
BERLINER
GEOWISSENSCHAFTLICHE
ABHANDLUNGEN

Reihe A/Band 9

Thomas Schlüter

Zur Systematik und Palökologie
harzkonservierter Arthropoda einer Taphozönose
aus dem Cenomanium von NW-Frankreich



Berlin 1978

Verlag von Dietrich Reimer in Berlin

BERLINER GEOWISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN

Reihe A: Géologie und Paläontologie · Reihe B: Geophysik · Reihe C: Kartographie

D 188

Herausgegeben von geowissenschaftlichen Instituten
der Freien und der Technischen Universität Berlin
und der Technischen Fachhochschule Berlin

Schriftleitung:
Dr. G. Pöhlmann (TFH), Dr. J. Pohlmann (FU)
Dr. H. Seyfried (TU)

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren allein verantwortlich

© 1978 by DIETRICH REIMER VERLAG IN BERLIN

Berliner geowiss. Abh.

(A)

9

150 S.

99 Abb., 13 Taf., 10 Tab.

Berlin 1978

Thomas Schlüter

Institut für Paläontologie, FU Berlin

**Zur Systematik und Palökologie
harzkonservierter Arthropoda einer Taphozönose
aus dem Cenomanium von NW-Frankreich**



1978

Verlag von Dietrich Reimer in Berlin

ZUR SYSTEMATIK UND PALÄKOLOGIE

HARZKONSERVIERTER ARTHROPODA EINER TAPHOZÖNOSE

AUS DEM CENOMANIUM VON NW-FRANKREICH ⁺

von

Thomas Schlüter ⁺⁺

KURZFASSUNG

Die Merkmale fossiler Harze aus dem Cenomanium am Rand des Pariser und des Aquitanischen Beckens in NW-Frankreich werden vorgestellt. Für die Alterseinstufung der faziell allochthonen Lagerstätten entstammenden Fundorte der Harze werden die von AZEMA, DURAND & MEDUS (1972) bestimmten Pollen und Sporen herangezogen, die auf das Untere Cenomanium verweisen. Einige spezielle Eigenschaften anorganischer Natur erlauben für die in der Literatur als Retinite bezeichneten fossilen Harze aus NW-Frankreich folgende Unterscheidungen von anderen fossilen Harzen: Während sie in "Kristallform", spezifischem Gewicht, Bruch und Härte innerhalb der Variationsbreite der meisten fossilen Harze auftreten, passen beispielsweise die trüben Varietäten nicht in das Klassifizierungsschema des Baltischen Bernsteins. Von der Norm anderer fossiler Harze weicht ab, daß inkrustierende Pyrit in kristalliner Form häufig beobachtet wird. Hervorzuheben ist die Anfälligkeit der fossilen Harze aus NW-Frankreich gegenüber O₂-Zufuhr: Innerhalb weniger Stunden nach der Entnahme aus dem Sediment auftretende Verwitterungserscheinungen können nur durch Aufbewahrung der Harzbrocken im Wasser verhindert werden.

Die mit Hilfe der Infrarot-Spektroskopie untersuchten Proben verschiedener fossiler Harze geben Hinweise auf deren chemisches Verhalten, wobei im Vergleich mit rezenten Harzlieferanten in günstigen Fällen auf die systematische Zugehörigkeit der fossilen harzproduzierenden Pflanzen zu schließen ist. Als Stammpflanze fossiler Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich ist vermutlich ein Vertreter der Araucariaceae /Gymnospermae/ anzusehen. Eine Zusammenstellung der bisher nach ihrer botanischen Herkunft bestimmten fossilen Harze zeigt, daß im Paläozoikum Vertreter von Conifera unsicherer genauerer Bestimmung Harzlieferanten darstellen, im Mesozoikum die Araucariaceae hinsichtlich der Verbreitung harzproduzierender Pflanzen dominieren, und im Känozoikum sowohl Vertreter der Gymnospermae als auch verschiedener Familiae der Angiospermae als wichtige Harzlieferanten anzusehen sind.

Für die Inkluden der fossilen Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich, die mehrheitlich vom Fundort Bezonais stammen, sind auf Grund ihrer Erhaltung verschiedene Präparationsmethoden erprobt worden, deren Anwendbarkeit diskutiert wird. Am besten bewährt haben sich Naß-Anschliff und -Aufbewahrung, Einbettung in Gießharz und Röntgen-Aufnahmen der Harzbrocken, die Inkluden enthalten. Wegen der zahlreich vorhandenen Bläschen im Harz sind Messungen und Zeichnungen der Inkluden schon bei mittleren Vergrößerungen im Mikroskop schwer durchführbar.

Nachgewiesen werden als pflanzliche Inkluden Vertreter der Classis Ascomycetes, die bevorzugt an Skleriten der tierischen Fossilien auftreten, sowie ein mutmaßlicher "Haarnadelstern" /Angiospermae ?/: Quercus ?/. Unter den tierischen Inkluden sind Vertreter der Classes Arachnida und Insecta belegt.

Folgende Ordines werden nachgewiesen. In Klammern ist die Anzahl der aufgefundenen Exemplare angegeben.

⁺ Dissertation an der Freien Universität Berlin

⁺⁺ Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geol. Thomas Schlüter, Institut für Paläontologie, FU-Berlin
Schwendener Str. 8, D-1000 Berlin 33

Phalangiida - Weberknechte (1)
Araneae - Webspinnen (2)
Blattariae - Schaben (1)
Isoptera - Termiten (7)
Psocoptera ? - Staubläuse (1)
Heteroptera - Wanzen (1)
Planipennia - Hafte (1)
Coleoptera - Käfer (2)
Hymenoptera - Hautflügler (13)
Lepidoptera - Schmetterlinge (1)
Diptera - Zweiflügler (9)

Die nachfolgend aufgeführten Taxa werden neu aufgestellt und ausführlich diskutiert.

Retinoberotha stuermeri nov. gen., nov. spec. /Planipennia: Berothidae: Rhachiberothinae/

Stenus (Tesnus ?) *inexpectatus* nov. spec. /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/

Galloromma bezonnaisensis nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Mymaridae: Mymarommina/

Cenomanoscelio pulcher nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/

Gallosphex cretaceus nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Sphecidae: Ampulicinae/

Eommocydroria difficilis nov. gen., nov. spec. /Diptera: Empididae: Tachydrominae ? - Microphorinae ? - Hybotinae ?/

Palökologische Interpretationen müssen im Zusammenhang mit der biostratonomischen Analyse der Inkluden gesehen werden. In einem Material von etwa 2000 g fossiler Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich konnten in 36 Harzbrocken 71 Inkluden tierischer Herkunft nachgewiesen werden, wobei Mehrfach-Einschlüsse in einem Harzbrocken bei weitem überwiegen. Die Größe der eingeschlossenen tierischen Inkluden beträgt mehrheitlich zwischen 1 - 3 mm.

Ökologische Schlußfolgerungen auf Grund von Vergleichen der französischen Harzinkluden mit systematisch nahestehenden rezenten Vertretern ergeben, daß klimatisch auf ein gemäßigt-warmes bis tropisches Klima zur Bildungszeit der fossilen Harze geschlossen werden kann. Gewässer müssen in der Nähe vorhanden gewesen sein. Auffällig viele Räuber, Parasiten und Oberparasiten lassen eine starke Diversifikation der ehemaligen Biozönose erkennen.

Die Ergebnisse der Analyse harzkonservierter Arthropoda der Taphozönose aus dem Cenomanium von NW-Frankreich werden mit den Daten anderer fossiler mesozoischer Harze und denen des Baltischen Bernsteins verglichen. Als besonders ergiebig haben sich bisher die fossilen Harze des Libanon (Untere Kreide: 17 beschriebene Arten), der Halbinsel Taimyr in Sibirien (Aptium - Senonium: 54 beschriebene Arten) und von Kanada (Obere Kreide: 43 beschriebene Arten) erwiesen. Insgesamt verteilen sich 122 beschriebene mesozoische harzkonservierte Species auf 100 Genera und 60 Familiae.

ABSTRACT

From the Cenomanian of the Paris- and the Aquitan-basin, NW-France, the characters of fossil resins are presented. The Arthropods described are the first from Cenomanian resin and the first Cenomanian Arthropods from France. The allochthonous resin is found in clay or silt deposits, which yielded pollen and spores of Lower Cenomanian age according to AZEMA, DURAND & MEDUS (1972).

The resin from the Cenomanian is similar to other fossil resins in respect to specific gravity and hardness. Almost all the french resin is cloudy, due to microscopic bubbles. In contrary to Baltic amber, Arthropods are found in the cloudy material as well as in the rare transparent and clear particles. The french resin is rich in pyrites; it mineralizes sometimes the Arthropoda-Cuticulae and allows X-ray examination. The supplier of the french resin is probably to be found among the Araucariaceae /Gymnospermae/.

Most of the described Arthropods have been found at the locality Bezonnais, a few at Durtal. Evidence of Arthropods is also documented from Fouras. The french resin deteriorates immediately in contact with air. Whether dissication or oxydation or both are responsible is known. The preservation of the resin and the search for Arthropods under water is imperative. To overcome the unfavourable characters of the resin, the preparation of the Arthropods took the following course: Inspection under water with a Binocular microscope; wet grinding; embedding in polyester resin; grinding and polishing of the Arthropod-containing resin fragment in its polyester mantle to obtain an oriented surface; polishing; repetition of these processes until optimal visibility had been achieved. The specimens in the very cloudy resin are difficult to measure and to draw, especially at high magnification. It was therefore necessary to grind these resins as close as possible to the inclusions.

The following fossils have been found. Plants: Ascomycetes growing on Arthropoda-sklerites are common. One stellate hair /Angiospermae ?/: *Quercus* ?/, a bud organ, was found. Animals: Arachnida and Insects have been proven in the sample.

The following ordines are evidenced. Numbers in brackets give the number of specimens.

Phalangiida (1)
Araneae (2)
Blattariae (1)
Isoptera (7)
Psocoptera ? (1)

Heteroptera (1)
Planipennia (1)
Coleoptera (2)
Hymenoptera (13)
Lepidoptera (1)
Diptera (9)

The following Taxa have been established and are discussed in the text:

Retinoberotha stuermeri nov. gen., nov. spec. /Planipennia: Berothidae: Rhachiberothinae/

Stenus (Tesnus ?) *inexpectatus* nov. spec. /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/

Galloromma bezornaisensis nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Mymaridae: Mymaromminae/

Cenomanoscelio pulcher nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/

Gallosphex cretaceus nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Sphecidae: Ampulicinae/

Ecomnoydrornia difficilis nov. gen., nov. spec. /Diptera: Empididae: Tachydrominae ? - Microphorinae ? - Hybotinae ?/

From \pm 2000 g of resin 71 Arthropoda-remains in 36 particles have been collected. That means that the specimens do rarely occur singly. Once the search has yielded one Arthropod the same particle is highly prospective for further specimens. The animal-remains range from 1 - 3 mm.

From a comparison with other faunas in resins emerges, that the french resin has been formed in a moderate to tropical climate. Open water must have existed near to where the resin exuded. Many predators, parasites and hypoparasites have been found, thus indicating a much larger fauna as known from the small sample.

The analysis of this new fossil fauna has been compared with the few other Mesozoic faunas known from resins. Riche in inclusions are the following ones: Libanon (Lower Cretaceous: 17 described Taxa), peninsula Taimyr in Siberia (Apt - Senonian: 54 described Taxa) and Canada (Upper Cretaceous: 43 described Taxa). 122 Mesozoic Species preserved in resins are representing 100 Genera and 60 Families.

RÉSUMÉ

Les caractères de résines fossiles provenant du Cénomaniens des bords du Bassin Parisien et du Bassin Aquitain dans le Nord-Ouest de la France sont présentés. Des pollens et spores déterminés par AZEMA, DURAND & MEDUS (1972) indiquent pour les localités où ces résines se trouvent en gisement allochthone un âge Cénomaniens inférieure. Quelques propriétés particulières de nature anorganique permettent de distinguer les résines du NW de la France, désignées comme retinite dans la littérature, des autres résines fossiles: Tandis qu'elles ne sortent pas de la variabilité de la plupart des résines fossiles par leur "forme de cristallisation", le poids spécifique, la cassure et la dureté, les variétés ternes par exemple ne se rangent pas dans le schéma de classification de l'Ambre baltique. La pyrite incrustante sous forme cristalline que l'on observe fréquemment diffère de la norme des autres résines fossiles. Il faut également souligner la sensibilité à l'oxygène des résines du NW de la France: Les phénomènes de décomposition qui se manifestent déjà quelques heures après leur dégagement du sédiment ne peuvent être évités qu'en conservant les morceaux de résine dans l'eau.

L'analyse par spectroscopie infra-rouge de différentes résines fossiles donne des indications sur leur comportement chimique et permet dans les meilleurs des cas de reconnaître — par comparaison avec des résines actuelles — l'appartenance systématique des plantes fossiles ayant produit la résine. Ainsi il est probable que les résines du Cénomaniens du NW de la France ont été produites par un Araucariacé (Gymnospermes). Un tableau des résines fossiles dont l'origine botanique a été déterminée jusqu'à présent montre que les producteurs de résine étaient au Paléozoïque des Conifères encore indéterminés, au Mésozoïque surtout les Araucariacés et au Cénozoïque certaines Gymnospermes ainsi que différentes familles d'Angiospermes.

Les inclusions des résines fossiles du NW de la France qui proviennent pour la plupart de la localité Bezornais ont demandé, par suite de leur état de conservation, l'essai de différentes méthodes de préparation dont les possibilités d'application sont discutées. Les meilleurs résultats ont été obtenus par polissage sous l'eau, enrobement dans de la résine synthétique et radiographie des morceaux de résine contenant des inclusions. A cause des nombreuses bulles dans la résine, les inclusions sont difficiles à mesurer et à dessiner au microscope déjà à l'agrandissement moyen.

Les végétaux sont représentés dans les inclusions par des Ascomycètes qui se trouvent de préférence sur des sclérites d'animaux fossiles ainsi que par une "étoile en épingle à cheveux" /Angiospermae ?/: Quercus ?/. Les inclusions animales comprennent des Arachnides et des Insectes.

Les ordres suivants ont été reconnus. Le nombre d'exemplaires trouvés est indiqué entre parenthèses.

Phalangiida (1)
Araneae (2)
Blattariae (1)
Isoptera (7)
Psocoptera ? (1)
Heteroptera (1)
Planipennia (1)
Coleoptera (2)
Hymenoptera (13)
Lepidoptera (1)
Diptera (9)

Les Taxons suivants sont nouveaux, ils sont discutés en détail.

Retinoberotha stuermeri nov. gen., nov. spec. /Planipennia: Berothidae: Rhachiberothinae/

Stenus (Tesus ?) *inexpectatus* nov. spec. /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/

Galloromma bezonnaisensis nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Mymaridae: Mymaromminae/

Cenomanoscelio pulcher nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/

Gallosphex cretaceus nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Sphecidae: Ampulicinae/

Ecomocydromia difficilis nov. gen., nov. spec. /Diptera: Empididae: Tachydrominae ? - Microphorinae ? - Hybotinae ?/

L'interprétation paléologique doit être placée dans le contexte de l'analyse biostratonomique des inclusions. Un matériel d'environ 2000 g de résine fossile du Cénomaniens du NW de la France a livré 71 inclusions d'origine animale dans 36 morceaux de résine, les inclusions multiples étant de loin prédominantes. Ces inclusions animales présentent pour la plupart une taille allant de 1 à 3 mm de long.

Une comparaison des inclusions étudiées avec des formes parentes actuelles permet de conclure à un climat tempéré chaud à tropical à l'époque de la formation de ces résines fossiles. Des cours d'eau devaient se trouver à proximité. Le nombre surprenant des prédateurs, parasites et surparasites fait admettre une forte diversification de la faune de la biocénose originale.

Les résultats de l'analyse des Arthropodes conservés dans des résines fossiles du Cénomaniens du NW de la France sont comparés avec les données connues d'autres résines fossiles du Mésozoïque et de l'Ambre baltique. Les résines fossiles du Liban (Crétacé inférieur: 17 espèces décrites), de la péninsule de Taimyr en Sibérie (Aptien - Senonien: 54 espèces décrites) et du Canada (Crétacé supérieur: 43 espèces décrites) se sont avérées particulièrement riches. En tout, 122 espèces décrites conservées dans des résines mésozoïques se répartissent sur 100 genres et 60 familles.

Краткое резюме

В работе перечисляются признаки ископаемых смол сеноманского яруса, расположенного по краю парижского и аквитанского бассейна на северо-западе Франции. Для установления возраста месторождений смол, образовавшихся фациально аллохтонным залежам, используются определённые AZEMA, DURAND & MEDUS (1972) пыльца и споры, которые указывают на нижний сеноман. Некоторые особые свойства неорганического характера позволяют допустить следующие различия между ископаемыми смолами из северо-западной Франции, обозначенными в литературе как ретиниты, и другими ископаемыми смолами: в то время как вышеуказанные смолы выступают в форме "кристаллов", имеют специфичный вес, характер излома и твёрдость в пределах вариационной шкалы большинства ископаемых смол, мутные их разновидности не укладываются в классификационную схему балтийского янтаря. Отклонением от нормы других ископаемых смол является и то, что кристирующий их пирит часто встречается в кристаллической форме. Следует подчеркнуть чувствительность ископаемых смол из северо-западной Франции к доступу кислорода: появление признаков выветривания, появляющихся в течение нескольких часов после изъятия проб из отложения можно предотвратить лишь сохранением обломков смолы в воде.

Пробы различных ископаемых смол, подвергнутые исследованию с помощью инфракрасной спектроскопии, позволяют сделать заключение об их химических характеристиках, причём сравнение их с более молодыми смолопоставщиками позволяет, в благоприятных случаях, сделать заключение об их принадлежности к системе ископаемых растений, вырабатывающих смолу.

В качестве первичного растения ископаемых смол из сеноманского яруса северо-западной Франции следует, по всей вероятности, рассматривать представителя араукариевых /голосемянных/. Сопоставление определявшихся до сих пор по их ботаническому происхождению ископаемых смол показывает, что в палеозойскую эру смолопоставщиками являлись точнее неопределимые представители хвойных, а в мезозойскую эру среди распространённых смолопроизводящих растений доминировали араукариевые, и в кайнозойскую эру в качестве главных смолопоставщиков следует рассматривать как представителей голосемянных, так и различные семейства покрытосемянных.

В отношении вкраплений в ископаемых смолах из сеномана северо-западной Франции, найденных в большинстве своём в месторождении Bezonnais, в зависимости от состояния их сохранности, были использованы различные методы препарирования, возможность

применения которых обсуждается в работе. Лучше других зарекомендовали себя методы мокрой шлифовки и сохранения в воде, помещение в литейную смолу и фотографирование в рентгеновских лучах обломков смолы, содержащих включения. Из-за многочисленных пузырьков в смоле уже при среднем увеличении измерения и зарисовки включений были затруднены.

Опыты подтвердили наличие включений растительного характера – представителей Classis Ascomycetes, которые встречаются преимущественно на склеритах ископаемых животного происхождения, а также одна предположительная "звезда в форме заковки для волос" (Angiospermae?: Quercus?). Среди включений животного происхождения были зафиксированы представители класса пауковых и насекомых.

Доказано присутствие следующих видов. В скобках указывается количество найденных экземпляров:

- Phalangida – сенокосцы (1)
- Acari – клещи (2)
- Araneae – пауки (2)
- Blattariae – тараканы (1)
- Isoptera – термиты (7)
- Psocoptera? – сеноеды (1)
- Heteroptera – полужесткокрылые (1)
- Planipennia – подёнки (1)
- Coleoptera – жуки (2)
- Hymenoptera – перепончатокрылые (13)
- Lepidoptera – чешуекрылые (1)
- Diptera – двукрылые (9)

Упомянутые ниже таксоны заново классифицируются и подробно обсуждаются.

Retinoberotha stuermeri nov. gen., nov. spec. /Planipennia: Berothidae: Rhachiberothinae/
Stenus (Tesnus?) *inexpectatus* nov. spec. /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/
Galloromma bezonnaisensis nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Mymaridae: Mymaromminae/
Cenomano-scelio pulcher nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/
Gallosphex cretaceus nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Sphecidae: Ampulicinae/
Ecommosydromia difficilis nov. gen., nov. spec. /Diptera: Empididae: Tachydrominae? - Microphorinae? - Hybotinae?/

Палеозоологические интерпретации должны рассматриваться в связи с биостратономическим анализом включений. В одной из проб ископаемых смол из сеномана северо-западной Франции весом приблизительно 2000 г в 36 обломках смолы было установлено 71 включение животного происхождения, причём это были преимущественно сложные включения. Размер включений животного происхождения часто достигает 1–3 мм длины.

Выводы экологического характера в результате сравнений французских включений в смолы с близкими им по системе новыми представителями показали, что в климатическом отношении в период образования смол речь может идти об условиях в пределах от умеренно-тёплого до тропического климата. Вблизи месторождения должен был находиться водоём. Необычайно большое количество хищников, паразитов и сверхпаразитов позволяет сделать заключение о сильной диверсификации фауны бывшего биоценоза.

Результаты анализа законсервированных в смоле членистоногих тафоценоза из сеноманского яруса северо-западной Франции сравниваются с имеющимися данными о других ископаемых смолах мезозойской эры и с данными о балтийском янтаре. Особенно богатыми оказались ископаемые смолы Ливана /нижний меловой период – 17 описанных видов/, полуостров Таймыр в Сибири /антийский – сенонийский период – 54 описанных вида/ и Канада /верхний меловой период – 43 описанных вида/. Всего 122 описанных вида законсервированных в смоле субстанций мезозойской эры подразделяются на 100 родов и семейств.

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand auf Grund des mehr oder minder großen Zufalls, der mich im März 1971 in der Nähe von Le Mans in einem kleinen Hotel bei schlechter Beleuchtung mit der Handlupe auf einen tierischen Einschluß in einer kurz zuvor gesammelten Probe fossilen Harzes stoßen ließ und so die Suche nach weiteren Inkluden veranlaßte. Vor welchen methodischen und inhaltlichen Schwierigkeiten ich bei der Bearbeitung dieses Materials stand, war damals nicht abzusehen.

Ohne die durch gemeinsame Neugierde und keine Konventionen geprägten Diskussionen mit meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. W. G. Kühne, wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen. Der behutsamen aber wissensorientierten Anleitung meines Lehrers, Herrn Prof. Dr. A. W. Steffan, verdanke ich ihren systematisch-zoologischen Rahmen. Dafür daß in technischer und apparativer Hinsicht vor allem die Räumlichkeiten der Bergischen Universität Wuppertal (GHS) genutzt werden konnten, bin ich ihm ebenfalls zu Dank verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. W. Stürmer habe ich für seine Röntgen-Aufnahmen zu danken.

Hilfreich standen mir bei spezieller taxonomischer Fragestellung zur Seite: Dr. L. Boucek (London), Prof. Dr. W. Hennig + (Ludwigsburg), E. Jarzembowski (London), Prof. H. Korge (Berlin), Dr. Sv. Larsson (Kopenhagen), Dr. F. Macalpine (Ottawa), Dr. L. Masner (Ottawa), Dr. A. Müller + (Frankfurt), Dr. F. Munroe (Ottawa), Dr. A. Rasnitsyn (Moskau), Dr. K. Sattler (London), Dr. D. Schlee (Ludwigsburg), K. Smith (London), Prof. Dr. E. Voigt (Hamburg), Prof. Dr. H. Weidner (Hamburg), Dr. P. Whalley (London) und Prof. Dr. V. Zherichin (Moskau).

Herr Prof. Dr. B. Krebs übersetzte freundlicherweise die Kurzfassung in das Französische.

Regere Anteil am Fortgang der Arbeit und manch kritisches Wort dazu von den Herren Dr. D. Andres, Dipl.-Geol. W. Schwarzhans und Dipl.-Geol. C.-A. Schwietzer trugen ebenso erst zum Gelingen bei.

Bei verschiedenen technischen und apparativen Verfahren halfen mir Frau N. Alexander, Frau E. Drescher und Frau P. Großkopf.

Zahlreiche Hinweise gewann ich auch in den Diskussionen mit den Herren D. Dürrenfeld und L. Kubig. Meinen Eltern sei Dank gesagt, mir das Studium zu ermöglichen.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1.	EINLEITUNG 11
1.1.	Entdeckungsgeschichte des fossilen Harzes 11
1.2.	Bisherige Literatur 12
1.3.	Aussichten zukünftiger Arbeit 12
2.	TOPOGRAPHIE DER FUNDORTE FOSSILER HARZE 12
3.	ALTER UND FAZIES-INTERPRETATION VON 3 HARZFOHRENDEN LOKALITÄTEN AM RAND DES PARISER UND DES AQUITANISCHEN BECKENS 16
3.1.	Die Kreide im Pariser und im Aquitanischen Becken 16
3.2.	Stratigraphie der harzführenden Lokalitäten von Bezonnois, Durtal (Pariser Becken) und Fouras (Aquitantisches Becken) 16
3.2.1.	Die Tongrube von Bezonnois 16
3.2.1.1.	Das unterste Cenomanium (C4,1c) 17
3.2.1.2.	Das Untere Cenomanium (C4,1b) 17
3.2.1.3.	Das Untere Cenomanium (harzführend) (C4,1c) 18
3.2.1.3.1.	Die anorganischen Bestandteile 18
3.2.1.3.2.	Die Makrofossilien 18
3.2.1.3.3.	Das fossile Harz 19
3.2.1.4.	Das Obere Cenomanium (C4,2) 20
3.2.1.5.	Das terminale Cenomanium (C5) 20
3.2.2.	Die Tongrube von Durtal 20
3.2.2.1.	Das Untere Cenomanium (C4,1b — C4,1c) 20
3.2.2.2.	Das Obere Cenomanium (C4,2) 21
3.2.2.3.	Das terminale Cenomanium (C5) 21
3.2.3.	Die harzführende Lokalität von Fouras 21
3.2.3.1.	Das unterste Cenomanium (C4,1a) 21
3.2.3.2.	Das Untere Cenomanium (C4,1b — C4,1c) 22
3.2.3.3.	Das Obere Cenomanium (C4,2) 22
3.3.	Der Lagerstätten-Typ der französischen Harz-vorkommen 22
3.4.	Allgemeine Schlußfolgerungen 24
4.	HARZBESCHREIBUNG 26
4.1.	Fossile Harze als Kaustolithe 26
4.2.	Physikalische Eigenschaften 27
4.2.1.	Kristallform 27
4.2.2.	Spezifisches Gewicht 27
4.2.3.	Bruch 27
4.2.4.	Härte 27
4.2.5.	Optische Eigenschaften 27
4.2.6.	Fluoreszenz 28
4.2.7.	Röntgenographisches Verhalten 28
4.2.8.	Elektrisches Verhalten 28
4.2.9.	Geruch 28
4.3.	Verwitterungsvorgänge 28
4.3.1.	Erhaltung im Sediment 28
4.3.2.	Aufbewahrung und Erhaltung nach der Isolierung 29
4.4.	Chemische Eigenschaften 29
4.4.1.	Löslichkeit 29

4.4.2.	Die Rolle von Harzen im pflanzlichen Stoffwechsel	29
4.4.3.	Ermittlung des Chemismus fossiler Harze durch die IR-Spektroskopie	30
4.4.3.1.	Bandenbildungen im IR-Spektrum	30
4.4.3.2.	Untersuchungen verschiedener Proben	31
4.4.3.2.1.	Bornholm, Umgebung Rønne	32
4.4.3.2.2.	Libanon, Umgebung Jezzine	33
4.4.3.2.3.	NW-Frankreich, Bezonnais 1, 2, 3, Durtal und Fouras	34
4.4.3.2.4.	Baltischer Bernstein 1, 2, 3, 4	34
4.4.3.2.5.	Belgien, Trieu de Laval	36
4.4.3.2.6.	Sizilien, Umgebung Catania 1, 2	37
4.4.3.2.7.	Frankreich, Allinges	38
4.4.3.2.8.	Österreich, Gablitz	38
4.4.3.2.9.	Mexiko, Halbinsel Chiapas	38
4.4.3.2.10.	Dominikanische Republik, Umgebung Santiago	38
4.4.3.2.11.	Burma, Tavoy-Distrikt (Mogaung-Delta) und Pakokku-Distrikt (Aung und Bu=taung)	38
4.4.3.2.12.	Neuseeland, Auckland (<i>Agathis</i> sp.), Griechenland, Chios (<i>Pistacia lentis=cus</i>) und Kreta (<i>Eucalyptus</i> sp.)	42
4.4.3.3.	Ergebnisse	42
5.	INKLUSEN	43
5.1.	Zustand vor der Präparation	43
5.2.	Spezielle Präparationsmethoden für die Inklusen französischer Harze	43
5.2.1.	Einbettung in künstliche Harzmasse nach TORNUST	43
5.2.2.	Naß-Anschliff und -Aufbewahrung	43
5.2.3.	Lackfilm-Methode nach VOIGT	44
5.2.4.	Mechanische Präparation	44
5.2.5.	Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (REM)	44
5.2.6.	Einbettung in Gießharz	44
5.2.7.	Röntgen-Aufnahme nach STÖRMER	44
5.2.8.	Meßmethoden und zeichnerische Darstellung	45
5.2.9.	Photographie	45
5.3.	Systematischer Teil	46
5.3.1.	Plantae	47
	Abteilung: Mycophyta	
5.3.1.1.	Ascomycetes — Schlauchpilze	47
	Plantae inc. sed.	
5.3.1.2.	"Haarnadelstern ?"	48
5.3.2.	Classis: Arachnida — Spinnentiere	48
5.3.2.1.	Ordo: Phalangida (= Opiliones) -- Weberknechte, Kanker	48
5.3.2.1.1.	Species A	50
5.3.2.2.	Ordo: Acari (= Acarina) -- Milben	50
5.3.2.2.1.	Species A	51
5.3.2.2.2.	Species B	51
5.3.2.3.	Ordo: Araneae — Webspinnen	52
5.3.2.3.1.	Species A	52
5.3.2.3.2.	Species B	52
5.3.3.	Classis: Insecta — Insekten	54
5.3.3.1.	Ordo: Blattariae — Schaben	54
5.3.3.1.1.	Species A	54
5.3.3.2.	Ordo: Isoptera — Termiten	55
5.3.3.2.1.	Species A	56

5.3.3.2.2.	Species B	58
5.3.3.2.3.	Species C	58
5.3.3.2.4.	Species D, E, F und G	59
5.3.3.3.	Ordo: Psocoptera (?) — Staubläuse	60
5.3.3.3.1.	Species A	60
5.3.3.4.	Ordo: Heteroptera — Wanzen	62
5.3.3.4.1.	Species A	62
5.3.3.5.	Ordo: Planipennia — Hafte	63
	Familia: Berothidae HANDLIRSCH 1908	
5.3.3.5.1.	<i>Retinoberotha stuermeri</i> nov. gen., nov. spec.	64
5.3.3.6.	Ordo: Coleoptera — Käfer	67
	Familia: Staphylinidae LATREILLE 1802	
5.3.3.6.1.	Species A	68
5.3.3.6.2.	<i>Stenus</i> (Tesus ?) <i>inexpectatus</i> nov. spec.	70
5.3.3.7.	Ordo: Hymenoptera — Hautflügler	70
	Familia: Mymaridae HALIDAY 1833	
5.3.3.7.1.	<i>Galloromma bezonmaisensis</i> nov. gen., nov. spec.	74
	Familia: Diapriidae	
5.3.3.7.2.	Species A	76
	Familia: Scelionidae HALIDAY 1840	
5.3.3.7.3.	<i>Cenomanoaelio pulcher</i> nov. gen., nov. spec.	78
5.3.3.7.4.	Species A	80
5.3.3.7.5.	Species B	80
5.3.3.7.6.	Species C	82
	Familia: Sphecidae	
5.3.3.7.7.	<i>Gallosphex cretaceus</i> nov. gen., nov. spec.	83
5.3.3.7.8.	Species A	86
5.3.3.7.9.	Species B	86
	Familia: Falsiformicidae RASNITSYN 1975	
5.3.3.7.10.	Species A	88
	Hymenoptera inc. sed.	
5.3.3.7.11.	Species A, B, C und D	88
5.3.3.8.	Ordo: Lepidoptera — Schmetterlinge	90
	Familia: Micropterygidae	
5.3.3.8.1.	Species A	90
5.3.3.9.	Ordo: Diptera — Zweiflügler (Mücken und Fliegen)	92
	Familia: Limoniidae HENDEL 1936	
5.3.3.9.1.	Species A	93
	Familia: Ceratopogonidae SKUSE 1889	96
5.3.3.9.2.	Species A	96
5.3.3.9.3.	Species B	97
5.3.3.9.4.	Species C	98
5.3.3.9.5.	Species D	100
	Familia: Cecidomyiidae NEWMAN 1834	100
5.3.3.9.6.	Species A	100
	Familia: Fungivoridae (= Mycetophilidae) LATREILLE 1809	102
5.3.3.9.7.	Species A	102
	Familia: Empididae LATREILLE 1804	
5.3.3.9.8.	<i>Ecommocydromia difficilis</i> nov. gen., nov. spec.	103
	Diptera inc. sed.	
5.3.3.9.9.	Species A	105
5.3.4.	Arthropoda inc. sed.	105
5.3.4.1.	Species A	106

6.	PALÖKOLOGIE	108
6.1.	Biostratonomie	108
6.1.1.	Äußere Form und innerer Aufbau der fossilen Harze aus NW-Frankreich	108
6.1.2.	Vorgänge bei der Einbettung der Inkluden	109
6.2.	Rückschlüsse auf die ehemalige Biozönose	111
7.	VERGLEICHENDE ANALYSE DER TAPHOZÖNOSEN VERSCHIEDENER FOSSILER HARZE	115
7.1.	Baltischer Bernstein als Modell	115
7.2.	Mesozoische fossilführende Harze	116
7.3.	Die Bedeutung der französischen fossilen Harze	121
7.4.	Appendix: Verzeichnis und Auflistung der bisher aus kretazischen Harzen be- kanntgewordenen tierischen Organismen	123
8.	ZUSAMMENFASSUNG	133
9.	LITERATUR	136
9.1.	Literatur zur Topographie, Geologie und Harzbeschreibung	136
9.2.	Literatur zu den Inkluden und zur Palökologie	140
	Nachträge	150

ANHANG:

Tafeln 1 - 13

Taf. 1: Aufschlußbilder von 3 harzführenden Lokalitäten am Rand des Pariser und des Aquitanischen Beckens

Taf. 2: Fossilien aus der harzführenden Schicht des Cenomanium (C4,1c) von Bezonnois (Pariser Becken)

Taf. 3: Oberflächen von Proben fossiler Harze aus dem Cenomanium von Durta1 und Bezonnois (Pariser Becken)

Taf. 4: Fossiles Harz aus dem Cenomanium von NW-Frankreich und Inkluden daraus

Taf. 5: Fossile Arten der Ordines Coleoptera und Hymenoptera aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich

Taf. 6: Fossile Arten der Ordines Lepidoptera und Diptera aus dem Cenomanium von Durta1 und Bezonnois, NW-Frankreich

Taf. 7: Fossile Arten der Ordo Isoptera aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich

Taf. 8: Fossile Arten der Ordines Psocoptera (?), Blattariae und Coleoptera aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich

Taf. 9: Die fossile Art *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich /Planipennia: Berothidae: Rhachiberothinae/

Taf.10: Fossile Arten der Familia Scelionidae aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich /Hymenoptera: Apocrita: Terebrantes/

Taf.11: Fossile Arten der Ordo Hymenoptera aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich

Taf.12: Fossile Arten der Familia Ceratopogonidae aus dem Cenomanium von Durta1 und Bezonnois, NW-Frankreich /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/

Taf.13: Fossile Arten der Ordo Diptera aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich

1. EINLEITUNG

1.1. Entdeckungsgeschichte des fossilen Harzes

Fossile Harze aus Frankreich stammen von verschiedenen Fundpunkten, die zum Teil schon mindestens seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts in der Literatur angeführt sind. Eine frühe Erwähnung findet sich in einer anonymen Akte der "Archives de la Sarthe" mit der Bezeichnung "fonds municipal, 1461". Diese vielleicht MAULNY (1811 ?) zuzuschreibende Notiz ("Note sur les Mines de succin que j'ai eu occasion d'observer dans le depart. de Sarthe") (nach DELAUNAY 1934) enthält Angaben über die Steinbrüche, in denen fossiles Harz gefunden wurde. Die Auskünfte sind heute vor allem von historischem Interesse, denn ebenso wie die vielen Typus-Lokalitäten von Ammoniten-Arten, die aus dieser Gegend stammen, und die zur Einrichtung des weltweit üblichen Terminus des Cenomanium nach der Schichtenfolge bei Le Mans geführt haben, sind die alten Aufschlüsse des fossilen Harzes in dem landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiet längst aufgelassen.

Eine Zusammenfassung der wesentlichen Kenntnisse über fossile Harze in Frankreich ist bei LACROIX (1910) nachlesbar. Entscheidend für die geringe Beachtung dieser Harze in mineralogischer, geologischer oder paläo-biologischer Hinsicht ist vielleicht die folgende Feststellung dieses Autors:

"Aucune des résines francaises, ou tout au moins aucune de celles que j'ai examinées, ne mérite le nom d'ambre...; elles sont toutes tendres et fragiles, impropres à la taille; elles se rapportent généralement au groupe des rêtinites."

Neue Fundpunkte sind für das Dépt. Sarthe bei DELAUNAY (1934) aufgeführt.

Die schon zu unserer Zeit gesichert erscheinende Kenntnis der stratigraphischen Position sowie die relativ verkehrsgünstige Lage der Fundorte prädestinierten eine gezielte Aufsammlung, um auf diese Weise eine der ältesten Taphozöosen harzkonserverter Arthropoda zu entdecken.

Nachdem durch Vermittlung von Mrs. M. RIOULT (Universität Caen) Herrn Prof. Dr. W.G. KOHNE, Berlin, die Tongrube von Bezonnais als potentielle Fundstelle des Harzes genannt worden war, fand seinerseits dort eine erste Erkundung am 1. 9. 1970 statt, die einen etwa 1 g schweren Harzbrocken erbrachte. Dadurch ermutigt und von Herrn Prof. Dr. W.G. Kühne veranlaßt, wurde von Herrn L. KUBIG, Berlin, und mir mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft eine Exkursion durchgeführt, die der Aufsammlung des fossilen Harzes und damit zusammenhängenden geologischen Fragen dienen sollte. Während unseres Aufenthaltes konnten etwa 2000 g des fossilen Harzes aus anstehenden Schichten separiert und von der Oberfläche der Halden abgelesen werden. In diesem Material wurden Vertreter verschiedener Arthropoda-Taxa nachgewiesen (SCHLÖTER 1975). Auch bei späteren Geländebegehungen in den darauffolgenden Jahren konnten weitere Harz-Funde gemacht werden.

Eine etwa 2,5 km S' von der Ortschaft Durtal und etwa 60 km W' von Ecommoy liegende Tongrube mit anstehenden Schichten des Cenomanium, die hier ebenso wie in Bezonnais als Grundmaterial zur Ziegelherstellung und anderer einfacher keramischer Gebrauchsgüter verarbeitet werden, wurde ebenfalls von uns im Frühjahr 1971 nach dem fossilen Harz abgesucht. Ein größerer Erfolg gelang hier Herrn Prof. Dr. W.G. KOHNE im Herbst desselben Jahres, als er etwa 200 g Harz aus den anstehenden Schichten und von den Halden ablesen konnte. Auch in diesem Material fanden sich einige tierische Einschlüsse, darunter auch die Reste eines Vertreters der Lepidoptera: Zeugloptera (KOHNE, W.G., KUBIG, L., & SCHLÖTER, T. 1973).

Der Nachweis tierischer Inkluden ist inzwischen auch aus den harzführenden Schichten von Fouras am Rande des Aquitanischen Beckens erbracht (KOHNE, W.G. 1974, pers. Mitt.). Eine ähnlich starke Anreicherung des Harzes wie in Bezonnais konnte jüngst beobachtet werden (KOHNE, W.G. 1978, pers. Mitt.). Da in diesem Material bisher keine bemerkenswerte Taphozönose festgestellt werden konnte, stützt sich der Vergleich der Harz-Lokalitäten am Rand des Aquitanischen Beckens mit denen am Rand des Pariser Beckens hauptsächlich auf die lithologische Zusammensetzung der jeweiligen Harz-Matrix sowie die strukturellen und physikalisch-chemischen Eigenschaften der untersuchten Harze, nicht jedoch auf die systematische Zugehörigkeit von deren paläozoologischen Komponenten.

1.2. Bisherige Literatur

Außer den schon genannten haben sich noch folgende Autoren mit Teilgebieten, die die französischen fossilen Harze betreffen, beschäftigt:

Eine Bearbeitung des Harzes in chemischer Hinsicht wird von CHAUFFIN (1963) dargestellt. Das Material für seine Untersuchungen stammt aus der Tongrube von Bezonnais.

Auch bei den Pollen-analytischen Untersuchungen von AZEMA, DURAND & MEDUS (1972) bleibt das fossile Harz in Bezonnais nicht verborgen, was insofern von besonderem Interesse ist, da diese Autoren mit den dem Harz vergesellschafteten Pollen und Sporen eine exakte stratigraphische Zuordnung erzielen.

Geologische Kartierungen sind im Rahmen von Diplom-Arbeiten in den Umgebungen von Bezonnais und Durtal, bzw. Fouras von SCHLÖTER (1977) und SCHWIETZER (1977) vorgelegt worden. Dabei sind von SCHWIETZER (1977) insbesondere die Ergebnisse geochemischer Eigenschaften der Harz-Matrices von Fouras und Bezonnais als interessant anzusehen.

Aus benthonischen und litoralen Ablagerungen des Cenomanium des Pariser Beckens wird eine Temperaturkurve dieser Zeit von VOIGT (1964) rekonstruiert.

1.3. Aussichten zukünftiger Arbeit

Unter Einbeziehung größeren technischen, apparativen und personellen Aufwandes müssen die Aussichten zukünftiger wissenschaftlicher Erforschung, deren Thema cum grano salis "Harzkonservierte Arthropoda aus dem Cenomanium von NW-Frankreich" heißt, als gut bis sehr gut bezeichnet werden. Dafür sprechen vor allem die eigentlich trivialen Gesichtspunkte einer verkehrsgünstigen und politisch stabilen Lage, und die m. E. als sehr gut zu beurteilenden Ressourcen des Harzes.

Weitere Untersuchungen dieser Taphozönose würden eine intime Kenntnis eines Zeitabschnittes vermitteln, der bisher in paläontologischer Hinsicht nicht dokumentiert und interpretiert war.

Auf dessen potentielle Bedeutung sei auch dadurch hingewiesen, daß die Ablagerungen der fossilen Harze in Frankreich zu einer Zeit erfolgten, die für die Taxa der höheren Kategorien der Insecta von herausragender Bedeutung ist. Der an der Grenze zwischen Aptium und Albium erfolgte Florensprung hatte im Cenomanium zur endgültigen Konsolidierung und Entfaltung der Angiospermae geführt, die als Nischenträger in weit engerem Zusammenhang mit der Evolution der Holometabola gesehen werden müssen als die Gymnospermae. Ein direkter Vergleich drängt sich daher mit der seit einigen Jahren (1970) systematisch erforschten Taphozönose des fossilen Harzes aus dem Libanon auf, das dem Neokom entstammt und also vor dem Florensprung abgelagert wurde.

Hier sind in methodischer und inhaltlicher Hinsicht die Arbeiten von DIETRICH (1974, 1975 und 1976), HENNIG (1970, 1971 und 1972) und SCHLEE (1970, 1972 und 1978) beispielhaft.

2. TOPOGRAPHIE DER FUNDORTE FOSSILER HARZE IN FRANKREICH

Funde fossiler Harze in Frankreich sind in weitaus größerer Anzahl in der Literatur aufgeführt, als vielleicht allgemein angenommen wird. Eine wichtige Zusammenfassung dieser findet sich bei LACROIX (1910). Für das Dépt. Sarthe gibt DELAUNAY (1934) weitere Lokalitäten an. Schließlich sind hier auch die Etikettierungen von Proben fossiler Harze im Musée Histoire Naturelle in Le Mans aufgelistet (MHN-Le Mans).

Tabelle 1 beschränkt sich auf Angaben, die den stratigraphischen Horizont des jeweiligen Fundortes in die Kreide verweisen, denn LACROIX (1910) führt weitere Lokalitäten in Frankreich aus dem Karbon, dem Jura und dem Tertiär an.

Die Lage der topographisch ermittelten Fundorte ist in den Abbildungen 1 und 2 aufgezeigt. Es ist zu beachten, daß diese Hinweise keine Garantie für zukünftige Funde liefern können, sondern nur Indizien für die relative Häufigkeit der fossilen Harze in bestimmten Gebieten Frankreichs darstellen.

Tab. 1: Alphabetische Auflistung der Fundorte fossiler Harze in Frankreich für die jeweiligen geologisch-geographischen Einheiten. In runden Klammern sind die Erst-Autoren, in eckigen Klammern das betreffende Dépt. angegeben.

A. Pariser Becken

1. Andard (LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
2. Bezonnais (CHAUFFIN 1962; AZEMA, DURAND & MEDUS 1972; SCHLOTTER 1977) /Sarthe/
3. Bousse, la petite (MHN-Le Mans) /Sarthe/
4. Briollay (LACROIX 1910; GALIPPE 1920; DELAUNAY 1934) /Maine-et-Loire/
5. Brion (GALIPPE 1920) /Maine-et-Loire/
6. Chenechê (LACROIX 1910) /Vienne/
7. Couday, le (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
8. Durtal (KOHNE, KUBIG & SCHLOTTER 1973; SCHLOTTER 1977) /Maine-et-Loire/
9. Fessard (DELAUNAY 1934) /Sarthe/
10. Juvardeil (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
11. Langerie, moulin de (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
12. Macouard (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
13. Maisons-Lafitte (LACROIX 1910) /Seine-et-Oise/
14. Mansigné (DELAUNAY 1934) /Sarthe/
15. Mezeray (MHN-Le Mans) /Sarthe/
16. Morannes (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
17. Plessis-Grammoire (LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
18. Pontmenard (nach COUFFON in LACROIX 1910)
19. Précigné (nach MATTE in LACROIX 1910; DELAUNAY 1934) /Sarthe/
20. Roéze (DELAUNAY 1934) /Sarthe/
21. Saint-Barthelemy (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
22. Saint-Georges-Chatelaisons (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
23. Saint-Jean-Du-Bois (MHN-Le Mans) /Sarthe/
24. Saint-Saturnin, près le château de Margas (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
25. Soulaire (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/
26. Suze, La (LACROIX 1910) /Sarthe/
27. Vau, Le Haut (nach COUFFON in LACROIX 1910) /Maine-et-Loire/

B. Aquitanisches Becken

28. Aix, Ile d` (BELLEY in CHUDOBA & STOTZEL 1933; SCHWIETZER 1977) /Charente-inferieure/
29. Angoulême (LACROIX 1910; OERTLI 1975, pers. Mitt.) /Charente/
30. Berland en Bourg-Charente (LACROIX 1910; GALIPPE 1920) /Charente/
31. Chateliers, les, en les Adjots (LACROIX 1910) /Charente/
32. Couronne, La (LACROIX 1910) /Charente/
33. Enêt, Ile d` (LACROIX 1910) /Charente-inferieure/

34. Fouras (SCHWIETZER 1977) /Charente-inferieure/
35. Grauloux, Eglise de (LACROIX 1910) /Landes/
36. Rochefort (OERTLI 1975, pers. Mitt.) /Charente-inferieure/
37. Saint-Lon, zwischen Dax und Peyrelade (LACROIX 1910) /Landes/
38. Sarladais (LACROIX 1910) /Dordogne/
39. Sireuil (LACROIX 1910) /Charente/

C. Provence — Südfrankreich

40. Avrolles (LACROIX 1910) /Yonne/
41. Berre, L'Etang de (LACROIX 1910) /Bouches-du-Rhône/
42. Buissons, les (LACROIX 1910) /Yonne/
43. Carsan (LACROIX 1910) /Gard/
44. Leserelle (nach CHAPTAL 1807, in BECK & LIU 1976) /Provence/
45. Mède en Chateauneuf-les-Martigues (LACROIX 1910) /Bouches-du-Rhône/
46. Mézerac en Saint-Paulet-de-Caisson (LACROIX 1910; nach ZINCKEN 1867 in BECK & LIU 1976) /Gard/
47. Pin, le (LACROIX 1910) /Gard/

D. Pyrenäen

48. Alet (LACROIX 1910) /Aude/
49. Bugarach, pic de (LACROIX 1910) /Aude/
50. Costebarbe (LACROIX 1910) /Basses-Pyrénées/
51. Rennes-les-Baines (LACROIX 1910) /Aude/
52. Sainte-Suzanne (LACROIX 1910) /Basses-Pyrénées/
53. Salies-du-Salat (LACROIX 1910) /Haute-Garonne/
54. Soulatge (LACROIX 1910) /Aude/

E. Alpen

55. Equillières (nach BUDDHUE 1938, in BECK & LIU 1976) /Basses-Alpes/
56. Forcalquier (nach CESSAC 1874, in BECK & LIU 1976; LACROIX 1910) /Basses-Alpes/
57. Lure, Montagne de (LACROIX 1910) /Basses-Alpes/
58. Ongles (LACROIX 1910) /Basses-Alpes/
59. Rustrel (LACROIX 1910) /Vaucluse/
60. Sainte-Croix-à-Lauze (LACROIX 1910) /Basses-Alpes/
61. Saint-Geniès-de-Drauent (LACROIX 1910) /Basses-Alpes/
62. Sisteron (nach CESSAC 1874, in BECK & LIU 1976; LACROIX 1910) /Basses-Alpes/

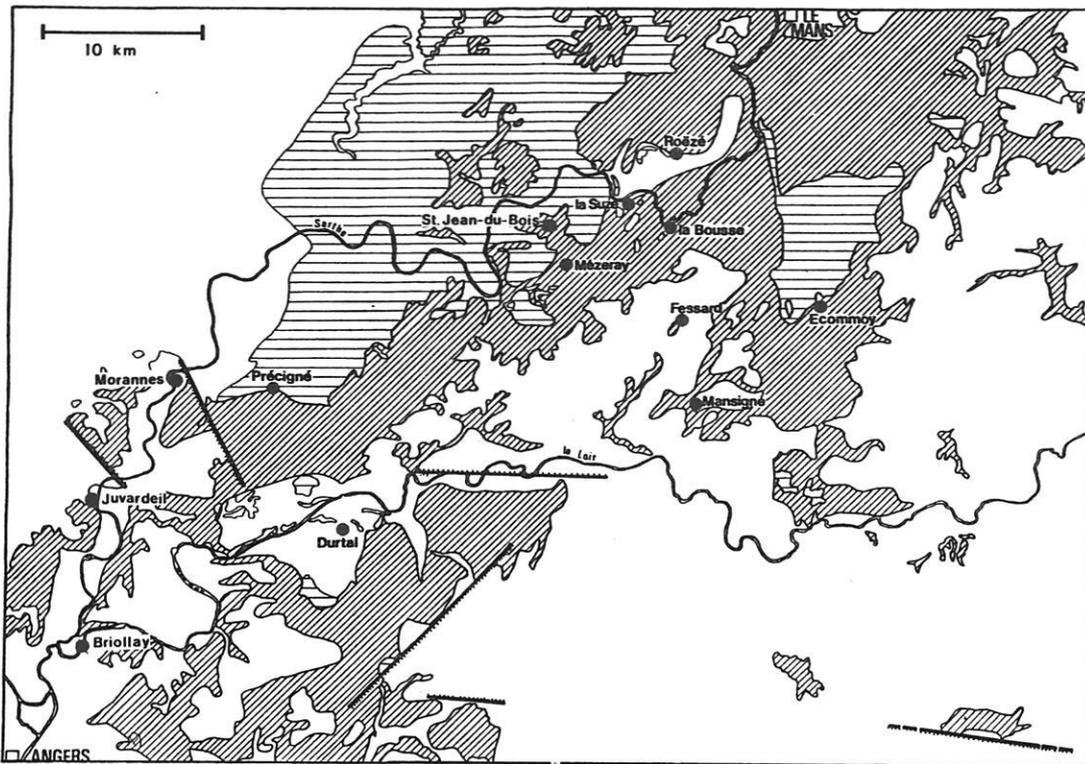


Abb. 1: Fundorte fossiler Harze am Rand des Pariser Beckens (Dépt. Sarthe und Maine-et-Loire), eingetragen in einen Ausschnitt der Karte "Toit du Cenomanien" (1957).- Gerade Schraffierung: anstehende Schichten des Jura, schräge Schraffierung: anstehende Schichten des Cenomanium, weiß: Sedimente anderen Alters

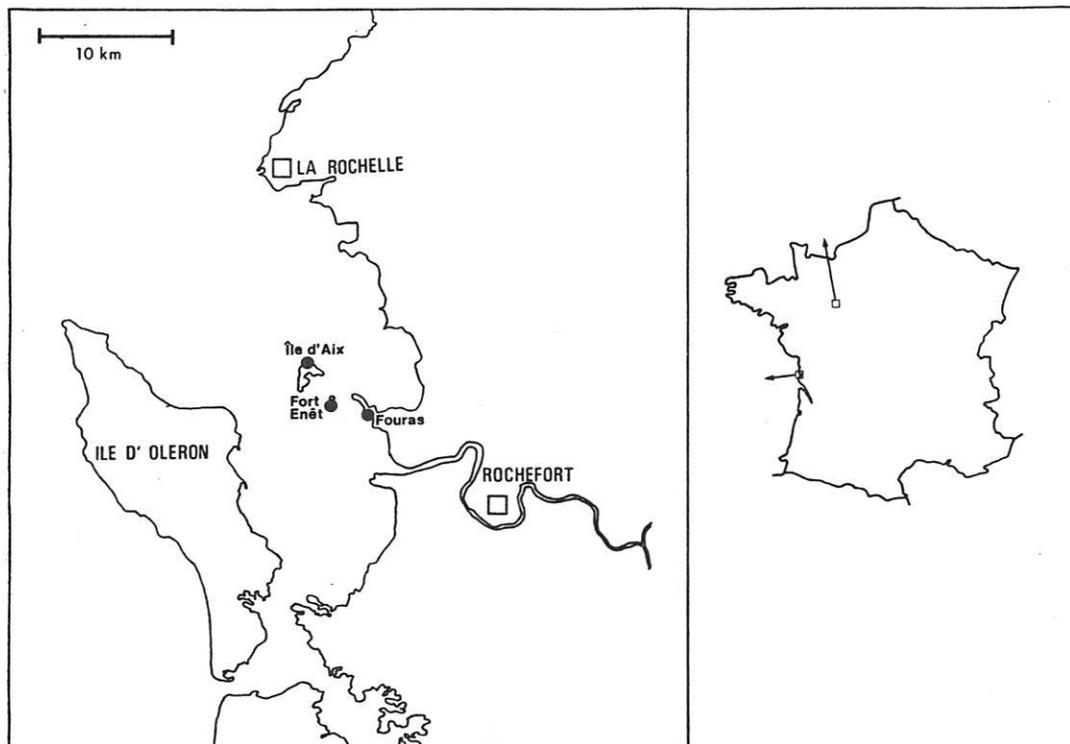


Abb. 2: Fundpunkte fossiler Harze am Rand des Aquitanischen Beckens. Die Lage der Fundpunktkarten ist in der rechten Skizze eingetragen

3. ALTER UND FAZIES-INTERPRETATION VON 3 HARZFOHRENDEN LOKALITÄTEN AM RAND DES PARISER UND DES AQUITANISCHEN BECKENS

3.1. Die Kreide im Pariser und im Aquitanischen Becken

Die genannten Fundorte liegen mehrheitlich am W' Rand des Pariser bzw. des Aquitanischen Beckens. In diesen beiden mit mesozoischen und känozoischen Schichten angefüllten Schüsseln nimmt das stratigraphische Alter lateral zu den Beckenrändern hin zu. Ein erstes Ende der Transgressionen macht sich im Oberen Jura bemerkbar, so daß die Untere Kreide mehr oder weniger diskordant dem Oberen Jura aufliegt. In der Oberen Unterkreide war das Pariser Becken dann wiederum vollständig vom Meer bedeckt, das überwiegend durch die Senke zwischen Morvan und den Vogesen von S her ingedriert war.

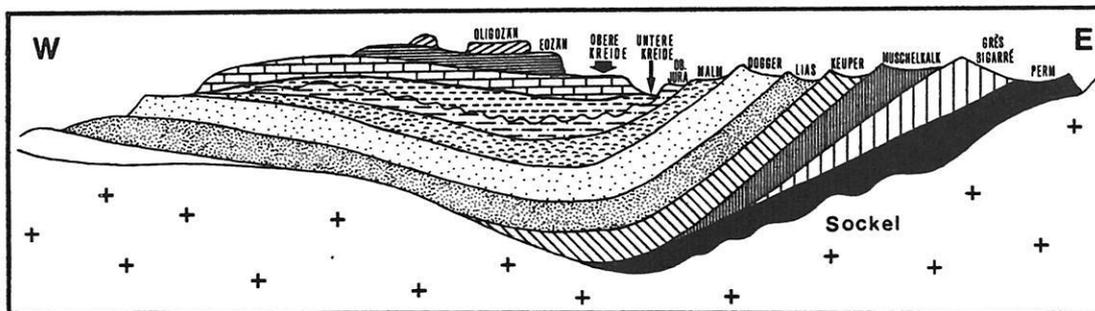


Abb. 3: Schematisches Profil durch das Pariser Becken. Nach DEBELMAS (1974), verändert.

In der Oberen Kreide stehen beide Becken durch die Straße von Poitou miteinander in Verbindung. Einflüsse sowohl der Tethys als auch des englischen Kreidebeckens begünstigen mit ihren vielseitigen Austauschmöglichkeiten die rege marine Faunenentwicklung, die in der Stufenfolge des Cenomanium von Le Mans ihren Höhepunkt hat (Abb. 4).

Sowohl im W als auch im NE des Pariser Beckens läßt sich das Cenomanium in eine glaukonitisch-sandige Randfazies als auch eine kalkig-mergelige Beckenfazies differenzieren; das Aquitanische Becken dagegen ist fast ausschließlich durch flachmarine Sedimente im Cenomanium ausgezeichnet.

Die Fundorte der Harze sind der Randfazies zuzuordnen. Beispiele der Sedimentationsrhythmik sind in Abbildung 6 (Stratigraphische und sedimentologische Korrelation harzführender Lokalitäten vom Rand des Aquitanischen und des Pariser Beckens) aufgezeigt.

In der höheren Oberkreide werden die faziellen Unterschiede zwischen Becken-Rändern und Becken-Innerem immer geringfügiger, bis schließlich vom Turonium ab die helle Kreide mit Silex-Knollen und organogenen Kalen vorherrscht. In diesem Zeitabschnitt ist keine Randfazies mehr erkennbar. Gegen Ende der Kreide ist ein vorläufiger Abschluß der Sedimentation anzunehmen, was mit dem Stillstand der Beckensenkungen und der weitgehenden Nivellierung von Becken und Rändern zu begründen ist.

3.2. Stratigraphie der harzführenden Lokalitäten von Bezonnais, Durtal (Pariser Becken) und Fouras (Aquitantisches Becken)

Diese 3 Fundorte fossiler Harze wurden genauer untersucht. Sie bergen organismische Inkluden in unterschiedlicher Häufigkeit und Anzahl.

3.2.1. Die Tongrube von Bezonnais

Die Tongrube von Bezonnais befindet sich etwa 1 km SW' der Distriktstadt Ecommoy und hat eine Größe von etwa

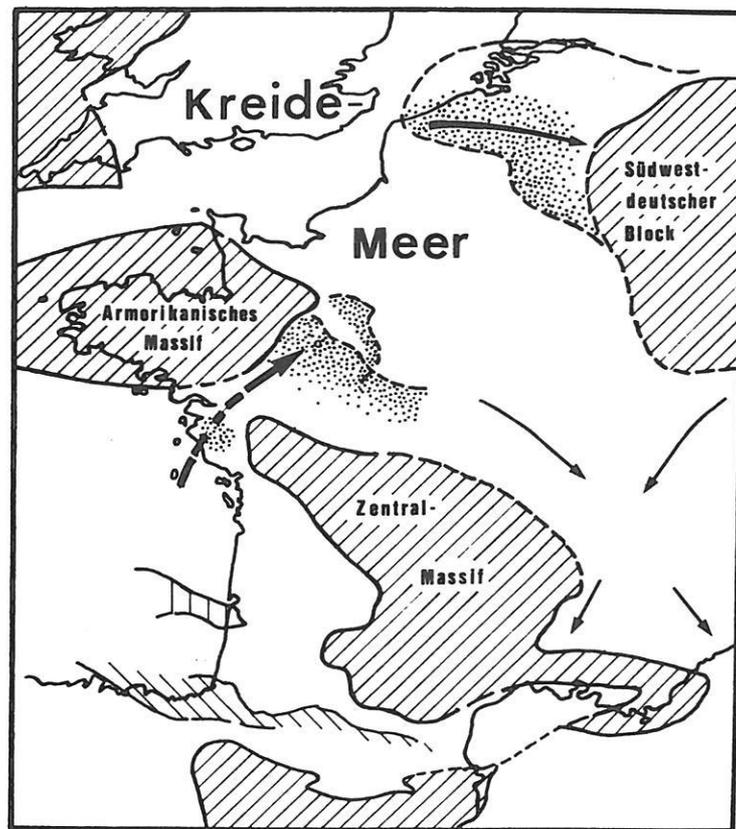


Abb. 4: Paläogeographische Entwicklung des Pariser und des Aquitanischen Beckens im Cenomanium. Schraffiert: Kontinental-Schollen; punktiert: flachmarine Sedimente. Nach DEBELMAS (1974), verändert.

55000 m². Die für die Verarbeitung von einfachen keramischen Erzeugnissen (Ziegel o. ä.) ergiebigsten Schichten liegen unterhalb des Grundwasserspiegels, weshalb ständig Wasser abgepumpt werden muß. Eine weitergehende Höffigkeit wird hauptsächlich in S' Richtung vermutet, und auch aus diesem Grunde der Abbau vorwiegend in diese Richtung vorwärtsbetrieben.

3.2.1.1. Das unterste Cenomanium (C4,1c)

Zu Beginn der Oberen Kreide ist die weltweit einsetzende Phase von Transgressionen in der Tongrube von Bezonmais gut dokumentiert. Allerdings ist die direkte Grenze zum Liegenden (Oxfordium ?) nicht erkennbar. Mehrere Meter unter dem Niveau des Grundwasserspiegels befinden sich ansehnliche Lagen toniger Sedimente, deren Korngrößen ausschließlich den feinsten Fraktionen angehören (98 % < 0,063 mm). Ihre Farbe ist ocker, und in ihnen sind keine Makrofossilien nachweisbar. Die maximal beobachtbare Mächtigkeit beträgt nicht mehr als etwa 2 m. Auch Pyrite in knolliger Ausbildung, wie sie in den höheren Schichtfolgen recht häufig vorkommen, scheinen gänzlich zu fehlen. Demnach sind hier im Gegensatz zu dort keine stark reduzierenden Verhältnisse indiziert. Es handelt sich vermutlich um die Reste eines recht lebensfeindlichen Biotopes, der vielleicht etwas tiefer unter der Wasseroberfläche als C4,1b lag.

3.2.1.2. Das Untere Cenomanium (C4,1b)

Ohne Übergang in der Klassierung der Korngrößen ist diese Schicht dennoch als eigener Fazies-Typ zu interpretieren, da sie sich äußerlich sehr stark in der Farbe von C4,1c unterscheidet. Das Ocker weicht abrupt einem dunklen, fast anthrazit-farbenen Grauschwarz, welches durch einen extrem fetten, den untersten Korngrößen-Fractionen zuzuordnenden Ton gebildet wird. Diese Schichtabfolge ist in der Grube etwa 3-6 m mächtig und bildet den Hauptbestandteil für die keramische Verarbeitung. Nach JUIGNET (1968) enthält der Ton überwiegend

Kaolinit, während Montmorillonit und Illit weitaus geringer darin vertreten sind.

In diesem Material finden sich in sehr seltenen Fällen isolierte Reste von kaum nußgroßen Ligniten. Auch sollen vereinzelt schon Harztröpfchen aufgefunden worden sein.

Von AZEMA, DURAND, & MEDUS (1972) sind zahlreiche Sporen und Pollen sowie andere Organismen-Reste aus dem Nannoplankton-Bereich nachgewiesen worden, die ihrem beigefügten Profil nach den Schichten C4,1c bis C4,1a entstammen.

Diese Autoren haben die terrestrischen Komponenten bestimmt. Es handelt sich um 76 (!) verschiedene Formen oder Arten von Sporen und Pollen, unter denen in systematischer Hinsicht Gruppen überwiegen, die als *Phyllocladidites* (i. e. Podocarpaceae) und *Lycopodium* (i. e. Lycopodiales — Bärlappgewächse) bezeichnet werden. Seltener sind Sporen von *Araucariacites* (i. e. Araucariaceae — Araukarien). In sehr wenigen Exemplaren sind auch Vertreter der Angiospermae mit ihren Pollen aufgefunden worden. Die Liste wird durch Dinophyceae, Acritarchae, Algen und Cuticula-Reste unbestimmbarer Pflanzen-Arten vervollständigt.

Aus diesen Befunden sind folgende Schlußfolgerungen ableitbar:

1. Die Sporen und Pollen der Tongrube von Bezonnais sind mit solchen vergleichbar, deren Alter stratigraphisch genau bekannt ist: Sie weisen auf das Untere bzw. Mittlere Cenomanium hin.

2. In palökologischer Hinsicht muß berücksichtigt werden, daß die Sporen von Vertretern der Gymnospermae-Familiae Cupressaceae, Taxodiaceae und Taxaceae in den Ablagerungen von Bezonnais fast keine Rolle spielen, so daß auch auf die ursprüngliche Abwesenheit derselben geschlossen werden kann. Die in großer Arten-Anzahl auftretenden Podocarpaceae lassen vermuten, daß die rezent auf die S' Hemisphäre beschränkten Vertreter der Podocarpaceae noch im Cenomanium die ökologischen Nischen verschiedener anderer rezenter Gymnospermae und Angiospermae eingenommen haben. Ihre beobachtete große Diversifikation läßt außerdem auf ursprünglich tropische oder subtropische Verhältnisse schließen, denn die höchste Baumarten-Anzahl beträgt im immergrünen Regenwald durchschnittlich etwa 90. Abiotische Kennzeichen für die tropischen Tiefland-Regenwälder (Hylaea-Biom) sind gleichmäßige Tages- (6 - 11°C max. Amplituden) und Jahrestemperaturen (25 - 27°C) und hohe Niederschläge (meist > 2000 mm).

Ein Indiz für vermutlich größere organogene Bestandteile in dieser Schicht sind die häufigen Pyrit-Knollen, die sich konzentrisch um ursprünglich schalentragende o. ä. Organismen gebildet haben. Darauf scheinen auch die Lignit-Reste hinzuweisen, die beim Anschleifen dieser Pyrite bisweilen zum Vorschein kommen.

Die bevorzugte Ausbildung der Pyrite ist amorph. Manchmal erscheinen auf dem knolligen Grundkörper dicht nebeneinander gedrängt kubische Kristalle, deren Kantenlänge jedoch nie 6 mm überschreitet, und die auch nie als isolierte Kristalle vorliegen. Ohne Zweifel sind diese vermutlich organogenen Konkretionen sekundäre Bildungen. Sie sprechen für stark reduzierendes Milieu während der Ablagerung oder Diagenese. Der Sedimentationsbereich ist vermutlich als extreme Stillwasserfazies mit euxinischen Einflüssen zu interpretieren.

3.2.1.3. Das Untere Cenomanium (harzführend) (C4,1c)

Die obersten 20 - 40 cm der letztgenannten Serie sind zwar farblich nicht von dieser zu unterscheiden, bilden aber einen eigenen Fazies-Typ, da sie sich in vielfacher Hinsicht von dieser unterscheiden: Die terrigenen mineralischen Komponenten nehmen stark zu, vereinzelt sind Makrofossilien beobachtbar. In diesem Horizont ist das fossile Harz zu jeder Zeit nachweisbar. Ohne Zweifel machen sich engere Beziehungen zum Festland bemerkbar.

3.2.1.3.1. Die anorganischen Bestandteile

Mineralogisch ist die Harz-Matrix durch das vermehrte Auftreten von hellen kleinen Glimmer-Plättchen gekennzeichnet. In der grundsätzlich etwa gleich fein klassierten Tonschicht wie C4,1b sind vereinzelt abgerundete Quarzkieselkörner als Einsprenglinge (durchschnittlich etwa 1 mm³ groß) beobachtbar. Innerhalb von C4,1c nimmt der Gehalt an Quarz geringfügig, aber kontinuierlich zum Hangenden zu.

3.2.1.3.2. Die Makrofossilien

Außerordentlich zahlreich vertreten sind die schwarzen, stark verkohlten Pflanzen-Reste, deren Größe allgemein zwischen 0,1 und 3 cm Länge schwankt. Es sind auch schon weitaus größere Reste gefunden worden, so nach Auskunft der Grubenarbeiter im Jahre 1970 der Teil eines Stammes von etwa 3 m Länge.

Histologisch-anatomisch sind diese Holzgewebe noch nicht untersucht worden, obwohl vermutlich der Harz-Produzent unter ihnen zu suchen ist, da bisweilen Harztröpfchen an diesen Ligniten direkt anliegend beobachtet worden sind.

In seltenen Fällen werden Abdrücke mariner Evertebraten-Fossilien auf diesen Pyriten sichtbar, oder diese liegen auch als isolierte, vollständig pyritisierte Steinkerne vor (Taf. 2, Fig. 2-6). Eine Bestimmung dieser Faunenelemente ist sehr schwierig, da außer der schlechten Erhaltung auch ein reduziertes Größenwachstum zu vermuten ist. Folgende Taxa wurden nachgewiesen:

Gastropoda indet.

Lamellibranchiata indet.

Lamellibranchiata: Caprinidae ?

Die Vertreter der Caprinidae waren vermutlich auf relativ warmes Wasser angewiesen. Auch nach VOIGT (1964) ist das Cenomanium im W. Mitteleuropa wenigstens zeitweise als Warmwasserzeit mit mindestens subtropischem Charakter anzusehen.

3.2.1.3.3. Das fossile Harz

Das fossile Harz tritt in Beznais in der Schicht C4,1c am häufigsten auf. Genaue Mengenangaben pro 1 m^3 können jedoch nicht gemacht werden, da die Größe der Harzbrocken und ihre Lage und Entfernung zueinander stark schwanken.

Nach DAHMS (1925) enthält 1 m^3 der primären (= nicht der autochthonen) Lagerstätte des Baltischen Bernsteins, die sogenannte "Blaue Erde", etwa 1 - 3 kg des fossilen Harzes. Dieser Wert entspricht auch den von DIETRICH (1974) für den Harzgehalt im Grès de base IV des Libanon gemachten Angaben.

Wurde innerhalb der harzführenden Schicht von Beznais eine lokal größere Höflichkeit festgestellt, erfolgte die Aufsammlung manuell durch Entnahme mit einem Löffel oder Messer, indem Harz und Matrix in einem mit Wasser gefüllten Gefäß gesammelt wurden. Bei Verdacht nicht erkennbarer größerer Harzbrocken in der oft feucht-schmierigen Ton-Matrix wurde nach dem modifizierten Henkel-Verfahren vorgegangen:

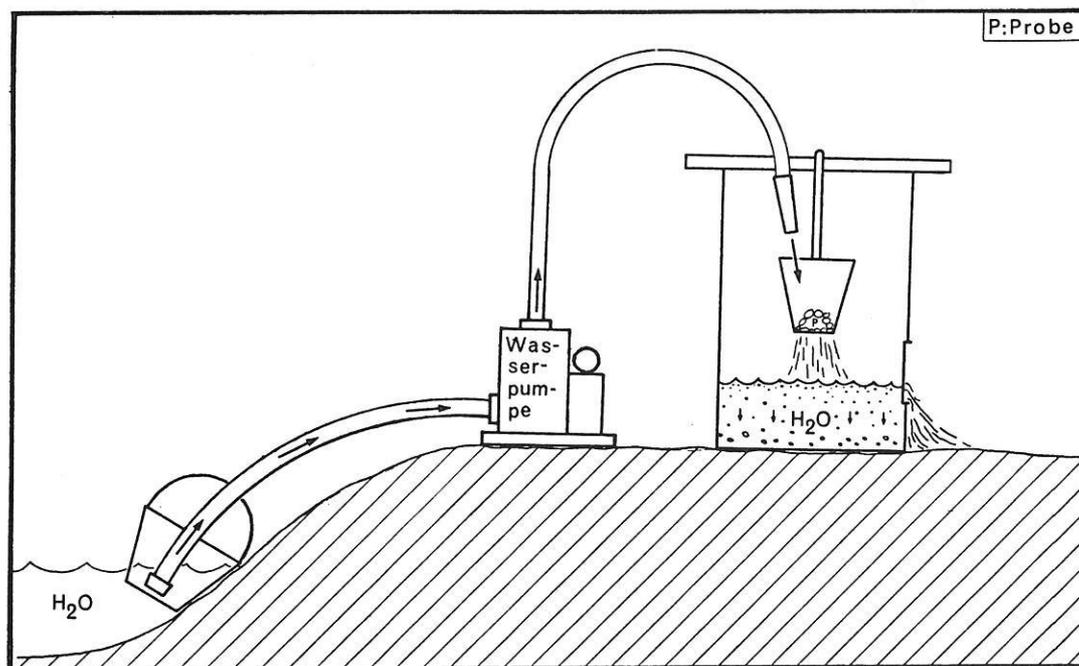


Abb. 5: Schematische Darstellung des Anreicherungsverfahrens zur Gewinnung fossiler Harze aus toniger Matrix (Henkel-Verfahren). Weitere Erklärungen im Text.

Eine motorbetriebene Wasserpumpe spritzt in scharfem Strahl auf die entnommene Probe, die sich in einem in seinem Boden mit einem Sieb versehenen Eimer befindet (Maschenweite etwa 1 cm). Die Probe samt Eimer hängen

nach der in der schematischen Zeichnung (Abb. 5) dargestellten Weise in einem oben offenen 200-l Dieselkraftstoff-Faß. In dieses wurde an einer Seite ein Fenster eingeschnitten und mit einem Sieb geringerer Maschenweite (1 - 2 mm) abgeschlossen. So verbleiben in der Tonne nur die gröberen Fraktionen, die anteilmäßig sehr gering zu veranschlagen sind, da die Tonpartikel aus dem eingeschnittenen Fenster wieder ausfließen. Auf Grund seines geringeren spezifischen Gewichtes kann das fossile Harz nun entweder mit einem Teesieb unter Rühren abgeschöpft werden, oder die verbliebenen gröberen Bestandteile werden auf ein Plastiktuch (etwa 2 m²) ausgeschüttet und manuell nach Harzkörpern abgesucht. Dieses Konzentrat enthält überwiegend während des Waschvorganges zusammengeballte Tonklumpen.

3.2.1.4. Das Obere Cenomanium (C4,2)

Die Schichtenfolge geht ziemlich abrupt in eine sandige Fazies über, die stratigraphisch schwer zu deuten ist, da bisher keine Fossilien in ihr aufgefunden wurden. Obwohl auch DELAUNAY (1934) die Zuordnung für problematisch hielt, handelt es sich bei diesen Sanden vermutlich um die Ablagerungen des Oberen Cenomanium. Nach AZEMA, DURAND & MEDUS (1972) sind sie als "Sables et grès du Mains" der Zone des *Acanthoceras rothomagense* zuzuordnen.

Die Mächtigkeit dieser Schicht beträgt in der Tongrube von Bezonnais etwa 1,5 - 3 m. Es handelt sich um relativ homogene Sande mit geringfügig variierender Färbung. Diese ist im basalen Teil ockergelb und geht dann in ein kräftiges Rot über; ockergelbe Bestandteile sind dann linsenförmig zwischengeschaltet. Der Gehalt an Ton nimmt offensichtlich proportional zur Intensität der Färbung ins Rote hin ab.

In diesem lockeren Material konnten mit verschiedenen Untersuchungsmethoden keine Fossil-Reste entdeckt werden.

3.2.1.5. Das terminale Cenomanium (C5)

Den Abschluß der Schichtenfolge in der Tongrube von Bezonnais, mit Ausnahme der holozänen Waldbedeckung, bildet ein verfestigtes Sandstein-Konglomerat, das eine durchschnittliche Mächtigkeit von etwa 10 - 20 cm aufweist. Dünnschliffuntersuchungen (Schliffe Nr. Bez 1, Bez 2, Bez 3, Bez 4, Bez 5) erlauben folgende Schlußfolgerungen:

In der mit Eisen stark angereicherten Matrix liegen die körneligen Komponenten im allgemeinen sehr dicht nebeneinander und lassen auf kurzen Transport schließen, da nur geringe Abrundungen erkennbar sind. Quarz überwiegt bei weitem. Vermutlich handelt es sich um ein älteres, wiederaufgearbeitetes Konglomerat. In seltenen Fällen finden sich darin auch Reste von Fossilien eingebettet. Nachgewiesen wurden Coelenterata indet. und Lamellibranchiata indet. (Auster ?).

Nach DELAUNAY (1934) ist das terminale Cenomanium im Dépt. Sarthe durch das Vorkommen der Austern-Art *Exogyra columba* stratigraphisch belegt, so daß unter Berücksichtigung des letztgenannten Fossil-Restes hier vielleicht eine Korrelationsmöglichkeit besteht.

3.2.2. Die Tongrube von Durtal

Die Tongrube von Durtal befindet sich etwa 2,5 km außerhalb dieser Ortschaft in fast genau S' Richtung und hat eine Größe von etwa 45000 m². Sie liefert ebenso wie die von Bezonnais das Grundmaterial für eine Herstellung von einfachen Keramiken, hauptsächlich Ziegeln. Da der Grundwasserspiegel niedriger als in Bezonnais angesetzt ist, und der Abbau mit größerem maschinellen Aufwand erfolgt, türmen sich größere Halden als in Bezonnais auf, die das Absuchen nach fossilem Harz lohnend erscheinen lassen.

3.2.2.1. Das Untere Cenomanium (C4,1b - C4,1c)

Die Schicht C4,1a ist in Durtal offensichtlich nicht aufgeschlossen. Auch die für Bezonnais definierten Abfolgen C4,1b und C4,1c müssen zusammengefaßt werden, da sie sich nicht weiter differenzieren lassen. Zwar dominieren auch in Durtal die sehr dunklen Tone in den tieferen Abfolgen, jedoch sind in diese immer wieder anscheinend wahllos sandigere Lagen zwischengeschaltet. Die Korngrößen-Fraktionen der tonigen Lagen sind nicht in solch starkem Maße von den kleinsten Fraktionen beherrscht, wie das insbesondere für die Schicht C4,1b von Bezonnais gilt.

Makrofossilien konnten in diesen Schichten bisher nicht nachgewiesen werden, wenn von den bisweilen häufigen Pflanzen-Resten, die als Lignite vorliegen, abgesehen wird.

Sporen und Pollen sind noch nicht bekanntgeworden, dürfen in diesen Schichten aber in großer Reichhaltigkeit erwartet werden.

Das fossile Harz ist nach Auskunft der Grubenarbeiter und den von KOHNE (1972, pers. Mitt.) gemachten Er-

fahrungen im Gegensatz zu Bezonnais häufiger in den sandigen als in den tonigen Partien zu finden, ebenfalls in Stücken bis max. 300 g Gesamtgewicht. Es überwiegen jedoch bei weitem Brocken <1 g.

Auffällig sind die zahlreichen Pyrit-Bildungen um organogenes Material, deren Kristallisationsprozeß subrezent erfolgt sein muß, da mit Pyrit-Häutchen überzogene Koniferenzapfen und Papierreste beobachtet wurden. Ihrer äußeren Form nach sind die Pyrite von Durtal regelmäßiger ausgebildet als die von Bezonnais, da amorphe Aggregate fast vollständig fehlen.

Um die uneinheitlichen sedimentologischen Verhältnisse zu veranschaulichen, ist in Tabelle 2 ein Detailprofil aus den tonigen Lagen des W' Teils der Tongrube von Durtal dargestellt.

Tab. 2: Beispiel sedimentologischer Verhältnisse in der Tongrube von Durtal

7.	(20 cm)	verbackenes Sandstein-Konglomerat, braungelb
6.	(40 cm)	schwarze, fette Tone, in die weiße, bis etwa 2 cm mächtige Sandlagen zwischengeschaltet sind (Warven ?)
5.	(8 cm)	braungelber Sand gröberer Fraktionierung
4.	(15 cm)	weißer Sand sehr feiner Fraktionierung
3.	(2-5 cm)	linsenförmig eingeschobene Lignite
2.	(40 cm)	lockere Sande, mittelgrob, gelblich
1.	(Liegendes)	dunkelgraue Tone

Dieses Beispiel ist nicht repräsentativ für die gesamte Tongrube — an räumlich nur wenige Meter entfernten Stellen können im gleichen Horizont ganz andere Verhältnisse auftreten. Es soll belegen, daß die Ablagerungen in Durtal in erheblich unruhigerem Milieu erfolgt sind als in Bezonnais.

3.2.2.2. Das Obere Cenomanium (C4,2)

Zwar dominieren in den höheren Partien der Schichtabfolge die lockeren, fossilleeren Sande, wie sie für Bezonnais typisch sind, jedoch werden sie manchmal von linsenförmigen Toneinschüben, die schräg zur Schichtung verlaufen können, und eine Länge von etwa 3 m aufweisen, unterbrochen. Diese tonigen Lagen sind sehr viel heller als die des Unteren Cenomanium (fast weiß oder grau). Die Sande haben meist ockergelbe Farbe; es treten auch rote und braune Varianten auf. Ihre Korngrößen-Fraktionierung ist relativ homogen; prozentual überwiegen Korngrößenklassen < 0,25 mm. Die mittlere Mächtigkeit ist im beobachteten Gebiet etwas geringer als in Bezonnais. Sie beträgt durchschnittlich etwa 3 - 4 m.

Der fehlenden Fossilien wegen ist eine stratigraphische Zuordnung ebenso wie in Bezonnais problematisch, nach der Beschreibung von GOGUEL (1965) handelt es sich um das Obere Cenomanium.

3.2.2.3. Das terminale Cenomanium (C5)

Den Abschluß der Schichtabfolge bildet in der Tongrube von Durtal ein Konglomerat, das dem entsprechenden von Bezonnais ähnelt. Eine eisenhaltige Matrix bildet das Substrat meist etwas größerer Geröll-Komponenten, unter denen jedoch keine Schalen-Reste mariner Evertebraten nachgewiesen werden konnten.

3.2.3. Die harzführende Lokalität von Fouras

Im Rahmen der Untersuchungen harzführender Schichten am Rande des Aquitanischen Beckens wurde von SCHWIETZER (1977) für den Fundort Fouras ein Schichtprofil des Cenomanium erstellt.

3.2.3.1 Das unterste Cenomanium (C4,1a)

Dem Kimmeridge folgt nach einer Schichtlücke ein gelbbraun gefärbter, eisenreicher Quarzsand, dessen einzelne Körper subangular gerundet und poliert sind. Es ist weder eine Fein- noch eine Kreuzschichtung auszumachen. Der homogene Quarzsand wird durch einige schwarze, Pyrit- und Lignit-haltige Lagen durchzogen, die etwa 2 - 5

cm mächtig sind. An Fossilien wird *Orbitolina concava* LAMARCK 1801 massenweise gefunden. Die Gesamtmächtigkeit der Schicht beträgt etwa 2 m.

3.2.3.2. Das Untere Cenomanium (C4,1b — C4,1c)

Nur bei Niedrigwasser ist in Fouras zwischen dem Casino und dem Fort de l'Aiguille und auf der vorgelegenen Insel Aix an der N' Küste ein mittelharter, Glaukonit-haltiger Sand aufgeschlossen. Dieser ist olivgrün und bildet Wechsellagen mit grauschwarzen Tonen, wobei die einzelnen Schichten 0,3 - 2 cm mächtig sind.

Harte Pyrit-Knollen mit einem Durchmesser von 1 - 15 cm werden neben Ligniten (1 - 3 cm Länge) und Pflanzenhäcksel gefunden. Zwei vollständig erhaltene kohlige Blätter stammen möglicherweise von der Gattung *Magnolia* (Det. BRAUCKMANN, 1975).

Bei Anwesenheit von Ligniten und Pyrit-Knollen sind auch Brocken des fossilen Harzes mit einem Gewicht bis max. 100 g in den grauschwarzen Tonen an der Casino-Treppe, am N-Rand des W-Strandes von Fouras und auf der Insel Aix am Pont St. Eulard zu finden. Sie lagern nur wenige Zentimeter unter der Oberfläche des Glaukonit-Sandes. Durch den Einfluß der ständigen Meereserosion erfolgt häufig ihre vollständige Verrottung, was in nicht sehr dicht gepackten Quarz- oder Glaukonit-haltigen Schichten geschieht. Hier hinterlassen die Harzstücke Hohlräume von etwa 5 mm Durchmesser mit rostfarbenen Wandungen.

An Mikrofossilien finden sich nach Schlämmung tetractine und diactine Schwammnadeln, sowie Cuticula-Reste unbestimmbarer Pflanzen-Arten, ein Hinweis auf niedrigen Wasserstand. Sporen und Pollen wurden bisher nicht nachgewiesen.

Die Mächtigkeit des unteren Glaukonit-Sandes ist in der Literatur mit 5 m angegeben.

3.2.3.3. Das Obere Cenomanium (C4,2)

Im Hangenden folgt den Glaukonit-haltigen Sanden ein Kalk, der am Fort de l'Aiguille porös und auf der Insel Aix am Point St. Eulard kompakt und von weißer bis bräunlicher Farbe ist. Die gleichmäßigen und ungeschichteten Lagen sind durchschnittlich etwa 1,5 m mächtig und enthalten Vertreter der Orbitolinidae und Muschelschill.

Am Fort de l'Aiguille schließt sich im Liegenden noch ein etwa 7 cm starkes gelb-braunes Quarzsandband an, in dem Orbitolinidae, Korallen, Bryozoen und Haifischzähne gefunden werden.

3.3. Der Lagerstätten-Typ der französischen Harzvorkommen

Da Harze gegenüber chemischen, physikalischen und biologischen Einflüssen recht widerstandsfähig sind, ist ihre Anreicherung und Erhaltungsfähigkeit in sehr unterschiedlichen Gesteinen möglich. Nach DIETRICH (1974 und 1976) werden autochthone und allochthone Vorkommen unterschieden. Eine an Kohlenvorkommen gebundene Lagerstätte wird gewöhnlich als autochthon bezeichnet, wobei anaerobe Bildungsbedingungen (Humus- und Torfbildung) und seltener aerobe Bildungsbedingungen auftreten. Allochthone Lagerstätten sind durch verschiedene Faziesbereiche gekennzeichnet, zu denen u. a. kontinentale Becken (einschließlich Endseen), fluviatile Überflutungsbereiche und Deltas, limnische und marine Strandsäume, stille Buchten und submarine Depressionen gehören.

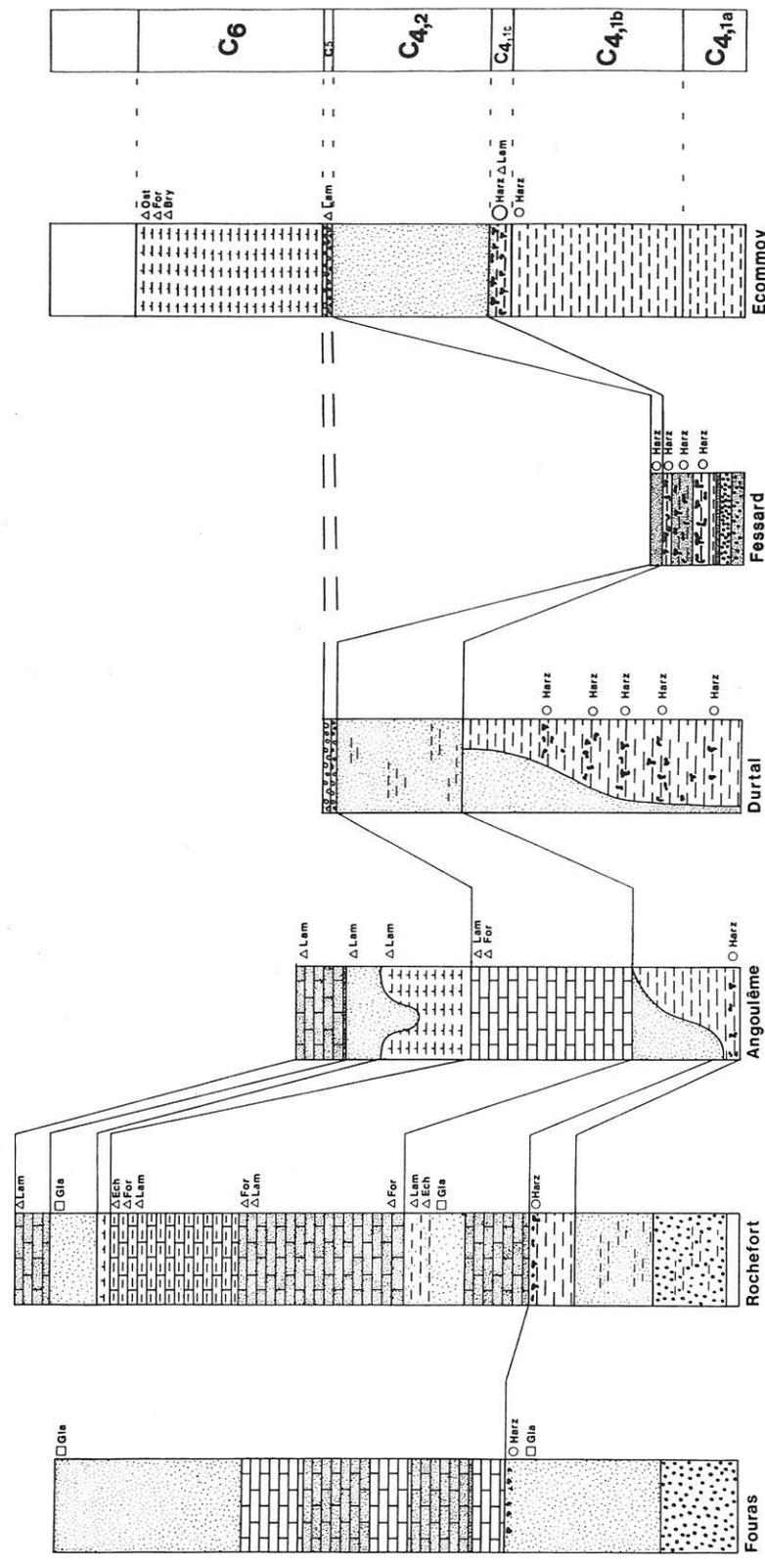
Als ein Indiz für die Autochthonie oder Allochthonie einer fossilen Harzlagerstätte gibt DIETRICH (1974 und 1976) die Bernsteingröße in Abhängigkeit vom Sediment an, wobei deren Durchmesser auf volumengleiche Kugeln bezogen wird. In Kohlen und Brandschiefern finden sich kleinere und größere (bis zu faustgroße) knollig ausgebildete Bernsteine annähernd gleichen spezifischen Gewichtes miteinander vergesellschaftet, was auf Grund des breiten Korngrößen-Spektrums und aus hydrodynamischer Sicht darauf hinweist, daß diese Bernsteine nicht oder nur geringfügig umgelagert wurden. Die für die Allochthonie charakteristischen Schiefertone und ton- bzw. siltreichen Detritus-Sedimente haben im Libanon offensichtlich ein wesentlich anderes Bernstein-Spektrum geliefert: Bei maximalen Größen von etwa 1 cm³ finden sich vor allem körnige Bernsteine und unregelmäßig geformte, nicht abgerollte Bruchstücke.

Abb. 6: Stratigraphische und sedimentologische Korrelation harzführender Lokalitäten vom Rand des Aquitanischen und des Pariser Beckens.

**Stratigraphische und sedimentologische
Korrelation
harzführender Lokalitäten vom Rand des
Aquitanischen und des Pariser Beckens**

Legende:

	KALK		MERGELTON		GLAUKONIT
	KALKSAND		SANDE		FORAMINIFERA
	MERGEL		KIESE		OSTRACODA
	TON		LIGNITE		BRYOZOA
					LAMELLIBR.
					ECHINODERM.
					FOSSILES HARZ



↕↕

-W **AQUITANISCHES BECKEN** **PARISER BECKEN** **E**

Für die fossilen Harze aus Frankreich sind nur die letztgenannten Sedimentations-Typen anzugeben, jedoch finden sich darin nicht ausschließlich die nach DIETRICH zu erwartenden Harzsorten, sondern es kommen bisweilen auch die von ihm nur für autochthone Lagerstätten genannten Varianten (maximale Größe von einzelnen Harzbrocken bis etwa 300 g) vor.

Auch das Beispiel des Baltischen Bernsteins, der ohne Zweifel aus allochthoner Lagerstätte stammt (KATINAS 1971), zeigt, daß größere Harzbrocken (das größte jemals gefundene Stück hatte nach ANDRE 1951 ein Gewicht >9700 g) eine länger andauernde Verfrachtung ohne großen Schaden überstehen können.

Nach den Schichtdaten handelt es sich bei keinem der 3 genannten Harzvorkommen aus NW-Frankreich um eine autochthone Lagerstätte. Das harzführende Sediment von Fouras deutet nach SCHWIETZER (1977) auf ein überschwemmtes Delta hin. Häufige Schuttanlieferungen im Überflutungsbereich und reduzierende Verhältnisse im Sediment, wie das Vorkommen von Pyrit andeutet, schließen die Besiedlung durch grabende Organismen aus. Brackwasser läßt die Schwebstoffe stark dispergieren, verlangsamt die Sedimentation und bewirkt ein Sinkstoffmaximum. Für die gute Konservierung des Harzes sorgte vor allem die fehlende Bioturbation.

Der sich in allmählicher Absenkung befindende Kontinentalbereich am W' Rand des Pariser Beckens, repräsentiert durch die Fundorte Bezonnais und Durtal, hinterließ geringfügig davon zu modifizierende Bildungsbedingungen. Für das transgredierende Meer wird von VOIGT (1964) eine relativ hohe Durchschnittstemperatur (etwa 20 - 22° C) angegeben.

Im Vergleich zu rezenten Ökosystemen entsprechen diese beiden Fundorte vielleicht Mangrovenwäldern, die rezent in der Gezeitenzone der tropischen Meeresküste an günstigen Stellen mit Stelzwurzeln im schlammigen Grund wachsen, und die sich durch eine spezifische, den Sonderbedingungen angepaßte artenarme Tierwelt auszeichnen. Darauf weisen auch die in Bezonnais aufgefundenen Makrofossilien hin.

Ein Modell wird durch einen rezenten Vertreter der Leguminosae, *Hymenaea courbaril*, aufgezeigt, der für seine außergewöhnlich starke Harzproduktion bekannt ist, die sich am Boden im Umkreis des Baumes ablagert. Nach LANGENHEIM (1969) wächst *H. courbaril* bevorzugt an Flüssen, die im Mangrove-Ästuarin ins Meer münden.

3.4. Allgemeine Schlußfolgerungen

Fossile Harze lassen sich in Gesteinsschichten seit dem ersten Auftreten der Landpflanzen nachweisen (GOTHAN & HOEHNE 1943). Ihr stratigraphisches Alter ist häufig nur schwierig festzustellen, denn unter der Voraussetzung, daß die Harze an ihrem ursprünglichen Bildungsort, einem Moor beispielsweise, auch endgültig abgelagert wurden, muß festgehalten werden, daß in dieser Fazies brauchbare Leitfossilien kaum aufgefunden werden können. Andererseits ist bei einer etwaigen Verfrachtung der Harze nicht hinreichend gewährleistet, daß potentielle Leitformen des endgültigen Einbettungsmilieus dieser Harze auch deren reales Alter angeben. Daher kann eine Chronologie in vielen Fällen nur mit Hilfe bestimmbarer Faunen im Liegenden oder Hangenden vorgenommen werden.

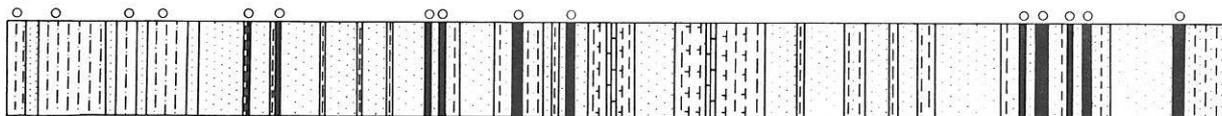
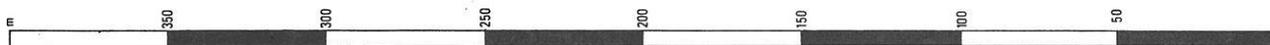
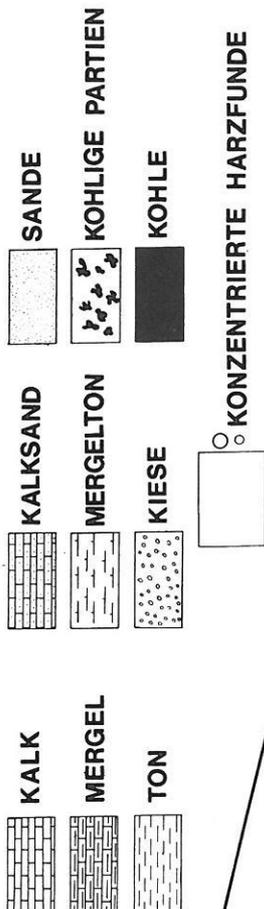
Fossile Harze finden sich in Gesteinslagen, die sich in ihrem Gehalt an Kohle, Brandschiefer, ton- und siltreichen Detritus-Sedimenten oder Schiefertönen unterscheiden. Nach der Faustregel, daß der Anteil pflanzlicher Bestandteile im Sediment um so größer anzusetzen ist, je geringer der erfolgte Transport ist, können grob 3 Hauptlagerungs-Typen unterschieden werden: die autochthone, parautochthone und allochthone Einbettung des Harzes im Sediment. Dabei sind alle Arten von Übergängen beobachtbar. Im allgemeinen stellen die autochthonen Lagerungsverhältnisse einen Fazies-Typ dar, der sich durch seine kohligen Bestandteile auszeichnet. Parautochthone Harzablagerung ist erkennbar, wenn in kohligen Flözlagen beispielsweise marine Evertibraten auffindbar sind, die zumindest eine zeitlich begrenzte Überspülung indizieren. Charakteristisch für allochthone Ablagerungen fossiler Harze ist dagegen der geringfügige Anteil pflanzlicher Komponenten in diesen Sedimenten. Je nach Ablagerungsmilieu verschieden, kann es sich um überwiegend sandige, ton- und siltreiche Detritus-Sedimente oder Schiefertöne handeln. Notwendige weitere Bedingung scheint auch ein ursprünglich vorhandenes reduzierendes Milieu zu sein.

Abb. 7: Geologische Profile verschiedener harzführender Lokalitäten, die Beispiele für autochthone, parautochthone und allochthone Ablagerungsverhältnisse anzeigen sollen. Zusammengestellt nach Angaben verschiedener Autoren.

Geologische Profile verschiedener harzführender Lokalitäten

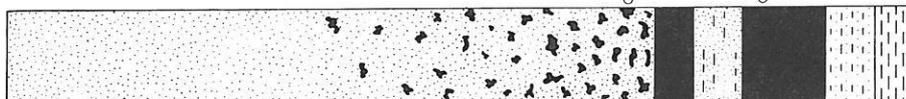
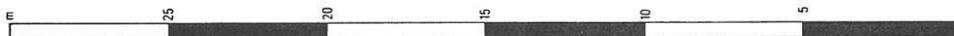
Nach unterschiedlichen Autorengaben verändert und ergänzt

Legende :



Libanon
Grès de base

par-autochthone



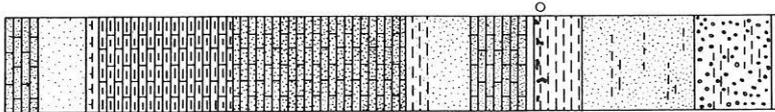
USA, Maryland, New Jersey
Magothy Formation

autochthone



Alaska
Kuk River

para-autochthone



Frankreich
Rochefort

allochthone Harzablagerung

Für diese 3 Fazies-Typen werden in Abbildung 7 geologische Profile dargestellt, die nach unterschiedlichen Autorenangaben redaktionell verändert oder ergänzt wurden. Absichtlicherweise wird keine stratigraphische Korrelation aufgezeigt, sondern es werden nur lithologische Ähnlichkeiten und Unterschiede und die daraus resultierenden Klassifikations-Möglichkeiten demonstriert. Die Darstellung der Profile erfolgte für den Libanon nach den Angaben von DIETRICH (1974), für Maryland und New Jersey nach BERENDT (1870), für Alaska nach LANGENHEIM, SMILEY & GRAY (1960), für das Baltikum nach KATINAS (1971), und für Rochefort, NW-Frankreich, nach OERTLI (1974, pers. Mitt.).

Nach DIETRICH (1974 und 1976) läßt sich die Größe der aufgefundenen Harzbrocken in Abhängigkeit zur Art des Sedimentes setzen. Danach nimmt der Durchmesser der Harzbrocken — bezogen auf volumengleiche Kugeln — je nach Einbettung in Kohle, Brandschiefer, ton- und siltreichen Detritus-Sedimenten oder Schiefertönen ab. Die Befunde am fossilen Harz des Libanon stehen im Widerspruch zu den Ergebnissen an fossilen Harzen aus NW-Frankreich, und, sofern DIETRICH's Behauptung auch für andere Harze Geltung haben soll, mit den jahrhundertelangen Erfahrungen am Baltischen Bernstein. Mit Sicherheit stellt die "Blaue Erde" des Samlandes eine allochthone Lagerstätte dar — darauf verweisen die marinen Evertebraten-Fossilien und die Lithologie dieser Schichtfolge. Auch unter den fossilen Harzen von NW-Frankreich sind aus den — nach der Terminologie von DIETRICH vergleichbaren ton- und siltreichen Detritus-Sedimenten (C4,1c) — Harzbrocken mit einem Durchmesser von mindestens 6 cm bekanntgeworden. Nach DIETRICH hätten in diesem Fazies-Typ nur solche mit maximal etwa 1 cm Durchmesser aufgefunden werden dürfen.

4. HARZBESCHREIBUNG

4.1. Fossile Harze als Kaustolithe

Ebenso wie alle anderen gehören die aus NW-Frankreich stammenden fossilen Harze zu den Biolithen, Naturkörpern unter den Gesteinen, die durch das Leben von Organismen gebildet wurden. Da Harze unter Entwicklung aromatischer Dämpfe brennen, werden sie den Kaustobiolithen oder Kaustolithen (PACLT 1953) zugeordnet. Innerhalb dieser stellen sie Vertreter der Liptobiolithe (pflanzliche Rückstandsprodukte) dar.

Ihre Stellung in dem von POTONIE (1910) begründeten und von PACLT (1953) neu gefaßten System der Kaustolithe ist in Tabelle 3 ersichtlich.

Tab. 3: Einteilung der Kaustolithe (nach PACLT 1953)

Typ der Kaustolithe	Kategorie 1	Kategorie 2	Kategorie 3
Humolithe (Humus- oder Kohlengesteine)	Torfe und Kohlen	Sapperite ($C_6 H_{10} O_5$) _n	Carbonite (natürliche Kokse)
Sapropelithe (Faulschlammgesteine)	Feuchte Körper	Sapropelithische Kohlen	Bitumina
Liptobiolithe (pflanzliche Rückstandsgesteine)	Wachse	Kautschuke	Harze

Obwohl fossile Harze ebensowenig wie die Kohlen und Faulschlammgesteine auf Grund der nicht ausdrückbaren stöchiometrischen chemischen Formeln Mineralien darstellen, lassen sich viele in mineralogischer Terminologie gebrauchte physikalische und chemische Eigenschaften aufzählen, die auch zur Unterscheidung und Abgrenzung der fossilen Harze untereinander gebraucht werden können.

4.2. Physikalische Eigenschaften

4.2.1. Kristallform

Amorph, keine innere Struktur

4.2.2. Spezifisches Gewicht

Frisch: 1,11 (nach CHAUFFIN 1963)

Änderung bei Verwitterung: leichter, 1,050 - 1,096 (nach LACROIX 1910)

4.2.3. Bruch

LACROIX (1910) und CHUDOBA & STOTZEL (1933) ordnen die fossilen Harze aus Frankreich den Retiniten zu. Diese sind spröde, zeigen aber manchmal bergfrisch "einige elastische Biegsamkeit, die sie an der Luft bald einbüßen" (CHUDOBA & STOTZEL 1933). Nach eigenen Beobachtungen ist der frische Bruch muschelartig und glänzend (Taf. 3, Fig. 6 und 7).

4.2.4. Härte

Härteunterschiede zwischen Kern und Verwitterungsrinde: 2 - 2,5 (nach LACROIX 1910) (Mohs'sche Härteskala).

4.2.5. Optische Eigenschaften

Farbe: Ocker, wachsbraun, rötlichbraun, anthrazit. CHAUFFIN (1963) bezeichnet Harze vom Fundort Bezonnais sehr treffend als milchig. Die sehr selten auftretenden klaren Varietäten sind gelb bis rot.

Durchsichtigkeit: Die Trübung fossiler Harze wird durch die Anzahl und Größe der in ihnen enthaltenen Bläschen hervorgerufen. Nach dem Grad der Trübung werden beim Baltischen Bernstein 4 verschiedene Sorten unterschieden:

1. Flomig: ein klarer Stein mit nur schwach wolkigen Trübungen ($1 \text{ mm}^3 < 600$ Bläschen, $\varnothing = 0,02 \text{ mm}$)
2. Bastard: ein satt trüber Stein. Die Farbe schwankt zwischen weiß-graugelblich und bräunlichgelb. ($1 \text{ mm}^3 \approx 2500$ Bläschen, $\varnothing = 0,0025 - 0,0012 \text{ mm}$)
3. Knochig: ein durchscheinender, knochen-elfenbeinfarbiger und gut polierbarer Stein ($1 \text{ mm}^3 > 900000$ Bläschen, $\varnothing = 0,0008 - 0,0004 \text{ mm}$)
4. Schaumig: ein undurchsichtiger, kreideweißer Stein, der schlecht oder nicht polierbar ist (Bläschen sind schon mit unbewaffnetem Auge sichtbar)

Übergänge können auftreten.

Fossile Harze aus Frankreich sind fast ausschließlich in trüben Varietäten gefunden worden. Von Durtal kommen Stücke, die dem schaumigen Stein des Baltischen Bernsteins sehr ähneln. Allgemein überwiegen jedoch die halbdurchsichtigen, kantendurchscheinenden bis nahezu undurchsichtigen Sorten, die nicht in das o. a. Klassifizierungsschema des Baltischen Bernsteins passen. Während für diesen von HELM (1878) die charakteristische, gleichförmige Scharung der Bläschen gleicher Größe angegeben wird, treten sie in den französischen Harzen in ganz anderer Weise auf.

Dünnschliffe zeigen unterschiedlich große Bläschen dicht nebeneinander gedrängt, so daß eine ungefähre Angabe über ihre Anzahl in 1 mm^3 nicht gemacht werden kann. Auch ihre Form ist nicht gleichartig. Während im Baltischen Bernstein fast ausschließlich kugelige Bläschen auftreten, sind oval bis zapfenförmig ausgezogene Varianten nicht selten. Die Oberfläche der Bläschen in den französischen Harzen weist im Gegensatz zu der des Baltischen Bernsteins eine narbig-rissige Struktur auf, die vermutlich auf Schrumpfungerscheinungen zurückzuführen ist. Auf Tafel 4, Fig. 4 ist ein typischer Dünnschliff photographisch dargestellt.

Deformierte Bläschen können beim Baltischen Bernstein auch beim Klarkochen (DAHMS 1914) entstehen. Danach geht der in Rübsamenöl allmählich auf $115 \text{ }^\circ\text{C}$ erhitzte knochige Stein in den Bastard über, indem die kleinen Bläschen zu größeren zusammenfließen. Zu diesem Zusammentreten im Baltischen Bernstein ist eine gewisse Viskosität notwendig, die bevorzugt dort zu finden ist, wo von der Erosionsoberfläche oder von Rissen im Inneren aus der Sauerstoff der Luft einzuwirken vermag. Die neue Form der Bläschen, ihre Übergänge und Orientierung sind als Erscheinungen der durch die Hitzeeinwirkung verursachten Fließrichtung aufzufassen. Nach diesem Verfahren vorgenommene Klärungsversuche an den französischen Harzen scheiterten jedoch, da die Proben infolge ihrer Sprödigkeit während der Erhitzung vollständig zersprangen.

4.2.6. Fluoreszenz

Das für den Baltischen Bernstein und andere fossile Harze nachgewiesene Fluoreszenz-Verhalten wurde bei französischen fossilen Harzen nicht festgestellt.

4.2.7. Röntgenographisches Verhalten

Schon DOELTER (1896) stellte fest, daß Baltischer Bernstein einer der für Röntgenstrahlen durchlässigsten Körper ist. Nach FRONDEL (1967) enthalten manche der gewöhnlichen amorphen fossilen Harze jedoch genügend kristalline Bestandteile, um mit Röntgen-Diffraktometern brauchbare Beugungsergebnisse zu liefern. Die von SCHWIETZER (1977) mit einem Röntgen-Diffraktometer der Firma Philipps für fossile Harze von verschiedenen Fundpunkten erstellten Kurven ähneln sich sehr. Für alle ist der Reflexionsstrahl erster Ordnung zwischen 5,7 und 6,2 Å charakteristisch. Unterschiede bestehen nur in vielen kleineren und manchen deutlichen Reflexen niederer Ordnung. Ähnlichkeiten zwischen dem Baltischen Bernstein und den Proben von Fouras und Bezonnais lassen sich beim Vergleich der Werte für die Gitterkonstanten und für die Reflexionsintensitäten der Objekte untereinander feststellen.

Die für die Analyse von Inkluden der französischen Harze angewandte röntgenographische Methode eignet sich nur dann, wenn die Fossilien oder Teile derselben in Pyrit umgewandelt sind (vgl. Kap. 5.2.7.).

4.2.8. Elektrisches Verhalten

Die Dielektrizitätskonstante der französischen Harze wurde nicht bestimmt. Sie ist vermutlich relativ hoch, da negativ elektrisches Ladungsvermögen nachweisbar ist (> 2,8).

4.2.9. Geruch

Frischer Bruch und Abrieb auf der Schleifplatte ergeben einen charakteristischen, leicht bituminösen Geruch

4.2.10. Verfahren zur Ermittlung weiterer physikalischer Eigenschaften

Folgende Untersuchungsverfahren sind bisher vor allem beim Baltischen Bernstein durchgeführt worden:

- Kernmagnetische Resonanz-Spektroskopie (BECK 1972)
- Massen-Spektroskopie (EICHHOFF & MISCHER 1972)
- Dünnschicht-Chromatographie (LEBEZ 1968 nach BECK 1972)
- Neutronenaktivierungs-Analyse (DAS 1969 nach BECK 1972)
- Fission-Track-Dating (UZGIRIS & FLEISCHER 1970 nach BECK 1972)

4.3. Verwitterungsvorgänge

Verwitterungsvorgänge am Baltischen Bernstein sind von DAHMS (1914) und SCHUBERT (1964 und 1965), am fossilen Harz des Libanon von DIETRICH (1974 und 1976) detailliert beschrieben worden.

4.3.1. Erhaltung im Sediment

Die harzführenden Schichten von Bezonnais, Durtal und Fouras stellen das natürliche Substrat dar, in denen die Harze etwa 95 Millionen Jahre konserviert wurden. Die Spuren von Erosion im Verlauf dieses Zeitraumes sind im Vergleich zu den Einwirkungen nach der Entnahme außerordentlich gering. Natürlicher Bruch auf Grund von tektonischen Einflüssen während der Diagenese konnte nicht beobachtet werden.

Noch vollständig vom Sediment umgebenes Harz zeigt kaum auffällige Merkmale einer Verwitterung. Seine Oberfläche ist zwar nicht vollkommen glatt, sondern zeigt eine bei größeren Stücken maximal etwa 2 mm dicke krustige Rinde, die im fossilen Harz des Libanon in ähnlicher Weise auftritt, und deren Entstehung DIETRICH (1974) darauf zurückführt, daß härtere Sedimentpartikel in das weichere Harzmaterial eingepreßt wurden.

Eine Besonderheit der französischen Harze ist das häufige Auftreten von Pyrit als deren Begleiter. Stücke, die von kleineren oder größeren Hohlräumen durchsetzt sind, lassen die Bildung auskristallisierter Drusen dieses Minerals erkennen. DAHMS (1892) hat ähnliches beim Baltischen Bernstein im schaumigen oder sehr viel seltener im knochigen Stein beobachtet. Jedoch sind hier die Bläschen nur dünn ausgekleidet, bzw. ausschließlich kleinere gänzlich mit Pyrit ausgefüllt, während sich in den französischen Harzen über haarfeine Spalten

weitverzweigte Systeme von Pyrit-Bleichen oder -Blasen gebildet haben können. Diese sind häufig auch thallusförmig.

Der in wässriger Lösung offensichtlich durch feinste Klüfte eingedrungene Pyrit hat in einigen Fällen auch die ursprünglich inkohlten Inkluden erfaßt und in dieses Material umgewandelt. DAHMS (1892) berichtet von einer *Termes antiquus* (Isoptera), bei der "die Flügel zum Theil in Kies umgewandelt (sind), während der Rest derselben gänzlich der zarten Structur entbehrt, ein Zeichen, daß diese Partien, sei es durch bloße Zersetzung, sei es durch die bei dem Niederschlagen des Bisulfid freiwerdende Schwefelsäure, im Schwinden begriffen sind". In ganz ähnlicher Weise sind einige Inkluden der französischen Harze erhalten.

Sind die französischen Harze durch fortgeschrittene Erosion des Sedimentes dem Einfluß der Atmosphäre ausgesetzt, verändert sich ihre stabile Beschaffenheit. Die Rindenbildung verstärkt sich, und Spannungszustände im Inneren führen zu Rissen und Sprüngen, durch die ehemals größere Stücke vollständig zerlegt werden können. Auch die Farbe verändert sich: Im Gelände erodierte Harzkörper sind überwiegend blutrot gefärbt.

4.3.2. Aufbewahrung und Erhaltung nach der Isolierung

Bergfrisch entnommenes Material weist im allgemeinen eine leicht variierende bräunliche Farbe auf. Bei Aufbewahrung in der Luft tritt schon wenige Stunden später ein irreversibler Erosionsprozeß ein, der sich durch eine allmählich von den Rändern ausgehende Trübung bemerkbar macht. ROTTLÄNDER (1977, pers. Mitt.) vermutet, daß diese in der Verdunstung der in den Bläschen wahrscheinlich enthaltenen Flüssigkeit begründet ist, indem Totalreflexion eintritt. Gegen diese Annahme spricht die Tatsache, daß einmal getrübt Harzstücke auch nach längerer anschließender Aufbewahrung im Wasser nicht den ursprünglichen Grad der Durchsichtigkeit wiedererlangen. Auch bei rascher Überführung des fossilen Harzes in ein anderes Medium, wie z. B. Petroleum oder Gießharz, tritt die beschriebene Trübung ein, und das Harz verändert seine Farbe in ein milchiges graugelb. Ohne Zweifel spielen Temperatur-Einwirkungen eine große Rolle: Der Einfluß einer Wärmequelle — unumgänglich bei der Beobachtung von Inkluden durch das Mikroskop in Form der Beleuchtung — zeigt sich schon nach wenigen Minuten in abrupt auftretenden Sprüngen, deren Orientierung durch submikroskopische Spalten vorgezeichnet ist.

Die für den Baltischen Bernstein charakteristischen Sonnenflinten — das sind rundliche, talerartig gestaltete und mit Luft gefüllte Spalten — wurden dagegen nie in französischen Harzen beobachtet.

Um das Harz ohne Veränderungen aufzubewahren, hat sich Wasser mit etwa 3 - 5 % versetztem Alkohol als Schutz vor mikrobiologischer Zersetzung am besten bewährt.

4.4. Chemische Eigenschaften

4.4.1. Löslichkeit

Im Wasser sind die Harzbrocken unlöslich. Nach CHUDOBA, & STÜTZEL (1933) löst sich Retinit in Äther ziemlich leicht. In eigenen Versuchen hinterließ absoluter Alkohol auf anpolierten Flächen innerhalb von wenigen Minuten eine netzartige, kleingefelderte Rinde. Nach einigen Stunden wandelten sich kleinere Harzstücke in eine weißliche, gummiartige Masse um. Dies widerspricht den von CHAUFFIN (1963) gemachten Angaben. Auch andere organische Lösungsmittel sind den fossilen Harzen aus NW-Frankreich gegenüber recht aggressiv, obwohl sie sich nie vollständig darin lösen.

4.4.2. Die Rolle von Harzen im pflanzlichen Stoffwechsel

Ausgehend von Beobachtungen an der rezenten Flora nimmt die Harzsekretion einen wichtigen Platz innerhalb des pflanzlichen Stoffwechsels ein. Meist besonders abwechslungsreich entwickeltes Gewebe ist sekretorisch tätig. Diese Sekrete, insbesondere ätherische Öle, Balsame, Kampfer, Harze und Kautschuke, werden oft nur von einer geringen Anzahl der Zellen eines Organs gebildet, die durch ihre histologische Differenzierung im allgemeinen gut gekennzeichnet sind. Im weiteren Verlauf bleiben diese Sekrete entweder in den sekretliefernden Zellen stecken, oder sie werden an benachbarte Interzellularräume abgegeben.

Alle die genannten Stoffwechselprodukte werden chemisch den Terpenen zugerechnet, bauen sich also trotz ihrer äußeren Unterschiede aus gleichartigen Grundelementen auf und stellen daher eine natürliche Stoffgruppe dar.

Unter ätherischen Ölen werden leichtflüssige Kohlenwasserstoffe und deren Derivate verstanden (pflanzliche

Geruchspender), Balsame sind flüssige, und Kampfer leicht flüchtige, feste organische Verbindungen, die alle zu den Monoterpenen ($C_{10}H_{16}$) gehören.

Harze sind äußerlich halb feste, nichtflüchtige, lipophile Stoffgemische mit überwiegend Terpen- oder Phenylpropankörperderivaten, oft auch mit Anteilen von Schleimstoffen oder Gummien. Sie werden zu den Diterpenen ($C_{20}H_{32}$) gerechnet.

Funktionell ist ihre Rolle nicht eindeutig geklärt. Möglicherweise wirken sie bei Wundverschlüssen mit. Vielfach werden sie auch als pathologische Produkte angesehen.

Zu den Polyterpenen ($C_{5n}H_{8n}$) werden die Kautschuke gerechnet, die als Koagulationsprodukte verschiedener Milchsäfte zu verstehen sind. Wirtschaftlich unter den Terpenen am bedeutendsten, sind sie auch fossil nachgewiesen, wie die fossile Kautschuk-Rinde aus dem Geiseltal, die vermutlich von *Ficus* sp. stammt. Bekannt sind sie ausschließlich von Vertretern der Dicotyledonae, innerhalb dieser wiederum besonders von den Euphorbiaceae (Wolfsmilchgewächse).

4.4.3. Ermittlung des Chemismus fossiler Harze durch die IR-Spektroskopie

Bei den fossilen Harzen sind die Gemische von Terpenen zu unlöslichen Makromolekülen copolymerisiert. Durch trockene Destillation wurde zwar schon durch AGRICOLA (1546) die Bernsteinsäure isoliert, deren Hauptteil, das "Succinin" blieb aber auch in Äther oder Alkohol unlöslich und unverseifbar. Auch durch die Arbeiten von TSCHIRCH & AWENG (1894) und SCHMIDT (1936) konnte die Strukturformel von Bernstein-Bestandteilen nicht geklärt werden. SCHMIDT wies jedoch nach, daß Baltischer Bernstein zu den Dehydrierungsprodukten Agathalin und Pimanthren abgebaut wird.

Als Harz einer Kiefernart (SCHUBERT 1961) ist Baltischer Bernstein chemisch der Abietinsäure ähnlich, die sich unter dem Einfluß von Säuren teilweise dimerisieren läßt. Von diesem Ausgangspunkt her hat ROTTLÄNDER (1969 und 1974) durch Modellversuche aufgezeigt, daß der Baltische Bernstein als Hauptbestandteil einen Ester und kaum freie Säure- und Alkoholfunktionen enthält. Fossile Harze anderer Herkunft enthalten freie Säurefunktionen, außerdem sind Methyl- und Methylengruppen gut identifizierbar.

Die Infrarot-Spektroskopie wurde nach dem zweiten Weltkrieg auch für fossile Harze als Untersuchungsmethode erprobt. Anfangs als Identifikationsmöglichkeit der Artefakte des sizilianischen Simetites angesehen, stand paläontologisch die Frage nach der systematischen Stellung der harzabsondernden Pflanze im Vordergrund.

Nach BECK (1966 und 1972) kann Baltischer Bernstein durch seine IR-Esterbanden erkannt werden, denn die systematische Auswertung von fast 3000 Spektren aller der ihm zur Verfügung stehenden fossilen Harze Europas mit einer elektronischen Rechenanlage (IBM Modell 360/30) zeigte, daß der Succinit (i. e. Baltischer Bernstein) auf diesem Wege mit über 97 % Sicherheit identifiziert werden kann.

4.4.3.1. Bandenbildungen im IR-Spektrum

4000 - 1250 cm^{-1}

Alle Spektren, sowohl fossiler als auch rezenter Harze, zeigen mehr Übereinstimmungen als Unterschiede in den Regionen von 4000 - 1250 cm^{-1} , wo die Bandenbildungen Indikatoren für funktionelle Gruppen darstellen, die nur geringfügigen Veränderungen im intramolekularen Verband ausgesetzt waren. So ist eine erste Bandenbildung bei 3500 cm^{-1} ein Anzeichen von Hydroxi-Gruppen, die auch bei 1650 cm^{-1} noch einmal auftauchen. Bandenbildungen bei 2950 cm^{-1} zeigen Carbonyl-Hydroxyl-Verbindungen, die ebenfalls bei 1470 cm^{-1} und 1380 cm^{-1} erscheinen. Die wichtige Bande in der Umgebung von 1700 cm^{-1} läßt auf eine Carbonyl-Oxigen-Doppelbindung schließen, die in ihrer Position und Intensität bemerkenswerte Variabilität zeigt.

1250 - 1000 cm^{-1}

Die sogenannten oberen Regionen der IR-Spektren (von 1250 - 650 cm^{-1}) zeigen innerhalb der rezenten und fossilen Harze größere Variabilität und Unterschiede. Deshalb werden in vielen Fällen gerade diese Regionen für die Zuordnung der fossilen Formen zu verwandten rezenten herangezogen. Bandenbildungen zwischen 1250 cm^{-1} und 1000 cm^{-1} sind Anzeichen einer Carbonyl-Oxigen-Einfachbindung, wobei eine Bande bei 1025 cm^{-1} vermutlich als ein primärer Alkohol interpretiert werden darf. Banden bei 1095 cm^{-1} und 1105 cm^{-1} rühren vermutlich von sekundären Alkohol-Funktionen her, die bei der Oxidation von Doppelbindungen im Verlauf der natürlichen Alterung entstanden sind.

Spezifisch für den Baltischen Bernstein ist zwischen 1250 cm^{-1} und 1180 cm^{-1} eine breite, im Idealfall

völlig horizontale Absorptionsschulter, die bei 1150 cm^{-1} in ein Absorptionsmaximum übergeht. Dieser von BECK als die "Baltische Schulter" bezeichnete Verlauf des IR-Spektrums indiziert das Bernsteinsäure-Anhydrid. Dieses war allerdings ursprünglich nicht im Baltischen Bernstein vorhanden, sondern ist ein Oxidationsprodukt. Erst die Umlagerung des Harzes in die allochthonen, Glaukonit enthaltenden sekundären Lagerstätten führte dann zu den in der Regel in den IR-Spektren eozäner Bernsteine erkennbaren starken Esterbanden, die zusammen mit der Oxidation zum Bernsteinsäure-Anhydrid geführt haben.

$1000 - 650\text{ cm}^{-1}$

Obwohl Bandenbildungen in den Regionen von 1000 cm^{-1} bis 650 cm^{-1} in ihrer Zuordnung weitaus schwieriger erklärbar sind, verursachen doch die Hydroxyl-Moleküle im Zusammenhang mit ungesättigten Carbonyl-Molekülen Banden bedeutenden Informationsgehaltes.

Bei fossilen Harzen ist die wichtigste von diesen in der Umgebung von 885 cm^{-1} zu suchen. Diese Bande, welche in sehr vielen fossilen Harzen erscheint, ist ein sicherer Beweis für das Vorhandensein von Agathendisäure und verwandten Gruppen. Ein negativer Befund muß jedoch nicht unbedingt zur Schlußfolgerung führen, daß Agathendisäure niemals in diesem Harz vorhanden war, sondern diese Doppelbindung kann leicht im Verlauf eines längeren Zeitraumes oxidiert sein.

4.4.3.2. Untersuchungen verschiedener Proben

Die Behandlungsdaten der am Institut für Anorganische Chemie der FU-Berlin unter der Anleitung von Frau Prof. Dr. PERNOLL untersuchten Proben sind in den Tabellen 4 und 5 dargestellt.

Tab. 4: Proben-Nr., Fundort und Behandlungsweise verschiedener fossiler Harze für IR-spektroskopische Untersuchungen

Pr.-Nr.	Fundort	Einwaage	Mörserung	Speed	Gain
1	Balt. Ber.	?	mit KBr gemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	20/40	4 %
2	Balt. Ber.	?	mit Kbr gemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	20/40	4 %
3	Balt. Ber.	?	mit KBR gemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	20/40	3,5%
4	Balt. Ber.	?	mit KBr gemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	20/40	3,5%
5	Bornholm	6 mg	handgemörsert, 5 min Vibr., 10 min gepr.	20	2,7%
6	Libanon	?	nachgemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	40	3,5%
7	Fra., Bez. 1	?	mit KBr gemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	20/40	3,5%
8	Fra., Bez. 2	10 mg	mit KBr gemörsert, 5 min Vibr., 5 min gepr.	?	3 %
9	Fra., Bez. 3	?	mit KBr gemörsert, 5 min Vibr., 10 min gepr.	20	2,7%
10	Fra., Durt.	5 mg	handgemörsert, 5 min Vibr., 10 min gepr.	20	2,7%
11	Fra., Four.	?	mit KBr gemörsert, 4 min Vibr., 10 min gepr.	20/40	3,5%
12	Belgien	10 mg	mit KBR gemörsert, 5 min Vibr., 5 min gepr.	20	3 %
13	Siz., Cat. 1	5 mg	handgemörsert, 5 min Vibr., 5 min gepr.	20	2,7%
14	Siz., Cat. 2	5 mg	handgemörsert, 5 min Vibr., 10 min gepr.	20	2,7%
15	Fra., Allinges	10 mg	mit KBr gemörsert, 5 min Vibr., 5 min gepr.	20	3 %
16	Österr.,Gabl.	?	nachgemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	40	3,5%
17	Mexiko, Chiapas	10 mg	mit KBr gemörsert, 5 min Vibr., 5 min gepr.	20	3 %
18	Dom. Rep.	?	mit KBr gemörsert, 4 min Vibr., 10 min gepr.	40	3,6%
19	Burma, Mogaung	10 mg	mit KBr gemörsert, 5 min Vibr., 10 min gepr.	20	3 %
20	Burma, Tavoy	5 mg	handgemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	40	3,5%

Tab. 5: Proben-Nr., Fundort, Name und Behandlungsweise verschiedener rezenter Harze für IR-spektroskopische Untersuchungen

Pr.-Nr.	Fundort, Name	Einwaage	Mörserung	Speed	Gain
1	Neuseeland <i>Agathis</i> sp.	?	nachgemörsert, 4 min Vibr., 4 min gepr.	40	3,5%
2	Griechenland <i>Pistacia</i> sp.	?	mit KBr gemörsert, 5 min Vibr., 5 min gepr.	20	2,7%
3	Kreta <i>Eucalyptus</i> sp.	10 mg	mit KBr gemörsert, 5 min Vibr., 5 min gepr.	20	3 %

4.4.3.2.1. Bornholm, Umgebung Rönne (Abb. 8)

Im Oberen Jura der Insel Bornholm befindet sich bei der Ortschaft Rönne eine Tongrube, in deren Schichtabfolgen unter den tonigen Lagen sehr zahlreich Lignit-Reste zum Vorschein kommen. Wenig häufig kommen in 2 verschiedenen Ausbildungen fossile Harze darin vor. Die eine Form wird durch stecknadelkopfgröße, von zahlreichen, bislang ungedeuteten Verschnürungen (*Ascomycetes* ?) durchwachsenen Körpern gebildet. Ihre relativ raue Oberfläche verhindert eine Betrachtung des Inneren, so daß für den optischen Ausgleich eine Einbettung in Gießharz günstig ist.

Die andere Zustandsform ist sehr viel weicher, fast viskos, und zeigt Fließstrukturen. Das einen Kautschuk-artigen Eindruck hinterlassende Harz ist vollkommen undurchsichtig und weist beim nur auf Schleifpapier durchführbaren Anschliff im Auflicht grobe Musterungen ohne erkennbares Gefüge auf. Das Harz hat ein leichteres spezifisches Gewicht als Wasser und kommt in ockergelben bis dunkelbraunen, birnenförmigen oder länglichen Körpern vor, die 1 - 5 g schwer sind.

Im IR-Spektrogramm sind keine besonderen Auffälligkeiten erkennbar (Abb. 8). Ein von einer vermutlich an demselben Fundort gesammelten Probe erstelltes IR-Spektrogramm wurde von LANGENHEIM (1968) unbestimmten Vertretern der Conifera zugeordnet (Tab. 6, Abb. 14).

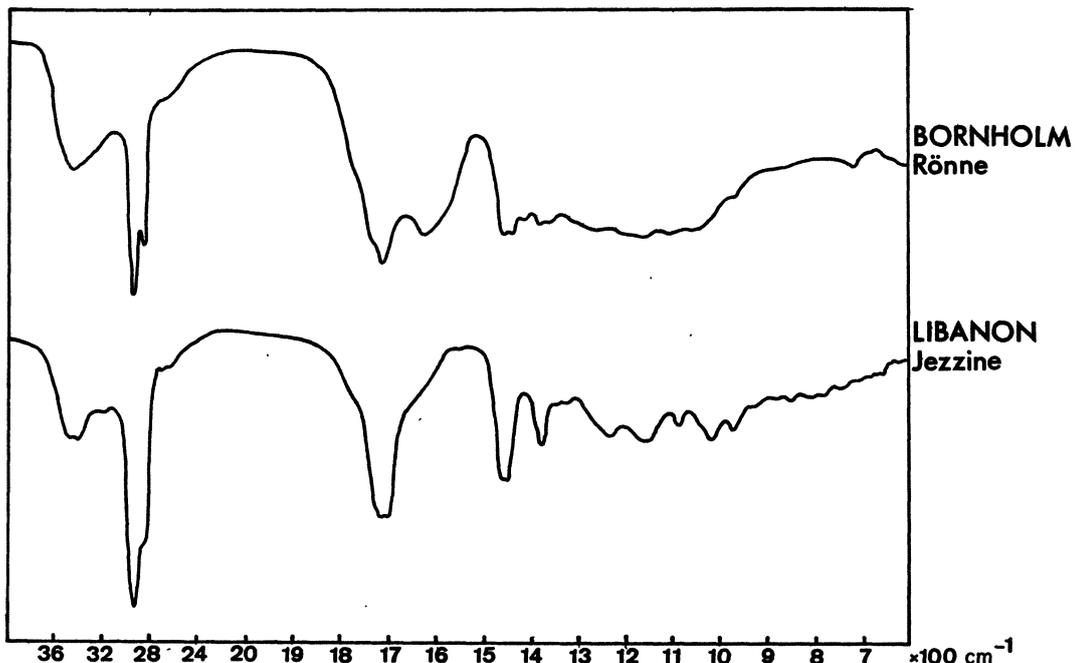


Abb. 8: Infrarot-spektroskopische Diagramme von 2 Proben fossiler Harze von Bornholm, Umgebung Rönne (Oberer Jura), und des Libanon, Umgebung Jezzine (Neokom) (Zur Interpretation siehe den Text)

4.4.3.2.2. Libanon, Umgebung Jezzine (Abb. 8)

Die äußeren Merkmale des fossilen Harzes aus dem Libanon werden eingehend in den Arbeiten von DIETRICH (1974, 1975 und 1976) erörtert. Aus eigenen Untersuchungen ist dem vorliegenden Datenmaterial kaum etwas hinzuzufü-

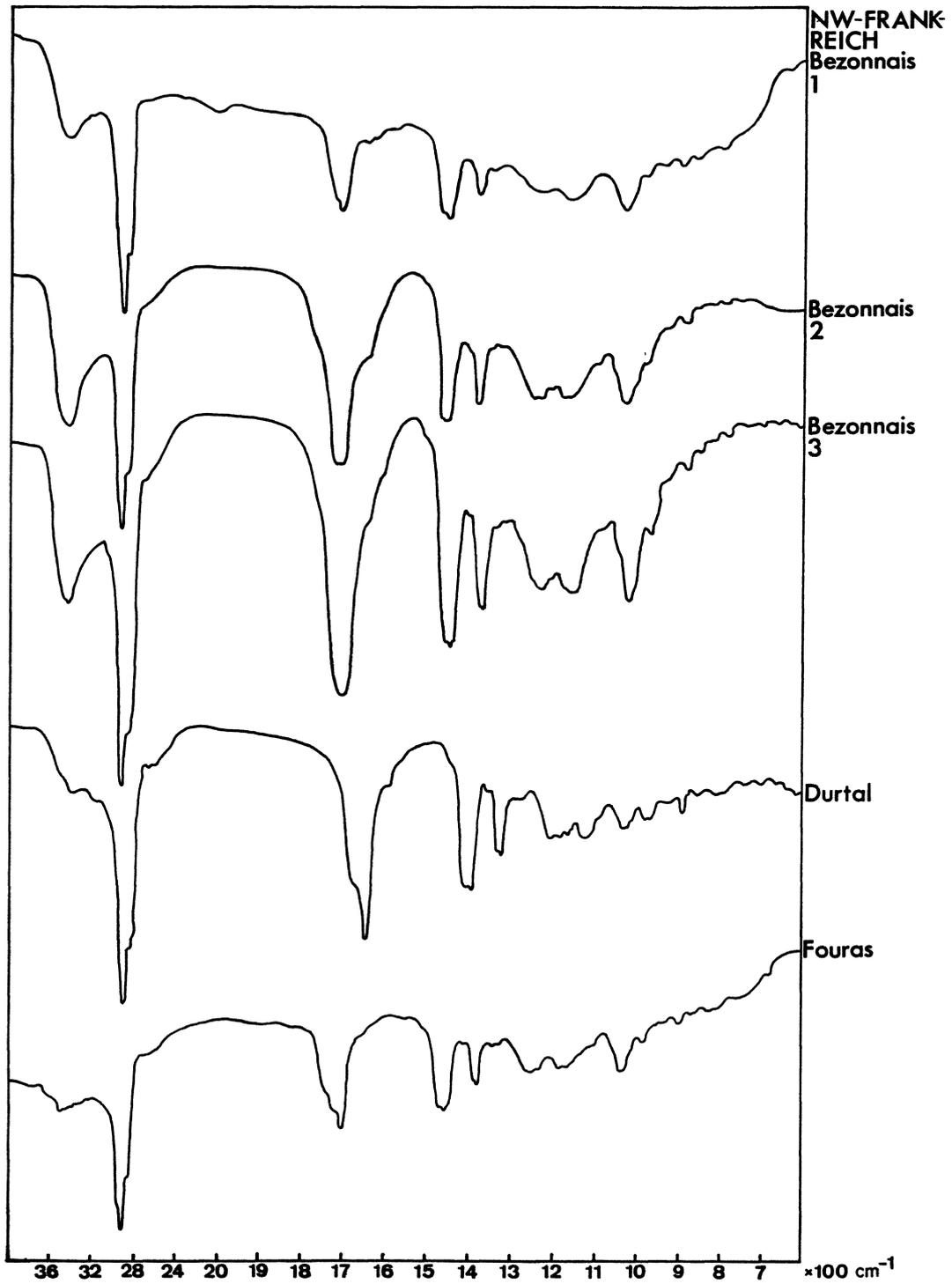


Abb. 9: Infrarot-spektroskopische Diagramme von 5 Proben fossiler Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich, Umgebung Bezonnais (1,2,3), Durtal und Fouras (Zur Interpretation siehe den Text)

gen. Dünnschliffuntersuchungen haben gezeigt, daß bei den trüben Varietäten große Übereinstimmungen mit den typischen Stücken der französischen Harze vorliegen. So zeigen sich unterschiedlich gefärbte Bläschen, die zum Teil gradiert im Harz auftreten, d. h. zum Rand ungenau zu definierender Schichtpolsterlagen gehäufte und voluminöser sind.

Das IR-Spektrogramm (Abb. 8) erlaubt folgende Interpretationen: Keto- und Esterfunktionen sind vorhanden (1224 cm^{-1} , 1714 cm^{-1} , 1734 cm^{-1}), ebenfalls vermutlich aromatische Strukturen (1635 cm^{-1}), wie Phenole und Chinone. Die Bande bei 1024 cm^{-1} spricht für einen primären Alkohol. Die bei der Oxidation von Doppelbindungen im Laufe der natürlichen Alterung entstandenen sekundären Alkoholfunktionen sind vermutlich an den Bandenbildungswerten bei 1092 cm^{-1} erkennbar. ROTTLÄNDER & MISCHER (1970) zogen aus den von ihnen untersuchten Proben des fossilen Harzes des Libanon den Schluß, daß nur eine einzige Stammpflanze in Frage käme, ein Vertreter der Araucariaceae (Abb. 14).

4.4.3.2.3. NW-Frankreich, Bezonais 1, 2, 3, Durtal und Fouras (Abb. 9)

Die von den fossilen Harzen aus NW-Frankreich erstellten IR-Spektrogramme zeigen vor allem die beiden folgenden Gesichtspunkte:

1. In keinem Spektrum taucht die "Baltische Schulter" auf.

2. Alle Spektrogramme ähneln sich in auffälliger Weise.

Eine deutliche Bandenbildung ist übereinstimmend beispielsweise zwischen 1697 cm^{-1} und 1708 cm^{-1} zu erkennen (Bezonais: 1700 cm^{-1} , 1702 cm^{-1} , 1708 cm^{-1} ; Durtal: 1697 cm^{-1} ; Fouras: 1699 cm^{-1}), ein Indiz für die Anwesenheit freier Säurefunktionen, und damit ein Hinweis auf den Lagerstätten-Typ.

Offensichtlich ist Agathendisäure, die eine exocyclische Doppelbindung besitzt, nachweisbar. Diese Bandenbildung tritt sowohl in Pr.-Nr. 7 bei 1638 cm^{-1} , in Pr.-Nr. 8 bei 1644 cm^{-1} , in Pr.-Nr. 9 bei 1645 cm^{-1} , in Pr.-Nr. 10 bei 1645 cm^{-1} , als auch in Pr.-Nr. 7 bei 886 cm^{-1} , in Pr.-Nr. 8 bei 888 cm^{-1} , in Pr.-Nr. 9 bei 885 cm^{-1} , in Pr.-Nr. 10 bei 887 cm^{-1} und in Pr.-Nr. 11 bei 886 cm^{-1} auf. Die Agathendisäure ist Bestandteil von Kopal, der von rezenten Vertretern der auf die S-Hemisphäre beschränkten Araucariaceae stammt.

2 von BECK & LIU (1976) untersuchte fossile Harze von Saint-Paulet de Caisson und Equillières (S-Frankreich) zeigen nicht nur äußerlich große Ähnlichkeit mit den Proben von Bezonais, Durtal und Fouras (Beschreibung nach CESSAC 1874 in BECK & LIU 1976: "très gros rognons brunâtres, presque opaques, faciles à casser et présentant des cassures conchoïdales"), sondern weisen auch in ihren IR-Spektrogrammen Übereinstimmungen mit den Harzen aus NW-Frankreich auf: Die asymmetrischen Banden zwischen 1465 cm^{-1} und 1450 cm^{-1} (Methyl- und Methylengruppen) sind viel stärker ausgeprägt als die symmetrischen Banden zwischen 1380 cm^{-1} und 1370 cm^{-1} . Eine von BECK & LIU (1976) bei 830 cm^{-1} nachgewiesene kleinere Absorption des Harzes von Saint-Paulet de Caisson taucht in den IR-Spektrogrammen der fossilen Harze von NW-Frankreich nicht auf, dagegen ist in den von BECK & LIU (1976) untersuchten Proben die Bandenbildung bei 885 cm^{-1} nicht nachweisbar.

Die Frage nach der harzliefernden Stammpflanze ist nach den bisherigen Daten nicht mit Sicherheit zu beantworten. Podocarpaceae, die ja nach den Pollen- und Sporenenuntersuchungen von AZEMA, DURAND & MEDUS (1972) am häufigsten im Cenomanium von Bezonais vertreten waren, können nicht in Betracht gezogen werden, denn die den Vertretern dieser Pflanzen-Familia im Harz eigene Podocarpsäure enthält eine Phenolstruktur, die sich im IR-Spektrogramm leicht erkennen ließe (BECK 1977, pers. Mitt.). Eine ganze Anzahl von Bandenbildungen stimmt bei den Sorten fossiler Harze des Libanon und von NW-Frankreich überein, so daß am ehesten ein Vertreter der Araucariaceae als ursprünglicher Harzproduzent anzunehmen ist.

4.4.3.2.4. Baltischer Bernstein 1, 2, 3, 4 (Abb. 10)

Dieses fossile Harz stellt ein Modell für die Untersuchungen verschiedener anderer fossiler Harze dar. Allgemein wenig bekannt ist es, daß das Auffinden Baltischen Bernsteins auch außerhalb seiner jetzigen, allochthonen Lagerstätte, der "Blauen Erde" des Samlandes, im Gebiet ursprünglicher glazialer Vereisung als Geschiebe auf tertiärer oder quartärer Lagerstätte recht erfolgreich sein kann. Im Gebiet Berlins sind im Verlauf weniger Sammeljahre in solchen Ablagerungen in verschiedenen Kiesgruben einige Kilogramm Baltischen Bernsteins gefunden worden, darunter Einzelstücke mit einem Gewicht $>300\text{ g}$.

In paläobotanischer Hinsicht wird heute allgemein die Ansicht vertreten, daß die Stammpflanze fast aller Sorten des Baltischen Bernsteins ein Vertreter der Pinaceae (*Pinus succinifera* CONWENTZ 1880 emend. SCHUBERT 1961) ist, die pathologischen und physiologischen Harzsekretionen (TSCHIRCH 1906) unterworfen war.

Bei den hier erfolgten Untersuchungen war es nicht möglich gewesen, stratifizierbare Proben bereitzustellen, da diese alle unbekannt Fundorten entstammen. Sie unterscheiden sich als Vertreter der Varietäten:

- Pr.-Nr. 1: klarer Stein
- Pr.-Nr. 2: leicht getrübler Stein
- Pr.-Nr. 3: wolzig getrübler Stein
- Pr.-Nr. 4: undurchsichtiger Stein

Trotz dieser physikalisch-optischen Variabilität sind die IR-Spektrogramme aller 4 untersuchten Proben recht einheitlich. Sie weisen die schon aus der Literatur bekanntgewordenen Bandenbildungswerte auf.

Baltischer Bernstein ist wegen der zahlreichen archäologischen Bernsteinfunde im Mittelmeerraum insbesondere auf Unterschiede in der Bandenbildung im Vergleich zum sizilianischen Simetit hin untersucht worden. Hier stellte sich heraus, daß bei 880 cm^{-1} der Simetit und einige andere fossile Harze eine starke Bandenbildung erkennen lassen, die beim Baltischen Bernstein nur mäßig ausgeprägt ist. Am besten unterscheidet sich Baltischer Bernstein von anderen fossilen Harzen im Bereich der Bandenbildungen von 1250 cm^{-1} bis 1100 cm^{-1} . So ist zwischen 1250 cm^{-1} und 1175 cm^{-1} immer eine flache Schulterausbildung erkennbar, der bei 1155 cm^{-1} eine Bandenbildung folgt. Diese Merkmale sind nach BECK et alii (1965) charakteristisch für eine Carbonyl-Oxygen-Einfachbindung. Verschiedene Harze aus Amerika weisen diese Bandenbildung allerdings ebenfalls auf.

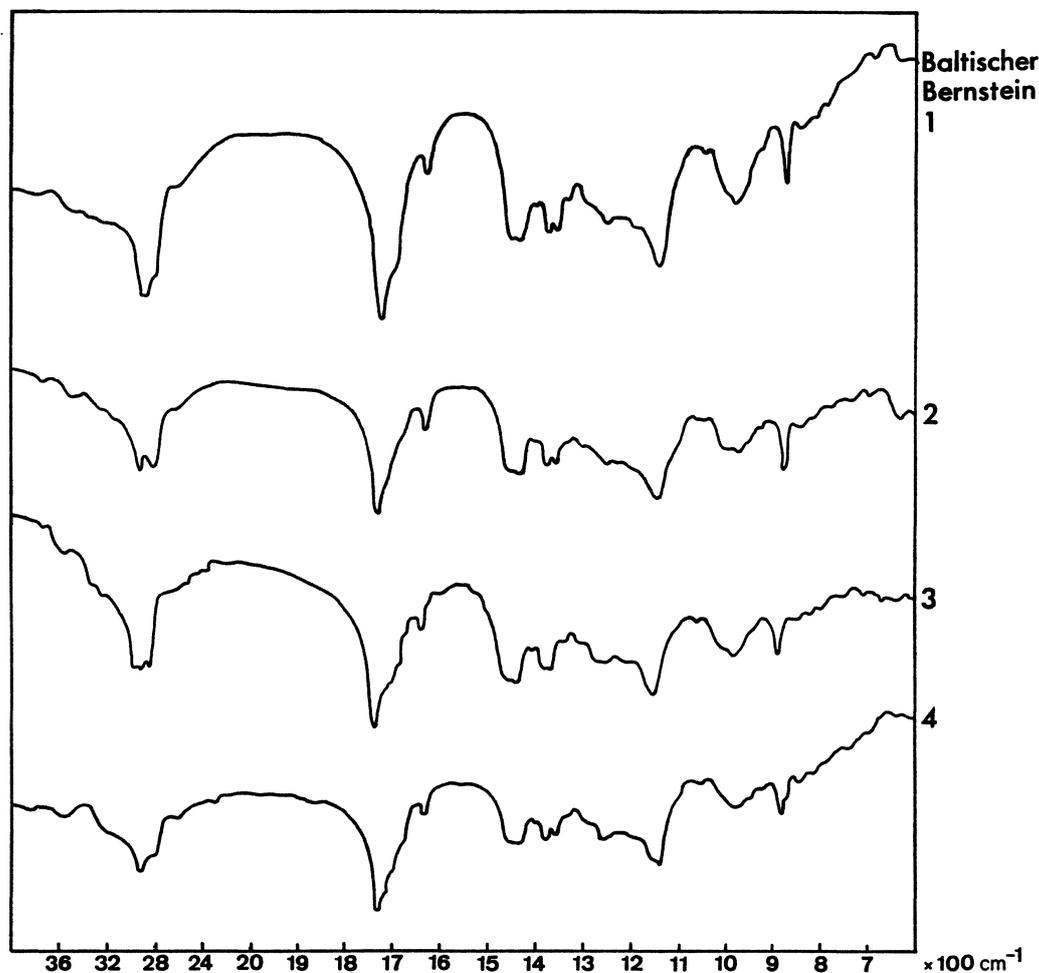


Abb. 10: Infrarot-spektroskopische Diagramme von 4 Proben des Baltischen Bernsteins der Varietäten "klarer Stein" (1), "leicht getrübler Stein" (2), "wolzig getrübler Stein" (3) und "undurchsichtiger Stein" (4) (Zur Interpretation siehe den Text)

4.4.3.2.5. Belgien, Trieu de Laval (Abb. 11)

Das Harz dieser Probe entstammt einem Fundort, der seiner Lage und seinem Alter nach (Paläozän) noch dem Einflußbereich des Baltischen Bernsteins zuzurechnen ist. Außerlich unterscheiden sich die untersuchten Proben

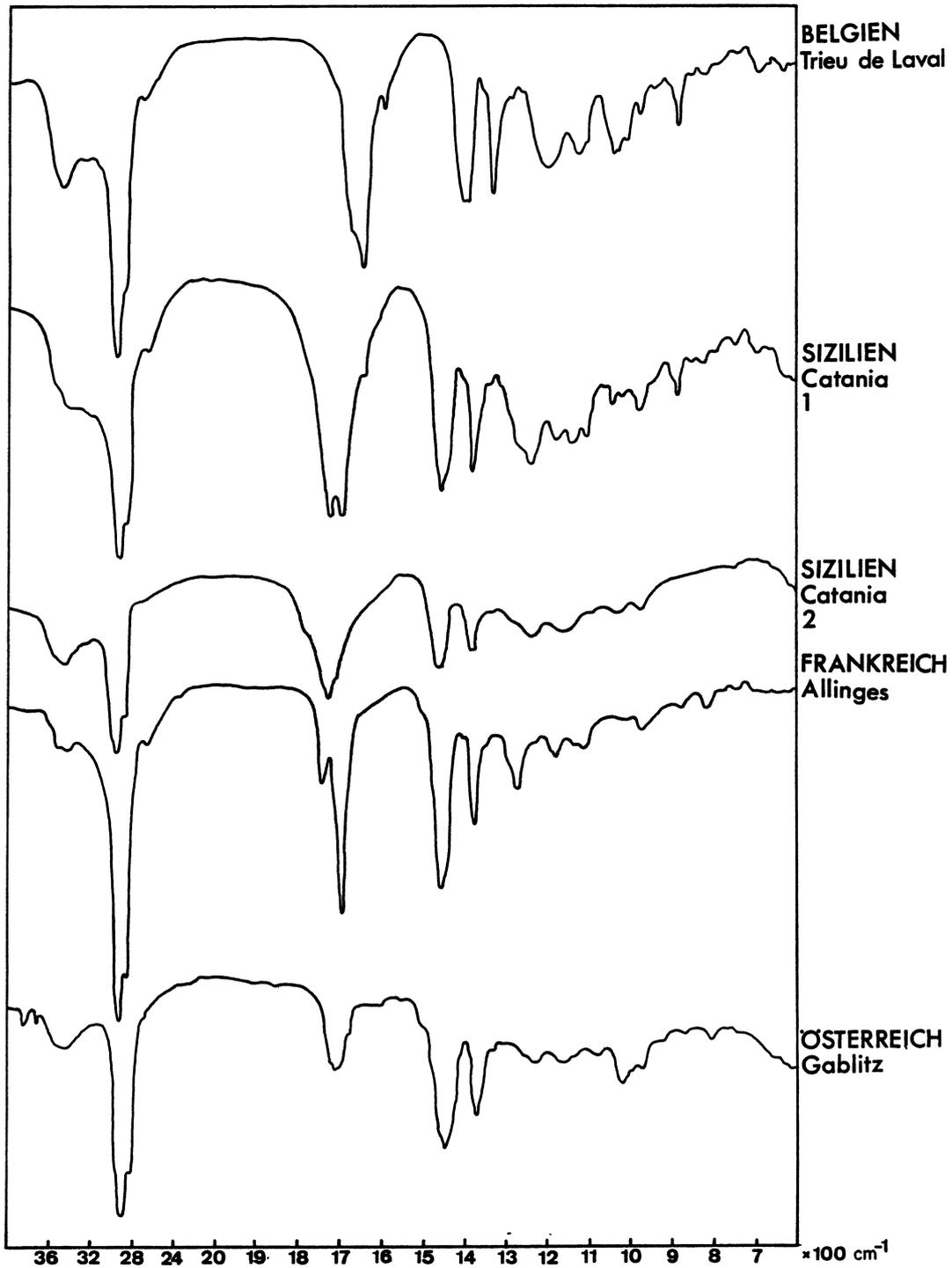


Abb. 11: Infrarot-spektroskopische Diagramme von 4 Proben fossiler Harze aus dem Tertiär Europas der Fundorte Trieu de Laval, Belgien (Paläozän), Catania 1 und 2, Sizilien (Miozän), Allinges, S-Frankreich (indet. Tertiär) und Gablitz, Niederösterreich (Pliozän ?) (Zur Interpretation siehe den Text)

durch wenig angegriffene Strukturen vom Habitusbild des Baltischen Bernsteins. Bestätigt wird diese Ansicht durch eine deutliche Bandenbildung bei 1697 cm^{-1} , die für die Anwesenheit freier Säurefunktionen spricht. Auch die typische "Baltische Schulter" ist nicht klar erkennbar.

4.4.3.2.6. Sizilien, Umgebung Catania 1, 2 (Abb. 11)

Die Stammpflanze des miozänen Simetites aus Sizilien ist bislang nicht bekannt. Untersuchungen der meisten Proben in archäologischen Museen Siziliens haben ergeben, daß es sich bei diesen einwandfrei um Baltischen Bernstein handelt, auch wenn der äußere Eindruck nicht darauf schließen läßt (dunkle, rostbraune Farbe).

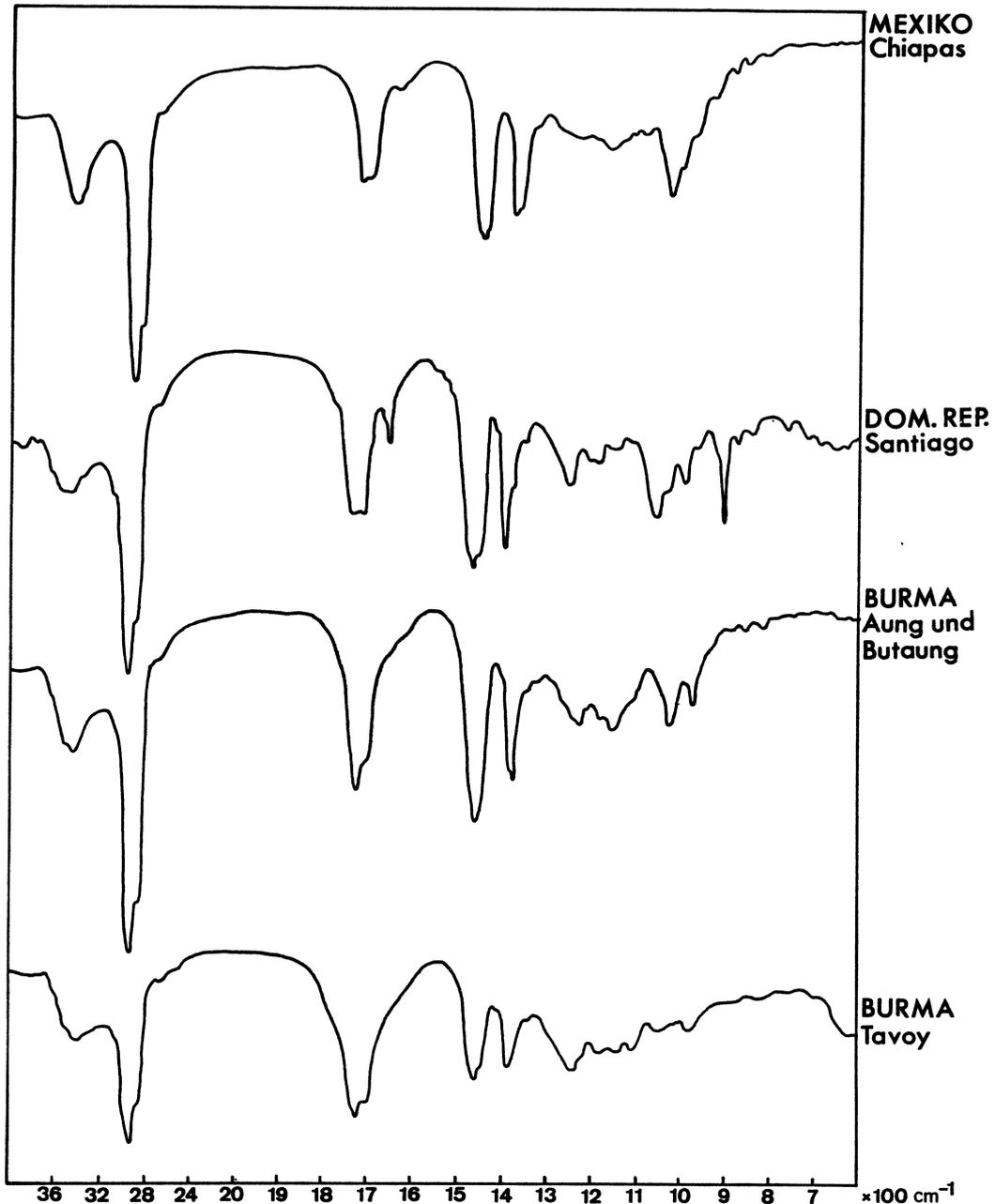


Abb. 12: Infrarot-spektroskopische Diagramme von 4 Proben fossiler außereuropäischer Harze aus dem Tertiär der Fundorte Chiapas, Mexiko (Miozän), Santiago, Dominikanische Republik (Oligozän), Aung und Butaung, Burma (Eozän) und Tavoy, Burma (indet. Tertiär ?, Kreide ??) (Zur Interpretation siehe den Text)

Die hier vorgestellten IR-Spektrogramme von 2 Proben, die einer käuflichen Sammlung in Catania entstammen, weisen nach der Begutachtung von Prof. Dr. C. BECK, New York, Merkmale auf, wie sie für Simetit nicht ausgeschlossen werden können.

4.4.3.2.7. Frankreich, Allinges (Abb. 11)

Das Harz dieser Probe entstammt einem Fundort, der auch von CHUDOBA & STÖTZEL (1933) angegeben wird. Sein stratigraphisches Alter liegt nach diesen Autoren nicht im Cenomanium, sondern in einem unbestimmten Oberen Tertiär. Auch das IR-Spektrogramm weist auf eine andere Herkunft als bei den kretazischen Harzen Frankreichs hin. Eine leicht ausgeprägte "Baltische Schulter" ist erkennbar. Die harzsekretierende Stammpflanze ist nach diesem einzigen IR-Spektrogramm nicht ermittelbar.

4.4.3.2.8. Österreich, Gablitz (Abb. 11)

Von einer etwa 300 g schweren Probe, die der Fundortbezeichnung nach von Gablitz, Niederösterreich, stammt, wurde ein IR-Spektrogramm erstellt, das große Übereinstimmungen mit einem von VAVRA & VYČUDILIK (1976) publizierten aufweist, das von demselben Fundort stammt und von den Autoren als Flysch-Harz bezeichnet wird. So fehlen die für Baltischen Bernstein typischen IR-Absorptionen der exocyclischen Doppelbindung, die Absorptionen zwischen 1160 cm^{-1} und 1260 cm^{-1} mit der flachen Schulter zwischen 1200 cm^{-1} und 1260 cm^{-1} , und die auffällige Absorption bei 1160 cm^{-1} . Nach den genannten beiden Autoren soll das fossile Harz aus Gablitz enge Beziehungen zu rezentem Fichtenharz erkennen lassen.

4.4.3.2.9. Mexiko, Halbinsel Chiapas (Abb. 12)

Die Harzmatrix dieses fossilen Harzes, aus dem seit etwa 20 Jahren zahlreiche Inkluden artlich beschrieben worden sind, ist in einer mir nicht zugänglichen Arbeit von LICARI & LICARI (1958) gedeutet worden. Der vermutlich aus allochthoner Lagerstätte entstammenden Harzprobe, deren IR-Spektrogramm hier vorgestellt wird, haften Spuren tonigen Materials an. Das IR-Spektrogramm deckt sich im wesentlichen mit einem von LANGENHEIM (1968) veröffentlichten. Dieses wird einem Vertreter der Leguminosae, dem Genus *Hymenaea* zugeordnet.

4.4.3.2.10. Dominikanische Republik, Umgebung Santiago (Abb. 12)

Obwohl das fossile Harz der Dominikanischen Republik von den amerikanischen fossilen Harzen ohne Zweifel am längsten bekannt ist — so soll schon Kolumbus bei seiner Ankunft in Hispaniola von Indianern mit Schmuckgegenständen aus diesem Harz beschenkt worden sein (SANDERSON & FARR 1960) — ist eine Faunenliste erstmals ebenfalls von diesen beiden Autoren geliefert worden. Artlich beschrieben sind bislang 4 Arten (WILLE & CHANDLER 1964, EMERSON 1971, SCHLOTTER 1976, SCHLOTTER 1978). eine große Anzahl von Inkluden wird zur Zeit im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart untersucht, wobei schon sehr interessante Taxa nachgewiesen wurden (SCHLEE 1978).

Ein IR-Spektrogramm unserer Proben ist in Abbildung 12 dargestellt. Es sind keine Unterschiede zu dem von SCHLEE (1978) gezeigten erkennbar. Nach LANGENHEIM & BECK (1968) ist die Ursprungspflanze des fossilen Harzes der Dominikanischen Republik noch unbekannt, obwohl, wie SCHLEE bemerkt, die Kurven dieses Harzes innerhalb der Schwankungsbreite der Kurven von *Hymenaea courbaril* zu liegen scheinen.

4.4.3.2.11. Burma, Tavoy-Distrikt (Mogaung-Delta) und Pakokku-Distrikt (Aung und Butaung) (Abb. 12)

Der Burmit ist als Schmuckstein und Inklusenträger schon seit längerer Zeit bekannt (HELM 1894, NOETLING 1896, COCKERELL 1916, 1917a, 1919 und 1922). Durch Vermittlung von Herrn Prof. Dr. W. GOCHT, Berlin, konnten über den geologischen Dienst in Mandalay durch den zuständigen Distrikt-Geologen, Herrn BA MAW, 2 Proben untersucht werden. Ihre stratigraphische Position ist nicht genügend gesichert. Während von NOETLING (1896) posteoazäne Schichten für die Fundorte im Mogaung-Delta angegeben werden, postuliert STYS (1969 und 1976, in litt.) auf Grund der phylogenetischen Analyse von Einschlüssen der Heteroptera-Familia Enicocephalidae ein älteres Vorkommen, vermutlich Kreide. Der Begleittext der untersuchten Probe lautet:

"The lithological units in this particular part of the region are Mergui Series which are of metamorphic and sub-metamorphic rocks containing metasediments, quartzite, slate, phyllite, schist, marble and gneiss and these rocks are underlain by the Moulmein Limestone which is probably of Triassic - Cretaceous in age"(BA MAW 1976, in litt.)

Außerlich sieht dieses Harz dem Baltischen Bernstein in dessen klaren Varietäten recht ähnlich, leider konnten keine Arthropoda-Einschlüsse darin gefunden werden.

Es existiert in Burma allerdings noch ein zweites Vorkommen fossilen Harzes, das stratigraphisch offensichtlich weniger schwierig zu beurteilen ist. Die ebenfalls von Herrn BA MAW gesammelte Probe stammt aus der Umgebung der Dörfer Aung und Butaung, Tilin Townships, im Pakkoku-Distrikt. Der Begleittext lautet:

"It occurred in the friable and soft sandstone lying below the gravel bed. Tilin is a well famous type locality of Tilin Sandstone Formation which is lying stratigraphically in the lower part among the Eocene Formations in Burma" (BA MAW 1976, in litt.).

Dieses Harz macht äußerlich einen ganz anderen Eindruck. Es zeigt die von ANDRÉ (1931) erwähnte dunkle Sherry-Farbe und ist sehr kompakt. An seiner Oberfläche sind schalenartig aufgerissene Erosionserscheinungen erkennbar. Im Anschliff wird die dunkle Farbe zum Zentrum hin erheblich heller. Das Harz ist nicht transparent, sondern milchig, was durch außerordentlich kleine Bläschen verursacht wird. In der etwa 20 g schweren Probe konnten keine tierischen Inkluden nachgewiesen werden.

Die unterschiedliche Herkunft der beiden Harzproben aus Burma wird auch durch 2 IR-Spektrogramme dokumentiert. Beide unterscheiden sich besonders im Bereich zwischen 853 cm^{-1} und 1106 cm^{-1} . Auch möglicherweise nach Burma importierter Baltischer Bernstein für die Tavoy-Distrikt-Probe ist auszuschließen, da eine flache Schulter zwischen 1200 cm^{-1} und 1260 cm^{-1} nicht vorhanden ist.

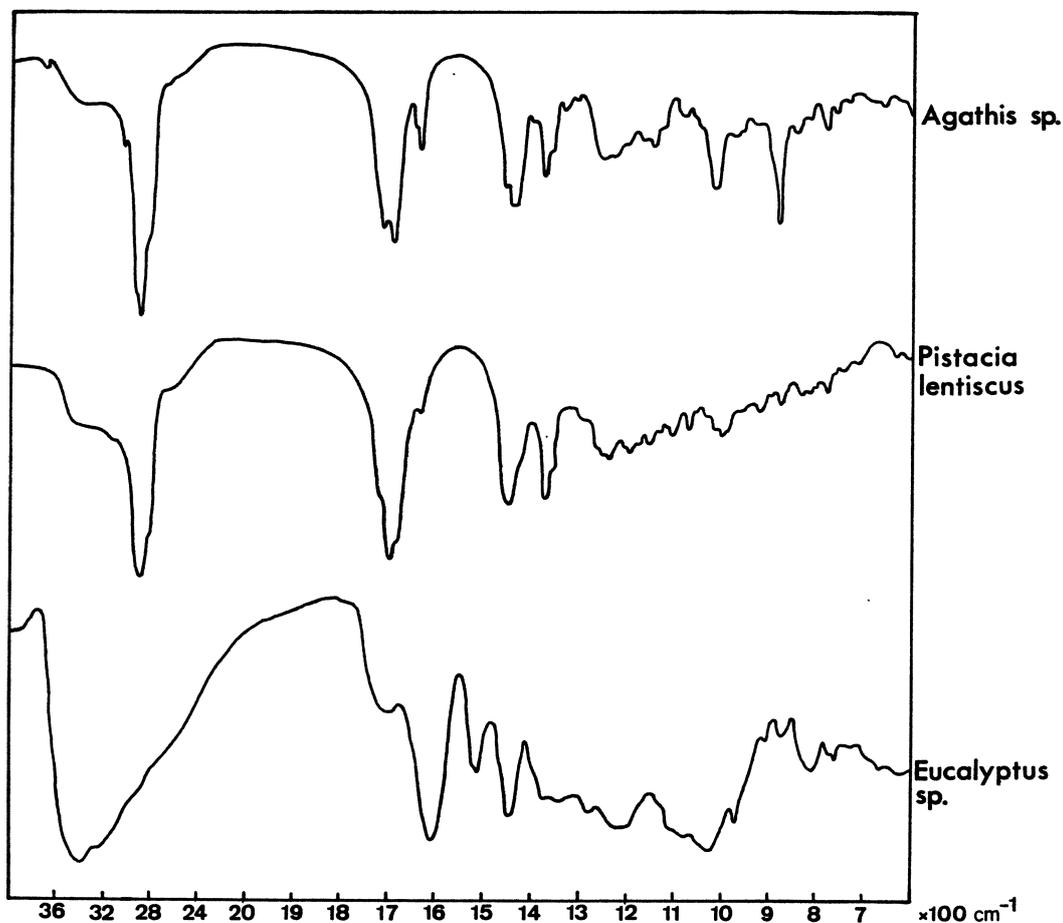


Abb. 13: Infrarot-spektroskopische Diagramme von 3 Proben subfossiler und rezenter Harze der Fundorte Auckland, Neuseeland (*Agathis* sp.), Chios, Griechenland (*Pistacia lentiscus*) und Kreta, Griechenland (*Eucalyptus* sp.) (Zur Interpretation siehe den Text)

Tab. 6: Alter, Fundort und systematisch-botanische Herkunft der in Abb. 14 angegebenen fossilen Harze

Nr.	Alter	Fundort	Gymnospermae	Angiospermae	Inklusen
1	Pleistozän-rezent	NE-Angola		Leguminosae <i>Copaifera</i> sp.	
2	Pleistozän	Israel, Umg. Tel Aviv		Anacardiaceae, <i>Pistacia</i> sp.	
3	indet. Tertiär	Ecuador, Umgebung Guayaquil		Burseraceae, <i>Protium</i> sp.	
4	indet. Tertiär	Kolumbien, Umgebung Medellin und Giron		Leguminosae, <i>Hymenaea</i> sp.	
5	Pliozän	Australien, Victoria	Araucariaceae, <i>Agathis</i> sp.		X
6	Pliozän-Pleistozän	Neuseeland, Auckland	Araucariaceae, <i>Agathis</i> sp.		X
7	Miozän	Indonesien, Zentral-Sumatra		Dipterocarpaceae	X
8	Miozän	Brasilien, Pará (Pirabas Formation)		Leguminosae, <i>Hymenaea</i> sp.	
9	Miozän	Mexiko, Halbinsel Chiapas		Leguminosae, <i>Hymenaea</i> sp.	X
10	Eozän-Miozän	Deutschland, Rheinländische Braunkohle (Retinit)	Taxodiaceae	Hamamelidaceae, <i>Liquidambar</i> sp.	
11	Eozän	U.S.A., Kalifornien, Simivalley	Pinaceae		
12	Eozän-Oligozän	Baltikum, sekundär weit verbreitet	Pinaceae, <i>Pinus succinifera</i>		X
13	indet. Kreide	U.S.A., Alaska, Kukriver Drainage	Taxodiaceae		X
14	Campanium	Kanada, Provinz Manitoba, Cedar Lake	Araucariaceae		X
15	Turonium	U.S.A., New Jersey, Umgebung Harrisonville und Pemberton		Hamamelidaceae, <i>Liquidambar</i> sp.	
16	Cenomanium-Turonium	U.S.A., Maryland (Raritan und Magothy-Formation)	Araucariaceae		X
17	Cenomanium	Frankreich, Umgebung Bezonnis, Durtal und Fouras	Araucariaceae		X
18	Albium	U.S.A., Maryland (Upper Patapsco-Formation)	Araucariaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae, Pinaceae		
19	Untere Kreide	Österreich, Roßfeld	Araucariaceae		
20	Neokom	Libanon, Umgebung Jezzine	Araucariaceae		X
21	Oberer Jura	Bornholm	Conifera indet.		
22	Karbon	U.S.A., Montana	Conifera indet.		
23	Karbon	U.S.A., oberes Mississippi-Tal	Conifera indet.		
24	Karbon	England, Northumberland	Conifera indet.		

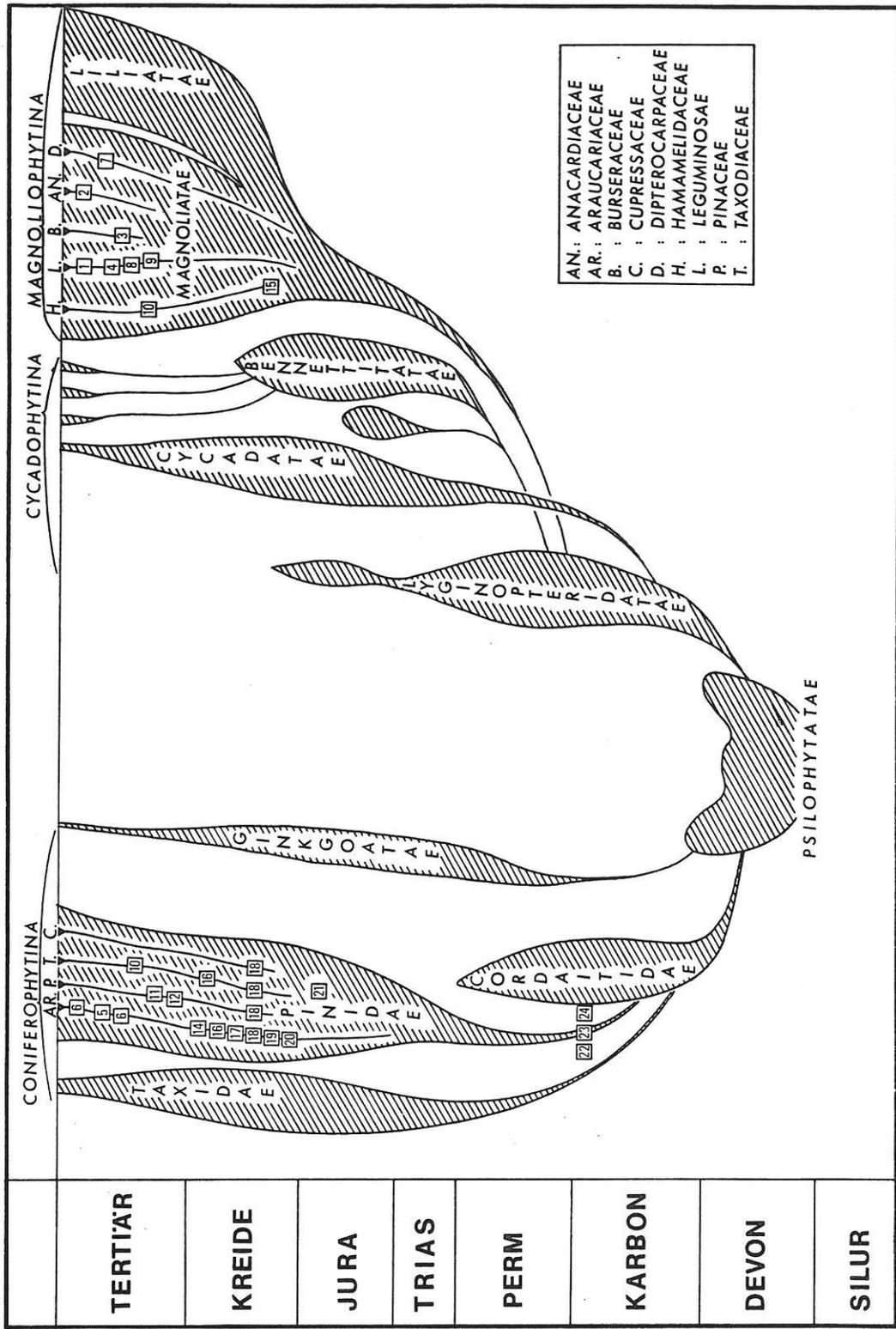


Abb. 14: Mutmaßliche stammesgeschichtliche Zusammenhänge zwischen den Verwandtschaftsgruppen der Samenpflanzen, und ihre Entfaltung im Verlauf der Erdgeschichte (nach EHRENDORFER, verändert). Eingetragen sind in die Quadrate die aus den IR-spektroskopischen Diagrammen abgeleiteten Harzlieferanten. Für die Erklärung der Zahlen siehe Tab. 6.

4.4.3.2.12. Neuseelapd, Auckland (*Agathis* sp.), Griechenland, Chios (*Pistacia lentiscus*) und Kreta (*Eucalyptus* sp.) (Abb. 13)

Das Harz des einem Vertreter der Araucariaceae zuzuordnenden Genus *Agathis* liefert den in Neuseeland unter dem Namen "Kauri Gum" bekannten Kopal, der subfossil oder rezent in großen Mengen in der Umgebung seiner Produzenten auftreten kann. Das in Abbildung 13 dargestellte IR-Spektrogramm zeigt Übereinstimmungen mit denen aus dem Cenomanium von NW-Frankreich und dem aus dem Neokom des Libanon (vgl. Abb. 8 und 9).

Ebenfalls ursprünglich im australischen Raum beheimatet sind die Vertreter der Subfamilia Leptospermeae (Dicotyledoneae: Myrtaceae) mit dem Genus *Eucalyptus*. Das IR-Spektrogramm seines Harzes ist durch Schulterbildungen zwischen 3400 cm^{-1} und 1850 cm^{-1} gekennzeichnet.

Das IR-Spektrogramm eines weiteren rezenten Harzes von *Pistacia lentiscus* (Dicotyledoneae: Rhoideae) zeigt insbesondere im Bereich zwischen 1325 cm^{-1} und 850 cm^{-1} zahlreiche Absorptionen. Anders als bei fossilen Harzen können hier die potentiell noch vorhandenen leichtflüchtigen Bestandteile zu verfälschenden Interpretationen führen.

4.4.3.3. Ergebnisse

Die im Institut für anorganische Chemie der FU-Berlin angefertigten IR-Spektrogramme verschiedener fossiler und rezenter Harze haben im wesentlichen die Ergebnisse früherer Untersuchungen (ROTTLÄNDER 1971 und 1974; BECK 1966 und 1972; LANGENHEIM 1969) bestätigt.

Am wichtigsten sind die Ergebnisse der Untersuchungen fossiler Harze aus Frankreich, da diese noch nicht IR-spektroskopisch überprüft worden sind. Die in sehr vielen Werten übereinstimmenden Bandenbildungen lassen sich wie folgt interpretieren:

1. Mit Sicherheit darf eine systematische Gleichartigkeit der Herkunft der fossilen Harze aus dem Cenomanium vom Rand des Pariser und des Aquitanischen Beckens angenommen werden, obwohl das jeweilige Hauptverbreitungsgebiet der Fundorte etwa 250 km voneinander entfernt ist.

2. Übereinstimmungen mit den IR-Spektrogrammen bestimmter anderer fossiler und rezenter Harze lassen in systematischer Hinsicht am ehesten auf einen Vertreter der Araucariaceae als harzsekretierende Stammpflanze schließen.

Allerdings sind bisher erst wenige Proben untersucht worden, während in anderen Arbeiten auf weitaus mehr Material zurückgegriffen werden konnte.

Außerdem ist die IR-Spektroskopie sicher nicht die allein gültige Methode, um die systematische Herkunft der harzsekretierenden Pflanzen zu bestimmen. Die beste Ergänzung liefern dafür die paläohistologischen Untersuchungen an den in Harzen eingeschlossenen pflanzlichen Resten, wie SCHUBERT (1961) gezeigt hat. Der sekundäre Alterungsprozeß — oft ein Hinweis für Veränderungen im IR-Spektrogramm, wie in den zahlreichen Rissen und Sprüngen als Merkmal fortgeschrittener Erosion im fossilen Harz des Libanon makroskopisch erkennbar — muß bei den Proben aus NW-Frankreich ausgeschlossen werden:

1. Makroskopisch konnten Sprünge oder Risse an den untersuchten Proben nicht festgestellt werden.
2. Eine Entnahme der Proben direkt aus bergfeuchtem Sediment war gewährleistet.
3. Die Proben lagerten bis zur IR-Spektroskopischen Untersuchung unter Wasserverschluß, womit eine Oxidation durch O_2 -Zufuhr verhindert wurde.

In diesem Zusammenhang bietet eine Zusammenstellung der bisher bekanntgewordenen fossilen Harze nach ihrer systematisch-botanischen Herkunft interessante Gesichtspunkte (Tab. 5 und Abb. 14). Die von LANGENHEIM (1969) ausgearbeitete Tabelle wurde verändert, bzw. ergänzt. Die Ergebnisse wurden in einen Stammbaum eingetragen, der die mutmaßlichen phylogenetischen Zusammenhänge der Teilgruppen der Samenpflanzen und ihre Entfaltung im Verlauf der Erdgeschichte zeigt.

Daraus lassen sich vor allem 3 Gesichtspunkte ableiten:

1. Im Paläozoikum stellen nur Vertreter von Conifera unsicherer genauerer Bestimmung Harzlieferanten dar.
2. Im Mesozoikum besteht offensichtlich ein Übergewicht der damals auch noch auf der N-Halbkugel verbreitet gewesenen Araucariaceae hinsichtlich der Harzproduktion
3. Im Verlauf des Tertiärs macht sich die seit dem im Aptium/Albium stattgefundenen Florensprung bemerkbare Vorherrschaft der Angiospermae auch beim Nachweis von Harzproduzenten bemerkbar: Vertreter der Angiospermae, die morphologisch und systematisch sehr unterschiedlichen Familiae der Pflanzen zugeordnet werden können, liefern in IR-Spektrogrammen Resultate, die sich in manchen Fällen bis zum rezenten Genus bestimmen lassen.

5. INKLUSEN

In den Aufsammlungen fossiler Harze aus NW-Frankreich, insgesamt etwa 2000 g von den 3 Fundorten Bezonnais, Durtal und Fouras, wurde eine reichhaltige Arthropoda-Fauna ausgelesen, die in unterschiedlichen Erhaltungszuständen vorliegt und daher verschiedene Präparationsmethoden erforderte.

5.1. Zustand vor der Präparation

Aus den stratigraphisch gesehen sehr jungen Kopalen liegen Inkluden mit Farberhaltung vor. In seltenen Fällen wird das auch von den Einschlüssen des Baltischen Bernsteins berichtet; keines der Fossilien der französischen Harze zeigt eine solche.

Beim Baltischen Bernstein erscheinen die größeren Inkluden — wenn man sie aufbricht — in der Regel als Hohlräume. Nach ANDRÉ (1936) sind in einzelnen Fällen auch die von ihm als Chitin-Teile bezeichneten Sklerite, wie z. B. Deckflügel von Käfern, Tracheen-Bruchstücke o. ä. körperlich erhalten.

Die tierischen Einschlüsse der französischen Harze stellen sich in unterschiedlichen Erhaltungszuständen dar: Kleinere Fossil-Reste (Länge < 2 mm) ähneln äquivalenten des Baltischen Bernsteins. Die größeren Inkluden sind weitaus häufiger, als das bei denen des Baltischen Bernsteins der Fall ist, von Pyrit, bisweilen auch von einer unbekanntem weißlichen Substanz (Kalzit ?) ausgefüllt. Während die in Pyrit umgewandelten alle Feinstrukturen bewahrt haben, sind die mit der weißlichen Substanz angereicherten nur noch in groben Umrissen als Arthropoda-Reste identifizierbar.

Schwierigkeiten für das Auffinden und die Beobachtung der Inkluden der französischen Harze ergeben sich aus den zahlreichen Bläschen, die die Einschlüsse in der Regel im Bereich des Körpers umgeben. Daher mußten spezielle Präparationsmethoden erprobt werden, um die ohne Zweifel vorhandenen feinsten Strukturen auch sichtbar zu machen.

5.2. Spezielle Präparationsmethoden für die Inkluden französischer Harze

Für die Präparation harzkonervierter Einschlüsse haben sich folgende Methoden bewährt:

5.2.1. Einbettung in künstliche Harzmasse nach TORNQUIST

Die von TORNQUIST (1910) beschriebene und in der Königl.-Universitäts-Bernsteinsammlung in Königsberg eingeführte Konservierungsmethode beruht darauf, daß das die Inkluse umgebende Bernsteinstück nach allseitigem Anschliff in eine künstliche Harzmasse (77 % venetianisches Terpentin, 23 % pulverisiertes Damar-Harz; auf 115⁰ C erhitzt) überführt wird, die bei der Erkaltung erstarrt. Meine Beobachtungen an auf diese Weise vermutlich präparierten Stücken der ehemaligen Sammlung STANTIEN & BECKER im British Museum of Natural History zeigen, daß etwa 80 Jahre später auch diese Inkluden teilweise starke Verwitterungserscheinungen aufweisen. Die Reste des die jeweilige Inkluse umgebenden fossilen Harzes sind tief-dunkelrot gefärbt und beeinträchtigen die Sicht sehr.

5.2.2. Naß-Anschliff und -Aufbewahrung

Bisher (meine 6-jährigen Erfahrungen) hat sich die Aufbewahrung des Rohmaterials der französischen Harze in Wasser, versetzt mit 2 - 3 % absoluten Alkohols, am besten insofern bewährt, als sichtbare Veränderungen in diesem Medium kaum an den Harzen auftraten. Es empfiehlt sich nach Auffinden einer Inkluse einen Anschliff möglichst nahe zum Objekt hin direkt am Harz vorzunehmen — wenn der Brocken nicht zu klein ist —, und diesen auch mit Schleifpaste feucht zu polieren. Danach kann der ggf. beidseitig auf einen maximal etwa 2 - 3 mm breiten Durchmesser abgeschliffene, sehr spröde Harzbrocken in eine mit Wasser halbgefüllte Petrischale gelegt werden, und auf diese Weise sowohl bei Durch- als auch Auflicht betrachtet werden. Aber auch im Wasser können bei längerer Wärme- oder Helligkeitseinwirkung plötzlich große Sprünge auftreten.

5.2.3. Lackfilm-Methode nach VOIGT

Von VOIGT (1937) ist die Lackfilm-Methode auch für die Inkluden des Baltischen Bernsteins angewendet worden. Sie eignet sich aber wohl mehr für paläohistologische Reihenuntersuchungen, wie sie SCHUBERT (1961) bei paläobotanischer Fragestellung durchführte. Bei Unika ist die Gefahr zu groß, eher zu zerstören als sichtbar zu machen. Daher ist diese Methode für die Inkluden der französischen Harze bisher nicht erprobt worden.

5.2.4. Mechanische Präparation

Auch das Öffnen von Einschlüssen oder das Auflösen der Harze und die mechanische Präparation bzw. Untersuchung der im Lösungsrückstand befindlichen Teile unterblieb aus den o. a. Gründen.

5.2.5. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme (REM)

Im Raster-Elektronen-Mikroskop (REM) rastert ein Elektronenstrahl von etwa 10μ Durchmesser zeilenförmig die Oberfläche der Probe ab. Die Rückstrahlung der Elektronen und die ausgelösten Sekundärstrahlen werden vielfach verstärkt und einer Fernsehröhre zugeleitet. Der Schreiberstrahl der Bildröhre wird synchron zum Strahl des REM gesteuert. Auf dem Bildschirm kann der räumliche Aufbau der Oberfläche bis 5000-fach vergrößert und mit hoher Tiefenschärfe abgebildet werden. Das Verfahren hat sich hervorragend bei der Untersuchung paläontologischer Oberflächenstrukturen erwiesen (Taf. 3, Fig. 1 - 8 und Taf. 7, Fig. 6 und 7), eignet sich aber leider nicht für in anderen Medien eingeschlossene Objekte, wie z. B. Harz-Inkluden.

In jüngster Zeit hat MIERZEJEWSKI (1976) an aufgebrochenen Inkluden des Baltischen Bernsteins mit dem REM anatomische Einzelheiten nachweisen können, die bislang fossil noch nicht belegt waren.

5.2.6. Einbettung in Gießharz

Nach der von SCHLEE (1970) ermittelten und bei den Inkluden der französischen Harze etwas modifiziert durchgeführten Methode werden die betreffenden Harzbrocken mit saugfähigem Papier abgetrocknet und folgendermaßen in handelsübliches Gießharz eingebettet: In eine würfelartige, mit Tesakrepp umgebene Form aus Aluminiumfolie von etwa 1 - 3 cm Kantenlänge wird bis zu einer Höhe von 3 oder 4 mm Gießharz und Härter im angegebenen Mischungsverhältnis eingefüllt und während der Gelierungsphase des Gießharzes der betreffende fossile Harzbrocken in die für die Bearbeitung günstigste Stellung gelegt.

Ein bis zwei Stunden später kann eine neue Schicht Gießharz bis zu einer Höhe von 3 oder 4 mm über dem Harzbrocken in die Form gegossen werden, ohne daß das fossile Harz jetzt nach oben oder in eine Ecke treibt.

Nach der Aushärtung wird die Aluminiumfolie etwa einen Tag später abgezogen, und mit einer Laubsäge oder elektrischen Säge mit feinstem Sägeblatt werden größere störende Harz-Einheiten entfernt. Die neu erhaltene Ebene wird nun möglichst nahe zur Inkluse hin abgeschliffen und dann nach der angegebenen Methode wieder in Gießharz eingebettet. Dieses Verfahren wird sooft von allen Seiten wiederholt (nach meinen Erfahrungen im Durchschnitt 6 - 8 mal), bis kaum noch sichtstörende Elemente die Beobachtung der Inkluse erschweren. Dieses ist bei den Inkluden der französischen Harze jedoch nicht in idealer Weise zu erfüllen, da auf Grund der zahlreichen kleinen Bläschen im Bereich von Extremitäten immer Trübräume übrigbleiben. Unbefriedigend ist es auch, daß nach der Polymerisation von Gießharz und fossilem Harz die Trübung stärker in Erscheinung tritt, als wenn das Harz im Wasser verblieben wäre.

5.2.7. Röntgen-Aufnahme nach STORMER

Röntgen-Untersuchungen von Harzinkluden beschränkten sich bisher mehr darauf, Fälschungen von angeblich harzkonservierten Wirbeltieren zu identifizieren. Denn die einzige echte, bekanntgewordene Eidechse ist im Lauf der Zeit durch Einwirkung der Bernsteinsäure zu einem kohligen Rest umgewandelt worden und weist im Gegensatz zu den Fälschungen kein Skelett mehr auf (GRABERT & GRABERT 1959). Die Begründung für die Unergiebigkeit dieser Methode bei der Untersuchung von Harzinkluden besteht also darin, daß die vom Atomgewicht der Elemente und der Dichte der einzelnen Substanzen abhängigen Absorptionen der Röntgen-Strahlen sich kaum bei inkohlter Inkluse und Harz unterscheiden. Von den pyritisierten Einschlüssen aus NW-Frankreich werden viel mehr Beleuchtungsstrahlen absorbiert als vom Medium Harz.

Das Röntgen-Bild ist ein Schattenbild. Dicht übereinander liegende Objektschichten lassen sich kaum trennen. Die von Herrn Prof. Dr. Dr. W. STORMER, Erlangen, eingeleiteten Untersuchungen zielten darauf hin, durch

Stereo-Röntgen-Bilder ein plastisches Sehen der vielschichtigen Lagen zu ermöglichen. Insgesamt verläuft dieses Verfahren über folgende Stufen:

Die in möglichst dünne Gießharzblöcke eingeschlossenen Objekte werden zweimal — mit einem um 10^0 differierenden Winkel — geröntgt. Als Gerät wird ein leicht veränderter Siemens Kristalloflex II verwendet, der eine wassergekühlte feinfokussierende Röntgen-Röhre mit Beryllium-Fenster enthält. Die normalen Aufnahmedaten sind:

Entfernung des Focus: 60 cm; 25 keV; 30 mA; Entwicklungszeit: 6 Stunden auf Kodak-höchstaflösenden Platten. Damit kann ein Auflösungsvermögen von etwa 5μ erreicht werden. Von diesen Objekten werden an einem Fernseh-Mikroskop Zwischenegative mit etwa 25-facher Vergrößerung angefertigt und eventuell auch noch elektronisch harmonisiert, d. h. der Grobkontrast wird reduziert und der Feinkontrast angehoben.

5.2.8. Meßmethoden und zeichnerische Darstellung

Die von SCHLEE (1970 und 1978) angeführten Methoden zur Ermittlung von Meßwerten können nicht in voller Konsequenz an den Inklusen der französischen fossilen Harze verwirklicht werden. Durch die unzähligen Bläschen, welche die meisten der hier beschriebenen Inklusen umgeben, entsteht schon bei mittleren Vergrößerungen unter dem Mikroskop (Okular: 10 mal; Objektiv: 16 mal) der Eindruck, als befänden sich die zu betrachtenden Objekte hinter einem Dunstschleier. Konturen lassen sich dann kaum erahnen — sie erscheinen deutlicher bei geringerer Vergrößerung.

Wegen der Bläschen ist es auch ein zweckloses Unterfangen, exakt geplante Schliffebenen planparallel zu Körperstrukturen anzulegen, da die Bläschen bisweilen unterschiedlich gehäuft auftreten und widersprüchliche Entfernungen vortäuschen. Die Angaben über die Maße der jeweiligen Körperteile enthalten daher eine größere Fehlerquote als die von SCHLEE für die im klaren fossilen Harz des Libanon aufgefundenen Inklusen.

Die Beobachtung bei Durchlicht im Lichtmikroskop wurde zudem durch die häufig auftretenden Pyritisierungserscheinungen erschwert. Hier bewährte sich der sogenannte Lieberkühn'sche Spiegel, ein zur Analyse von Ostrocod-Schalen bei der Auflichtbetrachtung im Lichtmikroskop erfundenes Gerät, mit dem sich Auf- und Durchlicht kombinieren lassen.

Über Zeichenspiegelansatz wurde — sofern möglich im Durchlicht — eine Erstskeizze angefertigt, die als Unterlage der endgültigen Zeichnung der Umrißgestalt der Inkluse möglichst angenähert wurde. Diese wurde dann nach mehrfacher Kontrolle und Korrektur in unterschiedlich dosiertem Durch- und Auflicht erstellt. Um einen plastischen Eindruck zu vermitteln, wurden die Habitusbilder der Einschlüsse punktiert, während isolierte Körperteile in Umrissen wiedergegeben sind.

5.2.9. Photographie

Für Inklusen unlösbare Tiefenschärfeprobleme verhindern eine ausschließlich photographische Analyse ihrer Merkmale. Aus Dokumentationszwecken kann hier nicht auf ihre Wiedergabe verzichtet werden. Die Aufnahmen wurden bei kombiniertem und unterschiedlich dosiertem Durch- und Auflicht angefertigt.

5.3. Systematischer Teil

Die im systematischen Teil untersuchten Taxa werden nach dem folgenden Schema vorgestellt:

1. Ordo
- 1.1. Grunbauplanmerkmale
- 1.2. Teilgruppen
- 1.3. Ältester Fossilnachweis
2. Familia +
3. Subfamilia +
4. Genus-Name, Species-Name +
 - 4.1. Derivatio nominis +
 - 4.2. Holotypus +
 - 4.3. Aufbewahrungsort
 - 4.4. Sammlungsnummer
 - 4.5. Locus typicus
 - 4.6. Stratum typicum
 - 4.7. Erhaltung und Präparation
5. Differentialdiagnose +
6. Morphologie
 - 6.1. Caput
 - 6.1.1. Form
 - 6.1.2. Komplexaugen
 - 6.1.3. Ocelli
 - 6.1.4. Antennae
 - 6.1.5. Epicranium
 - 6.1.6. Mundwerkzeuge
 - 6.1.7. Weitere Merkmale am Caput
 - 6.2. Thorax
 - 6.2.1. Pronotum
 - 6.2.2. Meso- und Metathorax
 - 6.2.3. Praealae
 - 6.2.4. Postalae
 - 6.2.5. Pedes
 - 6.3. Abdomen
 - 6.3.1. Tergita
 - 6.3.2. Sternita
 - 6.3.3. Genitalapparat
 - 6.3.4. Weitere Merkmale am Thorax und Abdomen
7. Diskussion
 - 7.1. Ermittlung der Stammesgeschichte
 - 7.1.1. Monophylie
 - 7.1.2. Mindestalter
 - 7.1.3. Ermittlung der Stammgruppe
 - 7.1.4. Heterobathmie der Merkmale
 - 7.2. Ermittlung der Funktion
 - 7.2.1. Mechanische Funktionen
 - 7.2.2. Sinnesfunktionen
 - 7.3. Ökologie
 - 7.3.1. Umweltstruktur
 - 7.3.2. Klima
 - 7.3.3. Oberflächenrelief
 - 7.3.4. Biotop
 - 7.3.5. Lebensgemeinschaften
 - 7.3.6. Räuber
 - 7.3.7. Lebensweise
 - 7.4. Verbreitungsgeschichte

Sofern die unter Morphologie (6.) genannten Körperteile nicht erhalten oder nicht analysierbar sind, werden sie außer Betracht gelassen. Ebenso werden nicht zu ermittelnde Schlußfolgerungen in der Diskussion (5.) nicht kommentiert. Die mit einem "+" gekennzeichneten Gesichtspunkte entfallen, wenn das beschriebene Fossil nicht benannt wurde oder die Zuordnung auf Grund der Erhaltung unsicher ist. Aus diesen Gründen wurde die obige Zahlennomenklatur bei der Erläuterung der einzelnen Taxa nicht wiederholt.

5.3.1. Plantae

Abteilung: M y c o p h y t a

5.3.1.1. Ascomycetes — Schlauchpilze (Abb. 15, Taf. 4, Fig. 5)

Die umfangreichste Classis der Mycophyta ist durch das charakteristische, schlauchförmige Sporangium, den "Ascus" ausgezeichnet.

Nach PIA (in HIRMER 1927) sind 19 Familiae der Ascomycetes fossil belegt, davon Vertreter der Aspergillaceae, Pezizaceae und Entomophthoraceae aus dem Baltischen Bernstein.

Morphologie:

M a ß e : Durchmesser der Hyphen: 0,02 - 0,04 mm

Schlauchartige Hyphen befinden sich bevorzugt an Skleriten von Inklusen, die schon stärker zerfallen sind. Sie verzweigen sich dichotomisch in unregelmäßigem Abstand. Eine distale Verdickung der Asci ist nicht beobachtbar.

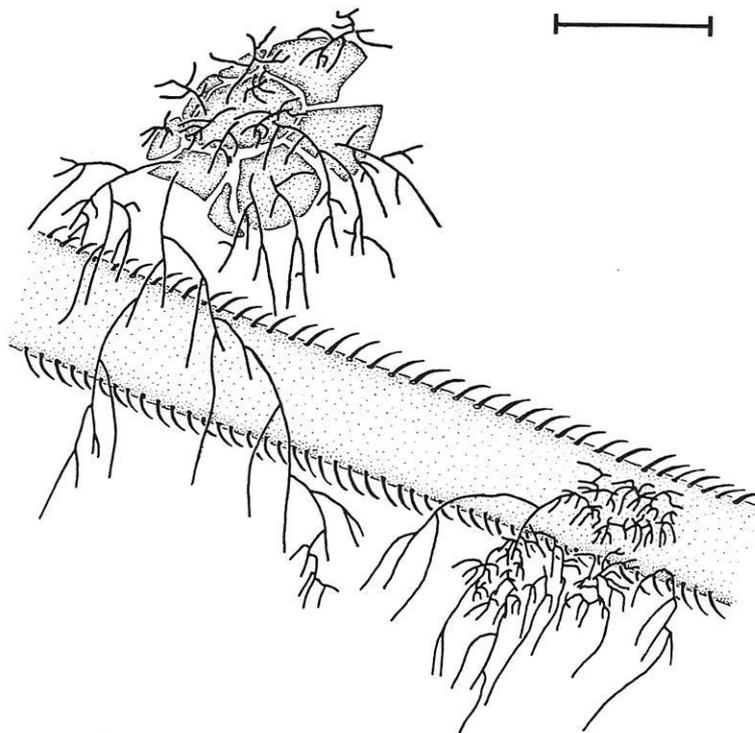


Abb. 15: Habitusbild von einem unbestimmten Vertreter der Classis Ascomycetes im fossilen Harz aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Mycophyta/.- Die schematische Darstellung soll zeigen, daß dichotome Verzweigungen der Sporangia bevorzugt im Bereich von Frakturen oder Verwesungen der Sklerite auftreten. (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Diskussion:

Funktionell könnten die hier beschriebenen Ascomycetes ähnlich wie die bei verschiedenen Ordines von Insecta auftretenden Muscardine gewirkt haben: Sobald ein Insekt mit den Sporen in Kontakt kam, bildeten sich auf dem sklerotisierten Panzer Keimschläuche, die diesen nach kurzer Zeit durchwuchsen. Nach Überwindung der Abwehrreaktionen des Insekts drang der Pilz tiefer in die Körperhöhle ein. Hier zerfallen bei rezenten Muscardinen

die einzelnen Pilzfäden in kurze Zellstücke, die Blastophorae oder Hyphenkörper, die nach weiterer Vermehrung und Verbreitung im gesamten Organismus zu einer Blockierung und schließlich zum Zusammenbruch lebenswichtiger Funktionen führen. Nach dem Tod des Tieres durchwuchert der Pilz sämtliche Organe und durchbricht wieder und durchbricht wieder den sklerotisierten Panzer. Begünstigt werden konnte die Ausbreitung des Pilzes vielleicht durch einen vorzeitigen Tod der Tiere im Harz.

Plantae inc. sed.

5.3.1.2. "Haarnadelstern ?" (Abb. 16)

Die häufigsten Fossilien des Baltischen Bernsteins sind die sogenannten "Haarnadelsterne", die von den jungen Knospen der Eichen stammen. Nach LARSEN (1978) ist auf Grund ihres saisonalen Auftretens bei rezenten Vertretern auch ein jahreszeitlich beschränkter Harzfluß der *Pinus succinifera* CONWENTZ 1876 emend. SCHUBERT 1961 zu vermuten, deren pathologische Harzsekretion also vermutlich auszuschließen. Dadurch könnte auch erklärt werden, weshalb Haarnadelsterne in anderen fossilen Harzen sehr selten gefunden werden.

Seit der Kreide sind Eichen fossil nachgewiesen.

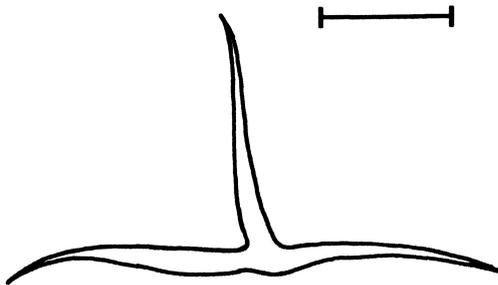


Abb. 16: Habitusbild eines unbestimmten Pflanzen-Restes (Haarnadelstern ?) im fossilen Harz aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Morphologie:

M a ß e : Entfernung von 2 distalen Enden: 0,35 mm

Der in Abbildung 16 dargestellte Rest liegt innerhalb der Variationsbreite von Angaben über Haarnadelsterne des Baltischen Bernsteins. Er befindet sich isoliert in einem stark getrübbten Harzbrocken vom Fundort Bezonnois. Trotz äußerer Ähnlichkeit ist seine systematische Zuordnung als zweifelhaft anzusehen.

5.3.2. Classis: Arachnida — Spinnentiere

Zusammenfassend sind die phylogenetischen Verhältnisse der Teilgruppen der Arachnida bei KRAUS (1976) erörtert worden. Außer *Bdella vetusta* EWING 1937 und *Eocambisia sukatschvaei* BULANOVA-ZACHVATKINA 1974 /Acari/ sind bisher keine Vertreter dieser Classis aus kretazischen Ablagerungen beschrieben worden, obwohl das Mindestalter der einzelnen monophyletischen Zweige bis in das Obere Karbon oder sogar das Obere Devon (*Protacarus crani* HIRST 1923: Acari) zu verfolgen ist.

5.3.2.1. Ordo: Phalangiida (= Opiliones) — Weberknechte, Kanker

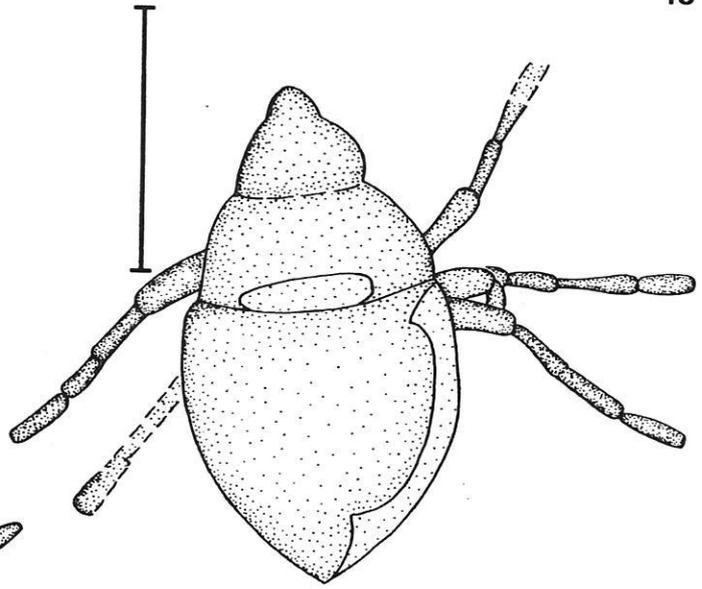
Abgeleitete Merkmale der Phalangiida bestehen darin, daß die Laden der Pedes-I bzw. der P.-II an der Basis und nicht an der Spitze der Coxae sitzen. Habituell sind sie durch weitere Merkmale von den anderen Teilgrup-

Abb. 17: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Ordo Phalangiida aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich /Arachnida/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm).

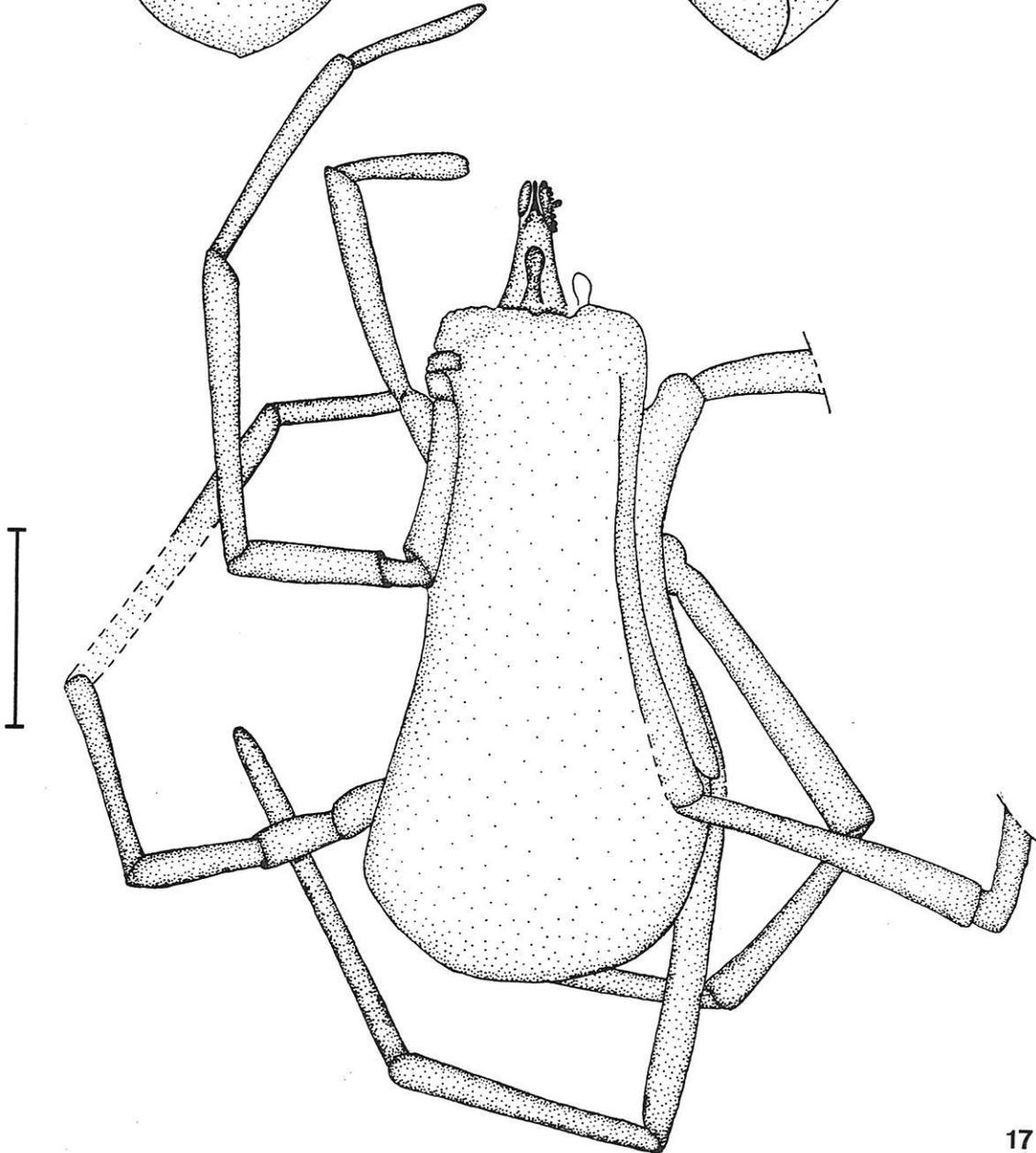
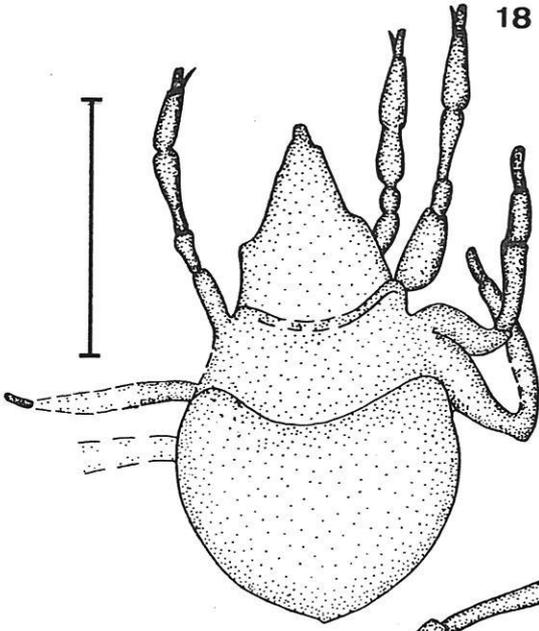
Abb. 18: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (A) der Ordo Acari aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich /Arachnida/.- Dorsalsicht von vorn (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 19: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (B) der Ordo Acari aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich /Arachnida/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

19



18



17

der Arachnida ausgezeichnet. Bei den 3-gliedrigen Chelicerae ist das 2. Glied knieförmig gegen das 1. gebogen. Die Pedipalpi sind 6-gliedrig, tasterförmig oder als Raubbeine entwickelt, mit oder ohne Praetarsus am Ende. Die Pedes sind 7-gliedrig, wobei die P.-I und die P.-II immer einen einzelnen Praetarsus, und die P.-III und P.-IV entweder einen einzelnen oder 2 Praetarsi tragen. Die Laufbeine sind oft verlängert, die Tarsi häufig vielgliedrig. Das Opisthosoma ist in 10 Segmenta unterteilt.

Als rezente Teilgruppen sind die folgenden 3 Subordines anerkannt:

Cyphophthalmina	fossil nicht nachgewiesen
Palpatorina	Karbon - rezent
Laniatorina	fossil nur aus dem Baltischen Bernstein nachgewiesen

5.3.2.1.1. Species A (Abb. 17)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Pha Ce Bez 1

Locustypicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das Fossil ist in einem stark getrübbten Harzbrocken eingebettet, so daß die Sicht stark erschwert ist. Weite Teile des Körpers sind pyritisiert. Die Zeichnung (Abb. 17) wurde bei Durchlicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 4,2 mm

An Merkmalen besonders auffällig ist der nahtlose Übergang zwischen dem Prosoma und dem Opisthosoma. Der gesamte Körper ist stark abgeflacht. Die Pedes sind alle außerordentlich lang und vielgliedrig. Die Pedipalpi scheinen tasterförmig zu sein.

Diskussion:

Eine Zuordnung des vorliegenden Fossils zu den Phalangiida erscheint der habituellen Ähnlichkeit wegen als gesichert. Es ist der mesozoische Erstnachweis dieses Taxon. Eine weitergehende Bestimmung nach der bisherigen Präparation ist nicht mit Sicherheit möglich. Nach Merkmalen abgestufter Ähnlichkeit können am ehesten Vertreter der Palpatorina dafür in Betracht gezogen werden.

Während auch aus dem Baltischen Bernstein seit längerer Zeit keine Beschreibungen fossiler Vertreter der Phalangiida vorliegen, sind solche jüngst aus einer Faunenliste des fossilen Harzes der Dominikanischen Republik gemeldet worden (SCHLEE 1978).

Ökologisch gesehen zeichnet sich die gesamte Gruppe im allgemeinen als nokturne Räuber aus, die in Bodennähe auf ihre Beute lauern.

5.3.2.2. Ordo: A c a r i (= Acarina) — Milben

Die neben den Araneae artenreichste Ordo der Arachnida stimmt mit den Phalangiida in mehreren abgeleiteten Merkmalen überein, so daß eine nahe Verwandtschaft mit dieser Gruppe angenommen werden muß. Für die Bestimmung fossiler Vertreter der Acari sind als wichtigste Merkmale zu nennen: Die Körpergröße ist sehr gering. Ein Gnathosoma ist deutlich vom übrigen Körper abgesetzt. Sekundär ist eine Gliederung des Körpers in ein Proterosoma, das die beiden ersten Laufbeinpaare, und ein Hysterosoma, das die beiden letzten Laufbeinpaare umfaßt, erkennbar.

Als rezente Teilgruppen werden von PETRUNKEVITSCH (1955) die folgenden Subordines unterschieden:

Notostigmatina	fossil nicht nachgewiesen, 5 oder 6 rezente Arten
Holothyrida	fossil nicht nachgewiesen
Trombidina	Devon - rezent, die Familiae Bdellidae und Erythraeidae sind aus dem Cedarit nachgewiesen
Parasitina	Vertreter der beiden Superfamiliae Parasitoidea und Ixoidea sind artlich aus dem Baltischen Bernstein beschrieben worden.
Acarina	Vertreter der Superfamiliae Acaroidea und Oribatoidea sind aus verschiedenen

5.3.2.3. Ordo: Araneae — Webspinnen

Die Araneae sind mit 21000 beschriebenen rezenten Arten die umfangreichste Ordo der Arachnida. Folgende Grundbauplanmerkmale sind auch an Fossilien erkennbar: Die Chelicerae sind 2-gliedrig und klauenförmig. Das Opisthosoma besteht bei ursprünglichen Formen aus bis zu 12 Segmenta. Der Sternita der Pedes I - IV sind zu einer einheitlichen Platte verschmolzen. Am Opisthosoma sind 4 Paar Spinnwarzen vorhanden. Es existieren 4 Paar Augen, von denen 1 Paar als Medianaugen anzusehen ist.

Als Teilgruppen werden die beiden Subordines Mesothelae und Opisthothelae unterschieden.

Vertreter der Araneae sind artlich aus dem Karbon und Perm beschrieben worden, bisher jedoch nicht aus dem Mesozoikum. Dieses Taxon ist jedoch in den Faunenlisten der fossilen Harze des Libanon, der Halbinsel Taimyr in Sibirien und dem Cedarit von Kanada aufgeführt.

5.3.2.3.1. Species A (Abb. 20 und 21, Taf. 4, Fig. 8)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Ar Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Der stark getriebte Harzbrocken enthält außer dem hier beschriebenen Rest noch einen Vertreter der Diptera: Ceratopogonidae (Abb. 83), der etwa 3,0 mm vom vorderen linken P.-I des Araneae-Restes entfernt ist. Aus diesem Grund konnte die Einbettung in Gießharz und der wiederholte Anschliff nur in beschränktem Umfang stattfinden. Die Zeichnungen (Abb. 20 und 21) wurden bei Durchlicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Körperlänge (ohne Pedes): 1,8 mm

Die Pedipalpi sind nur schwach verdickt. Die Stellung der Chelicerae ist nicht analysierbar. 2 große, halbkugelförmige Augen sind erkennbar. Alle Pedes sind stark behaart, es ist kein Calamistrum am Metatarsus der P.-IV sichtbar. Zwischen den beiden paarigen Ungues ist deutlich ein zahnartiger Endfortsatz des Dactylopodites als "3. Unguis" erkennbar (Abb. 21).

Die Segmentierung des Opisthosoma ist verwischt. Dieses erscheint als ungliedertes Sack. Ein ovaler Körper neben dem Prosoma stellt vielleicht ein eingesponnenes Beutetier dar.

Diskussion:

Wegen des nicht vorhandenen Calamistrum gehört das vorliegende Fossil vermutlich innerhalb der Opisthothelae zu den Ecrbellatae, die vielleicht eine paraphyletische Gruppe darstellen. Unter diesen zeichnet sich die Cohors Trionycha durch den Endfortsatz des Dactylopodites als "3. Unguis" aus, so daß hier vermutlich eine Zuordnung möglich ist.

Der Vertreter der Trionycha ist der bislang älteste Nachweis dieses Taxon.

Ökologisch gesehen handelt es sich bei dieser Gruppe um Räuber, die auf verschiedene Weise versuchen, ihrer Beute habhaft zu werden.

5.3.2.3.2. Species B

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Ar Ce Bez 2

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das Fossil ist in einem stark getriebten Harzbrocken eingebettet. Auch durch eine Röntgen-Aufnahme des teilweise pyritisierten Restes konnten keine Einzelheiten analysiert werden.

Morphologie:

Maße: Körperlänge (ohne Pedes): 1,6 mm

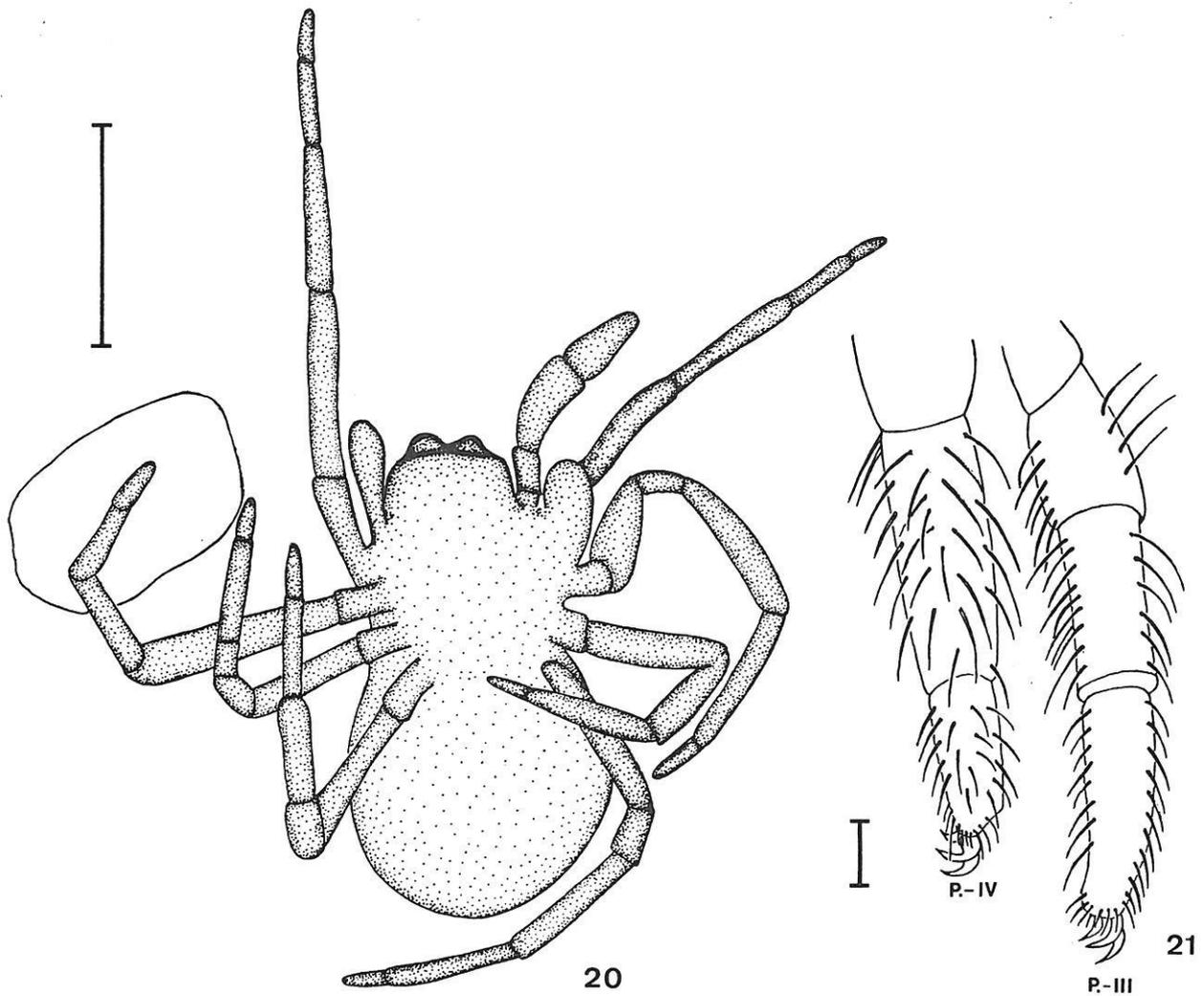


Abb. 20: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Cohors Trionycha aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Arachnida: Araneae/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 21: Metatarsus und Tarsus des linken Pes III und Pes IV einer unbestimmten fossilen Art der Cohors Trionycha aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Arachnida: Araneae/.- Dorsalsicht.- Abkürzungen wie im Text (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Erkennbar sind 4 Pedes-Paare, die stark behaart sind, sowie die Einteilung des Körpers in ein Pro- und ein Opisthosoma.

Diskussion:

Dieser Einschluß ist so kümmerlich erhalten, daß außer seiner Zugehörigkeit zu den Araneae keine weitergehende Bestimmung möglich ist.

5.3.3. Classis: Insecta — Insekten

Das im folgenden benutzte System der Insecta berücksichtigt überwiegend die konsequent phylogenetische Klassifizierungsweise von W. HENNIG, wie sie erstmals zusammenfassend in seiner "Stammesgeschichte der Insekten" (1969) dargestellt wurde.

5.3.3.1. Ordo: Blattariae — Schaben

Die Blattariae umfassen alle diejenigen ursprünglichen Formen, denen die abgeleiteten Merkmale der Isoptera fehlen. Der Grundbauplanmerkmale dieser vielleicht paraphyletischen Gruppe sind bislang noch nicht vollständig erarbeitet worden.

In systematischer Hinsicht sind auch die vielen beschriebenen paläozoischen Formen rezenten Teilgruppen nicht zuzuordnen, da diese Fossilien Autapomorphien — wie beispielsweise einen Ovipositor — aufweisen, die in keinem rezenten Taxon anzutreffen sind. So sind die meisten der über 600 beschriebenen paläozoischen Arten als ausgestorbene Seitenzweige anzusehen, die vom Grundbauplan der rezenten Blattariae stark differenziert sind.

Zudem ist die angenommene Phylogenese dieser Taxa, für die teilweise etliche neue Familiae errichtet wurden, in den meisten Fällen nur auf Interpretationen von Abdrücken des Flügelgeäders begründet. Dieses konnte aber vermutlich auch innerhalb von Arten variieren.

Aus dem Mesozoikum sind nahezu 100 Arten der Subfamilia Mesoblattinae beschrieben worden (BECKER-MIGDISOVA 1962 in ROHDENDORF et alii), die als Vertreter der Familia Blattidae genannt werden.

5.3.3.1.1. Species A (Abb. 22, Taf. 4, Fig. 9 und Taf. 8, Fig. 2)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Bla Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das Fossil ist als stark beschädigtes Fragment der Praeala anzusehen. Es befindet sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der parallel zur Oberfläche der Ala auf einen Durchmesser von etwa 1,5 mm Dicke zurechtgeschliffen und poliert wurde. Besonders auffällig und häufig sind hier die Pilzhyphen (Ascomycetes indet.) anzutreffen, die das Fossil schlierig umgeben. Außer dem Blattariae-Rest befindet sich noch eine winzige, schwer beobachtbare, weitere isolierte Ala (Diptera indet. ?) in dem Harzbrocken. Die Zeichnung (Abb. 22) wurde bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt, wobei der Harzbrocken in einer mit Wasser halbgefüllten Petrischale lag.

Morphologie:

Maße: Länge des erhaltenen Teils der Ala: 6,5 mm

Ähnlichkeit weist diese Praeala mit der bei ROHDENDORF et alii (1962) abgebildeten *Rhipidoblattina angustata* MARTYNOV 1952 auf, die sich durch die verkürzte, mit der Radialis (R) verschmolzene Subcosta (Sc) auszeichnet. Zusätzlich ist die Medialis (M) ebenfalls an ihrer Basis mit dem Radius und der Subcosta verbunden, ebenso wie der Cubitus. Außer dem Flügelgeäder, bei dem sich das abgerissene Analfeld dicht daneben befindet, ist der Rest eines stark behaarten Pes erkennbar.

Diskussion:

Ein Flügelgeäder mit habituell großer Ähnlichkeit weisen auch Vertreter des aus dem Oberen Jura von England beschriebenen Genus *Nannoblattina* SCUDDER 1886 auf. Insbesondere die Species *N. prestwiakii* SCUDDER 1886 zeigt auffällige Übereinstimmungen. Hinzu kommt, daß bei den 3 bekanntgewordenen Arten dieser Gattung die Alae außergewöhnlich klein für Vertreter der Blattariae sind. Sowohl *Rhipidoblattina* HANDLIRSCH 1908 als auch *Nannoblattina* SCUDDER 1886 werden der Subfamilia Mesoblattinae zugeordnet.

Außer 20 artlich nicht beschriebenen Vertretern der Blattodea (sic !) aus den fossilen Harzen der Halbinsel Taimyr in Sibirien sind bisher keine weiteren Vertreter in mesozoischen Harzen bekanntgeworden.

Ökologisch lassen sich für die vorgestellte Art keine Aussagen machen.

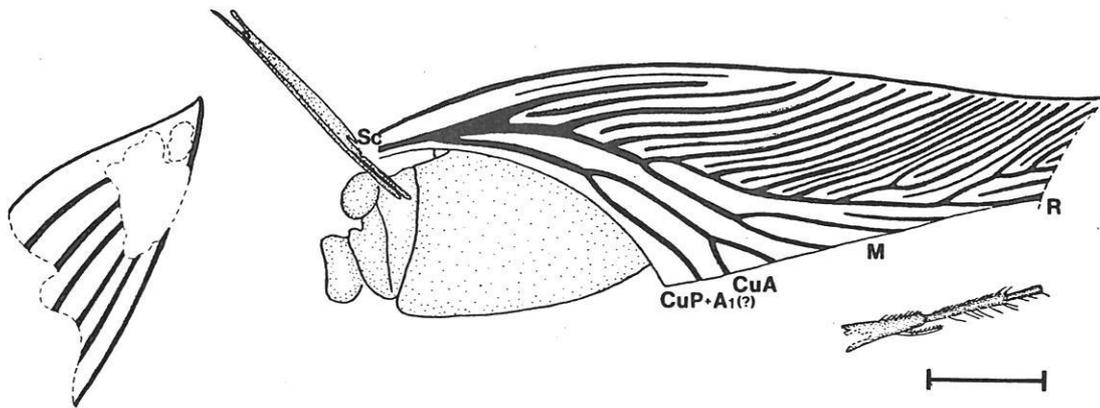


Abb. 22: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Subfamilia Mesoblattinae (?), von der nur Teile des Flügelgeäders und ein isolierter Pes erhalten sind, aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Blattariae: Blattidae/.- Sicht auf die Oberfläche der Ala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

5.3.3.2. Ordo: Isoptera — Termiten

Die Isoptera werden von HENNIG (1969) zusammen mit den Blattariae zu den Blattodea gezählt. Als übereinstimmendes Merkmal dieser beiden Gruppen ist das Fehlen des vorderen Ocellus zu nennen. In den Alae ist vermutlich die Subcosta verkürzt, und in den Praealae erreicht die 1. Analader niemals den Flügelrand.

Von den Blattariae unterscheiden sich die Isoptera in folgenden weitaus stärker abgeleiteten Merkmalen, die auch an Fossilien wahrgenommen werden können:

1. Die Alae sind sekundär weitgehend homonom.
2. Der Analfächer der Postalae ist nur bei *Mastotermes darwiniensis* FROGGAT 1901, der in vieler Hinsicht ursprünglichsten lebenden Termiten, noch in reduzierter Form vorhanden.
3. Sowohl Prae- als auch Postalae besitzen in der Nähe der Basis eine vorgebildete Bruchnaht, an der diese später abbrechen.
4. Der Thorax ist stark desklerotisiert.
5. In der charakteristischen Staaten- und Kastenbildung sind die Arbeiter und Soldaten flügellos.

Eine Einteilung der Isoptera in folgende 6 Familiae ist gebräuchlich (WILSON 1975):

Mastotermitidae	15 fossile Arten (WEIDNER 1955), 1 rezente Art in Australien
Kalotermitidae	12 fossile Arten
Hodotermitidae	
a: Subfamilia: Hodotermitinae	
b: Subfamilia: Cretatermitinae	1 fossile Art (EMERSON 1967)
c: Subfamilia: Termopsinae	2 fossile Arten
Rhinotermitidae (= Mesotermitidae)	15 fossile Arten
Serritermitidae	nur 1 rezente Art
Termitidae (=Metatermitidae)	fossil belegt aus dem oligozänen Harz der Dominikanischen Republik (SCHLEE 1978)

Mesozoische Isoptera waren HENNIG (1969) nicht bekannt, wobei er offensichtlich *Cretatermes carpenteri* EMERSON 1967 /Hodotermitidae: Cretatermitinae/, die durch eine isolierte Praeala von mittelkretazischen Ablagerungen Labradors repräsentiert ist, übersehen hatte.

Da das Alter des Burmesischen Bernsteins nicht mit Sicherheit bekannt ist, läßt sich nicht entscheiden, ob *Kalotermes swinhoi* (COCKERELL 1916) /Kalotermitidae/ und *Kalotermes tristis* (COCKERELL 1916) /Kalotermitidae/ vielleicht mesozoischen Ursprungs sind.

In den Faunenlisten der fossilen Harze des Libanon (SCHLEE & DIETRICH 1970) und von Sibirien (Fundort Jantardach) (ZHERICHIN & SUKATSHEVA 1973) werden Vertreter aus dieser Ordo angegeben, die bisher aber noch

nicht beschrieben wurden.

So stellen die aus dem französischen Harz aufgeführten Isoptera zur Zeit neben *Cretatermes carpenteri* EMERSON 1967 den ältesten Nachweis dar.

5.3.3.2.1. Species A (Abb. 23, 24 und 25, Taf. 7, Fig. 1, 2 und 3)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Is Ce Bez 1a und Is Ce Bez 1b

Locus typicus: Bezonais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die Inkluse war schon bei ihrer Bergung in 2 Teile gespalten, so daß eine Sicht in das Körperinnere ermöglicht war. Insbesondere der linke Teil des Abdomen ist mit einer weißlichen, härteren Substanz angefüllt, während weite Partien der beiden rechten Alae pyritisiert sind. Die auf Grund dieser Erhaltung angefertigten Röntgen-Aufnahmen zeigen Einzelheiten, durch die die Beobachtung mit dem Mikroskop und dem Binokular vervoll ergänzt werden konnte, da die Inkluse in einem für die französischen Harze so typischen milchig getrübbten Brocken vorliegt. Die linke Praeala ist frei exponiert und bis auf den Bereich des Analfeldes gut analysierbar. Die Zeichnungen (Abb. 23 - 25) wurden bei Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Länge des Körpers: 8 mm; Länge der Praeala: 11,5 mm; Breite der Praeala: 5,5 mm.

Die Form des Caput ist oval. Das Komplexauge ist leicht vorgewölbt, einzelne Facetten sind nicht erkennbare, ebenso keine Ocelli. Die genaue Anzahl der Antennenglieder (≈ 15) ist nicht mehr feststellbar. Diese sind rundlich. Am Epicranium sind keine besonderen Merkmale analysierbar. Leider sind auch die Mundwerkzeuge nicht hinreichend erhalten, um detaillierte Aussagen zu ermöglichen.

Eine bestimmte Form des Thorax ist wegen der offensichtlichen Desklerotisierung nicht festlegbar. Der Prothorax scheint für einen Vertreter der Isoptera sehr groß zu sein.

Prae- und Postalae sind nicht homonom. Oberflächlich ist zwischen den meisten Hauptadern eine deutliche Retikulation erkennbar. Angedeutet ist die an der Basis vorgebildete Naht der Flügelbruchstelle.

Das Flügelgeäder zeigt Übereinstimmungen sowohl mit Vertretern der Familia Mastotermitidae als auch der Familia Kalotermitidae. Alle erkennbaren Adern sind stark ausgeprägt und offensichtlich nicht reduziert. Es scheinen vom Radius-Sektor in weitem Bogen einige Adern zur Costa (C) zu ziehen. Bei dieser Annahme sendet die

Abb. 23: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (A) der Familia Mastotermitidae oder Kalotermitidae, aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Isoptera/.- Lateralsicht in das Körperinnere des Harzbrockens A2 (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 24: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (A) der Familia Mastotermitidae oder Kalotermitidae, das aus den ursprünglich zerbrochenen Harzbrocken A1 und A2 rekonstruiert wurde, aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Isoptera/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

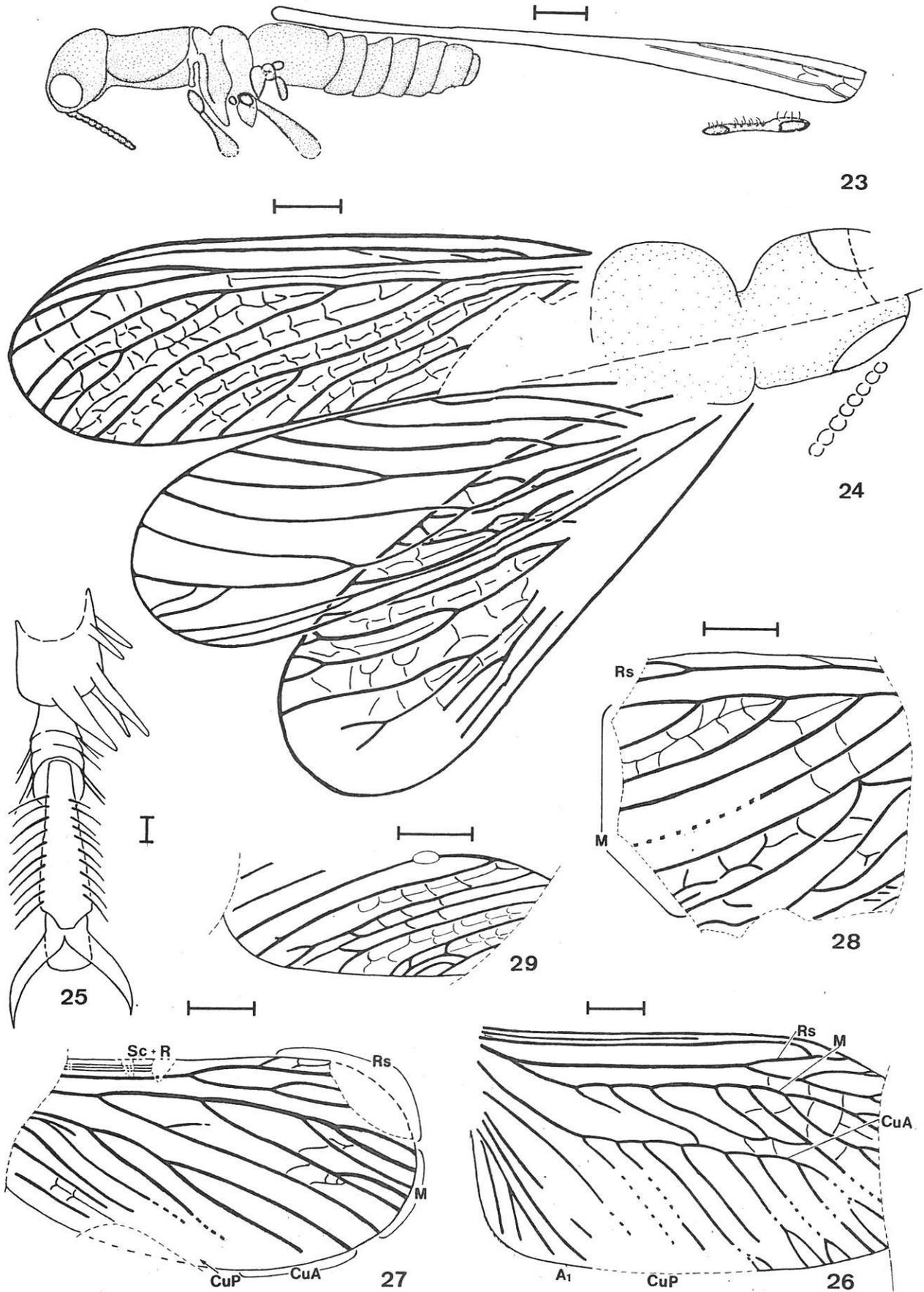
Abb. 25: Tarsi und distaler Bereich der Tibia des linken Pes III einer unbestimmten fossilen Art (A) der Familia Mastotermitidae oder Kalotermitidae, aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Isoptera/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 26: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (B) der Familia Mastotermitidae (?), von der nur eine isolierte Ala erhalten ist, aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Isoptera/.- Sicht auf die frei exponierte Oberfläche der Ala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 27: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (C) der Ordo Isoptera, von der nur Teile einer isolierten Ala erhalten sind, aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich.- Sicht auf die frei exponierte Oberfläche der Ala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 28: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (D) der Ordo Isoptera, von der nur Teile einer isolierten Ala erhalten sind, aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich.- Sicht auf die frei exponierte Oberfläche der Ala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 29: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (E) der Ordo Isoptera, von der nur Teile einer isolierten Ala erhalten sind, aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich.- Sicht auf die frei exponierte Oberfläche der Ala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



Media (M) in ungewöhnlicher Weise eine Anzahl Äste zum Flügelinnenrand.

An Exemplar Is Ce Bez 1b sind die Tarsi eines abgerissenen Pes II (oder P.-III ?) sichtbar (Abb. 25). Mit großer Sicherheit handelt es sich dabei um 4 Glieder, wobei am Praetarsus deutlich ein Pulvillus erkennbar ist. Der distale Teil der Tibia ist kräftig bedornet. 2 Seitendornen und 3 Enddorne sind erhalten.

Diskussion:

Die systematische Stellung des vorliegenden Vertreters der Isoptera scheint noch nicht hinreichend geklärt zu sein. Die zahlreichen Adern der Alae, ihre starke Retikulation, die bei den verschiedenen Familiae in systematischer Reihenfolge progressiv abnehmen soll (v. ROSEN 1913), sprechen für einen Vertreter der Mastotermitidae. Allerdings sind diese Merkmale nicht als abgeleitet anzusehen, da sie vermutlich schon im Grundbauplan der Isoptera vorhanden waren.

In Betracht gezogen werden muß auf Grund von Ähnlichkeiten, wie beispielsweise der Größe des Pronotum, der vorhandenen Pulvilli und der Anordnung der Dornen an der Tibia (der P.-II ?), auch die Familia Kalotermitidae.

Die Electrotermitinae, eine ausschließlich fossile Subfamilia der Kalotermitidae, zeigen die hier genannten Merkmale, so daß sie für eine Bestimmung ebenfalls berücksichtigt werden müssen.

Ökologisch gesehen waren die hier beschriebenen Vertreter der Isoptera sicher in einem relativ warmen Biotop angesiedelt. Nicht zu entscheiden ist es, ob dieser einem Silvaea-, Hylaea- oder Skleraea-Biom integriert war.

5.3.3.2.2. Species B (Abb. 26, Taf. 7, Fig. 5)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Is Ce Bez 2

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die zu dieser Species gehörenden beiden Alae liegen isoliert in einem stark getrübbten Harzbrocken vor, wobei eine Ala fast vollständig pyritisiert ist, so daß eine Röntgen-Aufnahme angefertigt werden konnte (Taf. 7, Fig. 5), auf der die zeichnerische Darstellung beruht (Abb. 26).

Morphologie:

Maße: Länge des erhaltenen Teils der Ala: 7,0 mm

Berücksichtigt ist nur die pyritisierte Ala. Sie zeigt ein Geäder mit einer starken Retikulation insbesondere im distalen Bereich. Andeutungsweise ist diese auch zwischen den vorderen Adern erkennbar. Die Subcosta (Sc) ist verkürzt. Auffällig wenige Adern ziehen vom Radial-Sektor (Rs) zur Costa (C). Kammartig zweigen von der Media (M) und dem Cubitus (CuA) zahlreiche Äste ab. Ein Analfeld ist ohne Zweifel vorhanden. Bei der Röntgen-Aufnahme konnte noch ein isolierter Pes festgestellt werden.

Diskussion:

Das Geäder des vorliegenden Fossils stimmt ganz überraschend gut mit dem von *Mastotermes anglicus* v. ROSEN 1913 überein (vgl. v. ROSEN 1913, Taf. XXVII, Fig. 7). Der Autor stellt diese Art in die nahe Verwandtschaft von *Mastotermes darwiniensis* FROGGAT 1901. Die hier vorgestellte Ala ist jedoch wesentlich kleiner als die der rezenten *M. darwiniensis* FROGGAT 1901 oder der aus oligozänen Ablagerungen der Insel Wight stammenden *M. anglicus* v. ROSEN 1913.

5.3.3.2.3. Species C (Taf. 7, Fig. 4)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Is Ce Bez 3

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Ein mit zahlreichen, pyritisierten Fossil-Fragmenten angereicherter trüber Harzbrocken wurde geröntgt, wobei einzelne Pedes, Reste mehrerer Alae und eines Insek-

tenkörpers erkennbar wurden.

Morphologie:

Die Pedes sind an ihren Tibiae kräftig bedornt. Die Alae zeigen eine deutliche Retikulation. Das Flügelgeäder fällt durch eine Vielzahl von Adern auf.

Diskussion:

Die beschriebenen Merkmale weisen auf einen oder mehrere Vertreter der Isoptera hin.

5.3.3.2.4. Species D, E, F und G (Abb. 27, 28 und 29, Taf. 7, Fig. 6 und 7)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Is Ce Bez 4; Is Ce Bez 5; Is Ce Bez 6; Is Ce Bez 7

Erhaltung und Präparation: Diese 4 isoliert vorliegenden Alae sind an der Oberfläche von 4 Harzbrocken als Abdrücke oder "Harzkerne" (analog zum Steinkern versteinertes Fossilien) überliefert. Zuvor an harzkonservierten Fossilien nicht erkannt, konnte diese Erhaltungsform inzwischen auch bei anderen fossilen Harzen beobachtet werden, wenngleich nicht in dieser Häufigkeit. An solchen Oberflächenstrukturen erstellte REM-Aufnahmen trugen nicht zur Klärung weiterer Einzelheiten bei, da etwaige Sinnesorgane in dem relativ weichen Material längst erodiert waren (Taf. 7, Fig. 6 und 7). Die hier beschriebenen Species D, E, F und G sind nicht in Gießharz eingebettet worden, sondern werden unter Wasserverschluß aufbewahrt. Die zeichnerische Darstellung (Abb. 27 - 29) erfolgte im Auflicht unter extrem flachen Lichteinfall, wobei die Oberfläche der Alae am besten deutlich wurde, wenn diese sich im Übergang vom feuchten zum trockenen Zustand befand.

Morphologie der Species D (Abb. 27)

Maße: Größenverhältnisse sind dem Maßstab zu entnehmen.

Die im proximalen und im distalen Bereich leicht beschädigte Ala zeigt eine deutliche Retikulation. Die Media (M) und der Cubitus (CuA) weisen kammartige Abzweigungen wie die Species B auf. Auch hier ist ein Analfeld erkennbar, das dadurch gekennzeichnet ist, daß seine Oberfläche weniger erhaben als der übrige Teil der Ala ist. Die Knickleiste stellt die als CuP (Post-Cubitus) bezeichnete Ader dar.

Diskussion:

Der hier vorliegende Rest ist mit ähnlichen Bedenken wie bei Species B in die Familia Mastotermitidae zuzustellen.

Morphologie der Species E (Abb. 28)

Maße: Größenverhältnisse sind dem Maßstab zu entnehmen.

Von dem vorliegenden Rest sind nur Teile der Ala erhalten. Auf ihrer Oberfläche ist eine starke Retikulation erkennbar. Das Geäder zeigt kammartige Abzweigungen von der Media (?) (M).

Diskussion:

Vermutlich handelt es sich um das Fragment eines primitiven Vertreters der Isoptera (Mastotermitidae?).

Morphologie der Species F (Abb. 29)

Maße: Größenverhältnisse sind dem Maßstab zu entnehmen.

Von dem vorliegenden Rest sind nur Teile der Ala erhalten. Auf ihrer Oberfläche ist eine starke Retikulation erkennbar.

Diskussion:

Vermutlich handelt es sich um das Fragment eines primitiven Vertreters der Isoptera.

Morphologie der Species G (Taf. 7, Fig. 6 und 7)

Mehrere übereinander liegende Fragmente von Alae wurden mit dem REM aufgenommen. Erkennbar ist die starke Retikulation zwischen den Hauptadern, die nicht mehr definiert werden können. Vermutlich handelt es sich um die Reste eines oder mehrerer Vertreter von primitiven Isoptera.

Paraneoptera

In der Gruppe Paraneoptera (= Parametabola) sind die rezenten Zoraptera, Psocodea, Thysanoptera und Hemiptera zusammengefaßt (HENNIG 1969). Die Monophylie der Psocodea ist erst kürzlich begründet worden (SEEGER 1975), innerhalb dieser kann bisher ein gut erarbeitetes System nicht gelten, da die "Psocoptera" vermutlich paraphyletischen Ursprungs sind (HENNIG 1969, SEEGER 1975). Insbesondere die für die Beurteilung von Fossilien wichtigen Merkmale im Flügelgeäder stellen vermutlich Grundbauplanmerkmale dar, die schon in der den "Psocoptera" übergeordneten Gruppe, den Psocodea, vorhanden waren. Im folgenden soll der Name jedoch beibehalten werden, da er sich seit langem eingebürgert hat.

5.3.3.3. Ordo: Psocoptera (?) — Staubläuse

Unterschieden werden die 3 Subordines Trogiomorpha, Troctomorpha und Psocomorpha. Als älteste Vertreter der Psocodea gelten die Permopsocida (BECKER-MIGDISOVA & VISHNIAKOVA 1962 in ROHDENDORF et alii) aus dem Unteren Perm von Kansas.

5.3.3.3.1. Species A (Abb. 30, 31 und 32, Taf. 8, Fig. 1)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Pso Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das vorliegende Fossil befand sich in einem stark getriebenen Harzbrocken, der wiederholt in Gießharz eingebettet und so zurechtgeschliffen wurde, daß der Rest bei Durchlicht gezeichnet werden konnte (Abb. 30 - 32).

Morphologie:

Maße: Körperlänge (ohne Pedes): 1,2 mm

Einzelheiten sind weder am Caput, am Thorax, noch am Abdomen zu erkennen. Erhalten sind die beiden hinteren Pedes-Paare, deren Tibiae kräftig bespornt sind. Die Tarsi sind vermutlich 3-gliedrig. Am besten analysierbar ist das Geäder der Alae (Abb. 31 und 32). Prae- und Postala sind nicht homonom, aber fast gleich groß.

Diskussion:

Eine Zuordnung des vorliegenden Restes zu einer Teilgruppe der Paraneoptera ist wegen der wenigen erhaltenen Merkmale praktisch unmöglich. In Betracht gezogen werden müssen auf Grund habitueeller Ähnlichkeit und seiner Winzigkeit wegen vielleicht ursprüngliche Vertreter der Psocodea.

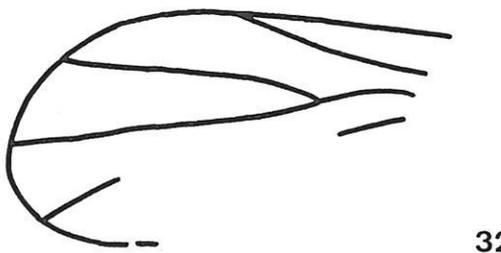
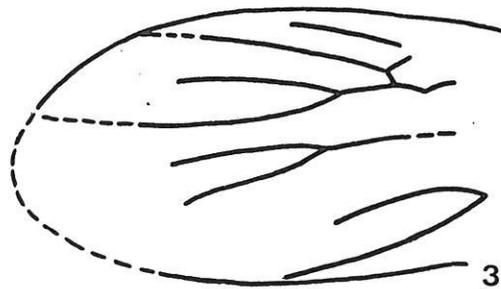
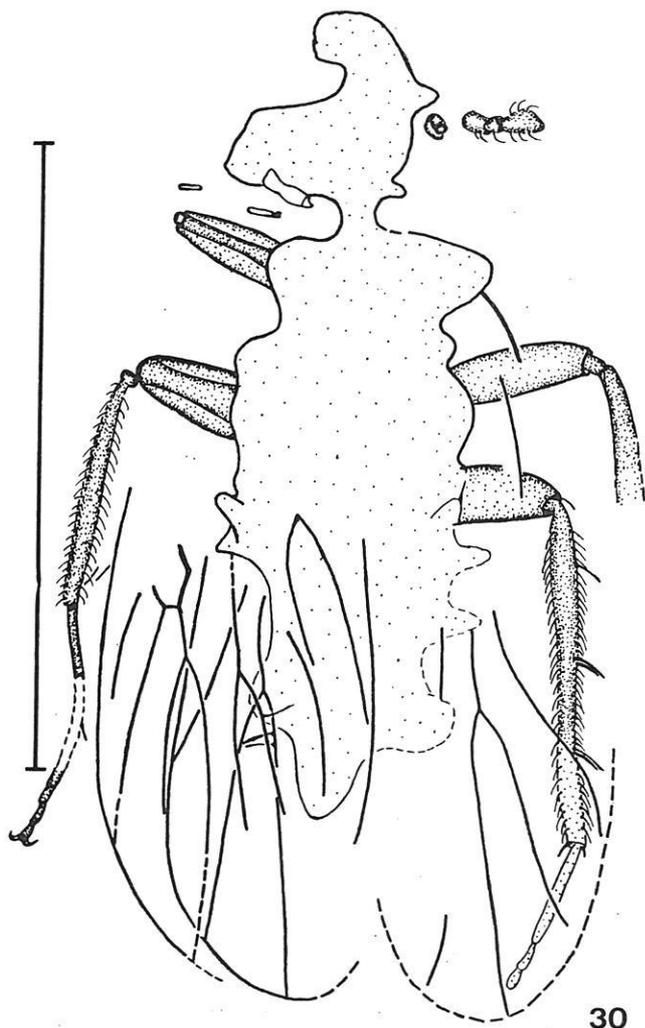
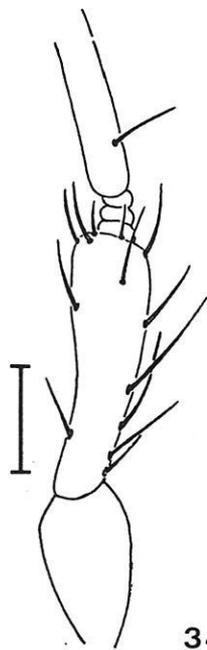
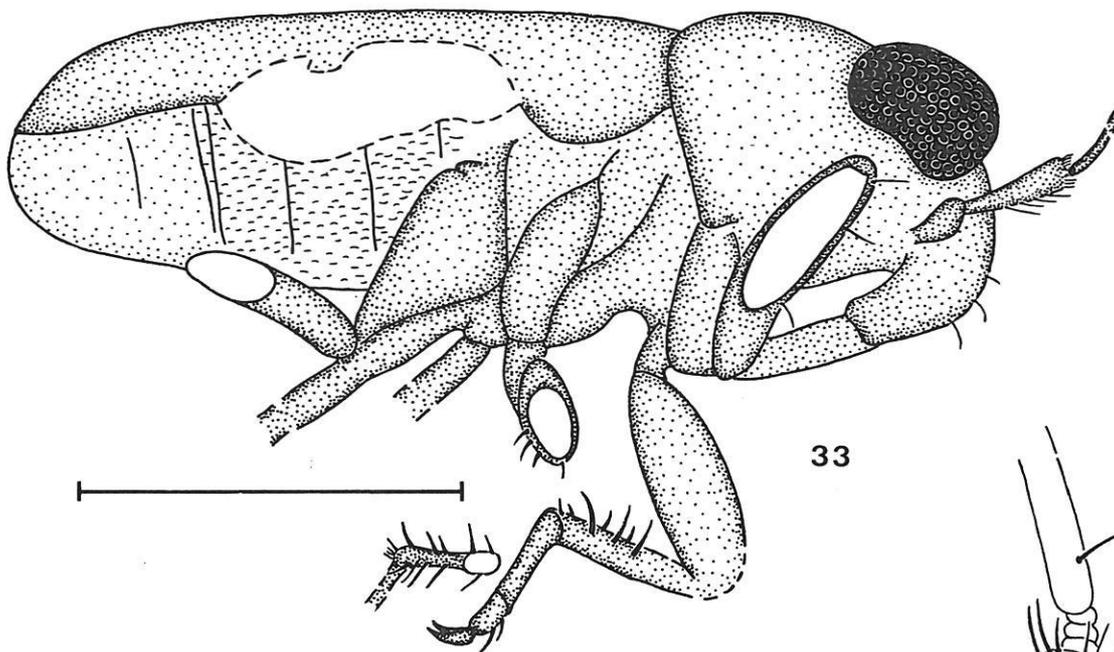
Abb. 30: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Ordo Psocoptera (?) aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Paraneoptera/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 31: Praeala einer unbestimmten fossilen Art der Ordo Psocoptera (?) aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Paraneoptera/.- Sicht auf die Oberfläche der Praeala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 32: Postala einer unbestimmten fossilen Art der Ordo Psocoptera (?) aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Paraneoptera/.- Sicht auf die Oberfläche der Postala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 33: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Hydrocorisae (?) aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Heteroptera/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 34: Basalglieder der rechten Antenna einer unbestimmten fossilen Art der Hydrocorisae (?) aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Heteroptera/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)



Superordo: H e m i p t e r a

Die Monophylie dieser Gruppe ist gut ausgewiesen: Die Mundwerkzeuge bilden einen Stechrüssel, an dessen Aufbau die Mandibulae, die Maxillae und das Labium beteiligt sind.

Unterschieden werden die beiden Teilgruppen Heteropteroidea (Heteroptera + Coleorrhyncha) und Homoptera (Auchenorrhyncha + Sternorrhyncha) (SCHLEE 1969).

5.3.3.4. Ordo: H e t e r o p t e r a — Wanzen

Als abgeleitetes Merkmal der Heteropteroidea wird von SCHLEE (1969) u. a. eine Besonderheit in der Bildungsweise der Antennae angegeben, die den Homoptera fehlt: Ringförmig chitinierte "Zwischensegmente" befinden sich zwischen den Gliedern der Antennae.

Grundbauplanmerkmale der Heteroptera, die an Fossilien beobachtet werden können, sind folgende: Der vordere Ocellus fehlt. Die nahe am Rand des Mundes eingelenkten Antennae haben nur 4 Glieder. Es sind Stinkdrüsen vorhanden. Die Praealae sind als "Hemi-Elytra" ausgebildet.

Als Schwester-Gruppen werden innerhalb der Heteropteroidea die Heteroptera und die Coleorrhyncha unterschieden, wobei die Coleorrhyncha rezent allein durch die artenarme Familia Peloridiidae repräsentiert sind, die sich durch verschiedene Autapomorphien auszeichnet (SCHLEE 1969). Innerhalb der Heteroptera gelten die Hydrocorisae und die Geocorisae als Schwester-Gruppen.

Die Hydrocorisae zeichnen sich durch kleine, in Fühlergruben verborgene Antennae aus. Sie sind im Mesozoikum durch zahlreiche Fossilien artlich repräsentiert. Die systematische Einteilung der rezent mehr als 20000 Arten umfassenden Geocorisae ist dagegen umstritten und unbefriedigend (HENNIG 1969). Fossile Formen, von denen sicher ist, daß sie zu den Geocorisae gehören, liegen aus dem Unteren Jura vor.

5.3.3.4.1. Species A (Abb. 33 und 34)

A u f b e w a h r u n g s o r t : Paläontologisches Institut, FU-Berlin

S a m m l u n g s n u m m e r : He Ce Bez 1

L o c u s t y p i c u s : Bezonnais

S t r a t u m t y p i c u m : C4,1c

E r h a l t u n g u n d P r ä p a r a t i o n : Das vorliegende Fossil befand sich in einem stark getriebenen Harzbrocken, der wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Ein Anschliff möglichst nahe zu allen Körperoberflächen konnte nicht durchgeführt werden, da in einem Abstand < 2 mm die in Kap. 5.3.3.6.2. beschriebene Art *Stenus* (Tesnus ?) *inexpectatus* nov. spec. eingebettet ist. Die Lateralseite ist durch den Anschliff geringfügig beschädigt worden. Die Zeichnungen (Abb. 33 und 34) wurden bei Auflicht angefertigt.

Morphologie:

M a ß e : Körperlänge: 2,3 mm

Das Caput zeigt ein nierenförmiges Auge, das sehr plastisch und vorgewölbt ist. Anzahlmäßig sind darauf etwa 150 Ommatidia wabenförmig angeordnet. Die Antennae sind nahe am Rand des Mundes eingelenkt. Offensichtlich sind nur wenige Glieder (4 ?) vorhanden. Diese sind distal keulenförmig vergrößert (Abb. 34). Bei starker Vergrößerung lassen sich ringförmig chitinierte "Zwischensegmente" erkennen. Der Thorax ist stark sklerotisiert ("Hemi-Elytra"), eine Flügeläderung ist jedoch wegen der seitlichen Lagerung des Fossils nicht analysierbar. Die Femora sind sehr kräftig ausgebildet. An den Tibiae und den erhaltenen Tarsi ist eine kräftige Bespinnung erkennbar.

Diskussion:

Die verbreiterten Femora deuten auf eine Spezialanpassung, die vielleicht im aquatischen Raum zu suchen ist. Auf Grund der chitinierten "Zwischensegmente" in den Antennae wird das Fossil den Heteropteroidea zugeordnet, innerhalb dieser ist es vielleicht als Vertreter der Hydrocorisae anzusehen, obwohl diese Gruppe nicht dazu prädestiniert ist, in Harzen aufgefangen zu werden. Bedenklich stimmt bei dieser Annahme auch die Größe und Lage der Antennae.

Superordo: Neuropteroidea — Netzflügelartige

Die Neuropteroidea haben sich nach HENNIG (1969) am wenigsten weit vom Grundbauplan der Holometabola entfernt. Vermutlich handelt es sich um eine monophyletische Gruppe. Als Teilgruppen sind die Megaloptera, Raphidioptera und Planipennia allgemein anerkannt.

5.3.3.5. Ordo: Planipennia — Hafte

Die Grundbauplanmerkmale, die die Planipennia als monophyletische Gruppe ausweisen, sind vor allem an den Larvae erkennbar. Als abgeleitet sind außerdem vermutlich die Orthognathie des Caput und die Ditrysie der Geschlechtsöffnungen der ♀♀ zu bezeichnen. MARTYNOVA (1962) gibt auch die kammartige Verzweigung des Radial-Sektors, die Vermehrung der Queradern und das reiche Auftreten sekundärer Gabeläste im Flügelgeäder an.

Bisher liegt kein gut begründetes phylogenetisches System der Teilgruppen der Planipennia vor. Es stehen sich die Anschauungen von MARTYNOVA (1952 und 1962) und WITHYCOMBE (1924) gegenüber. Monophyletischen Ursprungs sind vermutlich jedoch die Arten, die in Familiae zusammengefaßt sind.

Fossilien liegen von den rezent etwa 7000 Arten umfassenden Planipennia in relativ großer Anzahl vor. Als älteste sind die Permithonidae, Permegalonidae und Archeosmylidae aus dem Oberen Perm Australiens und der Sowjetunion zu nennen. Zu einer Teilgruppe der Planipennia, den Chrysopidae + Apochrysidae, gehören mit Sicherheit die Genera *Mesochrysope* HANDLIRSCH 1908 aus dem Oberen Jura von Bayern, und *Mesypochrysa* MARTYNOVA aus dem Oberen Jura von Kasachstan. Die Zugehörigkeit der zahlreichen Arten der Kalligrammatidae aus dem Malm von Solnhofen und der Wende Jura/Kreide von Karatau in Kasachstan ist nicht geklärt.

Aus fossilen Harzen sind verhältnismäßig wenige Vertreter bekanntgeworden, was vermutlich mit der im allgemeinen recht stattlichen Körpergröße der Planipennia zusammenhängt. Die Anzahl der überlieferten Arten ist

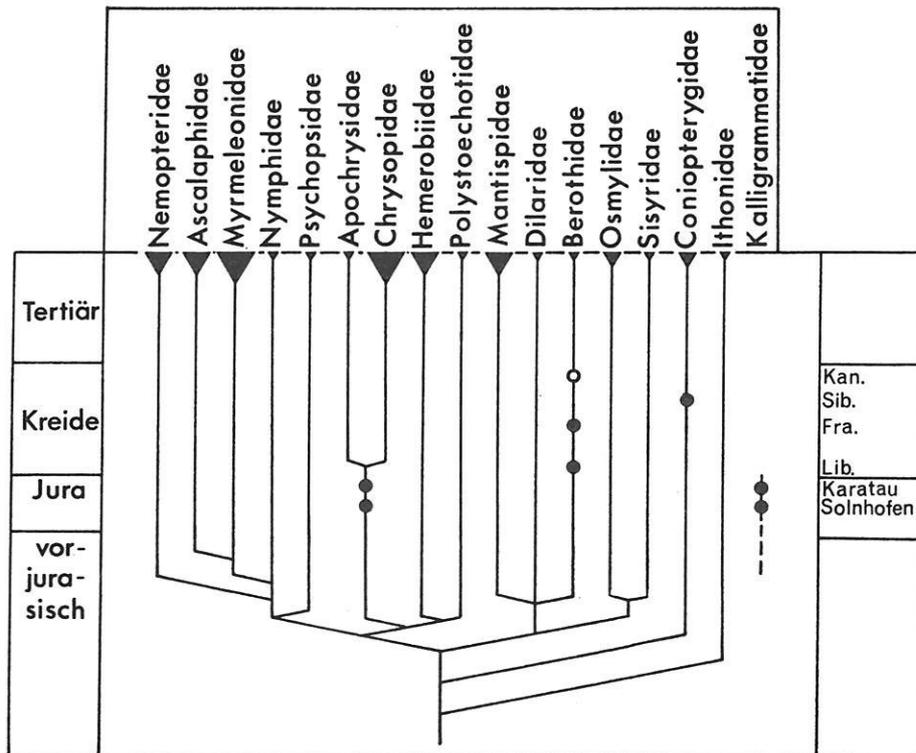


Abb. 35: Kladistischer Stammbaumentwurf der Ordo Planipennia, verändert nach Angaben von WITHYCOMBE (1924) in HENNIG (1969), in den die wichtigsten Funde fossiler Vertreter der Planipennia-Familiae eingetragen sind.- Abkürzungen wie im Text.- Volle Kreise: artlich beschriebene Vertreter. Offene Kreise: unbenannte Vertreter.- Die Größe der Dreiecke entspricht proportional der ungefähren Anzahl der rezenten Arten.

in Abbildung 35 aufgeführt, wobei besonders auffällig das Fehlen der Chrysopidae im Baltischen Bernstein zu bemerken ist, obwohl diese aus eozänen Ablagerungen Englands kürzlich nachgewiesen wurden (JARZEMBOWSKI 1978, im Druck).

Familia: *Berothidae* HANDLIRSCH 1908

Kleine bis mittelgroße Tiere. Ocelli fehlen. Antennae einfach. Alae nicht verbreitert. Das Flügelgeäder zeigt im Radial-Sektor zahlreiche Äste, das Subkostalfeld hat wenige Queradern.

Subfamilia: *Rhachiberothinae* TJEDER 1959

Pedes-I als Raubbeine ausgestaltet, ihr Femur gezähnt.

5.3.3.5.1. *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. (Abb. 36, 37 und 38, Taf. 4, Fig. 10, Taf. 9, Fig. 1, 2, 3, 4 und 5)

Derivatio nominis: Nach der Bezeichnung französischer fossiler Harze als Retinit; Zu Ehren von Herrn Prof. Dr. Dr. W. STORMER, durch dessen Röntgen-Aufnahme die Analyse des Fossils gelang.

Holotypus (und einziges bekanntes Exemplar): Das in den Abbildungen 36 - 38, auf Tafel 4, Fig. 10 und Tafel 9, Fig. 1 - 5 wiedergegebene Fossil.

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Rha Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Während Caput, Praealae, Teile der Pedes, des Thorax und des Abdomen überwiegend inkohlt erhalten sind, ist der Rest des Körpers in Pyrit umgewandelt. Eine im Bereich der Postalae mit diesem Material angefüllte Blase verhindert die dortige Analyse. Da die Inkluse sich in stark getrübbtem Harzmaterial befindet, war sie für eine Röntgen-Aufnahme prädestiniert. Die Präparation erfolgte anfänglich nach der üblichen Methode (Einbettung in Gießharz, wiederholter Anschliff). Daraufhin wurde die Röntgen-Aufnahme nach der in Kap. 5.2.7. angegebenen Methode angefertigt. An Hand von Röntgen-Stereo-Aufnahmen konnten die zeichnerischen Darstellungen (Abb. 36 - 38) ausgeführt werden, kombiniert bei Durchlichtbetrachtung im Mikroskop.

Außer dem hier aufgeführten Rest befanden sich ursprünglich noch einige isolierte Pedes /Arachnida ?/ im Harzbrocken.

Differentialdiagnose:

Genus- und Species-Merkmale fallen bei dem ersten aus diesem Stratum beschriebenen Fossil der Subfamilia Rhachiberothinae zusammen.

Kennzeichnend sind die zu Raubbeinen umgestalteten Pedes-I. Radialsektor (Rs) und Media (M) sind über eine längere Strecke miteinander verschmolzen als beispielsweise bei *Rhachiberotha signifera* TJEDER 1959. Diese gabeln sich erst hinter der ersten Querverbindung zwischen dem Radius (R1) und dem Radial-Sektor (Rs).

Morphologie:

Maße: Körperlänge (Caput-Spitze - distales Ende der linken Ala): 5,5 mm

Das Caput ist gewölbt. Mehr als 400 Ommatidia formen jeweils 1 halbkugeliges Komplexauge. Die im Durchschnitt etwa 10 μ in der Breite messenden Ommatidia sind dicht gepackt und zeigen einen hexagonalen Umriß. Die Antennae sind während der Präparation versehentlich abgeschliffen worden. Sie waren lang und bestanden aus einer Vielzahl von filiformen Gliedern. Die Mundwerkzeuge zeigen relativ kurze, aber stark sklerotisierte Mandibulae und Maxillae, die von Haaren teilweise bedeckt sind.

Die Form des Pronotum ist nicht mehr deutbar. Auch Meso- und Metathorax zeigen keine auffälligen Strukturen. Die Praealae sind entweder nur fragmentarisch erhalten, oder sie sind auf Grund der unzähligen Bläschen im nicht sichtbar. Erkennbar sind die von einer Subcosta (Sc) senkrecht ausgehenden Abzweige, die nach dichotomen Gabelungen in die Costa (C) münden, wobei diese sich aus einer Reihe von Vesicae zusammensetzt. Eine Postala ist in Abbildung 38 als Rekonstruktion dargestellt. Ihre Umrißform ist oval. Die Deutung und Bezeichnung des Geäders erfolgt in Anlehnung an MACLEOD (1967) und TJEDER (1959 und 1968). Der Radial-Sektor (Rs) ist durch zahlreiche Äste gekennzeichnet. Auch auf der Oberfläche der Postalae ist eine kurze, kräftige Behaarung an den Adern sichtbar.

In Abbildung 37 ist der proximale Teil des linken Pes-I dargestellt. Auffällig sind die lange Coxa (Cx), der gebogene Trochanter (Tr) und der kräftige Femur (F), in dessen Innenseite eine lange schmale Tibia (Ti)

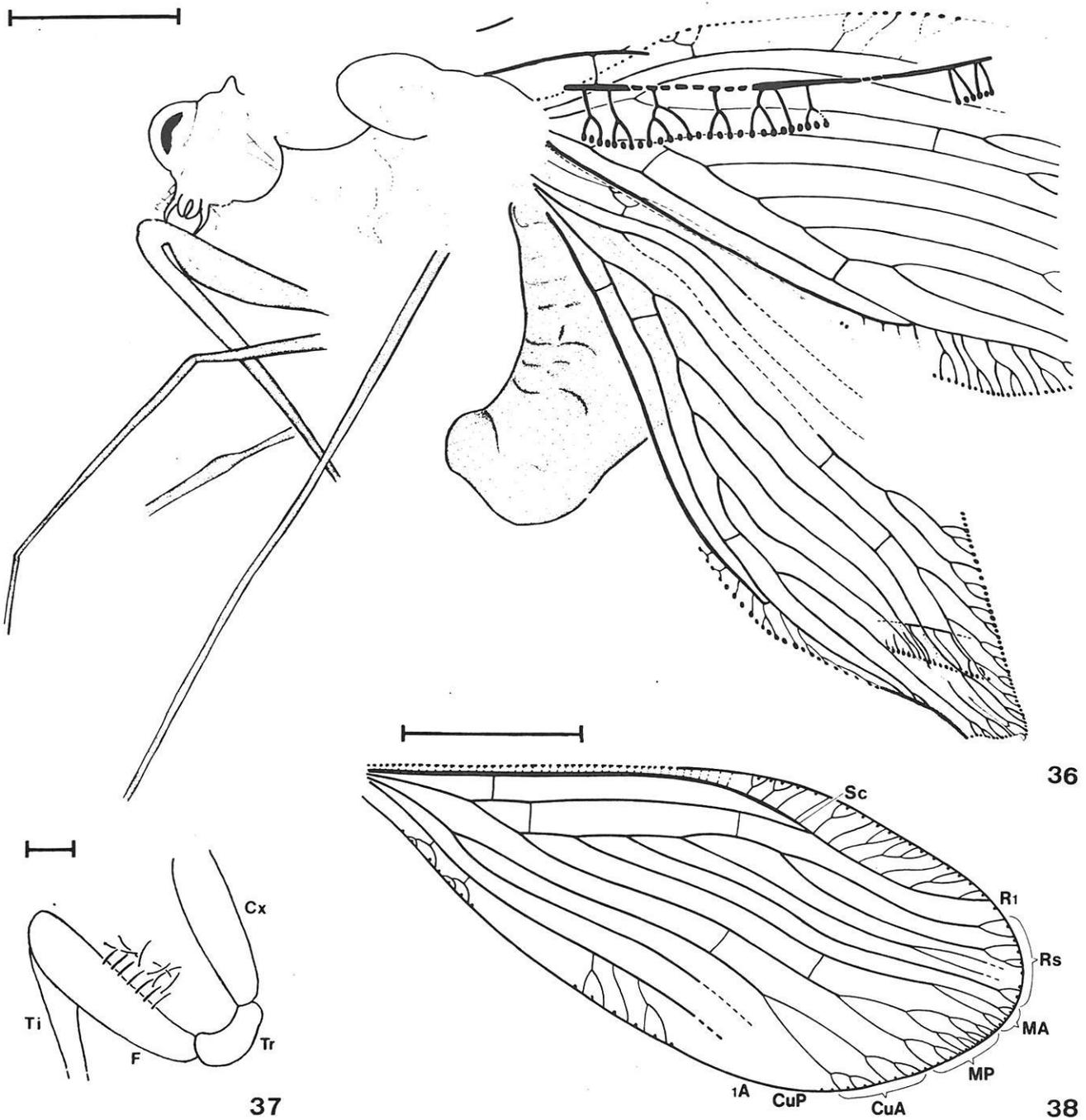


Abb. 36: Habitusbild der fossilen Art *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Planipennia: Berothidae: Rachiberothinae/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 37: Coxa, Trochanter, Femur und basaler Teil der Tibia des rechten Pes I der fossilen Art *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Planipennia: Berothidae: Rachiberothinae/.- Abkürzungen wie im Text (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 38: Rekonstruktion der Postala der fossilen Art *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Planipennia: Berothidae: Rachiberothinae/.- Abkürzungen wie im Text (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

eingeschlagen ist. Diese Beinabschnitte vermitteln insgesamt den Eindruck eines Raubbeines. Auf Grund der Trübung des Harzbrockens ist es nicht entscheidbar, ob der Femur an seiner Innenseite eine randständige Bedornung trägt. Sichtbar sind dagegen an der Außenseite eine Anzahl Haare. Die übrigen Pedes sind ihrer Gestalt nach auffällig lang.

Das Abdomen ist sackartig gestaltet. Es können keine Einzelheiten an den Segmenta abdominis wahrgenommen werden.

Diskussion:

Auf Grund der Ausbildung der P.-I, die den Charakter von Raubbeinen aufweisen, wie sie mehrfach und unabhängig voneinander bei verschiedenen Insecta-Ordines entstanden sind (z. B. bei den Mantodea, Hemiptera und Diptera), in Verbindung mit Merkmalen im Flügelgeäder, ist das vorliegende Fossil ohne Zweifel als Vertreter der Planipennia anzusehen. Innerhalb dieser Ordo zeichnet sich die rezent etwa 350 Arten umfassende Familia Mantispidae durch den Besitz von Raubbeinen aus. Bei den Mantispidae ist bis auf wenige Ausnahmen der Subfamilia Platymantispinae, wie z. B. *Trichoscelia varia* (WALKER 1910), das Flügelgeäder stärker abgeleitet.

TJEDER (1959) beschrieb die beiden Gattungen *Rhachiberothera* und *Macroberothera* mit insgesamt 3 Arten aus dem S Rhodesien, für die er die neue Subfamilia Rhachiberotherinae errichtete. Ihre Vertreter zeichnen sich als Angehörige der Familia Berothidae ebenfalls durch den Besitz von Raubbeinen aus. Deshalb war dieser Autor sich nicht sicher, ob nicht *Trichoscelia varia* (WALKER 1910), *T. signata* (HAGEN 1870) und *T. banksi* (REHN 1914) /Mantispidae: Platymantispinae/ ggf. zu den Rhachiberotherinae gestellt werden müßten.

Diese Fragestellung konnte auch in einer Arbeit jüngeren Datums (TJEDER 1968) nicht endgültig entschieden werden, so daß die Stellung der Rhachiberotherinae im System bislang unzureichend geklärt ist. In Abbildung 39 sind 2 Möglichkeiten verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen Berothidae, Rhachiberotherinae und Mantispidae dargestellt.

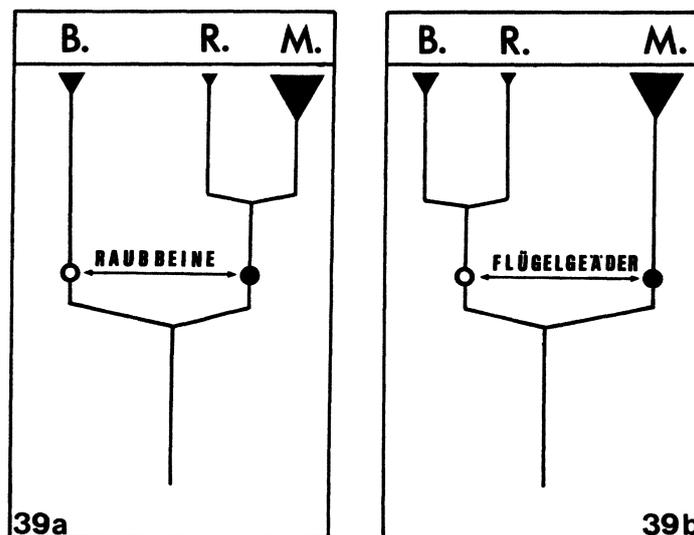


Abb. 39: 2 mögliche kladistische Stammbaumentwürfe für die Familie Berothidae und Mantispidae /Planipennia/, wobei die Subfamilia Rhachiberotherinae einmal auf Grund der zu Raubbeinen umgeformten Pedes-I den Mantispidae, das andere Mal auf Grund der Übereinstimmungen im Flügelgeäder den Berothidae zugeordnet wird. Abkürzungen: B: Berothidae, M: Mantispidae, R: Rhachiberotherinae

Während in der Darstellung der Abbildung 39 a die Rhachiberotherinae eine monophyletische Gruppe zusammen mit den Mantispidae darstellen (als die primitivste Teilgruppe der Mantispidae), wobei dann die Ausbildung der P.-I als Raubbeine nur einmal in der Stammgruppe der Rhachiberotherinae + Mantispidae entstanden sein kann, wird dieses Merkmal in der Darstellung der Abbildung 39 b als Konvergenz gedeutet, das unabhängig voneinander

einmal bei einer Teilgruppe der Berothidae (den Rhachiberothinae) und das andere Mal bei den Mantispidae entstanden ist. Die Mantispidae lassen sich exclusive der erwähnten Vertreter der Subfamilia Platymantispidae auf Grund des abgeleiteten Flügelgeäders sicher als monophyletische Gruppe aufrechterhalten.

Es ist von großem Interesse, daß die rezent ohne Zweifel relikitär verbreiteten Rhachiberothinae nicht nur mit dem hier beschriebenen Taxon fossil belegt sind, sondern von WHALLEY (1978, im Druck) ein weiterer Vertreter dieser Subfamilia aus dem fossilen Harz des Libanon nachgewiesen wurde. Dieser Fund zeigt, daß offensichtlich eine Radiation der Rhachiberothinae im späten Mesozoikum weit fortgeschritten war, während diese Gruppe rezent fast vollständig ausgestorben ist.

5.3.3.6. Ordo: Coleoptera — Käfer

Die Coleoptera sind als monophyletische Gruppe besonders gut ausgewiesen. Als abgeleitete, äußerlich gut erkennbare Merkmale können genannt werden: Die Praealae sind zu festen Flügeldecken (Elytra) umgewandelt, die Ränder der Elytra zu Epipleura erweitert. Die Oberfläche der Elytra zeigt kein vorgezeichnetes Flügelgeäder mehr. Die eigentlichen Flugorgane sind die Postalae, die in der Ruhe bei den einzelnen Teilgruppen der Coleoptera in unterschiedlicher Weise zusammengefaltet sind. Ihr Geäder ist stark abgeleitet, Erklärungen finden sich u. a. bei CROWSON (1967).

Rezent werden die 3 Subordines Archostemata, Adephaga und Polyphaga unterschieden, wobei die Archostemata mit der einzigen Familia Cupedidae als Reliktgruppe gelten. Die Adephaga werden nach CROWSON (1967, 1975) in die Geadephaga und die Hydradephaga unterteilt, während die Polyphaga nach diesem Autor in vermutlich 6 monophyletische Äste aufgespalten sind (Myxophaga, Staphyliniformia, Scarabaeiformia, Elateriformia, Bostrychiformia und Cucujiformia).

Die ältesten sicher zu den Coleoptera gehörenden Fossilien stammen aus dem Unteren Perm von Südsibirien und dem Ural. 8 Arten sollen zu den Cupedidae gehören, während 7 weitere als Vertreter neu aufgestellter Familiae gelten. Allerdings wird die Zugehörigkeit der unterpermischen Coleoptera-Fossilien zu den rezenten Cupedidae von HENNIG (1969) angezweifelt.

Aus dem Mesozoikum sind zahlreiche Fossilien beschrieben worden, deren Zugehörigkeit zu den Coleoptera unzweifelhaft feststeht. Ihr systematischer Wert für die Bestimmung des Mindestalters der monophyletischen Teilgruppen ist meist nicht sehr hoch einzuschätzen, da die konstitutiven Merkmale eben nicht an den häufig isolierten Elytra und der allgemeinen Körpergestalt zu erkennen sind.

Infraordo (?): Staphyliniformia

Dieses Taxon (CROWSON 1962) soll nach der Terminologie von HENNIG (1969) einen "monophyletischen Kern" enthalten. CROWSON (1975) ordnet mehrere Familiae dieser Gruppe zu.

Familia: Staphylinidae LATREILLE 1802

Die Elytra sind abgestutzt und stark verkürzt. Die Tergita abdominis VI und VII sind unbedeckt und frei beweglich. Die Antennae bestehen aus 11, selten 10 oder 9 Gliedern, die manchmal distal verdickt sind. Die Tarsi haben 4 oder 5, selten 3 Glieder, und 2 Ungues.

Mehrere Subfamiliae werden innerhalb dieser rezent etwa 15000 beschriebene Arten umfassenden Familia aufgestellt. Deren verwandtschaftlichen Beziehungen zueinander sind noch nicht hinreichend geklärt, wiewohl vermutlich auch die in den Subfamiliae zusammengefaßten Arten monophyletischen Ursprungs sind (CROWSON 1962). Die Zuordnung und Anzahl der fossilen Funde von Vertretern der Staphylinidae aus dem Mesozoikum ist in Abbildung 40 dargestellt. So sind aus den tonigen Ablagerungen von Karatau in Kasachstan insgesamt 16 Arten der Subfamiliae Oxytelinae, Tachyporinae und von Staphylinidae inc. sed. beschrieben worden. Aus den Faunenlisten der fossilen Harze von Sibirien (Fundort Jantardach) und Kanada (Cedar Lake) werden 3 weitere Vertreter gemeldet.

Aus dem Baltischen Bernstein sind zahlreiche Arten der meisten Subfamiliae von verschiedenen Autoren artlich beschrieben worden.

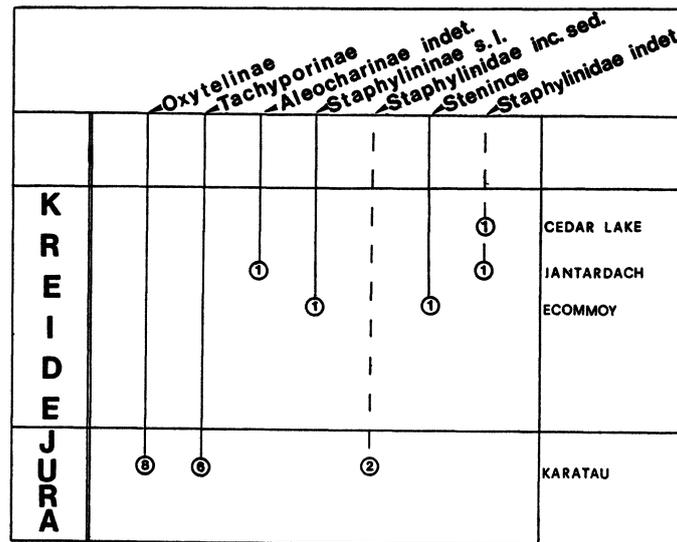


Abb. 40: Stratigraphische Reichweite einiger Teilgruppen der Staphylinidae /Coleoptera/.- In die Kreise ist die Anzahl der von den jeweiligen Fundorten stammenden Vertreter der Teilgruppen der Staphylinidae aus dem Mesozoikum eingetragen.

Subfamilia: *Staphylininae s.l.*

In Bestimmungstabellen rezenter Arten wird eine Anzahl von Merkmalen angegeben, die nach abgestufter Ähnlichkeit die Arten dieses umfangreichen Taxon zu gruppieren versuchen. Von CROWSON (1962) werden die Staphylininae zusammen mit den Paederinae als die vermutlich am höchsten evolvierte Gruppe innerhalb der Staphylinidae angesehen. An abgeleiteten Merkmalen werden von diesem Autor für die Staphylininae s. l. vor allem die einander berührenden Post-Coxae und das ohne Kehlplatte ausgestattete Pronotum genannt.

5.3.3.6.1. Species A (Abb. 41, 42 und 43, Taf. 8, Fig. 3 und 4)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Sta Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das die Inkluse umgebende Harzmaterial ist stark von Bläschen getrübt. Bei der Bergung des ursprünglich etwa 50 g schweren Harzbrockens brach dieser so auf, daß das Fossil lateral frei exponiert war. Dieses ist bis auf Teile der Extremitäten vollständig pyritisiert. So konnte durch eine Röntgen-Aufnahme die Umrißzeichnung ergänzt werden (Taf. 8, Fig. 4). Zur weiteren Konservierung wurde der ungeschützte Einschluß in Gießharz eingebettet. Die Zeichnungen (Abb. 41 - 43) wurden bei Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Körperlänge (Caput-Spitze - sichtbares Ende der S.-a.): 7,0 mm

Die Form des Caput ist oval. Das Komplexauge besteht aus etwa 150 Ommatidia. Die Antennae hatten ursprünglich 11 sich distal allmählich verdickende Glieder, die versehentlich während der Präparation beim Anschliff zerstört wurden. Von den Mandibulae ist die linke etwas kräftiger ausgebildet.

Das Pronotum ist größer als das Caput, seitlich vollständig gerandet. Von den Pedes ist nicht viel erhalten. Sie sind stark behaart. Offensichtlich sind die P.-I bis P.-III mit großen Coxae ausgestattet. Die Praealae sind zu Elytra umgestaltet. Die hinteren Tergita abdominis (T. a.-III bis T. a.-VIII ?) werden nicht von diesen bedeckt und sind offensichtlich stärker sklerotisiert. Die Seitenränder der Sternita abdominis überragen vermutlich die T. a.

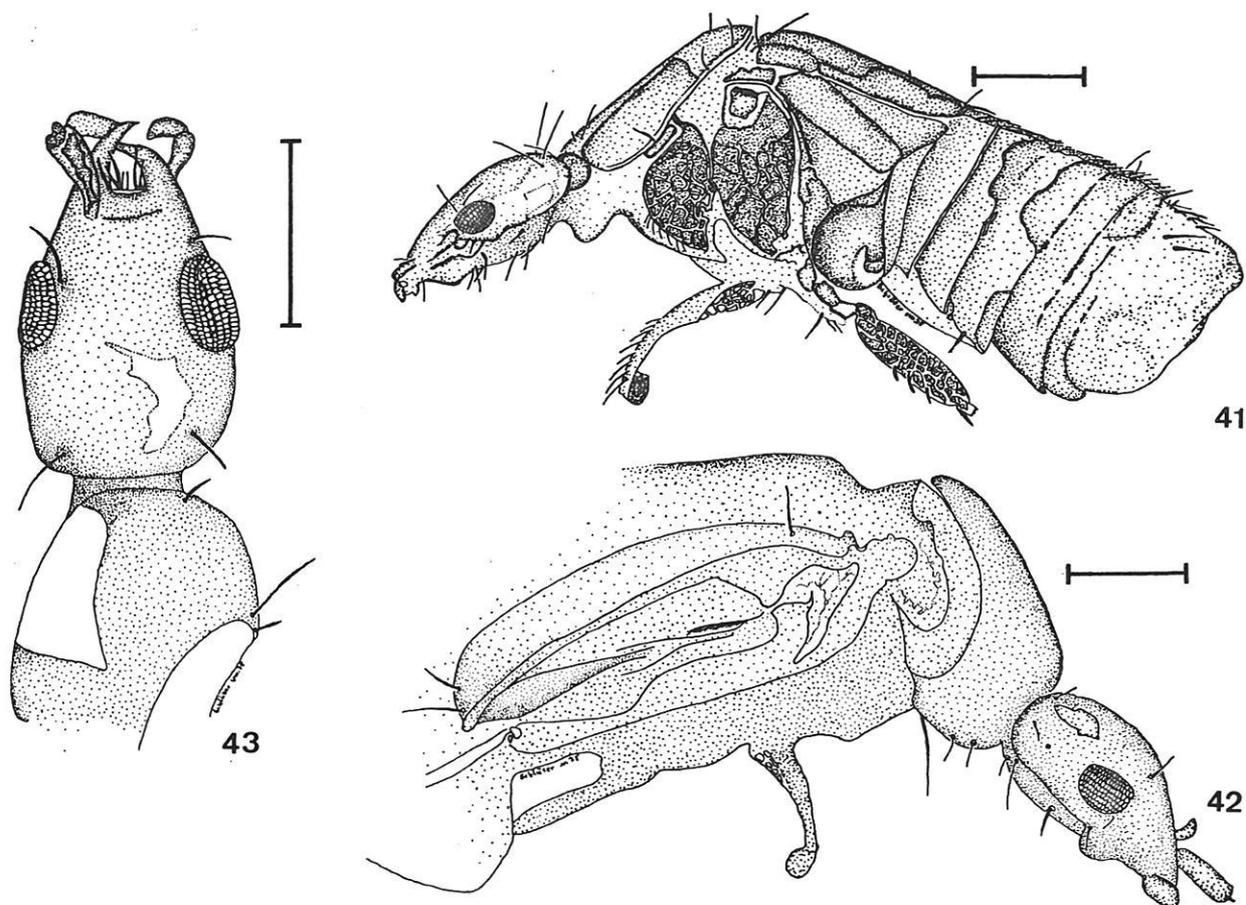


Abb. 41: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Staphylininae s. l. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Coleoptera: Staphylinidae/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 42: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Staphylininae s. l. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Coleoptera: Staphylinidae/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 43: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Staphylininae s. l. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Coleoptera: Staphylinidae/.- Dorsalsicht des Caput (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Diskussion:

Da innerhalb der Coleoptera nur wenige Taxa mindestens 4 S. a. unbedeckt lassen und aus verschiedenen morphologischen Gründen die Familiae Pselaphidae, Lampyridae, Rhipiphoridae, Meloidae und Silphidae bei der Bestimmung ausscheiden, ist der vorliegende Rest als Vertreter der Staphylinidae anzusehen.

Nach Auskunft von Herrn Dr. A. SMETANA, Ottawa (1976, in litt.) und Herrn Prof. H. KORGE, Berlin (1975, pers. Mitt.) sind habituell große Übereinstimmungen des Fossils mit Vertretern der Subfamilia Staphylininae, insbesondere dem Genus *Philonthus* CURTIS 1889, erkennbar. Diese Ansichten können morphologisch nicht hinreichend abgesichert werden.

Ökologisch gesehen werden für die Vertreter des Genus *Philonthus* CURTIS 1889 Habitate unter Steinen, faulende Vegetabilien, Laub, Moos, Rinde alter Bäume, Pilze und ausfließender Baumsaft (sic!) angegeben (BLUNCK 1925).

Subfamilia: *Steninae*

Diese Subfamilia ist durch verschiedene abgeleitete Merkmale von den anderen Staphylinidae abgegrenzt. Nach CROWSON (1962) sind die verwandtschaftlichen Beziehungen der Steninae jedoch noch unklar. Nach diesem Autor bestehen enge Beziehungen mit den Pselaphidae, was aber bedeuten würde, daß die Staphylinidae eine paraphyletische Gruppe darstellen. Von anderen Autoren werden die Steninae als besonders hoch innerhalb der Staphylinidae angesehen.

Auffällig sind besonders das mit großen Augen ausgestattete und halsartig abgeschnürte Caput. Die Antennae scheinen frei auf der Frons zu inserieren. Sie sind 11-gliedrig mit 2 dickeren Basal- und 3 verdickten, unscharf keulig abgesetzten Endgliedern. Bemerkenswert ist das in ein langes, schlauchartiges Gebilde umgeformte Labium, das vorgeschneit und als Fangapparat verwendet werden kann (Bei einigen Arten fehlt dieses Merkmal). Das Pronotum ist seitlich nicht abgesetzt und gerandet, sondern stets schmaler als das Caput und die Elytra. Die Tarsi sind 5-gliedrig.

Innerhalb der Subfamilia Steninae werden die 3 Tribus Euaesthetini, Stenini und Stylopodini unterschieden.

5.3.3.6.2. *Stenus* (Tesnus ?) *inexpectatus* nov. spec. (Abb. 44, 45, 46 und 47, Taf. 5, Fig. 1, Taf. 8, Fig. 5 und 6)

Derivatio nominis: (lat.) = unerwartet

Holotypus (und einziges bekanntes Exemplar): Das in den Abbildungen 44 - 47, auf Tafel 5, Fig. 1 und Tafel 8, Fig. 5 und 6 wiedergegebene Exemplar.

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Ste Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die Inkluse befindet sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, zusammen mit dem Rest eines Vertreters der Heteroptera (Kap. 5.3.3.4.1.), in einem Abstand 2 mm. Dementsprechend konnte nach der Einbettung in Gießharz ein Anschliff möglichst nahe zum Fossil hin nur unvollständig vorgenommen werden. Die Zeichnungen (Abb. 44 - 47) wurden bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt.

Differentialdiagnose:

Die vorgestellte Art läßt sich nach allen erkennbaren Merkmalen dem Genus *Stenus* LATREILLE 1802 zuordnen. Kennzeichnend sind das halsartig abgeschnürte Caput mit den großen Augen und die 3 distal keulig verdickten Glieder der Antennae. Die Aufstellung einer nov. spec. erscheint vor allem aus Gründen für die Alterseinstufung der Subfamilia Steninae gerechtfertigt.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 2,4 mm

Das Caput ist vor dem Pronotum halsartig abgeschnürt. Auffällig sind die jeweils halbkugelförmig vorgequollenen Augen, die größenordnungsmäßig etwa je 250 Ommatidia tragen, die einen hexagonalen Umriß zeigen. Die Antennae sind 11-gliedrig (in der Zeichnung sind nur 10 Glieder wiedergegeben), wobei die beiden Basalglieder stärker ausgebildet, und die 3 distalen Glieder keulig verdickt sind (Abb. 45). Deutlich erkennbar ist ein stiftförmiges Endglied der Palpi maxillarum. Das Labium ist kräftig ausgebildet.

Das Pronotum ist schmaler als das Caput, eine Randung nicht erkennbar. Die zu Elytra umgewandelten Praealae bedecken fast ausschließlich den Meso- und Metathorax, die meisten Segmenta abdominis bleiben frei.

An den erhaltenen Teilen der Pedes sind 5-gliedrige Tarsi erkennbar. Die Gestalt der Tarsi des linken

Abb. 46: 4 Tarsi, Praetarsus und Ungues des linken Pes I der fossilen Art *Stenus* (Tesnus ?) *inexpectatus* nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 47: Praetarsus und Ungues des linken Pes III der fossilen Art *Stenus* (Tesnus ?) *inexpectatus* nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/- Ventralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

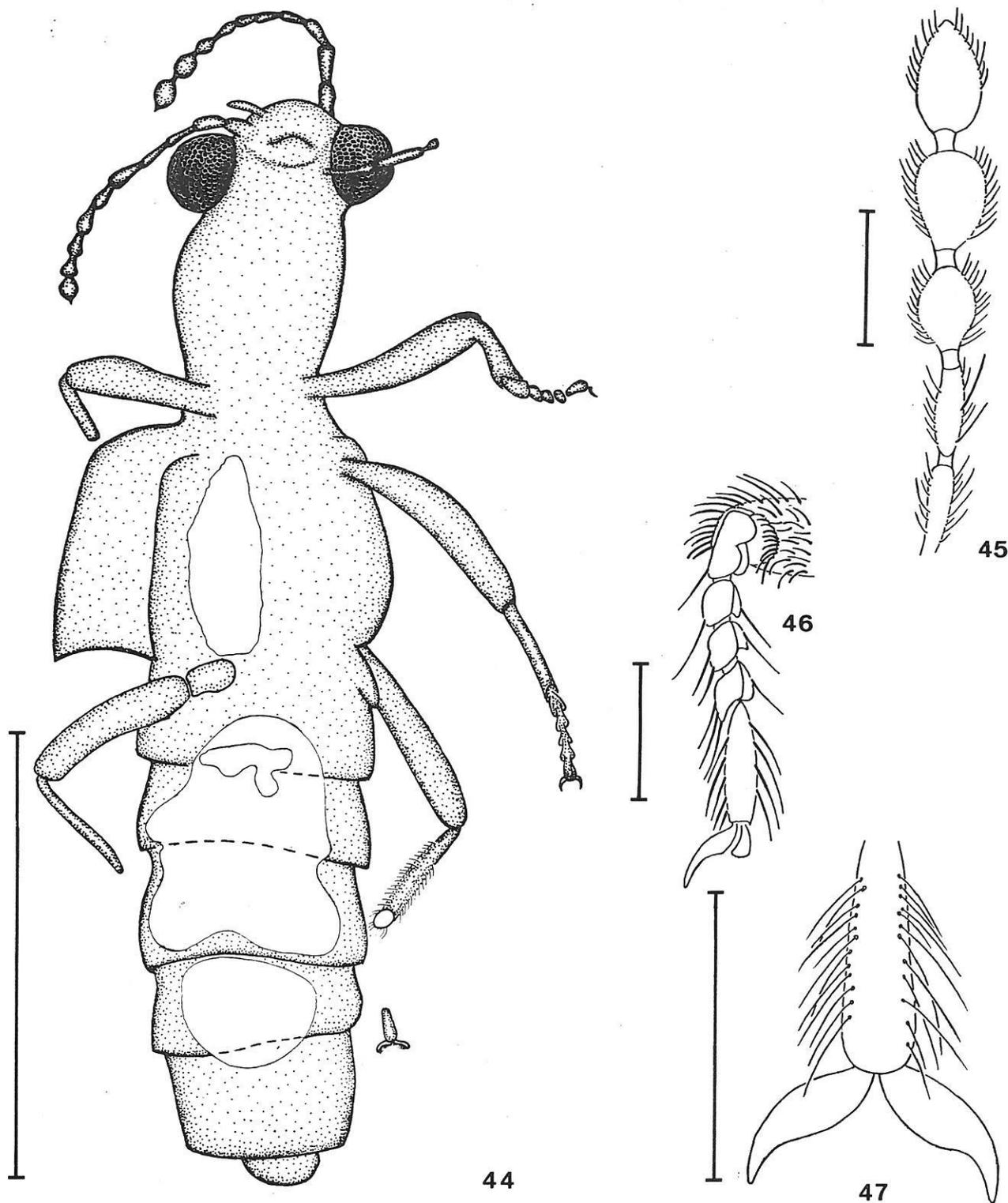


Abb. 44: Habitusbild der fossilen Art *Stenus* (Tesusus ?) *inexpectatus* nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/.- Ventralansicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 45: 5 Endglieder der linken Antenna der fossilen Art *Stenus* (Tesusus ?) *inexpectatus* nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/.- Ventralansicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

P.-I ist in Abbildung 46, die des Praetarsus mit den Ungues des linken P.-III in Abbildung 47 dargestellt.
Die distalen Sternita abdominis sind kräftig behaart.

Diskussion:

Das vorliegende Fossil stellt nach den aufgezeigten Merkmalen sicher einen Vertreter der Steninae dar. Dieses Taxon ist bisher aus dem Baltischen Bernstein nicht nachgewiesen. Ökologisch gesehen sind die rezenten Arten der Steninae häufig in der Nähe von Gewässern anzutreffen.

5.3.3.7. Ordo: Hymenoptera — Hautflügler

Zwar sind die Hymenoptera als monophyletische Gruppe gut charakterisiert, ihre verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Holometabola sind jedoch noch weitgehend ungeklärt.

Als apoökes Merkmal gehört die Phytophagie der Larvae zum Grundbauplan der Hymenoptera. Auch die Imagines zeigen zahlreiche abgeleitete Merkmale. So ist für die Beurteilung von Fossilien wichtig, daß das Flügelgeäder zahlreiche abgeleitete Züge aufweist. Die Postalae sind klein, durch Hamuli an die Praealae gekoppelt, und stärker als diese im Geäder reduziert.

Das Segmentum abdominis I ("Propodeum") ist mit dem Metathorax fest verschmolzen. Die Tergita abdominis greifen schuppenartig über die Sternita abdominis. Bei allen Hymenoptera sind Giftdrüsen als Anhangsdrüsen der weiblichen Genitalorgane vorhanden.

Die gebräuchliche Einteilung der Hymenoptera in Symphyta und Apocrita wird von HENNIG (1969) in Anlehnung an verschiedene Autoren bezweifelt, da Teilgruppen der Symphyta offensichtlich mit den monophyletischen Apocrita näher verwandt sind. Die Diskussion um diese Fragestellung kann hier nicht entschieden werden, und so wird nach dem alten System kategorisiert.

Im russischen Handbuch der Paläontologie (ROHDENDORF et alii 1962) werden innerhalb der Symphyta folgende Superfamiliae unterschieden: Megalodontidea, Siricidea, Orussidea, Cephidea und Tenthrenidea. Die von HENNIG (1969) gebrauchte Einteilung ist in Abbildung 48 dargestellt.

Als Apocrita werden die Terebrantes (= Parasitica) und die Aculeata zusammengefaßt, wiewohl auch diese Einteilung nicht unumstritten ist. Beispielsweise ist sie schon im russischen Handbuch der Paläontologie (ROHDENDORF et alii 1962) aufgegeben worden. Hier werden innerhalb der Apocrita folgende Superfamiliae genannt: Ichneumonidea, Cynipidea, Chalcididea, Proctotrupidea, Bethylidea, Cretavidea, Scoliidea, Formicidea, Pompilidea, Apidea und Vespidea.

Als ältestes Fossil der Hymenoptera gilt *Archexyela crosbyi* RIEK 1955 aus der Oberen Trias von Australien, das zu den Megalodontoidea (?) gestellt wird.

Seit dem Erscheinen der "Stammesgeschichte der Insekten" von W. HENNIG (1969), in dem nur wenige mesozoische Vertreter der Hymenoptera angeführt werden, sind zahlreiche Fossilien dieses Taxon entdeckt und beschrieben worden. Teilgruppen der Hymenoptera können die aus den tonigen Ablagerungen des Oberen Jura von Karatau in Kasachstan entstammenden, und die in verschiedenen kretazischen Harzen eingeschlossenen Fossilien zugeordnet werden (RASNITSYN 1973 und 1977, EVANS 1973, YOSHIMOTO 1975).

Subordo: A p o c r i t a

Die überwiegende Mehrzahl der rezenten Hymenoptera-Arten gehört zu den Apocrita. Diese Subordo ist mit Sicherheit aus dem Oberen Jura von Karatau in Kasachstan belegt (*Mesohelex muchini* MARTYNOV).

Als abgeleitete, auch an Fossilien überprüfbare Merkmale sind zu nennen:

1. Zwischen dem Tergitum abdominis I und T. a.-II ist eine Einschnürung erkennbar ("Wespentaille").
2. In den Praealae sind Costa und Radius miteinander verschmolzen. Es ist nur die Querader R2 - Rs, die von der Mitte des Pterostigma ausgeht, vorhanden, während R1 - Rs reduziert ist.
3. Die Praepedes haben nur einen Apikalsporn. Sie besitzen einen kompliziert gebauten Putzapparat.

Als Teilgruppen werden die Terebrantes und die Aculeata genannt. Die Monophylie der Terebrantes wird jedoch stark bezweifelt (RASNITSYN 1975, KÖNIGSMANN 1978). Alternativ werden von RASNITSYN (1975) die Apocrita in die 4 Infraordines Stephanomorpha, Evaniomorpha, Vespomorpha und Ichneumonomorpha unterteilt. In dieser Arbeit wird die traditionelle Systematik aufrechterhalten.

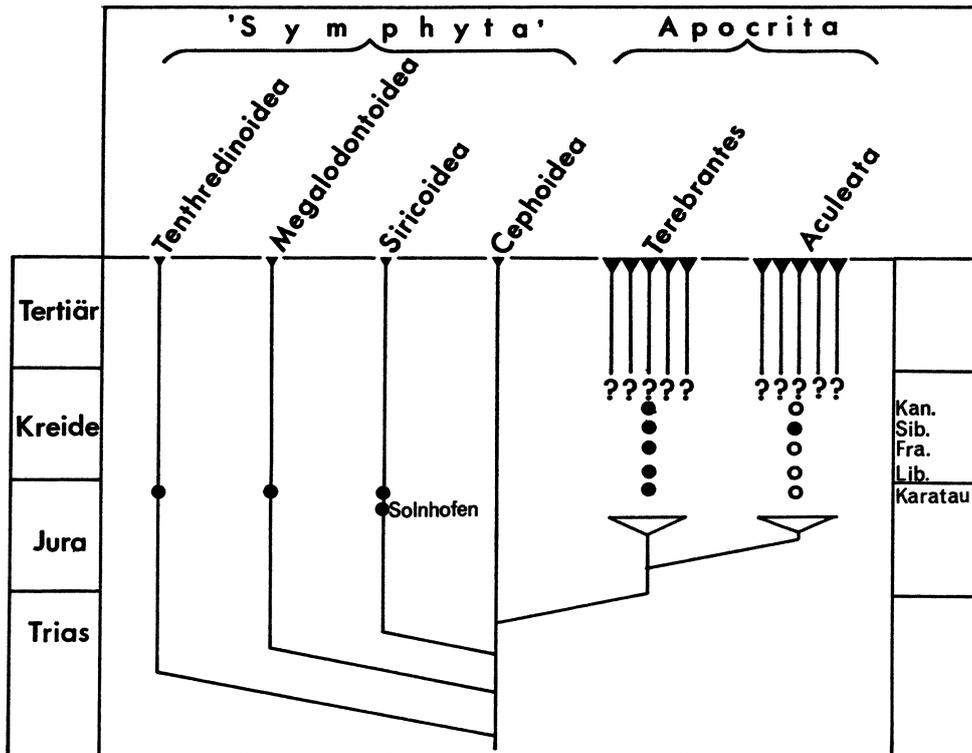


Abb. 48: Kladistischer Stammbaumentwurf der Ordo Hymenoptera, verändert nach Angaben von ROSS (1965) in HENNIG (1969), in den die wichtigsten Funde fossiler Vertreter der Hymenoptera-Teilgruppen eingetragen sind. Abkürzungen wie im Text.- Volle Kreise: artlich beschriebene Vertreter. Offene Kreise: unbenannte Vertreter.

1. Sectio: T e r e b r a n t e s (= Parasitica)

Da die Monophylie dieses Taxon vermutlich unbegründet ist, soll auf etwaige Grundbauplanmerkmale nicht weiter eingegangen werden.

Innerhalb der Terebrantes werden die 5 Superfamiliae Evanioidea, Ichneumonoidea, Chalcidoidea, Cynipoidea, und Proctotrupeoidea unterschieden. Sie sind alle artlich aus kretazischen Harzen fossil belegt.

Superfamilia: C h a l c i d o i d e a

Wahrscheinlich gehört der auffällige Erzglanz zu den Grundbauplanmerkmalen der Chalcidoidea. Morphologisch ist dieses Taxon sehr verschiedenartig gestaltet. Als sichere weitere abgeleitete äußere Merkmale können genannt werden:

1. Die Ocelli sind stets vorhanden.
2. Die Antennae sind meist gekniet, maximal 13-gliedrig.

3. Das charakteristische Geäder der Alae weist Besonderheiten auf: Geschlossene Zellen sind nicht vorhanden. In den Praealae ist nur eine Längsader vorhanden, die teils von der Flügelvorderkante entfernt, teils an dieser entlang zieht. Die Costa fehlt. Weitere Adern sind zuweilen noch angedeutet. Das Pterostigma fehlt.

Diese überaus umfangreiche Gruppe parasitierender Wespen ist aus fossilen Harzen mit den Vertretern mehrerer Familiae nachgewiesen. Insgesamt gesehen ist die Bearbeitung vor allem der Baltischen Chalcidoidea erst kümmerlich vorangeschritten.

Innerhalb der Chalcidoidea können etliche sicher begründete Teilgruppen angeführt werden.

Familia: M y m a r i d a e HALIDAY 1833

Durch ihre Winzigkeit sind die Mymaridae als kleinste Insekten überhaupt ausgewiesen. Von den nahe verwandten Trichogrammatidae unterscheiden sie sich in der Anzahl der Glieder der Tarsi. Diese beträgt bei den Trichogrammatidae 3, und bei den Mymaridae 4 oder 5. Bei den ebenfalls nahe verwandten Tetracampidae ist im Gegen-

satz zu den Mymaridae noch eine Ader im Bereich des Pterostigma vorhanden, sowie eine postmarginale Ader deutlich erkennbar.

Subfamilia: *Mymaromminae*

Diese Subfamilia unterscheidet sich nach YOSHIMOTO (1975) von den 3 weiteren Subfamiliae der Mymaridae (Triadomerinae, Alaptinae und Mymarinae) vor allem durch den 2-fach segmentierten Petiolus des Gaster. Von anderen Autoren werden die Mymaromminae als eigene Familia angesehen (KÖNIGSMANN 1978).

5.3.3.7.1. *Galloromma bezonnaisensis* nov. gen., nov. spec. (Abb. 49 und 50, Taf. 5, Fig. 2, Taf. 11, Fig. 1 und 2)

Derivatio nominis: In Anlehnung an das Fundgebiet in Frankreich und die aus dem Cedarit beschriebene *Archaeromma* YOSHIMOTO 1975, sowie nach der Ortschaft Bezonnais

Holotypus (und einziges bekanntes Exemplar): Das in den Abbildungen 49 und 50, auf Tafel 5, Fig. 2 und Tafel 11, Fig. 1 und 2 wiedergegebene Fossil.

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelungsnummer: My Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die Inkluse befindet sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der nach wiederholter Einbettung in Gießharz bis auf einen Abstand von etwa 0,2 mm zum Körper der Inkluse abgeschliffen wurde. Die Zeichnungen (Abb. 49 und 50) wurden bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

Differentialdiagnose:

Genus- und Species-Merkmale fallen bei dem ersten aus diesem Stratum beschriebenen Fossil der Subfamilia Mymaromminae zusammen.

Kennzeichnend sind die relativ große Praeala und der aus 2 Segmenta bestehende Petiolus. An den Antennae ist ein 8-gliedriger Funiculus vorhanden. Das Caput ist in seinem proximalen Teil aus Dorsalsicht gerundet.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 0,32 mm, Länge der Praeala: 0,2 mm

Das Caput ist groß, helmartig dem Pronotum aufgepfropft. Anscheinend sind größenordnungsmäßig etwa je 80 Ommatidia im Komplexauge vorhanden. Einzelheiten der Mundwerkzeuge sind nicht erkennbar. Die Antennae inserieren zwischen den hinteren Enden der Augen und sind 14-gliedrig. Der Scapus ist etwas weniger als doppelt so lang wie der Pedicellus. Auf einen 8-fach segmentierten Funiculus folgt ein 4-gliedriger Clavus. Bis auf die weniger dicht behaarten Scapus und Pedicellus tragen alle übrigen Segmente der Antennae zahlreiche Setae.

Erkennbar ist nur die rechte Praeala, die verhältnismäßig groß ist. Im distalen Bereich sind die marginalen Cilia gut sichtbar. Sie entspringen in einem Bogen parallel und relativ weit entfernt zur Kante der Praeala. Vielleicht sind 2 im distalen Bereich der Praeala länglich ausgezogene Unebenheiten als Reste reduzierter Adern anzusehen. Eine Retikulation der Flügeloberfläche scheint nicht angedeutet zu sein.

Die Pedes sind lang, schmal und alle von gleicher Gestalt. Die Tarsi bestehen aus 5 Segmenten, wobei der Praetarsus nur eine einfache Unguis trägt.

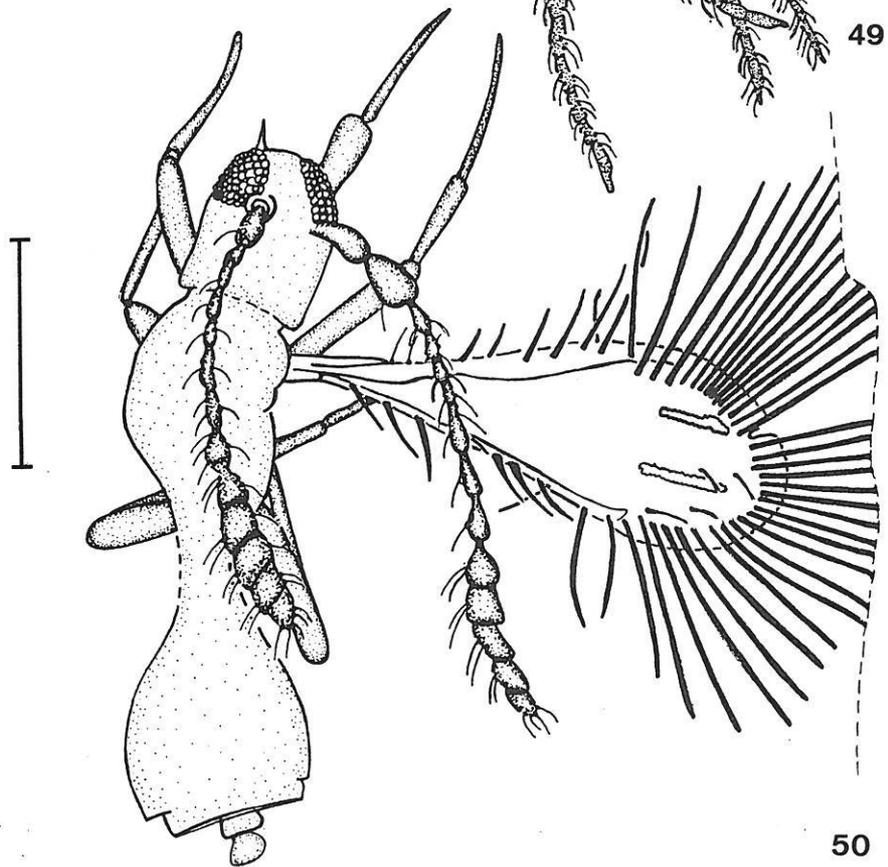
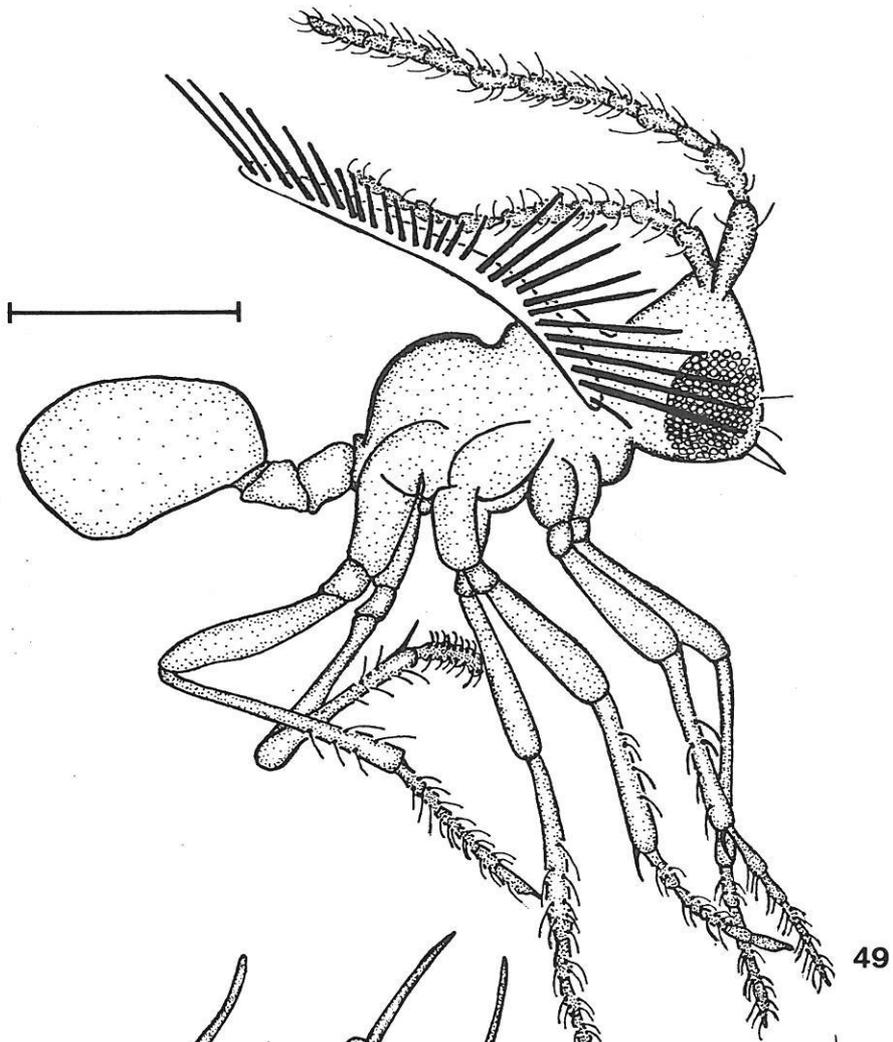
Der Petiolus besteht aus 2 Segmenta. Sein basales Segmentum ist erheblich größer als das apicale. Der Gaster ist seiner Form nach oval, ventral abgeflacht.

Diskussion:

Bei einem Vergleich mit den jüngst beschriebenen fossilen Arten der Mymaridae aus dem kanadischen Cedarit

Abb. 49: Habitusbild der fossilen Art *Galloromma bezonnaisensis* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Hymenoptera: Mymaridae/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 50: Habitusbild der fossilen Art *Galloromma bezonnaisensis* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Hymenoptera: Mymaridae/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)



(YOSHIMOTO 1975) zeigt das Fossil große Übereinstimmungen mit dem Genus *Archaeromma* YOSHIMOTO 1975, das zur Subfamilia Mymaromminae DEBAUCHE 0000 gestellt wird. *Archaeromma* (3 fossile Arten) zeichnet sich durch den 4-gliedrigen Clavus, die nicht retikulierte Flügeloberfläche, den schmalen Körper und den relativ kurzen Scaapus der Antennae aus. Diese Merkmale sollen primitiv und bei keiner rezenten Art mehr vorhanden sein. Sie sind auch kennzeichnend für das hier vorgestellte nov. gen., das sich in einigen Einzelheiten von *Archaeromma* unterscheidet.

Zwar berichtet SCHLEE (1978) von Vertretern der Mymaridae aus dem fossilen Harz des Libanon, da diese bislang noch nicht beschrieben wurden, ist *Galloromma bezonnaisensis* nov. gen., nov. spec. der zur Zeit älteste Nachweis dieser Familia.

Superfamilia: P r o c t o t r u p o i d e a

Die Monophylie der Proctotrupeida ist nicht sicher begründet. Sie sind morphologisch sehr verschieden gestaltet. Die Diskussion verschiedener Merkmale findet sich bei KÖNIGSMANN (1978).

Als Teilgruppen, die in verschiedenen verwandtschaftlichen Beziehungen zueinander stehen, können unterschieden werden: Heloridae s. l., Diapriidae s. l., Pelecoriidae und Monomachidae.

Aus kretazischen Harzen sind Vertreter der Familiae Sephitidae, Scelionidae, Maimetsidae, Ceraphronidae, Stigmaphronidae und Trupochalcididae vor allem in den letzten 10 Jahren beschrieben worden.

Familia: D i a p r i i d a e s. l.

Nach KOZLOV (1968) in KÖNIGSMANN (1978) sollen die Familiae Diapriidae (einschließlich der Belytidae und Ambositridae), Scelionidae und Platygasteridae innerhalb der Proctotrupeida näher miteinander verwandt sein.

Familia: D i a p r i i d a e

Für die Monophylie dieses Taxon sprechen nach KÖNIGSMANN (1978) vor allem die Ausrandung des 4. Gliedes der Antennae bei den ♂♂ und eventuell die Gelenkung des Petiolus am restlichen Metasoma.

Fossil belegt sind Vertreter der Diapriidae aus dem Oberen Jura von Karatau in Kasachstan (KÖNIGSMANN 1978), aus den mittelkretazischen Harzen der Halbinsel Taimyr in Sibirien (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971) und dem oberkretazischen Cedarit aus Kanada (MASNER 1978, in litt.).

Subfamilia: I s m a r i n a e THOMSON 1858

Als habituelle Merkmale werden von MASNER (1976) angegeben: Die Antennae entspringen relativ weit unten am Caput. Die Notauli sind reduziert. Die weiblichen Antennae haben im allgemeinen 15 Glieder.

5.3.3.7.2. Species A (Abb. 51)

A u f b e w a h r u n g s o r t : Paläontologisches Institut, FU-Berlin

S a m m l u n g s n u m m e r : Di Ce Bez 1

L o c u s t y p i c u s : Bezonnais

S t r a t u m t y p i c u m : C4,1c

E r h a l t u n g u n d P r ä p a r a t i o n : Die Inkluse befindet sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der nach wiederholter Einbettung in Gießharz bis auf einen Abstand von etwa 0,5 mm zum Körper der Inkluse hin abgeschliffen wurde. Die Zeichnung (Abb. 51) wurde bei kombiniertem Durch und Auflicht angefertigt.

Morphologie:

M a ß e : Körperlänge: 1,2 mm, Länge der Praeala: 1,1 mm

Das Caput ist seiner Form nach oval. Es zeigt große Komplexaugen, die jederseits größenordnungsmäßig etwa 400 Ommatidia enthalten. Die Antennae bestehen aus 15 gleichförmigen und behaarten Gliedern.

Die Praealae sind durch marginale, kurze Cilia gekennzeichnet, die nur an den proximalen Rändern der Praealae fehlen. An der kleineren, keulenförmigen Postala sind solche Cilia nur am unteren Rand sichtbar.

Der Petiolus ist ringförmig verdickt. An den erhaltenen Teilen der Pedes sind keulenförmig gestaltete Femora erkennbar.

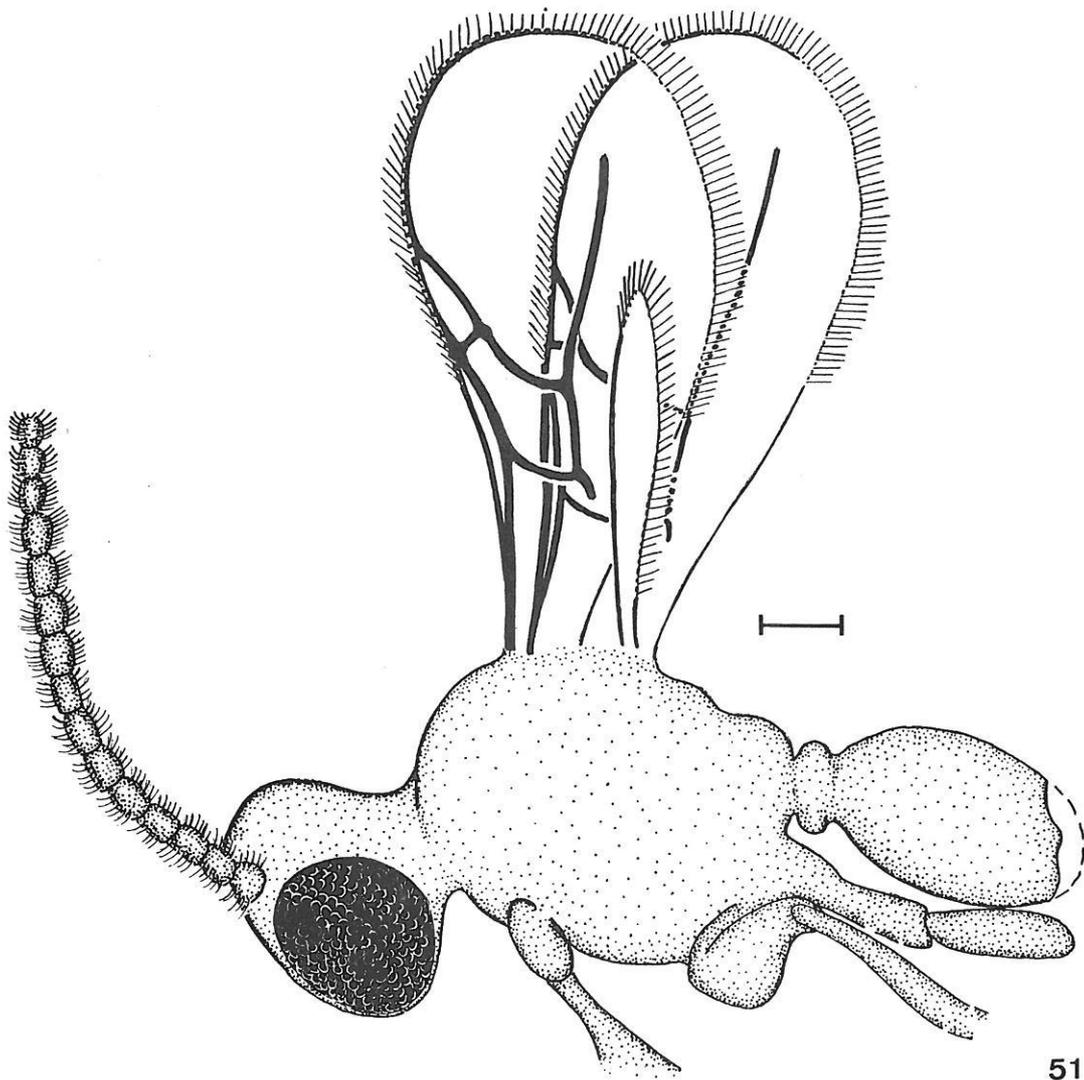


Abb. 51: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Familia Diapriidae aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Diskussion:

Nach MASNER (1978, in litt.) kann das vorliegende Fossil innerhalb der Diapriidae der monotypischen Subfamilia Ismarinae (Genus: *Ismarus* HALIDAY 1835) zugeordnet werden. Insbesondere neuweltliche Vertreter aus dem oberkretazischen Cedarit weisen Übereinstimmungen auf. Die Ismarinae stellen eine nur ungenügend bekannte Gruppe dar. Vor 1976 waren beispielsweise nur 2 neuweltliche rezente Arten bekannt. 16 weitere wurden dann von MASNER (1976) beschrieben. Nach diesem Autor sind die rezenten Ismarinae ökologisch auf stark bewaldete Areale in höheren Regionen beschränkt. Zum Wirtskreis gehören vermutlich verschiedene Diptera und Formicoidea.

Familia: *Scelionidae* HALIDAY 1840

Vermutlich handelt es sich bei dieser Familia um eine monophyletische Gruppe, wie aus der Tatsache geschlossen werden kann, daß alle bisher bekanntgewordenen Arten Eiparasiten bei verschiedenen Insecta-Ordines und Araneae sind. Morphologisch lassen sich nach KÖNIGSMANN (1978) keine Synapomorphien ermitteln. Als habituelle Merkmale können genannt werden: Das Caput ist konisch abgestuft. Die Antennae entspringen nahe dem Clypeus. Ihre Anzahl beträgt zwischen 6 und 12, nur bei der Gattung *Nixonia* MASNER 1958 sind 14 Glieder vorhanden.

Als Teilgruppen werden innerhalb der Scelionidae nach MASNER (1976) folgende 3 Subfamiliae unterschieden: Scelioninae FOERSTER 1856, Teleasinae ASHMEAD 1902, Telenominae THOMSON 1860. Die noch von BRUES (1937) als eigene Subfamilia repräsentierten Vertreter der Baeinae werden von MASNER (1976) im kategorialen Rang von Tribus den Scelioninae zugeordnet.

Subfamilia: *Scelioninae* FOERSTER 1856

Diese Subfamilia unterscheidet sich nach MASNER (1976) nur geringfügig von den Teleasinae in der Stellung der Ocelli und der Größe des Tergitum abdominis III, von den nach diesem Autor als höher evoluiert angesehenen Telenominae werden sie durch eine selten fehlende submarginale Rinne der lateralen Tergita abdominis am Metasoma getrennt.

5.3.3.7.3. *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. spec. (Abb. 52, 53, 54 und 55, Taf. 5, Fig. 4 und 5, Taf. 10, Fig. 1 und 2)

Derivatio nominis: Nach dem Stratum typicum und zur Kennzeichnung der verwandtschaftlichen Verhältnisse, sowie nach der ästhetischen Gestalt der Inkluse.

Holotypus (und einziges bekanntes Exemplar): Das in den Abbildungen 52 - 55, auf Tafel 5, Fig. 4 und 5, und Tafel 10, Fig. 1 und 2 wiedergegebene Fossil.

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Sce Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die Inkluse befindet sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der nach wiederholter Einbettung in Gießharz bis auf einen Abstand von etwa 0,5 mm zum Körper der Inkluse abgeschliffen wurde. Die Zeichnungen (Abb. 52 - 54) wurden bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

Differentialdiagnose:

Genus- und Species-Merkmale fallen bei dem ersten aus diesem Stratum beschriebenen Fossil der Subfamilia Scelioninae zusammen.

Kennzeichnend sind die 11 Glieder der Antennae, die relative Nähe der lateralen Ocelli zu den Außenrändern der Komplexaugen und das groß ausgebildete Tergitum abdominis III.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 0,95 mm

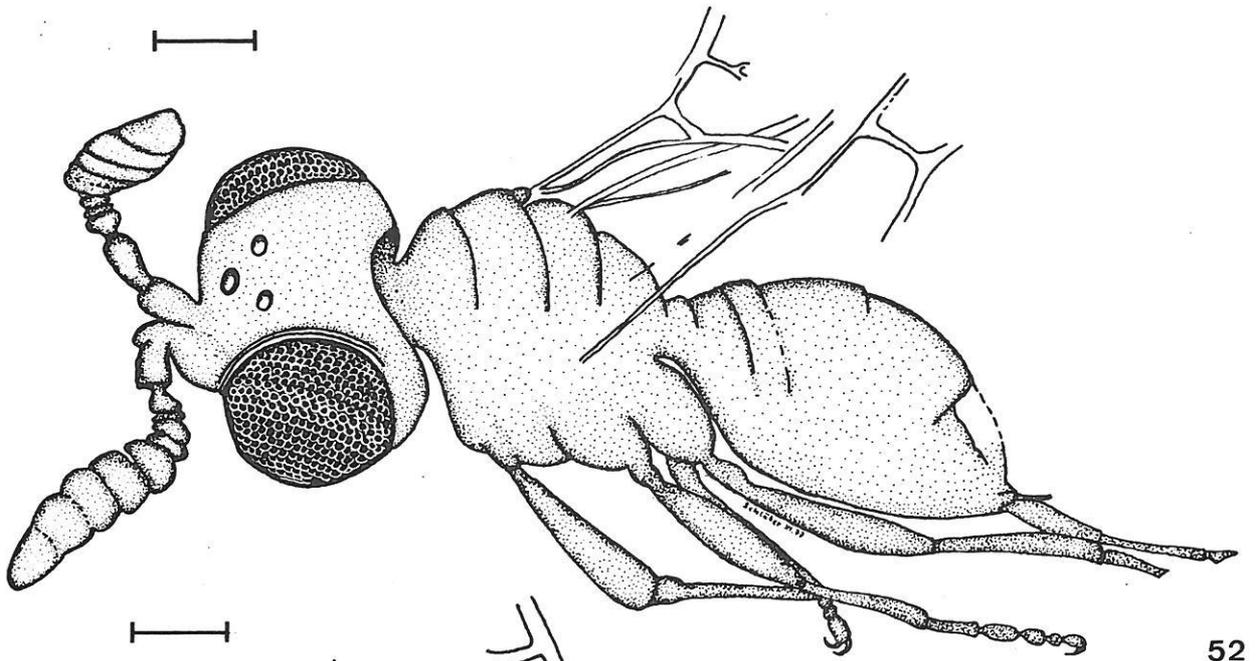
Das Caput ist groß, oben in seinem hinteren Teil eingebuchtet. Es sind größenordnungsmäßig etwa je 400 Ommatidia im Komplexauge vorhanden. Einzelheiten der Mundwerkzeuge sind nicht erkennbar. Die Antennae entspringen nahe dem Clypeus. Die Ausbildung der linken Antenna ist in der Abbildung 54 dargestellt. Die Knieung und die gekulte Form des Clavus lassen auf ein ♀ schließen. Die Segmentierung des 5-gliedrigen Clavus ist nur noch andeutungsweise vorhanden.

Teile der Alae sind während der Präparation versehentlich abgeschliffen worden. Erkennbar sind an den Praealae die Andeutungen einer schmalen Costal-Zelle. An den 3 gleichartig gestalteten Pedes-Paaren sind keine Sporne sichtbar, dagegen ist die Muskulatur der Femora und Tibiae (Abb. 55) erhalten. Der Praetarsus der 5-gliedrigen Tarsi der P.-I, II und III (?) trägt je 1 Unguis-Paar. Von den Segmenta abdominis ist das Tergitum abdominis III das größte.

Abb. 53: Habitusbild der fossilen Art *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/.- Ventro-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 54: Linke Antenna der fossilen Art *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/ (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

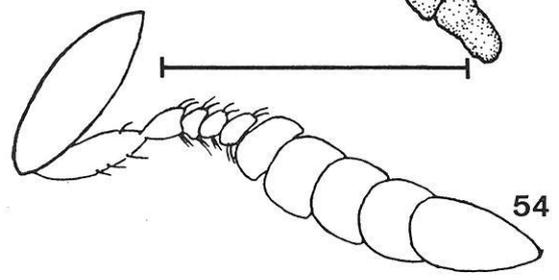
Abb. 55: Femur, Tibia und Tarsus I - IV des linken Pes I der fossilen Art *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/ (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm) (Abkürzungen wie im Text)



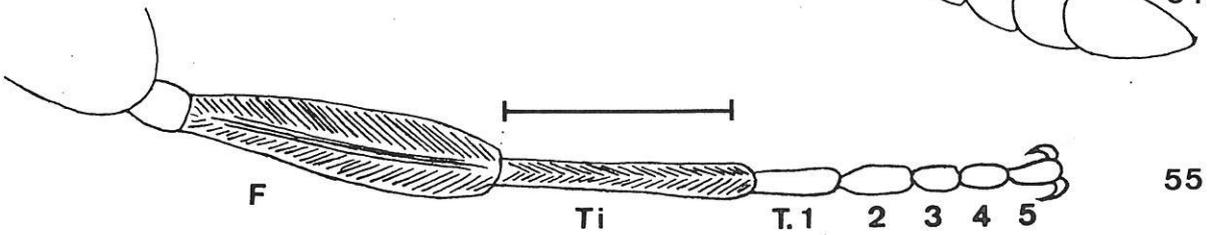
52



53



54



55

Abb. 52: Habitusbild der fossilen Art *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Be-zonnais, NW-Frankreich /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/.- Dorso-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Diskussion:

Die Kombination der erhaltenen Merkmale läßt nach MASNER (1978, in litt.) unzweifelhaft auf einen Vertreter der Subfamilia Scelioninae schließen, wie auch schon ZHERICHIN (1976, in litt.) angedeutet hatte. Diese repräsentieren die am verschiedenartigsten ausgebildete und sicherlich älteste Teilgruppe der Scelionidae. Nach RASNITSYN (1976, in litt.) und ZHERICHIN (1976, in litt.) sind die Scelionidae in der mittleren Kreide von Sibirien schon in großer Radiation vorhanden. Auch aus dem oberkretazischen Cedarit sind 2 Arten beschrieben worden (*Baryconus fulleri* BRUES 1937 und *Proteroscelio antennalis* BRUES 1937).

Ökologisch sind die Scelionidae, von denen es Tausende rezenter Arten vor allem in den Tropen und Subtropen gibt, ungenügend bekannt. So beschränken sich verallgemeinerte Aussagen auf die Analyse eines Bruchteils der beschriebenen Arten. In der Regel scheinen die Scelionidae auf bestimmte Wirte spezialisiert zu sein, und es werden Eier von Vertretern fast aller Insecta-Ordines (einschließlich der im aquatischen Bereich lebenden) befallen.

5.3.3.7.4. Species A (Abb. 56, Taf. 10, Fig. 3)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Sce Ce Bez 2

Locus typicus: Bezonçais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die Inkluse befindet sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der nach wiederholter Einbettung in Gießharz bis auf einen Abstand von etwa 0,5 mm zum Körper der Inkluse abgeschliffen wurde. Die Zeichnung (Abb. 56) wurde bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 2,4 mm

Am ansonsten merkmalsarmen Caput sind gekniete Antennae erkennbar. Danach läßt sich auf ein ♀ schließen. Die Anzahl der Glieder der Antennae beträgt 14.

Die Alae zeigen kaum Andeutungen eines Geäders, sie sind randlich behaart. Die Femora der P.-II und III sind keulenartig verdickt. Weitere Merkmale sind an dem schlecht erhaltenen Rest nur schwer zu analysieren.

Diskussion:

Nach MASNER (1978, in litt.) handelt es sich bei dem vorliegenden Fossil vermutlich um einen Vertreter der Tribus Nixonii (Subfamilia: Scelioninae), die sich durch die in beiden Geschlechtern 14-gliedrigen Antennae auszeichnen. Diese Tribus werden als die archaischste Teilgruppe aller Scelionidae angesehen. Sie sind rezent offensichtlich relikitär verbreitet (2 Arten in Ägypten, Zaire, Rhodesien, Indien, Sri Lanka, Laos und Vietnam). Für ein hohes Alter dieses Taxon spricht auch, daß die aus dem oberkretazischen Cedarit beschriebene *Proteroscelio antennalis* BRUES 1937 14 Glieder in den Antennae aufweist.

5.3.3.7.5. Species B (Abb. 57, Taf. 10, Fig. 4)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Sce Ce Bez 3

Locus typicus: Bezonçais

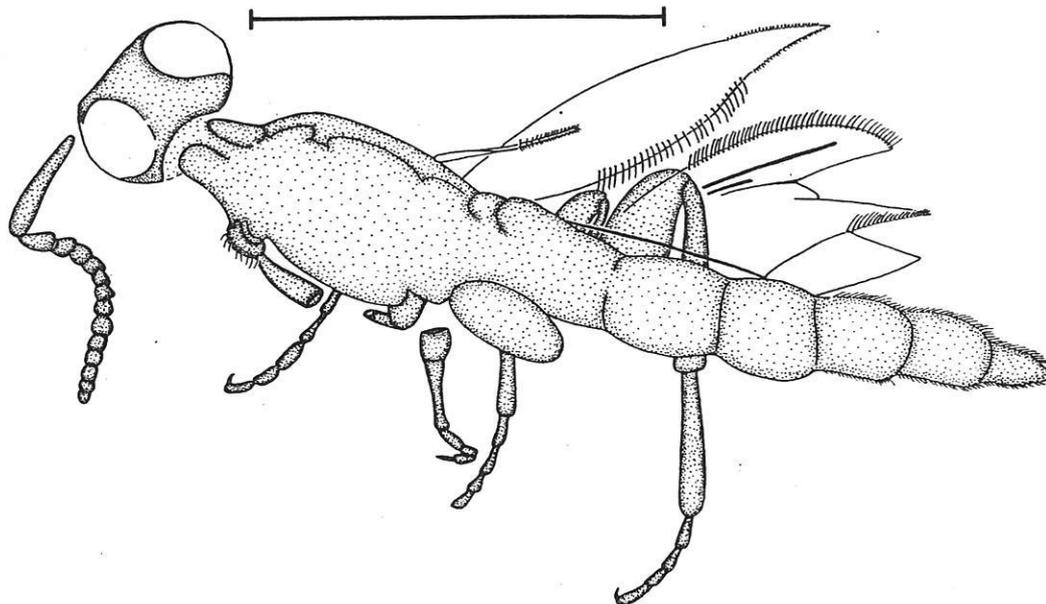
Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die kümmerlich erhaltene Inkluse befindet sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der nach wiederholter Einbettung in Gießharz bis auf einen Abstand von etwa 0,5

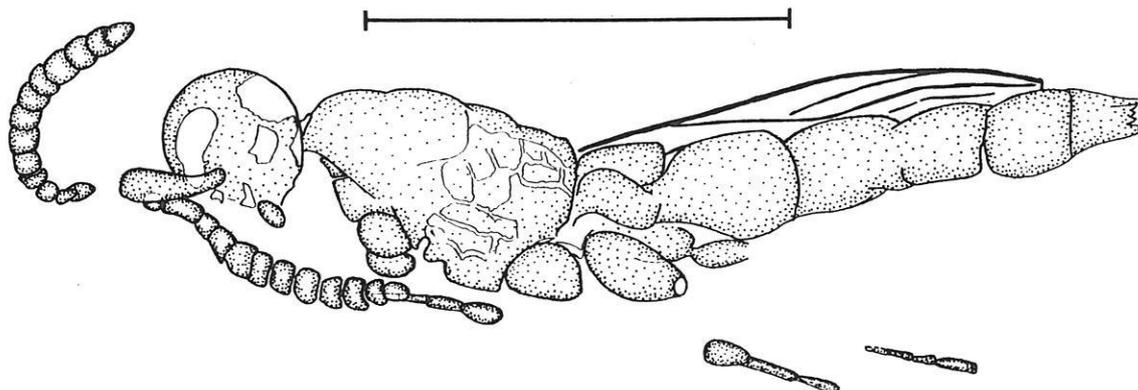
Abb. 56: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (A) der Familia Scelionidae aus dem Cenomanium von Bezonçais, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 57: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (B) der Familia Scelionidae aus dem Cenomanium von Bezonçais, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

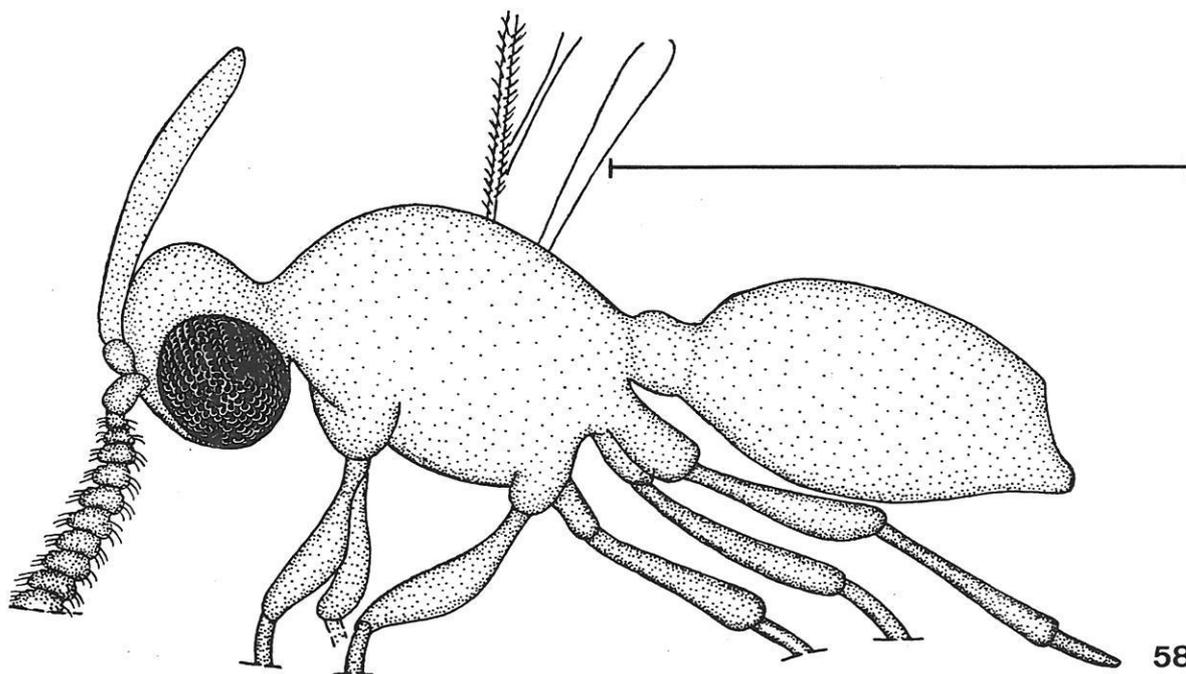
Abb. 58: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (C) der Familia Scelionidae aus dem Cenomanium von Bezonçais, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Dorso-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



56



57



58

mm zum Körper der Inkluse abgeschliffen wurde. Die Zeichnung (Abb. 57) wurde bei Durchlicht angefertigt.

Auf Tafel 4, Fig. 5 ist das Abdomen wiedergegeben, das in besonders auffälliger Weise die in Kap. 5.3.3.1. beschriebenen Vertreter der Ascomycetes zeigt.

Morphologie:

M a ß e : Körperlänge: 2,1 mm

Das Caput ist relativ klein. Gekniete Antennae lassen auf ein ♀ schließen. Die Anzahl ihrer Glieder beträgt 13 oder 14.

Die Praealae zeigen eine nicht näher analysierbare Aderung. Die Femora der Pedes II und III (?) sind verdickt. Weitere Merkmale sind nicht deutbar.

Diskussion:

Wegen der hohen Anzahl der Glieder der Antennae ist dieses Fossil vielleicht ebenso wie Species A innerhalb der Scelioninae den Nixonini zuzuordnen.

5.3.3.7.6. Species C (Abb. 58, Taf. 10, Fig. 5 und 6)

A u f b e w a h r u n g s o r t : Paläontologisches Institut, FU-Berlin

S a m m l u n g s n u m m e r : Sce Ce Bez 4

L o c u s t y p i c u s : Bezonais

S t r a t u m t y p i c u m : C4,1c

E r h a l t u n g u n d P r ä p a r a t i o n : Die Inkluse befindet sich in einem außerordentlich stark getrübbten Harzbrocken, der nach wiederholter Einbettung in Gießharz bis auf einen Abstand von etwa 0,5 mm zum Körper der Inkluse abgeschliffen wurde, wobei versehentlich Teile der linken Antenna, der Pedes und der Alae zerstört wurden. Die Zeichnung (Abb. 58) wurde bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt.

Morphologie:

M a ß e : Körperlänge: 1,6 mm

Das ovale Caput zeigt 2 große Komplexaugen mit größenordnungsmäßig etwa je 350 Ommatidia. Die Antennae sind behaart, die Anzahl ihrer Glieder läßt sich nicht mehr feststellen (>10).

Die Tibiae sind geringfügig verdickt. An den erhaltenen Teilen der Alae ist eine kurze, randständige Behaarung erkennbar.

Diskussion:

Das Fossil ist vermutlich den Scelionidae zuzuordnen, eine weitergehende Bestimmung ist nicht möglich.

2. Sectio: A c u l e a t a

Die Aculeata stellen im Gegensatz zu den Terebrantes vermutlich eine monophyletische Gruppe dar (HENNIG 1969). Als bestimmendes Merkmal ist die Ausbildung des Ovipositors anzusehen.

Es können folgende Superfamiliae als Teilgruppen unterschieden werden: Bethyloidea, Chrysoidea, Formicoidea, Sphecoidea, Scolioidea, Vespoidea und Apoidea.

Aus kretazischen Harzen sind bisher Vertreter der Bethyloidea, Formicoidea, Scolioidea und Sphecoidea artlich beschrieben worden.

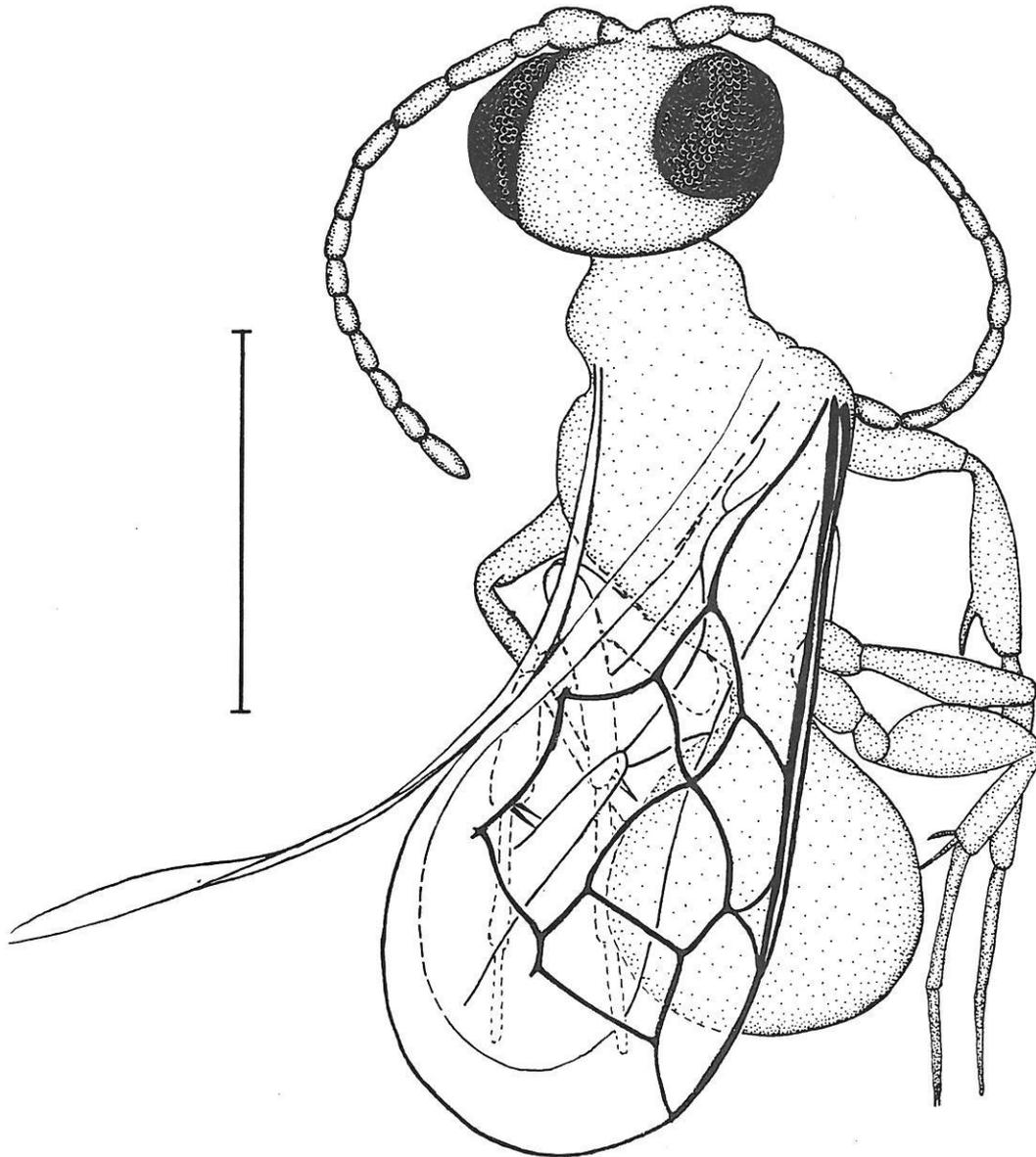
Superfamilia: S p h e c o i d e a

Familia: S p h e c i d a e

Die Sphecoidea mit der einzigen Familia Sphecidae unterscheiden sich von allen anderen Superfamiliae der Aculeata darin, daß der Hinterrand des Pronotum seitlich nicht die Tegulae der Alae erreicht, sondern von diesen deutlich entfernt ist. Habituell ähneln die Sphecidae einigen Vertretern der Apoidea.

Als Teilgruppen werden innerhalb der Sphecidae von BOHART & MENTE (1976) 11 Subfamiliae unterschieden, die sich auf 226 Genera und 7634 Species verteilen.

Als ältester Nachweis eines Vertreters der Sphecidae gilt *Arohisphex crowsoni* EVANS 1969 aus unterkretazischen Ablagerungen von Tunbridge in England.



59

Abb. 59: Habitusbild der fossilen Art *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Hymenoptera: Sphecidae/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Subfamilia: *Ampulicinae* JURINE 1807

Diese Subfamilia wird von BOHART & MENTE (1976) als ursprünglichste innerhalb der Sphecidae angesehen. Sie zeichnet sich habituell durch ein großes Pronotum aus, das an seiner Basis schmaler als der Vorderrand des Mesonotum ist.

5.3.3.7.7. *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. spec. (Abb. 59, 60, 61, 62, 63 und 64, Taf. 5, Fig. 6, Taf. 11, Fig. 3)

Derivatio nominis: Nach dem Fundgebiet in Frankreich und zur Kennzeichnung der systematischen Stellung, sowie als Hinweis auf das stratigraphische Alter.

Holotypus (und einziges bekanntes Exemplar): Das in den Abbildungen 59 - 64, auf Tafel 5, Fig. 6 und Tafel 11, Fig. 3 wiedergegebene Fossil.

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

S a m m l u n g s n u m m e r : Sphe Ce Bez 1

L o c u s t y p i c u s : Bezonais

S t r a t u m t y p i c u m : C4,1c

E r h a l t u n g u n d P r ä p a r a t i o n : Der stark getrübe Harzbrocken, in dem das Fossil eingeschlossen ist, wurde bis zu einem allseitigen Abstand von etwa 1 mm zum Körper der Inkluse hin abgeschliffen, dann auf einen Objektträger geklebt und schließlich mit Kunstlack überzogen.

Im dorsalen Teil des Caput und des Thorax befindet sich eine Anzahl größerer Bläschen, die als Exsudation von Körperflüssigkeit gedeutet werden (SCHLOTTER & KOHNE 1975).

Die Zeichnungen (Abb. 59 - 64) wurden bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt.

Differentialdiagnose:

Genus- und Species-Merkmale fallen bei dem ersten aus diesem Stratum beschriebenen Fossil der Subfamilia Ampulicinae zusammen.

Kennzeichnend sind ein relativ großes Pronotum, das zum Caput hin verschmälert und an seiner Basis schmaler als der Vorderrand des Mesonotum ist. Die Seitenfelder des Mesonotum sind kantig vom Mittelfeld abgehoben. Im Flügelgeäder sind 3 etwa gleich große Cubital-Zellen, 1 kleinere und 1 größere Diskoidal-Zelle vorhanden. Die Postalae zeigen keinen Ausschnitt. Die Tibiae der Pedes I weisen einen Dorn auf, der am Innenrand konkav ist. Gegenüber dem verdickten Teil des Dornes befindet sich eine Ausrandung an der Innenseite des Tarsus I.

Morphologie:

M a ß e : Körperlänge: 2,7 mm

Das Caput ist aus dorsaler Sicht queroval. Die Komplexaugen sind groß und enthalten größenordnungsmäßig etwa je 500 Ommatidia. Die Glieder der Antennae sind gleichförmig gestaltet, ihre Anzahl beträgt 13. Sie sind offensichtlich unter einer gemeinsamen Platte eingegliedert. Die Mundwerkzeuge sind nicht analysierbar.

Das Pronotum (Pn) ist relativ groß (In Abbildung 60 aus perspektivischen Gründen kurz dargestellt). Es ist zum Caput hin verschmälert und an seiner Basis schmaler als der Vorderrand des Mesonotum (Mn). Das Mesonotum ist durch 2 Längsrinnen in 3 Felder geteilt, hinten ist durch eine Quernaht das Scutellum abgetrennt. Am Mesothorax sind die Tegulae erkennbar, die die Eingelenkung der Praealae bedecken.

Das Geäder der Alae ist in den Abbildungen 61 und 62 dargestellt. Die Praealae enthalten 3 ungefähr gleich große Cubital-Zellen (Cus-I - Cus-III), 1 kleine und 1 größere Diskoidal-Zelle (Ds-I und Ds-II). Das Pterostigma (PtSt) ist relativ klein. Ein Ausschnitt der Prae- und Postalae ist nicht angedeutet.

Die Tibiae der Pedes I zeigen einen Dorn, der an seinem Innenrand konkav ist und in dessen distalem Teil eine Zähnelung sichtbar ist (Abb. 63). Gegenüber dem verdickten Teil des Dornes befindet sich eine Ausrandung an der Innenseite des Tarsus I, die ebenfalls gezähnt ist. Außerdem sind 2 kurze Sporne im distalen Bereich der Tibiae der P.-II erkennbar. Der Tarsus I der P.-III ist erheblich länger als die T.-II - V (Abb. 64). 1 Paar Ungues mit einem Pulvillus sind an den P.-III vorhanden.

Merkmale am Abdomen sind wegen der Trübung des Harzbrockens nicht erkennbar.

Diskussion:

Das vorliegende Fossil gehört mit Sicherheit zu den Sphecidae. Von allen anderen vespiformen Aculeata ist es dadurch unterschieden, daß der Hinterrand des Pronotum seitlich nicht die Tegulae der Alae erreicht. Von den habituell ähnlichen *Nomada*-Arten der Apoidea ist es durch die Ausbildung des Tarsus I der P.-III getrennt, der bei diesen abgeflacht ist. Nach der Anzahl der Glieder der Antennae (13) handelt es sich vermutlich um ein ♂.

Innerhalb der Sphecidae weisen die Ampulicinae eine ähnliche Merkmalskombination auf, wie sie bei dem beschriebenen Fossil vorliegen. Die Ampulicinae werden als die ursprünglichste Teilgruppe innerhalb der Sphecidae angesehen (BOHART & MENTE 1976), so daß die Bestimmung des Fossils nicht ganz unerwartet ist.

In den letzten 10 Jahren sind 4 kretazische Vertreter der Sphecidae beschrieben worden (EVANS 1969 und 1973), ein Anzeichen, daß dieses Taxon seit dem Beginn der Kreide eine große Entfaltung erfahren hat. Nach LARSSON (1978) sind Sphecidae im Baltischen Bernstein neben den Formicoidea das häufigste Aculeata-Taxon, obwohl sie bisher weitgehend unbeschrieben blieben.

Ampulicinae-Arten sind rezent ausnahmslos thermophil und größtenteils auch xerophil. In der Mehrzahl han-

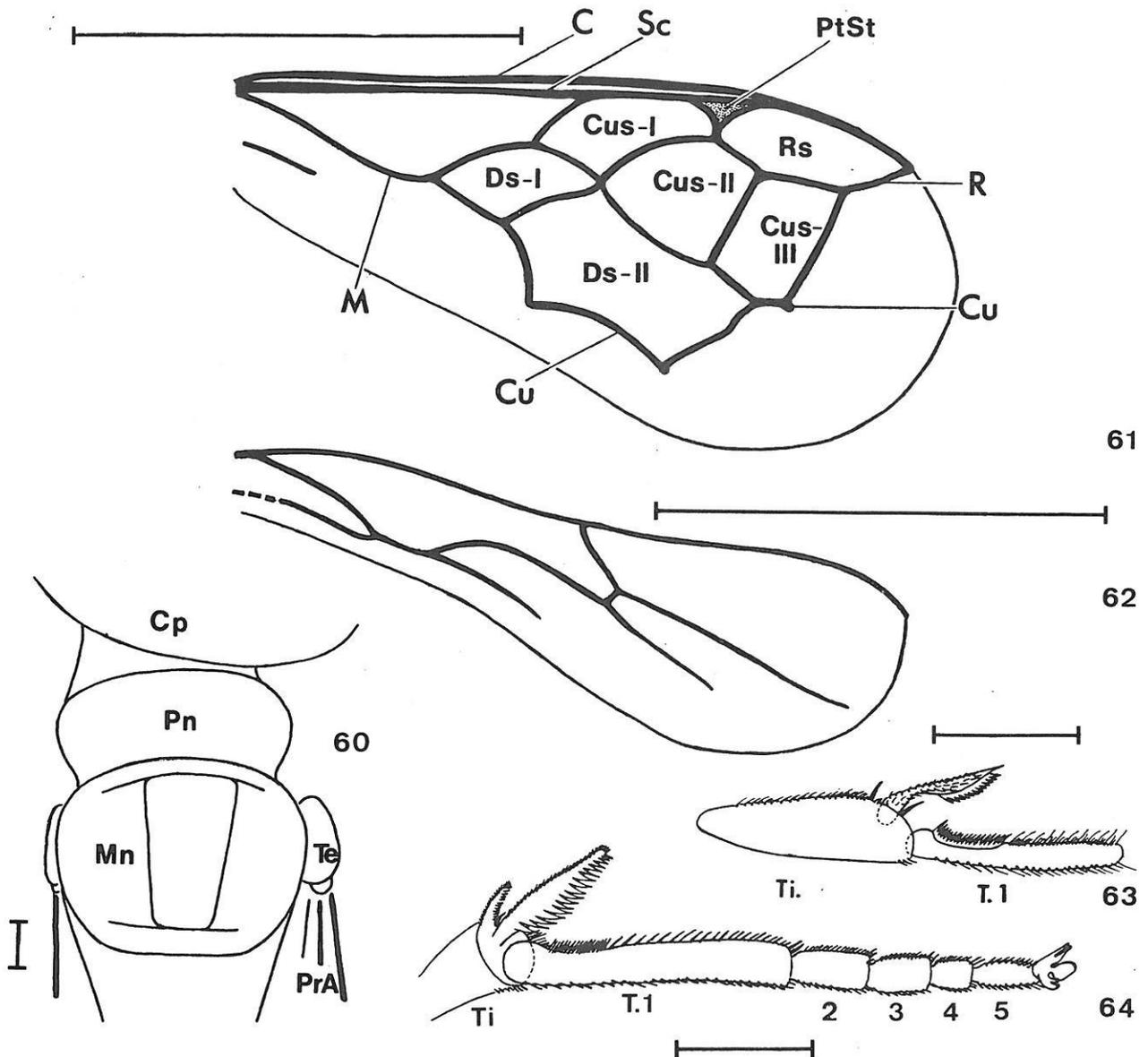


Abb. 60: Pronotum, Mesonotum, Tegulae, Hinterrand des Caput und Teile der Praealae der fossilen Art *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Hymenoptera: Sphecidae/.- Dorsalsicht.- Abkürzungen wie im Text (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 61: Praeala der fossilen Art *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Hymenoptera: Sphecidae/.- Sicht auf die Oberfläche der Praeala.- Abkürzungen wie im Text (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 62: Postala der fossilen Art *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Hymenoptera: Sphecidae/.- Sicht auf die Oberfläche der Postala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 63: Tibia und Tarsus I des rechten Pes I der fossilen Art *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Hymenoptera: Sphecidae/.- Lateralsicht.- Abkürzungen wie im Text (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 64: Tibia und Tarsus I - V des rechten Pes III der fossilen Art *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Hymenoptera: Sphecidae/.- Lateralsicht.- Abkürzungen wie im Text (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

delt es sich bei ihnen um Räuber, die häufig an Baumstämmen entlangrennen und dort nach Beute jagen.

5.3.3.7.8. Species A (Abb. 65 und 66, Taf. 5, Fig. 7, Taf. 11, Fig. 4)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Sphe Ce Bez 2

Locus typicus: Bezonais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die Inkluse befindet sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der nach wiederholter Einbettung in Gießharz bis auf einen Abstand von etwa 1 mm zum Körper der Inkluse abgeschliffen wurde. Die Zeichnungen (Abb. 65 und 66) wurden bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt.

Außer dem hier beschriebenen Fossil befinden sich noch weitere, nicht näher bestimmbare Arthropoda-Reste in dem Harzbrocken.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 2,7 mm

Das Caput ist von dorsal aus queroval. Die Komplexaugen sind groß und enthalten größenordnungsmäßig etwa je 400 Ommatidia. Die Glieder der Antennae sind gleichförmig gestaltet, ihre Anzahl beträgt 13 oder 14.

Der Hinterrand des Pronotum erreicht offensichtlich nicht die Tegulae. Das Geäder der Alae ist wegen ihrer Schräglage nicht analysierbar. Die Pedes sind behaart.

Merkmale am Abdomen sind auf Grund der starken Trübung des umgebenden Harzmaterials kaum deutbar.

Diskussion:

Das vorliegende Fossil ist auf Grund seiner Größe und habituellen Ähnlichkeit mit *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. spec. wegen als ein weiterer Vertreter der Sphecidae anzusehen. Darauf verweisen auch die vom Hinterrand des Pronotum entfernten Tegulae.

5.3.3.7.9. Species B (Abb. 67)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Sphe Ce Bez 3

Locus typicus: Bezonais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Beim Aufbrechen eines stark getrübbten Harzbrockens kam der vorliegende Rest zum Vorschein. Die erhaltenen Teile wurden in Gießharz eingebettet und vom Inneren der Inkluse wurde die Zeichnung (Abb. 67) angefertigt.

Morphologie:

Maße: Länge des erhaltenen Teils des Körpers: 3,6 mm

An dem kümmerlich erhaltenen Rest sind nur wenige Einzelheiten erkennbar. Das Caput ist in Aufsicht queroval. Die Antennae sind offensichtlich gekniet. Die Femora der Pedes sind keulenartig verdickt.

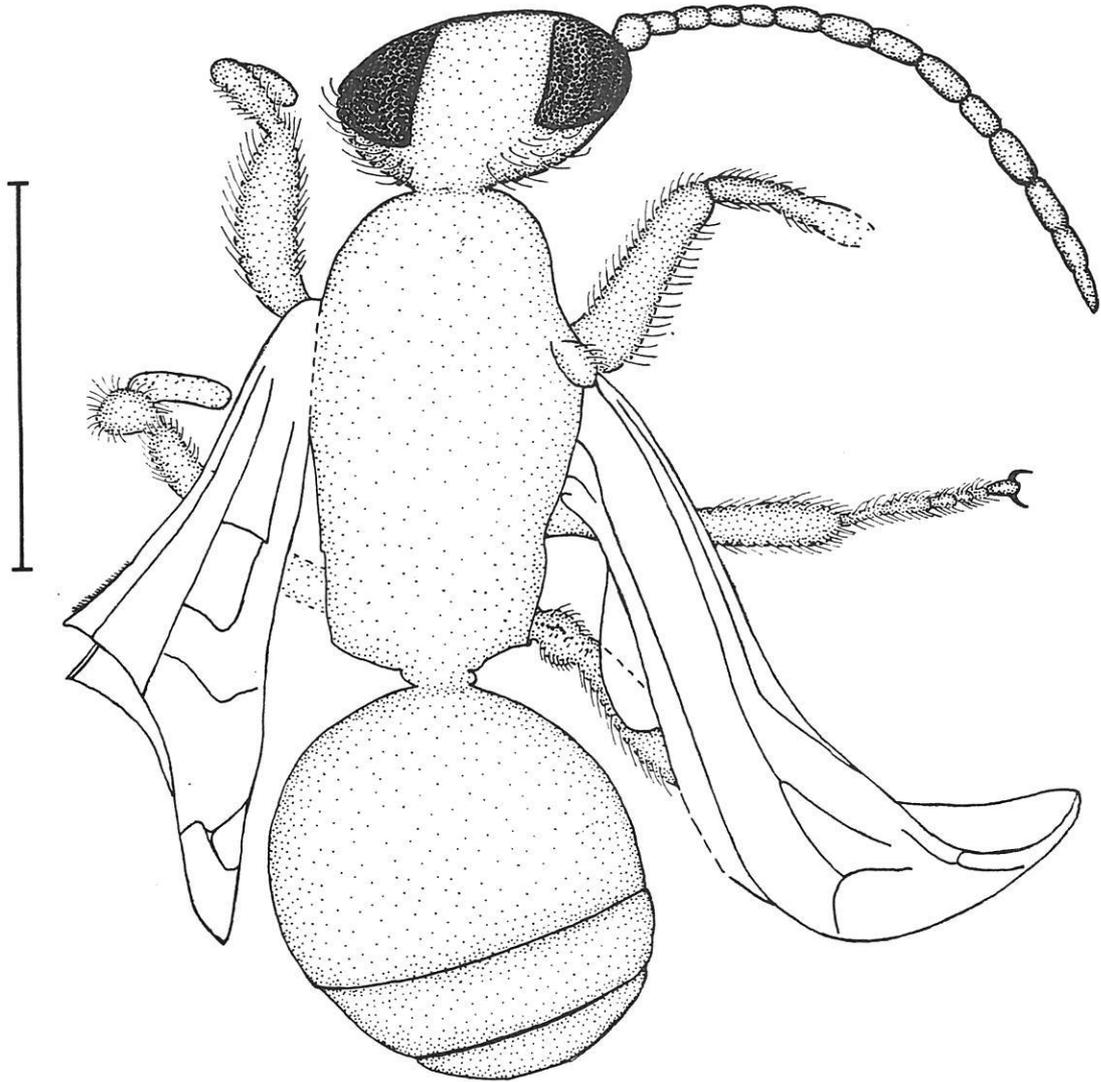
Diskussion:

Das Fossil gehört sicher zu den Hymenoptera. Jede weitergehende Zuordnung ist morphologisch nicht abzusichern, aber vielleicht kann auf Grund der Größe und habituellen Ähnlichkeit wegen ein Vertreter der Sphecidae dafür in Betracht gezogen werden.

Superfamilia: Scolioidea

In dieser Superfamilia sind die rezenten Familiae Scolidae, Tiphidae, Mutillidae und Methochidae zusammengefaßt.

Als ältester fossiler Nachweis gilt der aus den fossilen Harzen der Halbinsel Taimyr in Sibirien beschriebene Vertreter der Scolybythidae, *Cretabythus sibiricus* EVANS 1973.



65

Abb. 65: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (A) der Familia Sphecidae aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

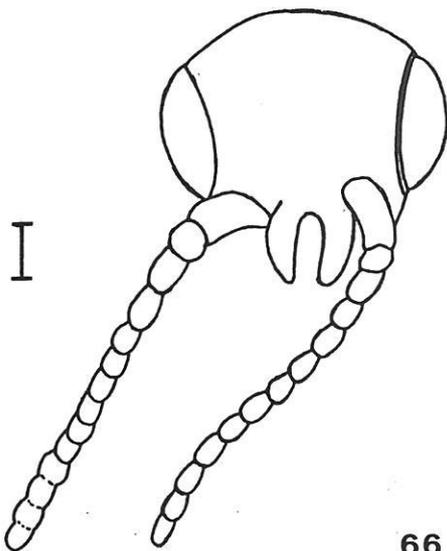


Abb. 66: Facies einer unbestimmten fossilen Art (A) der Familia Sphecidae aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Sicht auf das Caput von dorsal (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

66

Familia: *Falsiformicidae* RASNITSYN 1975

Für das aus den sibirischen fossilen Harzen stammende Genus *Falsiformica* RASNITSYN 1975 wurde die monotypische Familia *Falsiformicidae* errichtet, die zur Superfamilia *Scolioidea* gehören soll.

5.3.3.7.10. Species A (abb. 68)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Fa Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Der stark getrübe Harzbrocken, in dem das Fossil eingeschlossen ist, wurde auf einen Durchmesser von etwa 1 mm abgeschliffen, dann auf einen Objektträger geklebt, und schließlich mit Kunstlack überzogen. Die Zeichnung (Abb. 68) wurde bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

Außer dem hier beschriebenen Rest befindet sich ein weiteres geflügeltes Insekt im Abstand von etwa 3 mm entfernt in demselben Harzbrocken.

Morphologie:

Maße: Länge des erhaltenen Teils des Körpers: 2,4 mm

Das Caput ist relativ flach, die Komplexaugen klein. Die ungeknieten Antennae sind mindestens 11-gliedrig und bestehen aus gleichförmigen Segmenten. Die Mandibulae sind kurz und weisen 4 apicale Zähne auf.

Die Alae sind nur teilweise erhalten, das Geäder scheint reduziert zu sein.

Die Pedes sind einfach ausgebildet, teilweise behaart. Weitere Merkmale sind auf Grund der Trübung des Harzes nicht analysierbar.

Diskussion:

Das vorliegende Fossil weist weitgehend habituelle Ähnlichkeit mit den aus den sibirischen fossilen Harzen beschriebenen Vertretern der *Scolebythidae* und *Falsiformicidae*, insbesondere im erhaltenen Teil des Flügelgeäders mit *Falsiformica cretaea* RASNITSYN 1975, auf, so daß hier vielleicht eine Zuordnung möglich ist.

Hymenoptera inc. sed.

5.3.3.7.11. Species A, B und C (Abb. 69, Taf. 11, Fig. 5)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Hy Ce Bez 1, Hy Ce Bez 2, Hy Ce Bez 3

Locus typicus: Bezonais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die 3 Inkluden befinden sich in getrübbten Harzbrocken, die wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurden. Die Zeichnung der Species A (Abb. 69) wurde bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Die erhaltenen Körperteile sind zwischen 1,2 und 2,5 mm lang

Die 3 Exemplare sind so dürftig erhalten, daß nur wenige Merkmale deutbar sind.

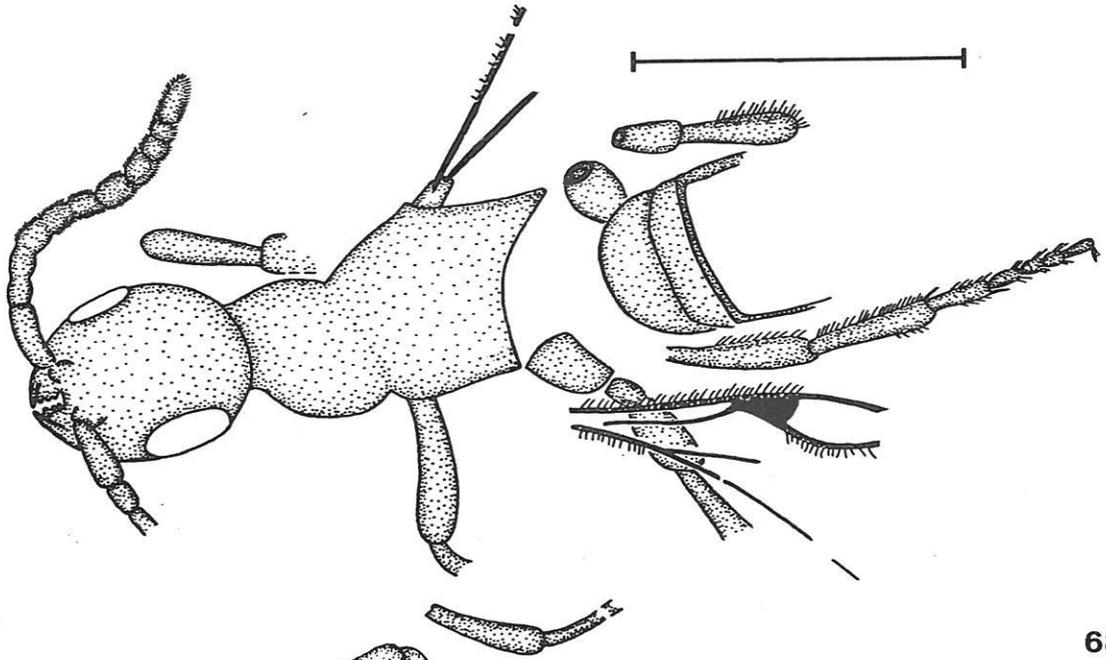
Diskussion:

Es handelt sich bei diesen 3 Fossilien unzweifelhaft um Vertreter der Hymenoptera, deren weitere Zuordnung nicht möglich ist.

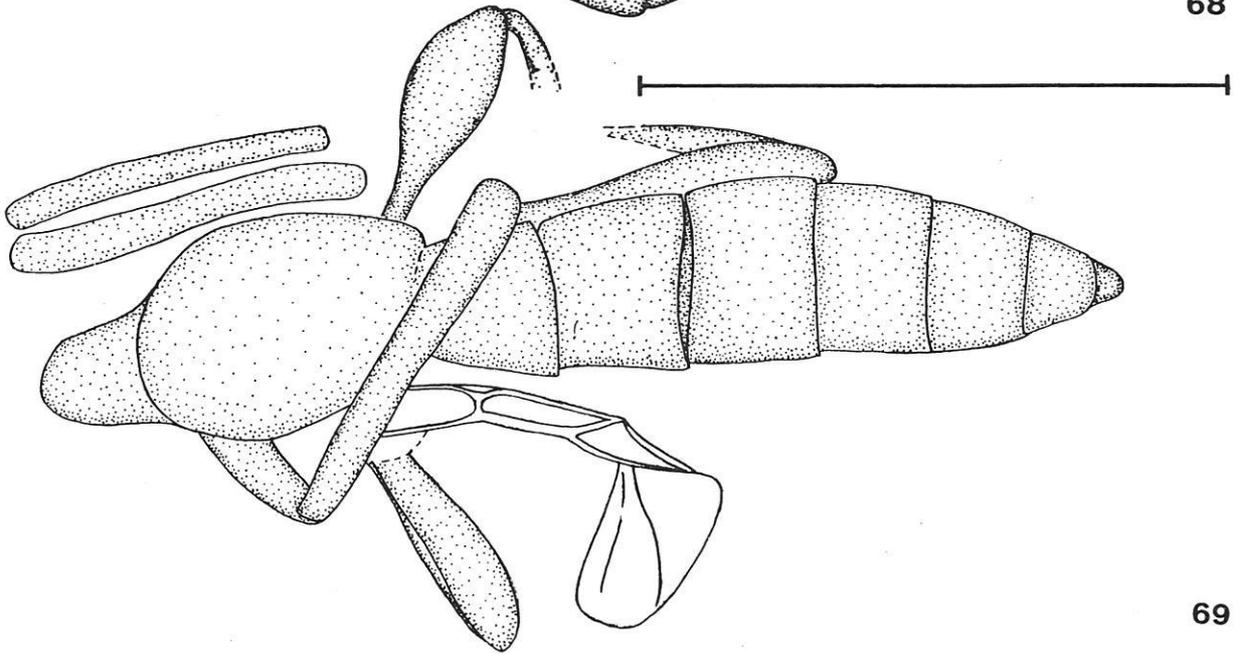
Abb. 67: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (B) der Familia *Sphexidae* (?) aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Ventralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 68: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Familia *Falsiformicidae* (?) aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

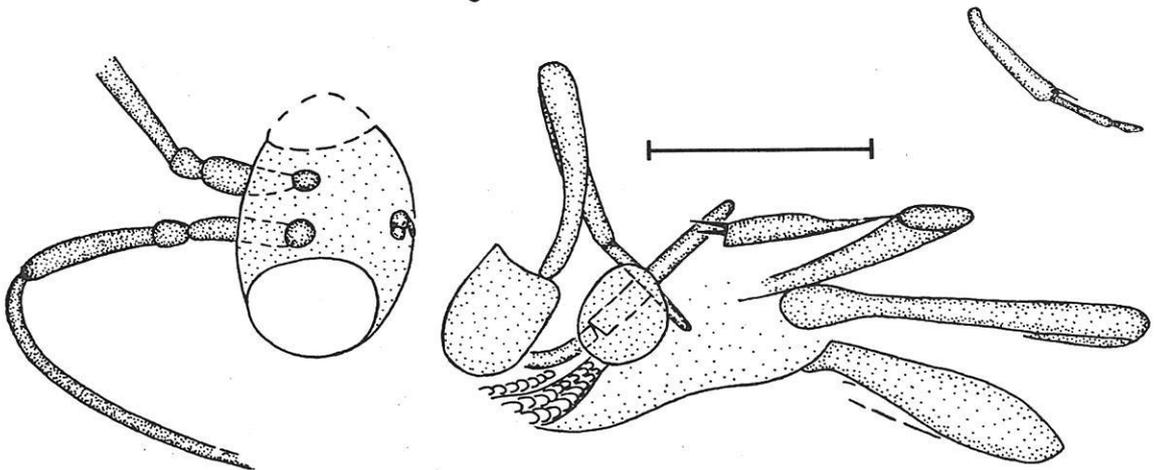
Abb. 69: Habitusbild einer unbestimmten Art der Terebrantes aus dem Cenomanium von Bezonais, NW-Frankreich /Hymenoptera/.- Dorsalsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



68



69



67

5.3.3.8. Ordo: Lepidoptera — Schmetterlinge

Die Lepidoptera sind in ihren Grundbauplan-Merkmalen vor allem durch die Bedeckung der Alae und anderer Körperteile mit Schuppen ausgezeichnet, die eine Weiterentwicklung der bei den Trichoptera vorhandenen Haare darstellen.

Die ursprünglichsten Vertreter der Lepidoptera sind den Trichoptera noch sehr ähnlich. Allerdings fehlt allen Lepidoptera der vordere, unpaarige Ocellus.

Innerhalb der Lepidoptera ist ein Schwester-Gruppen-Verhältnis zwischen den Zeugloptera (einzige Familie: Micropterygidae) und den übrigen Lepidoptera (= Glossata) am besten begründet, wiewohl auch andere Auffassungen verbreitet sind (z. B. Schwester-Gruppen-Verhältnis zwischen den Hepialioidea und allen übrigen Lepidoptera).

Die lange Zeit als ältester Fund unter dem Namen *Eoses triassica* TINDALE 1945 beschriebene Ala aus der Mittleren Trias von Australien ist nach HENNIG (1969) so zweifelhaft, daß sie nicht den Lepidoptera zugeordnet werden kann. Von MACKAY (1969) ist die Kapsel eines Caput einer Lepidoptera-Larva (Familia inc. sed.) im oberkretazischen Cedarit belegt. Die von KOHNE, KUBIG & SCHLOTTER (1973) beschriebenen Schuppen stellten bis zum Nachweis von besser erhaltenen Vertretern der Lepidoptera im fossilen Harz des Libanon (WHALLEY 1977 und 1978, im Druck) den ältesten Fund von Lepidoptera dar (zur Problematik der systematischen Zuordnung der Schuppen s. Kap. 5.3.3.8.1.). Der gegenwärtige Kenntnisstand über fossile Lepidoptera ist seit 1973 in mehreren Aufsätzen von SKALSKI (1973a, 1973b, 1973c, 1974, 1976a und 1976b) erörtert worden.

Familia: *Micropterygidae*

Allein in dieser Familie sind die Mandibulae noch funktionsfähig, wobei sich ihre Vertreter von Moosen, Pollen, aber auch Blütenpflanzen ernähren. Auch die Lacinia und Galea der Maxillae sind noch in der ursprünglich anzu sehenden Form vorhanden.

5.3.3.8.1. Species A (Abb. 70, 71 und 72, Taf. 6, Fig. 1, 2, 3, 4, 5 und 6)

Aufbewahrungsort: Das Exemplar ging bei einer Tauschaktion mit dem Musée Histoire Naturelle in Paris während des Poststreikes im Jahr 1976 verloren.

Sammlungsnummer: Mi Ce Du 1

Locus typicus: Durtal

Stratum typicum: C4,1b - C4,1c

Erhaltung und Präparation: In einer transparenten Schlaube, die in Gießharz eingebettet wurde, fanden sich etwa 150 Schuppen, die sich bandartig in einer Breite von etwa 3 Schuppen des Typ b unregelmäßig durch den Harzbrocken ziehen. Die zeichnerische Darstellung (Abb. 70 - 72) wurde von Herrn Kunstmaler P. BERNDT, Berlin, bei Durchlicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Länge Typ a: 0,4 mm, Typ b: 0,18 mm, Typ c: 0,1 mm

Es können 3 Schuppen-Typen unterschieden werden.

Typ a ist auffällig lang, am distalen Ende verdickt und leicht zugespitzt (Abb. 70).

Typ b ist in der Länge etwa um die Hälfte kürzer als Typ a, der proximalen Anheftungsstelle folgt eine allmähliche Verdickung, die nach einem Maximum in 3 Spitzen ausläuft, wobei die mittlere am längsten ist (Abb. 71).

Typ c ist nach der proximalen Anheftungsstelle fast rechteckig gestaltet und läuft in einem Dreieck aus. Dieser Schuppen-Typ ist sehr viel kürzer als Typ a oder Typ b (Abb. 72).

Diskussion:

Nach A. MÖLLER (1973, in litt., und 1976) besteht gestaltmäßig eine starke Ähnlichkeit zwischen den Schuppen-Typen von Durtal und solchen der rezenten Gattung *Micropteryx* HÖBNER 1796. Leider wurde von diesem Autor nicht mitgeteilt, an welchen Körperteilen die jeweiligen Schuppen-Typen auftreten.

Abgesehen davon, daß Schuppen auch bei Vertretern anderer Insecta-Ordines — wie z. B. den Diptera, Psocoptera, Coleoptera, diversen "Apterygota", und exotischen Formen der Schwester-Gruppe der Lepidoptera, den Trichoptera, — auftreten, müßte zuerst diskutiert werden, ob Schuppen eventuell sogar schon zum Grundbauplan

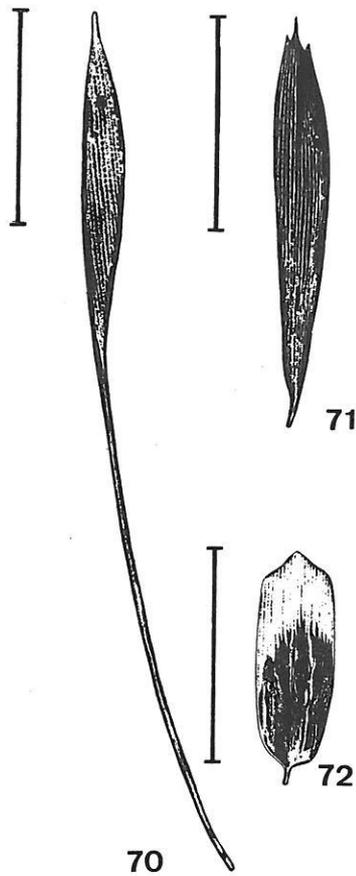


Abb. 70: Schuppen-Typ a einer unbestimmten fossilen Art der Familie Micropterygidae aus dem Cenomanium von Durtal, NW-Frankreich /Lepidoptera: Zeugloptera/ (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 71: Schuppen-Typ b einer unbestimmten fossilen Art der Familie Micropterygidae aus dem Cenomanium von Durtal, NW-Frankreich /Lepidoptera: Zeugloptera/ (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 72: Schuppen-Typ c einer unbestimmten fossilen Art der Familie Micropterygidae aus dem Cenomanium von Durtal, NW-Frankreich /Lepidoptera: Zeugloptera/ (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

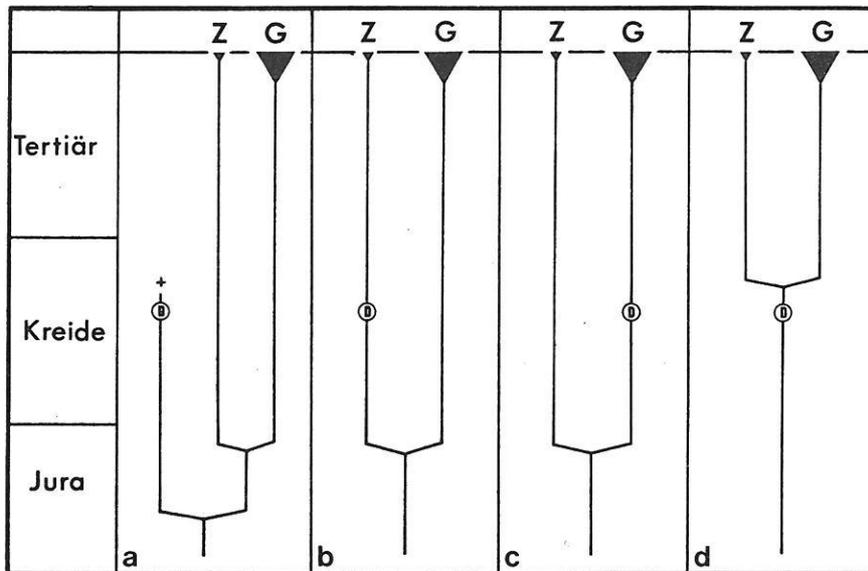


Abb. 73: 4 kladistische Stammbaumentwürfe der Subordines Zeugloptera und Glossata, verändert und ergänzt aus SCHLÖTER (1974), in die die Schuppen von Durtal verschiedenen Teilgruppen zugeordnet werden.- Abkürzungen: Z: Zeugloptera, G: Glossata, D: Durtal-Schuppen.- a Die Schuppen gehören zu einem ohne Nachkommen ausgestorbenen Seitenzweig der Zeugloptera + Glossata. b Die Schuppen gehören zu einem Vertreter der Zeugloptera. c Die Schuppen gehören zu einem Vertreter der Glossata. d Die Schuppen gehören in die Stammgruppe aller Lepidoptera.

der: Lepidoptera + Trichoptera (= Amphiesmenoptera sensu HENNIG 1969) gehören.

Auch eine Zuordnung innerhalb der beiden Teilgruppen der Lepidoptera, den Zeugloptera oder den Glossata, erschien problematisch, da die abgeleiteten Merkmale der Zeugloptera und Glossata nicht in Beziehung mit der morphologischen Ausbildung der Schuppen zu stehen schienen. In einer mir erst vor kurzer Zeit zugänglichen Arbeit (KRISTENSEN 1970) wird darauf hingewiesen, daß sich die Schuppen der Micropterygidae und der Eriocra=niidae tatsächlich im Fehlen von Transversal-Rippen von allen anderen Lepidoptera unterscheiden. Dieses Merk=mal ist nach dem zitierten Autor als echte Synapomorphie der beiden Familiae anzusehen. Auch bei den Schuppen von Durtal sind solche Transversal-Rippen nicht erkennbar.

In der Abbildung 73 sind mehrere Möglichkeiten einer systematischen Deutung aufgezeigt. Entweder die Schuppen gehören einem ohne Nachkommen ausgestorbenen Seitenzweig der Lepidoptera an (Abb. 73a), sie werden den Zeugloptera zugeordnet, wie von MÖLLER (1973) postuliert (Abb. 73b), sie stehen in der Stammgruppe der Glossata (Abb. 73c), oder aber sie werden der Stammgruppe der Zeugloptera + Glossata zugewiesen (Abb. 73d). Die letzte Möglichkeit ist jedoch mit Sicherheit auszuschließen, seitdem von WHALLEY (1978, im Druck) so=wohl Vertreter der Micropterygidae als auch der Incurvariidae aus dem fossilen Harz des Libanon nachgewiesen sind.

5.3.3.9. Ordo: D i p t e r a — Zweiflügler (Mücken und Fliegen)

Die wichtigsten abgeleiteten Merkmale der Diptera, die auch an Fossilien wahrgenommen werden können, sind fol=gende:

1. Die Umbildung der Mundwerkzeuge zu einem Saug- und Stechrüssel ist weiter fortgeschritten.
2. Die Basis der Praealae ist verschmälert, so daß die 3. Analader reduziert wurde und ihr Rudiment an den Hinterrand der Praeala rückte. Auch der hintere Ast des Cubitus (CuP) ist rudimentär, faltenartig, kaum skle=rotisiert und eng an den vorderen Ast (CuA) gerückt.
3. Die Postalae sind zu Haltera umgebildet.
4. Die Anzahl der Spermathecae beim ♀ beträgt 3.
5. Die Cerci haben nur 2 Glieder.

Ober die Reihenfolge, in der sich die abgeleiteten Grundbauplan-Merkmale im Verlauf der Phylogenese entwikkelt haben, ist nichts bekannt.

Weshalb gerade die Diptera unvergleichlich erfolgreicher als ihre mutmaßliche Schwester-Gruppe — die Mecoptera — waren, ist schwer einsehbar, denn auch der Versuch, den Diptera im Grundbauplan eine blutsaugen=de Lebensweise zuzuschreiben, ist abzulehnen, da die ursprünglichsten Diptera-Imagines keine Blutsauger, sondern räuberische Insektenfresser wie die Mecoptera (DOWNES 1958) sind.

In systematischer Hinsicht werden traditionsgemäß die Subordines Nematocera und Brachycera unterschieden, wo=bei in den Nematocera alle diejenigen Diptera zusammengefaßt sind, denen die abgeleiteten Merkmale der Bra=chycera fehlen. Vermutlich stellen die Nematocera eine paraphyletische Gruppe dar.

Als hinreichend begründete monophyletische Gruppen können nach HENNIG (1969 und 1973) die Tipulomorpha, Psychodomorpha, Culicomorpha, Bibionomorpha und Brachycera angesehen werden. Innerhalb der Brachycera ist die Monophylie der Teilgruppen noch nicht klar herausgearbeitet worden. Eindeutig ist die der Cyclorrapha, während die der Asilomorpha und Homoeodactyla weniger genügend gesichert ist.

Die ältesten Fossilien, die mit Sicherheit zu den Diptera gestellt werden können, sind aus der Oberen Trias erhalten. Es handelt sich um Vertreter der Tipulomorpha, Culicomorpha und mutmaßliche Bibionomorpha, die alle von Issyk-Kul in Kirgisistan stammen. Dagegen werden von HENNIG (1969 und 1973) die unter dem Namen Archidiptera von ROHDENDORF (1947) zusammengefaßten Fossilien als unzutreffend dargestellt oder rätselhaft bezeichnet, so daß sie unberücksichtigt bleiben müssen. Das älteste Fossil der Brachycera stammt aus dem Oberen Lias von Mecklenburg (*Protobrachyoeron* HANDLIRSCH 1939).

Aus dem fossilen Harz des Libanon sind Vertreter der Asilomorpha (*Trichinities cretaceus* HENNIG 1970) und der Cyclorrapha (Familia inc. sed. HENNIG 1971) nachgewiesen worden, während Teilgruppen der Homoeodactyla als Abdrücke schon aus den oberjurasischen Ablagerungen von Karatau in Kasachstan beschrieben worden sind.

Eine Darstellung der vermutlichen phylogenetischen Beziehungen der wichtigsten Teilgruppen der Diptera und ihrer bisher nachgewiesenen mesozoischen Vertreter ist in der Abbildung 74 aufgezeigt.

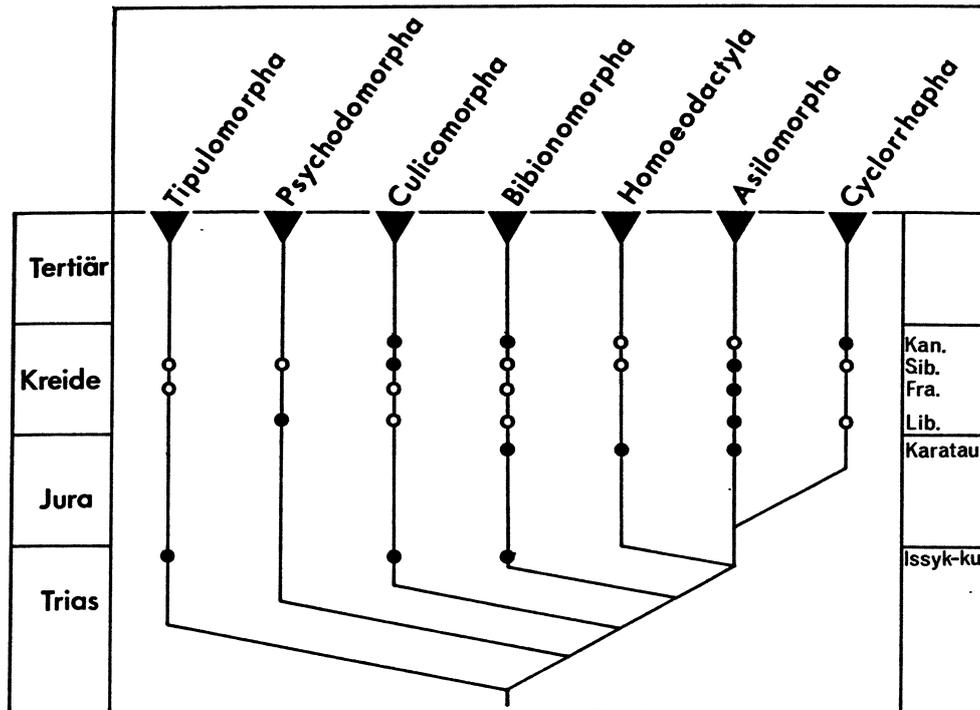


Abb. 74: Kladistischer Stammbaumentwurf der Ordo Diptera, verändert nach HENNIG (1969 und 1973), in den die wichtigsten Funde fossiler Vertreter der Diptera-Infraordines eingetragen sind.- Abkürzungen wie im Text.- Volle Kreise: artlich beschriebene Vertreter. Offene Kreise: unbenannte Vertreter.

Infraordo: T i p u l o m o r p h a

Nur bei dieser Gruppe sind 2 ausgebildete Analadern im Flügelgeäder ausgebildet. Als abgeleitete Merkmale gelten die schmalen und langen Alae, sowie die damit verbundene Tendenz zur Verschiebung wichtiger Elemente des Geäders in deren distalen Teil. Ebenso sprechen lange und dünne Pedes in diesem Sinne.

Als ältestes Fossil der Tipulomorpha gilt *Architipula radiata* ROHDENDORF 1964 aus dem Rhät von Issyk-Kul in Kirgisistan.

Familia: L i m o n i i d a e HENDEL 1936

Die Monophylie der artenzahlmäßig größten Familia der Tipulomorpha ist bisher nicht bewiesen. 85 Species sind allein aus dem Baltischen Bernstein beschrieben worden (ALEXANDER 1931).

5.3.3.9.1. Species A (Abb. 75, Taf. 13, Fig. 1)

A u f b e w a h r u n g s o r t : Paläontologisches Institut, FU-Berlin

S a m m l u n g s n u m m e r : Li Ce Bez 1

L o c u s t y p i c u s : Bezonnais

S t r a t u m t y p i c u m : C4,1c

E r h a l t u n g u n d P r ä p a r a t i o n : Von dem Fossil sind nur Teile der Alae und Pedes erhalten, die in einem stark getrübbten Harzbrocken eingeschlossen sind, der wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Die Zeichnung (Abb. 75) wurde bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt.

Morphologie:

M a ß e : Breite der Ala: 0,8 mm

Der gut erhaltene proximale Teil einer Ala zeigt eine ganze Anzahl von Adern, deren Verzweigungen offensichtlich erst im distalen Teil der Costa beginnen. Erkennbar sind die Subcosta und parallel in sehr dichtem Abstand verlaufende Teile des Radius (R1 und R2). Angedeutet sind vermutlich auch R5, sowie Teile der Media

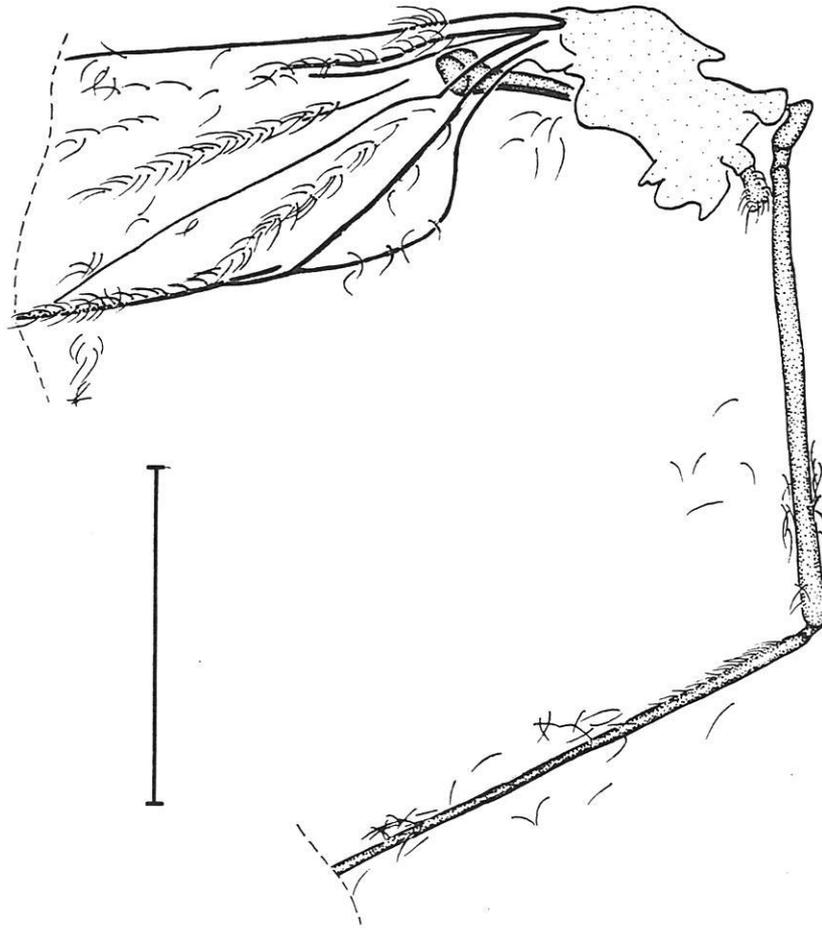


Abb. 75: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Familia Limoniidae, von der nur Teile einer Praeala, das Halteron und ein Pes erhalten sind, aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Diptera: Tipulomorpha/.- Sicht auf die Oberfläche der Ala (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

(M1 + M2, M3 + M4) und des Cubitus (CuA2). Es besteht außerdem hinreichend Platz für 2 Analadern.
Ein längliches Halteron ist sichtbar.

An dem ansonsten strukturlosen Körper ist der Teil eines Pes erhalten, der einen langen Femur und eine lange Tibia zeigt.

An allen erhaltenen Körperteilen ist eine dichte Behaarung erkennbar.

Diskussion:

Das wegen der Verlagerung der Verzweigungen im Flügelgeäder in dessen distalen Teil vermutlich den Tipulomorpha zuzuordnende Fossil gehört nach Auskunft von Mr. K. SMITH, British Museum of Natural History, vermutlich zur Subfamilia Limoniinae, ohne daß diese Bestimmung sich durch abgeleitete Merkmale erhärten ließe.

Abb. 77: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (A) der Subfamilia Forcipomyiinae (?) aus dem Cenomanium von Durtal, NW-Frankreich /Diptera: Culicomorpha: Ceratopogonidae/.- Ventralsicht auf das Caput (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 78: Rechte Praeala einer unbestimmten fossilen Art (A) der Subfamilia Forcipomyiinae (?) aus dem Cenomanium von Durtal, NW-Frankreich /Diptera: Culicomorpha: Ceratopogonidae/.- Sicht auf die Oberfläche der Praeala (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

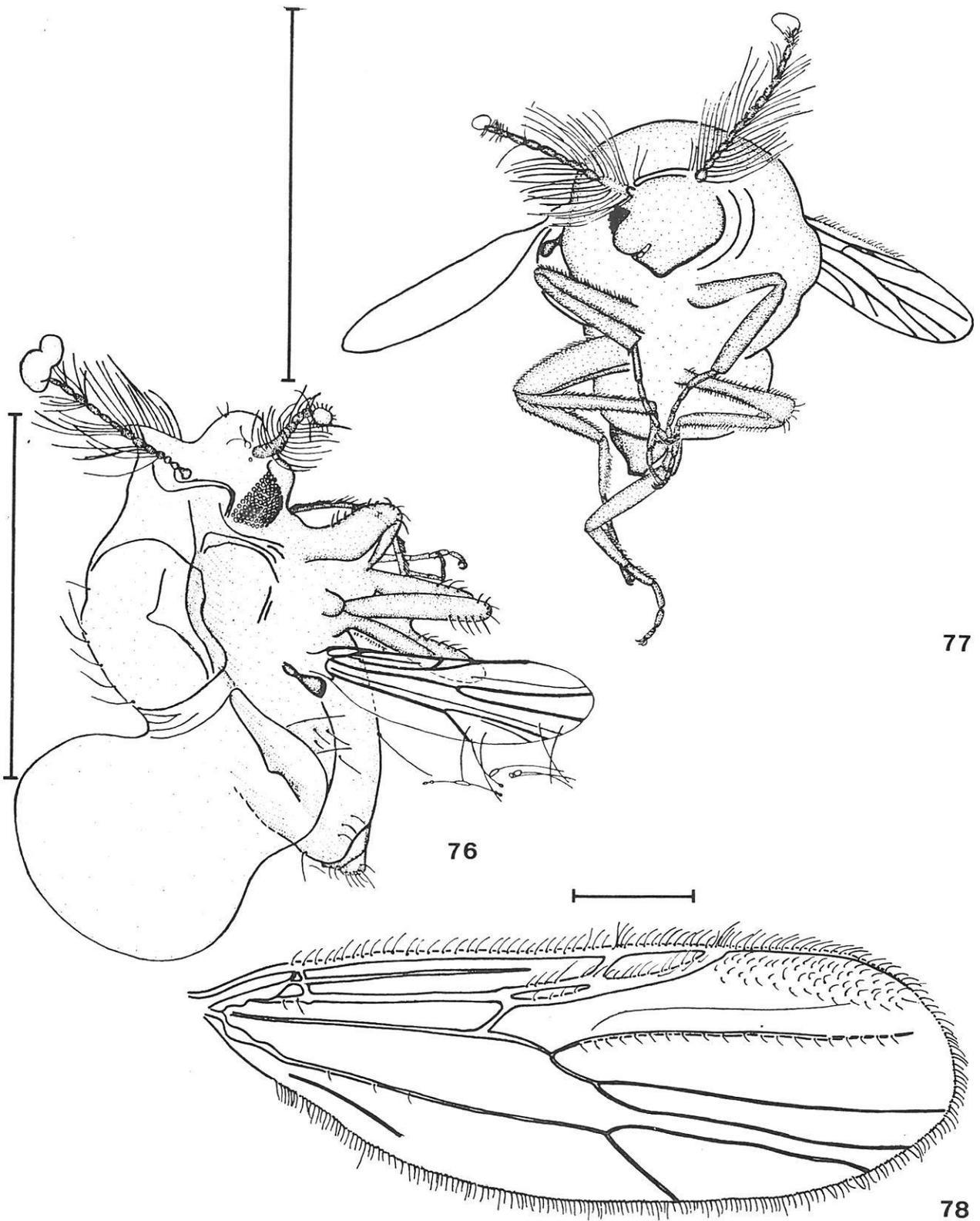


Abb. 76: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (A) der Subfamilia Forcipomyiinae (?) aus dem Cenomanium von Durtal, NW-Frankreich /Diptera: Culicomorpha: Ceratopogonidae/.- Dorso-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Infraordo: *Culicomorpha*

Abgeleitete Merkmale stellen der vergrößerte Pedicellus der Antennae, sowie im Flügelgeäder die *Discoidalis*, die fehlende M3 und der aus nur 3 Ästen bestehende Radial-Sektor dar.

Nach HENNIG (1973) können 2 Schwester-Gruppen unterschieden werden, die *Culicoidea* und die *Chironomoidea*.

Superfamilia: *Chironomoidea*

Die Costa ist nur am Vorderrand, bis zur Mündung von R4 + R5, als Ader entwickelt. Der vordere Ast des Radial-Sektors mündet in R1. Die Analader (A1) ist verkürzt und erreicht den Rand der Ala nicht. Sie ist eng an den Cubitus herangerückt.

Der älteste Nachweis von *Chironomoidea* stammt aus der Oberen Trias von Issyk-Kul in Kirgisistan (Abb. 74).

Familia: *Ceratopogonidae* SKUSE 1889

Die Imagines haben im Grundbauplan stechende Mundwerkzeuge. Abgeleitete Merkmale sind die fehlende Verbindung zwischen *Media* und *Cubitus*, und der aus 2 Ästen bestehende Radial-Sektor. Diese Familia ist noch sehr ungenügend bekannt. Vermutlich existieren weitaus mehr als die bisher beschriebenen 1150 rezenten Species.

Unterschieden werden die Subfamiliae *Forcipomyiinae*, *Dasyheleinae*, *Ceratopogoninae* und *Leptoconopinae* (HENNIG 1973).

Die *Ceratopogonidae* sind die aus kretazischen Harzen in der größten Artenanzahl (15) repräsentierte Familia, wobei etliche Vertreter aus dem fossilen Harz des Libanon noch nicht beschrieben sind (HENNIG 1973, SCHLEE 1976).

5.3.3.9.2. Species A (Abb. 76, 77 und 78, Taf. 6, Fig. 6, Taf. 12, Fig. 5, 6 und 7)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Cer Ce Du 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1b - C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das vorliegende Fossil befand sich in einer ungetrübten Schlaube, die wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Die Sicht ist durch eine große Luftblase im Bereich des Abdomen beeinträchtigt. Außer der Species A war ein weiterer Vertreter der *Ceratopogonidae* (Species B) in dieser Schlaube eingeschlossen. Die Zeichnungen (Abb. 76 - 78) wurden bei kombinierten Durch- und Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 1,15 mm

Das Caput ist wie fast der gesamte übrige Körper von einem dünnen Lufthäutchen bedeckt, so daß Oberflächenstrukturen schwer zu deuten sind. Das nierenförmig ausgebildete Komplexauge zeigt größenordnungsmäßig etwa 150 Ommatidia. Die Antennae haben vermutlich 14 Glieder, wobei mindestens die proximalen 8 lang behaart sind. Vom 5. Glied ab ist eine allmähliche Verlängerung beobachtbar (Taf. 12, Fig. 6).

Pronotum und Thorax sind kräftig ausgebildet.

Das Flügelgeäder ist in der Abbildung 77 dargestellt. Der Rand der Alae ist ringsum dicht und lang behaart, ebenso der distale obere Bereich der Alae, sowie einige Adern. Die Umrißform der Ala ist relativ lang und schmal.

Gut ist ein abgestutzt keulenförmiges Halteron sichtbar.

Die Pedes sind lang, schmal, und an den Tibiae dichter als an den Femora behaart. Die 5-gliedrigen Tarsi tragen 1 Paar gleichartiger Ungues.

Nach dem Aufbau des Post-Abdomen handelt es sich vermutlich um ein ♀.

Diskussion:

Die Merkmale im Flügelgeäder weisen das vorliegende Fossil mit Sicherheit als Vertreter der *Ceratopogonidae* aus. Übereinstimmungen in der Anordnung der einzelnen Adern finden sich am besten mit der aus dem kretazischen Harz der Halbinsel Taimyr beschriebenen Species *Culicoides kaluginae* REMM 1976. Auch andere für diese Art aus der Subfamilia *Ceratopogoninae* angegebene Merkmale sind ähnlich. Die Richtigkeit dieser Bestimmung wäre insofern interessant, als rezente Vertreter des Genus *Culicoides* LATREILLE 1809 Blutsauger bei Warmblütern sind.

5.3.3.9.3. Species B (Abb. 79 und 80, Taf. 6, Fig. 7, Taf. 12, Fig. 1, 2 und 3)

Aufbewahrungsort : Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer : Cer Ce Du 2

Locus typicus : Bezonnais

Stratum typicum : C4,1b - C4,1c

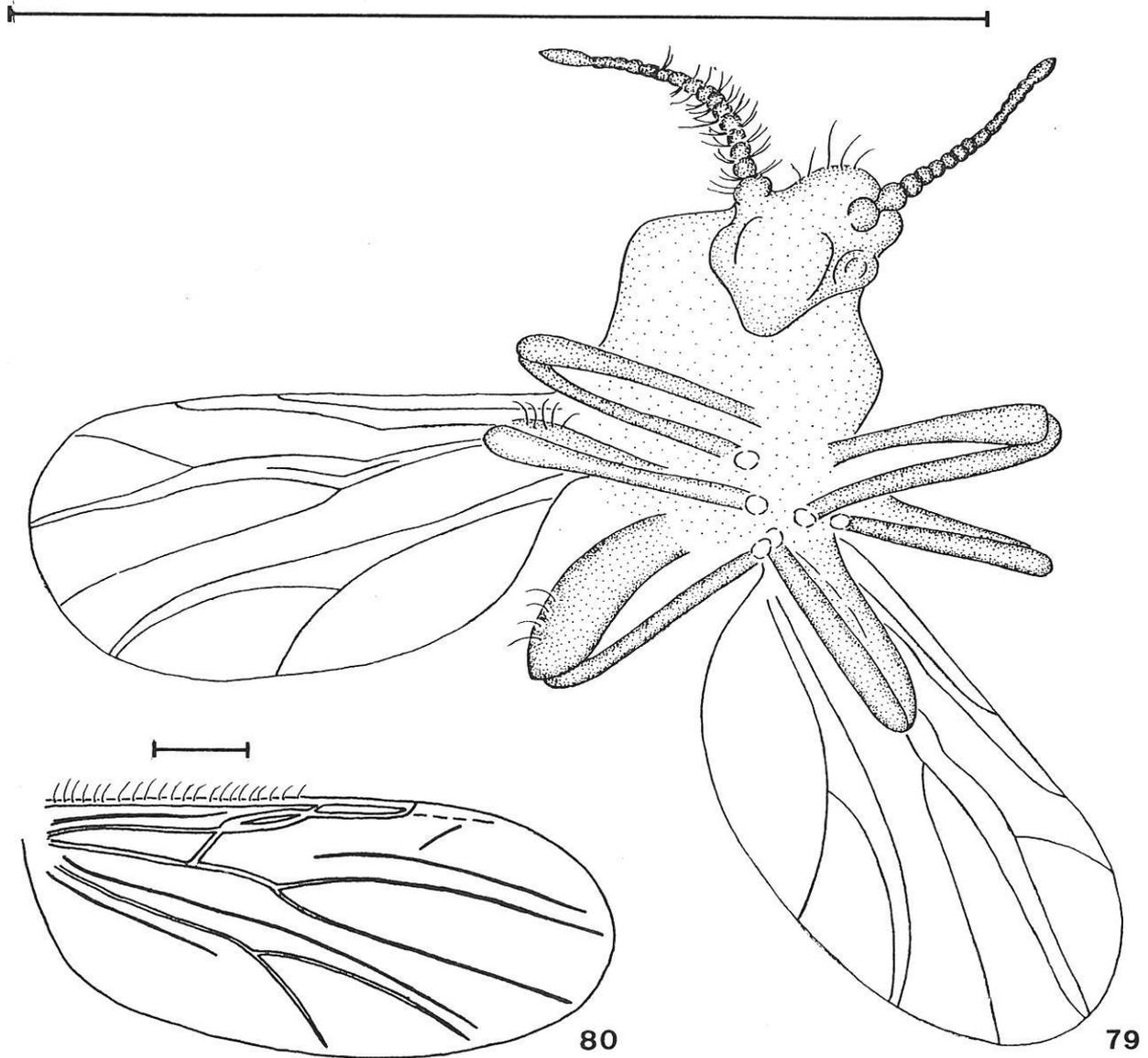


Abb. 79: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (B) des Genus *Forcipomyia* (?) aus dem Cenomanium von Durtal, NW-Frankreich /Diptera: Culicomorpha: Ceratopogonidae/.- Ventralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 80: Rechte Praeala einer unbestimmten fossilen Art (B) des Genus *Forcipomyia* (?) aus dem Cenomanium von Durtal, NW-Frankreich /Diptera: Culicomorpha: Ceratopogonidae/.- Sicht auf die Unterfläche der Ala (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Erhaltung und Präparation: Das vorliegende Fossil befand sich in einer ungetrübten Schlaube, die wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Außer Species B war ein weiterer Vertreter der Ceratopogonidae (Species A) in dieser Schlaube eingeschlossen. Die Zeichnungen (Abb. 79 und 80) wurden bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 0,65 mm

Gut sichtbar ist nur die Ventralseite des Fossils, die in der Abbildung 79 dargestellt ist. Ähnlich wie bei Species A sind das Caput und andere Körperteile von einem dünnen Lufthäutchen überzogen. Die Antennae sind vermutlich 14-gliedrig. Ihre Behaarung ist relativ kurz. Die Mundwerkzeuge sind wenig kräftig ausgebildet.

Das Flügelgeäder ist in Abbildung 80 dargestellt. Eine Behaarung ist nur schwach angedeutet, insbesondere im distalen Bereich der Costa. Die Umrißform der Ala ist weitaus ovaler als die der Species A.

Pronotum und Thorax sind kräftig ausgebildet.

Die Tarsi tragen 1 Paar kleine, gleichartige Ungues.

Diskussion:

Die Merkmale im Flügelgeäder weisen das Fossil als Vertreter der Ceratopogonidae aus. Species B zeichnet sich jedoch durch eine unterschiedliche Ausbildung in diesem Merkmal von Species A aus, so daß Artgleichheit nicht angenommen werden kann.

Die größten Übereinstimmungen zeigt Species B mit der aus dem kretazischen Harz der Halbinsel Taimyr beschriebenen Species *Baeohelea taimyrica* REMM 1976. Hier sind beispielsweise auch kaum Unterschiede in der Ausbildung der Antennae ersichtlich.

Nach Mr. K. SMITH, British Museum of Natural History, ist für Species jedoch am ehesten ein Vertreter des Genus *Forcipomyia* AUTOR 0000 anzunehmen. *Baeohelea* WIRTH & BLANTON 1970 und *Forcipomyia* AUTOR 0000 gehören aber 2 unterschiedlichen Subfamiliae an, den Ceratopogoninae bzw. den Forcipomyiinae, so daß die Bestimmung noch nicht hinreichend abgesichert ist.

5.3.3.9.4. Species C (Abb. 81 und 82, Taf. 12, Fig. 8)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammlungsnummer: Cer Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonçais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das vorliegende Fossil befand sich in einem stark getrübten Harzbrocken, der wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Die Zeichnungen (Abb. 81 und 82) wurden bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Körperlänge: 0,7 mm

Das Caput zeigt kräftig und lang ausgezogene Mundwerkzeuge. Die nierenförmig gestalteten Komplexaugen berühren an ihren vorderen Rändern fast die Eingelenkungen der Antennae. Diese sind 14-gliedrig, dicht und kurz behaart.

Die erhaltenen Teile der rechten Ala sind in der Abbildung 81 dargestellt.

Pronotum, Thorax und Abdomen sind kräftig ausgebildet. Die Tibiae sind weitaus stärker behaart als die Femora. Die Tarsi sind 5-gliedrig.

Diskussion:

Nach Auskunft von Mr. K. SMITH, British Museum of Natural History, gehört dieser Diptera-Einschluß ebenfalls zu den Ceratopogonidae. Eine weitergehende Bestimmung ist bisher jedoch nicht möglich.

Abb. 83: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (D) der Familia Ceratopogonidae aus dem Cenomanium von Bezonçais, NW-Frankreich /Diptera: Culicomorpha/.- Dorso-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 92: Erhaltene Teile der Antennae einer unbestimmten fossilen Art der Diptera aus dem Cenomanium von Bezonçais, NW-Frankreich (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

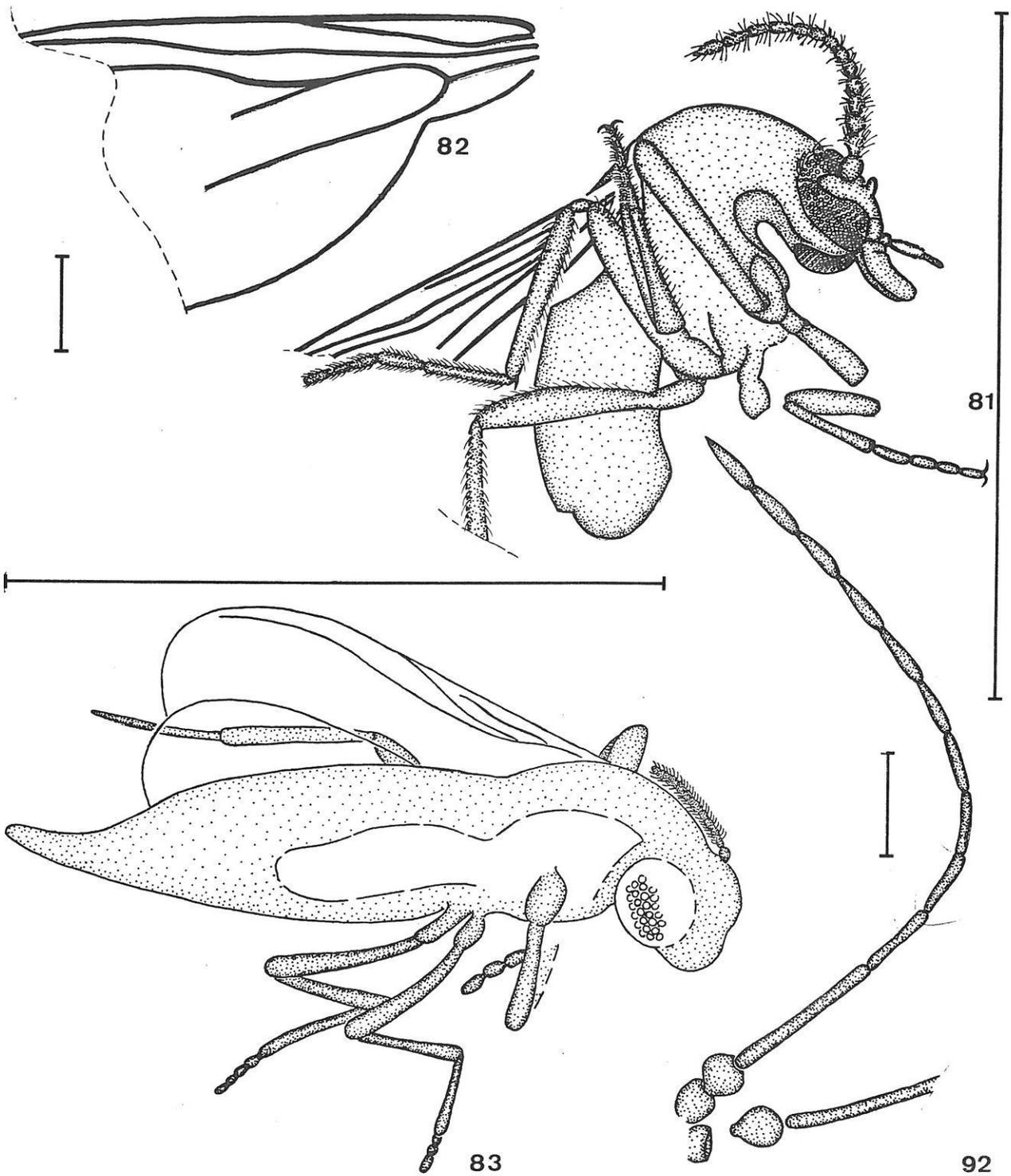


Abb. 81: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art (C) der Familia Ceratopogonidae aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich /Diptera: Culicomorpha/.- Ventro-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 82: Erhaltener Teil der rechten Ala einer unbestimmten fossilen Art (C) der Familia Ceratopogonidae aus dem Cenomanium von Bezonnois, NW-Frankreich /Diptera: Culicomorpha/.- Sicht auf die Oberfläche der Ala (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

5.3.3.9.5. Species D (Abb. 83, Taf. 4)

Aufbewahrungsort : Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer : Cer Ce Bez 2

Locus typicus : Bezonnais

Stratum typicum : C4,1c

Erhaltung und Präparation : Das vorliegende Fossil befand sich in einem stark getrübbten Harzbrocken. Außer diesem Rest ist der in Kap. 5.3.2.3.1. beschriebene Vertreter der Araneae darin enthalten, der etwa 3,0 mm von dessen vorderen P.-I entfernt ist. Aus diesem Grund konnte die Einbettung in Gießharz und dessen wiederholter Anschliff nur in beschränktem Maß durchgeführt werden. Die Zeichnung (Abb. 83) wurde bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße : Körperlänge: 1,1 mm

Das Caput zeigt ein ovales Komplexauge. Die Antennae sind 13- oder 14-gliedrig. Das Abdomen ist relativ lang. An den Alae sind nur wenige Adern erkennbar. Weitere Merkmale sind nicht zu analysieren.

Diskussion:

Der vorliegende Diptera-Einschluß ist mit einigen Bedenken ebenfalls den Ceratopogonidae zuzuordnen.

Infraordo: Bibionomorpha

Als abgeleitetes Merkmal der Bibionomorpha ist die Reduktion der Costa am Hinterrand der Ala anzusehen. Fossil ist dieses Taxon mit mehreren Teilgruppen schon aus der Oberen Trias von Issyk-Kul in Kirgisistan nachgewiesen (Abb. 74).

Superfamilia: Cecidomyiidae

Unterschieden werden als Teilgruppen die Familiae Lestremiidae und Cecidomiidae (HENNIG 1973).

Familia: Cecidomyiidae NEWMAN 1834

Im Grundbauplan ist im Flügelgädder der freie Ast der Media schwach oder gänzlich fehlend. Das 1. Glied der Tarsi ist verkürzt und weist eine vorgebildete Bruchstelle auf. Fossil ist diese Familia auch im fossilen Harz des Libanon vertreten.

5.3.3.9.6. Species A (Abb. 84, Taf. 13, Fig. 3)

Aufbewahrungsort : Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer : Cec Ce Du 1

Locus typicus : Durtal

Stratum typicum : C4,1b - C4,1c

Erhaltung und Präparation : Der kümmerlich erhaltene Rest liegt in einem schwach getrübbten Harzbrocken vor, der wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Die Zeichnung (Abb. 84) wurde bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

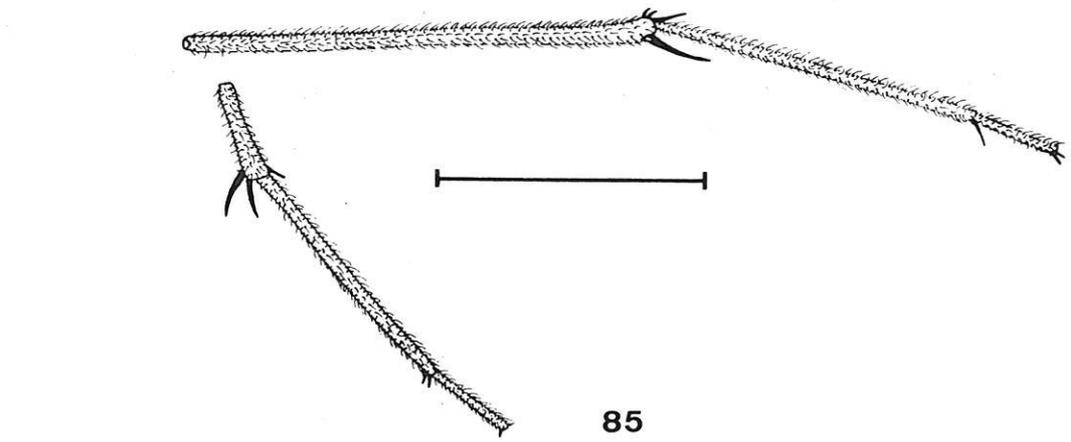
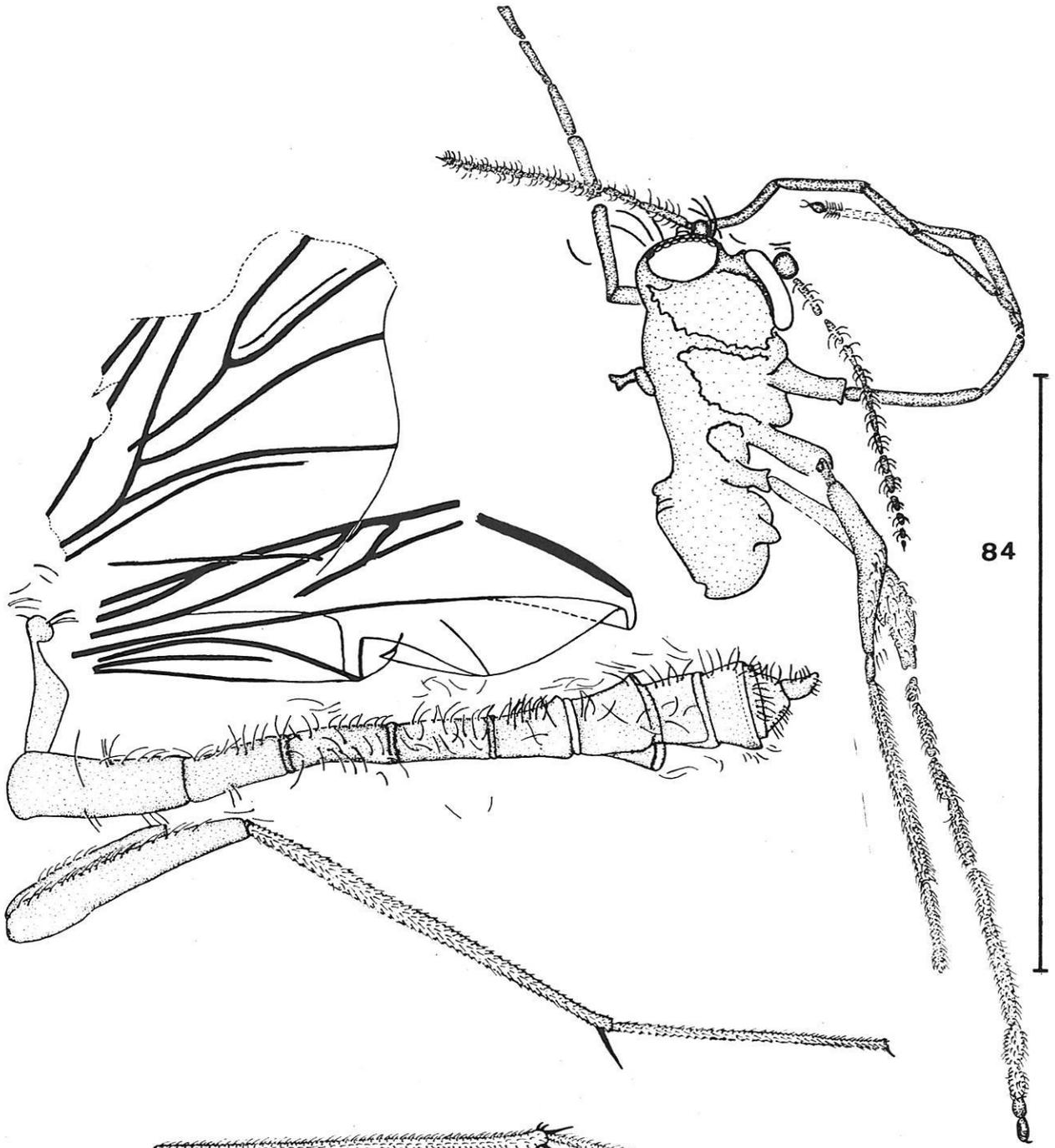
Morphologie:

Maße : Körperlänge: 0,65 mm

Am Caput sind 2 große, ovale Komplexaugen erkennbar. Die Antennae sind durch einen kugelig verdickten Pedicellus und wahrscheinlich 14 längliche, behaarte Geißelglieder gekennzeichnet. Die Femora sind relativ schmal, die Tibiae der Pedes III in der Mitte verdickt. Das 1. Glied der Tarsi ist erheblich kürzer als das 2.

Abb. 84: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Familia Cecidomyiidae (?) aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Diptera: Bibionomorpha/.- Ventro-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 85: Habitusbild einer unbestimmten fossilen Art der Familia Fungivoridae aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Diptera: Bibionomorpha/.- Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



Diskussion:

Das sehr schlecht erhaltene Fossil kann nur mit Bedenken den Cecidomyiidae zugeordnet werden.

Superfamilia: *Mycetophiloida*

Abgeleitete Grundbauplan-Merkmale sind vermutlich in den verlängerten Coxae und dem bucklig vorgewölbten Thorax zu nennen.

Unterschieden werden als Teilgruppen die Familiae Ditomyidae, Diadocidiidae, Keroplatidae, Fungivoridae (= Mycetophilidae) und Sciaridae, die in unterschiedlichen verwandtschaftlichen Beziehungen zueinander stehen.

Familia: *Fungivoridae* (= Mycetophilidae) LATREILLE 1809

Als abgeleitete Merkmale der Fungivoridae sind das in seinem proximalen Teil schmale Abdomen und die an die Wurzel der Alae herangerückten Verzweigungspunkte des Cubitus zu nennen. Die 1. Analader ist verkürzt, der vordere Ast des Radial-Sektors niemals frei, sofern überhaupt vorhanden, mündet er in R1.

Vertreter der Fungivoridae sind zahlreich im Baltischen Bernstein vorhanden. Von MEUNIER (1895 - 1923) sind in mehreren Arbeiten mehr als 150 Arten erwähnt oder beschrieben worden.

5.3.3.9.7. Species A (Abb. 85, Taf. 6, Fig. 8 und 9, Taf. 13, Fig. 2)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Fu Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das vorliegende Fossil befand sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Die Zeichnung (Abb. 85) wurde bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Länge des erhaltenen Teils des Körpers: 3,8 mm

Das Caput ist nicht erhalten.

Das Flügelgeäder ist nur schwer zu analysieren, da die Inkluse infolge verschiedener Einbettungsvorgänge beschädigt wurde. Die sichtbaren Adern sind in der Abbildung 85 dargestellt.

Die Pedes sind außerordentlich lang und tragen an den distalen Teilen der Tibiae kräftige Sporne. Sie sind dicht und kurz behaart.

Am erhaltenen Teil des Abdomen, das in seinem proximalen Teil relativ schmal ist, sind 10 Segmente erkennbar. Von diesen sind die mittleren am schmalsten, und mit einer allmählichen Verbreiterung zum distalen Ende des Abdomen geht ihre Verkürzung einher. Insbesondere der dorsale Bereich des Abdomen ist von isolierten längeren Haaren besetzt.

Diskussion:

Das Fossil ist vermutlich als Vertreter der Fungivoridae anzusehen (HENNIG 1975, pers. Mitt.), eine weitergehende Zuordnung scheint nicht möglich zu sein.

Subordo: *Brachycera*

Die Brachycera sind im Gegensatz zu den Nematocera sicher eine monophyletische Gruppe. Als abgeleitete Merkmale sind die höchstens 2-gliedrigen Palpi maxillarum und die aus 8 Gliedern bestehende Geißel der Antennae anzusehen. Im Flügelgeäder ist der vordere Ast des Radial-Sektors einfach, da R3 vermutlich mit R4 verschmolzen und dann reduziert wurde.

Unterschieden werden die 3 Infraordines Homoeodactyla, Asilomorpha und Cyclorrapha, wobei als gesichert nur die Monophylie der Cyclorrapha anzusehen ist, deren ältester Vertreter bislang aus dem fossilen Harz des Libanon nachgewiesen wurde.

Infraordo: *Asilomorpha*

Als monophyletische Gruppe sind die Asilomorpha nicht sicher begründet. Vielleicht ist dafür aber die Reduktion der Geißel der Antennae auf nur 2 Glieder, das sogenannte "3. Fühlerglied" und einen 2-gliedrigen End-

griffel anzusehen (HENNIG 1973).

Superfamilia (?): *E m p i d i f o r m i a*

Weder die verwandtschaftlichen Beziehungen noch die Monophylie dieses Taxons sind hinreichend gesichert, da vielfach angenommen wird, daß die Empidiformia mit den Cyclorrapha näher verwandt sind (zur Diskussion siehe HENNIG 1970, 1971 und 1973).

Fossil sind Vertreter der Empidiformia aus dem Oberen Jura von Karatau in Kasachstan belegt (Abb. 74).

Familia: *E m p i d i d a e* LATREILLE 1804

Auch diese Familia kann nicht mit Sicherheit als monophyletisch bezeichnet werden, da vielleicht einige Subfamiliae näher mit den Dolichopodidae verwandt sind.

Eine gute Arbeitsgrundlage bildet die Annahme, daß ein Schwester-Gruppen-Verhältnis zwischen den beiden Subfamiliae-Gruppen Ocydromioinea und Empidoinea vorhanden ist (HENNIG 1971 und 1973).

Supersubfamilia: *O c y d r o m i o i n e a*

Als abgeleitetes Merkmal wird im Flügelgeäder die Reduktion von R4 angegeben.

Unterschieden werden die Subfamiliae Microphorinae, Atelestinae, Ocydromiinae, Hybotinae und Tachydromiinae, wobei die 3 letztgenannten wahrscheinlich eine engere monophyletische Gruppe bilden.

Aus dem fossilen Harz des Libanon sind je 1 Vertreter der Microphorinae (*Microphorites extinctus* HENNIG 1971) und der Ocydromioinea s. str. (Ocydromiinae, Hybotinae und Tachydromiinae) + Atelestinae (*Trichinites cretaceus* HENNIG 1970), sowie aus dem fossilen Harz Sibiriens ein Vertreter der Tachydromiinae (*Archiplaty= palpus cretaceus* KOVALEV 1974) beschrieben worden. In einer nachgelassenen Arbeit wurde ein nicht benannter Vertreter der Hybotinae aus dem Eggenburgien (Untermiozän) von HENNIG (1978) bekanntgemacht. Die bekannten fossilen Funde mesozoischer Empididae sind in der Abbildung 91 dargestellt.

5.3.3.9.8. *Ecomocydromia difficilis* nov. gen., nov. spec. (Abb. 86, 88, 89 und 90, Taf. 6, Fig. 10, Taf. 13, Fig. 4 und 5)

Derivatio nominis: Nach dem Taxon Ocydromioinea mit dem Praefix für die Ortschaft Ecomoy, sowie wegen der schwierigen Zuordnung innerhalb der genannten Subfamiliae.

Holotypus (und einziges bekanntes Exemplar): Das in den Abbildungen 86, 88 - 90, auf Tafel 6, Fig. 10 und Tafel 13, Fig. 4 und 5 wiedergegebene Fossil.

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Emp Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Das vorliegende Fossil befand sich in einem stark getrübbten Harzbrocken, der wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Die Zeichnungen (Abb. 86, 88 - 90) wurden bei kombiniertem Auf- und Durchlicht angefertigt. Außer der hier beschriebenen Art befanden sich noch einige andere, nicht näher bestimmbare Arthropoda-Reste in dem Harzbrocken.

Vorgänge bei der Einbettung der Inkluse:

Bei der Beobachtung dieses Fossils konnten der Vorgang und die Abfolge der Einbettung geklärt werden (Abb. 87). Als besonders schwierig gestaltete sich die Analyse des Flügelgeäders, da beide Alae sehr dicht übereinanderliegen. Die rechte Ala ist aus ihrer ursprünglichen Eingelenkung herausgerissen und über das Abdomen hinweggedriftet, so daß deren Flügelgeäder mit der Subcosta als ungefähre Achse um 180° gedreht vorliegt. Der obere Bereich der rechten Ala befindet sich frei in einer verlängerten Linie des Abdomen, während der untere Bereich mit den wichtigen Adern M1 und M2 zwischen den unteren Adern der linken Ala und Teilen des Abdomen zu verfolgen ist. So muß das Harz zuerst die rechte Körperhälfte erfaßt haben, und dann über die linke hinweggeflossen sein.

Differentialdiagnose:

Genus- und Species-Merkmale fallen bei dem ersten aus diesem Stratum beschriebenen Fossil der Supersubfamilia Ocydromioinea zusammen.

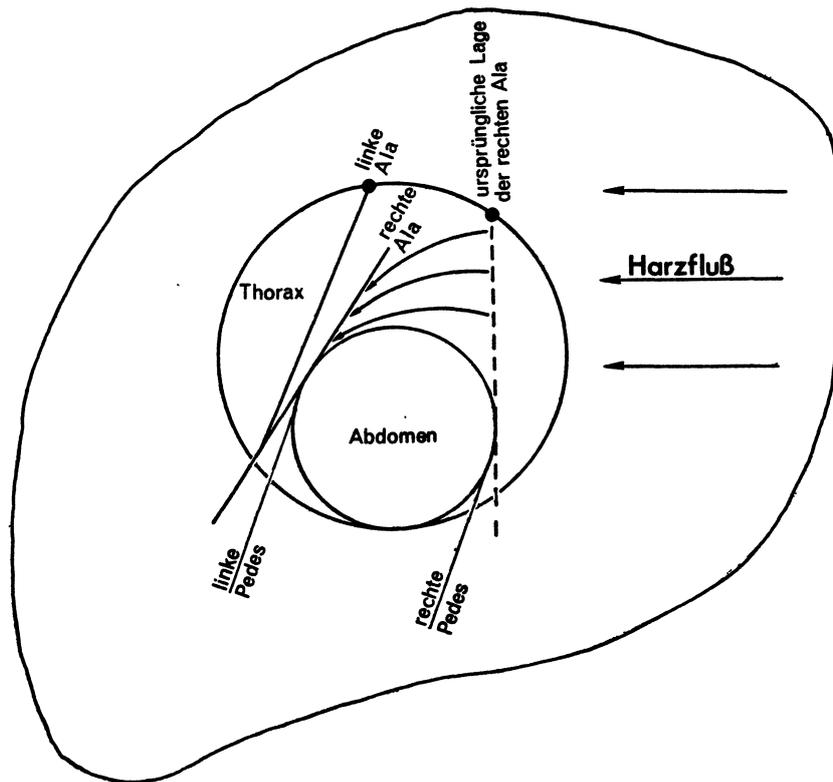


Abb. 87: Schema zur Einbettung der fossilen Art *Eoommocydromia difficilis* nov. gen., nov. spec. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Diptera: Asilomorpha: Empididae/.- Weitere Erklärungen siehe im Text.

Kennzeichnend sind die im Flügelgeäder nicht gegabelten Adern R4 + 5. Die Costa endet an der Mündung von M1. Subcosta und Radius sind offenbar stark reduziert.

Morphologie:

Maße: Körperlänge (ohne Alae): 0,8 mm

Das Caput ist groß, helmartig gestaltet. Die Augen auf der Frons sind wahrscheinlich nicht getrennt. Die Anzahl der Ommatidia im Komplexauge ist wegen der unzähligen Bläschen nicht ermittelbar. Frontorbital-Borsten scheinen zu fehlen oder sind abgerissen. Es kann nicht entschieden werden, ob die Arista 1- oder 2-gliedrig ist. Der linke Postpedicellus und der Pedicellus sind von der Lateralsicht aus sehr schmal, während diese auf der rechten Seite verbreitert erscheinen. Bei den letztgenannten ist durch Anschliff die Arista zerstört. Die Antennae inserieren offensichtlich in der unteren Gesichtshälfte. Sie sind an allen Segmenten kurz und dicht behaart.

Der Thorax ist kurz und auf der Dorsalseite stark gewölbt. Deutlich ist eine ziemlich lange Reihe von Dorsalborsten erkennbar. Durch Anschliff sind laterale Teile des Thorax zerstört worden, so daß teilweise in

Abb. 89: Rechte und linke Praeala der fossilen Art *Eoommocydromia difficilis* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Diptera: Asilomorpha: Empididae (?)/.- Sicht auf die Oberfläche der linken, bzw. die Unterfläche der rechten Ala.- Abkürzungen wie im Text (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Abb. 90: Praetarsus und Ungues der fossilen Art *Eoommocydromia difficilis* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Diptera: Asilomorpha: Empididae (?)/.- Ventralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

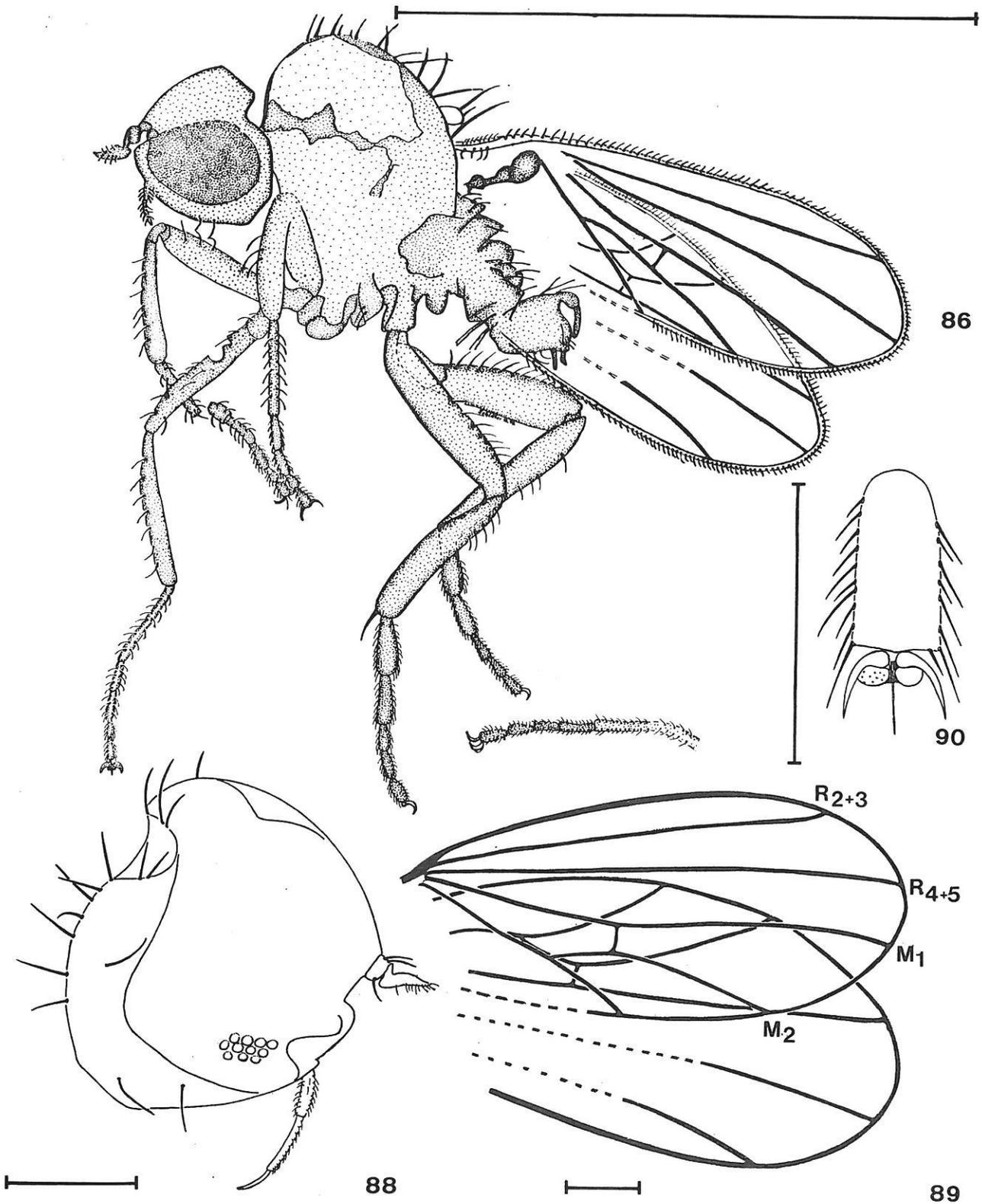


Abb. 86: Habitusbild der fossilen Art *Ecomnoydromia difficilis* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Diptera: Asilomorpha: Empididae (?)/.- Dorso-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Abb. 88: Caput der fossilen Art *Ecomnoydromia difficilis* nov. gen., nov. sp. aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich /Diptera: Asilomorpha: Empididae (?)/.- Dorso-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

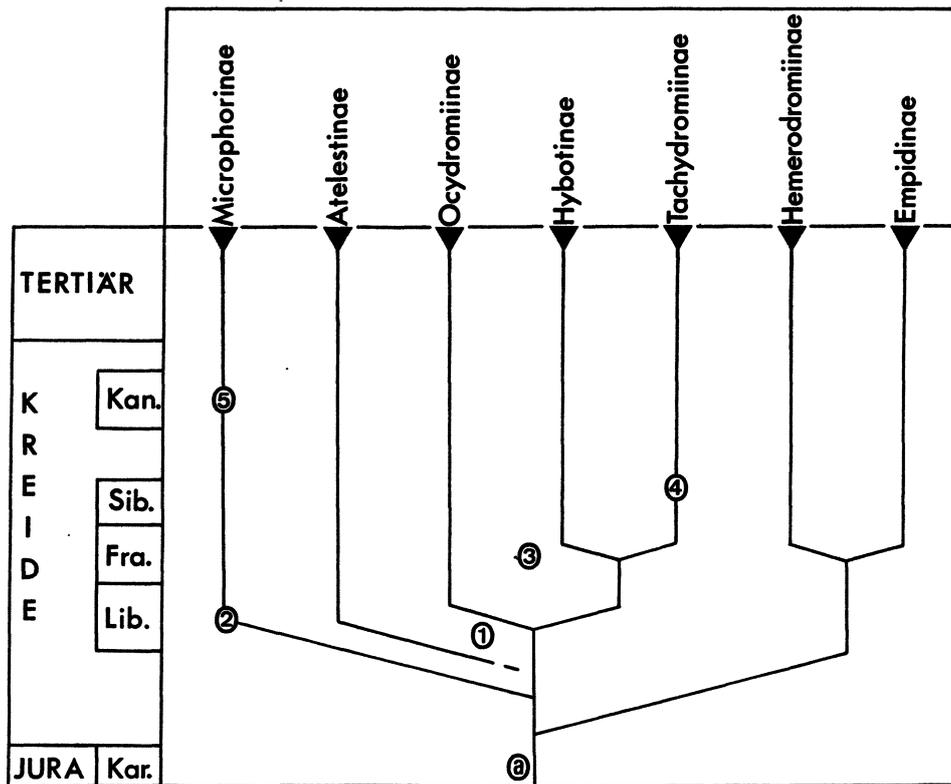


Abb. 91: Kladistischer Stammbaumentwurf der Familia Empididae, unter Nichtberücksichtigung der Stellung der Dolichopodidae, verändert nach Angaben von HENNIG (1970, 1971 und 1973), in den die mesozoischen fossilen Vertreter der Empididae-Subfamilie eingetragen sind.- a: *Protempis antennata* USSATCHOV 1968, 1: *Trichinites cretaceus* HENNIG 1970, 2: *Microphorites extinctus* HENNIG 1971, 3: *Ecommocydromia difficilis* nov. gen., nov. spec., 4: *Archiplatypalpus cretaceus* KOVALEV 1974, 5: Species indeterminata HENNIG 1970.- Abkürzungen wie im Text.

das Körperinnere gesehen werden kann.

Von den Pedes sind 5 am Körper vorhanden, die Tarsi der rechten oder linken P.-II befinden sich abgerissen daneben. Insbesondere die P.-III sind kräftig entwickelt, ihre Tibiae leicht verdickt. Beborstungen sind an den Femora und Tibiae aller Pedes randständig erkennbar. Eine Drüse an den Tibiae der P.-I fehlt. Die Ausbildung des Tarsus V des linken (?) P.-I ist in der Abbildung 90 dargestellt. Er trägt ein Paar gleichartiger Ungues mit Pulvillus.

Das Flügelgeäder ist auf Grund der direkt übereinanderliegenden Alae schwer zu analysieren. Die Lage der erhaltenen Adern ist in der Abbildung 89 dargestellt, nicht jedoch deren relative Dicke zueinander. Die Costa umzieht den Hinterrand der Alae offensichtlich nicht, sie endet an der Einmündung von M1, der Hinterrand ist also membranös. Von der Subcosta ist nichts erkennbar, vermutlich ist sie mit dem ebenfalls nicht mehr sichtbaren Radius (R1) verschmolzen. Der Radial-Sektor ist zweiästig, wobei die beiden ungegabelten Äste R2 + 3 und R4 + 5 im distalen Bereich der Ala münden. Die Lage der Media ist in der Abbildung 89 dargestellt. Von der Analzellenregion ist nichts erhalten.

Ein keulenförmiges Halteron ist gut sichtbar.

Die Begrenzung der Segmenta abdominis ist nur in deren dorsalem Teil erkennbar. Die Umrisse des Kopulationsapparates verweisen auf ein o.

Diskussion:

Nach Auskunft von Herrn Prof. Dr. W. HENNIG (1976, pers. Mitt.) und Mr. K. SMITH, British Museum of Natural History (1978, pers. Mitt.) gehört das vorliegende Fossil sicher zu den Empididae, einer Familia, die in kre-tazischen Harzen durch einige Arten verschiedener Subfamilie belegt ist (Abb. 91). Innerhalb der Empididae ist die Zuordnung des Restes jedoch sehr schwierig, insbesondere weil die Teilgruppen durch Autapomorphien

schlecht gekennzeichnet sind, und die Stellung der nahe verwandten Dolichopodidae noch nicht hinreichend geklärt ist. Unter Nichtberücksichtigung dieser Familia bietet sich die Supersubfamilia Ocydromioinea an, die sich in einigen abgeleiteten Merkmalen von den Empidoinea auszeichnet. Habituell weist das Fossil weitgehend Obereinstimmungen mit Vertretern der Subfamiliae Microphorinae, Tachydrominae und Hybotinae auf (SMITH 1978), ohne daß diese Annahme weiter morphologisch untermauert werden kann.

Nematocera inc. sed.

5.3.3.9.9. Species A (Abb. 92)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Nem Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die Inkluse befindet sich in einem stark getriebenen Harzbrocken, der wiederholt in Gießharz eingebettet und angeschliffen wurde. Die Zeichnung (Abb. 92) wurde bei kombiniertem Durch- und Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße:

Von dem vorliegenden Rest sind nur Teile der Antennae erkennbar, die jedoch typisch für Nematocera sind.

5.3.4. Arthropoda inc. sed.

5.3.4.1. Species A (Abb. 93)

Aufbewahrungsort: Paläontologisches Institut, FU-Berlin

Sammelnummer: Art Ce Bez 1

Locus typicus: Bezonnais

Stratum typicum: C4,1c

Erhaltung und Präparation: Die Inkluse befindet sich in schwach getriebenem Harzmaterial, wurde in Gießharz eingebettet und angeschliffen. Die Zeichnung (Abb. 93) wurde bei Auflicht angefertigt.

Morphologie:

Maße: Länge des erhaltenen Teils des Körpers: 0,8 mm

Von dem vorliegenden Fossil sind nur die in der Abbildung 93 dargestellten Körperteile erhalten.

Diskussion:

Die Ausbildung der Körperteile läßt auf das Abdomen eines nicht näher bestimmbareren Vertreters der Arthropoda schließen. Nach Auskunft von Herrn Dr. Sv. LARRSON, Kopenhagen (1978, pers. Mitt.), handelt es sich vielleicht um die Reste eines Vertreters der Ordo Symphyla, die auch aus dem Baltischen Bernstein nachgewiesen ist.

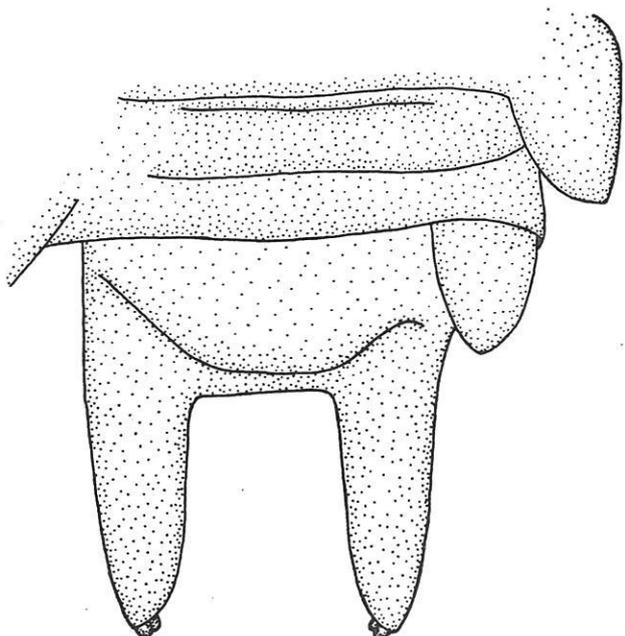


Abb. 93: Isolierte Körperteile (Abdomen ?) eines nicht näher bestimmbareren Vertreters der Arthropoda aus dem Cenomanium von Bezonnais, NW-Frankreich (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

6. PALÖKOLOGIE

6.1. Biostratonomie

Aus der Art der Einbettung und dem Erhaltungszustand der vorgestellten Fossilien lassen sich einerseits Rückschlüsse über deren Schicksal vom Tode bis zur endgültigen Einbettung, andererseits Aussagen über die ökologischen Zustände zur Zeit der Einbettung ziehen.

6.1.1. Äußere Form und innerer Aufbau der fossilen Harze aus NW-Frankreich

Auch die Analyse der äußeren Form und des inneren Aufbaus fossiler Harze steht vor allem mit palökologischer Fragestellung in Zusammenhang. Unter der äußeren Form sind die von exogenen Einwirkungen herrührenden Abdrücke auf der Oberfläche der Harze, unter dem inneren Aufbau die aus dem Wesen der Harzsekretion und dem Beginn der Diagenese entstandenen endogenen Merkmale der Harze gemeint.

Ä u ß e r e F o r m : Abdrücke von Blattfragmenten oder dem Substrat Borke finden sich bisweilen im Baltischen Bernstein (ANDRÉ 1951). Auch aus den kürzlich erfolgten Funden französischer Harze bei Fouras am Rand des Aquitanischen Beckens (KÖHNE 1978, pers. Mitt.) sind Stücke mit Abdrücken unzweifelhaft pflanzlicher Natur nachgewiesen.

Die wahrscheinlich Vertretern der Isoptera angehörigen Alae (siehe Kap. 5.3.3.2.) sind häufig an der Oberfläche exponiert. Vielleicht wurden diese nach ihrem Abbruch durch Windeinwirkung aufgewirbelt und blieben an der klebrigen Oberfläche des Harzes hängen.

I n n e r e r A u f b a u (Tropfen, Zapfen, Schrauben, Fliesen, Platten): Für den Baltischen Bernstein ist als Beweis für die ehemals zähflüssige Natur auch sein gestaltmäßiger Aufbau herangezogen worden. So wurden schon häufiger Tropfen gefunden, die beim Aufprall auf den Boden offensichtlich abgeflacht wurden. Ähnliche, oft birnenförmig gestaltete Tropfen von einer Größe bis maximal etwa 2 cm Durchmesser kommen auch in den fossilen Harzen von NW-Frankreich vor.

Zapfenartige Formen, wie sie im Baltischen Bernstein nachgewiesen wurden, existieren von fossilen Harzen aus NW-Frankreich bisher nicht.

Die Schrauben des Baltischen Bernsteins sind für den Paläoentomologen von besonderem Interesse, da sich die von ihm gesuchten Inkluden fast ausschließlich in diesen Stücken befinden. Ihre Bildungsweise wird folgendermaßen erklärt: Die Schrauben werden durch wiederholten, d. h. häufig unterbrochenen Harzfluß aus derselben Quelle abgesondert. Sie liegen entweder dem Substrat auf — das ist der Regelfall — oder sie sind ihrer Gestalt nach subzylindrisch, wobei ein dünner Harzfaden das Substrat für konzentrisch angeordnete Harzschalen bildet. Die Viskosität des austretenden Harzes ist derart, daß die dünnen Harzlagen sich nicht miteinander vermischen, sondern schichtige Polster bilden. Jeder Harzfluß schließt sich dem vorangegangenen an, so daß seine Auflagefläche konkav, seine Oberfläche aber konvex ist. Dadurch wird von jedem Harzfluß eine Schlaubeneinheit oder eines der Schlaubenelemente gebildet, die in ihrer Vielzahl eine Schlaube darstellen. Je mehr Einheiten eine Schlaube enthält, um so mehr Flächen sind vorhanden, die als Tierfalle wirksam sein können.

Fast nie kann das mit dem Substrat — der Borke — in Kontakt stehende Schlaubenelement nachgewiesen werden, da es mit dieser offenbar inniger verhaftet ist als mit den auf ihr liegenden Harzpolstern und sich von diesen bei geringer mechanischer Beanspruchung trennt.

Bestätigung dafür ergab sich durch experimentelle Untersuchungen an einem rezenten Kiefernharz: Es wurden größere Borkenbruchstücke mit auflagerndem Harz etwa 14 Tage lang einer konstanten Temperatur von etwa 40 °C im Trockenschrank ausgesetzt. Während dieser Zeit trat eine geringfügige Klärung des Harzes ein. Sie ging mit einer festen Verkittung von Substrat und erstem Schlaubenelement einher. Mechanisch erprobter Bruch erfolgte nur an flächigen Schwächezonen des Harzpaketes, niemals zwischen Substrat (Borke) und erstem Schlaubenelement.

Schrauben zeichnen sich also auch durch die spezifische Lagerung der in ihnen enthaltenen Bläschen aus: Wenn diese nicht durch Sonneneinwirkung schon vollständig exsudiert sind, befinden sie sich im oberen Bereich jedes Harzpolsterlagers häufiger und in größeren Formen als im unteren.

Für die fossilen Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich ist ein solches Vorkommen auf Tafel 3, Fig. 1 - 4 gezeigt (REM-Aufnahmen).

Schrauben enthalten häufig auch Verunreinigungen, die durch Einschluß von Waldboden oder verrotteten Borckenresten herrühren. Auch solche konnten in den fossilen Harzen aus NW-Frankreich nachgewiesen werden. Sie sind als mehr oder minder isolierte Zellverbände aber nicht weiter differenzierbar.

Von den Fliesen und Platten des Baltischen Bernsteins wird als Bildungsort das Innere des Stammes angegeben (ANDRÉ 1951), so daß sie erst nach dem Zerfall des Baumes schon in einer gewissen Erhärtung zu Tage traten. Dementsprechend sind sie besonders verunreinigungsfrei und enthalten erfahrungsgemäß keine Inkluden. Solche in der Regel im Querschnitt halbmondförmigen Formen konnten für die fossilen Harze aus NW-Frankreich nicht nachgewiesen werden.

6.1.2. Vorgänge bei der Einbettung der Inkluden

Die Art der Einbettung und der Erhaltungszustand der Inkluden der französischen Harze ist sehr charakteristisch und weicht von anderen bekannten fossilen Harzen in vielen Punkten stark ab (Tab. 7).

Allgemein muß vorausgesetzt werden, daß Harze in ihrer Eigenschaft als Fallen keinen repräsentativen Querschnitt einer Biozönose liefern können. Denn ebenso wie mit Barber-Fallen nur die Aktivitätsdichte einer Bodenfauna ermittelt werden kann, so wird durch die Naturfalle Harz nach anderen Gesichtspunkten ausgewählt: Größere und stärkere Tiere besitzen oder besaßen die Kraft, sich wieder zu befreien. Häufig geschah das nur unter Verlust von Körperteilen, wie an isolierten, abgerissenen Pedes, Antennae oder Alae nachgewiesen werden kann (Von der größten jemals aufgefundenen Inkluse im Baltischen Bernstein — einer Eidechse — wird angenommen, daß sie schon zuvor verendet war.).

Je nach der Viskosität des Harzes tritt der Tod der Lebewesen, die mit diesem in Berührung kommen, mehr oder weniger rasch ein: Werden die Organismen schnell eingebettet, wenn das Harz durch Sonneneinstrahlung sehr dünnflüssig ist, so ist im allgemeinen kein Todeskampf zu beobachten. Ist das Harz dagegen zäher, wenn es beispielsweise an der Schattenseite austritt, so vollzieht sich die Einbettung erst nach längerem Todeskampf, wie auch an abgerissenen Körperteilen kleinerer Lebewesen ersehen werden kann.

Schlüssel 1: Die Größe der ehemaligen Harzbrocken wurde in 3 Kategorien unterteilt:

Kategorie 1:	Harzbrocken	3 g
Kategorie 2:	Harzbrocken	3 - 10 g
Kategorie 3:	Harzbrocken	10 g

Die 36 Inkluden enthaltenden Harzbrocken verteilen sich also auf:

Kategorie 1:	7 x
Kategorie 2:	12 x
Kategorie 3:	17 x

Schlüssel 2: Die Größe (= Körperlänge) der Inkluden wurde in 4 Kategorien unterteilt:

Kategorie 1:	Körperlänge	1 mm
Kategorie 2:	Körperlänge	1 - 3 mm
Kategorie 3:	Körperlänge	3 - 6 mm
Kategorie 4:	Körperlänge	6 mm

71 Inkluden (gemittelt) verteilen sich also auf:

Kategorie 1:	11 x
Kategorie 2:	32 x
Kategorie 3:	14 x
Kategorie 4:	14 x

Tab. 7: Biostratonomische Aufschlüsselung der einzelnen Inkluden-Steine fossiler Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich.- Spalte 1: Harzbrocken-Nr., Spalte 2: Gesamtanzahl der Inkluden in einem Harzbrocken, Spalte 3: Systematische Zugehörigkeit der jeweiligen Inkluden, Spalte 4: ehemalige Größe der Harzbrocken (siehe Schlüssel 1), Spalte 5: Größe (Körperlänge) der jeweiligen Inkluden (siehe Schlüssel 2), Spalte 6: An- oder Abwesenheit von Ascomycetes an den jeweiligen Inkluden, Spalte 7: Beobachtungen über nicht-artefizielle Frakturen der jeweiligen Inkluden.

Harzbrocken Nr.	Gesamtanzahl Inkluden	Systematische Zugehörigkeit	Harzbrocken Größe	Inkluden Größe	Ascomycetes	nicht-artefiz. Frakturen
1	2	Phalangida Arthropoda indet.	2	3,2	-	X,X
2	1	Acari	1	1	-	-
3	1	Acari	2	1	-	X
4	2	Araneae Ceratopogonidae	3	3,2	-	-
5	1	Araneae	2	3	-	X
6	2-4	Blattariae Diptera ? Arthropoda indet.	3	3,2,1	X,X,X	X,X,X
7	2-4	Isoptera Hymenoptera Arthropoda indet.	3	4,3,2	-	X,X,X
8	1	Isoptera	3	4	-	X
9	4	Isoptera Arthropoda indet.	3	4,3,2,1	-	X
10	1	Isoptera	2	4	-	X
11	2-4	Isoptera Arthropoda indet.	3	4,4,3	-	X,X,X
12	2-4	Isoptera Arthropoda indet.	2	4,3,2	-	X,X,X
13	1	Psocoptera ?	2	2	-	X
14	2-4	Heteroptera Steninae Arthropoda indet.	3	2,2,1	X,X,X	-
15	2	Rhachiberothinae Arthropoda indet.	3	4,4	-	X,X
16	2-4	Staphylininae s. l. Arthropoda indet.	3	4,4,2	-	X,X,X
17	1	Mymaridae	1	1	X	-
18	2	Diapriidae Arthropoda indet.	3	2,2	-	X,X
19	4	Scelionidae Arthropoda indet.	3	2,2,2,1	-	X,X,X
20	1	Scelionidae	2	2	X	X
21	4	Scelionidae Arthropoda indet.	3	2,2,2,1	X	X,X,X,X
22	1	Scelionidae	1	2	X	X
23	2-4	Sphecidae Arthropoda indet.	3	4,3,2	-	X,X
24	2	Sphecidae Arthropoda indet.	3	4,3	X,X	X,X
25	1	Sphecidae ?	1	3	-	?

Tab. 7: Fortsetzung

Harzbrocken Nr.	Gesamtanzahl Inklusen	Systematische Zugehörigkeit	Harzbrocken Größe	Inklusen Größe	Ascomycetes	nicht-artefiz. Frakturen
26	1	Sphecidae ?	1	3	-	?
27	2-4	Falsiformicidae ? Arthropoda indet.	3	3,2,1	X,X,X	X,X,X
28	2-4	Hymenoptera indet. Arthropoda indet.	1	3,2,1	-	X,X,X
29	1	Hymenoptera indet.	3	4	-	X
30	1	Micropterygidae	1	1	-	-
31	1	Limoniidae	1	-	-	X
32	2	Ceratopogonidae	2	2,2	-	-
33	1	Ceratopogonidae	2	2	-	X
34	1	Cecidomyiidae	2	2	-	X
35	1	Fungivoridae	2	4	X	X
36	2-4	Empididae Arthropoda indet.	3	2,2,2	-	X,X,X

Folgende Daten können Tabelle 7 entnommen werden:

36 Harzbrocken enthalten Inklusen. Darin konnten mindestens 71 Inklusen tierischer Herkunft festgestellt werden. 41 dieser Einschlüsse konnten mindestens bis zum kategorialen Rang der Ordo bestimmt werden, während die übrigen 30 als unbestimmbare Arthropoda-Reste anzusehen sind.

Mindestens 16 Inklusen zeigen die in Kap. 5.3.1.1. erwähnten Vertreter der Ascomycetes.

Ungefähr 57 Inklusen weisen nicht-artefizielle Frakturen auf.

Häufig treten Mehrfach-Einschlüsse in einem Harzbrocken auf:

3 Harzbrocken enthalten je 4 Inklusen (= 12)
 10 Harzbrocken enthalten je 2 - 4 Inklusen (= 30)
 6 Harzbrocken enthalten je 2 Inklusen (= 12)
 17 Harzbrocken enthalten je 1 Inkluse (= 17)

6.2. Rückschlüsse auf die ehemalige Biozönose

An Fossilvergesellschaftungen können die ehemaligen synökologischen Beziehungen im Lebensraum rekonstruiert werden. Für fossile Harze aus NW-Frankreich haben dabei auf Grund ihrer sekundären Natur die Komplexe Fossil (= Harzbrocken) / Gestein und geologischer Rahmen nur wenig Biotop-signifikante Bedeutung. Aus der funktionsmorphologischen Analyse, dem Vergleich mit systematisch möglichst nahestehenden rezenten Verwandten und den biostratonomischen Daten lassen sich dagegen Rückschlüsse auf die Umweltstruktur und die biotischen Verhältnisse zur Bildungszeit der Harze ermitteln.

Andererseits ist zu berücksichtigen, daß die an einer Stelle gemeinsam eingebetteten Fossilien als Vertreter verschiedener Biozönosen häufig nur ein gemeinsames Grab gefunden haben. Unter zwangsläufiger Inkaufnahme einiger Unschärfefaktoren kann die fossile Land-Biozönose aus dem Cenomanium von NW-Frankreich m. E. jedoch ausreichend charakterisiert werden. Dafür ist einerseits die vertikale, andererseits die horizontale Lage anzugeben, der die Inklusen entstammen.

V e r t i k a l : Grundsätzlich gehören die Inklusen ihrer Lebensstätte nach — dem Atmobial — zum Atmobios. Innerhalb dieses unterscheidet LARSSON (1978) für die Fauna des Baltischen Bernsteins charakteristische Habitate, die von der Zusammensetzung der aufgefundenen Inklusen herausdifferenziert werden können und sich in unmittelbarer Nähe der harzproduzierenden Pflanzen befunden haben müssen.

Tab. 8: Ökologische Aufschlüsselung der Inkluden fossiler Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich auf Grund von Vergleichen mit systematisch nahestehenden rezenten Vertretern.- Spalte 1: Nr., Spalte 2: Sammlungsnummer, Spalte 3: Klima, Spalte 4: Biotop, Spalte 5: Lebensweise.

Nr.	Sammlungsnummer	Klima	Biotop	Lebensweise
1	Pha Ce Bez 1	?	Bodennähe	nocturne Räuber
2	Ac Ce Bez 1	?	?	Parasit ?
3	Ac Ce Bez 1	?	?	Parasit ?
4	Ar Ce Bez 1	?	?	Räuber
5	Ar Ce Bez 2	?	?	Räuber
6	Bla Ce Bez 1	?	?	?
7	Is Ce Bez 1	gemäßigt - warm - tropisch	Bodennähe	sozial
8	Is Ce Bez 2	gemäßigt - warm - tropisch	Bodennähe	sozial
9	Is Ce Bez 3	gemäßigt - warm - tropisch	Bodennähe	sozial
10	Is Ce Bez 4	gemäßigt - warm - tropisch	Bodennähe	sozial
11	Is Ce Bez 5	gemäßigt - warm - tropisch	Bodennähe	sozial
12	Is Ce Bez 6	gemäßigt - warm - tropisch	Bodennähe	sozial
13	Is Ce Bez 7	gemäßigt - warm - tropisch	Bodennähe	sozial
14	Pso Ce Bez 1	?	?	?
15	He Ce Bez 1	?	Gewässer ?	aquatisch ?
16	Rha Ce Bez 1	trocken - warm	Strauchwerk ?	Räuber
17	Sta Ce Bez 1	gemäßigt - warm	?	Räuber
18	Ste Ce Bez 1	gemäßigt - feucht	Gewässernähe	Räuber
19	My Ce Bez 1	?	?	Überparasit
20	Dia Ce Bez 1	?	bewaldete Areale in höheren Regionen	Parasit
21	Sce Ce Bez 1	?	?	Parasit
22	Sce Ce Bez 2	?	?	Parasit
23	Sce Ce Bez 3	?	?	Parasit
24	Sce Ce Bez 4	?	?	Parasit
25	Sphe Ce Bez 1	warm - tropisch	in der Stammregion	Räuber, semisozial
26	Sphe Ce Bez 2	warm - tropisch	in der Stammregion	Räuber, semisozial
27	Sphe Ce Bez 3	warm - tropisch	in der Stammregion	Räuber, semisozial
28	Fa Ce Bez 1	?	?	?
29	Hy Ce Bez 1	?	?	?
30	Hy Ce Bez 2	?	?	?
31	Hy Ce Bez 3	?	?	?

Tab. 8: Fortsetzung

Nr.	Sammlungsnummer	Klima	Biotop	Lebensweise
32	Mi Ce Du 1	gemäßigt - warm	?	Pollen-, Moosfresser
33	Li Ce Bez 1	gemäßigt - warm - tropisch	Gewässernähe	?
34	Cer Ce Du 1	?	?	Warmblutsauger ?
35	Cer Ce Du 2	?	?	?
36	Cer Ce Bez 1	?	?	?
37	Cer Ce Bez 2	?	?	?
38	Cec Ce Du	?	in Wäldern ?	mycetophag
39	Fu Ce Bez 1	?	in Wäldern	Larvae mycetophag
40	Emp Ce Bez 1	gemäßigt - warm - tropisch	?	Räuber
41	Ne Ce Bez 1	?	?	?

Genannt werden als Bewohner spezieller Habitate: 1. Pflanzensauger, 2. Blatt- und Stengel-Konsumenten, 3. Gallen-Produzenten, 4. Nektarsauger, 5. Moos- und Rindenbewohner, 6. Bewohner der Baumstrünke, 7. Bewohner we-sensfremder Biozönosen, deren Auftreten im Harz ausschließlich als zufallsbedingt zu bezeichnen ist.

H o r i z o n t a l : Die Vegetationsform von Harz-Produzenten ist sicherlich als Wald zu bezeichnen. Da Bäu-me ein gewisses Maß an Feuchtigkeit und Wärme verlangen, sind sie kennzeichnend für ein feuchtwarmes Klima, das allerdings eine weite Spanne an Intensität und Kombinationsmöglichkeiten der beiden Merkmale umfaßt. Ver-schiedene, allgemein als Biome bezeichnete Pflanzenformationen mit den in ihnen lebenden Tierarten, wie bei-spielsweise die Hylaea, Skleraea oder Silvaea, tragen zur typologischen Kennzeichnung der ursprünglichen ter-restrischen Makroökosysteme bei (MOLLER 1978).

In der Tabelle 8 sind die im systematischen Teil (5.3.2. und 5.3.3.) beschriebenen Inklusen nach ihrer funktionsmorphologischen Ausdeutung und auf Grund von Vergleichen mit systematisch nahestehenden rezenten Ver-tretern ökologisch aufgeschlüsselt worden. Die Analyse und ihre Übertragung in rezente Verhältnisse ergibt das Bild eines Hylaea/Silvaea-Mischbioms, eines Großlebensraumes, der vor allem durch seinen Nischenreichtum gekennzeichnet ist. Damit direkt verbunden ist eine große Diversifikation seiner Tierwelt. Hierauf verweisen die 71 tierischen Inklusen der französischen Harze insofern, als keine Artgleichheit verschiedener Exemplare ersichtlich ist. Auch die überraschend hohe Anzahl von Räubern, Parasiten und Überparasiten deutet auf eine weitaus größere Artenanzahl in der ursprünglichen Biozönose hin, als den Funden der Probe zu entnehmen ist.

Vom biostratonomischen Standpunkt ist darauf hinzuweisen, daß die Anzahl der Inklusen im Verhältnis zur Menge an Harzmaterial relativ hoch ist. Sie beträgt größenordnungsmäßig etwa je 1 Inkluse in 30 g Harz, wäh-rend im Baltischen Bernstein erfahrungsgemäß in 50 g Harz klarer Varietäten — fast ausschließlich Schlaue-ben — durchschnittlich je 1 tierischer Organismenrest aufgefunden wird (ANDER 1941, KOHNE 1975, pers. Mitt.). Für das tertiäre fossile Harz der Dominikanischen Republik (SCHLÖTER 1976) können ebenfalls recht hohe Werte angegeben werden, während beispielsweise in der großen Menge fossilen Harzmaterials aus Alaska (LANGENHEIM et alii 1961) fast keine Inklusen nachgewiesen wurden. Ähnliches trifft auch für verschiedene Fundpunkte der mittelkretazischen sibirischen Harze zu (ZHERICHIN 1976, in litt.). Wahrscheinlich ist die Anzahl der Inklusen im Verhältnis zur Menge an Harzmaterial generell korreliert mit dem Faktor Temperatur, wobei die größere Biomasse in wärmeren Gebieten ursächlich damit in Zusammenhang steht. So ist für die französischen Harz-Vorkommen vermutlich auf eine tropischen Verhältnissen entsprechende Biozönose zu schließen.

7. : VERGLEICHENDE ANALYSE DER TAPHOZÖNOSEN VERSCHIEDENER FOSSILER HARZE

Von gegenwärtig etwa 300 bekannten fossilen Harzen, die in einigen Fällen stratigraphisch bis in das Karbon reichen (GOTHAN & HOEHNE 1943), sind nur etwa 30 als Taphozönosen, das heißt in einem gemeinsamen Grab vergesellschaftete Organismen, bekanntgeworden. Die meisten von diesen gehören in das Tertiär, während von den 3 kretazischen Fundgebieten des Libanon, der Halbinsel Taimyr in N-Sibirien und des Cedar-Lake in der Provinz Manitoba in Kanada innerhalb der letzten 10 Jahre über 100 Arthropoda-Taxa artlich beschrieben wurden. Diese erst so spät erfolgten Analysen sind zum Teil damit zu erklären, daß das stratigraphische Alter terrestrischer Sedimentationsräume, in deren Einzugsgebiet fossile Harze immer integriert sind, nur unter Schwierigkeiten festzustellen ist.

Andererseits hatte der Baltische Bernstein eine auf jahrhundertelanger Abbau- und Gewinnungsproduktion beruhende Vormachtstellung, die ihn in weit größerem Maßstab dazu prädestinierte, sich wissenschaftlich nur mit den ihm eigenen Inkluden zu beschäftigen. Ihre Analyse und Deutung ist seit vor-Linné-ischer Zeit in mehreren Hundert zum Teil sehr umfangreichen Arbeiten (z. B. ULMER 1912 und WHEELER 1914) stark vorangeschritten, so daß die Taphozönose dieses fossilen Harzes in vieler Hinsicht ein hervorragendes Modell bei der Erweiterung der Kenntnisse über andere fossile Harze bildet.

7.1. Baltischer Bernstein als Modell

Die in der Taphozönose des Baltischen Bernsteins eingeschlossenen Inkluden lassen die Frage aufkommen, ob sie auch das Abbild einer ehemaligen Biozönose darstellen. Das muß vor allem aus den beiden folgenden Gründen abgelehnt werden:

1. Als Falle war der Baltische Bernstein nur innerhalb ganz spezieller Habitats in den harzproduzierenden Wäldern wirksam.

2. Es muß berücksichtigt werden, daß sich im Verlauf eines Ablagerungszeitraumes von mehreren Millionen Jahren die abiotischen Faktoren vermutlich mehrfach verändert haben, so daß es eigentlich unmöglich erscheint, von der "Bernsteinfafauna" zu sprechen.

Nachgewiesen sind folgende höhere Taxa aus dem Baltischen Bernstein. In Klammern ist die Anzahl der beschriebenen Species angegeben, ein "x" bedeutet, daß die betreffende Gruppe ohne eigentliche Artbeschreibung nachgewiesen ist.

"Vermes"

Nematoda (3)
Oligochaeta (1)

Gastropoda

Pulmonata (7)

Crustacea

Isopoda (Oniscoidea) (4)
Amphipoda (3)

Arachnida

Scorpionida (1)
Pseudoscorpionida (>25)
Phalangiida (14)
Acari (>90)
Araneae (>200)

Myriopoda

Symphyla (x)
Diplopoda (>3)
Chilopoda (x)

Insecta

Diplura (1)
Collembola (>50)
Archaeognatha (8)
Zygentoma (2)
Ephemeroptera (12)
Odonata (1)
Plecoptera (14)
Embioptera (1)
Dermaptera (10)
Mantodea (2)
Blattariae (25)
Isoptera (>15)
Phasmida (2)
Ensifera + Caelifera (10)
Phthiraptera (x)
Thysanoptera (40)
Auchenorrhyncha (>45)
Sternorrhyncha (22)
Heteroptera (>60)

- Neuropteroidea (13)
 - Coleoptera (>1000)
 - Strepsiptera (1)
 - Hymenoptera (>400)
 - Siphonaptera (2)
 - Trichoptera (152)
 - Lepidoptera (>45)
 - Mecoptera (2)
 - Diptera (>900)
- Reptilia (x)
 - Aves (x)
 - Mammalia (x)

Nachgewiesen sind unter den Insecta bisher nur die rezent artenarmen Ordines Protura, Notoptera, Zoraptera und Coleorrhyncha nicht.

Die Einzelanalysen von mehr als 3000 beschriebenen Arten des Baltischen Bernsteins zeigt nach verschiedenen Autoren (ANDER 1942, BACHOFEN-ECHT 1949, ANDRÉ 1951 und LARSSON 1978), daß sich die Tierwelt aus Taxa zusammensetzt, deren rezent lebende Verwandte überwiegend in der nördlichen gemäßigten Zone leben, wobei nur manche Elemente für ein warm-gemäßigtes Klima oder subtropischen Einschlag sprechen.

7.2. Mesozoische fossilführende Harze

Die wichtigsten, in dieser Arbeit verschiedentlich zitierten, fossilführenden Harze, ihr Fundort, stratigraphisches und absolutes Alter sind in Tabelle 9 und der daraus resultierenden Abbildung 94 dargestellt.

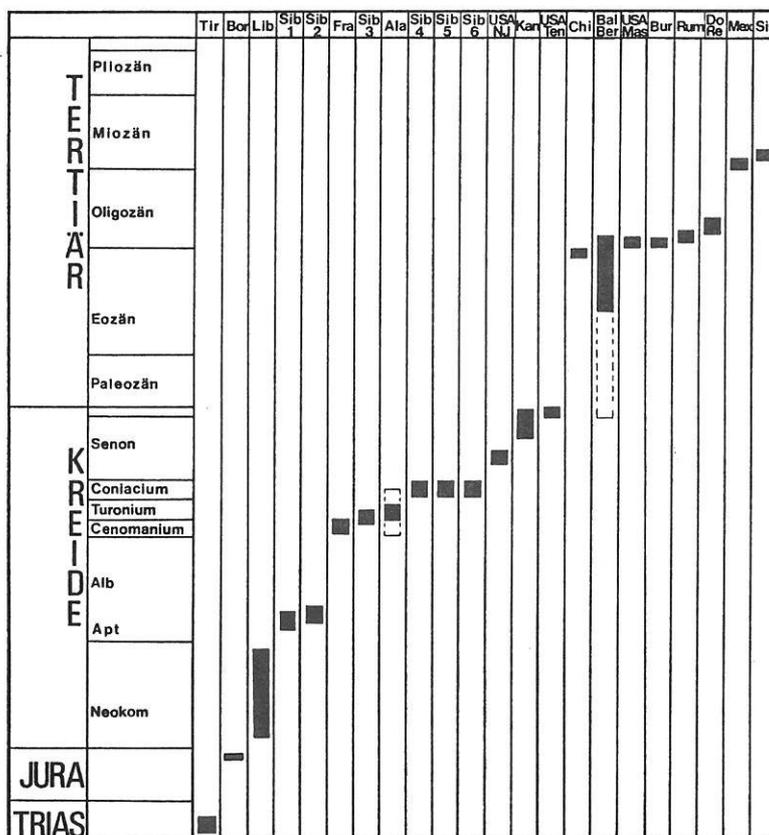


Abb. 94: Stratigraphische Reichweite einiger fossiler Harze, die auf Grund ihres hohen stratigraphischen Alters oder ihrer Fossilführung interessant sind (Abkürzungen für die Fundorte wie im Text)

Tab. 9: Die in Abb. 94 und im Text aufgeführten fossilen Harze.- Spalte 1: Name, Spalte 2: Fundort, Spalte 3: Abkürzung, Spalte 4: Abkürzung, Spalte 5: Stratigraphisches Alter, Spalte 6: Absolutes Alter (gemittelt)

Name	Fundort	Abkürzung	Stratigraphisches Alter	Absolutes Alter
Fossiles Harz von	Südtirol, Umgebung St. Cassian	Tir.	Obere Trias	175 Mill. J.
Fossiles Harz von	Bornholm, Umgebung Rönne	Bor.	Oberer Jura	150 Mill. J.
Fossiles Harz vom	Libanon, Umgebung Jezzine	Lib.	Neokom	130 Mill. J.
Fossiles Harz von	Sibirien, Halbinsel Taimyr, Schdanicha	Sib.1	Untere Kreide	110 Mill. J.
Fossiles Harz von	Sibirien, Halbinsel Taimyr, Kresty	Sib.2	Albium	110 Mill. J.
Fossiles Harz von	NW-Frankreich, Rand des Pariser und des Aquitanischen Beckens	Fra.	Cenomanium	95 Mill. J.
Fossiles Harz von	Sibirien, Halbinsel Taimyr, Agapa	Sib.3	Cenomanium	95 Mill. J.
Fossiles Harz von	N-Alaska, Umgebung Wainwright	Ala.	unbestimmte Kreide	90 Mill. J.
Fossiles Harz von	Sibirien, Halbinsel Taimyr, Chatanškaja Gida	Sib.4	Coniacium	85 Mill. J.
Fossiles Harz von	Sibirien, Halbinsel Taimyr, Issajevo	Sib.5	Coniacium - Santonium	85 Mill. J.
Fossiles Harz von	U. S. A., New Jersey	USA NJ.	Turonium - Coniacium	80 Mill. J.
Cedarit	Kanada, Provinz Manitoba, Cedar Lake	Kan.	Campanium	72 Mill. J.
Fossiles Harz von	U. S. A., Tennessee	USA Ten.	Obere Kreide	70 Mill. J.
Fossiles Harz von	China, Provinz Fushun	Chi.	Eozän	45 Mill. J.
Baltischer Bernstein	Baltikum, sekundär weit verbreitet (S-Rußland)	Bal. Ber.	Eozän - Oligozän	40 Mill. J.
Fossiles Harz von	U. S. A., Massachusetts	USA Mas	Unteres Tertiär	40 Mill. J.
Burmit	Burma, Aung und Butaung	Bur.	Eozän (zum Teil vielleicht älter)	40 Mill. J.
Rumänit	Rumänien, Umgebung Buzeu und Ploesci	Rum.	Oligozän	35 Mill. J.
Fossiles Harz von der	Dominikanischen Republik	Dom. Rep.	Oligozän - Miozän	35 Mill. J.
Fossiles Harz von	Mexiko, Halbinsel Chiapas	Mex.	Miozän	25 Mill. J.
Simetit	Sizilien, Umgebung Catania	Siz.	Miozän	25 Mill. J.

Die 7 Fundgebiete kretazischer fossilführender Harze sind in eine Karte der mutmaßlichen Position der Kontinente am Ende der Kreide eingetragen worden (Abb. 95).

Libanon:

Die Elemente der Taphozönose des fossilen Harzes des Libanon sind in mehreren Arbeiten von HENNIG (1970, 1971 und 1972), SCHLEE (1970, 1972, 1973 und 1978), ZUR STRASSEN (1973) und WHALLEY (1977 und 1978, im Druck) erörtert worden.

Nachgewiesen sind bisher Vertreter der Araneae, Acari und Aves (Abb. 96). Von den Insecta (Abb. 97) sind 14 Ordines belegt, darunter die rezent artenreichsten Ordines der Holometabola. Artlich beschrieben sind 17 Vertreter der Thysanoptera, Sternorrhyncha, Planipennia, Lepidoptera und Diptera, wobei für die Thysanoptera 5 neue Familiae errichtet wurden.

Sibirien:

Die Entdeckung der fossilen Harze aus Sibirien erfolgte zwar schon vor längerer Zeit, als Taphozönosen wurden

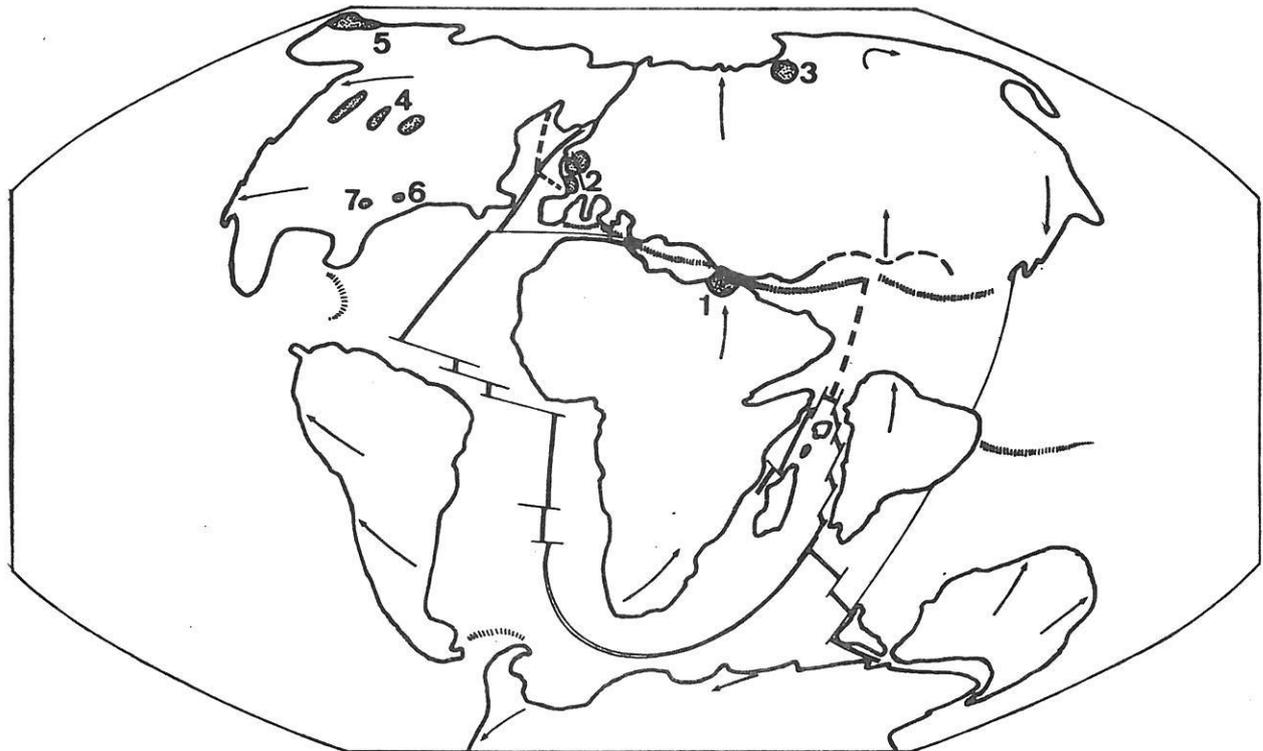


Abb. 95: Lage der Kontinente am Ende der Kreide. Eingetragen sind die Fundorte kretazischer Harze, die als Taphozönosen nachgewiesen wurden.- 1 Libanon: Neokom, 2 NW-Frankreich: Cenomanium, 3 Halbinsel Taimyr, Sibirien: Aptium - Senonium, 4 Kanada: Campanium, 5 Alaska: unbestimmte Kreide, 6 U.S.A., New Jersey: Turonium - Coniacium, 7 U.S.A., Tennessee: unbestimmte Kreide

sie jedoch erst jüngst nachgewiesen (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971). Sie sind bei weitem noch nicht vollständig ausgewertet. Da die Harze bei uns vermutlich fast unbekannt geblieben sind, und mir durch die freundliche Vermittlung von Herrn Prof. Dr. V. V. ZHERICHIN, Moskau, eine etwa 100 g schwere Probe von den verschiedenen Fundpunkten in Taimyr zugesandt wurde, ist es vermutlich von Interesse, diese Harze referierend etwas eingehender zu besprechen.

Alle genannten Harze (Sib. 1 - 6) stammen aus dem äußersten Norden Sibiriens von der Halbinsel Taimyr. Es existieren in den kretazischen harzführenden Schichten 2 verschiedene Horizonte bei der Khatanga-Niederung:

1. Die Begitsev-Formation, deren Alter vermutlich vom Oberen Albium bis in das Untere Cenomanium reicht.

2. Die Kheta-Formation, mutmaßlich als Oberes Coniacium bis Santonium durch den Nachweis mariner Invertebrata bestimmt (*Inoceramus* sp.).

Diese werden unmittelbar von harzführenden Sanden bei Jantardach überlagert. In beiden Formationen enthalten die fossilen Harze Inklusen. So sind solche aus der Begitsev-Formation von Kresty und Schdanicha, sowie aus der Kheta-Formation von Jantardach, Issajevski und Romanicha bekanntgeworden. Der äußere Eindruck der Harze ist recht ähnlich, sie unterscheiden sich jedoch in ihren IR-Spektrogrammen. Auch das vermutlich aus dem Turonium stammende Harz vom Viluj-Fluß in Jakutia entspricht dem Typ der Kheta-Harze. Das stratigraphisch ins Obere Senonium gestellte Harz vom Nischnyayan-Agapa-Fluß aus dem W der Halbinsel ist dagegen vermutlich ein Übergangs-Typ. Neben diesen nach ZHERICHIN (1976, in litt.) auf primärer Lagerstätte gefundenen Harzen kommen viele in rezenten und subrezentem Flußablagerungen gemachte Entdeckungen verfrachteten Materials vor. Eine nur als unbestimmte Kreide zu datierende Fundstelle liegt bei Sokolovskij. Es ist vermutlich ein Harz vom Kheta-Typ, und es hat sehr viel Rohmaterial geliefert.

Die Anzahl an Inklusen in den Sibirischen Harzen ist proportional zur aufgefundenen Menge nicht sehr groß. Diese differiert in den verschiedenen Harzen, sowie je nach den verschiedenen Ausbildungsformen der Stücke einer Harzsorte. Die größte Menge wurde in Schrauben nachgewiesen und beträgt nach den Angaben von

FUNDORT	Lib.	Sib. 1	Sib. 2	Fra.	Sib. 3	Ala.	Sib. 4	Sib. 5	Sib. 6	USA N.J.	Kan.	USA Ten.
ABSOLUTES ALTER (GEMITTELT)	130	110	110	95	95	90	85	85	85	80	72	70
Protozoa												◆?
'Vermes'												
Tardigrada												◆
Gastropoda (Pulminata)												
Crustacea												◆
Arachnida	◆	◆		◆					◆			◆
Scorpionida												
Pseudoscorpionida												
Phalangiida				◆								
Acarida	◆			◆					◆			◆
Araneida	◆	◆		◆					◆			◆
Myriopoda												
Insecta	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Reptilia												
Aves	◆											
Mammalia									◆?			

Abb. 96: Die in kretazischen Harzen nachgewiesenen Classes des Tierreiches (Abkürzungen wie im Text) (Statt Pulminata lies Pulmonata)

ZHERICHIN (1976, in litt.) 0,68 - 10,71 %. Allerdings ist die Anzahl der Schrauben an der Gesamtmenge der fossilen Harze relativ gering (etwa 5 - 6 %). In den sonstigen Ausbildungsformen kommen nur zu etwa 0,02 - 0,44 % Inkluden vor. So beruhen die bisher etwa 2000 bekanntgewordenen Einschlüsse von Jantardach darauf, daß mehr als 200 kg des Harzes von diesem Fundpunkt systematisch durchgesehen wurden, unter besonderer Beachtung der Schrauben. Ähnliche Mengen an Harz, die bislang allerdings noch nicht ausgewertet wurden, sind in den letzten Jahren auch am Nischnyaya-Agapa-Fluß gefunden worden, die ebenfalls eine große Anzahl an Inkluden enthalten. Dagegen sind Inkluden der Harze der Begitshev-Formation außerordentlich selten. Durchschnittlich werden nur etwa 2 in einem Kilogramm entdeckt. ZHERICHIN (1976, in litt.) stellte fest, daß in diesem Harz-Typ sich die Unterschiede zwischen Schrauben und anderen Ausbildungsformen abschwächen, was seiner Meinung nach im Zusammenhang mit der Häufigkeit der Inkluden zu sehen ist.

An eigenen Beobachtungen der mir übersandten Proben kann hinzugefügt werden: Fast das gesamte Material ist vollkommen durchsichtig, nur ganz selten durch kleine Bläschen getrübt. Das von Jantardach stammende Material enthält eine zylindrische Schraube, die erfahrungsgemäß beim Baltischen Bernstein am häufigsten Inkluden bergen. Die unter dem Binokular beobachteten Mikrostrukturen ähneln denen der anderen bekannten fossilen Harze. In einem Harzbrocken vom Fundort Jantardach konnte in Form kugeligter Einschlüsse Pyrit beobachtet werden.

Nachgewiesen sind bisher Vertreter der Araneae, Acari und vermutlich der Mammalia (Abb. 96). Von den Insecta sind 16 Ordines belegt, darunter die rezent artenreichsten Ordines der Holometabola. Artlich beschrieben sind 54 Vertreter der Ephemeroptera, Psocoptera, Sternorrhyncha, Neuropteroidea, Coleoptera, Hymenoptera und Diptera (Abb. 97), wobei für die Homoptera und Hymenoptera 9 neue Familiae errichtet wurden (KONONOVA 1975, KOZLOV in RASNITSYN 1975 und RASNITSYN 1975).

K a n a d a :

Der Cedarit aus Kanada vom Cedar Lake der Provinz Manitoba ist unter den mesozoischen fossilführenden Harzen am längsten bekannt (CARPENTER 1935). Eine zusammenfassende Arbeit über die bisherigen Kenntnisse der Fundpunkte, des Alters, der physikalischen und chemischen Eigenschaften, und der Inkluden des fossilen Harzes ist

FUNDORT	Lib.	Fra.	Sib.	Ala.	Kan.	USA N.J.	USA Ten.	REZENTE ARTEN- ANZAHL
ABSOLUTES ALTER	130	95	>95<	90	72	80	70	
Diplura								500
Protura								143
Collembola	X		X		1			2000
Archaeognatha	X		X					220
Zygentoma			X					270
Ephemeroptera			1 X					2000
Odonata								4700
Plecoptera								2000
Embioptera								200
Notoptera								12
Dermoptera								1300
Mantodea								1800
Blattariae		X	X					3500
Isoptera	X	X	X					2000
Phasmida								2500
Ensifera	X							8100
Caelifera								7000
Zoraptera								24
Psocoptera	X		6 X		X			1000
Phthiraptera								3700
Thysanoptera	7		X		X			4000
Auchenorrhyncha	X		X		X			35000
Sternorrhyncha	2		4 X		7 X			7000
Heteroptera	X	X	X		X			30000
Neuropteroidea	2	1	2		X			7250
Coleoptera	X	1 X	5 X		X			350000
Strepsiptera								400
Hymenoptera	X	3 X	25 X	1 X	23 X	1		100000
Siphonaptera								1600
Trichoptera			X		X		1	5350
Lepidoptera	2 X	X	X		X			110000
Mecoptera								350
Diptera	4 X	1 X	11 X	X	12 X	X		85000

Abb. 97: Die in kretazischen Harzen nachgewiesenen Ordines der Insecta. Eine Zahl in einer Spalte bedeutet die Anzahl der artlich beschriebenen Inkluden, ein X einen Hinweis durch Faunenlisten (Abkürzungen für die Fundorte wie im Text)

von MacALPINE & MARTIN (1969) veröffentlicht worden. Seitdem sind weitere Funde an Harz gemacht worden (MUNROE 1978, pers. Mitt.), sowie einige Arbeiten erschienen.

Nachgewiesen sind bisher Vertreter der Protozoa (?), Tardigrada, Crustaceae, Araneae und Acari (Abb. 96). Von den Insecta (Abb. 97) sind 12 Ordines belegt, darunter die rezent artenreichsten Ordines der Holometabola. Artlich beschrieben sind 43 Vertreter der Collembola, Sternorrhyncha, Hymenoptera und Diptera, wobei 2 neue Familiae (BRUES 1937 und FOLSOM 1937) errichtet wurden.

A l a s k a , N e w J e r s e y u n d T e n n e s s e e

Diese 3 Vorkommen haben zwar zum Teil große Mengen an Harzstücken geliefert (z. B. in Alaska siehe LANGENHEIM et al. 1961), die Ausbeute an Inkluden war jedoch verhältnismäßig gering. Nachgewiesen sind bisher nur Vertreter der Insecta (Abb. 97), von denen für die Ordines Hymenoptera, Diptera und Trichoptera (?) 3 Artbeschreibungen vorliegen.

Aus mesozoischen Harzen sind bisher (Stand September 1978) 122 Species beschrieben worden.

Diese gehören den 3 Classes Tardigrada, Arachnida und Insecta an. Von den 13 nachgewiesenen Ordines entfallen 11 auf die Insecta. 60 Familiae sind nachgewiesen, wobei 17 neu errichtet worden sind, die nur auf den an Inklusen festgestellten Merkmalen beruhen:

Collembola:	Protentomobryidae FOLSOM 1937
Thysanoptera:	Scudderothripidae ZUR STRASSEN 1937 Jezzinotripidae ZUR STRASSEN 1937 Neocomothripidae ZUR STRASSEN 1937 Retinotripidae ZUR STRASSEN 1937 Scaphothripidae ZUR STRASSEN 1937
Homoptera:	Canadaphididae KONONOVA 1976 Palaeoaphididae KONONOVA 1976 Elektraphididae STEFFAN 1968 Shaposhnikoviidae KONONOVA 1976
Hymenoptera:	Cretevaniidae RASNITSYN 1975 Kotujellidae RASNITSYN 1975 Serphitidae (BRUES 1937) Maimetshidae RASNITSYN 1975 Stigmaphronidae KOZLOV 1975 Trupochalcididae KOZLOV 1975 Falsiformicidae RASNITSYN 1975

Die 122 beschriebenen Species verteilen sich auf 100 Genera, von denen 86 neu errichtet worden sind, während 22 Species 14 rezenten Genera zugeordnet werden können. Nur 15 der ausschließlich fossilen enthalten mehrere Species.

Tab. 10: Anzahl der aus 13 Ordines der Classes Tardigrada, Arachnida und Insecta beschriebenen Familiae, Genera und Species, die aus mesozoischen Harzen beschrieben worden sind.

Ordo	Familiae	Genera	Species
Eutardigrada	1	1	1
Acari	2	2	2
Collembola	1	1	1
Ephemeroptera	1	1	1
Psocoptera	6	6	6
Thysanoptera	5	7	7
Homoptera	7	11	13
Planipennia	2	4	5
Coleoptera	5	5	6
Hymenoptera	21	42	51
Trichoptera	1	1	1
Lepidoptera	2	2	2
Diptera	6	17	26

7.3. Die Bedeutung der französischen fossilführenden Harze

Für eine umfassende Aussage bilden die der hier vorgestellten Probe samt ihren Inkluden entnommenen Daten eine zu schmale Basis. Nur skizzenhaft können sie in das Bild eingefügt werden, das wir von den anderen kre-
tazischen terrestrischen Taphozöosen fossiler Harze haben. Trotz der relativ geringen zur Verfügung stehen-
den Anzahl an Inkluden fällt auf, daß die quantitative Verteilung der Vertreter der jeweiligen Insecta-Ordi-
nes durchaus nicht im Mißverhältnis zu den Angaben von anderen fossilen Harzen steht (Abb. 98). Die Analyse

Gesamtanzahl	?	420 Tiere	598 Tiere	ca.1500 T	
Harzart	Bal.Ber.	Kan.	Sib.6	Sib.6	Fra.
Diptura	}	—	—	—	—
Protura	—	—	—	—	—
Collembola	5,6	0,7	—	0,1	—
Archaeognatha	}0,6	—	0,2	—	—
Zygentoma	—	—	0,2	—	—
Ephemeroptera	0,1	—	2,0	3,9	—
Odonata	0,0	—	—	—	—
Plecoptera	0,3	—	0,2	—	—
Embioptera	0,0	—	—	—	—
Notoptera	—	—	—	—	—
Dermaptera	0,0	—	—	—	—
Mantodea	0,0	—	—	—	—
Blattariae	0,6	—	0,7	1,3	2,7
Isoptera	0,0	—	—	0,1	13,5
Phasmida	0,0	—	—	—	—
Ensifera	0,0	—	—	—	—
Caelifera	0,0	—	—	—	—
Zoraptera	—	—	—	—	—
Psocoptera	1,5	2,1	1,0	0,7	2,7?
Phtiraptera	0,0	—	—	—	—
Thysanoptera	1,0	0,2	0,5	0,4	—
Auchenorrhynchi	}5,5	0,2	0,7	0,1	—
Sternorrhynchi	—	35,7	3,3	7,4	—
Heteroptera	0,9	1,1	0,5	0,1	2,7
Neuropteroidea	0,1	—	0,2	—	2,7
Coleoptera	9,8	0,9	1,6	0,7	5,5
Strepsiptera	0,0	—	—	—	—
Hymenoptera	12,1	14,1	13,5	12,6	29,8
Siphonaptera	0,0	—	—	—	—
Trichoptera	4,9	0,4	2,8	1,9	—
Lepidoptera	1,1	0,2	0,2	0,2	2,7
Mecoptera	0,0	—	—	—	—
Diptera	54,7	44,2	69,7	66,6	24,3

Abb. 98: Die quantitativen Verhältnisse der Insecta-Ordines in verschiedenen fossilen Harzen, nach Angaben verschiedener Autoren (Abkürzungen wie im Text)

mehrerer Zehntausend Inkluden des Baltischen Bernsteins (KLEBS 1910, ANDER 1942, KELNER-PILLAULT 1969) ergab, daß Vertreter der Diptera bei weitem überwiegen, wobei die Nematocera innerhalb dieser den Hauptteil bilden. An zweiter Stelle folgen die Hymenoptera (12,1 %), dicht gefolgt von den Coleoptera (9,8 %). Mit etwa je 5 % sind Vertreter der Ordines Collembola, Auchenorrhyncha + Sternorrhyncha und Trichoptera vorhanden, während die übrigen Taxa isolierte Einzelfunde darstellen.

Ein ganz ähnliches Bild ergibt sich für die publizierten Daten der Inkluden der sibirischen Harze vom Fundort Jantardach. Die Diptera sind noch etwas stärker vertreten (69,7 bzw. 66,8 %), der Anteil der Hymenoptera ist ebenfalls relativ hoch (13,5 bzw. 12,6 %), während die Coleoptera zurückfallen (1,6 bzw. 0,7 %). Unter den übrigen Gruppen sind nur die Sternorrhyncha (3,3 bzw. 7,4 %) und die Trichoptera (2,8 bzw. 1,9 %) etwas häufiger.

Auch im fossilen Harz aus Kanada stellen die Diptera mit 44,2 % die stärkste Gruppe aller Inkluden dar. Hier

sind an zweiter Stelle Vertreter der Sternorrhyncha vorhanden (35,7 %), während die Hymenoptera etwa gleichstark wie im Baltischen Bernstein oder in Jantardach vertreten sind (14,1 %). Alle übrigen Taxa sind selten.

Unter den bisher aufgefundenen Inkluden der französischen Harze überwiegen die Hymenoptera (29,8 %), zusammen mit den Diptera (24,3 %) stellen sie mehr als die Hälfte. Ebenfalls recht zahlreich sind die Isoptera vertreten (13,5 %). Diese Zahlen können auf Grund der geringen Gesamtanzahl an Inkluden jedoch nur mit Vorbehalt als repräsentativ angesehen werden. Ein hoher Prozentsatz der Hymenoptera läßt sich auch unter den Inkluden des fossilen Harzes der Dominikanischen Republik feststellen (SCHLOTTER 1976), sowie die relative Häufigkeit der Isoptera darin (SCHLEE 1978), was vermutlich in Zusammenhang mit den ursprünglichen klimatischen Bedingungen zu sehen ist.

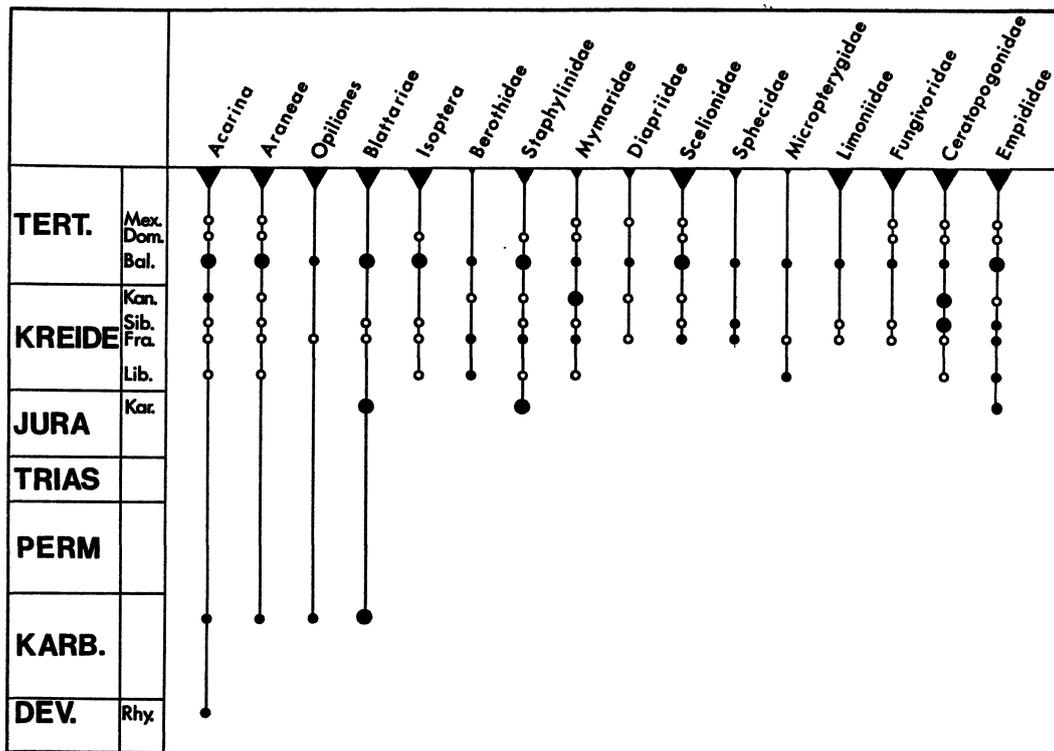


Abb. 99: Das Mindestalter der höheren Taxa, die in den fossilen Harzen Frankreichs nachgewiesen sind.- Volle Kreise: Artbeschreibungen liegen vor; offene Kreise: Das Taxon ist in Faunenlisten erwähnt.- Die Stärke der Symbole (Kreise, Dreiecke) ist ungefähr proportional zur Artenanzahl (Abkürzungen wie im Text).

Das Mindestalter der im systematischen Teil behandelten höheren Taxa sowie deren Vorkommen in den anderen kretazischen Harzen ist in der Abbildung 99 dargestellt. Die fossilen Harze aus NW-Frankreich haben somit den ältesten Nachweis der Familie Diapriidae, Scelionidae, Sphecidae, Limoniidae und Fungivoridae erbracht, ebenso waren mesozoische Vertreter der Phalangiida bislang nicht bekannt. Das Erstauftreten der genannten Hymenoptera-Familie ist in stammesgeschichtlicher Hinsicht keineswegs unerwartet (RASNITSYN 1975, KÖNIGSMANN 1978). Wahrscheinlich waren sie schon in der Unteren Kreide oder zu einem früheren Zeitpunkt existent, so daß ihr Vorhandensein auch im fossilen Harz des Libanon vermutet werden kann.

Die in ihrer Zusammensetzung wenig fremdartig anmutenden Faunenelemente der französischen Inkluden wirken vielleicht deshalb so modern, weil in der frühen Kreide (Grenze Aptium/Albium) laubwechselnde Bäume plötzlich an Bedeutung gewonnen hatten. Im Cenomanium stellen Magnolien, Feigen, Sassafras, Pappeln, Buchen, Birken, Ahorn, Eichen, Platanen, Brotfruchtbäume sowie einige Straucharten wichtige Florenelemente dar. Diese sind als Nischenträger der Insekten — insbesondere der Holometabola — in weit engerem Zusammenhang zu sehen als die Gymnospermae. So ist die frühe Kreide als eine Epoche der Radiation dieses Taxons ausgewiesen, und es ist daher "bedauerlich, daß wir über die Insekten der Kreidezeit so wenig wissen" (HENNIG 1969).

7.4: Appendix: Verzeichnis und Auflistung der bisher aus kretazischen Harzen bekanntgewordenen tierischen Organismen

Phylum: Tardigrada

Ordo: Eutardigrada

Familia: Beornidae

Beorn leggi COOPER 1964 (Kan.)

Phylum: Arthropoda

Classis: Arachnida

Ordo: Phalangiida

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo artlich beschrieben worden.

Erwähnt werden:

Phalangiida, 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

Ordo: Acari

Familia: Bdellidae

Bdella vetusta EWING 1937 (Kan.)

Familia: Erythaeidae (Larva), gen. et spec. indet. EWING 1937 (Kan.)

Superfamilia: Oribatei

Familia: Camisiidae

Eocamisia sukatssevae BULANOVA-ZACHVATKINA 1974 (Sib.)

Erwähnt werden:

Acari (Lib.) (SCHLEE 1972)

Acari, 10 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1973)

Oribatei, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1973)

Erythaeidae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Gymnodamaeidae, 5 Exemplare (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Oribatei, 2 Exemplare (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Acari, 2 Exemplare (Fra.) (s. o.)

Ordo: Araneae

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo artlich beschrieben worden

Erwähnt werden:

Araneae (?) indet. (Lib.) (SCHLEE 1972)

Aranei (sic !) indet., 31 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1973)

Araneidae, 11 Exemplare (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Araneoidea, 8 Exemplare (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Linyphiidae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Theridiidae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Araneae, 2 Exemplare (Fra.) (s. o.)

Classis: Crustacea

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Classis artlich beschrieben worden

Erwähnt werden:

Ostracoda, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Copepoda (?), 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Classis: Insecta

1. Ordo: Diplura

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

2. Ordo: Protura

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

3. Ordo: Collembola

Familia: Protentomobryidae

Protentomobrya walkeri FOLSOM 1937 (Kan.)

Erwähnt werden:

Collembola (Lib.) (SCHLEE 1972)

Collembola, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Arthropleona, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Symphyleona, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

4. Ordo: Archaeognatha

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo artlich beschrieben worden

Erwähnt werden:

Machilidae (Lib.) (SCHLEE 1972)

5. Ordo: Zygentoma

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

4. und 5. Ordo: Thysanura (= Archaeognatha + Zygentoma)

Erwähnt werden:

Thysanura, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICH, & SUKATSEVA 1971)

6. Ordo: Ephemeroptera

Familia: Leptophlebiidae

Subfamilia: Mesonetinae

Cretoneta zherichine TSERNOVA 1971 (Sib.)

Erwähnt werden:

Ephemeroptera, 59 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

7. Ordo: Odonata

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

8. Ordo: Plecoptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

9. Ordo: Embioptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

10. Ordo: Notoptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

11. Ordo: Dermaptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

12. Ordo: Mantodea

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden

13. Ordo: Blattariae

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo artlich beschrieben worden

Erwähnt werden:

Blattodea (sic !), 20 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Blattariae, 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

14. Ordo: Isoptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo artlich beschrieben worden

Erwähnt werden:

Isoptera (Lib.) (SCHLEE 1972)

Isoptera, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Isoptera, 7 Exemplare (Fra.) (s. o.)

Superordo: Orthopteroidea (Phasmatodea, Ensifera, Caelifera)

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Superordo artlich beschrieben worden.

Erwähnt werden:

Orthoptera (SCHLEE, & DIETRICH 1970)

15. Ordo: Phasmatodea

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

16. Ordo: Ensifera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

17. Ordo: Ensifera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

18. Ordo: Zoraptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

19. Ordo: Psocoptera

Familia: Trogiidae

Eolepinotus pilosus VISHNIAKOVA 1975 (Sib.)

Familia: Psyllipsocidae

Khatangia inclusa VISHNIAKOVA 1975 (Sib.)

Familia: Amphientomidae

Proamphientomum cretaceum VISHNIAKOVA 1975 (Sib.)

Familia: Lachnesellidae

Archaelachesis granulosa VISHNIAKOVA 1975 (Sib.)

Familia: Elipsocidae

Cretapsocus capillatus VISHNIAKOVA 1975 (Sib.)

Familia inc. sed.

Empheriopsis vulnerata VISHNIAKOVA 1975 (Sib.)

Erwähnt werden:

Psocoptera Familia indet., 6 Exemplara (Sib.) (VISHNIAKOVA 1975)

Psocoptera (Lib.) (SCHLEE, & DIETRICH 1970)

Psocoptera, 9 Exemplare (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Psocoptera (?), 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

20. Ordo: Phthiraptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

21. Ordo: Thysanoptera

Familia: Scudderthripidae

Exitelothrips mesozoicus ZUR STRASSEN 1973 (Lib.)

Scudderthrips sucineus ZUR STRASSEN 1973 (Lib.)

Familia: Jezzinothripidae

Jezzinothrips cretaciensis ZUR STRASSEN 1973 (Lib.)

Familia: Neocomothripidae

Neocomothrips hennigianus ZUR STRASSEN 1973 (Lib.)

Familia: Retinothripidae

Progonothrips horridus ZUR STRASSEN 1973 (Lib.)

Retinothrips elegans ZUR STRASSEN 1973 (Lib.)

Familia: Scaphothripidae

Scaphothrips antennatus ZUR STRASSEN 1973 (Lib.)

Erwähnt werden:

Thysanoptera, 8 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Thysanoptera, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

22. Ordo: Heteroptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo artlich beschrieben worden, wenn von den altersmäßig zweifelhaften Vertretern der Enicocephalidae aus Burma (STYS 1969) abgesehen wird.

Erwähnt werden:

Heteroptera, 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

Heteroptera, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Largidae (?), 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Anthocoridae, 3 Exemplare (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

23. Ordo: Coleorrhyncha

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

24. Ordo: Homoptera

1. Subordo: Auchenorrhyncha

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Subordo artlich beschrieben worden.

Erwähnt werden:

Auchenorrhyncha (Lib.) (SCHLEE, & DIETRICH 1970)

Fulgoroidea (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Cercopidae (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

2. Subordo: Sternorrhyncha

1. Sectio: Aphidomorpha (=Aphidina)

Familia: Canadaphididae

Canadaphis carpenteri ESSIG 1937 (Kan.)

Canadaphis mordvilko KONONOVA 1976 (Sib.)

Alloambria caudata RICHARDS 1966 (Kan.)

Pseudambria longirostris RICHARDS 1966 (Kan.)

Familia: Palaeoaphididae

Palaeoaphis archimedia ESSIG 1937 (Kan.)

Palaeoaphis incognita KONONOVA 1976 (Sib.)

Ambaraphis costalis RICHARDS 1966 (Kan.)

Familia: Aphididae

Aniferella bostoni RICHARDS 1966 (Kan.)

Familia: Elektraphididae

Taimyrella cretacea KONONOVA 1976 (Sib.)

Familia: Shaposhnikoviidae

Shaposhnikovia electri KONONOVA 1976 (Sib.)

Superfamilia: Archeococcoidea oder Neococcoidea

Familia: ?

Subfamilia: Pityococcinae (?)

Eleotrococcus canadiensis BEARDSLEY 1969 (Kan.)

Erwähnt werden:

Coccoidea (Lib.) (SCHLEE 1972)

Aphidoidea, 110 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1973)

Aphidoidea, 6 Exemplare (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Aphididae, 66 Exemplare (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

Coccoidea, 5 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Coccidae (?), 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE, & MARTIN 1969)

2. Sectio: Psyllomorpha

Superfamilia (?): Aleyrodina

Familia: ?

Heidea cretacea SCHLEE 1970 (Lib.)

Bernaesa neocomica SCHLEE 1970 (Lib.)

Erwähnt werden:

Aleurodidea (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Superordo: Neuropteroidea (Megaloptera, Raphidioptera, Planipennia)

25. Ordo: Megaloptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

26. Ordo: Raphidioptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

27. Ordo: Planipennia

Familia: Coniopterygidae

Glaesoconis cretica MEINANDER 1975 (Sib.)

Glaesoconis fadiaera WHALLEY 1978 (Lib.)

Familia: Berothidae

Banoberotha enigmatica WHALLEY 1978 (Lib.)

Paraberotha acra WHALLEY 1978 (Lib.)

Subfamilia: Rhachiberothinae

Retinoberotha stuermeri nov. gen., nov. spec. (Fra.) (s. o.)

Erwähnt werden:

Berothidae, 1 Exemplar (Kan.) (MACLEOD 1975, in litt.)

28. Ordo: Coleoptera

Familia: Staphylinidae

Stenus (Tesnus ?) inexpectatus nov. spec. (Fra.) (s. o.)

Familia: Cerophytidae

Aphytocerus communis ZHERICHIN 1977 (Sib.)

Aphytocerus dolganicus ZHERICHIN 1977 (Sib.)

Familia: Lathridiidae

Succinimontia infleta ZHERICHIN 1977 (Sib.)

Familia: Cryptophagidae

Nganasania khetica ZHERICHIN 1977 (Sib.)

Familia: Acanthocnemidae

Acanthocnemoides sukatshevae ZHERICHIN 1977 (Sib.)

Erwähnt werden:

Coleoptera (Lib.) (SCHLEE 1972)

Staphylinidae, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN, & SUKATSEVA 1971)

Scraptiidae, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Coleoptera, 7 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Staphylinidae, 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

Scydmaenidae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Cerambycoidea, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Coleoptera, 2 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

29. Ordo: Hymenoptera

1. Subordo: Symphyta

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Subordo bekanntgeworden.

2. Subordo: Apocrita

1. Sectio: Terebrantes

Superfamilia: Orussoidea

- Familia: Orussidae
Mesorussus taimyrensis RASNITSYN 1977 (Sib.)
- Superfamilia: Evanioidea
Familia: Cretevaniidae
Cretevania minor RASNITSYN 1975 (Sib.)
Cretevania maior RASNITSYN 1975 (Sib.)
Cretevania minuta RASNITSYN 1975 (Sib.)
- Familia: Kotujellidae
Kotujella crucis RASNITSYN 1975 (Sib.)
- Superfamilia: Ichneumonoidea
Familia: Braconidae
Diospilus (s. l.) *allani* BRUES 1937 (Kan.)
Pygostolus patriarchicus BRUES 1937 (Kan.)
Neoblaeus facialis BRUES 1937 (Kan.)
- Erwähnt werden:
Braconidae, 15 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)
Braconidae, 2 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)
- Familia: Trigonaliidae
Cretegonalys taimyricus RASNITSYN 1977 (Sib.)
- Erwähnt werden:
Ichneumonoidea, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)
Eulophidae, 4 Exemplare (Ala.) (LANGENHEIM, SMILEY & GRAY 1960)
- Superfamilia: Chalcidoidea
Familia: Trichogrammatidae
Erneagmus pristinus YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
- Familia: Mymaridae
Galloromma bezonnaisensis nov. gen., nov. spec. (Fra.) (s. o.)
Archaeoromma minutissima (BRUES) 1937 (Kan.)
Archaeoromma nearctica YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Archaeoromma indet. YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Triadomerus bulbosus YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Triadomerus indet. YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Carpenteriana tumida YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Protooctonus masneri YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Macalpinia canadensis YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
- Erwähnt werden:
Mymaridae (Lib.) (SCHLEE 1978)
Mymaridae, 14 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)
- Familia: Tetracampidae
Distylopus bisegmentatus YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Bouceklytus arcuodens YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Baeomorpha dubitata YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Baeomorpha distincta YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Baeomorpha elongata YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
Baeomorpha ovata YOSHIMOTO 1975 (Kan.)
- Erwähnt werden:
Chalcidoidea, 22 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)
Chalcidoidea, 3 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)
Vanhorniidae (?), 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)
- Superfamilia: Proctotrupoidea
Familia: Serphitidae
Serphites paradoxus BRUES 1937 (Kan.)

Erwähnt werden:

Serphitidae, 55 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Familia: Scelionidae

Cenomanoscelio pulcher nov. gen., nov. spec. (Fra.) (s. o.)

Baryconus fulleri BRUES 1937 (Kan.)

Proteroscelio antennalis BRUES 1937 (Kan.)

Erwähnt werden:

Scelionidae, 75 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Scelionidae, 3 Exemplare (Fra.) (s. o.)

Familia: Maimetshidae

Maimetsha arctica RASNITSYN 1975 (Sib.)

Familia: Ceraphronidae

Lygocerus (?) *dubitatus* BRUES 1937 (Kan.)

Erwähnt werden:

Ceraphronidae, 7 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Familia: Stigmaphronidae

Stigmaphron orphne KOZLOV 1975 (in RASNITSYN 1975) (Sib.)

Allocotidus bruesi MUESEBECK 1963 (Aia.)

Elasmomorpha melpomense KOZLOV 1975 (in RASNITSYN 1975) (Sib.)

Hippocoon evadne KOZLOV 1975 (in RASNITSYN 1975) (Sib.)

Familia: Trupochalcididae

Trupochalcis inops KOZLOV 1975 (in RASNITSYN 1975) (Sib.)

Erwähnt werden:

Proctotrupeoidea, 2 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Superfamilia: Cynipoidea

Familia: Cynipidae

Protimaspis costalis KINSEY 1937 (Kan.)

Erwähnt werden:

Terebrantes (Lib.) (SCHLEE & DIETRICH 1970)

Terebrantes (Fra.) (s. o.)

2. Sectio: Aculeata

Superfamilia: Bethyloidea

Familia: Bethylidae

Archaeopyris minutus EVANS 1973 (Sib.)

Celonophamia taimyrica EVANS 1973 (Sib.)

Erwähnt werden:

Bethylidae, 12 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Familia: Dryinidae

Cretodryinus zherichini PONOMARENKO 1975 (in RASNITSYN) (Sib.)

Erwähnt werden:

Bethyloidea, 2 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Superfamilia: ?

Familia: Cleptidae

Procleptes carpenteri EVANS 1969 (Kan.)

Hypocleptes rasnitsyni EVANS 1969 (Sib.)

Protamisega khatanga EVANS 1969 (Sib.)

Erwähnt werden:

Tiphiidae, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Superfamilia: Formicoidea

Familia: Formicidae

Palaeomyrmex zherichini DLUSSKY 1975 (in RASNITSYN 1975) (Sib.)

Cretomyrma unicornis DLUSSKY 1975 (in RASNITSYN 1975) (Sib.)

Cretomyrma arnoldii DLUSSKY 1975 (in RASNITSYN 1975) (Sib.)

Sphecomyrma freyi WILSON & BROWN 1967 (USA-N.J.)

Erwähnt werden:

Formicidae, 1 Exemplar (Lib.) (HENNIG 1969)

Superfamilia: Sphecoidea

Familia: Sphecidae

Gallosphex cretaceus nov. gen., nov. spec. (Fra.) (s. o.)

Pittoecus pauper EVANS 1973 (Sib.)

Lisponema singularis EVANS 1969 (Kan.)

Taimyrisphex pristinus EVANS 1973 (Sib.)

Erwähnt werden:

Sphecidae, 2 Exemplare (Fra.) (s. o.)

Superfamilia: Scoliioidea

Familia: Scolebythidae (?)

Cretabythus sibiricus EVANS 1973 (Sib.)

Familia: Falsiformicidae

Falsiformica cretacea RASNITSYN 1975 (Sib.)

Erwähnt werden:

Falsiformicidae (?), 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

Erwähnt werden:

Aculeata (Lib.) (SCHLEE & DIETRICH 1970)

Aculeata, 14 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Aculeata (Fra.) (s. o.)

Hymenoptera, 25 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

30. Ordo: Trichoptera

Familia: Philopotamidae (?) oder Psychomyiidae (?)

Dolophilus praemissus COCKERELL 19.. (USA-Ten.)

Erwähnt werden:

Trichoptera, 29 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Trichoptera, 2 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

31. Ordo: Lepidoptera

Familia: Micropterygidae

Parasabatinea aftimaecrai WHALLEY 1978 (Lib.)

gen. indet. et spec. indet. KÖHNE, KUBIG & SCHLÖTER 1973 (Fra.) (s. o.)

Familia: Incurvariidae

Incurvarites indet. WHALLEY 1978 (Lib.)

Familia: inc. sed.

gen. indet. et spec. indet. (Larva) MACKAY 1969 (Kan.)

Erwähnt werden:

Lepidoptera (?) (Lib.) (SCHLEE 1972)

Lepidoptera, 3 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Lepidoptera, 1 Exemplar (Kan.) (MUNROE 1978, pers. Mitt.)

32. Ordo: Mecoptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

33. Ordo: Diptera

1. Subordo: Nematocera

1. Infraordo: Tipulomorpha

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Infraordo artlich beschrieben worden.

Erwähnt werden:

Limoniidae, 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

Limoniidae, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

2. Infraordo: Psychodomorpha

Familia: Psychodidae

Phlebotomites brevifilis HENNIG 1972 (Lib.)

Phlebotomites longifilis HENNIG 1972 (Lib.)

Erwähnt werden:

Psychodidae, 5 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

3. Infraordo: Culicomorpha

Familia: Ceratopogonidae

Atrichopogon canadensis BOESEL 1937 (Kan.)

Atriculooides macrophthalmus REMM 1976 (Sib.)

Atriculooides squamiciliatus REMM 1976 (Sib.)

Baeohelea taimyrica REMM 1976 (Sib.)

Ceratopogon aquilonius BOESEL 1937 (Kan.)

Ceratopogon frigidus REMM 1976 (Sib.)

Ceratopogon macronyx REMM 1976 (Sib.)

Culicooides filipalpis REMM 1976 (Sib.)

Culicooides kaluginae REMM 1976 (Sib.)

Culicooides sphenostylus REMM 1976 (Sib.)

Culicooides succineus REMM 1976 (Sib.)

Dasyhelea tyrreli BOESEL 1937 (Kan.)

Lasiohelea cretacea BOESEL 1937 (Kan.)

Lasiohelea globosa BOESEL 1937 (Kan.)

Protoculicooides depressus BOESEL 1937 (Kan.)

Erwähnt werden:

Ceratopogonidae (Lib.) (SCHLEE & DIETRICH 1970)

Ceratopogonidae, 4 Exemplare (Fra.) (s. o.)

Ceratopogonidae, etwa 150 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Ceratopogonidae, 1 Exemplar (Ala.) (LANGENHEIM, SMILEY & GRAY 1960)

Ceratopogonidae, 31 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Familia: Chironomidae

Cretodiamesa taimyrica KALUGINA 1976 (Sib.)

Metricnemus cretatus BOESEL 1937 (Kan.)

Spaniotoma conservata BOESEL 1937 (Kan.)

Spaniotoma veta BOESEL 1937 (Kan.)

Erwähnt werden:

Podonominae (Lib.) (SCHLEE & DIETRICH 1970)

Chironomidae, etwa 200 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Chironomidae, 8 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

4. Infraordo: Bibionomorpha

Familia: Bibionidae

Plecia myersi PETERSON 1975 (Kan.)

Erwähnt werden:

Cecidomyiidae (Lib.) (SCHLEE & DIETRICH 1970)

Cecidomyiidae (?), 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

Cecidomyiidae, 12 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Fungivoridae, 1 Exemplar (Fra.) (s. o.)

Fungivoridae, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Mycetophilidae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Mycetophiloidea, 3 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Scatopsidae, 29 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Scatopsidae, 2 Exemplare (Sib.) (McALPINE & MARTIN 1969)
Anisopodidae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)
Sciaridae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

2. Subordo: Brachycera

5. Infraordo: Homoeodactyla

Familia: Stratiomyidae

Cretaceogaster pygmaeus TESKEY 1971 (Kan.)

Erwähnt werden:

Bombyliidae, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

6. Infraordo: Asilomorpha

Superfamilia (?): Empidiformia

Familia: Empididae (?)

Subfamilia: Microphorinae (?)

Microphorites extinctus HENNIG 1971 (Lib.)

Subfamilia: Tachydrominae (?)- Microphorinae (?)- Hybotinae (?)

Eommocydromia difficilis nov. gen., nov. spec. (Fra.) (s. o.)

Familia: Empididae

Trichinites cretaceus HENNIG 1970 (Lib.)

Archiplatypalpus cretaceus KOVALEV 1974 (Sib.)

Erwähnt werden:

Dolichopodidae, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Empididae, 1 Exemplar (Ala.) (LANGENHEIM, SMILEY & GRAY 1960)

Empididae, 27 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Dolichopodidae, 9 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Asilomorpha, 2 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

7. Infraordo: Cyclorrhapha

Familia: Sciadoceridae (?)

Sciadophora bostoni McALPINE & MARTIN 1966 (Kan.)

Prioriphora canadambra McALPINE & MARTIN 1966 (Kan.)

Familia: Ironomyiidae

Cretonomyia pristina McALPINE 1973 (Kan.)

Familia inc. sed.

gen. indet. et spec. indet. HENNIG 1971 (Lib.)

Erwähnt werden:

Platypezidae, 1 Exemplar (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Sciadoceridae, 8 Exemplare (Sib.) (ZHERICHIN & SUKATSEVA 1971)

Sciadoceridae, 4 Exemplare (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Pipunculidae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

Chloropidae, 1 Exemplar (Kan.) (McALPINE & MARTIN 1969)

34. Ordo: Strepsiptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

35. Ordo: Siphonaptera

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Ordo bekanntgeworden.

Phylum: Chordata

Classis: Aves

Bisher ist kein Vertreter aus dieser Classis artlich beschrieben worden.

Erwähnt werden:

Aves (isolierte Federn) (Lib.) (SCHLEE 1972)

8. ZUSAMMENFASSUNG

1. Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die in der Taphozönose fossiler Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich vergesellschafteten Organismen zu analysieren, und dadurch zur Klärung systematischer und paläoökologischer Fragen beizutragen.

2. In Form einer Monographie werden die Merkmale zusammengestellt, die für fossile Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich und deren Taphozönose ermittelt werden können. Vergleichend und für Abgrenzungen notwendig werden die Eigenschaften anderer, überwiegend kretazischer fossilführender Harze erwähnt.

3. Ausgehend von der These, daß fossile Harze seit der Besiedlung des Festlandes durch Landpflanzen ein in terrestrischen Sedimentationsräumen stratigraphisch wiederholt aufgetretenes geologisches Phänomen darstellen, erwies sich auf Grund von verschiedenen geologischen Indizien eine gezielte Suche nach solchen potentiellen Taphozönosen am Rand des Pariser und des Aquitanischen Beckens als erfolgreich.

4. Nach der punktuellen Erschließung im Gelände ergaben Studien überwiegend mineralogischer Natur (LACROIX 1910), daß fossile Harze in Frankreich am Rand des Pariser Beckens, am Rand des Aquitanischen Beckens, aus der Provence, im Bereich der Pyrenäen und der Alpen von mehr als 60 Fundpunkten belegt sind, wobei als stratigraphisches Alter für diese Vorkommen übereinstimmend das Cenomanium genannt wird.

5. Das genaue stratigraphische Alter und die Fazies von 3 harzführenden Lokalitäten am Rand des Pariser und des Aquitanischen Beckens werden analysiert und interpretiert. Für die Alterseinstufung erweisen sich die von AZEMA, DURAND & MEDUS (1972) aus der Tongrube von Bezonais (Dept. Sarthe) beschriebenen Pollen und Sporen als wertvoll: Sie zeigen für das mit ihnen in derselben Schicht vorkommende fossile Harz das Untere Cenomanium an.

So werden analog zu den Schichtbezeichnungen der von GOGUEL et alii (1963 und 1965) herausgegebenen geologischen Karten für das fossile Harz vom Fundort Bezonais als Stratum typicum C4,1c, vom Fundort Durta C4,1b - C4,1c und vom Fundort Fouras C4,1b angegeben.

Faziell entstammen die 3 genannten Harzvorkommen allochthonen Lagerstätten, wie den Ton- und Siltreichen Sedimenten zu entnehmen ist, die die Matrix der fossilen Harze darstellen. Mögliche palökologische Verhältnisse zur Ablagerungs- und Einbettungszeit werden diskutiert.

6. Die innerhalb der Kaustolithe den Liptobiolithen zuzuordnenden fossilen Harze aus NW-Frankreich werden häufig als Retinite bezeichnet, womit spezielle Eigenschaften physikalischer Natur hervorgehoben sein sollen: Während sie in "Kristallform", spezifischem Gewicht, Bruch und Härte innerhalb der Variationsbreite anderer fossiler Harze auftreten, unterscheiden sie sich stark in einigen optischen Eigenschaften: Sehr häufig kommen trübe Varietäten vor, die nicht in das Klassifizierungsschema des Baltischen Bernsteins passen. Anstelle der gleichförmigen Scharung von Bläschen nahezu gleicher Größe und Gestalt treten Bläschen unterschiedlicher Größe und Form dicht nebeneinander gedrängt auf. Besonderes Verhalten in der Fluoreszenz, der Röntgenographie, der Elektrizität und dem Geruch, das von der Norm anderer fossiler Harze stark abweicht, kann nicht ermittelt werden. Inkrustierender Pyrit tritt häufig auf. Hervorzuheben ist die Anfälligkeit der fossilen Harze aus NW-Frankreich gegenüber O₂-Zufuhr: Eine Verwitterung, die sich durch Risse und Farbveränderungen bemerkbar macht, tritt wenige Stunden nach Entnahme aus dem Sediment ein. Dieser Prozeß kann durch Aufbewahrung der Harzbrocken im Wasser aufgehalten werden.

7. Die im pflanzlichen Stoffwechsel den Diterpenen zuzuordnenden Harze können mit Hilfe der Infrarot-Spektroskopie in ihrem chemischen Verhalten analysiert und differenziert werden. Charakteristisch sind die Bandenbildungswerte, die die An- oder Abwesenheit bestimmter Struktur-Gruppen erkennen lassen. Dadurch können im Vergleich mit Proben von bekannten rezenten Vertretern verschiedener Gymnospermae und Angiospermae in günstigen Fällen Rückschlüsse auf die systematische Zugehörigkeit der fossilen harzproduzierenden Pflanzen gezogen werden.

Proben folgender Fundorte wurden auf diese Weise untersucht und gedeutet:

Bornholm, Umgebung Rönne (Oberer Jura) /Conifera indet./
Libanon, Umgebung Jezzine (Untere Kreide) /Araucariaceae/
NW-Frankreich, Bezonnis, Durtal und Fouras (Cenomanium) /Araucariaceae/
Baltischer Bernstein (Eozän - Oligozän) /Pinaceae/
Belgien, Trieu de Laval (Eozän) /Pinaceae ?/
Sizilien, Umgebung Catania (Miozän) /?/
Frankreich, Umgebung Allinges (unbestimmtes Tertiär) /?/
Österreich, Gablitz (Pliozän) /Pinaceae ?/
Mexiko, Halbinsel Chiapas (Miozän) /Leguminosae/
Dominikanische Republik, Cordillera Septentrional (Oligozän) /Leguminosae ?/
Burma, Tavoy-Distrikt (Kreide ?) /?/ und Pakokku-Distrikt (Eozän ?) /?/

Rezent:

Agathis sp.

Pistacia lentiscus

Eucalyptus sp.

Vermutlich ist als Stammpflanze fossiler Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich ein Vertreter der Araucariaceae /Gymnospermae/ anzusehen. Eine Zusammenstellung der nach ihrer botanischen Herkunft bestimmten fossilen Harze zeigt, daß im Paläozoikum Vertreter von Conifera unsicherer genauerer Bestimmung Harzlieferanten darstellen, im Mesozoikum die Araucariaceae hinsichtlich der Verbreitung der harzproduzierenden Pflanzen dominieren, und im Känozoikum sowohl Vertreter der Gymnospermae als auch verschiedener Familiae der Angiospermae als wichtige Harzlieferanten anzusehen sind.

8. Für die Inklusen der fossilen Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich, die mehrheitlich vom Fundort Bezonnis stammen, sind auf Grund ihrer Erhaltung verschiedene Präparationsmethoden erprobt worden, deren Anwendbarkeit diskutiert wird. Am besten bewährt haben sich Naß-Anschliff und -Aufbewahrung, Einbettung in Gießharz und Röntgen-Aufnahmen der Harzbrocken, die Inklusen enthalten. Wegen der meist zahlreich vorhandenen Bläschen im Harz sind Messungen und Zeichnungen der Inklusen schon bei mittleren Vergrößerungen im Mikroskop schwer durchführbar.

9. Nachgewiesen werden als pflanzliche Inklusen Vertreter der Classis Ascomycetes, die Bevorzugt an Skleriten der tierischen Fossilien auftreten, sowie ein mutmaßlicher "Haarnadelstern" /Angiospermae ? : Quercus ?/. Unter den tierischen Inklusen sind Vertreter der Classes Arachnida und Insecta belegt.

10. Folgende Ordines werden nachgewiesen. In Klammern ist die Anzahl der aufgefundenen Exemplare angegeben.

Phalangiida - Weberknechte (1)
Acari - Milben (2)
Araneae - Webspinnen (2)
Blattariae - Schaben (1)
Isoptera - Termiten (7)
Psocoptera ? - Staubläuse (1)
Heteroptera - Wanzen (1)
Planipennia - Hafte (1)
Coleoptera - Käfer (2)
Hymenoptera - Hautflügler (13)
Lepidoptera - Schmetterlinge (1)
Diptera - Zweiflügler (9)

11. Die 6 nachfolgend aufgeführten Taxa werden neu aufgestellt und ausführlich diskutiert.

Retinoberotha stuermeri nov. gen., nov. spec. /Planipennia: Berothidae: Rhachiberothinae/

Stenus (Tesnus ?) *inespectatus* nov. spec. /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/

Galloromma bezonnaisensis nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Mymaridae: Mymaromminae/

Cenomanoscelio pulcher nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/

Gallosphex cretaceus nov. gen., nov. spec. /Hymenoptera: Sphecidae: Ampulicinae/

Ecomnoeydromia difficilis nov. gen., nov. spec. /Diptera: Empididae: Tachydrominae ? - Microphorinae ? - Hybotinae ?/

12. Palökologische Interpretationen müssen in Zusammenhang mit der biostratonomischen Analyse der Inkluden gesehen werden. In einem Material von etwa 2000 g fossiler Harze aus dem Cenomanium von NW-Frankreich konnten in 36 Harzbrocken 71 Inkluden tierischer Herkunft nachgewiesen werden, wobei Mehrfach-Einschlüsse in einem Harzbrocken bei weitem überwiegen. Die Größe der eingeschlossenen tierischen Inkluden beträgt mehrheitlich zwischen 1 - 3 mm Länge.

13. Ökologische Schlußfolgerungen auf Grund von Vergleichen der französischen Harzinkluden mit systematisch nahestehenden rezenten Vertretern ergeben, daß klimatisch auf ein gemäßigt-warmes bis tropisches Klima zur Bildungszeit der fossilen Harze geschlossen werden kann. Gewässer müssen in der Nähe vorhanden gewesen sein. Auffällig viele Räuber, Parasiten und Oberparasiten lassen eine starke Diversifikation der ehemaligen Biozönose erkennen.

14. Die Ergebnisse der Analyse harzkonservierter Arthropoda der Taphozönose aus dem Cenomanium von NW-Frankreich werden mit den vorliegenden Daten anderer fossiler mesozoischer Harze und denen des Baltischen Bernsteins verglichen. Als besonders ergiebig haben sich die fossilen Harze des Libanon (Untere Kreide: 17 beschriebene Arten), der Halbinsel Taimyr in Sibirien (Aptium - Senonium: 54 beschriebene Arten) und von Kanada (Obere Kreide: 43 beschriebene Arten) erwiesen. Insgesamt verteilen sich 122 beschriebene mesozoische harzkonservierte Species auf 100 Genera und 60 Familiae.

9. LITERATUR

9.1. Literatur zur Topographie, Geologie und Harzbeschreibung

- ANDREE, K. (1933): Ober tertiäre Harzvorkommen auf Java und Sumatra und ihren Vergleich mit dem Vorkommen des Ostsee-Bernsteins.— Bernsteinforschungen, 3, 236-237, Leipzig
- " (1942): Die Herkunft des Nordsee-Bernsteins.— Forschungen und Fortschritte, 18, 155-156
- BECK, C.W. (1966): Bemerkungen zur infrarotspektroskopischen Herkunftsbestimmung von Bernstein.— Jb. Röm.-Germ. Zentralmus. Mainz, 13, 292-295, Mainz
- " (1972): Aus der Bernsteinforschung.— Die Naturwissenschaften, 59, 294-298, Stuttgart
- BECK, C.W., & LIU, T. (1976): Origine de l'Ambre des Grottes du Hasard et du Prevel.— Gallia Préhistoire, 19, 201-207, Marseille
- BECK, C.W., WILBUR, E., & MERET, S. (1964): Infrared spectra and the origin of amber.— Nature, 201, 256-257, London-Washington
- BECK, C.W., WILBUR, E., MERET, S., KOSSOVE, D., & KERMANI, K. (1965): The infrared spectra of amber and the identification of Baltic amber.— Archaeometry, 8, 96-109, New York
- BERENDT, G. (1866): Die Bernsteinablagerungen und ihre Gewinnung.— Schrift. königl.-physik. ökon. Ges. zu Königsberg, 7, 107-130, Königsberg
- " (1870): Ueber eine von Dr. G. Troost in Baltimore im Jahre 1821 im American Journal of science and arts gegebene Beschreibung eines Bernstein-Vorkommens bei Cap Sable in Maryland.— Schrift. königl.-physik. ökon. Ges. zu Königsberg, 11, 53-61, Königsberg
- " (1872): Unreifer Bernstein.— Schrift. königl.-physik. ökon. Ges. zu Königsberg, 13, 133-135, Königsberg
- BERGEMANN, C. (1859): Über ein neues fossiles Harz aus der Braunkohle (Krantzit).— J. prakt. Chem., 76, 65-69, Berlin
- BRANDT, C. W. (1939): The resins from some New Zealand coal-measures.— New Zealand J. Sci. Technol., 20, 306-310, Auckland
- CHAUFFIN, J. (1962): The Composition of Fossil Amber.— Bull. Mens. Soc. Linnéenne, 31, 189-191, Lyon
- " (1963): Resins of the Cenomanian period from Ecommoy (Dept. Sarthe).— Bull. Mens. Soc. Linnéenne, 32, 103-105, Lyon
- CHEDZHEMOV, G.K., & BIBIKOV, B.I. (1971): Absolute age of the Glauconitic amber deposits of the Pal'minom site.— Geol. Sb. L'vov. Geol. Obshch. pri Univ., 13, 187-189, Leningrad
- CHUDOBA, A., & STOTZEL, H. (1933): Organische Mineralien.— in HINTZE, C. (Herausgeber) Handbuch der Mineralogie 1, 2, 1340-1446, Berlin-Leipzig
- COCKERELL, T.D.A. (1909): Amber in the Laramie Cretaceous.— Torrey, 9, 7, 140-142
- CONWENTZ, H. (1889): Die verschiedene Bildungsweise einiger Handelssorten einiger Handelssorten des baltischen Bernsteins.— Ztschrift Deutsche geol. Ges. 1889, 567, Berlin
- " (1890): Über die Verbreitung des Succinit, besonders in Schweden und Dänemark.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 7, 3, 165-176, Danzig
- DAHMS, P. (1892): Markasit als Begleiter des Succinit.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 8, 1, 180-200, Danzig
- " (1894a): Das Klarkochen des Succinit.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F. 8, 3/4, 97-106, Danzig
- " (1894b): Blau und grün gefärbter Succinit.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F. 8, 3/4, 106-111, Danzig
- " (1894c): Über Farbenerscheinungen an fluoreszierenden Bernsteinarten.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 8, 3/4, 111-114, Danzig
- " (1897a): Weitere Notizen über das Klarkochen des Succinit.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 9, 2, 1-89, Danzig
- " (1897b): Klären des Succinit auf trockenem Wege.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 9, 2, 8-19, Danzig
- " (1898): Über eine alte Methode der künstlichen Klärung des Succinit.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 9, 3/4, 164-177, Danzig
- " (1901): Über das Vorkommen und die Verwendung des Bernsteins.— Ztschrift prakt. Geologie, 1901, 201-208, Berlin
- " (1906): Über den Brechungsquotienten des Succinit und einige Erscheinungen, die sich bei der künstlichen Behandlung dieses Bernsteins zeigen.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 11, 4, 25-49, Danzig
- " (1908): Über Rumänit und Succinit.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 12, 2, 1-30, Danzig

- DAHMS, P. (1914a): Ober geschichteten und achatartigen Succinit.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 13, 3/4, 1-24, Danzig
- " (1914b): Verwitterungsvorgänge am Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 13, 3/4, 175-243, Danzig
- " (1920a): Ober rumänischen Bernstein.— Centralbl. Min., Geol. u. Paläont. 1920, 102-118, Stuttgart
- " (1920b): Bernsteintropfen.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 15, 1/2, 1-42, Danzig
- " (1922a): Schwarzharz und Ostseebernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 15, 3/4, 57-68, Danzig
- " (1922b): Hohlräume und Wassereinschlüsse im Bernstein.— Centralbl. Min., Geol. u. Paläont. 1922, 327-335, 353-363, Stuttgart
- " (1925a): Ober die künstliche Klärung des Bernsteins.— Schrift. königl.-physik. ökon. Ges. zu Königsberg, 64, 17-29, Königsberg
- " (1925): Ambra und Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 17, 4, 15-27, Danzig
- DEBELMAS, J. (1974): Géologie de la France 1, Vieux massifs et grands bassins sédimentaires.— 1-296, Paris
- DELAUNAY, P. (1934): Le Sol Sarthois 4, Les Zones Crétacées.— 545-762, Le Mans
- DEPAPE, M.G. (1959): Les Flores fossiles du Crétacés supérieur en France.— Colloque sur le Crétacé supérieur Français, 61-94, Paris
- DIETRICH, H.G. (1974): Zur Sedimentation, Genese und Erhaltung von Bernsteinlagerstätten.— Diss. an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen, 1-103, Tübingen
- " (1975): Fossil-Lagerstätten Nr. 34: Zur Entstehung und Erhaltung von Bernsteinlagerstätten 1: Allgemeine Aspekte.— N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 149, 1, 39-72, Stuttgart
- " (1976): Fossil-Lagerstätten Nr. 34: Zur Entstehung und Erhaltung von Bernsteinlagerstätten 2: Bernsteinlagerstätten im Libanon.— N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 152, 222-279, Stuttgart
- DURHAM, J.W. (1957): Amber through the ages.— Pacif. Discovery, 10, 2, 3-5, San Francisco
- EICHHOFF, H.J., & MISCHER, G. (1972): Massenspektrometrische und emissionsspektroskopische Untersuchungen an Bernstein zur Herkunftbestimmung.— Ztschrift Naturforsch., 27b, 380-386
- FARRINGTON, O.C. (1923): Amber, its physical properties and geological occurrence.— Field Mus. Nat. Hist., Geol. Leaflet, 3, 1-7, Chicago
- FELLER, R.L. (1954): Dammar and Mastic Infrared Analysis.— Science, 120, 1069-1070, New York
- FRENEIX, S. (1959): Lamellibranches du Crétacé supérieur de France (Protobranches, Prionodontes, Dysodontes (pars)).— Colloque sur le Crétacésupérieur Français, 175-248, Paris
- FRONDEL, J.W. (1967): X-ray diffraction study of some fossil and modern resins.— Science, 155, 1411-1413, New York
- GALIPPE, V. (1920): Recherches sur la Résistances des Microzymas à l'action du Temps et sur leur Survivances dans l'Ambre.— Acad. Scienc. au 6. avril 1920, 170, 14, Paris
- GOTHAN, W., & HOEHNE, K. (1943): Die geologisch ältesten Harze.— Ztschrift prkt. Geol., 51, 11, 116-122, Berlin
- GOUGH, L.J., & MILLS, J.S. (1972): The composition of succinite (Baltic amber).— Nature, 239, 527-528, London-Washington
- GUILLIER, A. (1886): Géologie du Département de la Sarthe.— 1-430, Le Mans
- HELM, O. (1877): Notizen über die chemische und physikalische Beschaffenheit des Bernsteins.— Arch. Pharmacie, 11, 229-246, Berlin
- " (1878a): Ober die mikroskopische Beschaffenheit und den Schwefelgehalt des Bernsteins.— Arch. Pharmacie, 13, 496-503, Berlin
- " (1878b): Gedanit, ein neues fossiles Harz.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 4, 3, 214-216, Danzig
- " (1881a): Glessit, ein neues in Gemeinschaft mit Bernstein vorkommendes fossiles Harz.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 5, 1/2, 291-293, Danzig
- " (1881b): Ober sicilianischen und rumänischen Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 5, 1/2, 293-296, Danzig
- " (1882): Ober sicilianischen Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 5, 3, 8-9, Danzig
- " (1884a): Ober blaugefärbten und fluorescirenden Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 6, 1, 133-134, Danzig
- " (1884b): Ober knochenfarbigen und bunten Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 6, 1, 134-138, Danzig
- " (1891a): Ober Rumänit, ein in Rumänien vorkommendes fossiles Harz.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 7, 4, 186-189, Danzig
- " (1891b): Ober den Succinit und die ihm verwandten fossilen Harze.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 7, 4, 189-203, Danzig

- HELM, O. (1894): Ober Birmitt, ein in Oberbirma vorkommendes fossiles Harz.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 8, 3/4, 63-66, Danzig
- " (1896): Ober den Gedanit, Succinit und eine Abart des letzteren, den sogenannten mürben Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 9, 1, 52-57, Danzig
- " (1898): Ober die durch eingeschlossenes oder eingedrungenes Wasser und andere Flüssigkeiten im Succinit hervorgebrachten Erscheinungen.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 9, 3/4, 20-23, Danzig
- " (1902): Ober die unter dem Kollektivnamen "Bernstein" vorkommenden fossilen Harze.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 10, 4, 37-44, Danzig
- HILTERMANN, H. (1949): Funde von bernsteinartigen Harzen in der Unterkreide Nordwestdeutschlands.— Schrift. naturwiss. Verein Schleswig-Holstein, 24, 70-73, Kiel
- JENTZSCH, A. (1903): Verbreitung der bernsteinführenden blauen Erde.— Ztschrift deutsch. geol. Ges. Mber., 55, 122-130, Berlin
- JUIGNET, P. (1968): Faciès littoraux du Cenomanien des environs du Mans (Sarthe).— Bull. B. R. G. M. 2ème ser. sec. IV, 4, 5-20, Orleans
- KATINAS, V. (1971): Amber and Amber-bearing deposits of the southern Baltic area (in russ.).— Dep. Geol. Counc. Minist. Lithuanian SSR, Lithuanian scient.-res. Geol. survey inst., Transact. 20, 1-151, Vilnius
- KAUNHOWEN, F. (1913): Der Bernstein in Ostpreussen.— Jb. Preuss. geol. La., 24, 1-80, Berlin
- " (1914): Bernstein.— in DAMMER-TIETZE (herausgeber): Die nutzbaren Mineralien, 2, 440-492, Stuttgart
- KEILBACH, R. (1959): Die Herkunft des Bernsteins und seine wissenschaftliche Bedeutung.— Urania, 22, 9, 334-338, Berlin
- KLEBS, R. (1883): Die Handelssorten des Bernsteins.— 1-175, Berlin
- " (1887): Ober Farbe und Imitation des Bernsteins.— Schrift. königl.-physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 28, 71-77, Königsberg
- " (1896): Cedarit, ein neues bernsteinähnliches fossiles Harz Canadas und sein Vergleich mit anderen fossilen Harzen.— Jb. königl. preuss. geol. La. Bergak., 17, 199-215, Berlin
- LACROIX, A. (1910): Résines fossiles.— in Mineralogie de la France, 4, 627-632, Paris
- LANGENHEIM, J.H. (1969): Amber: a botanical inquiry.— Science, 163, 1157-1169, New York
- LANGENHEIM, R.L.Jr. (1965): Collecting Amber.— in KUMMEL, B., & RAUP, D.: Handbook of Paleontological Techniques, 184-188, London-San Francisco
- LANGENHEIM, J.H., & BECK, C.W. (1965): Infrared spectra as a means of determining botanical sources of amber.— Science, 149, 52-55, New York
- LANGENHEIM, J.H., HACKER, B.H., & BARLETT, A. (1967): Mangrove pollen at the depositional site of Oligo-Miocene amber from Chiapas, Mexico.— Bot. Mus. Leaflets, Harvard Univ., 21, 10, 289-324, Harvard
- LANGENHEIM, R.L.Jr., SMILEY, C.J., & GRAY, J. (1960): Cretaceous amber from the Arctic coastal plain of Alaska.— Bull. Geol. Soc. Amer., 71, 1345-1356, Washington
- LEBERT, H. (1873): Ober Fluorescenz des Bernsteins.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 3, 2, 1-4, Danzig
- LEGG, W.M. (1942): Collection, preparation and statistical study of fossil insects from chemawinitite.— Senior Thesis, Dept. Biol., Princeton Univ., 1-85, Princeton
- LENGERKEN, H. (1923): Ober die Widerstandsfähigkeit organischer Substanzen gegen natürliche Zersetzung.— Biolog. Centralbl., 43, 546-555, Stuttgart
- MEYN, L. (1876): * Der Bernstein der norddeutschen Ebene auf zweiter, dritter, vierter, fünfter und sechster Lagerstätte.— Ztschrift deutsch. geol. Ges., 28, 171-198, Berlin
- MISCHER, G., EICHHOFF, H.J., & HAEVERNICK, T.E. (1972): Herkunftsuntersuchungen an Bernstein mit physikalischen Analysemethoden.— Jb. Röm.-Germ. Zentralmus. Mainz, 17, 111-122, Mainz
- MOENKE, H. (1961): Beiträge zur ultrarotspektrophotometrischen Bestimmung organischer Mineralien.— Chemie der Erde, 21, 239-247, Berlin
- NISSENBAUM, A. (1975): Lower Cretaceous Amber from Israel.— Die Naturwissenschaften, 62, 341-342, Berlin
- PACLT, J. (1953): A system of Caustolites.— Tschermaks Geol. Petr. Mitt., 3, 4, 332-347, Stuttgart
- PLONAIT, C. (1924): Experimentelle Untersuchungen über den Inhalt der Bläschen bei den trüben Bernstein-Varietäten.— Geol. Arch., 3, 286-294
- " (1926): Ober den sicheren Nachweis des Ostseebernsteins bei Verwechslung oder Fälschung mit besonderer Berücksichtigung einer optischen Unterscheidungsmethode für Bernstein und seine Imitationen.— Preuss. Geol. La., Mitt. Abt. Gesteins-, Erz-, Kohle- u. Salzuntersuchungen, 2, 1-25
- PROTESCU, O. (1937): Etude géologique et paléobiologique de l'ambre Roumain.— Bull. Soc. Română Geol., B, 3, 65-100, Bukarest
- ROTTLANDER, R.C.A. (1969): Dehydroabieten durch UV-Bestrahlung von Harzsäuren.— Tetrahedron Letters, 47, 4127-4128, London

- ROTLANDER, R.C.A. (1969): Bernstein durch Dimerisierung von Abietinsäure.— *Tetrahedron Letters*, 47, 4129-4130, London
- " (1970): Identifizierung von IR-Banden des Succinits und einiger Derivate.— *Tetrahedron Letters*, 24, 2127-2128, London
- " (1971): Über die Bildung des Bernsteins und sein chemisches Verhalten.— *Deutsche Farben-Ztschrift*, 2, 66-69, Stuttgart
- " (1974): Die Chemie des Bernsteins.— *Chemie unserer Zeit*, 8, 78-83, Stuttgart
- ROTLANDER, R.C.A., & MISCHER, G. (1970): Chemische Untersuchungen an libanesischem Unterkreide-Bernstein.— *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 11, 668-673, Stuttgart
- SHELLWIEN, E. (1905): Geologische Bilder von der samländischen Küste.— *Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg*, 46, 1-43, Königsberg
- SCHIEFFERDECKER, W. (1860): Ueber ein angebliches in Neu-Granada, im Thale des Magdalenenstroms, aufgefundenes grosses Lager von Bernstein.— *Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg*, 1, 95-98, Königsberg
- SCHLOTTER, T. (1975): Nachweis verschiedener Insecta-Ordines in einem mittelkretazischem Harz Nordwestfrankreichs.— *Ent. Germ.*, 1, 2, 151-161, Stuttgart
- " (1976): Die Fossilfalle Harz - der gegenwärtige Erforschungsstand.— *Naturwissenschaftliche Rundschau*, 29, 10, 350-354, Stuttgart
- " (1977): Geologische Kartierungen der Umgebungen der Ortschaften Ecommoy, Dépt. Sarthe, und Durtal, Dépt. Maine-et-Loire, am Westrand des Pariser Beckens — unter besonderer Berücksichtigung harzführender Schichten des Cenomaniums.— unveröff. Diplomarbeit an der FU-Berlin, 1-46, Berlin
- SCHUBERT, K. (1939): Mikroskopische Untersuchungen pflanzlicher Einschlüsse des Bernsteins. I. Holz.— *Bernsteinforschungen*, 4, 23-44, Leipzig
- " (1953): Mikroskopische Untersuchungen pflanzlicher Einschlüsse des Bernsteins. II. Rinden und Borken.— *Palaeontographica B*, 93, 103-119, Stuttgart
- " (1961): Neue Untersuchungen über Bau und Leben der Bernsteinkiefern.— *Beihft. Geol. Jb.*, 45, 1-150, Hannover
- " (1964): Chemisch-physikalische Prozesse im Innern des Baltischen Bernsteins. I.— *Natur und Museum*, 94, 259-264, Frankfurt am Main
- " (1965): Chemisch-physikalische Prozesse im Innern des Baltischen Bernsteins. II.— *Natur und Museum*, 95, 261-270, Frankfurt am Main
- SCHWIETZER, C.A. (1977): Eine allochthone Bernsteinlagerstätte aus dem Cenoman im Norden des Aquitanischen Beckens an der französischen Atlantikküste bei Fouras.— unveröff. Diplomarbeit an der FU-Berlin, 1-101, Berlin
- SCHWOCHAU, K., HAEVERNICK, T.E., & ANKNER, D. (1963): Zur infrarotspektroskopischen Herkunftsbestimmung von Bernstein.— *Jb. Röm.-Germ. Zentralmus. Mainz*, 10, 171-176, Mainz
- STOTZEL, H. (1931): Systematik und Tabellen der fossilen Harze.— *Fortschr. Min. Kristallogr. Petr.*, 16, 138, Stuttgart
- THOMAS, B.R. (1968): Kauri-Resins — Modern and Fossil.— in EGLINTON et al. (Herausgeber): *Organic Geochemistry*, 599-617, Berlin
- " (1970): Modern and fossil plant resins.— in HARBORNE, J.B. (Herausgeber): *Phytochemical Phylogeny*, 59-79, London
- TORNQUIST, A. (1910): Die in der königlichen Universitätssammlung eingeführte Konservierungsmethode für Bernstein einschlüsse.— *Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg*, 51, 243-247, Königsberg
- VAVRA, N., & VYCUJILIC, W. (1976): Chemische Untersuchungen an fossilen und subfossilen Harzen.— *Beitr. Paläont. Österreich*, 1, 120-130, Wien
- VOIGT, E. (1959): La signification stratigraphique des Bryozoaires dans le Crétacé supérieur.— *Colloque sur le Crétacé supérieur Français*, 701-708, Paris
- " (1964): Zur Temperatur-Kurve der oberen Kreide in Europa.— *Geol. Rundschau*, 53, 270-317, Stuttgart
- WETZEL, W. (1940): Neue Gesichtspunkte zur Herleitung des Bernsteins im norddeutschen Untergrunde.— *Forschungen und Fortschritte*, 16, 272-273
- " (1953): Mikropalaeontologische Untersuchungen des Schleswig-Holsteinischen Bernsteins.— *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 7, 311-321, Stuttgart
- WILLIAMSON, G.C. (1932): *The book of amber*.— 1-268, London

9.2. Literatur zu den Inklusen und zur Palökologie

- ADAMS, P.A. (1967): A review of the Mesochrysoptera and Nothochrysoptera (Neuroptera: Chrysopidae).— Bull. Mus. Comp. Zool., 135, 215-238, Washington
- ALEXANDER, C.P. (1931): Crane-Flies of the Baltic Amber (Diptera).— Bernsteinforschungen, 2, 1-135, Leipzig
- ANDER, K. (1942): Die Insektenfauna des Baltischen Bernsteins nebst damit verknüpften zoogeographischen Problemen.— Lunds Univ. Arsskr., N. F., 53, 1-82, Lund
- ANDRE, E. (1895): Notice sur les fourmis fossiles de l'ambre de la Baltique et description de deux espèces nouvelles.— Bull. Soc. Zool. France, 20, 80-84, Paris
- ANDREE, K. (1928): Bernsteinforschung einst und jetzt.— Bernsteinforschungen, 1, 1-32, Leipzig
- " (1936): Die wissenschaftliche Bedeutung des Bernsteins und neuere Bernsteinforschungen.— Forschungen und Fortschritte, 12, 357-359
- " (1939): Ober Inklusen im allgemeinen und über Bernsteininklusen und Bernsteininklusenfälschungen im besonderen.— Bernsteinforschungen, 4, 1-25, Leipzig
- " (1951): Der Bernstein.— Kosmos-Jahrbuch, 1-96, Stuttgart
- ARNOLDI, P.V., ZHERICHIN, V.V., NIKRITIN, L.M., & PONOMARENKO, A.G. (1977): Mesozoiskije zestkokrilje.— Isdatjelstvo "Nauka", 161, 1-204, Moskau
- BACHMAYER, F. (1962): Fossile Pilzhyphen im Flyschharz des Steinbruchs im Höbersbachtal bei Gablitz in Niederösterreich.— Ann. Naturhist. Mus., 65, 47-49, Wien
- BACHMAYER, F., & SCHULZ, E. (mit Beiträgen von W. HENNIG & D. MARASPIN) (1978): Ein bemerkenswerter Insektenrest im fossilen Harz des Glaukonitsandsteines (Eggenburgien) der Aufschlußbohrung "Herzogbirbaum" (Niederösterreich).— Ann. Naturhist. Mus., 81, 113-120, Wien
- BACHOFEN-ECHT, A.v. (1925): Mikrophotographien von Bernsteininsekten.— Paläont. Zeitschrift, 7, 162-163, Stuttgart
- " (1928): Farbenphotographien von im Bernstein und Kopal eingeschlossenen Insekten.— Paläont. Zeitschrift, 9, 283-284, Stuttgart
- " (1928b): Insekteneinschlüsse im Bernstein.— Natur und Museum, 1928, 299-302, Frankfurt am Main
- " (1928c): Leben und Sterben im Bernsteinwald.— Palaeobiologica, 1, 39-50, Wien
- " (1929): Leben und Sterben im Bernsteinwald (2. und 3. Mitteilung).— Palaeobiologica, 2, 15-18; 264-269
- " (1930): Der Bernstein und seine Einschlüsse.— Verhandl. Zool.-Bot. Ges. Wien, 80, 35-44, Wien
- " (1934): Beobachtungen über im Bernstein vorkommende Spinnengewebe.— Biologia Generalis, 10, 179-184, Wien
- " (1939): Der Tod im Bernstein.— in ABEL, O. (Herausgeber): Vorzeitliche Lebensspuren, 601-619, Wien
- " (1942): Über die Myriapoden des Bernsteins.— Palaeobiologica, 7, 394-403, Wien
- " (1944): Einschlüsse von Federn und Haaren im Bernstein.— Palaeobiologica, 8, 113-119, Wien
- " (1949): Der Bernstein und seine Einschlüsse.— 1-204, Wien
- BAKKENENDORF, O. (1948): A comparison of a Mymarid from Baltic amber with a recent species, *Petiolaria anomala* (Microhymenoptera).— Entom. Medd., 25, 213-218, Kopenhagen
- BEARDSLEY, J.W. (1969): A new fossil Scale Insect (Homoptera: Coccoidea) from Canadian Amber.— Psyche, 76, 3, 270-279, Cambridge, Mass.
- BERENDT, G.C., & KOCH, C.L. (1854): Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. I. Aptera.— 1-124, Berlin
- BERENDT, G.C., GERMAR, E.F., HAGEN, H., & PICTET, F.J. (1856): Die im Bernstein befindlichen organischen Reste der Vorwelt. II. Hemiptera, Orthoptera und Neuroptera.— 1-125, Berlin
- BISCHOFF, H. (1915): Bernsteinhymenopteren.— Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 56, 139-144, Königsberg
- BLUNCK, G. (1929): Bakterieneinschlüsse im Bernstein.— Centralbl. Min. Geol. Paläont. Abt. B, 554-555, Stuttgart
- BOHART, A., & MENKE, B. (1977): Sphecids wasps of the world.— Univ. California press, 1-1450, Berkeley
- BOESEL, M.W. (1938): Insects and Arachnids from Canadian Amber. Chironomidae.— Univ. Toronto Stud. Geol. ser., 40, 44-55, Toronto
- BRISCHKE, C.G.A. (1886): Die Hymenopteren des Bernsteins.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig., N. F., 6, 3, 278-279, Danzig
- BROTHERS, D.J. (1974): The first recent species of *Protomutilla* (Hymenoptera: Mutillidae: Myrmosinae).— Psyche, 81, 2, 268-271, Cambridge, Mass.
- BRUES, C.T. (1910): Some notes on the geological history of the parasitic Hymenoptera.— J. New York Entom.

- soc., 18, 1-22, New York
- BRUES, C.T. (1923a): A fossil genus of Dinapsidae from Baltic Amber (Hymenoptera).— *Psyche*, 30, 31-35, Cambridge, Mass.
- " (1923b): Two new species of Phoridae from the Baltic Amber.— *Psyche*, 30, 59-62, Cambridge, Mass.
- " (1923c): Some new fossil parasitic Hymenoptera from Baltic Amber.— *Proceed. Americ. Acad. Arts Scienc.*, 58, 327-346, Boston
- " (1923d): Ancient insects; fossils in amber and other deposits.— *Scienc. Monthly*, 17, 19, 289-304
- " (1926): A new species of *Urocerus* from Baltic Amber.— *Psyche*, 33, 168-169, Cambridge, Mass.
- " (1933a): The parasitic Hymenoptera of the Baltic Amber. I.— *Bernsteinforschungen*, 3, 4-178, Leipzig
- " (1933b): Progressive change in the insect population of forests since the early Tertiary.— *Americ. Naturalist*, 67, 385-406, New York
- " (1938): Insects and Arachnids from Canadian amber. Ichneumonoidea, Serphoidea, and Chalcidoidea.— *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.*, 40, 27-44, Toronto
- " (1939a): Fossil Phoridae in Baltic amber.— *Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard*, 85, 6, 1-26, Harvard
- " (1939b): New Oligocene Braconidae and Bethyridae from Baltic amber.— *Ann. entomol. Soc. Amer.*, 32, 251-263
- " (1940a): Fossil parasitic Hymenoptera of the family Scelionidae from Baltic amber.— *Proceed. Amer. Acad. Arts Scienc.*, 74, 69-90, Boston
- " (1940b): Serphidae in Baltic amber, with the description of a new living genus.— *Proceed. Amer. Acad. Arts Scienc.*, 73, 9, 259-269, Boston
- BRUES, C.T., MELANDER, A.L., CARPENTER, F.M. (1954): Classification of Insects. Keys to the living and extinct families of Insects, and to the living families of other terrestrial arthropods.— *Bull. Mus. comp. Zool.*, 108, 1-917, Cambridge, Mass.
- BULANOVA-ZACHVATKINA, E.M. (1974): Novyi rod kleschtscha (Acariformes, Oribatei) iz verhnego mela Tajmyra.— *Paleont. Zhurnal*, 2, 141-144, Moskau
- BURR, M. (1911): Dermaptera (Earwigs) preserved in Amber, from Prussia.— *Transacta Linn. Soc. London 2. ser.*, 11, 145-150, London
- CARPENTER, F.M. (1929): A Jurassic Neuropteran from the lithographic limestone of Bavaria.— *Psyche*, 36, 3, 190-194, Cambridge, Mass.
- " (1935): Fossil insects in Canadian amber.— *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.*, 38, 69, Toronto
- " (1940): A revision of the nearctic Hemerobiidae, Berothidae, Sisyridae, Polystoechotidae and Dilaridae (Neuroptera).— *Proceed. Amer. Acad. Arts Scienc.*, 74, 193-278, Boston
- " (1954): The Baltic Amber Mecoptera.— *Psyche*, 61, 1, 31-40, Cambridge, Mass.
- " (1956): The Baltic Amber Snake-Flies (Neuroptera).— *Psyche*, 63, 3, 77-81, Cambridge, Mass.
- " (1967): Cretaceous insects from Labrador 2. A new family of Snake-Flies (Neuroptera: Alloraphidiidae).— *Psyche*, 74, 4, 270-275, Cambridge, Mass.
- CARPENTER, F.M., & BROWN, W.L. (1967): The first Mesozoic Ant.— *Science*, 157, 1038-1040, New York
- COCKERELL, T.D.A. (1909): Descriptions of Hymenoptera from Baltic Amber.— *Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg*, 50, 1-25, Königsberg
- " (1916): Insects in Burmese amber.— *Amer. J. Scienc.*, 42, 135-138, Washington
- " (1917a): Arthropods in Burmese amber.— *Amer. J. Scienc.*, 44, 4, 360-368, Washington
- " (1917b): ? (sinngemäß: A fossil caddisfly from cretaceous amber of Tennessee).— *Proceed. U. S. Nat. Mus.*, 51, 89
- " (1919): Two interesting insects in Burmese amber.— *The Entomologist*, 52, 193-194, London
- " (1922): Fossils in Burmese amber.— *Nature*, 109, 713-714, London-Washington
- " (1923): Insects in amber from south America.— *Amer. J. Scienc.*, 5, 331-333, Washington
- COCKERELL, T.D.A., & CLARK, G.E. (1918): A tipulid fly from Baltic amber.— *Canadian Entomologist*, 50, 115-116, Ottawa
- COOPER, K.W. (1964): The first fossil Tardigrade: *Beorn leggi* COOPER, from cretaceous amber.— *Psyche*, 71, 2, 41-48, Cambridge, Mass.
- CROWSON, R.A. (1964): A review of the classification of Cleroidea (Coleoptera), with descriptions of two new genera of Peltidae and of several new larval types.— *Transact. R. ent. soc. London*, 116, 275-327, London
- " (1965): Some thoughts concerning the insects of the Baltic amber.— *Proceed. XII th Internat. Congr. Ent. London*, 1964, 133, London
- " (1973): On a new Superfamily Artematopoidea of polyphagan beetles with the definition of two new fossil genera from the Baltic amber.— *J. nat. hist.*, 1973, 7, 225-238, London
- " (1975): The evolutionary history of Coleoptera, as documented by fossil and comparative evidence.

- Atti X. Congr. Nazion. Ital. Entomol. Sassari 20-25 Maggio 1974, 1-35, Florenz
- DAHL, C. (1971): Trichoceridae (Dipt.) from the Baltic Amber.— Ent. Scand., 2, 29-40, Lund
- DAHMS, P. (1915): Einschlüsse im Bernstein.— Ber. Westpreuss. Bot.-Zool. Ver. Danzig, 38, 59, Danzig
- DALMAN, J. (1825): Om Insekter inneslutna i copal, jeinte beskrifning pa nagra, deribland förekommande nya slägten och arter.— Kgl. Sven. Vet. Akad. Handl., 46, 375-410, Stockholm
- DAMPF, A. (1910): Palaeopsylla klebsiana n. sp., ein fossiler Floh aus dem Baltischen Bernstein.— Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 51, 248-259, Königsberg
- DOMKE, W. (1952): Der erste sichere Fund eines Myxomyceten im Baltischen Bernstein (Stemonitis splendens Rost. fa. succini fa. nov. foss.).— Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 21, 154-161, Hamburg
- DORF, E. (1967): Cretaceous Insects from Labrador. 1. Geological occurrence.— Psyche, 74, 4, 267-269, Cambridge, Mass.
- DOUTT, R.L. (1973): The fossil Mymaridae (Hymenoptera, Chalcidoidea).— Pan-Pacif. Entomologist, 49, 3, 221-228, San Francisco
- DURHAM, J.W. (1956): Insect bearing amber in Indonesia and the Philippine Islands.— Pan-Pacif. Entomologist, 32, 2, 51-53, San Francisco
- " (1957): Amber through the ages.— Pacific Discovery, 10, 3-5, San Francisco
- DURHAM, J.W., & HURD, P.D. (1957): Fossiliferous Amber of Chiapas, Mexico.— Bull. Geol. Soc. Amer., 68, 1824, New York
- DYBAS, H.S. (1961): A new fossil feather-wing beetle from Baltic amber (Coleoptera: Ptilidae).— Fieldiana Chicago (Zool.), 44, 1-9, Chicago
- ECKSTEIN, K. (1890): Thierische Haareinschlüsse im Baltischen Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 7, 3, 90-93, Danzig
- EMERSON, A.E. (1933): A revision of the Genera of fossil and recent Termopsinae (Isoptera).— Univ. Calif. Publ. Entomol., 6, 165-196, Berkeley
- " (1967): Cretaceous Insects from Labrador. 3. A new Genus and Species of Termite (Isoptera: Hodotermitidae).— Psyche, 74, 4, 276-289, Cambridge, Mass.
- " (1968): A revision of the fossil genus Ulmeriella (Isoptera, Hodotermitidae, Hodotermitinae).— Amer. Mus. Novit., 2332, 1-22, New York
- " (1969): A revision of the tertiary fossil Species of the Kalotermitidae (Isoptera).— Amer. Mus. Novit., 2359, 1-35, New York
- " (1971): Tertiary fossil species of the Rhinotermitidae (Isoptera), phylogeny of Genera, and reciprocal phylogeny of associated Flagellata (Protozoa) and the Staphylinidae (Coleoptera).— Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 146, 3, 243-303, New York
- EMERY, C. (1891): Le formiche dell'ambra siciliana nel museo mineralogico dell'Università di Bologna.— Mem. R. Accad. Sci. Ist. Bologna, 5, 1, 141-165, Bologna
- " (1905): Deux fourmis de l'ambre de la Baltique.— Bull. Soc. Entomol. France, 1905, 187-189, Paris
- ERWIN, T.L. (1971): Fossil Tachyine beetles from Mexican and Baltic amber. With notes on a new synonymy of an extant group (Col., Carabidae).— Ent. Scand., 2, 233-236, Lund
- ESSIG, E.O. (1938): Insects and Arachnids from Canadian Amber. Aphididae.—Univ. Toronto Stud. Geol. Ser., 40, 17-21, Toronto
- EVANS, H.E. (1969): Three new cretaceous Aculeate Wasps (Hymenoptera).— Psyche, 76, 3, 251-261, Cambridge, Mass.
- " (1973): Cretaceous Aculeate Wasps from Taimyr, Siberia (Hymenoptera).— Psyche, 80, 3, 166-178, Cambridge, Mass.
- EWING, H.E. (1938): Insects and Arachnids from Canadian Amber. Acarina.— Univ. Toronto Stud. Geol. Ser., 40, 56-62, Toronto
- FOLSOM, J.W. (1938): Insects and Arachnids from Canadian Amber. Collembola.— Univ. Toronto Stud. Geol. Ser., 40, 14-17, Toronto
- FOORD, A.S. (18??): ? (sinngemäß: The fauna of the Norfolk amber).— Transact. Norfolk and Norwich Nat. Soc., 5, 92
- FRIEDRICH, H. (1953): Neuroptera.— in BRONN, H.G. (Herausgeber): Klassen und Ordnungen des Tierreiches, 5, 3, 12. Buch, Teil a, 1-148, Leipzig
- FULLER, C. (1919): The wing venation and respiratory system of certain South African Termites.— Ann. Natal Mus., 4, 19-102, Pietermaritzburg, Südafrika
- GALIPPE, V. (1920): Recherches sur la Résistances des Microzymas à l' action du Temps et sur leur Survivances dans l' Ambre.— Acad. Scienc. au 6 Avril 1920, 170, 14, Paris
- GLÜCKNER, W. (1977): Die Tränen der Heliaden.— Kosmos, 73, 367-373, Stuttgart
- GOEPPERT, H.R. (1870): Ueber sicilianischen Bernstein und dessen Einschlüsse.— Jber. schles. Ges., 48, 51-52
- " (1879): Sull' ambra di Sicilia e sugli oggetti in essa rinchiusi.— Atti Real. Accad. dei Lincei, 276, 56-62, Rom

- GOLDSMITH, E. (1879): ? (sinngemäß: Fossil Insects preserved in amber from Nantucket Island, Massachusetts). — *Proceed. Acad. Nat. Scienc. Philadelphia*
- GRABERT, G., & GRABERT, H. (1959): Ein falscher Bernsteinfrosch.— *Natur und Museum*, 89, 23-27, Frankfurt am Main
- GROSS, J. (1931): Die Urform der Anthomyceten nebst Zucker und Stärke im Tertiär.— *Forschungen und Fortschritte*, 7, 175-177, Stuttgart
- GUERIN-MENNEVILLE, F.E. (1838): Note sur les insectes trouvés dans l'ambre de Sicilie.— *Travaux inédits. Rev. zool. soc. Cuvierenne*, 1838, 168-177
- HAGEN, H.A. (1854): Ober die Neuropteren der Bernsteinfauna.— *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien*, 4, 221-232, Wien
- HANDLIRSCH, A. (1906-1908): Die fossilen Insekten.— 1-1430, Leipzig
- " (1937): Neue Untersuchungen über die fossilen Insekten mit Ergänzungen und Nachträgen, sowie Ausblicken auf phylogenetische, paläogeographische und allgemein biologische Probleme. — *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 48, 1-140, Wien
- HANDSCHIEN, E. (1935): Indo-australische Neuropteren and Mecopteren.— *Rev. Suisse Zool.*, 42, 683-714, Zürich
- HEIE, O.E. (1967): Studies on fossil aphids (Homoptera: Aphidoidea), especially in the Copenhagen collection of fossils in Baltic. amber.— *Spolia zool. Mus. haun.*, 26, 1-273, Kopenhagen
- " (1976): Taxonomy and phylogeny of the family Elektraphididae Steffan, 1968 (Homoptera: Aphidoidea) with a key to the species and description of *Schizoneurites obliquus* n. sp.— *Ent. Scand.*, 7, 53-58, Lund
- HELM, O. (1884): Mitteilungen über Bernstein VIII. Ober einige Einschlüsse im Bernstein.— *Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F.*, 6, 125-127, Danzig
- " (1886): Mitteilungen über Bernstein XIII. Ober die Insekten des Bernsteins.— *Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F.*, 6, 3, 267-277, Danzig
- " (1896): Beiträge zur Kenntnis der Insekten des Bernsteins.— *Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F.*, 9, 220-231, Danzig
- " (1899a): Bemerkenswerte Käfereinschlüsse im Succinit.— *Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F.*, 10, 37-38, Danzig
- " (1899b): Insekteneinschlüsse im Gedanit.— *Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F.*, 10, 38, Danzig
- HENNIG, W. (1938): Die Gattung *Rhachicerus* Walker und ihre Verwandten im baltischen Bernstein (Dipt.).— *Zool. Anz.*, 123, 33-41, Leipzig
- " (1939): Über einen Floh aus der Bernsteinsammlung des Herrn Scheele.— *Arb. Morph. Taxon. Entomol. Inst. Berlin-Dahlem*, 6, 4, 330-332, Berlin
- " (1964): Die Dipteren-Familie *Sciadoceridae* im Baltischen Bernstein (Diptera: Cyclorrhapha Aschiza).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 127, 1-10, Stuttgart
- " (1965): Die *Acalyptratae* des Baltischen Bernsteins.— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 145, 1-215, Stuttgart
- " (1966a): *Fannia scalaris* Fabricius, eine rezente Art im Baltischen Bernstein ? (Diptera: Muscidae).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 150, 1-12, Stuttgart
- " (1966b): *Dixidae* aus dem Baltischen Bernstein mit Bemerkungen über einige andere fossile Arten aus der Gruppe *Culicoidea* (Diptera: Nematocera).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 153, 1-16, Stuttgart
- " (1966c): *Conopidae* im Baltischen Bernstein (Diptera: Cyclorrhapha).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 154, 1-24, Stuttgart
- " (1966d): Einige Bemerkungen über die Typen der von Giebel 1862 angeblich aus dem Bernstein beschriebenen Insektenarten.— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 162, 1-7, Stuttgart
- " (1966e): *Bombyliidae* im Kopal und im Baltischen Bernstein (Diptera: Brachycera).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 166, 1-20, Stuttgart
- " (1967a): Die sogenannten "niederen Brachycera" im Baltischen Bernstein (Diptera: Fam. *Xylophagidae*, *Xylomyidae*, *Rhagionidae*, *Tabanidae*).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 174, 1-51, Stuttgart
- " (1967b): Neue *Acalyptratae* aus dem Baltischen Bernstein (Diptera: Cyclorrhapha).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 175, 1-27, Stuttgart
- " (1967c): *Therevidae* aus dem Baltischen Bernstein mit einigen Bemerkungen über *Asilidae* und *Bombyliidae* (Diptera Brachycera).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 176, 1-14, Stuttgart
- " (1969a): Die Stammesgeschichte der Insekten.— *Senckenberg-Buch*, 49, 1-436, Frankfurt am Main
- " (1969b): Neue Übersicht über die aus dem Baltischen Bernstein bekannten *Acalyptratae* (Diptera: Cyclorrhapha).— *Stuttg. Beitr. Naturk.*, 209, 1-42, Stuttgart
- " (1969b): Kritische Bemerkungen über die phylogenetische Bedeutung von Bernsteinfossilien: Die Gattungen *Proplatypygus* (Diptera, *Bombyliidae*) und *Palaeopsylla* (Siphonaptera).— *Estr. Mem. Soc. Ent. Ital.*, 48, 57-67, Genua
- " (1969c): Bernsteinfossilien.— *Naturwissenschaft und Medizin*, 26, 10-24, Mannheim

- HENNIG, W. (1970a): Zur Situation der biologischen Systematik.— Erlanger Forsch. R. B. Naturwiss., 4, 7-15, Erlangen
- " (1970b): Insektenfossilien aus der unteren Kreide II. Empididae (Diptera, Brachycera).— Stuttg. Beitr. Naturk., 214, 1-12, Stuttgart
- " (1971a): Insektenfossilien aus der unteren Kreide III. Empidiformia ("Microphorinae") aus der unteren Kreide und aus dem Baltischen Bernstein; ein Vertreter der Cyclorrhapha aus der unteren Kreide.— Stuttg. Beitr. Naturk., 232, 1-28, Stuttgart
- " (1971b): Die Familien Pseudopomyzidae und Milichidae im Baltischen Bernstein (Diptera: Cyclorrhapha).— Stuttg. Beitr. Naturk., 233, 1-15, Stuttgart
- " (1972): Insektenfossilien aus der unteren Kreide IV. Psychodidae (Phlebotominae), mit einer kritischen Übersicht über das phylogenetische System der Familie und die bisher beschriebenen Fossilien (Diptera).— Stuttg. Beitr. Naturk., 241, 1-69, Stuttgart
- " (1973): Diptera (Zweiflügler).— in HELMCKE, J.G., STARCK, D., & WERMUTH, H. (Herausgeber): Handbuch der Zoologie, 4, 31, 1-336, Berlin-New York
- HILLS, E.S. (1957): Fossiliferous Tertiary resin from Allendale, Victoria.— Proceed. R. Soc. Victoria, New South Wales, 69, 15-20, Victoria
- HOLLAND, G.P. (1951): Insects in Canadian Amber.— Div. Entomol. Newslett. Scienc. Serv. Canad. Dep. Agricult., 1951, 1-2, Ottawa
- HONG YOU-CHONG, YANG TZU-CHIANG, WANG SHIH-TAO, WANG SZU-EN, LI YU-KUEI, SUN MENG-RUNG, SUN HSIAN-CHUN, & TU NAI CHIU (1974): Stratigraphy and Palaeontology of Fushun Coal-field, Liaoning Province.— (in chines., mit engl. Summary), Acta Geol. Sinica, 1974, 2, 113-150, Peking
- HOPE, F.W. (1837-1840): Observations on succinic insects. Part the second: Gums and Resins.— Transact. Entomol. Soc., 2, 55-56, London
- HORN, W. (1906): Ueber das Vorkommen von Tetracha carolina L. im preussischen Bernstein und die Phylogenie der Cicindela-Arten.— Deutsche Entomol. Zeitschrift, 1906, 329-336, Berlin
- HOWES, F.N. (1949): Vegetable gums and resins.— Chronica Botanica, 1-188, Waltham, Mass.
- HURD, P.D., SMITH, R.F., & DURHAM, J.W. (1961): The fossiliferous amber of Chiapas, Mexico.— Ciencia Comunicat. orig., 21, 3, 107-118, Mexico City
- HURD, P.D., SMITH, R.F., & USINGER, D. (1958): Cretaceous and Tertiary Insects in Arctic and Mexican amber.— Proceed. 10th Internat. Congr. Entomol. Montreal, 1956, 1, 851, Montreal
- JUST, J. (1974): On Palaeogammarus Zaddach, 1864, with a description of a new species from western Baltic amber (Crustacea, Amphipoda, Crangonychidae).— Steenstrupia, 3, 93-99, Kopenhagen
- KALUGINA, N.S. (1974): Iz menenie podsemejstvevnogo sostava Khironomid (Diptera, Chironomidae) kak poazatel' vozmoznogo vtrofirovanija vodoemov v kantse mezozoja (Changes in the subfamilial composition of chironomid midges as an indicator of a possible eutrophication of continental water reservoirs at the end of the Mesozoic).— Bull. Mosc. Obshtshestva Ispytatelij Prirody, vtdel biol., novaja serija, 79, 6, 45-56, Moskau
- " (1976): Non-Biting Midges of the Subfamily Diamesinae (Diptera, Chironomidae) from the upper Cretaceous of Taimyr.— Paleont. J., 1976, 1, 78-83, Washington
- KARSCH, F. (1884): Neue Milben im Bernstein.— Berl. Entomol. Zeitschrift., 28, 1, 175-176, Berlin
- KEILBACH, R. (1937): Neue Forschungen über samländische Bernsteineinschlüsse.— Die Naturforscher, 13, 398-400
- " (1939): Neue Funde des Strepsipterons Mengea tertiaria im Baltischen Bernstein.— Bernsteinforschungen, 4, 1-7, Leipzig
- KELNER-PILLAULT, S. (1969): Abeilles fossiles Ancetres des Apides sociaux.— Intern. Union Stud. social Insects, VI. Congr., Proceed., 85-93, Bern
- " (1970): L'ambre Balte et sa fauna entomologique avec description de deux Apides nouveaux.— Ann. Soc. Entomol. France, N. S., 6, 3-24, Paris
- " (1974): Etat d'Evolution des Apides de l'ambre Balte.— Ann. Soc. Entomol. France, N. S., 10, 623-634, Paris
- KINSEY, A.C. (1919): Fossil Cynipidae.— Psyche, 26, 44-49, Cambridge, Mass.
- " (1938): Insects and Arachnids from Canadian Amber. Cynipidae.— Univ. Toronto Stud. Geol. Ser., 40, 21-27, Toronto
- KIRCHNER, G. (1944): Korallen im Bernstein.— Umschau Wiss. Technik, 48, 113-115, Frankfurt am Main
- " (1950): Submarine Bernsteineinschlüsse - Amber inclusions.— Endeavour, 9, 70-75, London
- KLEBS, R. (1886): Gastropoden im Bernstein.— Jb. königl. Preuss. Geol. La., 1885, 366-394, Berlin
- " (1910): Ober Bernsteineinschlüsse im allgemeinen und die Coleopteren meiner Bernsteinsammlung.— Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 51, 217-242, Königsberg
- KORNILOWITSCH, N. (1903): Hat sich die Struktur quergestreifter Muskeln bei Insekten, die wir im Bernstein antreffen, erhalten? (in russ.).— Sber. Naturforsch. Ges. Dorpat, 13, 198-206, Dorpat
- KONONOVA, E.L. (1975): A new Aphid family (Homoptera: Aphidina) from the Upper Cretaceous of the Taimyr.— Entomol. Rev., 54, 4, 6068, Washington
- KOVALEV, V.G. (1974): A new Genus of the Family Empididae (Diptera) and its phylogenetic relationships.—

- Paleont. J., 1974, 2, 196-204, Washington
- KOZLOV, M.A. (1973): Proctotrupoidnye naezdniki (Hymenoptera, Proctotrupoidea); i blizkie k nim gruppy iz verkhnje melovogo taimyrskogo jantarja (Proctotrupoid wasps and related groups from the upper Cretaceous Taimyrian amber).— Tezisy dokladov oltshetnoj nautshnoj sessii po itogam rabot 1972 goda, Zoolog. inst. AN SSSR, 13-14
- KROGER, L. (1922): Berothidae. Beiträge zu einer Monographie der Neuropteren-Familie der Berothiden.— Ent. Ztschrift Stettin, 83, 49-88, Stettin
- " (1923): Neuroptera succinia baltica.— Entomol. Ztschrift Stettin, 84, 68-92, Stettin
- KOHNE, W.G., KUBIG, L., & SCHLÖTER, T. (1973): Eine Micropterygide (Lepidoptera, Homoneura) aus mittelcretazischem Harz Nordwestfrankreichs.— Mitt. Deutsche Entomol. Ges., 32, 3/4, 61-64, Berlin
- KUSNEZOV, N.J. (1941): A Revision of the Amber Lepidoptera (in russ.).— Acad. Scienc. Union Republ. Soviet. socialist. Inst. Paleont., 1-136, Moskau-Leningrad
- LANGENHEIM, J.H. (1964): Present status of botanical studies of ambers.— Harvard Univ. Bot. Mus. Leaflets, 20, 225-287, Harvard
- LARSSON, S.G. (1962): The Copenhagen collection of amber-fossils.— Entomol. Medd., 31, 323-326, Kopenhagen
- " (1965): Reflections on the Baltic amber inclusions.— Entomol. Medd., 34, 135-142, Kopenhagen
- " (1975): Palaeobiology and mode of burial of the insects of the Lower Eocene Mo-clay of Denmark.— Bull. Geol. Soc. Denmark, 24, 65-81, Kopenhagen
- " (1978): Baltic Amber - a palaeobiological study.— Entomonograph, 1, 1-192, Klampenborg, Denmark
- LEGG, W.M. (1942): Collection, preparation and statistical study of fossil insects from chemawinite.— Senior Thesis, Dept. Biol., Princeton Univ., 1-85, Princeton
- LENGERKEN, H.v. (1913): Etwas über den Erhaltungszustand von Insekten-Inklusen im Bernstein.— Zool. Anz., 41, 284-286, Leipzig
- " (1922): Über fossile Chitinstrukturen.— Verh. Deutsche Zool. Ges., 6, 73-74
- " (1923): Über Widerstandsfähigkeit organischer Substanzen gegen natürliche Zersetzung.— Biol. Zentralbl., 43, 546-555
- LIEDTKE, W. (1975): Käfer des baltischen Bernsteins.— Wiss. Diplomarbeit an der Math.-Naturwiss. Fakultät Christian-Albrechts Univ. Kiel, 1-68, Kiel
- LOEW, H. (1864): On the Diptera or two-winged insects of the Amberfauna.— Americ. J. Scienc., 37, 305-324, New Haven
- LUCKS, R. (1928): Palaeogammarus balticus, nov. spec., ein neuer Gammaride aus dem Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 18, 3, 1-12, Danzig
- LOHE, M. (1904): Säugetierhaare im Bernstein.— Sber. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 45, 62-63, Königsberg
- MACKAY, M.R. (1969a): Microlepidopterous larvae in Baltic amber.— Canad. Entomologist, 101, 1173-1180, Ottawa
- " (1969b): Lepidoptera in Cretaceous amber.— Science, 167, 379-380, New York
- MACLEOD, E. (1970): The Neuroptera of the Baltic amber. I. Ascalaphidae, Nymphidae, and Psychopsidae.— Psyche, 77, 2, 146-180, Cambridge, Mass.
- MACLEOD, E., & ADAMS, P.A. (1967): A review of the Taxonomy and Morphology of the Berothidae, with description of a new Subfamily from Chile (Neuroptera).— Psyche, 74, 3, 237-265, Cambridge, Mass.
- McALPINE, J.F. (1970): First record of calypterae flies in the mesozoic era (Diptera, Calliphoridae).— Canad. Entomologist, 102, 342-346, Ottawa
- " (1973): A fossil Ironomyiid Fly from Canadian Amber (Diptera: Ironomyiidae).— Canad. Entomologist, 105, 105-111, Ottawa
- McALPINE, J.F., & MARTIN, J.E.H. (1966): Systematics of Sciadoceridae with descriptions of two new Genera and Species from Canadian amber and erection of family Ironomyiidae (Diptera: Phoroidea).— Canad. Entomologist, 98, 5, 527-544, Ottawa
- " (1969a): Canadian amber.— The Beaver, Magazine of the North, Summer 1969, 28-37, Winnipeg
- " (1969b): Canadian amber: A paleontological treasure chest.— Canad. Entomologist, 101, 819-838, Ottawa
- MAGDEFRAU, K. (1957): Flechten und Moose im Baltischen Bernstein.— Ber. deutsch. Bot. Ges., 70, 433-435, Berlin
- MASNER, L. (1969a): The geographic distribution of recent and fossil Ambrositrinae (Hymenoptera, Proctotrupoidea: Diapriidae).— Ber. 10. Wanderversamml. Deutsch. Entomol. 1965, 105-109, Dresden
- " (1969b): A Scelionid wasp surviving unchanged since Tertiary (Hymenoptera: Proctotrupoidea).— Proceed. Entomol. Soc. Washington, 71, 397-400, Washington

- MAYR, G.L. (1868): Die Ameisen des Baltischen Bernsteins.— Beitr. Naturk. preuss. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 1, 1-102, Königsberg
- MEINANDER, M. (1975): Fossil Coniopterygidae.— Notulae Entomologicae, 55, 53-57, Helsinki
- MENGE, A. (1866): Ueber ein Rhipidopteron und einige andere im Bernstein eingeschlossene Tiere.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 1, 3/4, 1-8, Danzig
- " (1869): Ueber einen Scorpion und zwei Spinnen im Bernstein.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 2, 2, 1-9
- " (1872): Ueber eine im Bernstein eingeschlossene Mermis.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 3, 1, 1-2, Danzig
- MEYER, A.B. (1887): Notiz über im Ostsee-Bernstein eingeschlossene Vogelfedern.— Schrift. Naturforsch. Ges. Danzig, N. F., 6, 4, 206-208, Danzig
- MEUNIER, F. (1905): Sur deux Mymaridae de l'ambre de la Baltique.— Miscell. Entomol., Rev. Entomol. Internat., 13, 1, 1-4
- " (1907): Monographie des Dolichopodidae de l'ambre de la Baltique.— Naturaliste, 1, 29-30
- " (1908): Monographie des Empididae de l'ambre de la Baltique.— Ann. Scienc. Nat., Zool., 7, 81-135
- " (1916a): Beitrag zur Monographie der Mycetophiliden und Tipuliden des Bernsteins.— Ztschrift Deutsche Geol. Ges., 68, 477-498, Berlin
- " (1916b): Über einige Proctotrypidae (Bethylinae, Ceraphroninae und Scelioninae) aus dem subfossilen und dem rezenten Kopal von Zanzibar und Madagaskar.— Ztschrift Deutsche Geol. Ges., 68, 3, 391-395, Berlin
- MIERZEJEWSKI, P. (1976a): Scanning Electron Microscopic Studies on the Fossilisation of Baltic Amber Spiders (Preliminary Note).— Ann. Med. Sect. Pol. Acad. Scienc., 21, 1-2, Warschau
- " (1976b): On application of scanning electron microscope to the study of organic inclusions from the Baltic amber.— Pol. Tow. Geol., Roczn., 46, 3, 291-295, Warschau
- " (1978): Electron microscopy study on the milky impurities covering arthropod inclusions in the Baltic amber.— Prace Muzeum Ziemi, 28, 79-84, Warschau
- MUESEBECK, C.F.W. (1963): A new Ceraphronid from Cretaceous amber (Hymenoptera: Proctotrupeoidea).— J. Paleont., 37, 1, 129-130, Washington
- NEGROBOV, O.P. (1976): Novii rod sjemjeistva Dolichopodidae (Diptera) is Paleogenovich smol ochotskogo morja. — Paleontologizjeskiji zhurnal, 4, 122-124, Moskau
- ONOYAMA, K. (1974): The fossil ants in Mizunami amber; Preliminary report (in japan).— Bull. Mizunami Foss. Mus., 1, 445-453, Mizunami City
- PARAMONOV, S.J. (1938): Zur Entomofauna des Bernsteins.— Trav. Inst. Zool. Biol. Acad. RSS. Ukraine, 18, 1936, 53-64, Kiew
- PETERSON, B.V. (1975): A new cretaceous Bibionid from Canadian Amber (Diptera: Bibionidae).— Canad. Entomologist, 107, 711-715, Ottawa
- PETRUNKEVITCH, A. (1942): A study of amber Spiders.— Transact. Connecticut Acad. Arts Scienc., 34, 119-464, Connecticut
- " (1957): Eohelea stridulans n. gen., n. sp. a striking example of paramorphism in an amber biting midge.— J. Paleont., 31, 208-214, Washington
- " (1958): Amber spiders in European collections.— Transact. Connecticut Acad. Arts Scienc., 41, 41-400, Connecticut
- " (1963): Chiapas amber Spiders.— Univ. California Public. Entomol., 31, 1, 1-40, Berkeley
- PEUS, F. (1968): Über die beiden Bernstein-Flöhe (Insecta, Siphonaptera).— Paläont. Ztschrift, 42, 1/2, 62-72, Stuttgart
- PEYERIMHOFF, P.d. (1909): Le Cupes de l'ambre de la Baltique.— Bull. Soc. Entomol. France, 1909, 57-60, Paris
- PFAU, H.K. (1975): Zwei neue Kleinlibellen (Odonata, Zygoptera - möglicherweise Platycnemidae) aus dem baltischen Bernstein.— Stuttg. Beitr. Naturk. Ser. A (Biol.), 270, 1-7, Stuttgart
- PIA, J. (1927): Thallophyta.— in HIRMER (Herausgeber): Handbuch der Paläobotanik, 1, 31-136, München-Berlin
- PING, C. (1931): On a Blattoid Insect in the Fushun Amber.— Bull. Geol. Soc. China, 11, 2, 205-207, Peiping
- PONOMARENKO, A.G. (1969): Cretaceous Insects from Labrador. 4. A new Family of Beetles (Coleoptera: Archostemata).— Psyche, 76, 3, 306-310, Cambridge, Mass.
- " (1975): A new Hymenopteran Species from Baltic amber.— Paleont. J., 1975, 1, 124-127, Washington
- POPOV, J.A. (1971): Istorizjeskoje rasvitije polyzhjestkokrilich infraotrijada Nepomorpha (Heteroptera) (Historical development of Hemiptera, Infraordo Nepomorpha, Heteroptera).— Akademiya Nauk SSSR, 129, 1-228, Moskau
- PROTESCU, O. (1937): Etude géologique et paléobiologique de l'ambre Roumain.— Bull. Soc. Romana Geol. B., 3, 65-110, Bukarest

- QUIEL, G. (1911): Bemerkungen über Coleopteren aus dem baltischen Bernstein.— Berl. Entomol. Ztschrift., 55, 181-192, Berlin
- RASNITSYN, A.P. (1975): Vysshie perepentschatokrylye mesozoja (Hymenoptera Apocrita of Mesozoic)(unter Mitarbeit von A. DLUSSKY, & M.A. KOZLOV).— Trudy paleont. Inst., 147, 1-134, Moskau
- " (1977): Novoje sjemjeistvo pililtschtschkov (Hymenoptera, Tenthredinoidea, Electrotomidae) is baltijskogo jantarja.— Zoolog. Zhurnal, 56, 9, 1304-1308, Moskau
- REBEL, H. (1934a): Microlepidopteren aus dem baltischen Bernstein.— Forschungen und Fortschritte, 10, 372-373, Stuttgart
- " (1934b): Bernstein-Lepidopteren (aus der Sammlung Bachofen-Echt).— Palaeobiologica, 6, 1-16, Wien
- " (1935): Bernstein-Lepidopteren.— Deutsche Entomol. Ztschrift Iris, 40, 162-186
- " (1936): Mikrolepidopteren aus dem baltischen Bernstein.— Die Naturwissenschaften, 24, 519-520, Berlin
- " (1937): Zur Systematik der Bernstein-Lepidopteren.— Ztschrift österr. Entomol.-Verein Wien, 22, 1-3, Wien
- REHN, J.W. (1951): Classification of the Blattaria as indicated by their wings (Orthoptera).— Mem. Americ. Entomol. Soc., 14, 1-134, Lancaster
- REMM, K.Y. (1976): Late Cretaceous Biting Midges (Diptera, Ceratopogonidae) from fossil resins of the Khatanga depression.— Paleont. J., 1976, 3, 344-351, Washington
- RICHARDS, W.R. (1966): Systematics of fossil Aphids from Canadian Amber.— Canad. Entomologist, 98, 746-760, Ottawa
- RIEK, E.F. (1970): Lower cretaceous fleas.— Nature, 227, 746-747, London
- RÖWER, C.F. (1939): Opilioniden im Bernstein.— Palaeobiologica, 7, 1-5, Wien
- ROSEN, K.v. (1913): Die fossilen Termiten: eine kurze Zusammenfassung der bisher bekannten Funde.— Trans. II. Internat. Congr. Entomol. 1912, 318-335
- ROSS, H.H. (1958): The Cretaceous Caddisfly, *Dolophilus praemissus* Cockerell.— Proceed. 10th internat. Congr. Entomol. Montreal, 1, 849, Montreal
- ROUSSY, L. (1960): Insectes et Abeilles fossiles de l'ambre de Sicile.— Gazette Apicole, 635, 5-8, Montfavet
- ROFFLE, L., & HELMS, J. (1970): Waldsteppe und Insektenwelt im Bernstein, Beispiele aus der Bernsteinsammlung des Paläontologischen Museums.— Wissenschaftl. Ztschrift. Humboldt-Univ. Berlin, Math.-Naturwiss. R., 29, 2/3, 243-249, Berlin
- SANDERSON, M.W., & FARR, T. (1960): Amber with Insect and Plant Inclusions from the Dominican Republic.— Science, 131, 1313, New York
- SAUNDERS, W.B., MAPES, R.H., CARPENTER, F.M., & ELSIK, W.C. (1974): Fossiliferous Amber from the Eocene (Claiborne) of the Gulf Coastal Plain.— Geol. Soc. Amer. Bull., 85, 979-984, Washington
- SCHIMITSCHEK, E. (1974): Insekteinschlüsse im Bernstein aus der unteren Kreide im Libanon.— Anz. Schädlingskunde Pflanzen-Umweltschutz, 47, 93-94, Stuttgart
- SCHLEE, D. (1970): Insektenfossilien aus der unteren Kreide. I: Verwandtschaftsforschung an fossilen und rezenten Aleyrodina (Insecta: Hemiptera).— Stuttg. Beitr. Naturk., 213, 1-72, Stuttgart
- " (1972): Bernstein aus dem Libanon.— Kosmos, 1972, 460-463, Stuttgart
- " (1973): Harzkonservierte Vogelfedern aus der untersten Kreide.— J. Ornithologie, 114, 207-219, Berlin
- " (1975): Das Problem der Podonominae-Monophylie; Fossiliendiagnose und Chironomidae-Phylogenetik (Diptera).— Ent. Germ., 1, 4, 316-351, Stuttgart
- SCHLEE, D., & DIETRICH, H.G. (1970): Insektenführender Bernstein aus der Unterkreide des Libanon.— N. Jb. Geol.-Paläont. Mh., 1970, 40-50, Stuttgart
- SCHLEE, D., & GLÜCKNER, W. (1978): Bernstein. Bernsteine und Bernsteinfossilien.— Stuttg. Beitr. Naturk. Ser. C, 8, 1-72, Stuttgart
- SCHLOTTER, T. (1974): Kritisches zum Nachweis von Schmetterlingsschuppen aus einem fossilen Harz der mittleren Kreide.— Entomol. Ztschrift., 84, 253-256, Stuttgart
- " (1975): Nachweis verschiedener Insecta-Ordines in einem mittelkretazischem Harz Nordwestfrankreichs.— Ent. Germ., 1, 2, 151-161, Stuttgart
- " (1976a): Die Wollschweber-Gattung *Glabellula* (Diptera: Bombyliidae) aus dem fossilen Harz der Dominikanischen Republik.— Ent. Germ., 2, 4, 355-363, Stuttgart
- " (1976b): Die Fossilfalle Harz - der gegenwärtige Erforschungsstand.— Naturwissenschaftliche Rundschau, 29, 10, 350-354, Stuttgart
- " (1977): Indizien für terrestrische Paläobiozönosen - abgeleitet aus der Faunenzusammensetzung harzkonservierter Inkluden.— Nachrichten Deutsche geol. Ges., 1977, 70-71, Hannover
- " (1978a): Fossile Insekten aus dem Pannon von Rumänien.— N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1978, 12, 725-733, Stuttgart

- SCHLOTTER, T. (1978b): Die Schmetterlingsmücken-Gattung *Nemopalpus* (Diptera: Psychodidae) aus dem oligozänen Harz der Dominikanischen Republik.— Ent. Germ., 4, 3/4, 000-000, Stuttgart
- SCHLOTTER, T., & KOHNE, W.G. (1975): Die einseitige Trübung von Harzinklüssen - ein Indiz gleicher Bildungsstände.— Ent. Germ., 1, 3/4, 308-315, Stuttgart
- SCHUBERT, K. (1961): Neue Untersuchungen über Bau und Leben der Bernsteinkiefern.— Beihefte Geol. Jb., 45, 1-150, Hannover
- SCUDDER, S.H. (1886): A Review of Mesozoic Cockroaches.— Mem. Soc. Nat. Hist. Boston, 3, 17, 439-485, Boston
- SEEVERS, C.H. (1978): Fossil Staphylinidae in Tertiary Mexican amber (Coleoptera).— Univ. California Publ. Entomol., 31, 2, 000-000, Berkeley
- SELLNICK, M. (1918): Die Oribatiden der Bernsteinsammlung der Universität Königsberg i. Pr.— Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 59, 21-42, Königsberg
- " (1927): Rezente und fossile Oribatiden (Acar. Orib.).— Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg Sb., 65, 2, 114-116, Königsberg
- " (1931): Milben im Bernstein.— Bernsteinforschungen, 2, 148-180, Leipzig
- SENDELIUS, N. (1742): Historia Succinorum corpora aliena involventium, et naturae opere pictorum et caelatorum, ex regis Augustorum cimeliis Dresdae conditis aeri insculptorum conscripta.— 1-328, Leipzig
- SKALSKI, A.W. (1973a): Studies on the Lepidoptera from fossil resins. Part II. *Epiborkhausenites obscurotrimaculatus* gen. et sp. nov. (Oecophoridae) and a Tineid-moth discovered in the Baltic amber.— Acta Paleont. Pol., 18, 1, 153-160, Warschau
- " (1973b): Notes on the Lepidoptera from fossil resins.— Pol. Pismo Entomol., 43, 647-654, Warschau
- " (1973c): Studies on the Lepidoptera from fossil resins. Part VI. *Tortricidrosis inclusa* gen. et spec. nov. from the Baltic amber (Lep., Tortricidae).— Deutsche Entomol. Ztschrift., N. F., 20, 4/5, 339-344, Berlin
- " (1974): Zwei neue Gattungen und Arten der Familie Tineidae aus dem baltischen Bernstein. Studien an Lepidopteren aus fossilen Harzen -V.— Beitr. Entomol., 24, 1-4, 97-104, Eberswalde
- " (1976a): Les Lepidoptères fossiles de l'ambre - Etat actuel de nos connaissances.— Linneana Belgica, 6, 7, 8, 9, 154-169, 195-208, 221-233, Brüssel
- " (1976b): Studies on the Lepidoptera from fossil resins. Part I. General remarks and descriptions of new genera and species in the families Tineidae and Oecophoridae from the Baltic amber.— Prace Muzeum Ziemi
- SNYDER, T.E. (1928): A new *Reticulitermes* from Baltic sea amber (Insecta-Isoptera).— J. Washington Acad. Scienc., 18, 515-517, Washington
- " (1960): Fossil termites from Tertiary amber of Chiapas, México (Isoptera).— J. Paleont., 34, 493-494, Washington
- STEFFAN, A.W. (1968): *Elektraphididae*, *Aphidiorum* nova familia e sucino baltico (Insecta: Homoptera: Phylloxeroidea).— Zool. Jb. Syst., 95, 1-15, Jena
- STRASSEN, R.z. (1973): Fossile Fransenflügler aus mesozoischem Bernstein des Libanon.— Stuttg. Beitr. Naturk., 256, 1-51, Stuttgart
- STYS, P. (1969): Revision of fossil and pseudofossil *Enicocephalidae* (Heteroptera).— Acta entomol. bohemoslovaca, 66, 352-365, Prag
- TJEDER, B. (1959): Neuroptera - Planipennia. The lace-wings of southern Africa. 2. Family Berothidae.— South African Animal Life, 6, 256-314, Pietermaritzburg, Südafrika
- TOWNES, H. (1973a): Two Ichneumonids (Hymenoptera) from the early Cretaceous.— Proceed. Entomol. Soc., 75, 2, 216-219, Washington
- " (1973b): Three Tryphonine Ichneumonids from Cretaceous amber (Hymenoptera).— Proceed. Entomol. Soc. Washington, 75, 3, 282-287, Washington
- TSHERNOVA, O.A. (1971): A Mayfly (Ephemeroptera, Leptophlebiidae) from fossil resin of Cretaceous deposits in the polar regions of Siberia.— Entomol. Review, 50, 3, 346-349, Washington
- TORK, E. (1963): A new Tyroglyphid Deutonymph in amber from Chiapas, Mexico.— Univ. California Publ. Entomol., 31, 1, 49-51, Berkeley
- ULMER, G. (1912): Die Trichopteren des Baltischen Bernsteins.— Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg, 10, 1-380, Königsberg
- ULRICH, W. (1927): Über das bisher einzige Strepsipteron aus dem baltischen Bernstein und über eine Theorie der Mengeinbiologie.— Ztschrift Morph. Ökol. Tiere, 8, 45-62
- USINGER, R.J., & SMITH, R.F. (1957): Arctic Amber.— Pacific Discovery, 10, 2, 15-19, San Francisco
- VISHNIAKOVA, V.N. (1975): Psocoptera from fossil late Cretaceous insect-bearing resins of Taimyr.— Entomol. Review, 54, 1, 63-75, Washington
- VOIGT, E. (1937a): Der Erhaltungszustand der tierischen Einschlüsse im Bernstein.— Chem. Z., 83
- " (1937b): Paläohistologische Untersuchungen an Bernsteineinschlüssen.— Paläont. Ztschrift., 19, 35-46, Stuttgart

- VOIGT, E. (1938): Eine neue Methode zur mikroskopischen Untersuchung von Bernsteineinschlüssen.— *Forschungen und Fortschritte*, 14, 55-56, Stuttgart
- " (1952): Ein Haareinschluß mit Phthirapteren-Eiern im Bernstein.— *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, 21, 59-74, Hamburg
- WALKER, T.L. (1934): ohne Titel, sinngemäß: "Fossil Insects in Canadian Amber deposits".— *Univ. Toronto Stud. Geol. Ser.*, 36, 5-10, Toronto
- WATSON, J.C. (1925): Fossil resins (retinite) from Yallourn, Allendale and Lal Lal.— *Rec. Geol. Surv. Victoria*, 4, 4, 438-485
- WEIDNER, H. (1952): Insektenleben im Bernsteinwald (Ein Bericht über die Bernsteinsammlung des Geologischen Staatsinstituts Hamburg).— *Entomol. Ztschrift.*, 62, 8, 9, 62-64, 65-72, Stuttgart
- " (1955): Die Bernsteintermiten der Sammlung des Geologischen Staatsinstitutes Hamburg.— *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, 24, 55-74, Hamburg
- " (1956): Kotballen von Termiten im Bernstein.— *Veröff. Oberseemuseum Bremen R. A.*, 2, 363-364, Bremen
- " (1958): Einige interessante Insektenlarven aus der Bernsteinsammlung des Geologischen Staatsinstitutes Hamburg (Odonata, Megaloptera, Planipennia).— *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg*, 27, 50-68, Hamburg
- " (1964): Eine Zecke, *Ixodes succineus* sp. n., im Baltischen Bernstein.— *Veröffentl. Oberseemuseum Bremen R. A.*, 3, 143-151, Bremen
- WHALLEY, P. (1977): Lower Cretaceous Lepidoptera.— *Nature*, 266, 526, London-Washington
- " (1978a): ? , sinngemäß: New Genera and Species of the families Coniopterygidae and Berothidae (Planipennia) from lower Cretaceous resins of the Lebanon.— *South African Animal Life*
- " (1978b): ? , sinngemäß: New Genera and Species of the families Micropterygidae and Incuvariiidae (Lepidoptera).— *Manuskript*
- WHEELER, M.R. (1963): A note on some fossil Drosophilidae (Diptera) from the amber of Chiapas, México.— *J. Paleont.*, 37, 123-124, Washington
- WHEELER, W.M. (1914): The Ants of the Baltic Amber.— *Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg*, 55, 1-141, Königsberg
- WICHTERMANN, R. (1953): The biology of Paramecium.— 1-85, Blackiston, New York
- WILLE, A. (1959): A new fossil stingless bee (Meliponini) from the amber of Chiapas.— *J. Paleont.*, 33, 849-862, Washington
- WILLE, A., & CHANDLER, L.C. (1964): A new stingless bee from the Tertiary amber of the Dominican Republic (Hymenoptera: Meliponini).— *Revista Biol. Trop.*, 12, 187-195
- WILLIAMS, R.M.C. (1968): Redescription of two termites from Burmese amber.— *J. nat. Hist.*, 1968, 2, 547-551, London
- WILLIAMSON, G.C. (1932): The Book of Amber.— 1-268, London
- WILSON, E.O., CARPENTER, F.M., & BROWN, W.L.Jr. (1967a): The first mesozoic ants with the description of a new subfamily.— *Psyche*, 74, 1-19, Cambridge, Mass.
- " (1967b): The first Mesozoic Ants.— *Science*, 157, 1038-1040, New York
- WILSON, E.O., & TAYLOR, R.W. (1964): A fossil ant colony: New evidence of social antiquity.— *Psyche*, 71, 2, 93-103, Cambridge, Mass.
- YOSHIMOTO, C.M. (1975): Cretaceous Chalcidoid Fossils from Canadian amber.— *Canad. Entomologist*, 107, 499-528, Ottawa
- YUSHKIN, N.P. (1973): Amber of arctic regions (in russ.).— *Ser. Pre-prints "Scientific reports" Komi branch Acad. Scienc. USSR*, 1973, 7, 3-45
- ZADDACH, G. (1863): Eine Amphipode im Bernstein.— *Schrift. königl. physik.-ökon. Ges. zu Königsberg*, 5, 1-12, Königsberg
- ZALEWSKA, Z. (1964): A Guide to the Exhibition "Amber in Poland".— 1-20
- ZANON, V. (1929): Le diatomee dell'ambra.— *Studi Etruschi*, 3, 427-450, Florenz
- ZEUNER, F.E., & MANNING, F.J. (1976): A Monograph on fossil Bees (Hymenoptera: Apoidea) (Herausgeber: S.F. MORRIS).— *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist. Geol.*, 27, 3, 149-268, London
- ZHERICHIN, V.V. (1971): O Dolgonosikach (Insecta, Coleoptera) Baltiiskogo jantarja.— *Akad. Nauk SSSR, Paleont. Inst. Trudy*, 130, 197-209, Moskau
- ZHERICHIN, V.V., & SUKATSHEVA, J.D. (1971): O Melovych Nassekomonosyach "Jantarjach" (Retinitach) severa Sibiri.— *Doklady na dvadzat tsetvertom eschtschegodnom tschtenii pamjati N.A. Cholodkovskogo.*— *Izdatelstvo "Nauka" Leningradskogo Otdelenie* (1971), 3-48, Leningrad

Nachträge

Seite 59 (Kap. 5.3.3.2.4.):

L o c u s t y p i c u s : Bezonnais

S t r a t u m t y p i c u m : C4,1c

Seite 116 (Kap. 7.2., Tab. 9):

Fossiles Harz von Sibirien, Halbinsel Taimyr, Jantardach Sib. 6 Santonium 85 Mill. Jahre

Seite 136 (Kap. 9.1.):

AZEMA, C., DURAND, S., & MEDUS, J. (1972): Des Miospores du Cénomaniens moyen.— *Paleobiologie continentale*, 3
4, 1-54, Montpellier

Tafel 1: Aufschlußbilder von 3 harzführenden Lokalitäten am Rand des Pariser und des Aquitanischen Beckens

Fig. 1: Die Tongrube von Bezonnais (Pariser Becken) mit der Schichtenfolge des Cenomanium. Die harzführende Schicht befindet sich ungefähr am oberen Ende der Leiter.

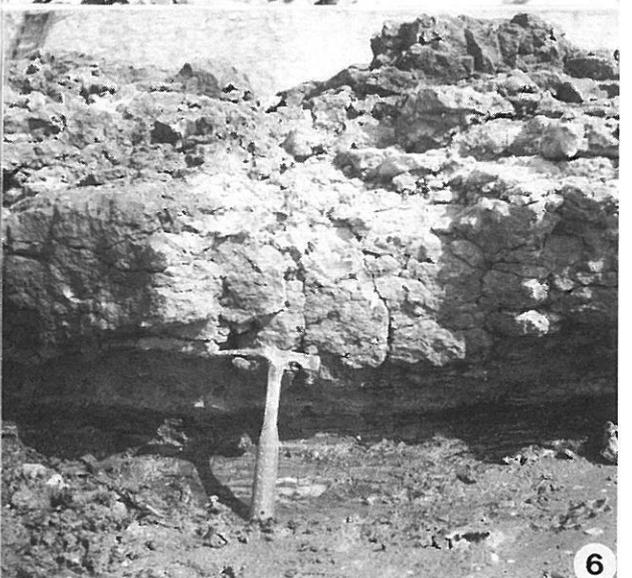
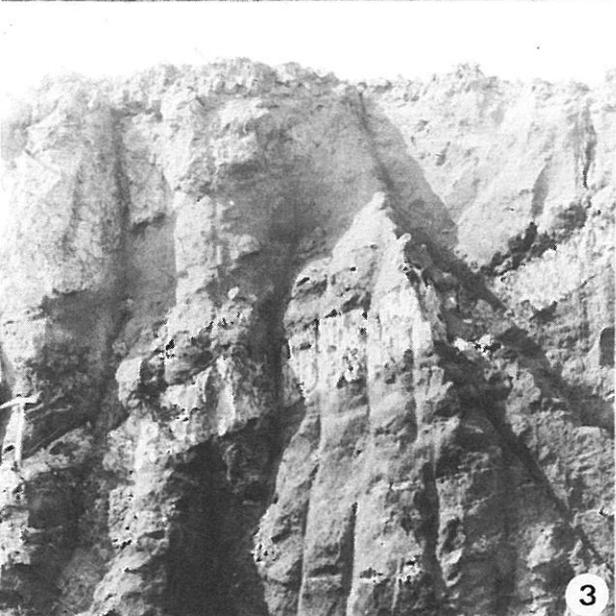
Fig. 2: Die Tongrube von Bezonnais (Pariser Becken) mit der Schichtenfolge des Cenomanium (Ausschnitt)

Fig. 3: Linsenförmige Toneinschübe in der Schichtenfolge des Cenomanium der Tongrube von Durtal (Pariser Becken) (Ausschnitt).

Fig. 4: Wechsellagerungen von schwarzem Ton und feinen Sanden in der Schichtenfolge des Cenomanium der Tongrube von Durtal (Pariser Becken) (Ausschnitt).

Fig. 5: Der bei Niedrigwasser in Fouras an der Casino-Treppe aufgeschlossene harzführende Glaukonit-Sand (Aquitanisches Becken).

Fig. 6: Übergang zwischen dem Unteren Cenomanium (C4,1b — C4,1c) und dem Oberen Cenomanium (C4,2) in Fouras an der Casino-Treppe (Aquitanisches Becken)



Tafel 2: Fossilien aus der harzführenden Schicht des Cenomanium (C4,1c) von Bezonnis (Pariser Becken)

Fig. 1: Ein etwa 500 g schwerer Harzbrocken in situ.

Fig. 2: Steinkerne mehrerer Vertreter von Lamellibranchiata indet.

Fig. 3: Steinkern eines Vertreters der Caprinidae (?) /Lamellibranchiata/

Fig. 4: Steinkern eines Vertreters der Lamellibranchiata indet.

Fig. 5: Schalenabdruck eines Vertreters der Lamellibranchiata indet.

Fig. 6: Schalenabdruck eines Vertreters der Lamellibranchiata indet.



Tafel 3: Oberflächen von Proben fossiler Harze aus dem Cenomanium von Durtal und Bezonnis (Pariser Becken)
(REM-Aufnahmen)

Fig. 1: Oberfläche und Seitenansicht einer aufgebrochenen Schlaube, die durch starke Bläschenbildung an der Oberfläche der jeweiligen Schlaubenelemente auffällt. Fundort: Durtal (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 2: Seitenansicht einer aufgebrochenen Schlaube (Ausschnitt von Fig. 1) mit starker Bläschenbildung an der Oberfläche der jeweiligen Schlaubenelemente. Fundort: Durtal (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 3: Oberfläche einer aufgebrochenen Schlaube (Ausschnitt von Fig. 1) mit starker Bläschenbildung. Fundort: Durtal (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

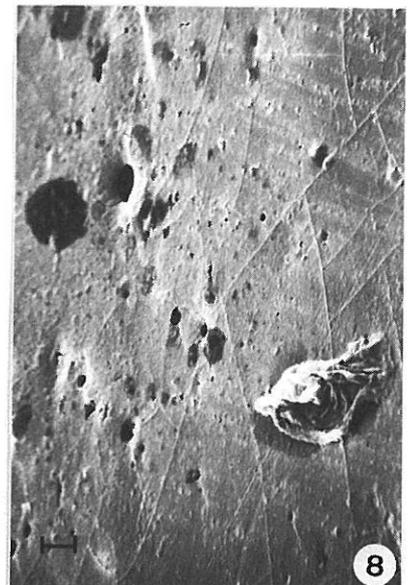
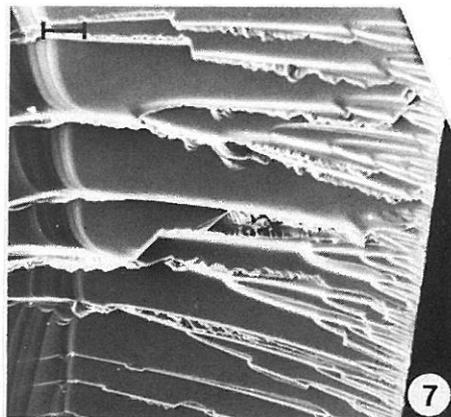
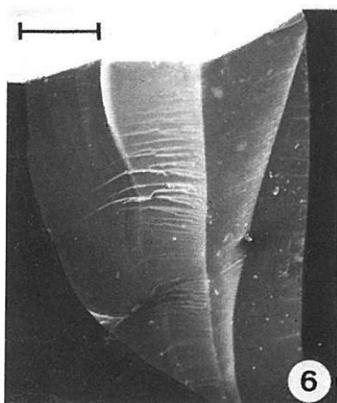
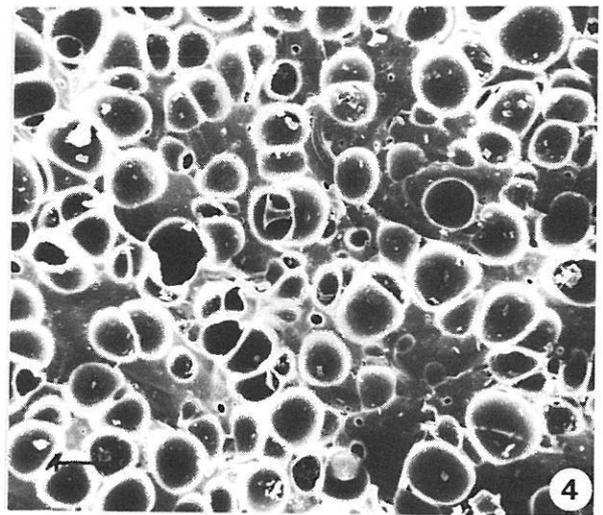
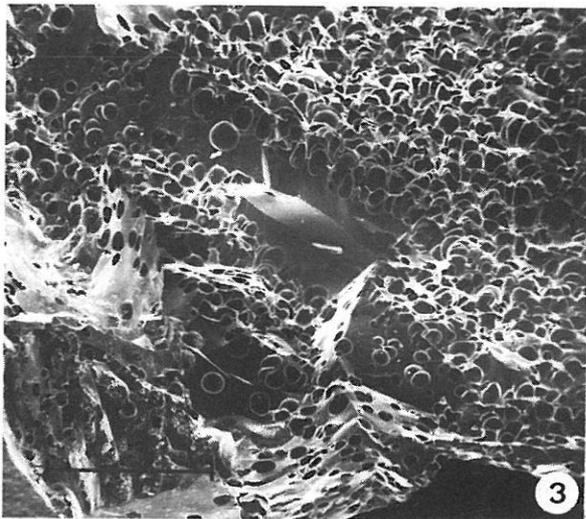
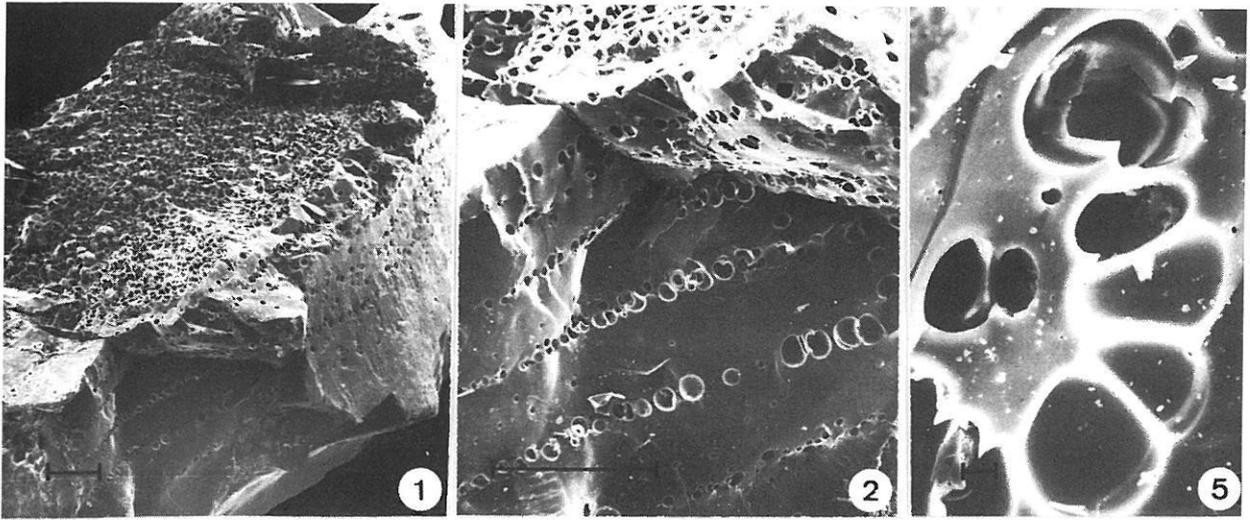
Fig. 4: Konzentration der Bläschen an der Oberfläche einer aufgebrochenen Schlauben-Oberfläche. Fundort: Durtal (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 5: Anordnung mehrerer Bläschen an der Oberfläche einer aufgebrochenen Schlauben-Oberfläche. Fundort: Durtal (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 6: Frischer Bruch eines getriebenen Harzbrockens. Fundort: Bezonnis (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 7: Bruchkante eines frischen Bruches eines getriebenen Harzbrockens (Ausschnitt von Fig. 6) (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 8: Oberfläche eines getriebenen Harzbrockens, die von feinen Spalten durchzogen wird (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)



Tafel 4: Fossiles Harz aus dem Cenomanium von NW-Frankreich und verschiedene Inkluden daraus.

Fig. 1: Aufschlußbild des Überganges zwischen dem Unteren Cenomanium (C4,1b -- C4,1c) und dem Oberen Cenomanium (C4,2) auf der Ile d` Aix (Aquitanisches Becken)

Fig. 2: Ein etwa 5 g schwerer Harzbrocken des Cenomanium (C4,1c) von Bezonnais in situ (Pariser Becken) (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 cm).

Fig. 3: Im Harz inkrustierender Pyrit. Fundort: Bezonnais (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 cm).

Fig. 4: Dünnschliff, der Bläschenbildung verschiedener Größe zeigt, aus dem fossilen Harz von Bezonnais, NW-Frankreich.- Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 5: Eine unbestimmte fossile Art der Ascomycetes, die am Abdomen eines Vertreters der Scelionidae /Hymenoptera/ auftritt.- Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm).

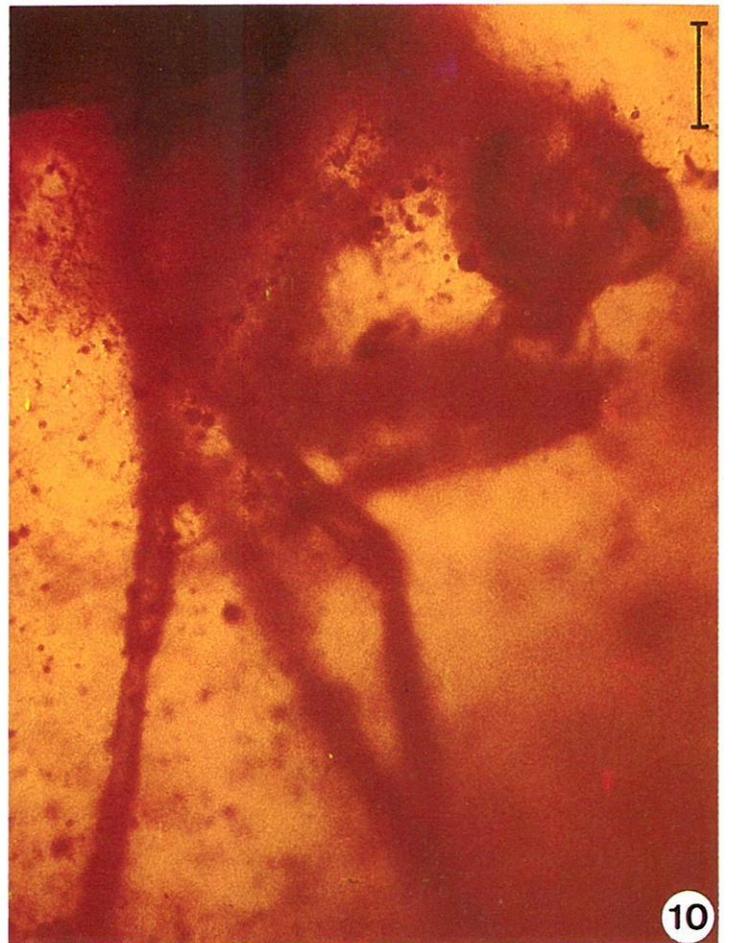
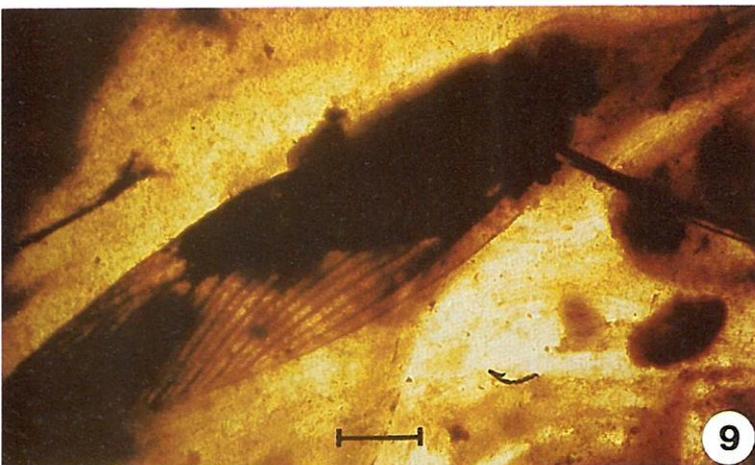
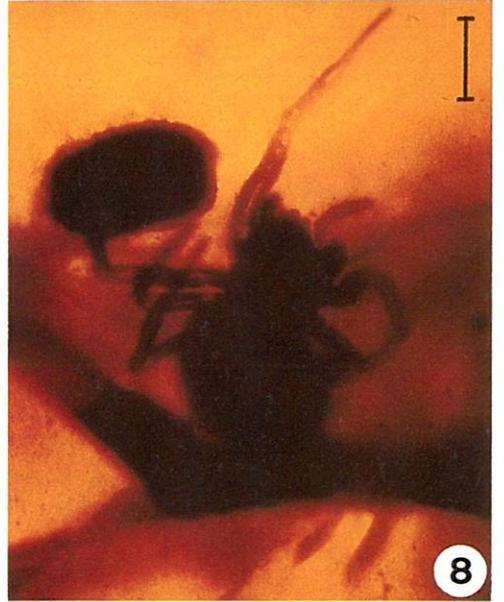
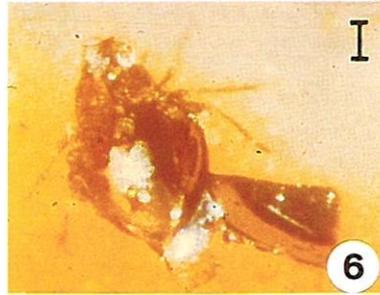
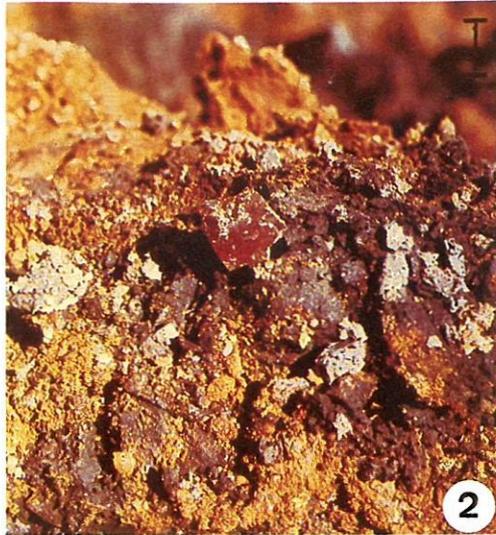
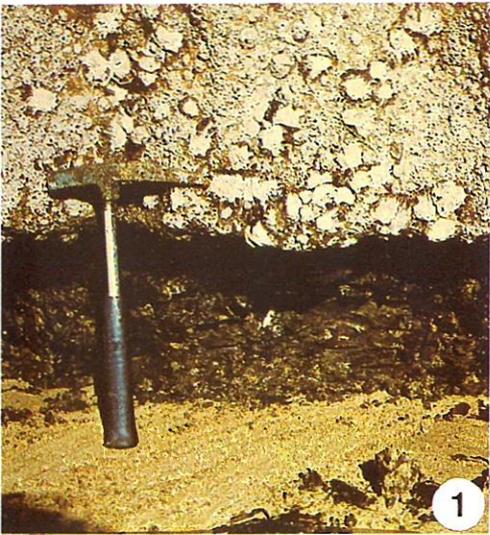
Fig. 6: Eine unbestimmte fossile Art der Acari von Bezonnais /Arachnida/.- Dorsalsicht, Auflichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 7: Eine unbestimmte fossile Art der Acari von Bezonnais /Arachnida/.- Dorsalsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 8: Eine unbestimmte fossile Art der Trionycha von Bezonnais /Arachnida: Araneae/.- Dorsalsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 9: Eine unbestimmte fossile Art der Mesoblattinae (?) von Bezonnais /Blattariae: Blattinidae/.- Dorsalsicht, Aufnahme mit kombiniertem Durch- und Auflicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig.10: Die fossile Art *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. von Bezonnais /Planipennia: Berothidae: Rhachiberothinae/.- Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



Tafel 5: Fossile Arten der Ordines Coleoptera und Hymenoptera aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich

Fig. 1: Die fossile Art *Stenus* (*Tenus* ?) *inexpectatus* nov. spec. (Holotypus) /Coleoptera: Staphylinidae: Staphylininae/.- Ventralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 2: Die fossile Art *Galloromma bezonnaisensis* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) /Hymenoptera: Mymaridae: Mymaromminae/.- Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 3: Die fossile Art *Galloromma bezonnaisensis* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) /Hymenoptera: Mymaridae: Mymaromminae/.- Dorsalsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

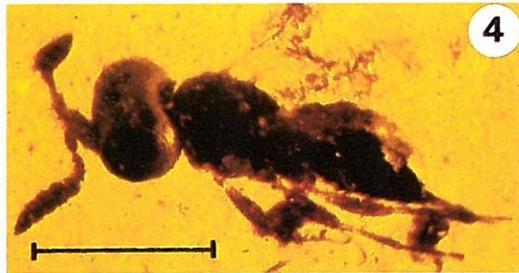
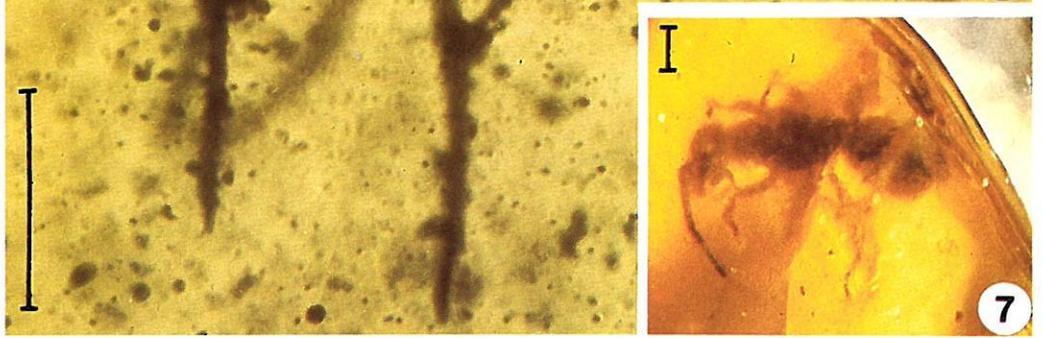
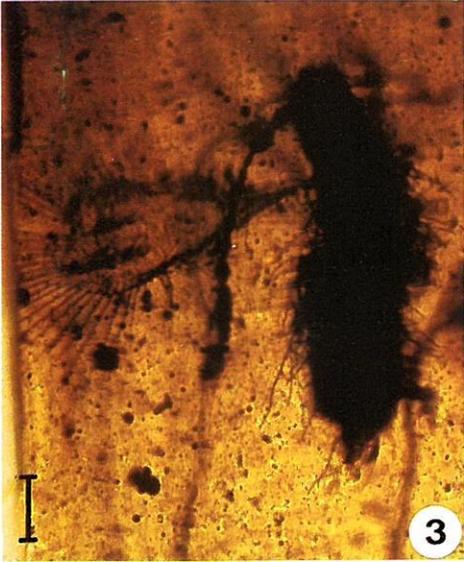
Fig. 4: Die fossile Art *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/.- Dorso-Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 5: Die fossile Art *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) /Hymenoptera: Scelionidae: Scelioninae/.- Ventro-Lateralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 6: Die fossile Art *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) /Hymenoptera: Sphecidae: Ampulicinae/.- Dorsalsicht, Auflichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 7: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Sphecidae /Hymenoptera/.- Ventralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Durch- und Auflicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 8: Eine unbestimmte fossile Art der Terebrantes /Hymenoptera/.- Dorsalsicht, Aufnahme mit kombiniertem Durch- und Auflicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



Tafel 6: Fossile Arten der Ordines Lepidoptera und Diptera aus dem Cenomanium von Durtal und Bezonnais, NW-Frankreich

Fig. 1: Verschiedene Schuppen-Typen einer unbestimmten fossilen Art der Micropterygidae von Durtal /Lepidoptera: Zeugloptera/.- Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 2: Verschiedene Schuppen-Typen einer unbestimmten fossilen Art der Micropterygidae von Durtal /Lepidoptera: Zeugloptera/.- Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 3: 2 Schuppen einer unbestimmten fossilen Art der Micropterygidae von Durtal /Lepidoptera: Zeugloptera/.- Durchlichtaufnahme, zur besseren Kontrastierung gefiltert (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 4: Verschiedene Schuppen-Typen einer unbestimmten fossilen Art der Micropterygidae von Durtal /Lepidoptera: Zeugloptera/.- Durchlichtaufnahme, zur besseren Kontrastierung gefiltert (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 5: Verschiedene Schuppen-Typen einer unbestimmten fossilen Art der Micropterygidae von Durtal /Lepidoptera: Zeugloptera/.- Durchlichtaufnahme, zur besseren Kontrastierung gefiltert (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

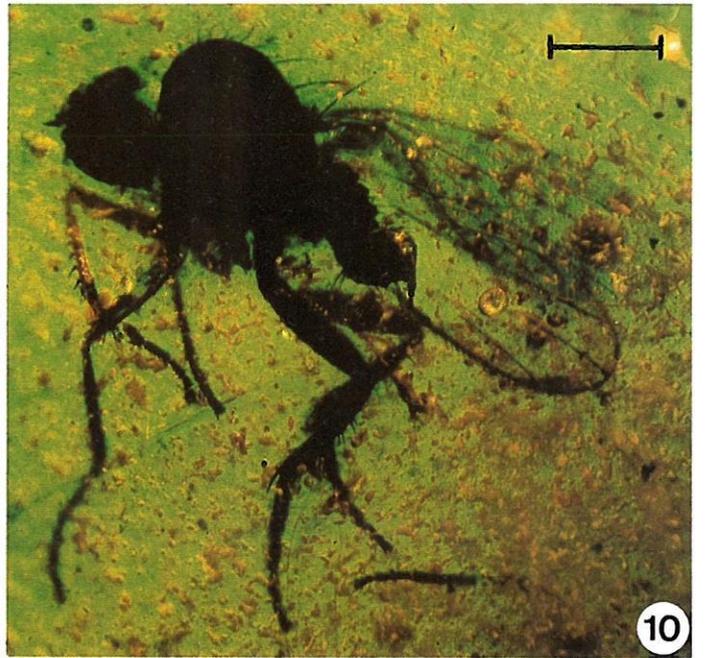
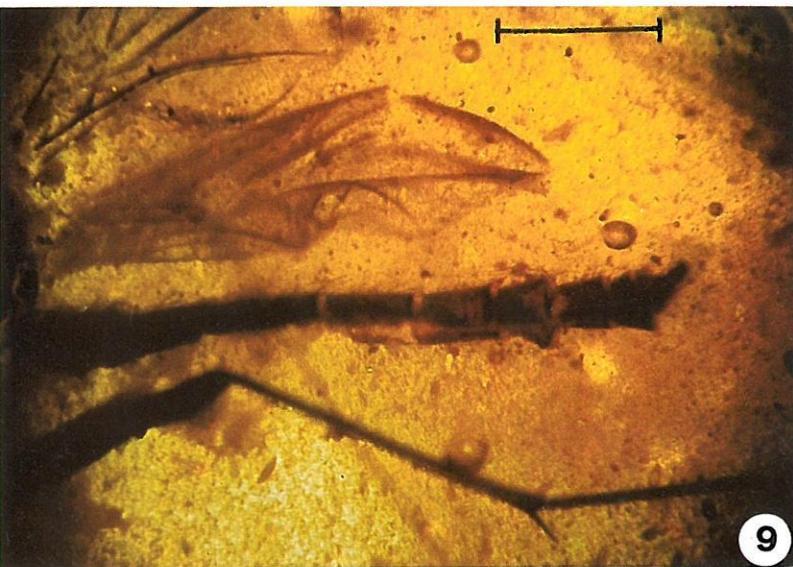
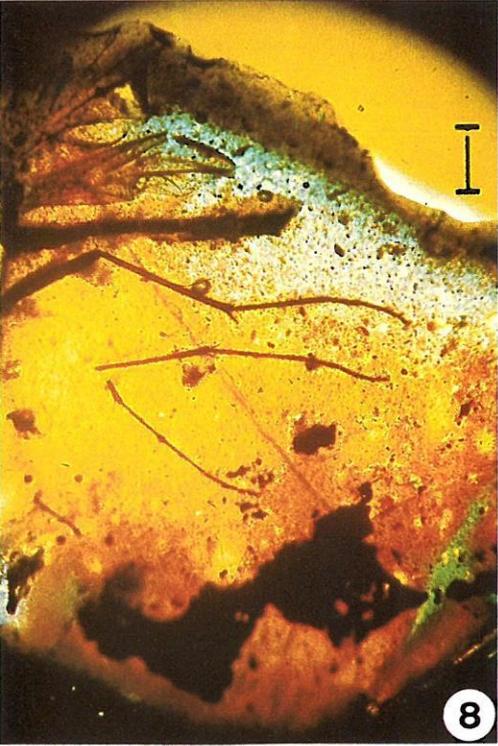
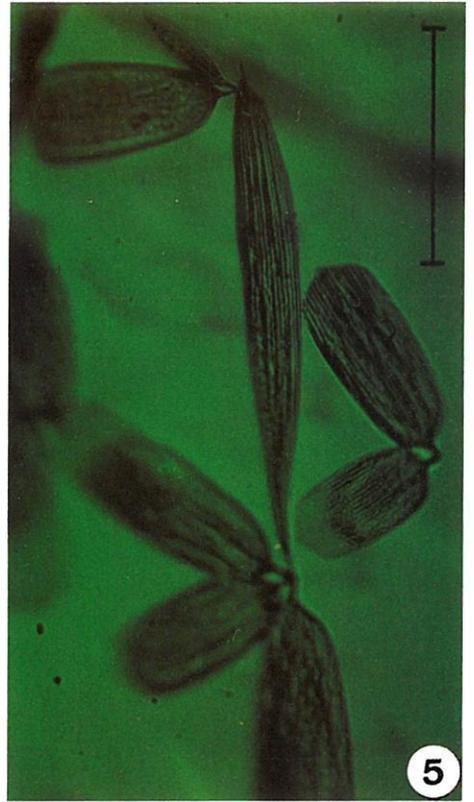
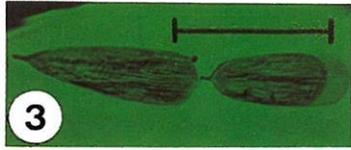
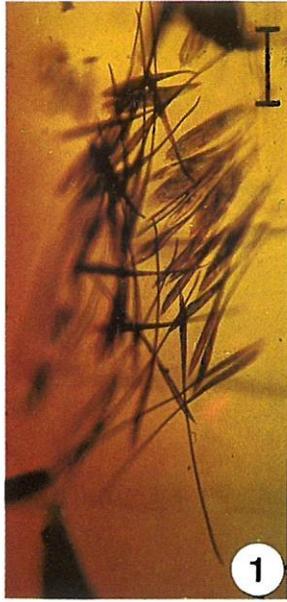
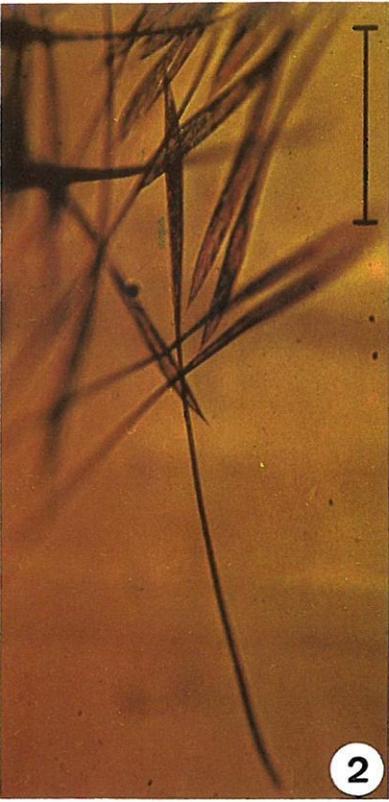
Fig. 6: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Ceratopogonidae von Durtal /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/.- Dorso-Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 7: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Ceratopogonidae von Durtal /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/.- Dorsalsicht, Aufnahme mit kombiniertem Durch- und Auflicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 8: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Fungivoridae von Bezonnais /Diptera: Nematocera: Bibionomorpha/.- Lateralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 9: Alae und Abdomen einer unbestimmten fossilen Art der Fungivoridae von Bezonnais /Diptera: Nematocera: Bibionomorpha/.- Lateralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig.10: Die fossile Art *Ecomnoxydromia difficilis* nov. gen., nov. spec., von Bezonnais /Diptera: Brachycera: Empidiformia/.- Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Durch- und Auflicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,5 mm)



Tafel 7: Fossile Arten der Ordo Isoptera aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich

Fig. 1: Eine unbestimmte fossile Art A der Familia Kalotermitidae (?).- Lateralsicht, Auflichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 2: Eine unbestimmte fossile Art A der Familia Kalotermitidae (?).- Lateralsicht, Röntgen-Aufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

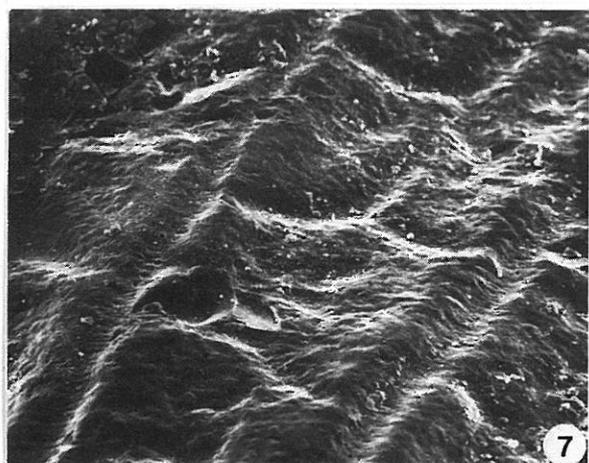
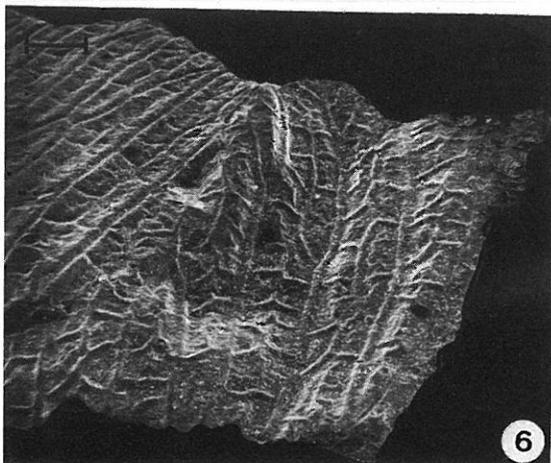
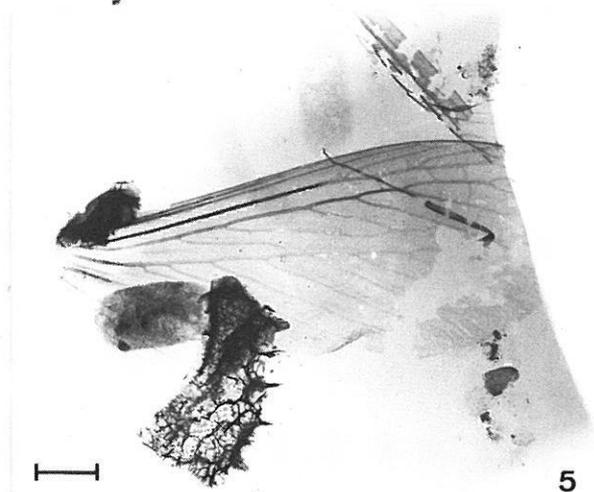
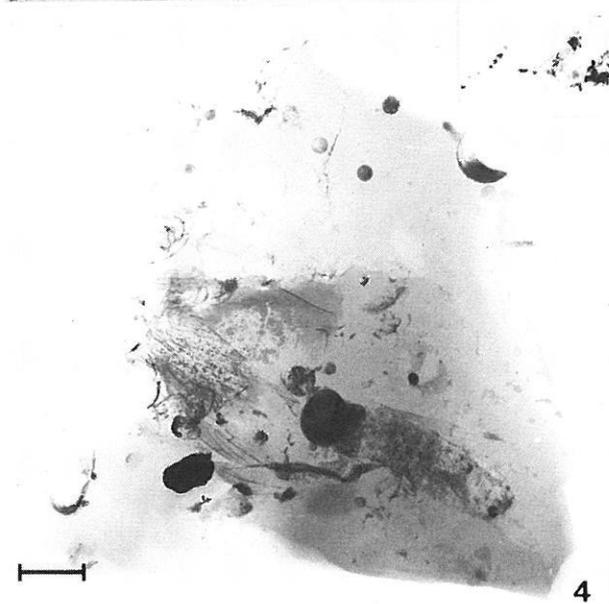
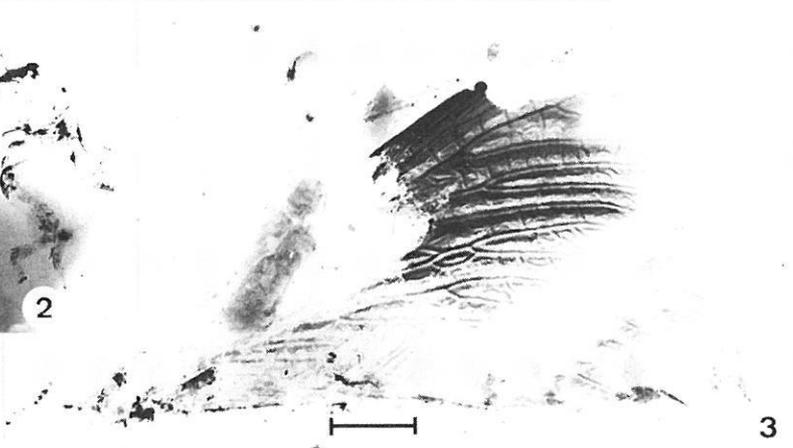
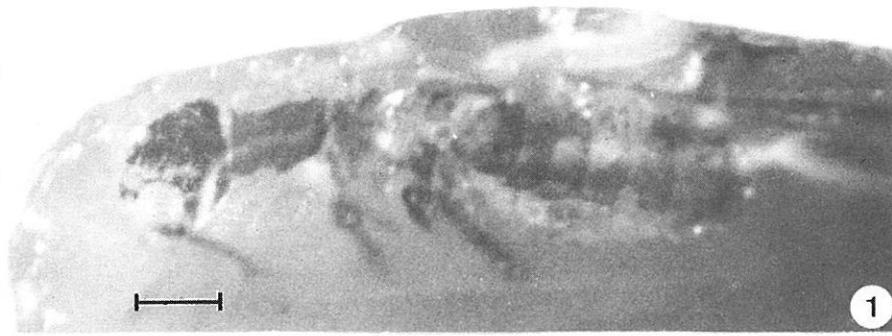
Fig. 3: Rechte Prae- und Postala einer unbestimmten fossilen Art A der Familia Kalotermitidae (?).- Dorsalsicht, Röntgen-Aufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 4: Isolierte Pedes und Reste von Alae und einem Körper von einem oder mehreren fossilen Vertretern der Isoptera.- Dorsalsicht, Röntgen-Aufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 5: Isolierte Ala einer unbestimmten fossilen Art B der Familia Mastotermitidae (?).- Dorsalsicht, Röntgen-Aufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 6: Fragmente von isolierten Alae einer unbestimmten fossilen Art der Isoptera.- Dorsalsicht, REM-Aufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 7: Ausschnitt aus Fig. 6, an der der Abdruck der Adern im Harz gut erkennbar ist.- REM-Aufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)



Tafel 8: Fossile Arten der Ordines Psocoptera (?), Blattariae und Coleoptera aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich

Fig. 1: Eine unbestimmte fossile Art der Ordo Psocoptera (?).- Ventralansicht, Aufnahme mit kombiniertem Durch- und Auflicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

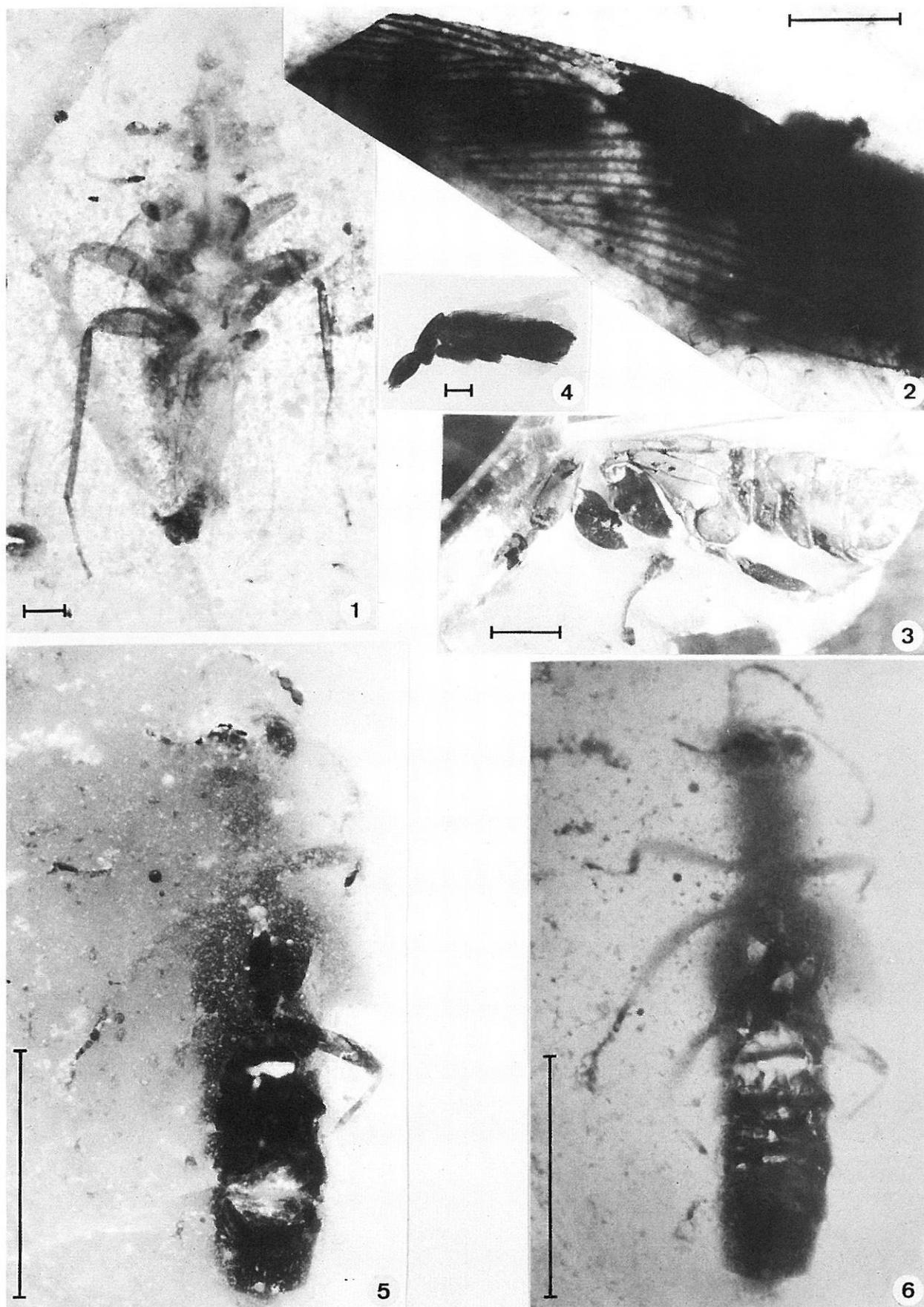
Fig. 2: Ala einer unbestimmten fossilen Art der Subfamilia Mesoblattinae /Blattariae: Blattinidae/.- Dorsalansicht, Aufnahme mit kombiniertem Durch- und Auflicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 3: Eine unbestimmte Art der Subfamilia Staphylininae s. l. /Coleoptera: Staphylinidae/.- Ventro-Lateralansicht, Auflichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 4: Eine unbestimmte fossile Art der Subfamilia Staphylininae s. l. /Coleoptera: Staphylinidae/.- Ventro-Lateralansicht, Röntgen-Aufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 5: Die fossile Art *Stenus* (Tesnus ?) *inexpectatus* nov. spec. (Holotypus) /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/.- Ventralansicht, Auflichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 6: Die fossile Art *Stenus* (Tesnus ?) *inexpectatus* nov. spec. (Holotypus) /Coleoptera: Staphylinidae: Steninae/.- Ventralansicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



Tafel 9: Die fossile Art *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich /Planipennia: Berothidae: Rhachiberothinae/

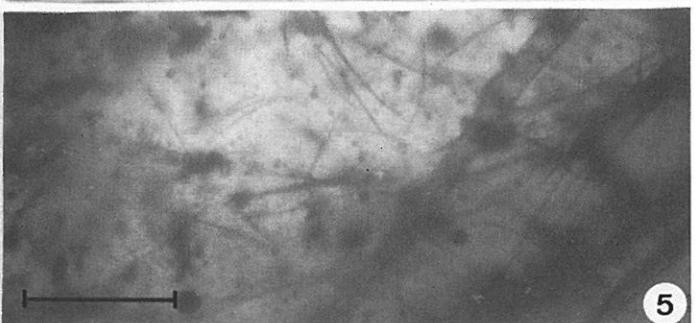
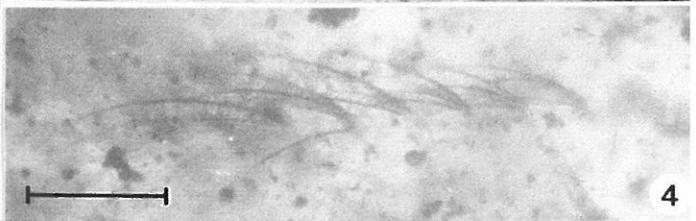
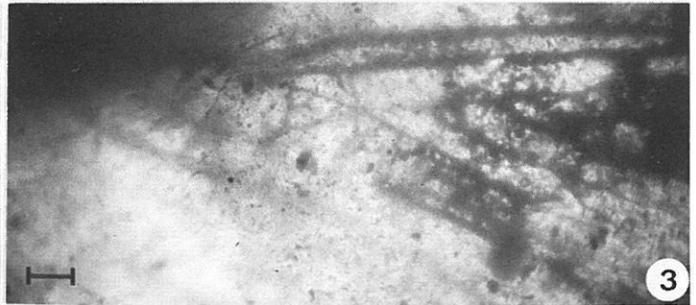
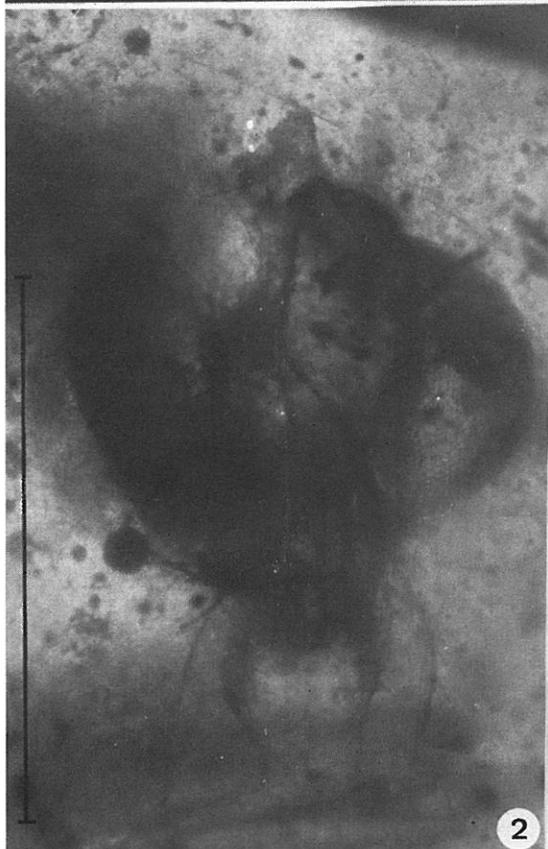
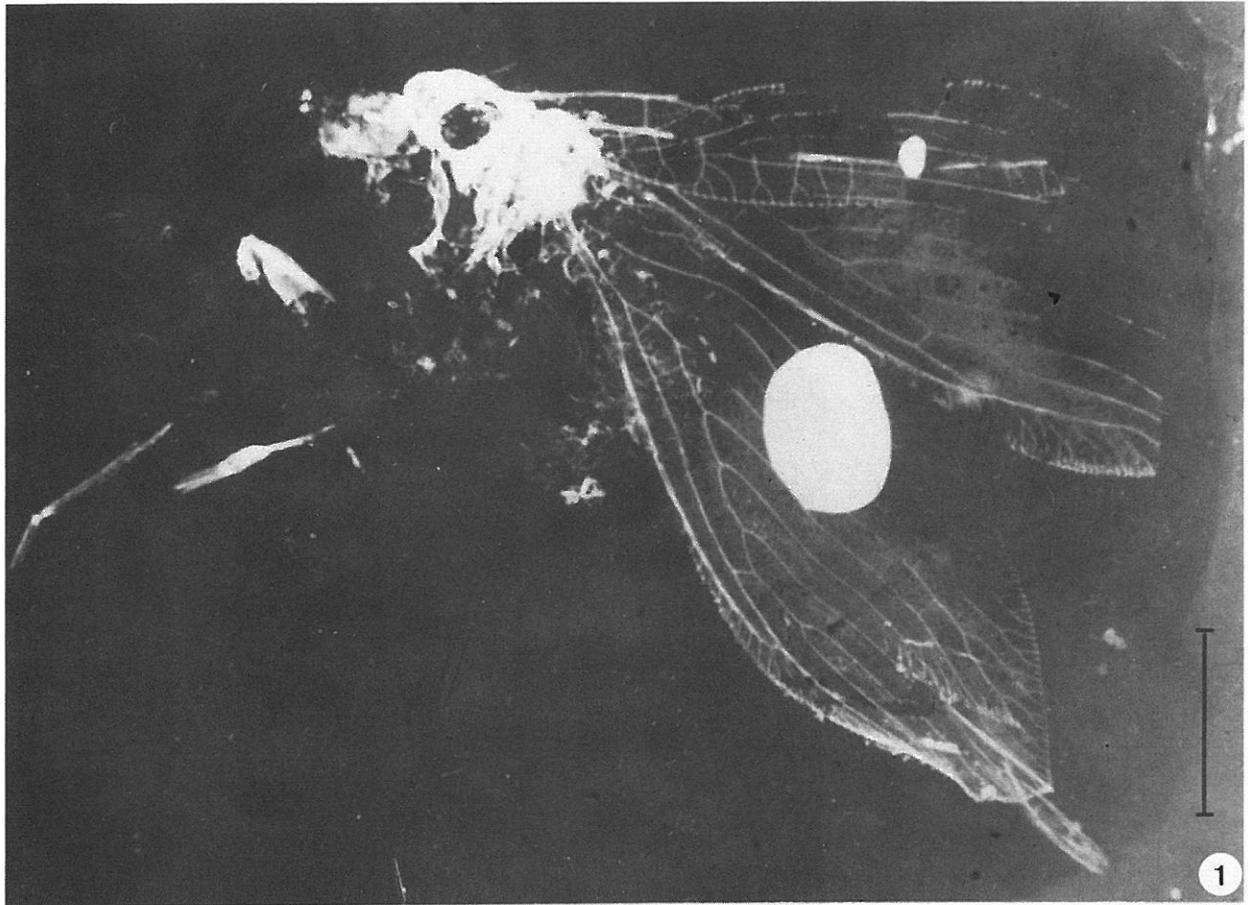
Fig. 1: Gesamtansicht von *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. (Holotypus).- Lateralsicht, Röntgen-Aufnahme, in der die pyritisierten Teile des Körpers und der Alae deutlich erkennbar sind (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 2: Caput von *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. (Holotypus).- Dorsalsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (seitenverkehrt) (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 3: Ausschnitt einer Postala von *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. (Holotypus).- Auflichtaufnahme auf die Oberfläche der Postala (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 4: Randständige Behaarung einer Postala von *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. (Holotypus).- Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 5: Isolierte Haare im Bereich der Subcosta einer Praeala von *Retinoberotha stuermeri* nov. gen., nov. spec. (Holotypus).- Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)



Tafel 10: Fossile Arten der Familia Scelionidae aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich
/Hymenoptera: Apocrita: Terebrantes/

Fig. 1: Die fossile Art *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. spec. (Holotypus).- Dorso-Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

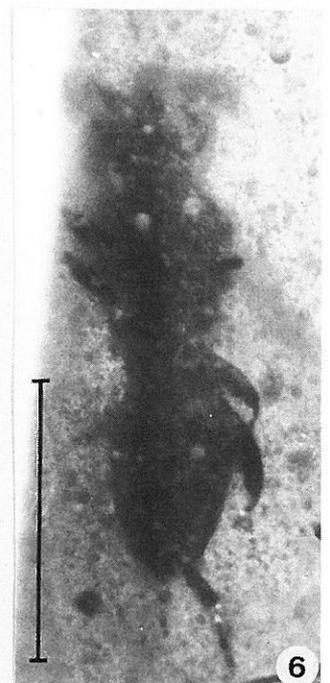
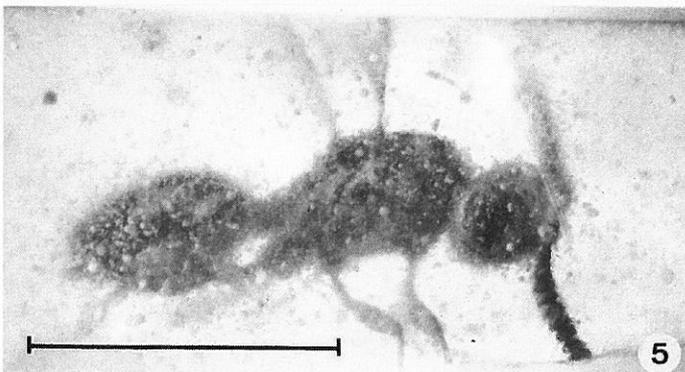
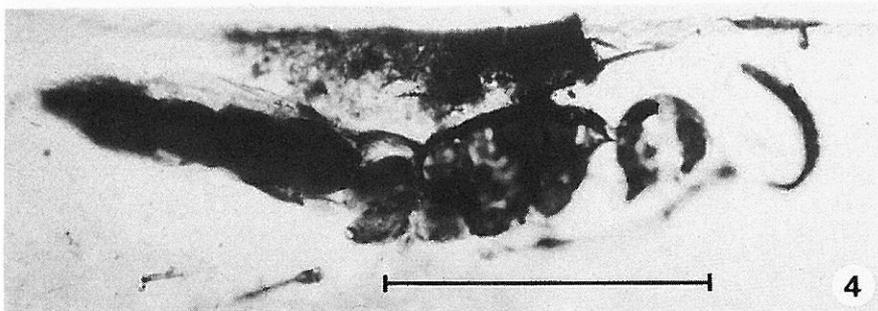
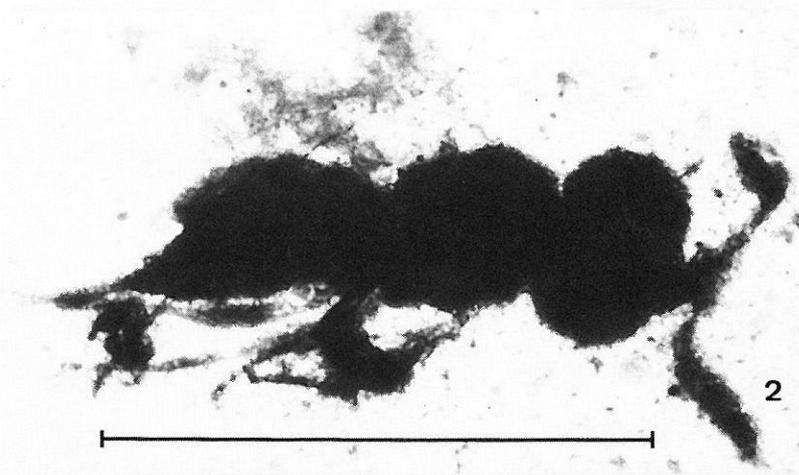
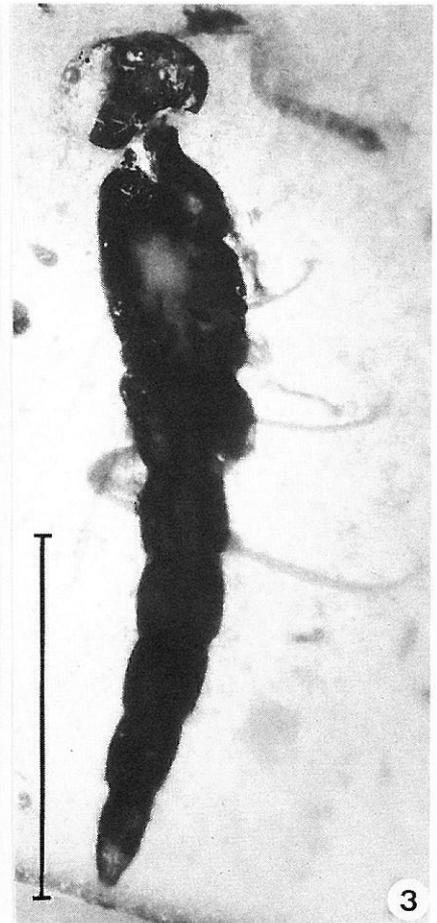
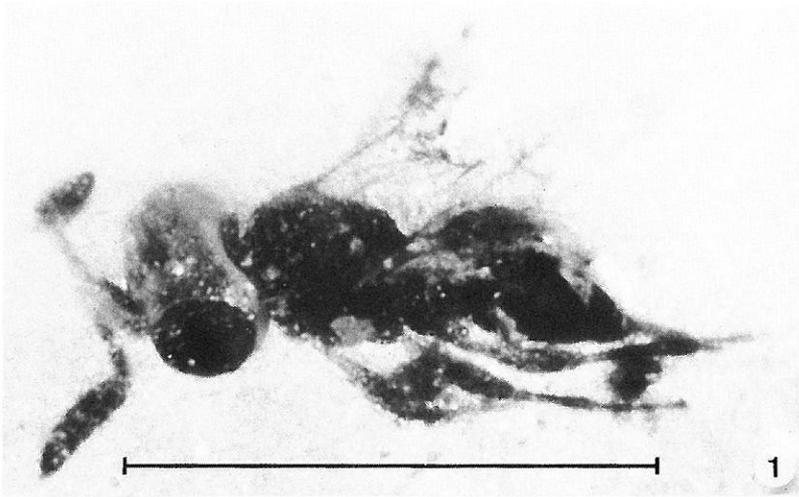
Fig. 2: Die fossile Art *Cenomanoscelio pulcher* nov. gen., nov. spec. (Holotypus).- Ventro-Lateralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 3: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Scelionidae /Hymenoptera: Apocrita: Terebrantes/ Dorsalsicht, Aufnahme mit kombiniertem Durch- und Auflicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 4: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Scelionidae /Hymenoptera: Apocrita: Terebrantes/ Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 5: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Scelionidae /Hymenoptera: Apocrita: Terebrantes/ Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 6: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Scelionidae /Hymenoptera: Apocrita: Terebrantes/ Ventral-sicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



Tafel 11: Fossile Arten der Ordo Hymenoptera aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich

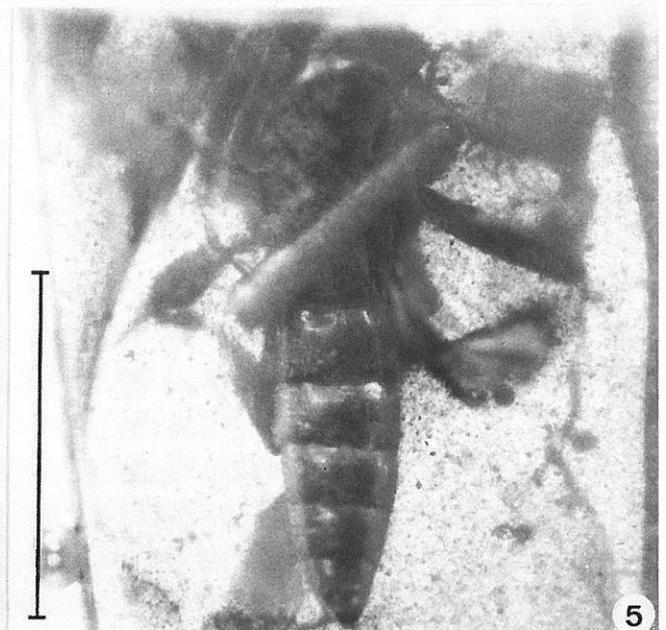
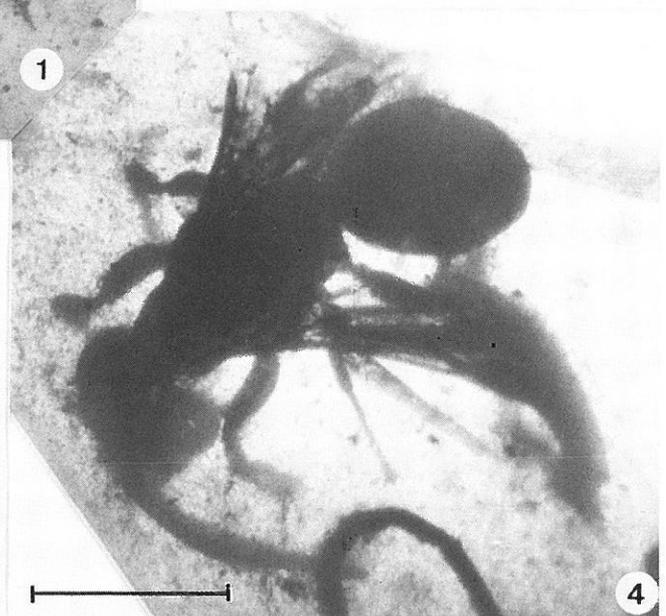
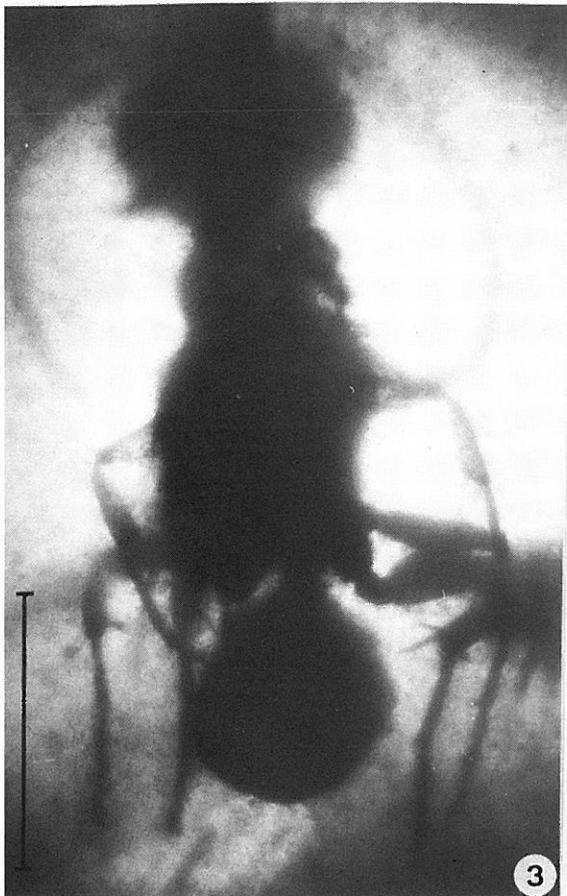
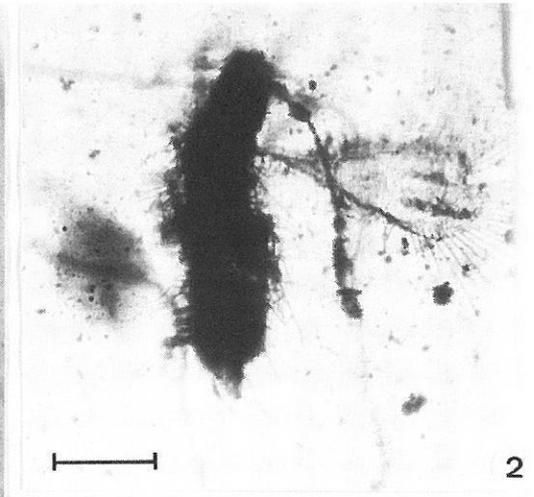
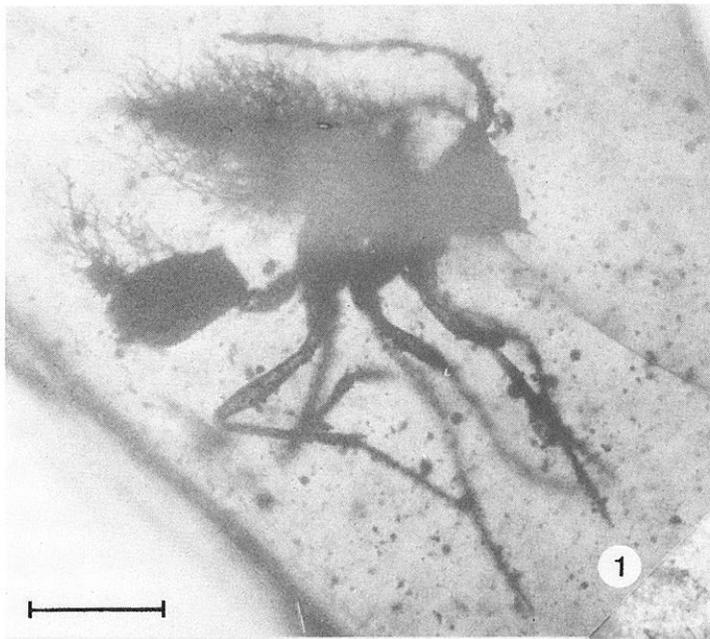
Fig. 1: Die fossile Art *Galloromma bezonnaisensis* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) /Hymenoptera: Mymaridae: Mymaromminae/.- Lateralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 2: Die fossile Art *Galloromma bezonnaisensis* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) /Hymenoptera: Mymaridae: Mymaromminae/.- Dorsalsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 3: Die fossile Art *Gallosphex cretaceus* nov. gen., nov. spec. (Holotypus) /Hymenoptera: Sphecidae: Ampulicinae/.- Dorsalsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 4: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Sphecidae /Hymenoptera: Aculeata/.- Dorso-Lateralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 5: Eine unbestimmte fossile Art der Terebrantes /Hymenoptera/.- Dorsalsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



Tafel 12: Fossile Arten der Familia Ceratopogonidae aus dem Cenomanium von Durtal und Bezonnis, NW-Frankreich /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/

Fig. 1: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Ceratopogonidae /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/ von Durtal.- Ventralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 2: Linke Ala einer unbestimmten fossilen Art der Familia Ceratopogonidae /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/ von Durtal.- Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 3: Pedes einer unbestimmten fossilen Art der Familia Ceratopogonidae /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/ von Durtal.- Ventralsicht von vorn, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

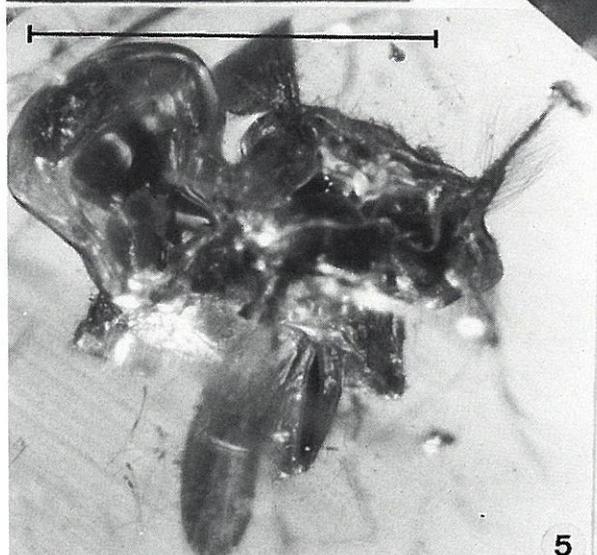
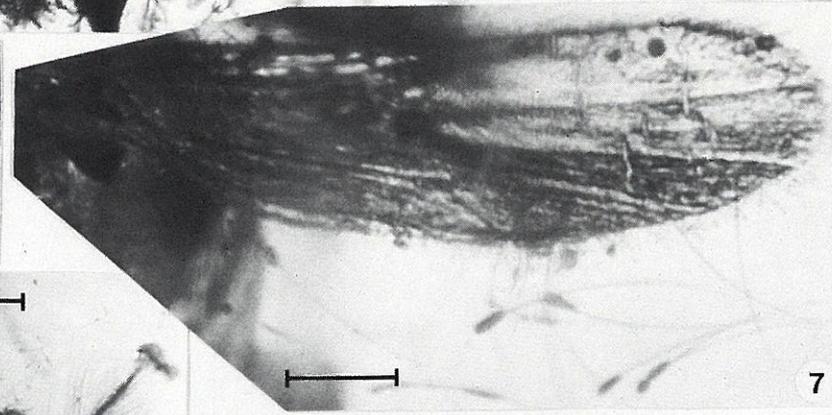
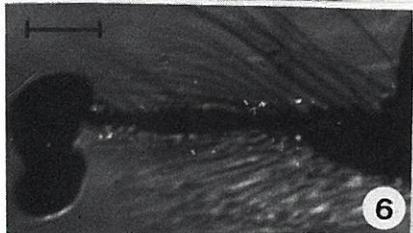
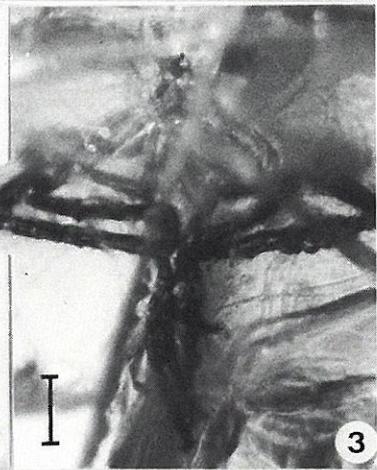
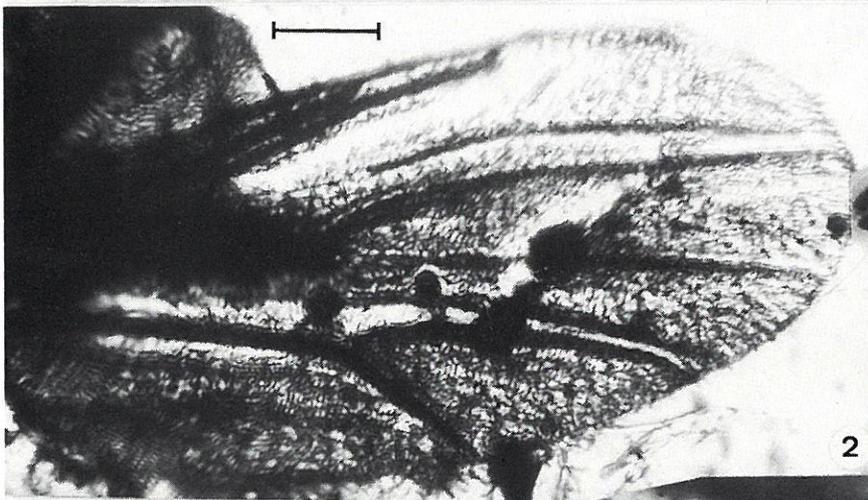
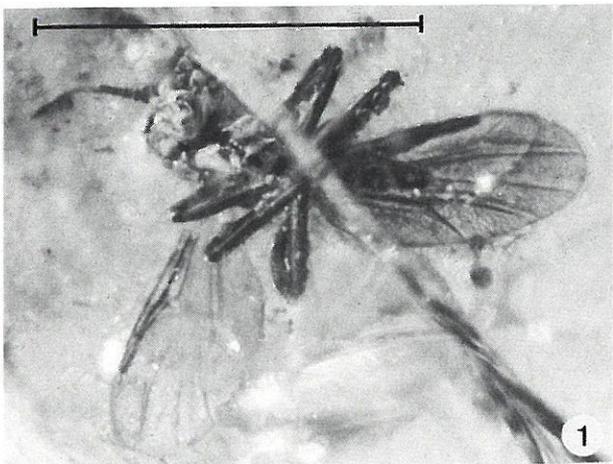
Fig. 4: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Ceratopogonidae /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/ von Bezonnis.- Dorso-Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 5: Eine unbestimmte fossile Art der Subfamilia Forcipomyiinae (?) /Diptera: Ceratopogonidae/ von Durtal.- Dorso-Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 6: Linke Antenna einer unbestimmten fossilen Art der Subfamilia Forcipomyiinae (?) /Diptera: Ceratopogonidae/ von Durtal.- Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 7: Rechte Ala einer unbestimmten fossilen Art der Subfamilia Forcipomyiinae (?) /Diptera: Ceratopogonidae/ von Durtal.- Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 8: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Ceratopogonidae /Diptera: Nematocera: Culicomorpha/ von Bezonnis.- Lateralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



Tafel 13: Fossile Arten der Ordo Diptera aus dem Cenomanium von Bezonnis, NW-Frankreich

Fig. 1: Ala einer unbestimmten fossilen Art der Familia Limoniidae /Diptera: Nematocera: Tipulomorpha/.- Sicht auf die Oberfläche der Ala, Auflichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

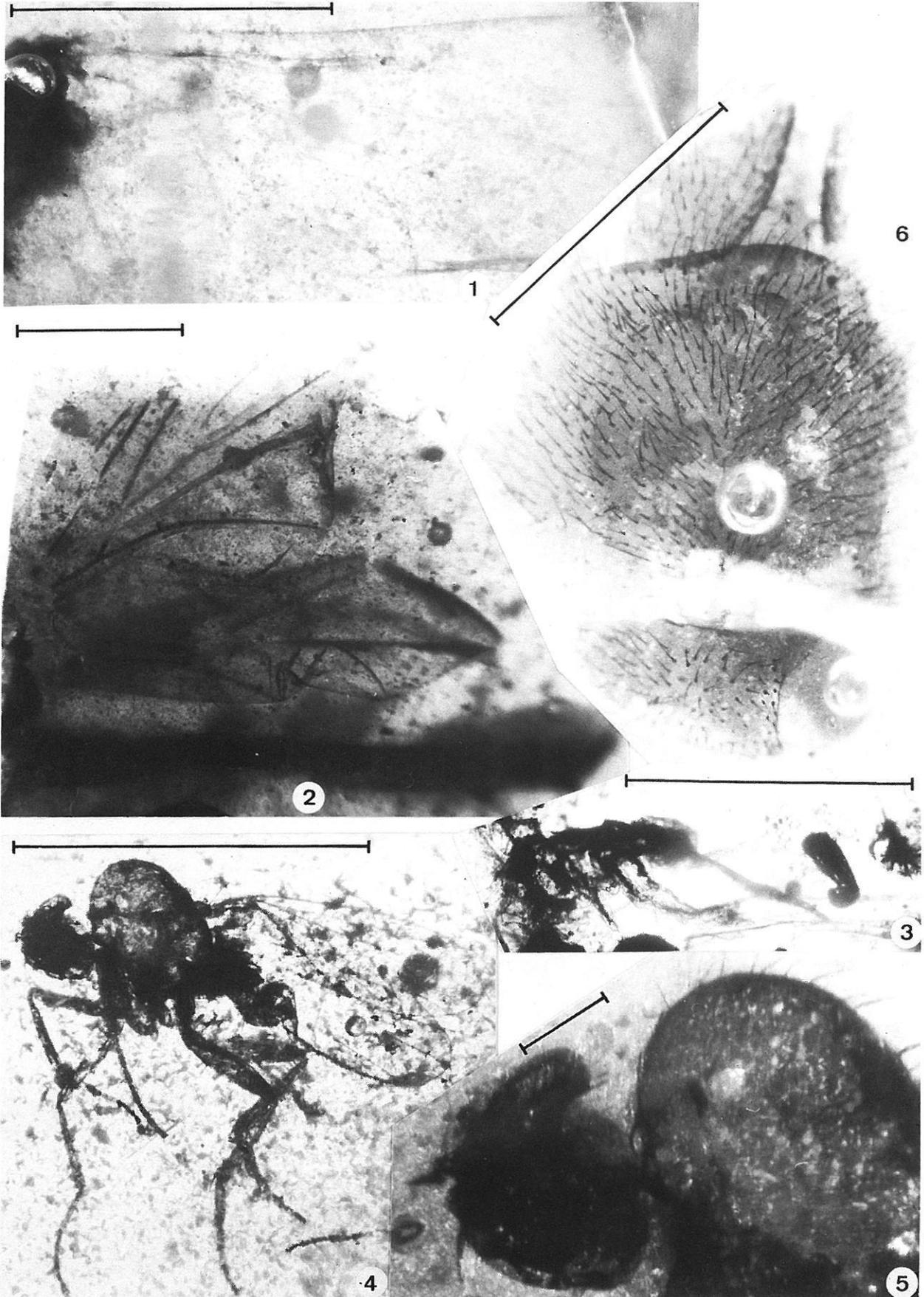
Fig. 2: Alae und Abdomen einer unbestimmten fossilen Art der Familia Fungivoridae /Diptera: Nematocera: Bibionomorpha/.- Lateralsicht, Durchlichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 3: Eine unbestimmte fossile Art der Familia Cecidomyiidae (?) /Diptera: Nematocera: Bibionomorpha/.- Ventro-Lateralsicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 4: Die fossile Art *Ecommocydromia difficilis* nov. gen., nov. spec. /Diptera: Brachycera: Empidiformia/.- Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)

Fig. 5: Caput und Thorax der fossilen Art *Ecommocydromia difficilis* nov. gen., nov. spec. /Diptera: Brachycera: Empidiformia/.- Lateralsicht, Aufnahme mit kombiniertem Auf- und Durchlicht (Maßstab: 1 Teilstrich = 0,1 mm)

Fig. 6: Eine unbestimmte fossile Art der Diptera (?).- Dorsalsicht, Auflichtaufnahme (Maßstab: 1 Teilstrich = 1 mm)



BERLINER GEOWISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN

Freie Universität Berlin — Technische Universität Berlin — Technische Fachhochschule Berlin

Bisher sind erschienen:

Reihe B

Heft 1: Joachim Steinbeck, Modellseismische Untersuchungen von Rayleighwellen unter besonderer Berücksichtigung einer Deckschicht von variabler Mächtigkeit. 128 S., 58 Abb., 1965. DM 25,—.

Heft 2: Peter Giese, Versuche einer Gliederung der Erdkruste im nördlichen Alpenvorland, in den Ostalpen und in Teilen der Westalpen mit Hilfe charakteristischer Refraktions-Laufzeit-Kurven sowie eine geologische Deutung. 218 S., 83 Abb., 1965. DM 40,—.

Heft 3: Joachim Meyer, Zur Modulation der erdmagnetischen Aktivität. 72 S., 26 Abb., 1973. DM 18,—.

Heft 4: Kurt Bram, Zum Aufbau der Kruste und des oberen Mantels im Bereich des westlichen Grabens des ostafrikanischen Grabensystems und im östlichen Zaire-Becken. Ergebnisse einer Untersuchung der Raumwellen von Nah-Erdbeben. 65 S., 32 Abb., 1975. DM 25,—.

Heft 5: Detlef Damaske, Der Weltzeitgang der erdmagnetischen Aktivität als magnetosphärischer Modulationseffekt. 75 S., 33 Abb., 1976. DM 20,—.

Heft 6: Michael Leppin, Modellversuche zur erdmagnetischen und magnetotellurischen Tiefensondierung mit Hilfe eines elektrolytischen Troges. 68 S., 39 Abb., 1977. DM 19,—.

Heft 7: Hussein El-Ali, Geothermische Modelle für ein Profil zwischen Südadria und Tyrrhenis. 51 S., 20 Abb., 1978. DM 18,—.

Hefte 1–6: Vormalig „Geophysikalische Abhandlungen“ des Instituts für Geophysikalische Wissenschaften der FU Berlin

VERLAG VON DIETRICH REIMER IN BERLIN

Berlin 45, Unter den Eichen 57

BERLINER GEOWISSENSCHAFTLICHE ABHANDLUNGEN

Freie Universität Berlin — Technische Universität Berlin — Technische Fachhochschule Berlin

Bisher sind erschienen:

Reihe A

Band 1 / Götz Knoche: Zur Stratigraphie und Petrographie paläozoischer Sedimente am Ostrand der Serra S. Bruno (Kalabrien, Süditalien), 67 S., 48 Abb., 3 Taf. 1977. DM 19,—.

Band 2 / Peter Eggert: Sedimentpetrographisch-stratigraphische Untersuchungen in den Unterkreide-Serien und dem Bolgenkonglomerat (Oberkreide) der Feuerstätter Decke im Allgäu und Vorarlberg. 167 S., 38 Abb., 18 Taf. 1977. DM 35,—.

Band 3 / Horst Grotjohann: Die Korrelation von Geochemie und Faziesdifferenzierung im erzhöflichen Muschelkalk (Mitteltrias) der Ostalpen. 70 S., 34 Abb., 5 Taf., 10 Tab. 1978.

Friedrich F. Helmdach: Nichtmarine Ostrakoden aus der spanischen Oberkreide. 8 S., 5 Abb., 1 Tafel. 1978. DM 23,—.

Band 4 / Christian Preller: Trend- und Spektralanalysen von Grundwasserstandsganglinien und klimatologischen Reihen zur Ermittlung der Grundwasserneubildung in drei Gebieten von Berlin (West). 84 S., 27 Abb., 22 Taf., 3 Tab., 1978. DM 19,—.

Band 5 / Mohamed Alwashe: Luftbild- und Satellitenbild-Interpretation des lithologischen und tektonischen Baus im Nördlichen Tibesti-Gebirge (Ehi Méché und Tirenno), Tschad. 110 S., 26 Abb., 31 Taf., 22 Tab., 8 Kart., 1978. DM 38,—.

Band 6 / Nigem Yusuf: Mikropaläontologische und geochemische Untersuchungen an Bohrkernen aus dem Roten Meer. 77 S., 23 Abb., 9 Tab., 1978. DM 19,—.

Band 7 / Heiner Krieger: Hydrogeologische Untersuchungen zur Grundwasserneubildung in der Bitburger Mulde (Kylltal). 109 S., 31 Abb., 16 Tab., 1 Kart., 1978. DM 24,—.

Band 8 / Werner Schwarzhans: Otolithen aus dem Unter-Pliozän von Süd-Sizilien und der Toscana. 52 S., 4 Abb., 13 Taf., 1978.

Thomas Schlüter und Werner Schwarzhans: Eine Bonebed-Lagerstätte aus dem Wealden Süd-Tunesiens (Umgebung Ksar Krerachfa), 14 S., 8 Abb., 3 Taf., 1978. DM 24,—.

Band 9 / Thomas Schlüter: Zur Systematik und Palökologie harzkonservierter Arthropoda einer Taphozönose aus dem Cenomanium von NW-Frankreich, 150 S., 99 Abb., 13 Taf., 1978. DM 35,—.

VERLAG VON DIETRICH REIMER IN BERLIN

Berlin 45, Unter den Eichen 57