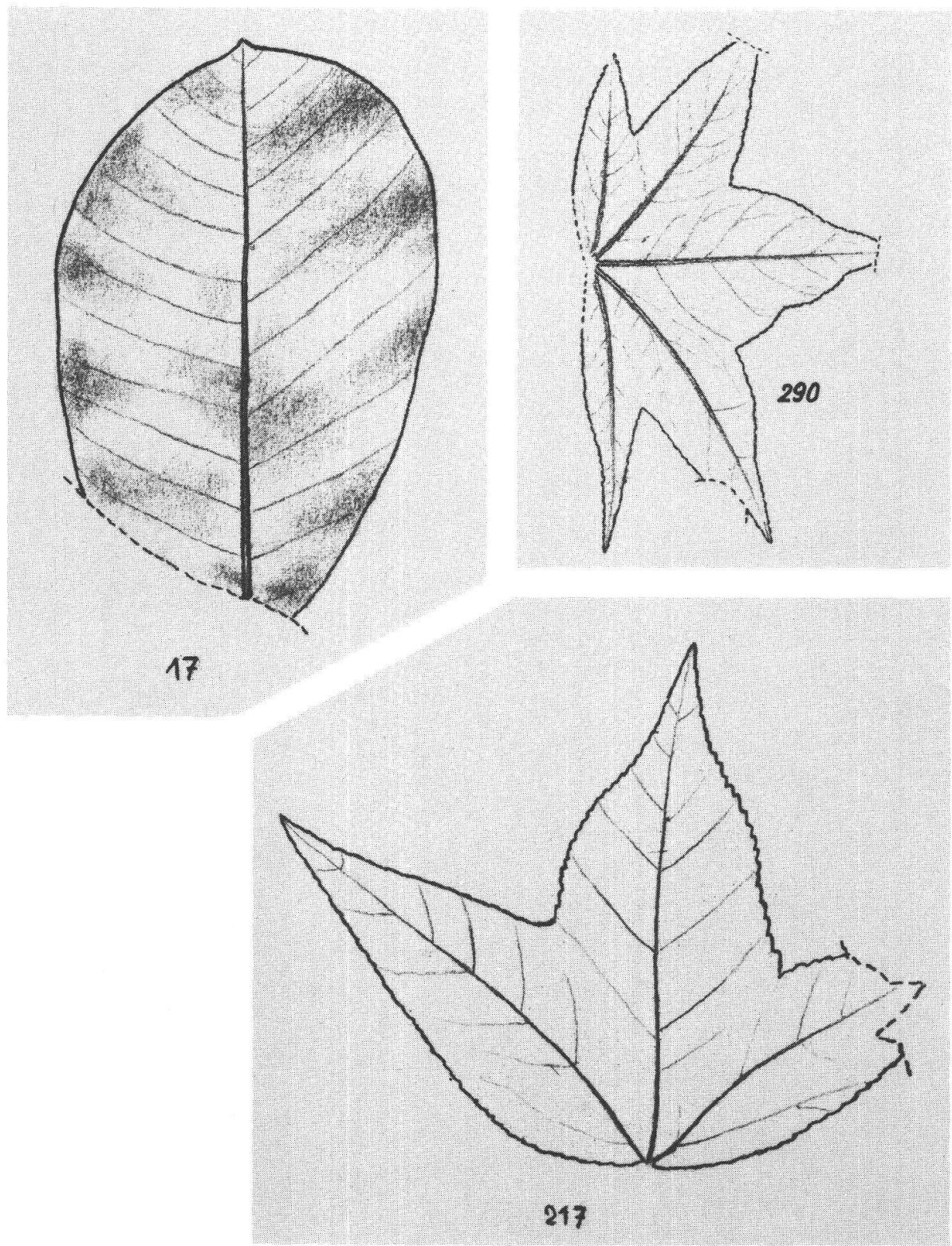


Abb. 8. 17: *Magnolia* sp.? 217, 290: *Liquidambar europaea* A. Braun.

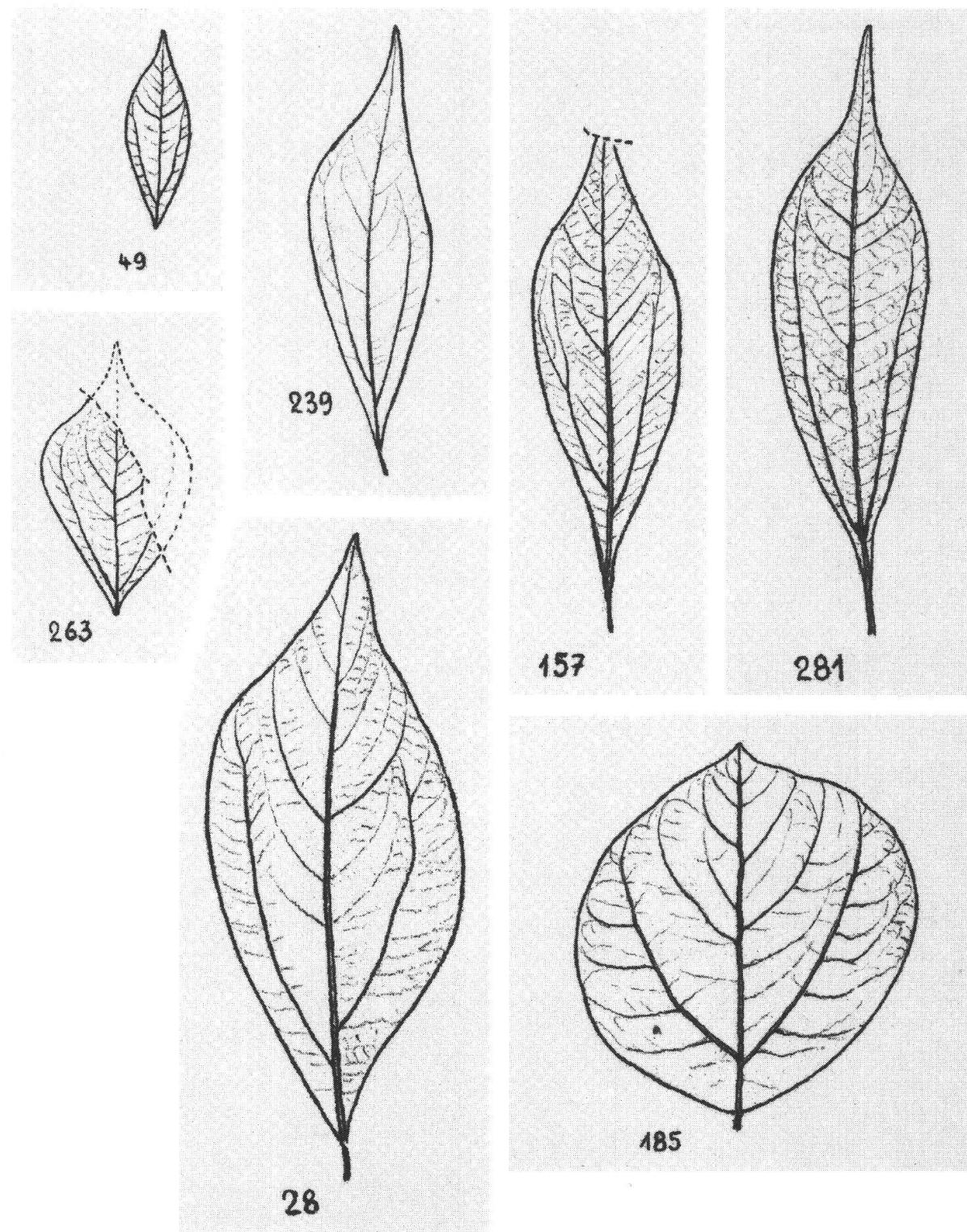


Abb. 9. 28, 49, 157, 239, 263, 281: *Cinnamomum polymorphum* A. Braun sensu Hantke 185: *Cinnamomum transversum* Heer?

Heer zu unterschiedlichen Arten gestellten Blattformen oft zusammen auf der gleichen Platte und in Einzelfällen sogar am gleichen Zweig auftraten. Auch die Sammlung von Ebnat zeigt gleitende Übergänge von den kleinsten zu den größten und den schmalsten zu den breitesten Formen. Es darf angenommen werden, daß auch die meisten der Ebnater *Cinnamomum*-Blätter zu der im Sinne von Hantke erweiterten Art *C. polymorphum* gehören. Einige der breitesten Blätter ( $l/b = 1$ , z. B. Nr. 185) zeigen graduell abweichende Merkmale, welche z. T. mit *C. transversum* Heer zu vereinen wären: Die Blattspitze ist weniger lang ausgezogen, und der Blattgrund läuft kaum in den Stiel hinab; die Sekundär- und Tertiärnerven treten stärker hervor als bei den meisten anderen Blättern. *C. transversum* wurde von Heer (1856) für die Untere Süßwassermolasse von Monod angegeben und scheint seither nur selten gefunden worden zu sein, so in der Flora des Buechberges am Zürcher Obersee (Hantke 1954, Abb. 5).

Die Gattung *Cinnamomum* ist heute in Ost-Asien mit rund 250 Arten vertreten (Krüssmann 1976). Verschiedene Autoren halten den ursprünglich für die Camphergewinnung verwendeten *C. camphora* L. für den direktesten Abkömmling des fossilen *C. polymorphum*.

*cf. Persea princeps* (Heer) Schimper (Abb. 10, Nr. 342)

Blatt Nr. 342 erinnert, obschon die Spitze fehlt, stark an Blätter des rezenten Avocado-Baumes *Persea americana* Mill. und dürfte deshalb zu *Persea princeps* (Heer) Schimper gehören. Das Blatt ist deutlich ganzrandig. Der Mittelnerv ist kräftig, und sogar die Seitennerven sind im Relief deutlich zu sehen.

*Laurus* sp.? (Abb. 10, Nr. 320)

Die Blätter rezenten Lorbeer-Arten sind lederartig. Die Sekundärnerven treten weniger deutlich hervor als bei *Persea*. Ihr Verlauf kann deshalb in Sandstein-Abdrücken vor allem gegen den Blattrand zu nur sehr ungenau oder überhaupt nicht festgestellt werden. Als brauchbare Merkmale bleiben vor allem die Ganzrandigkeit der Blätter, ihre elliptische, beidseitig zugespitze Form und ein immer gut erkennbarer Mittelnerv. Blatt Nr. 320 muß sehr dick und derb gewesen sein. Sein Abdruck ist dunkel gefärbt und zeigt immer noch die natürliche, leichte Wölbung vieler *Laurus*-Blätter. Von den Seitennerven ist heute nichts mehr zu sehen.

#### LEGUMINOSAE

*Cassia* sp. (Abb. 10, Nr. 35, 253)

Auch dieser Blatt-Typ war mit 2 Exemplaren schwach vertreten. Er stimmt mit seiner elliptisch bis eirunden Form gut mit *C. berenices* Ung. bei Heer (1859, Seite 118, Tafel CXXXVII, Fig. 42–56) und bei Engelhardt (1885, Seite 374, Tafel XXVII, Fig. 12) überein. Nach Heer war die Art in der Unteren Süßwassermolasse ziemlich häufig und in der Oberen sehr selten.

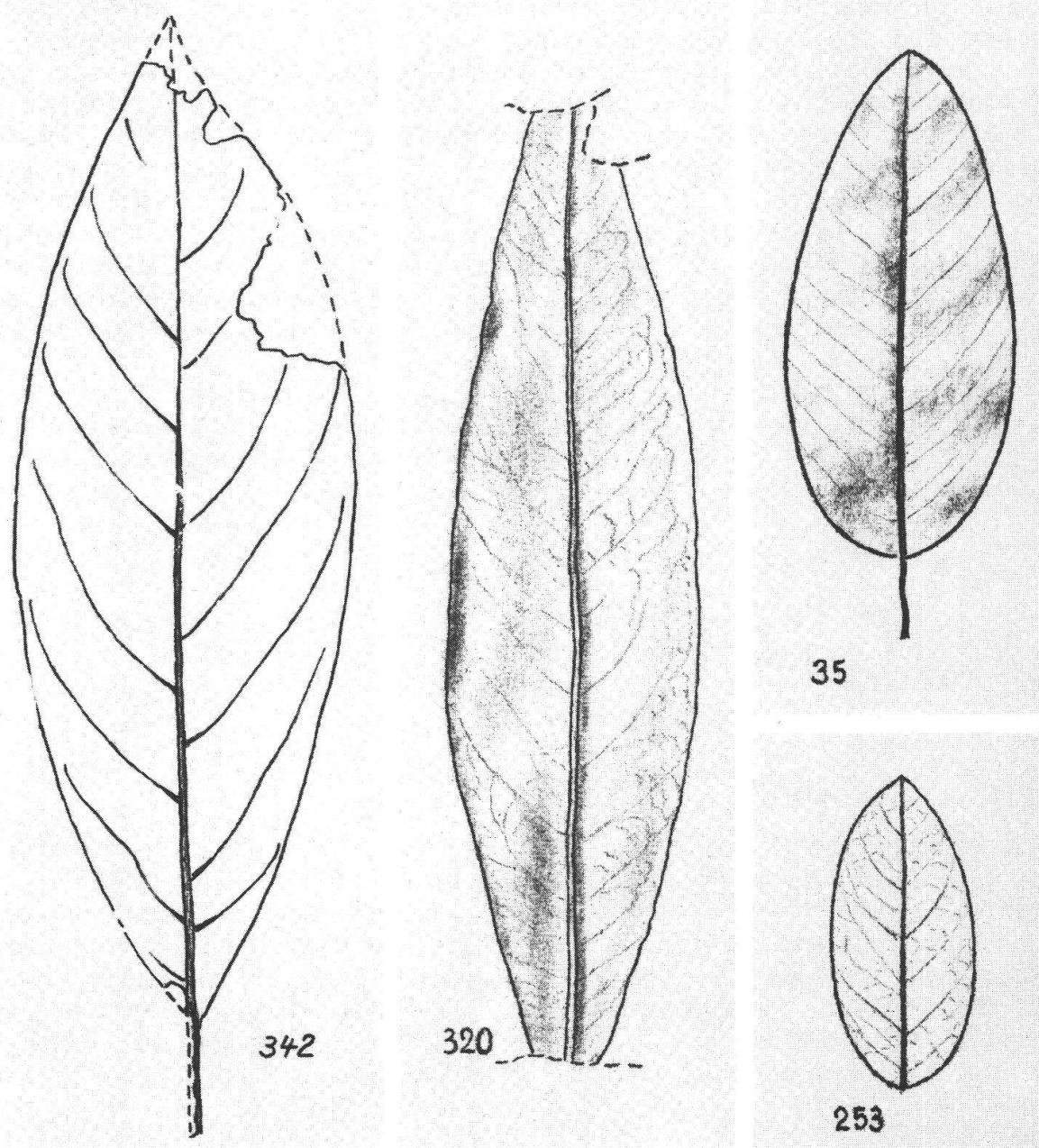


Abb. 10. 342: *Persea princeps* (Heer) Schimper 320: *Laurus* sp.? 35, 253: *Cassis* sp.

#### SAPINDACEAE

##### *Sapindus falcifolius* A. Braun (Abb. 11, Nr. 190)

Dieses einzelne Blatt kann auf Grund seiner unsymmetrischen Form und charakteristischen Krümmung als unteres Teilblatt von *S. falcifolius* erkannt werden. Nach Heer (1859) war diese Art in der Oberen und Unteren Süßwassermolasse, so auch in Monod, verbreitet. In der mittelmiozänen Fundstelle von Öhningen wurden fast vollständige Fiederblätter am gemeinsamen Stiel und auch Früchte gefunden, was die Zuordnung zur Gattung *Sapindus* erlaubte.

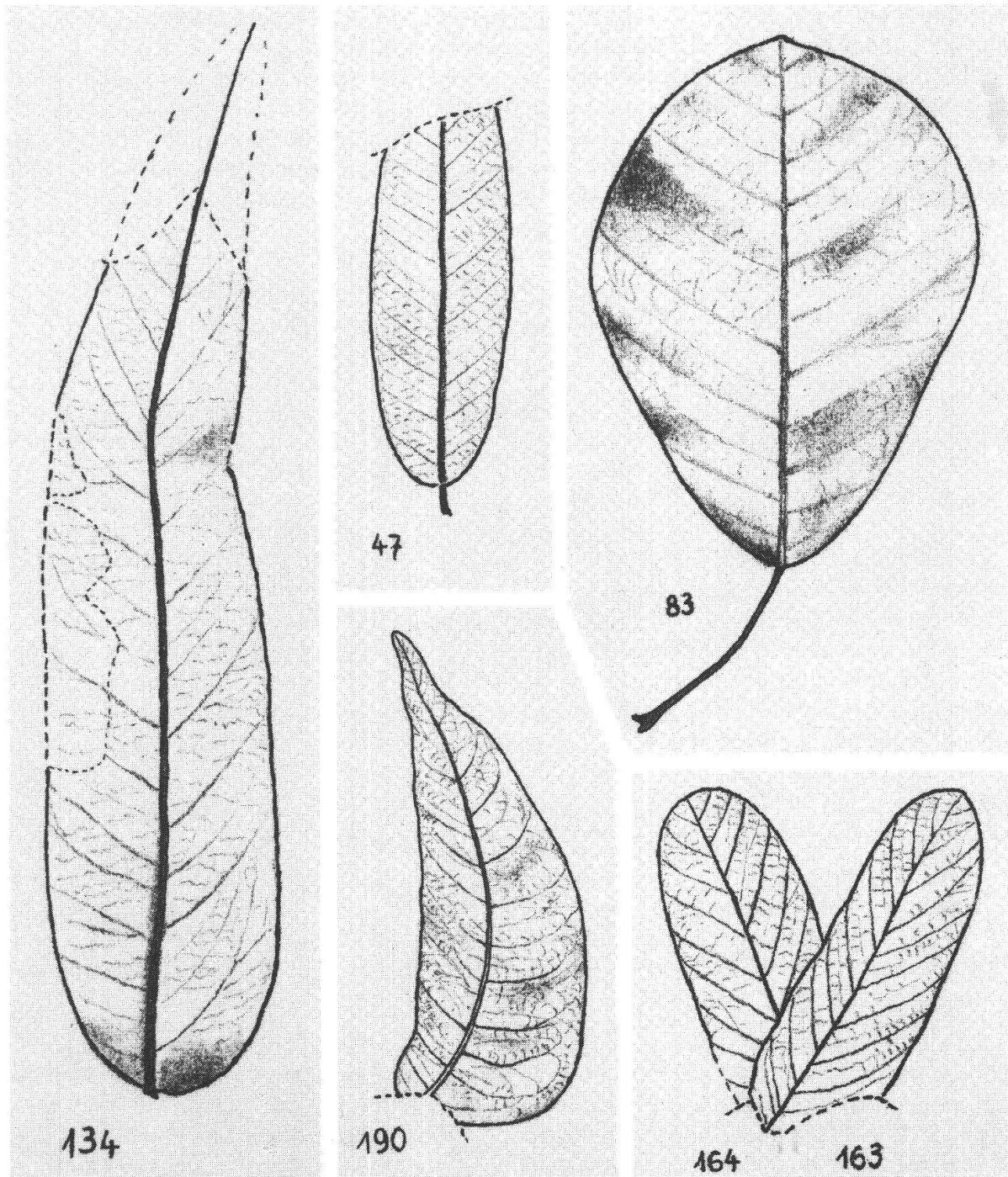


Abb. 11. 47, 134: *Sapindus* sp.? 190: *Sapindus falcifolius* A. Braun 83: *Cotinus orbiculata* (Heer) Hantke et Oberli 163, 164: *Berchemia multinervis* A. Braun.

*Sapindus* sp.? (Abb. 11, Nr. 47, 134)

Rund zwanig Blätter und Blattreste zeigen unter sich eine so auffallende Übereinstimmung gewisser Merkmale, daß ihre Zugehörigkeit zu ein und derselben Art außer Zweifel steht. Die Blätter sind deutlich ganzrandig und haben ein Verhältnis Länge/Breite von etwa 5–6. Der Mittelnerv ist dick und im Relief immer deutlich sichtbar. Sekundärnerven

sind heute nicht mehr erkennbar. Sie müssen, wie bei den rezenten *Sapindus*-Arten, im Verhältnis zum Hauptnerv sehr viel zarter gewesen sein. Auch die oft deutlich asymmetrische Blattbasis lässt an diese Gattung denken. Eine Vereinigung mit *S. falcifolius* wäre zwar naheliegend, doch scheint mir die bei allen Exemplaren deutlich abgerundete Blattbasis dem Typus dieser Art nicht zu entsprechen. Frühere Autoren (Keller 1892, Dotzler 1938) zögerten allerdings nicht, ihre in dieser Beziehung eher mit unseren Blättern übereinstimmenden Exemplare trotzdem zu *S. falcifolius* zu stellen.

Die Gattung *Sapindus* tritt heute in 13 zum Teil immergrünen Arten, meist in den Tropen, einige jedoch auch in warm-gemäßigten Gebieten auf.

Oberli hatte diese Blattform ursprünglich zu *Salix* gestellt, diese Bestimmung dann aber wohl auf Grund der bei schmalen *Salix*-Blättern nie so bauchig abgerundeten Blattbasis wieder relativiert.

#### ANACARDIACEAE

##### *Cotinus orbiculata* (Heer) Hantke et Oberli (Abb. 11, Nr. 83)

Der Perückenbaum, *C. orbiculata*, wurde von Heer (1859), auf Grund eines einzigen Blattes vom Albis (Obere Süßwassermolasse), noch als *Rhus orbiculata* beschrieben. Über ein weiteres Blatt aus der Molasse des Kantons St. Gallen berichtete Keller (1896). Das Blatt von Heer weist keinen Stiel auf; bei demjenigen von Keller sind nur 2 mm davon erhalten. Die Funde von Ebnat, welche von Hantke bestimmt wurden, stellen wegen der relativ guten Erhaltung und der großen Zahl (es wurden insgesamt 20 Blätter gefunden) eine Besonderheit dar. Es sei deshalb hier eine von Oberli aufgestellte, kurze Diagnose wiedergegeben:

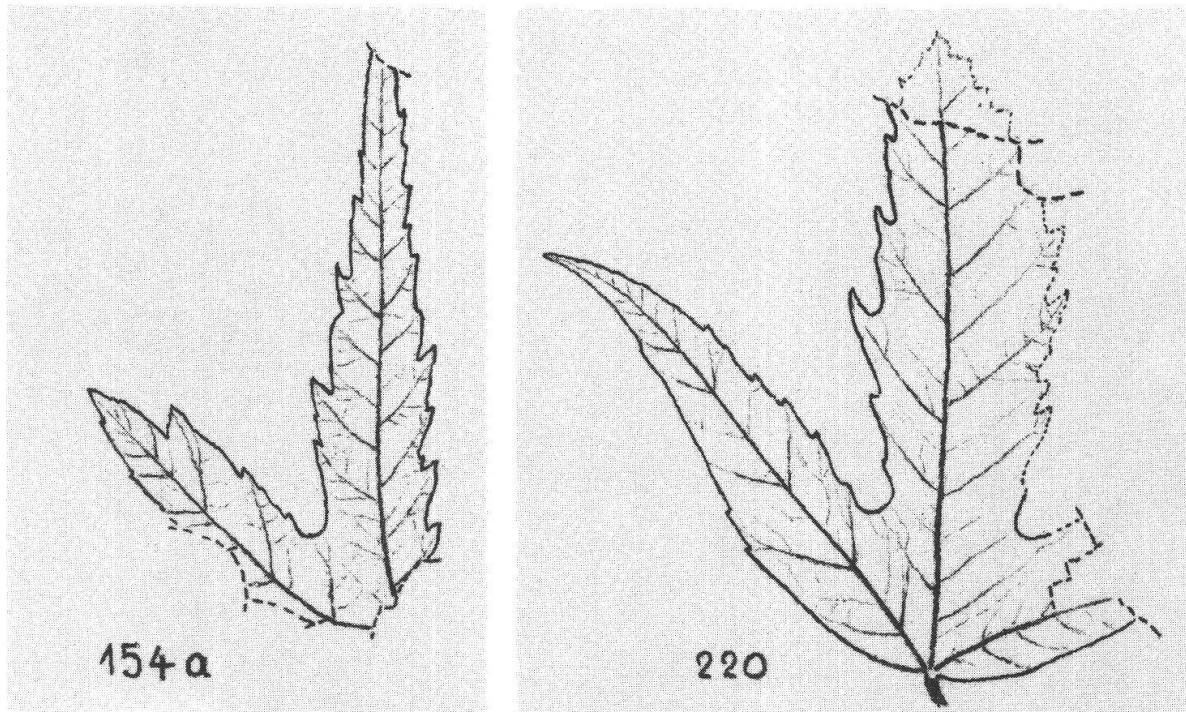
Blätter breitoval bis breit-eiförmig, selten fast kreisförmig, 45–95 mm lang, 35–65 mm breit, granzrandig, am Grund kurz und breit keilförmig; Spitze meist in charakteristischer Weise ausgerandet, seltener sehr kurz zugespitzt; findernervig; Seitennerven 5–9, relativ stumpfwinklig (Winkel 55–65°), meist nur schwach gebogen bis fast gerade, nicht bogenläufig, gelegentlich gegen den Rand gegabelt, zuweilen schwächer und kürzere Zwischennerven vorhanden. Blattstiel bei 2 Belegen 15 und 28 mm lang.

Die Gattung *Cotinus* (sie wurde von der fiederblättrigen Gattung *Rhus* abgetrennt) umfaßt heute 2 Arten. Die der Ebnater Art am nächsten stehende *C. coggygria* Scop. wächst im Mittelmeergebiet, im südlichen Mitteleuropa, nördlich bis Hochsavoyen, Südjura, Wallis, Südtirol, Niederösterreich und weiter nach Osten bis Mittelchina und NW-Himalaja. Sie ist von der fossilen *C. orbiculata* aufgrund der heute bekannten Merkmale nicht zu unterscheiden.

#### ACERACEAE

##### *Acer rüminianum* Heer (Abb. 12, Nr. 154a, 220)

Von dieser Ahorn-Art wurden in Ebnat nur zwei unvollständige Blätter gefunden. Nach Heer (1859) unterscheidet sich *A. rüminianum* von dem sehr ähnlichen *A. angustilobum* Heer durch noch schmälere Blattlappen, welche vorne in eine lange Spitze ausge-

Abb. 12. 154a, 220: *Acer rüminianum* Heer.

zogen und mit noch schärferen, tieferen Zähnen versehen sind. Hantke (1965), der die Ebnater Blätter ursprünglich bestimmte, legt dar, daß *A. rüminianum* entgegen Heers Ansicht wahrscheinlich auf die chattische Untere Süßwassermolasse beschränkt war und *A. angustilobum* erst später im Aquitanian auftrat. *A. rüminianum* gleicht unter den rezenten Arten am ehesten dem sehr formenreichen *A. palmatum* Thunb. Während jedoch *A. rüminianum* offenbar nur dreilappig auftrat, hat *A. palmatum* heute meistens 5–9 Lappen.

Die Gattung *Acer* wurde erstmals im unteren Oligozän nachgewiesen (A. Schenk in Zittel 1890). Im Chattian von Ebnat war sie noch sehr selten. Im Mittelmiozän von Öhningen gehören die Ahornblätter jedoch nach *Populus* zu den häufigsten Abdrücken (Hantke 1954).

#### RHAMNACEAE

##### *Rhamnus inaequalis* Heer (Abb. 13, Nr. 62, 80)

*Rh. inaequalis* kann als eigentliche Charakterart für das Chattian von Ebnat-Kappel bezeichnet werden. Mit rund 11% Anteil stellt sie nach *Cinnamomum* das zweithäufigste Gehölz dar. Eine ähnliche Situation gibt Heer (1859) für die ebenfalls aus dem Chattian stammenden Fundstellen von Monod und Rivaz im Kanton Waadt an. Weder früher noch später erreichte *Rhamnus* einen so hohen Anteil an der Gehölzflora.

Ein großer Teil der Ebnater *Rhamnus*-Blätter zeichnet sich durch eine auffällige Asymmetrie aus. Auf der einen Seite des Hauptnerves liegt die größte Breite in der Mitte oder unterhalb davon, mit Abgangswinkeln der Sekundärnerven um 45°. Auf der anderen Seite liegt die größte Breite über der Mitte mit Abgangswinkeln um 38°. Dieses

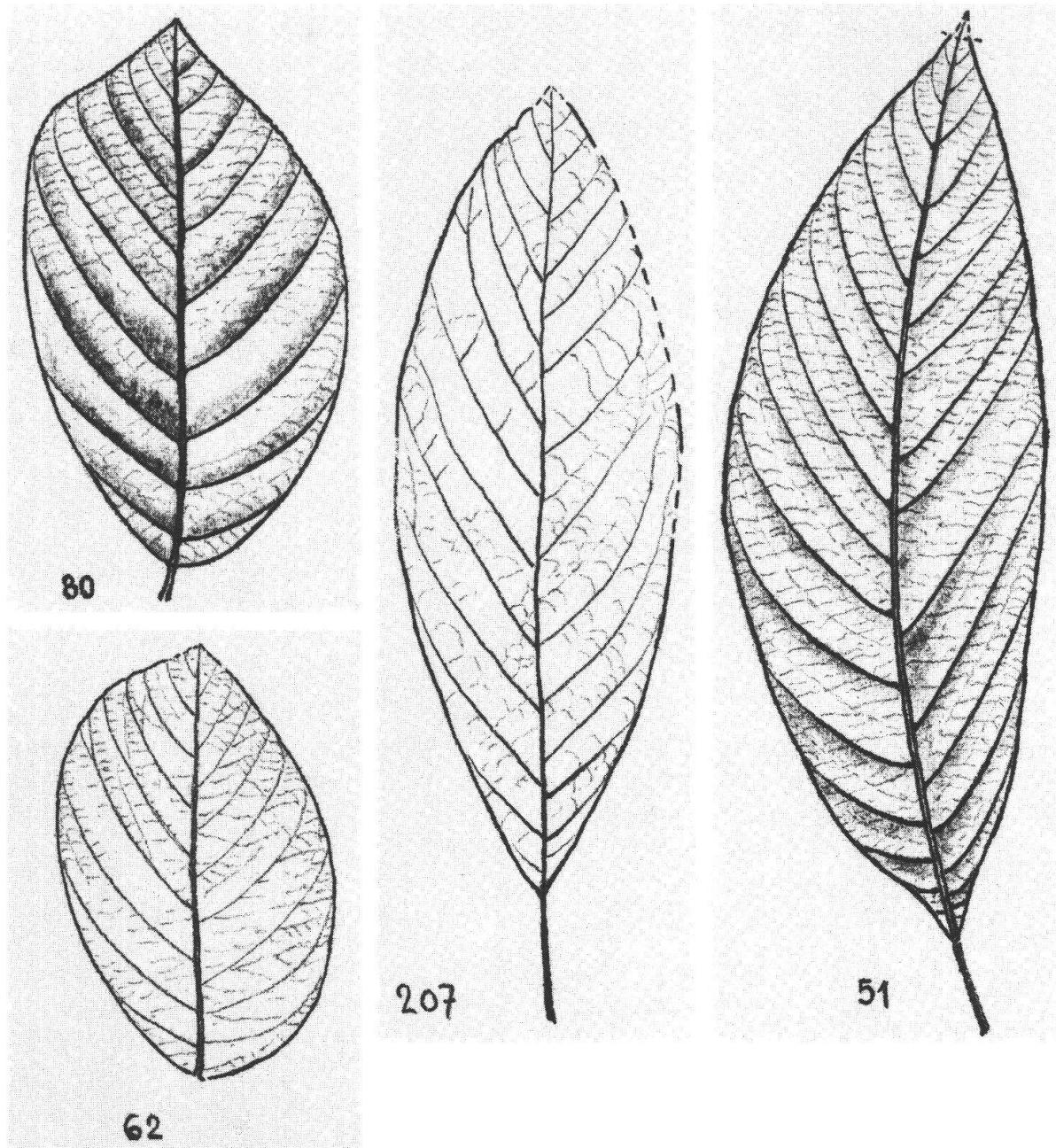


Abb. 13. 62, 80: *Rhamnus inaequalis* Heer 207: *Rhamnus rectinervis* Heer? 51: *Rhamnus* sp.?

Merkmale stimmt mit *Rh. inaequalis* Heer überein. Wegen des groben Sandsteins ist es ungewiß, ob der Blattrand eine feine Zähnung aufweist oder nicht. Von den insgesamt 14 *Rhamnus*-Arten, welche bei Heer (1859) genannt werden, liegen 3 Arten mit ihren Merkmalen innerhalb des breiten und lückenlosen Merkmalspektrums der Ebnater Blätter: *Rh. inaequalis* Heer und *Rh. gaudini* Heer sind fein gezähnt, während *Rh. rossmaessleri* Unger ganzrandig ist. Die Tatsache, daß in Ebnat bei den Blattformen alle Zwischenformen existierten, läßt vermuten, daß es sich um eine einzige, polymorphe Art gehandelt haben könnte. Schon Heer (1859) vermutete, daß von seinen 14 Arten nicht alle gesichert wären.

Wenn auch sicher scheint, daß die Ebnater und die von Heer beschriebenen Blätter wenigstens zum Teil zur gleichen Art gehören, bleibt doch die Zuordnung zur Gattung *Rhamnus* oder gar zur Familie der Rhamnaceae unsicher. Schon Heer (1859) räumte ein, daß die Asymmetrie der Blätter auf eine fiederblättrige Familie hinweisen könnte. Tatsächlich hat *Sapindus laurifolius* Vahl. Teilblätter, welche einigen Ebnater Blättern recht nahe kommen.

*Rhamnus rectinervis* Heer? (Abb. 13, Nr. 207)

Diese Blätter – es wurden nur 2 Stück davon gefunden – sind größer und schlanker als diejenigen von *Rh. inaequalis*. Die Sekundärnerven treten ebenfalls deutlich hervor, entspringen aber unter einem kleineren Winkel zum Hauptnerv. Die Blattfläche ist zwischen den Sekundärnerven mehr oder weniger eben. Wiederum ist eine relativ gute Übereinstimmung mit einigen von Heer als *Rh. rectinervis* beschriebenen Blättern gegeben, obschon die Zugehörigkeit zu dieser Gattung noch weniger zwingend erscheint als bei *Rh. inaequalis*. Die Abgrenzung gegenüber der an *Fraxinus* erinnernden Blattform L geschah einzig aufgrund der Größe und der etwas idealeren elliptischen Form. Die Blätter von *Rehderodendron laharpei* sind im Verhältnis etwas breiter und haben nur 7–9 Seitenervenpaare, welche zudem feiner und unregelmäßiger ausgebildet sind.

*Rhamnus* sp.? (Abb. 13, Nr. 51)

Dieses Blatt unterscheidet sich von *Rh. rectinervis* durch die auch für gewisse rezente Rhamnaceen-Arten [z. B. *Rh. alpina* L., *Rhamnella franguloides* (Maxim.) Weberb. und andere] typische starke Wölbung der Blattfläche zwischen den Sekundärnerven (in der Zeichnung durch Schattierungen angedeutet). Die oben und unten keilförmig zugespitzte Blattform und ein Verhältnis 1/b von ungefähr 3 findet sich auch beim rezenten *Rh. longipes* Merr. u. Chun aus China.

*Berchemia multinervis* A. Braun (Abb. 11, Nr. 163, 164)

Die Gattung *Berchemia* besteht heute aus sommergrünen, windenden Sträuchern und ist in 22 Arten in Süd- und Ost-Asien, Nordamerika und Ost-Afrika verbreitet. Bei den Blättern Nr. 163 und 164 sind Haupt- und Seitenerven im Relief ähnlich scharf gezeichnet wie bei den *Rhamnus*-Blättern. Obschon der Blattrand nicht durchgehend mit Sicherheit erhalten ist, erkennt man doch deutlich die gegenüber *Rhamnus* paralleler verlaufenden Blattränder und die zugerundete Blattspitze. Die Übereinstimmung mit den bei Heer (1859) gezeigten Blättern von *Berchemia multinervis* ist, soweit die Merkmale erkennbar sind, gut. Die Art war nach Heer in der Molasse weit verbreitet und besonders im Chattian von Monod ziemlich häufig.

CORNACEAE (MASTIXIOIDEAE)?

*Mastixia* sp.? (Abb. 14, Nr. 32c)

Die Blätter dieses Typs – es wurden nur 2 Exemplare gefunden – sind deutlich ganzrandig und haben einen kräftigen Mittelnerv. Mit ihrer elliptischen Form, dem

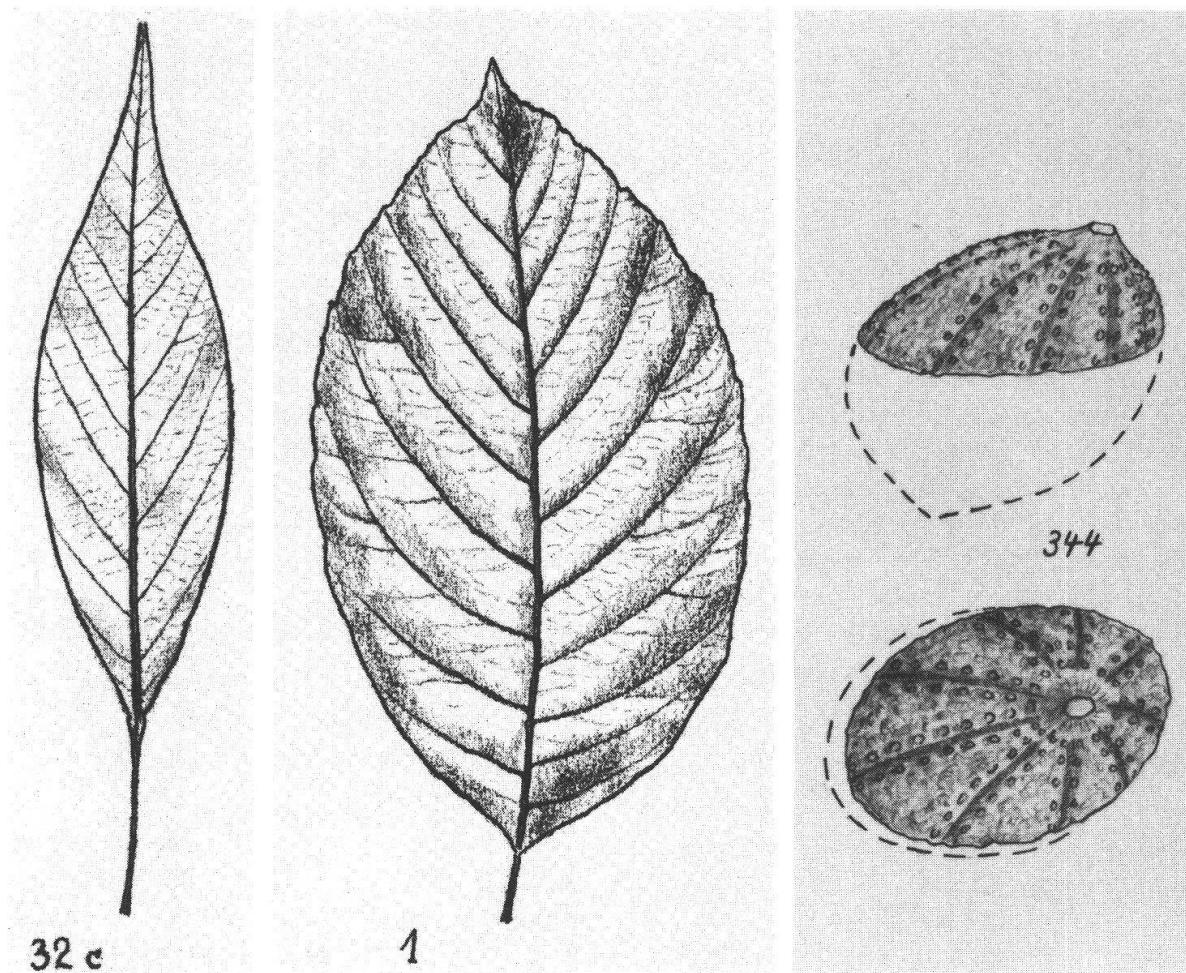


Abb. 14. 32 c: *Mastixia* sp.? 1, 344: Blatt und Frucht von *Rehderodendron laharpei* (Heer) Hantke.

langen Stiel und der ausgeprägten Träufelspitze haben sie große Ähnlichkeit mit einem der von Kirchheimer (1942) für das ältere Tertiär der Lausitz beschriebenen *Mastixia*-Typen (Kirchheimer, Abb. 6 a). Kirchheimer ordnet seine Blätter nicht zuletzt wegen dem gleichzeitigen, massenhaften Vorkommen von Früchten der Unterfamilie der Mastixioideen zu. Da in Ebnat solche Funde (wie Fruchtreste überhaupt) fehlen, muß unsere Bestimmung unsicher bleiben. Bei den unbestimmbaren Funden der Form L (z. B. Nr. 269) ist allenfalls auch an die Gattung *Mastixia* zu denken.

#### STYRACACEAE

##### *Rehderodendron laharpei* (Heer) Hantke (Abb. 14, Nr. 1, 344)

Einer der wissenschaftlich wertvollsten Funde von Ebnat ist das Bruchstück einer ellipsoidisch geformten, wahrscheinlich etwa 4 cm langen Frucht. Sie läßt sich anhand ihrer 9 beidseitig mit kleinen Wärzchen besetzten Längsfurchen unschwer mit *Apeibopsis laharpei* Heer identifizieren. Ein zweites Stück dieser Art soll von den Arbeitern des Steinbruches anderweitig verkauft worden sein. Heer verglich seine Früchte mit denjeni-

gen der Tiliacee *Apeiba aublet* aus dem tropischen Amerika und stellte insgesamt 4 tertärzeitliche Arten auf. Dotzler (1938) zweifelte die Zugehörigkeit zur Gattung *Apeiba* an und zog *Oncoba* oder eine bereits ausgestorbene Gattung in Erwägung. Hantke (1973) griff, nicht zuletzt wegen des neuen Fundes aus Ebnat, das Problem wieder auf und fand eine so große Ähnlichkeit mit den Früchten der erst 1932 aufgestellten rezenten Gattung *Rehderodendron* Hu aus Szechuan, daß die Zugehörigkeit zu dieser Gattung als gesichert angesehen werden kann. Hantke fiel auch die Übereinstimmung einiger bisher zu *Rhamnus gaudini* und *Rh. rectinervis* gestellter Blätter (Heer 1859, Keller 1892) mit rezenten *Rehderodendron*-Blättern auf. Der Verdacht, Blätter und Früchte gehörten zusammen, ergab sich auch aus der Erfahrung, daß beide vielfach gemeinsam auftraten. *Rehderodendron*-Blätter sind im Gegensatz zu *Rhamnus* papierartig dünn. Die 7–9 Seitenvenenpaare liegen etwas weiter auseinander und sind weniger regelmäßig angeordnet. Von den Ebnerter Blättern repräsentiert Nr. 1 diesen Typ am besten. Die Abgrenzung gegenüber *Rh. rectinervis* ist oft schwierig. Faßt man die Bandbreite von *Rehderodendron laharpei* weit, so können noch 9 andere Blätter zu dieser Art gezählt werden. Hantke (1973) gibt eine Übersicht der historischen Entwicklung des *Apeibopsis*-Problems und der bisherigen Funde, welche sich in Mitteleuropa auf die Untere und die Obere Süßwassermolasse beschränken. Nach Krüssmann (1978) werden heute in West-China von *Rehderodendron* 9 rezente Arten unterschieden, von denen nur eine, *R. macrocarpum* Hu, in Europa in Kultur ist.

### Nicht bestimmbarer Funde

In Ebnat wurden mehrere Blatt-Abdrücke gefunden, welche sich bisher entweder keiner Familie zuordnen ließen oder für die gleich mehrere Familien oder Gattungen in Betracht gezogen werden können.

#### Form A (Abb. 15, Nr. 34)

Das einzige Blatt dieser Form hat große Ähnlichkeit mit rezentem *Quercus salicina* Blume aus dem südlichen China und, etwas entfernter, mit der kürzer gestielten und abrupter in den Stiel übergehenden *Q. phellos* L. aus dem atlantischen Nordamerika. Beide Arten werden in der Literatur oft zum Vergleich mit den fossilen Arten *Q. neriifolia* A. Braun und *Q. salicina* Sap. herangezogen. Gleiche Formen finden sich aber auch bei anderen rezenten Gattungen. Zwei auf den ersten Blick möglich erscheinende Gattungen können auf Grund einzelner Merkmale ausgeschlossen werden: *Nerium (oleander)* hat einen wesentlich breiteren und deutlich kürzeren Blattstiel sowie mehr und in steilerem Winkel abgehende Sekundärnerven. Bei *Salix* ist die Blattspitze bei so schlanken Blättern immer länger ausgezogen. Der Blattrand wäre in dem groben Sandstein nicht so deutlich als ganzrandig zu erkennen und die Sekundärnerven deutlicher gebogen.

#### Form B (Abb. 15, Nr. 81)

Diese Blätter fallen durch einen schmalen, keilförmigen Blattgrund und die in großem Winkel abgehenden, kräftigen Sekundärnerven auf. Leider sind die Blattspitzen nicht erhalten, so daß insgesamt zu wenig Merkmale für eine Bestimmung zur Verfügung stehen. Zu denken wäre allenfalls an *Ficus lanceolata* Heer, *Apocynophyllum lanceolatum* Ung., rezente *Voacanga foetida* (Bl.) K. Sch. (Apocynaceen, siehe Weyland 1943) oder an eine Art mit hand- oder fiederteiligen Blättern (Juglandaceen).

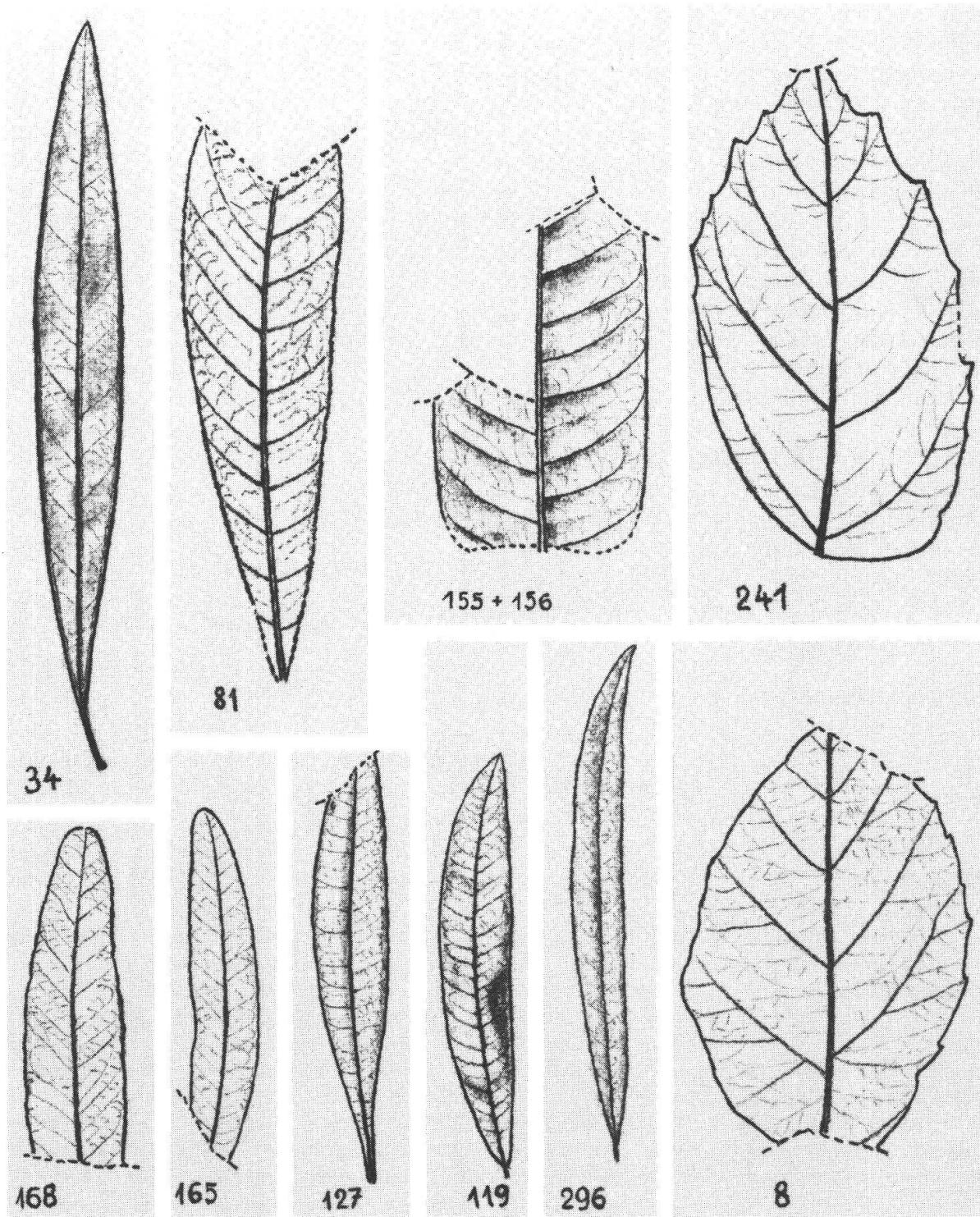


Abb. 15. 34: From A, *Quercus*? 81: Form B, *Ficus lanceolata* Heer? Apocynacee? Juglandacee? 155, 156: Form C 8, 241: Form D, Vitacee? *Viburnum*? 165, 168: Form E, *Andromeda*? 119, 127, 296: Form F, *Andromeda*?

*Form C* (Abb. 15, Nr. 156)

Von diesem Blatt-Typ wurde nur ein kleines Teilstück gefunden. Die kräftige Färbung, der scharf gezeichnete Blattrand und die Wölbung der Blattfläche zwischen den Sekundärnerven lassen an eine immergrüne Art denken.

*Form D* (Abb. 15, Nr. 8, 241)

Auffallend sind hier die wenigen, kräftigen und sich verzweigenden Sekundärnerven und die unregelmäßige, buchtige Zähnung des Blattrandes. Blätter dieses Types findet man bei den Vitaceen, z. B. in den Gattungen *Cissus* und *Vitis*. Oberli faßte 5 Blätter dieser Form zusammen und verglich sie mit rezenten *Viburnum*-Arten, *V. tinus*, L., *V. japonicum* Thunb. und *V. dilatatum* Thunb. Da die Qualität dieser Abdrücke relativ schlecht ist und *Viburnum* bisher in der Unteren Süßwassermolasse nicht nachgewiesen wurde, muß eine Zuordnung unterbleiben.

*Form E* (Abb. 15, Nr. 165, 168)

Insgesamt wurden 12 Blätter gefunden, welche durch die etwas ungewöhnliche Kombination von Schlankheit und abgerundeter Blattspitze auffallen und möglicherweise der gleichen Art angehören. In den wenigen für eine Bestimmung zur Verfügung stehenden Merkmalen ist eine gewisse Ähnlichkeit mit der von Heer (1859) für das Chattian von Monod angegebenen *Andromeda vaccinifolia* Ung. festzustellen.

*Form F* (Abb. 15, Nr. 119, 127, 296)

Auch diese Form, von der 3 Blätter erhalten sind, könnte zu *Andromeda* (*A. revoluta* A. Braun?) gehören. Die Blätter scheinen steif und lederartig gewesen zu sein. Ihr Mittelnerv ist eingesenkt und die Blattränder sind möglicherweise umgerollt.

*Form G* (Abb. 16, Nr. 21, 288)

Diese zwei Blätter gehören möglicherweise verschiedenen Arten an. Gemeinsam ist ihnen die lang ausgezogene Blattspitze, welche auf Arten des Regenwaldes hinweist und eine Zugehörigkeit zur Gattung *Laurus* unwahrscheinlich macht. Beide Abdrücke sind kräftig dunkel gefärbt und stammen vermutlich von dicken, lederartigen Blättern. Nr. 288 hat große Ähnlichkeit mit der im Gartenhandel erhältlichen *Ficus benjamina* L. Auch für das andere Blatt kann eine Zugehörigkeit zu dieser Gattung nicht ausgeschlossen werden.

*Form H* (Abb. 16, Nr. 124, 125)

Diese Blattform, von der sieben zum Teil unvollständige Fundstücke vorhanden sind, fällt durch die Kombination von relativer Schlankheit, zugerundeter Blattbasis und nicht sehr scharf ausgezogener Blattspitze auf. Solche Blattformen sind zwar nicht häufig, aber trotzdem zu wenig spezifisch, um sie bevorzugt einer bestimmten Familie oder Gattung zuordnen zu können. Eine gewisse Ähnlichkeit besteht beispielsweise mit der rezenten *Umbellularia regalis* (Lauraceae) aus Kalifornien, welche aber aus paläo-phytogeographischen Gründen kaum in Frage kommt.

*Form I* (Abb. 16, Nr. 319)

Für diese auffallende Blattform, von der die Sammlung nur ein Stück enthält, ließ sich weder fossiles noch rezentes, gut übereinstimmendes Vergleichsmaterial finden. Leider sind auch hier beim Original die Sekundärnerven heute unsichtbar. Das läßt darauf schließen, daß es sich mit großer Wahrscheinlichkeit nicht um eine *Castanea*-Spezies handelt, da in dieser Gattung die Sekundärnerven sicher im Relief erhalten geblieben wären. Auch das Verhältnis Länge/Breite liegt mit ungefähr

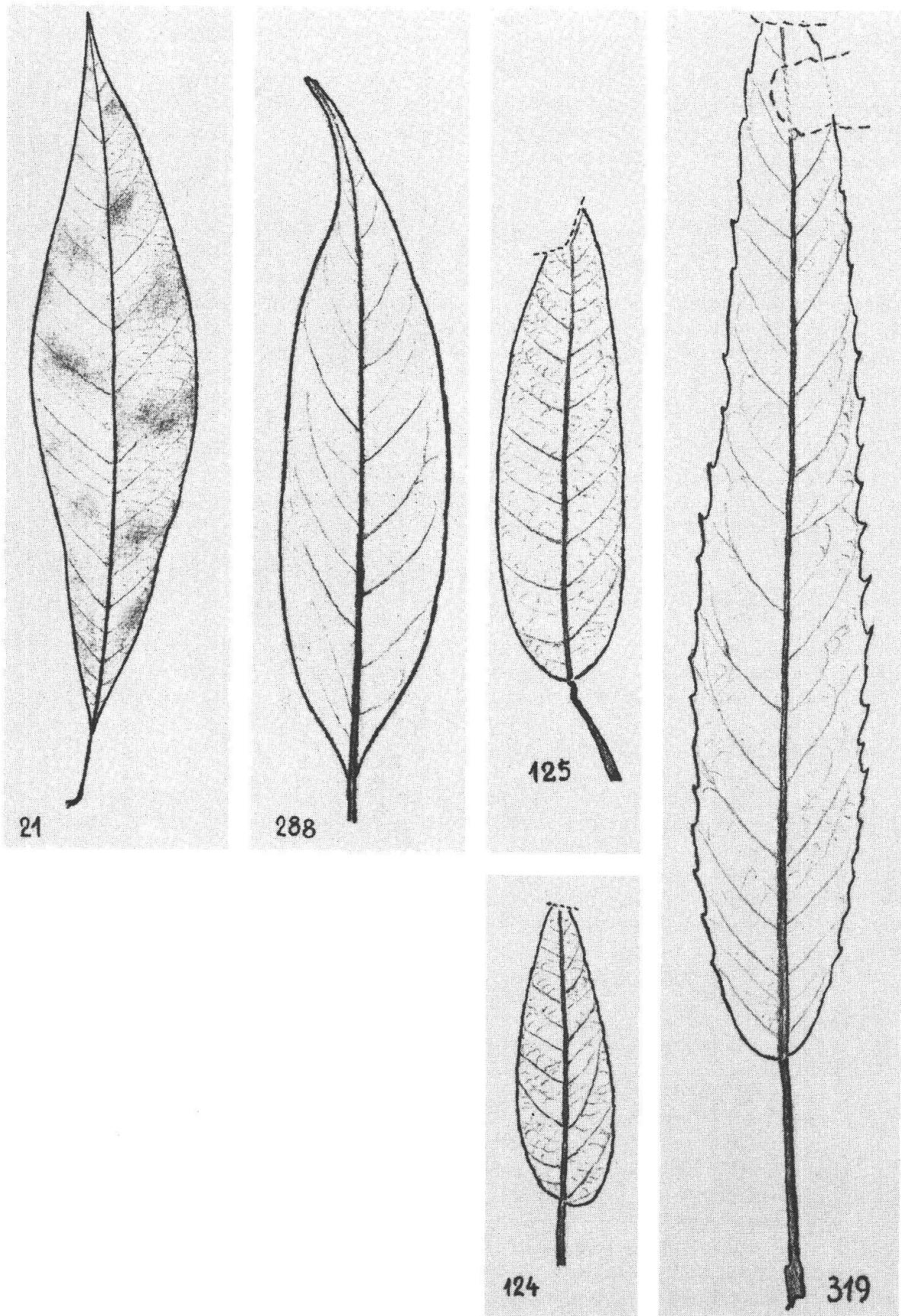


Abb. 16. 21, 288: Form G, *Ficus*? 124, 125: Form H 319: Form K, *Quercus*?, *Castanopsis*?

6,2 weit außerhalb der bekannten fossilen und rezenten *Castanea*-Arten. Der lange Stiel mit seiner ausgeprägten Verdickung am unteren Ende macht es auch unwahrscheinlich, daß das Blatt zu einer fiederblättrigen Gattung der Junglandaceae gehört. Nimmt man den gezeichneten Verlauf der Sekundärnerven und ihrer Verzweigungen als gesichert an, so kommen noch die an fossilem Material oft schwer zu unterscheidenden Gattungen *Castanopsis* und *Quercus* in Frage. Becker (1961) stellt Blätter aus dem Oligozän des Upper Ruby Rivers, Süd-West Montana, von denen eines unserem Blatt recht nahe kommt, zur Gattung *Quercus* (*Q. consimilis* Newberry), weist aber darauf hin, daß auch *Castanopsis* nicht auszuschließen ist. Weyland (1937) beschrieb für das Oligozän von Rott einige Blätter, welche mit einem Länge/Breite-Verhältnis von 6,5, dem langen Stiel und der deutlichen Zähnung unserem Blatt ebenfalls recht nahe kommen. Die untersten Seitennerven entspringen unmittelbar an der Basis und verlaufen in weit spitzerem Winkel als die oberen. Weyland spricht deshalb von einer fingerförmigen Hauptnervatur und stellt für diese Blätter die neue Art *Populus rottensis* auf. Da jedoch bei unserem Blatt nichts auf eine fingerförmige Nervatur hinweist, muß wohl auch diese Möglichkeit ausgeschlossen werden.

*Form K* (Abb. 17, Nr. 86)

Blatt Nr. 86 und noch zwei andere Blätter der Sammlung haben Ähnlichkeiten mit *Fagus*-Blättern: Die Sekundärnerven verlaufen mit nur schwacher Krümmung bis an den Blattrand, und in der oberen Blatthälfte ist deutlich eine weitgeschwungene Zähnung oder Buchtung zu sehen. Diese Blätter heben sich in Form und Nervatur deutlich von der Masse der *Rhamnus*-Blätter ab. Eine sichere Zuordnung zu *Fagus* ist jedoch nicht möglich, da die unteren Sekundärnerven im Gegensatz zu *Fagus*, wenn auch nur leicht, zur Spitze hin gekrümmmt sind.

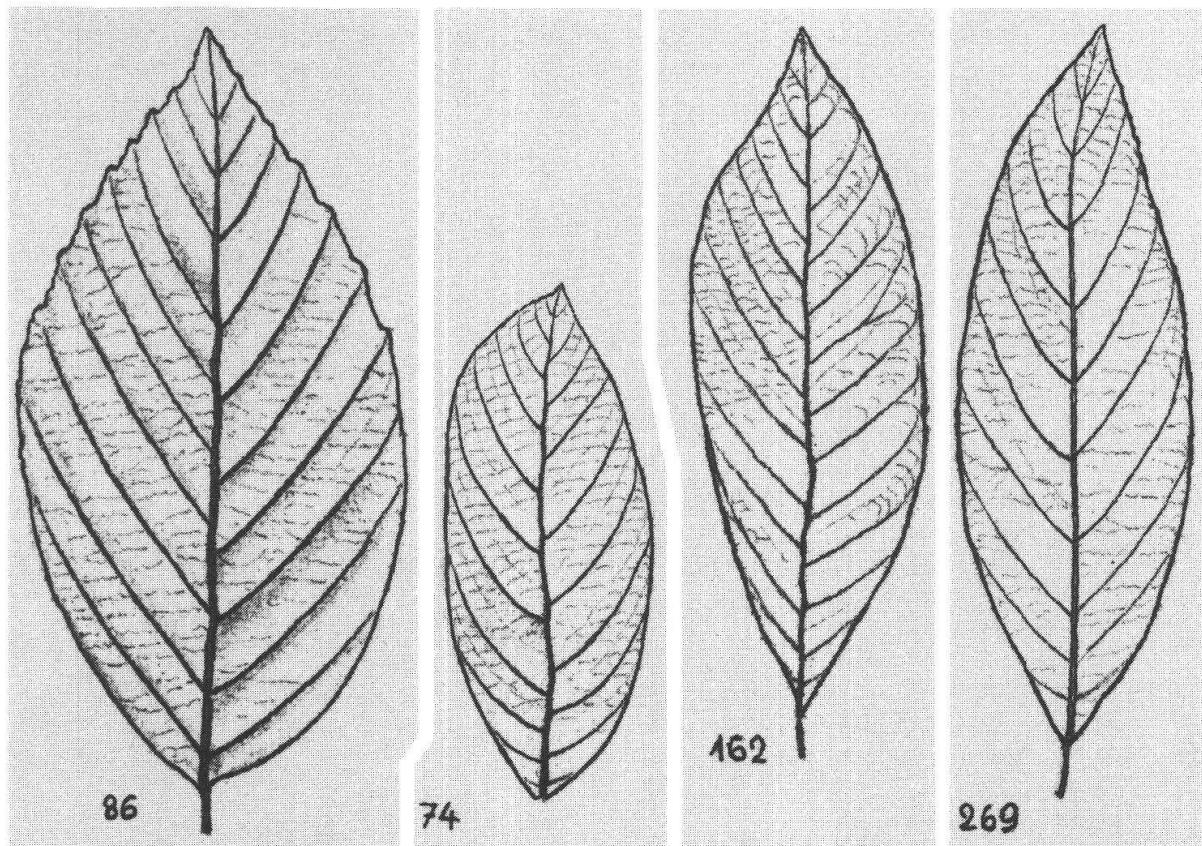


Abb. 17. 86: Form L, *Fagus*? 74, 162, 269: Form M, *Rhamnus*? (74), *Fraxinus*? (162), *Mastixia*? (269).

*Form L* (Abb. 17, Nr. 74, 162, 269)

Heer (1859) beschrieb zwei Blätter mit ähnlicher Form aus Monod/Rivaz VD als *Fraxinus inaequalis*. Die Zugehörigkeit zu dieser Gattung erschien ihm durch den Fund von Eschensamen an der gleichen Fundstelle zumindest sehr wahrscheinlich. Leider sind bei Heers Blättern die Stielansätze nicht erhalten, so daß ungewiß bleibt, ob seine *Fraxinus*-Art, wie die überwiegende Mehrheit in dieser Gattung, sitzende Fiederblätter hat oder gestielte. Von den insgesamt 12 in Ebnat gefundenen Blättern dieses Typs sind bei 5 Exemplaren Stiele von 5–10 mm Länge erhalten. Dadurch wird die Zugehörigkeit zu dieser Gattung zwar nicht ausgeschlossen, aber auch nicht besonders zwingend. Ähnliches gilt für die Zähnung des Blattrandes: Ganzrandige oder sehr fein gezähnte Arten kommen in der Gattung vor, sind aber eher selten. Da in Ebnat keine *Fraxinus*-Samen gefunden wurden, kann die Zuordnung der Blätter zu dieser Gattung, nur auf Grund der allgemeinen Blattform und der bei einigen Exemplaren vorhandenen Asymmetrie, nicht mehr als eine Vermutung sein. Für Nr. 74 müßte allenfalls auch *Rhamnus*, für Nr. 269 eine Mastixioidee in Erwägung gezogen werden.

### Die Häufigkeit der Arten

Die folgenden Prozentzahlen basieren für die unkritischen, leicht erkennbaren Arten auf insgesamt 1146 Bestimmungen (Exemplare der Sammlung plus Feldbestimmungen) und für die kritischen Arten auf den 706 Sammlungsexemplaren. Letztere sind z. T., je nach Auffassung und wegen des ungenügenden Erhaltungszustandes, mit einem größeren Unsicherheitsfaktor behaftet. Die Blätter von *Cinnamomum polymorphum* wurden möglicherweise wegen der guten Erkennbarkeit gegenüber einigen schwieriger zu bestimmenden Arten überbewertet. Eine Änderung der Prozentzahlen ergibt sich, wenn von der Anzahl Blätter auf die Anzahl Pflanzenindividuen geschlossen wird. Die angegebenen Zahlen spiegeln am ehesten den von den verschiedenen Arten im Konkurrenzkampf beanspruchten Bodenanteil und damit ihre ökologische Wichtigkeit wider.

<i>Cinnamomum polymorphum</i> A. Braun	63	%
<i>Rhamnus inaequalis</i> Heer	11	%
<i>Salix lavateri</i> A. Braun sensu Hantke	3	%
<i>Sapindus</i> sp.?	2,9%	
<i>Cotinus orbiculata</i> (Heer) Hantke et Oberli	2	%
<i>Rehderodendron laharpei</i> (Heer) Hantke, (Blätter)	1,4%	
<i>Alnus nostrarum</i> Ung.?	1	%
<i>Liquidambar europaea</i> A. Braun	0,9%	
<i>Zelkova ungeri</i> Kov.	0,9%	
<i>Alnus gracilis</i> Ung.?	0,7%	
<i>Myricaceae</i>	0,7%	
<i>Magnolia</i> sp.?	0,7%	
<i>Taxodium dubium</i> Heer	0,4%	
<i>Berchemia multinervis</i> A. Braun	0,4%	
<i>Rhamnus</i> sp.? ( <i>Rhamnella</i> ?)	0,4%	
<i>Rhamnus rectinervis</i> Heer?	0,3%	
<i>Cassia</i> sp.	0,3%	
<i>Sapindus falcifolius</i> A. Braun	0,2%	
cf. <i>Persea princeps</i> (Heer) Schimper	0,2%	
<i>Laurus</i> sp.?	0,2%	
<i>Carpinus grandis</i> Ung.	0,2%	
<i>Rehderodendron laharpei</i> (Heer) Hantke (Früchte)	0,2%	
<i>Acer rüminianum</i> Heer	0,2%	

<i>Mastixia</i> sp.?	0,2%
<i>Sabal major</i> Ung.	0,1%
<i>Smilax</i> sp.?	0,1%
<i>Carya serraefolia</i> (Goep.) Kr.?	0,1%
unbestimmbare, andere Familien, z. T. wohl paläotropische Formen	8,3%
	100,0%

## Palynologische Untersuchungen

Die untersuchte Probe wurde aus einer etwa 5 m unter dem Sandstein liegenden Mergelschicht entnommen. Blätter und Mikroreste sind deshalb nicht unter den gleichen Standortverhältnissen entstanden. Trotzdem dürfen sie wohl der gleichen, großräumigen Flora zugerechnet werden. Die folgenden Angaben sind einer schriftlichen Mitteilung von Frau Dr. B. Mohr (ETH, Zürich) entnommen:

Die organische Substanz der Probe besteht aus relativ groben Blatt- und Holzresten, Sporomorphen und Dinoflagellaten-Zysten. Letztere sind teils umgelagert aus mesozoischem (kretazischem) Material, teilweise könnten sie jedoch auch auf Grund ihrer hellen Färbung paläogenen (chattischen) Alters sein. Die Sporomorphen sind meist zusammengequetscht und auch teilweise stark oxidiert, so daß eine Bestimmung nur bei etwa 50% der Exemplare möglich ist. Die Mikroflora enthält sowohl Pollen als auch Sporen, wobei die Sporen fast 90% ausmachen:

### Farnpflanzen:

- *Leiotriletes* sp. (glatte trilete Sporen unbekannter Herkunft)
- *Leiotriletes maxoides* (*Lygodium*?)
- *Polypodiaceoisporites lusaticus* (Pteridaceae, z. B. *Pteris* und *Eriosorus*)
- *Polypodiaceoisporites seidewitzensis* (dito)
- *Polypodiaceoisporites triangulus* (dito)
- *Verrucatosporites* sp. (*Polypodium* sp.)

### Coniferen:

- *Abiespollenites* sp. (*Abies*?, vermutlich aus höher gelegenem Hinterland)
- *Pinuspollenites* sp. (*Pinus*, vermutlich aus höher gelegenem Hinterland)
- *Inaperturopollenites hiatus* (*Taxodiaceae*; *Glyptostrobus*, *Taxodium*)

### Angiospermen:

- *Ulmus/Zelkova*
- *Carya*
- *Alnus* (?)

Die festgestellten Sporomorphen lassen sich mit etwa 3% der aufgefundenen und mehr oder weniger zuverlässig bestimmten Blätter korrelieren. Da jedoch nur insgesamt 12% der Blätter zu möglicherweise windbestäubenden (ein- oder zweihäusigen) Gattungen gehören, sind immerhin  $\frac{1}{4}$  der in Frage kommenden Blätter durch Pollen abgesichert.

## Diskussion

### Rückschlüsse auf das Klima

Pflanzen und Pflanzengesellschaften sind empfindliche Klimaindikatoren. Schon Heer (1859) hatte deshalb versucht, über die Klimaansprüche rezenter Vergleichsarten zu

zahlenmäßigen Aussagen über Jahresmitteltemperaturen der verschiedenen Perioden des Tertiärs zu kommen. Bei paläontologischen Klimastudien wird davon ausgegangen, daß pflanzliche Arten ihre Klimaansprüche selbst über geologische Zeiträume nicht ändern, sondern bei Klimaschwankungen eher in Gebiete abwandern, welche ihren Ansprüchen besser entsprechen. Arten, welche zu solchen Überlegungen herangezogen werden, müssen in ihren morphologischen Merkmalen möglichst genau der rezenten Vergleichsart entsprechen. Außerdem sollten die Vergleichsarten möglichst ausgeprägte Nord- oder Südgrenzen im Bereich der interessierenden Jahresmitteltemperatur haben. Für unsere Ebnater Flora werden diese Forderungen durch *Cinnamomum polymorphum*, *Sabal major* und *Cotinus orbiculata* am besten erfüllt. Aber auch *Taxodium dubium* und *Liquidambar europaea* können zur Absicherung von Aussagen über das Klima herangezogen werden.

Von der Art *Cinnamomum polymorphum* kann aufgrund ihres großen Anteils von 63% angenommen werden, daß ihr das Klima von Ebnat in jeder Hinsicht (Jahresmitteltemperatur, mittlere Temperatur des kältesten Monats, jährliche Niederschlagsmenge) zugesagt hat. Als rezente Vergleichsart wird allgemein die in S-Japan und S-China verbreitete und früher für die Kampfergewinnung verwendete *C. camphora* angenommen. Da ihr Hauptverbreitungsgebiet nahe der Nordgrenze des Gattungsareals liegt, erübrigt sich (wie sich noch zeigen wird) die Frage, ob vielleicht nicht doch eine andere *Cinnamomum*-ähnliche Lauracee als Vergleichsart herangezogen werden sollte. Da *C. polymorphum* in Ebnat sicher nicht hart an der Nordgrenze seines Verbreitungsgebietes vegetierte, kann uns das Klima von S-Japan (Jahresmitteltemperatur auf Meereshöhe 14,6–15,2 °C, Niederschlagsmenge 130–300 cm, Angaben nach Hantke 1954) bereits als Orientierungshilfe dienen. Für eine große Niederschlagsmenge sprechen auch die ausgeprägten Träufel spitzen von *Cinnamomum* und einigen anderen Ebnater Arten. Staub (1905) gibt für *C. camphora* eine Mindestniederschlagsmenge von 130 cm/Jahr an.

Für *Sabal major* scheint das Klima von Ebnat die nördliche Grenze dargestellt zu haben. Unter den rezenten *Sabal*-Arten dringt *S. minor* (Jacq.) Pers. an der Ostküste Nordamerikas bis 36°N Breite (südl. Portsmouth) in Gebiete mit Jahresmitteln bis hinunter zu 16 °C vor. Die Niederschlagsmengen liegen dort zwischen 130 und 150 cm/Jahr. Das Jahresmittel von Ebnat wird somit nahe bei diesem Wert gelegen haben. Ähnliche Klimaansprüche wie *Sabal major* werden *Taxodium dubium* und *Liquidambar europaea* gestellt haben. Ihre rezenten Vergleichsarten besiedeln heute zum Teil gemeinsam die feuchten Stellen im südlichen Teil der nordamerikanischen Ostküste. Dabei dringt *Taxodium distichum* bis auf die geographische Breite von Richmond (O-Virginia, Jahresmitteltemperatur 14,5 °C) und Washington (14,1 °C) vor. *Liquidambar styraciflua* hat die Nordgrenze ihres Verbreitungsgebietes an der Ostküste auf der geographischen Breite von New York bei Jahresmitteln um 12 °C. (Verbreitungsangaben aus USA nach Little 1971; Klimadaten nach Hantke 1954 und Richter 1983).

*Cotinus orbiculata* findet ihre eng verwandte Vergleichsart in *C. coggygria* Scop., deren Nordgrenze in Europa durch Jahresmitteltemperaturen von 12,0–12,5 °C gegeben ist und durch Hochsavoyen und die Südschweiz verläuft. In Italien liegen die südlichsten Vorkommen auf der Breite von Rom in den Provinzen Marche, Umbria und Lazio (Pignatti 1982), wo das Jahresmittel bei 15,4 °C und die Regenmenge bei 80 cm/Jahr liegen. In den Hauptverbreitungsgebieten Kaukasus, nördliches Hochland von Klein- asien und Nordpersien liegen die Jahresmitteltemperaturen zwischen 14,4–14,7 °C und die Regenmengen je nach Exposition zwischen 50–200 cm/Jahr. Da *C. coggygria* heute bevorzugt trockene, steinige Standorte besiedelt, dürfte die südliche Ausbreitungsgrenze auch im regenreicheren jüngeren Oligozän die 16°-Jahresisotherme kaum überschritten haben.

Aus den gemachten Überlegungen lassen sich für das Chattian von Ebnat die folgenden Klimadaten ableiten:

Mittlere Temperatur des kältesten Monats	6–7 °C
Mittlere Jahrestemperatur	um 15 °C
Jährliche Regenmenge	> 130 cm

Dabei dürften geringfügige Schwankungen des Jahresmittels von 14–16 °C vorgekommen sein.

Die übrigen Pflanzen der Ebnater Flora fügen sich ebenfalls in diesen Klimabereich ein. Für die Mastixioideen dürfte die klimatische Nordgrenze allerdings nahezu erreicht gewesen sein. Gregor (1982) gibt für diese Unterfamilie eine optimale Jahresmitteltemperatur von mehr als 17 °C und eine Januarmitteltemperatur von nicht unter 10 °C an.

Früher wurde für das Tertiär eine mehr oder weniger kontinuierliche Klimaverschlechterung mit immer rascher abnehmenden Jahresmitteln zwischen + 22 °C (Eozän) und + 11 °C (Ende Pliozän) angenommen. Für das Chattian ergäbe sich durch Interpolation für Mitteleuropa ein Jahresmittel von rund + 19,5 °C. Die Differenz von mehr als 4 °C gegenüber dem für Ebnat gefundenen Wert läßt sich auf Grund von angenommenen Höhenunterschieden allein nicht erklären. Es muß vielmehr, wie schon Hantke (1954) annahm, davon ausgegangen werden, daß es auch im Verlaufe des Tertiärs neben der generellen Klimaverschlechterung zu kurzfristigeren größeren und kleineren Klimaschwankungen gekommen war. Florenvergleiche mit anderen chattischen Fundstellen, wie etwa Monod/Rivaz VD (Heer 1859) oder im bayerischen Alpenvorland (Dotzler 1938), zeigen, daß auch dort die Florenelemente eines warm-gemäßigten Klimas stark vertreten waren und Ebnat in dieser Beziehung, wenigstens qualitativ, keine Sonderstellung einnimmt. Gregor (1982, Seite 157) zeigte, daß der Anteil paläotropischer Pflanzenelemente im jüngsten Oligozän rasch abnahm, jedoch im Miozän vorübergehend wieder größer wurde.

#### Rezente Vergleichsfloren

Auf der Suche nach einem möglichst vollständigen und anschaulichen Bild der chattischen Flora von Ebnat stellt sich die Frage, welche der rezenten Floren mit ihr die größte Ähnlichkeit aufweist, d.h. die meisten Arten, Gattungen oder Familien gemeinsam hat. Dabei zeigt sich, daß die für Ebnat festgestellte Anzahl taxonomischer Einheiten um Größenordnungen unter der Artenzahl jeder vergleichbaren, rezenten Flora liegt. Die Gründe dafür liegen in der begrenzten Anzahl Funde, der Beschränkung auf Gehölzarten, die in der Nähe eines Gewässers vorkamen und schließlich in der Schwierigkeit, morphologisch ähnliche Arten auf Grund der wenigen zur Verfügung stehenden Merkmale zu unterscheiden. Ein Florenvergleich hat aber auch unter solchen Voraussetzungen einen Sinn, wenn, wie in der Ebnater Flora, Arten mit sehr unterschiedlichen ökologischen und klimatischen Ansprüchen dazu verwendet werden können.

Verschiedene Autoren haben bereits festgestellt, daß viele der den Tertiärarten nächstverwandten, rezenten Arten und fast alle Gattungen noch heute in subtropischen Wäldern des östlichen Nordamerikas und des südlichen Chinas und Japans gedeihen. Nach Wang (1961) kamen noch bis gegen die Mitte dieses Jahrhunderts im mesophytischen Mischwald (mixed mesophytic forest) der Yangtze-Provinzen Chekiang, Anhwei, Kiangsi, Szechuan und Kweichow die folgenden uns aus der Ebnater Flora bekannten Taxa vor:

Sicher bestimmte, nahe verwandte Vergleichsarten:

*Cinnamomum camphora, Cotinus coggygria, Acer palmatum.*

Sicher bestimmte Gattungen:

*Salix (babylonica), Liquidambar (formosana); Zelkova, Carpinus, Alnus, Rehderodendron* (jeweils mehrere Arten).

Nicht sicher bestimmte Gattungen:

*Rhamnus, Rhamnella, Carya, Fagus, Quercus, Berchemia, Myrica und Magnolia.*

Gattungen, die in den mesophytischen Mischwäldern Chinas nicht vorkommen:

*Cassia* (tropisches und subtropisches Amerika), *Sabal*, *Taxodium* beide u. a. südliches und südöstliches Nordamerika; die Taxodiaceen sind in China durch das Tertiärrelikt *Metasequoia glyptostroboides* vertreten), *Persea* (tropisches Amerika, Kanarische Inseln und SO-Asien) und *Mastixia* (Indomalesien).

Die heutigen mesophytischen Mischwälder bestehen vorwiegend aus sommergrünen, breitblättrigen Gehölzarten, enthalten aber auch Elemente der in tieferen Lagen direkt anschließenden immergrünen, breitblättrigen Wälder (evergreen broadleaved forests). Der Wald von Ebnat entsprach mit dem stark vertretenen, immergrünen *Cinnamomum polymorphum* eher dem mesophytischen Mischwald der tieferen Lagen, für den Wang (1961) folgende Klimadaten angibt (Bereich von drei Klimastationen aus den Provinzen Hupeh, Kiangsu und Chekiang, nach Wang, gekürzt):

Höhe über Meer	10–469 m
Jahresmitteltemperatur	15,3–16,4 °C
Mitteltemperatur des kältesten Monats (Jan.)	2,2–4,5 °C
Mitteltemperatur des wärmsten Monats (Juli)	27,6–28,3 °C
Minimaltemperaturen	–4,7–13,8 °C
Jährliche Niederschlagsmenge	978–1480 mm
Anzahl Tage mit Niederschlägen	124–164

Der Wald von Ebnat war wie die meisten subtropischen und tropischen Wälder deutlich vertikal gegliedert. Die verschiedenen Schichten boten Raum für Arten mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen. In der Kronenschicht finden wir die hochwüchsigen Arten des Klimaxwaldes der Ebene, wie beispielsweise *Cinnamomum polymorphum*, *Liquidambar europaea*, *Acer ruminianum*, *Zelkova ungeri*, *Fagus* sp. sowie in sumpfigen Zonen *Taxodium dubium*. In tieferen Schichten, unter teilweiser oder vollständiger Beschattung, mögen *Carpinus grandis*, *Sabal major*, *Persea princeps*, *Laurus* sowie Schlingpflanzen der Gattungen *Smilax*, *Dioscorea* und *Berchemia* ihren Platz gehabt haben. Die Blätter der Kleinsträucher und der Krautschicht des Waldesinnern gelangten nicht oder nur ausnahmsweise in die Gewässer und sind uns deshalb nicht überliefert. Pionierstandorte wie Uferzonen, Geschiebegränke, Rutschungsgebiete und durch Baumfall entstandene Lichtungen mögen durch *Salix*, *Cotinus*, *Rhamnus*, *Rehderodendron* und *Alnus* besiedelt worden sein. Da sich unser Fundort zweifellos im Übergangsgebiet vom Nordabhang der damaligen Alpen zur breiten Ebene des in ost-nordöstlicher Richtung abfließenden Stromsystems befunden hat, konnten auch Arten kälterer Gebiete gelegentlich aus höheren Lagen als Pionierpflanzen in brachliegende Standorte der Ebene vorstoßen.

## Zusammenfassung

Die von H. Oberli aufgebaute Sammlung von Blattabdrücken aus dem Chattian von Ebnat-Kappel im Toggenburg wurde überarbeitet, die 37 unterscheidbaren Formen beschrieben und, soweit möglich, bestimmt. Eine auf Pollen und Sporen untersuchte Probe aus einer benachbarten Mergelschicht bestätigte einen Teil der windbestäubenden Gattungen und ergab ergänzende Befunde bei den Pteridophyten. Aus den Klimaansprüchen der rezenten Vergleichsarten *Cinnamomum camphora* L., *Sabal minor* (Jacq.) Pers. und *Cotinus coggygria* Scop. sowie einem Florenvergleich mit den mesophytischen Mischwäldern des südlichen China kann für das Ebnater Chattian ein warmgemäßiges Regenklima mit einer Jahresmitteltemperatur um 15°C und einer jährlichen Regenmenge von mehr als 130 cm angenommen werden.

Diese Veröffentlichung wäre ohne die Vorarbeit von Heinz Oberli undenkbar gewesen. Seine systematisch geordneten Zeichnungen erlaubten bereits zu Beginn eine gute Übersicht und ermöglichten die Arbeit auch ohne ständigen Zugriff zur Sammlung. Seine Notizen, die umfangreiche Korrespondenz zum Thema und seine botanische und paläobotanische Bibliothek leisteten unschätzbare Dienste. Frau G. Oberli-Debrunner danke ich für die Möglichkeit, diese Arbeit durchführen zu können, sowie für ihre tatkräftige Hilfe und das große Interesse am Fortgang der Arbeit. Herr Urs Oberli, paläontologischer Präparator in St. Gallen, gab mir wertvolle Informationen über die Entstehung der Sammlung und beschaffte wichtige paläobotanische Literatur. Herrn Prof. Dr. R. Hantke vom Geologischen Institut der ETHZ bin ich für die wiederholte Durchsicht des Manuskriptes, die Hilfe bei der Bestimmung kritischer Arten und Gattungen und die Beschaffung von Literatur zu großem Dank verpflichtet. Frau Dr. B. Mohr vom gleichen Institut danke ich für den Bericht über die Bestimmung der Sporomorphen und Frau E. Ruppert-Bolliger für die saubere Abschrift des Manuskriptes.

## Literatur

- Becker H. F. 1961. The Geological Society of America, Memoir 82, Oligocene Plants from the Upper Ruby River Basin, South-Western Montana, New York.
- Dotzler A. 1938. Zur Kenntnis der Oligozänflora des Bayerischen Alpenvorlandes. Palaeontographica 83B.
- Engelhardt H. 1885. Die Tertiärfloren des Jesuitengrabens bei Kundratitz in Nordböhmen. Nova Acta Leop.-Carol. Akad. Naturf. 48/3, Halle.
- Ferguson D. K. 1971. The Miocene Flora of Kreuzau, Western Germany, I. The leaf-remains. North-Holland Publ. Comp. Amsterdam, London.
- Frei H.-P. 1979. Stratigraphische Untersuchungen in der subalpinen Molasse der Nordost-Schweiz, zwischen Wägitaler Aa und Urnäsch. Diss. Univ. Zürich.
- Gregor H.-J. 1982. Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. Enke, Stuttgart.
- Habicht K. 1945. Geologische Untersuchungen im südlichen st. gallischen-appenzellischen Molassegebiet. Beitr. geol. Karte der Schweiz. N.F. 83, 1–166.
- Hantke R. 1954. Die fossile Flora der obermiozänen Öhninger-Fundstelle Schrotzburg. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. Zürich 80/2.
- Hantke R. 1954. Fossile Floren des Buechberges. Ber. Schwyz. Naturf. Ges. 3 u. Univ. Zürich, Serie C, Nr. 60.
- Hantke R. 1965. Die fossilen Eichen und Ahorne aus der Molasse der Schweiz und von Öhningen (Süd-Baden). Neujahrblatt Naturf. Ges. Zürich, 1965.
- Hantke R. 1973. *Apeibopsis laharpei* Heer, eine Styracacee? Ber. Schweiz. Paläontolog. Ges., Vol. 66/3: 743–749.
- Heer O. 1855, 1856, 1859. Flora tertiaria Helvetiae 1, 2, 3. Winterthur
- Heer O. 1879. Die Urwelt der Schweiz. Schulthess, Zürich.

- Hünermann K. A. 1967. Der Schädel von *Microbunodon minus* (Cuvier) (Artiodactyla, Anthracotheriidae) aus dem Chatt (Oligozän). *Eclog. Geol. Helv.* 60/2, 661–688.
- Keller R. 1892. Beiträge zur Tertiärfloren des Kantons St. Gallen I, Jahresber. St. Gall. naturw. Ges.
- Kirchheimer F. 1942. Laubblätter aus dem älteren Tertiär der Lausitz. *Planta* 33: 91–150.
- Krüssmann G. 1976, 1977, 1978. Handbuch der Laubgehölze 1, 2, 3. Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- Little Jr. E. L. 1971. Atlas of United States Trees. Vol. 1. *Miscell. Publ.* No. 1146, U.S. Dep. of Agric., Washington D.C.
- Oberli H. 1979. Nach Millionen Jahren ans Licht, *Terra plana* 4, Mitteilungsblatt der Sekt. Pizol. SAC
- Pignatti S. 1982. *Flora d'Italia*, Bd. II, Edagricola, Bologna.
- Richter D. 1983. Taschenatlas Klimastationen. Höller und Zwick, Braunschweig.
- Schenk A. in: Zittel K. A. 1890. Handbuch der Palaeontologie. München und Leipzig.
- Staub M. 1905. Die Geschichte des Genus *Cinnamomum*. Budapest.
- Wang Chi-Wu 1961. The Forests of China. Harvard Univ., Cambridge, Mass.
- Weyland H. 1937, 1938, 1941, 1943, 1948. Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Tertiärfloren II, III, V–VII. *Palaeontographica* 83B, 86B, 87B, 88B.