

Die Bedeutung der als ausgestorben betrachteten Leguminosen-Gattung *Podogonium* Heer (= *Gleditsia* L.) für die Obere Süsswassermolasse und für die Vogesen-Schüttung im Delsberger Becken (Jura)

Autor(en): **Hantke, René**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **73 (1980)**

Heft 3

PDF erstellt am: **14.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-165000>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Bedeutung der als ausgestorben betrachteten Leguminosen-Gattung *Podogonium* HEER (= *Gleditsia* L.) für die Obere Süsswassermolasse und für die Vogesen-Schüttung im Delsberger Becken (Jura)

VON RENÉ HANTKE¹⁾

ZUSAMMENFASSUNG

Bei einer Revision der von vielen Tertiär-Fundorten Europas bekannten fossilen Leguminosen-Gattung *Podogonium* HEER sind Früchte und Fiederblättchen als *Gleditsia*, eine Caesalpiniacee, erkannt worden. Dabei sind die Früchte als *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR, die Fiederblättchen als *G. lyelliana* (HEER) HANTKE bezeichnet worden. Bei den Fiederblättchen lassen sich zwei Formgruppen, wohl Standortvarietäten, unterscheiden: eine *forma knorrii* und eine *f. lyelliana*. Ein Vergleich mit den beiden einsamigen rezenten *Gleditsia*-Arten – *G. aquatica* MARSH. (USA) und *G. heterophylla* BUNGE (China) –, mit denen die fossilen Reste bestens übereinstimmen, ergibt als Lebensraum feuchte Standorte (Sümpfe, Flussufer, Alluvialböden), an denen sie mit weiteren sommergrünen Bäumen vergesellschaftet sind.

Mit dem Hereinbrechen der ersten Kühlzeit im mittleren(?) Pliozän wurde die einsamige *Gleditsia* in Europa ausgelöscht, während sich solche in Nordamerika und in China bis heute zu behaupten vermochten.

Da die rezente *G. aquatica* im atlantischen Nordamerika aus ökologischen Gründen nur bis 150 m ü. M. ansteigt, dürfte auch die europäische Form mit analogen Umweltansprüchen hierzulande kaum höher gestiegen sein. Damit ergeben sich Hinweise zur Höhengliederung des Molassereliefs, zur Subsidenz während der Ablagerung der Oberen Süsswassermolasse und zur späteren En-bloc-Hebung der Fundpunkte im nordöstlichen Molassebecken, der Aufstauchung in der Jura-Synklinale von Le Locle und der Vogesen-Schüttung im Delsberger Becken sowie über das Ausmass der Jura-Faltung im Nordwesten dieses Beckens.

ABSTRACT

In a revision of the Leguminosae genus *Podogonium* the fructifications and the leaflets have been recognized as a *Gleditsia*, a Caesalpiniaceae, and designed *G. knorrii* (HEER) GREGOR the legumes and *G. lyelliana* (HEER) HANTKE the leaflets. The leaflets show two form groups, *forma knorrii* and *f. lyelliana*. A comparison of this one-seeded fossil remains with extant *Gleditsia* species show a perfect coincidence with *G. aquatica* MARSH., the waterlocust (USA), and a good one with *G. heterophylla* BUNGE (China). It points to humid environments – swamps, river banks, alluvial plains – growing together with other deciduous trees of the warm-temperate area.

With the beginning of the first cool period in the middle(?) Pliocene the *Gleditsia* species has become extinct in Europa. In North America and in southeastern China it could persist.

The recent *Gleditsia* occurs in eastern North America and also in southeastern China for ecological reasons not higher than an altitude of 150 m. Also the fossil European form could be estimated to grow hardly at higher altitudes. This affords references to the altimetry of the relief of the molasse basin, in the Jura syncline of Le Locle (Neuchâtel) and of the Vosges alluvial fan in the Delémont basin (Jura), and may also give hints as to the Jura folding northwest of this basin.

¹⁾ Geologisches Institut ETHZ, Sonneggstrasse 5, CH-8092 Zürich.

Paläobotanische Fakten

Die bisher der als ausgestorben betrachteten Leguminosen-Gattung *Podogonium* zugewiesenen Fiederblättchen, Früchte und Samen sind von vielen jungtertiären Fundstellen Mitteleuropas bekanntgeworden. Eine kritische Revision (GREGOR & HANTKE 1980) ergab, dass Früchte und Samen sowie gefiederte Blätter und Fiederblättchen mit der einsamigen *Gleditsia aquatica* MARSH. (= *G. monosperma* WALT.), einer heute im atlantischen Nordamerika in Flussniederungen vorkommenden Caesalpiniacee, bestens übereinstimmen. Auch die in Südostchina auftretende, ebenfalls meist einsamige *G. heterophylla* BUNGE zeigt eine gute Übereinstimmung mit den fossilen Resten. Früchte und Samen werden als *G. knorrii* (HEER) GREGOR (Tf. 1, Fig. 1, 2 und 4; Tf. 2, Fig. 1, 4–8) neu kombiniert und die höchst selten in organischem Zusammenhang mit Fruchtresten vorkommenden Fiederblättchen vom Typus *Podogonium lyellianum* als *G. lyelliana* (HEER) HANTKE (Tf. 1, Fig. 3 und 5; Tf. 2, Fig. 2–4 und 6) bezeichnet. Aufgrund der Gestalt der Fiederblättchen lassen sich bei den fossilen *Gleditsia* zwei Formgruppen – eine *forma knorrii* und eine *f. lyelliana* – auseinanderhalten. Da in der miozänen Öhninger Fundstelle Schrotzburg (Schienberg, Südbaden) die *f. knorrii* fehlt, während in den praktisch gleich alten Öhninger Süßwasserkalken beide vorkommen, und da sich die Früchte und Samen der beiden nicht unterscheiden, dürften zwei Standortvarietäten vorliegen: eine mit spitz zulaufenden Fiederblättchen und eine mit vorn zugerundeten mit einem Mucro, einem Stachelspitzchen, die *f. lyelliana*.

G. lyelliana und *G. knorrii* sind häufige Pflanzenreste in der Oberen Süßwassermolasse Süddeutschlands und in der angrenzenden Nordostschweiz. In Süddeutschland weisen sie das Maximum ihres Vorkommens in den höheren Schichten des oberen Mittelmiozäns auf. In der Schweiz fanden sie sich in den Thurgauer Fundstellen Johalde (= Loohalden) bei Berlingen – in siltigen Süßwasserkalken –, Tägerwilen – im Glimmersand – und Kreuzlingen-Bernrain – im Sandstein über Konglomeraten und in den Mergeln (WÜRTEMBERGER 1906), in den Süßwasserkalken von Le Locle NE und selbst noch im Pliozän von Montavon JU im westlichen Delsberger Becken (HEER 1859).

Vergleich mit rezenten Vorkommen

Die Zuordnung der fossilen Reste zur Caesalpiniaceen-Gattung *Gleditsia* L., insbesondere zu *G. aquatica* – «waterlocust», Wasserakazie –, ermöglicht, zusammen mit ihren Begleitern, neue und sichere paläoökologische und paläoklimatische Vergleiche. Die beiden ebenfalls einsamigen rezenten Arten *G. aquatica* und *G. heterophylla*, von denen *G. aquatica* von South Carolina bis Florida und westwärts bis zum Mississippi auftritt, während *G. heterophylla* BUNGE die Flussniederungen von Schantung in Südostchina besiedelt, leben nicht nur in einer übereinstimmenden Umwelt, sondern wachsen auch in Pflanzenassoziationen, die mit denen der jungtertiären *Gleditsia* sehr gut vergleichbar sind (HANTKE 1954; GREGOR 1979; GREGOR & HANTKE 1980). *G. aquatica* bevorzugt – vergesellschaftet mit einer Reihe weiterer gattungsmässig mit den fossilen Formen übereinstimmender sommergrüner Laubbäume – Sümpfe, Flussufer, Flussniederungen sowie gelegentlich überflutete, nährstoffreiche Alluvialböden in warmgemäßigten Klimabereichen. Im atlantischen Nordamerika ist die Gattung heute in Flussniederungen und in Sümpfen verbreitet.

tischen Nordamerika steigt sie in den Flusstälern bis maximal 150 m ü.M., die chinesische Art kaum höher.

Während fossile kleinblättrige Hülsenfrüchtler bisher stets als Dokumente für ein trockenes, savannenartiges Paläoklima betrachtet worden sind (z.B. BERGER 1955), deutet die fossile *Gleditsia*-Art, zusammen mit ihren Assoziationen, die von vielen Fundstellen Süddeutschlands und der Nordostschweiz bestens bekannt sind, auf ein feuchtes Klima und vor allem auf feuchte Standorte. Damit war das Klima zur Zeit ihres Vorkommens im mittleren Miozän sowie im tieferen Pliozän Südosteuropas und in der ebenfalls unter(?)pliozänen Vogesen-Schüttung des Delsberger Beckens noch hinreichend feucht, so dass dieser Laubbaum dort noch gut gedeihen konnte. Erst mit dem Hereinbrechen der ersten pliozänen Kühlzeiten (HANTKE 1973) und besonders mit den quartären Kaltzeiten wurde diese einsamige *Gleditsia*-Art in Europa ausgelöscht, während sie sich im atlantischen Nordamerika und im südöstlichen China – dank ihren Ausweichmöglichkeiten gegen Südwesten – zu behaupten vermochte. Dabei hat sich diese *Gleditsia* morphologisch und – aufgrund ihrer Vergesellschaftung – wohl auch physiologisch seither kaum gewandelt. Damit hätte allenfalls nicht ihre funktionell gestörte Einsamigkeit sie zum Verschwinden gebracht, sondern offenbar führten paläoklimatische Gründe in Europa zu ihrer Auslöschung.

Neben *Gleditsia lyelliana* fand sich in den Schrotzburger Mergeln unter den 15000 Fossilresten auch ein Fragment einer mehrsamigen *Gleditsia*-Fruchthülse (HANTKE 1954, S. 73, Tf. 12, Fig. 10), die mit der heute noch in Südeuropa, etwa schon am Südalpenrand, auch auf etwas weniger feuchten Böden hochkommenden *G. triacanthos* L. übereinstimmt. Dieser Rest dürfte von einer etwas uferferneren Stelle eingeschwemmt worden sein. Da in den Schrotzburger Mergeln keine Fiederblättchen nachgewiesen werden konnten, die offenbar auf diese etwas weiter vom Altwasser-Ufer weg gewachsene Art zu beziehen wären, dürften sie wohl der Verwitterung anheimgefallen sein, dagegen sind solche aus den Süßwasserkalken des Öhninger Maarsees – zusammen mit Dreispitz-Dornen und Hülsenresten – als *G. wesseli* WEBER (HEER 1859, S. 108, Tf. 133, Fig. 55–59) bekanntgeworden.

Die räumliche und zeitliche Verbreitung von *G. knorrii* und *G. lyelliana* deutet darauf hin, dass offenbar im alpenferneren Bereich der Oberen Süßwassermolasse – in Öhningen und Schrotzburg, in Berlingen, in Tägerwilen und Kreuzlingen-Bernrain sowie in Schwaben (Fig. 1) – recht ähnliche ökologische und orographische Gegebenheiten anzutreffen waren wie heute in den Flussniederungen der südöstlichen Staaten der USA. Damit dürfte auch die Höhenlage dieser *Gleditsia*-Fundstellen zur Zeit der Einbettung der Reste kaum über 150 m, diejenige des Unterseegebietes wohl nur 100–150 m betragen haben. Erst der alpennähere, insbesondere der proximale Teil des Hörnli-Schuttfächers, von dessen Pflanzenfundstellen (HANTKE et coll. 1967) bisher keine *Gleditsia*-Reste bekanntgeworden sind, reichte in höhere Bereiche, so dass dort diese einsamige *Gleditsia* wohl aus ökologischen Gründen nicht mehr hochkommen konnte. Andererseits muss das Relief beidseits des von Osten gegen Westen entwässernden Sammelstranges, der Glimmersandrinne der Oberen Süßwassermolasse, äusserst flach und das Gefälle der Rinnenachse gegen Westen minimal gewesen sein, was auch durch zahlreiche geologische Fakten bestätigt wird (HOFMANN 1960a, b).

Die Subsidenz im distalen Hörnli-Schutfächer

Während also die Landoberfläche des Untersee-Gebietes zur Zeit der Einbettung der *Gleditsia*-Reste – wie auch die Vorkommen ihrer rezenten Analoga im atlantischen Nordamerika und in Südostchina – kaum höher als 100–150 m ü.M. gelegen haben dürfte, liegt diese heute um 420 m bzw. um 480 m ü.M. Aus den Tiefbohrungen bei Kreuzlingen und Konstanz geht hervor, dass dort die Obergrenze der Oberen Meeresmolasse heute auf Meereshöhe angetroffen wird (BÜCHI et al. 1976). Damit hätte sich die Landoberfläche dort zwischen der Ablagerung der jüngsten Oberen Meeresmolasse und der Oberen Süswassermolasse mit den *Gleditsia*-Resten um 300–350 m gesenkt; die Aufschüttung hätte also im Molassebecken der Nordostschweiz nicht ganz mit der Absenkung Schritt zu halten vermocht. Umgekehrt wäre das Gebiet um Kreuzlingen nachher, in gut 14 Millionen Jahren, irgendwann um eben diesen Betrag en bloc gehoben worden.

Zur Paläogeographie des Hörnli-Schutfächers

Paläopotamologische Überlegungen über die Gefällsverhältnisse des mittelmiozänen Hörnli-Flusses, der den gewaltigen Schutfächer der Nordostschweiz aufgebaut hat, lassen BÜRGISSER (1980), aufgrund der Geröllgrößen, Sedimentationserscheinungen sowie des daraus und aus der Flora geschätzten Abflusses, ein recht geringes Gefälle für diesen Fächer annehmen, konnte er doch in seinem erhaltenen Teil nirgends Hinweise finden, wonach dieses grösser als 1° ($= 17,5$ m/km) gewesen wäre.

Da die den Öhninger Schichten zeitlich entsprechenden Ablagerungen auf der Südseite des Untersees im zentralen Hörnligebiet als «Öhninger-» und ihre hangenden Konglomerate als untere Tösswaldschichten bezeichnet werden (Geol. Dienst der Armee 1970; HOTTINGER et al. 1970) und diese dort um 120–180 m höher liegen als am Untersee, ergäbe sich für die rund 25 km lange Strecke ein Anstieg von 5 bis 7 m/km ($= 0,3$ – $0,4^\circ$). Dabei entfällt allenfalls noch eine Komponente auf eine geringfügige verstärkte En-bloc-Hebung. Für die Konglomerat-Mergel-Assoziation (mit einem Konglomerat-Anteil von 1 bis 80%) rechnet BÜRGISSER mit einem radialen Gefälle von 1,5 bis 3 m/km, für die Konglomerat-Assoziation (über 80% Konglomerat-Anteil) mit einem solchen von 5 bis 10 m/km, so dass sich nach diesen Angaben ein Anstieg der Landoberfläche von 80 bis 160 m ergäbe. Für die weiteren 16 km bis zum südlichen Erosionsrand des Hörnli-Schutfächers ergäbe sich ein weiterer Anstieg von dieser Größenordnung und für das um 10–15 km noch weiter südlich gelegene Alpentor nochmals ein solcher von maximal 100 bis 200 m. Damit dürfte das Alpentor des Hörnli-Flusses zwischen 350 und maximal 700 m ü.M. gelegen haben. Zugleich wird damit verständlich, dass bereits südlich des Seerükens (Kt. Thurgau) keine einsamigen *Gleditsien* mehr gewachsen sind, während einer ihrer Begleiter, *Liquidambar* – Amberbaum, noch bis in den Hinterthurgau nachgewiesen ist. Wenn einsamige *Gleditsien* hochkommen konnten, sind besonders Fiederblättchen auch stets in grösserer Zahl erhalten, wie aus den Statistiken der Untersee-Fundstellen hervorgeht.

Der Jurasee und die Hebung der Synklinale von Le Locle

Die heute um 1000 m ü. M. gelegenen Süswasserkalke von Le Locle im Neuenburger Jura, die ebenfalls *Gleditsia*-Reste geliefert haben (HEER 1859), deuten auf eine kräftige Hebung des Kerns dieser jurassischen Tertiärmulde nach dem oberen Mittelmiozän. Da HOFMANN (1958) eine tonmineralogische Identität des in den Süswasserkalken eingelagerten Bentonits mit demjenigen westlich von Bischofszell TG nachweisen konnte, dürfte dieser mit hoher Wahrscheinlichkeit der gleichen Aschenregen-Eruption angehören wie die nordostschweizerischen Vorkommen, für die HOFMANN ein Eruptionszentrum im Bereich des Tannenbergs nordwestlich von St. Gallen annimmt. Und da diese Vorkommen andererseits im Bereich der Öhninger Schichten liegen (HOFMANN 1951; HANTKE 1953), so dürften die Süswasserkalke von Öhningen und von Le Locle mehr oder weniger gleichzeitig abgelagert worden sein.

Für die 180 km betragende Distanz vom Untersee bis Le Locle ist noch mit einem geringen Gefälle des Sammelstranges des zur Rhone entwässernden Glimmersand-Stromsystems (HOFMANN 1960a, b) zu rechnen. Während sich in den Süswasserkalken von Le Locle zwar keine Glimmersand-Einschlüsse mehr finden, konnte HOFMANN (1969) solche in denen von Sorvilier im Tal von Tavan-nes BE und bei Cortébert im Tal von St-Imier BE nachweisen (Fig. 1).

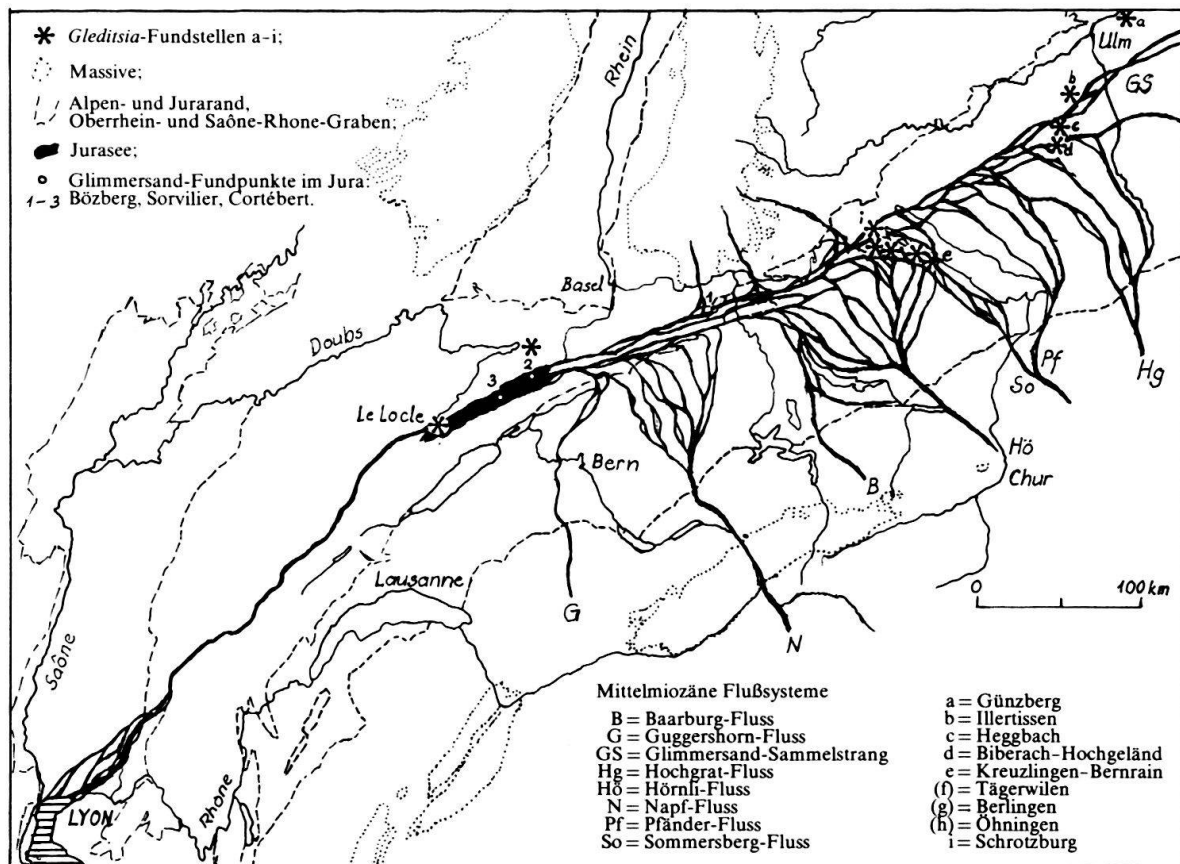


Fig. 1. Die Flußsysteme zur Zeit der Ablagerung der Öhninger Schichten (oberes Mittelmiozän); z. T. nach HOFMANN (1969).

Bei der Annahme eines minimalen Gefälles von 0,3 bis 0,5‰ ergäbe sich für den rund 150 km langen Flusslauf (Luftlinie 130–140 km) bis zum Jurasee von Sorvilier-Cortébert-Le Locle eine um 45–75 m tiefere Höhenlage, also noch 55–75 m ü.M. Damit würde die spätere Hebung der Synklinale von Le Locle mindestens 900–950 m betragen. Zugleich weisen die Höhenlagen der Glimmersand-Einschalungen bei Sorvilier (770 m) und bei Cortébert (780 m) auch auf einen axialen tektonischen Anstieg der Glimmersandrinne von 700 bis 750 m hin. Dies deckt sich gut mit dem bereits von LEMCKE (1972, 1974) dargelegten axialen Herausheben der Molassebecken gegen Westen, was wohl mit dem späten, vorab oberpliozänen und altquartären Emporstau der Montblanc-Hochjura-Transversale einhergeht.

Wenn sich das Glimmersand-Stromsystem im östlichen Berner Jura in einen grösseren See ergoss, dann dürfte es darin seine Sedimentfracht abgelagert haben und als geklärtes, glimmersandfreies Gewässer ausgetreten und weiter gegen WSW geflossen sein. Dieser See scheint in der südlichen Fortsetzung des Oberrheingraben gelegen zu haben. Für die verbleibende Flußstrecke von rund 200 km durch den Faltenjura – wohl erst durch die Doubs-Bienne-Ain-Talung in die Bresse und weiter bis ins Mittelmeer, das damals rhoneaufwärts noch bis in die Gegend von Lyon reichte (Fig. 1) – ergäbe sich noch ein Gefälle von 0,28 bis 0,38‰, was einen sehr sinnvollen Wert darstellt. Später, bei der Öffnung der Querdurchbrüche gegen Nordwesten, mag die Entwässerung allenfalls kurzfristig zum Ain erfolgt sein, bevor die Abflussrichtung auch im Molassebecken nach Nordosten, zur Donau, umkippte. In der Folge, spätestens im Oberpliozän, wäre diese Flußstrecke im Hochjura durch eine verstärkte En-bloc-Hebung von rund 100 m unterbrochen worden, so dass die Entwässerung von der sich neu bildenden Kulmination südwestlich von Mouthe (Dépt. Doubs) in umgekehrter Richtung, gegen ENE, erfolgte. Der Doubs wurde daher gezwungen, bis nach St-Ursanne nach ENE zu fließen.

Die Fundstelle Montavon und die Jurafaltung

Im westlichen Delsberger Becken, wo die *Gleditsia*-Fundstelle von Montavon heute auf einer Höhe von 600 m liegt, dürfte die Landoberfläche während der unteren, noch warmzeitlichen, unter(?)pliozänen feinstkörnigen Vogesen-Schüttung ebenfalls auf maximal 150 m Höhe gelegen haben, so dass dort die Hebung nach dem Unter(?)pliozän mindestens 450 m betragen hätte. Da die Schüttung dieser Sedimente, sowohl der tieferen Sande als auch der höheren mittel(?)pliozänen Vogesen-Schotter – aufgrund des Geröllinhaltes –, von den südlichen Vogesen über die heute bis auf über 800 m Höhe reichende Jurakette der Caquerelle (Kt. Jura) erfolgt ist (LINIGER & KELLER 1930; LAUBSCHER in DIEBOLD et al. 1963; LAUBSCHER 1974), muss diese Malm-Antiklinale gar um mindestens 700–800 m emporgestaut worden sein. Im jüngeren Pliozän und besonders während des Quartärs wurde diese Kette noch um 100–200 m erosiv erniedrigt. In Montavon liegt die *Gleditsia*-Fundstelle 20–30 m über den Liesbergschichten des unteren Malms. Im Gebiet der Caquerelle dürften darüber noch weitere pliozäne Sedimente – Vogesen-Sande und -Schotter – abgelagert worden sein, erreicht doch ihre Gesamtmächtigkeit im westlichen Delsberger Becken rund 150 m (LINIGER 1925, 1967). Zudem folgen über den korallenführenden Liesbergschichten der Caquerelle noch rund 130 m höhere

Malmkalke. Dieser Abtrag – weiter südlich bis zu einer Peneplaine – erfolgte nach dem fluvialen Durchbruch des Vogesen-Flusses längs tektonisch vorgezeichneten Linien vorab im Laufe des älteren und mittleren Quartärs, wohl hauptsächlich durch das Jura-Eis (HANTKE 1973, 1978).

Verdankungen

Der Verfasser ist den Herren Dr. H.-J. Gregor, Dr. P. Hochuli und Dr. H. Bürgisser für die kritische Durchsicht des Manuskriptes, Herrn U. Gerber für die photographischen Aufnahmen und Herrn Dr. J. Bursch für die Mithilfe bei der Niederschrift und der Montage der Tafeln zu Dank verpflichtet.

LITERATURVERZEICHNIS

- BERGER, W. (1955): *Neue Ergebnisse zur Klima- und Vegetationsgeschichte des europäischen Jungtertiärs*. – Ber. geobot. Inst. ETH, Stift. Rübel 1954, 12–29.
- BÜCHI, U. P., SCHLANKE, S., & MÜLLER, E. (1976): *Zur Geologie der Thermalwasserbohrung Konstanz und ihre sedimentpetrographische Korrelation mit der Erdölbohrung Kreuzlingen*. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 42/103, 25–33.
- BÜRGISSER, H. M. (1980): *Zur mittelmiozänen Sedimentation im nordalpinen Molassebecken: Das «Appenzellergranit»-Leitniveau des Hörnli-Schuttfächers (Obere Süswassermolasse, Nordostschweiz)*. – Diss. geol. Inst. ETH, Zürich.
- Geol. Dienst der Armee (1970): *Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 1093 Hörnli*. – Schweiz. geol. Komm.
- GREGOR, H.-J. (1979): *Neue Ergebnisse zur Florengeschichte und Ökologie der Oberen Süswasser-Molasse Bayerns*. – Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 37, 36–47.
- GREGOR, H.-J., & HANTKE, R. (1980): *Revision der fossilen Leguminosengattung *Podogonium* Heer (= *Gleditsia* Linné) aus dem europäischen Jungtertiär*. – Feddes Report. Berlin (DDR) 91/3, 151–181.
- HANTKE, R. (1953): *Gliederungsversuch der Oberen Süswassermolasse im Gebiet der Hörnlischüttung*. – Eclogae geol. Helv. 46/1, 1–8.
- (1954): *Die obermiozäne Öhninger Fundstelle Schrotzburg (Schienerberg, Süd-Baden)*. – Denkschr. schweiz. natf. Ges. 80/2, 31–118.
- (1973): *Des dépôts du Quaternaire le plus ancien dans la région frontière France–Allemagne–Suisse, intiquent-ils des glaciations remarquables du SW de la Forêt-Noire?* – Ann. sci. Univ. Besançon, Géol. (3), 18, 191–195.
- (1978): *Eiszeitalter 1 – Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete*. – Ott, Thun.
- (1979): *Die Geschichte des Alpen-Rheintales in Eiszeit und Nacheiszeit*. – Jber. Mitt. oberrh. geol. Ver. [N.F.] 61, 279–295.
- HANTKE, R., et coll. (1967): *Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete*. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2.
- HEER, O. (1859): *Flora tertiaria Helvetiae*, 3. – Winterthur.
- HOFMANN, F. (1951): *Zur Stratigraphie und Tektonik des st. gallisch-thurgauischen Miozäns und zur Bodenseegeologie*. – Jb. st. gall. natw. Ges. 74, 3–87.
- (1958): *Das Bentonitvorkommen von Le Locle*. – Eclogae geol. Helv. 51/1, 65–71.
- (1960a): *Beitrag zur Kenntnis der Glimmersandsedimentation in der oberen Süswassermolasse der Nord- und Nordostschweiz*. – Eclogae geol. Helv. 53/1, 1–27.
- (1960b): *Materialherkunft, Transport und Sedimentation im schweizerischen Molassebecken*. – Jb. st. gall. natw. Ges. 76, 51–76.
- (1969): *Neue Befunde über die westliche Fortsetzung des beckenaxialen Glimmersand-Stromsystems in der Oberen Süswassermolasse des schweizerischen Alpenvorlandes*. – Eclogae geol. Helv. 62/1, 279–284.
- HOTTINGER, L., MATTER, A., NABHOLZ, W., & SCHINDLER, C. (1970): *Erläuterungen zu Blatt 1093 Hörnli*. – Schweiz. geol. Komm.

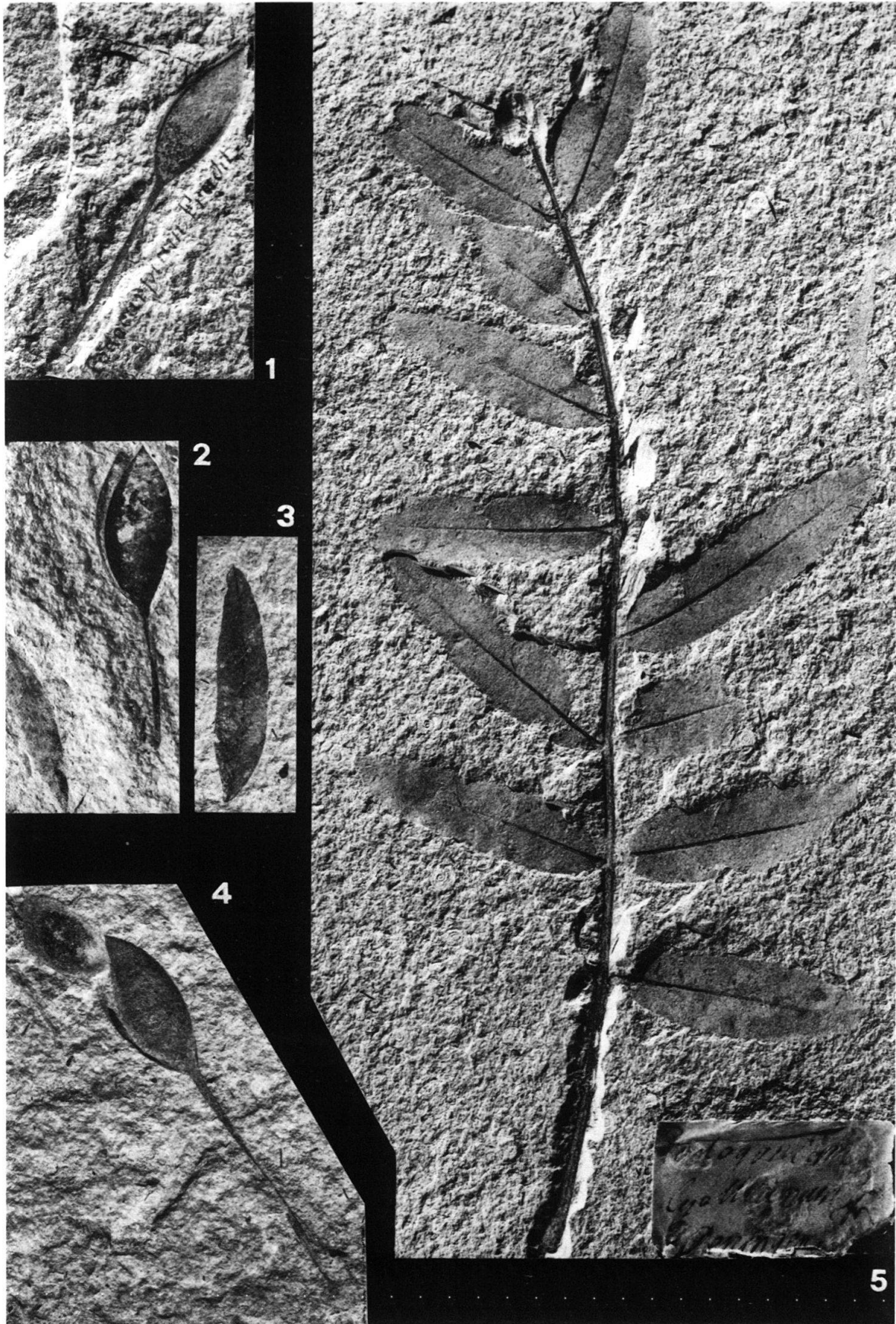
- LAUBSCHER, H.P. (1974): *Basement Uplift and Decollement in the Molasse Basin*. – *Eclogae geol. Helv.* 67/3, 531–537.
- LAUBSCHER, H.P., in DIEBOLD, P., LAUBSCHER, H., SCHNEIDER, A., & TSCHOPP, R. (1963): *Geologischer Atlas der Schweiz, Blatt 1085 St-Ursanne, mit Erläuterungen*. – Schweiz. geol. Komm.
- LEMCKE, K. (1972): *Die Lagerung der jüngsten Molasse im nördlichen Alpenvorland*. – *Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing.* 39/95, 29–41.
- (1974): *Vertikalbewegungen des vormesozoischen Sockels im nördlichen Alpenvorland vom Perm bis zur Gegenwart*. – *Eclogae geol. Helv.* 67/1, 121–133.
- LINIGER, H. (1925): *Geologie des Delsberger Beckens und der Umgebung von Movelier*. – *Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.]* 55/4, 1–71.
- (1967): *Pliozän und Tektonik des Juragebirges. Mit einem Anhang von F. Hofmann: Sedimentpetrographische Untersuchungen an den Vogesensanden, Vogesenschottern und Sundgauschottern*. – *Eclogae geol. Helv.* 60/2, 407–490.
- LINIGER, H., & KELLER, W. T. (1930): *Geologischer Atlas der Schweiz, Blätter 92–95 Movelier–Soyhières–Delémont–Courrendlin, mit Erläuterungen*. – Schweiz. geol. Komm.
- WÜRTEMBERGER, TH. (1906): *Die Tertiärflora des Kantons Thurgau*. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 17, 3–44.

Tafel 1

- Fig. 1 Geöffnete Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR, von A. Braun noch als *Podocarpidium* bezeichnet; aus den Süsswasserkalken von Öhningen, Südbaden, oberer Steinbruch, OE 1003.
- Fig. 2 Geöffnete Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR mit noch eingeschlossenem Samen; aus den Süsswasserkalken von Öhningen. Links: Fiederblättchen von *G. lyelliana* (HEER) HANTKE *forma knorrii*, schmales, vorn (unten) in eine Spitze auslaufend. OE 1004.
- Fig. 3 Fiederblättchen von *Gleditsia lyelliana* (HEER) HANTKE, vorn spitz zugerundet mit Stachelspitzchen; aus den Süsswasserkalken von Öhningen. OE 1005.
- Fig. 4 Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR mit ausgetretenem, gequollenem Samen; aus den Süsswasserkalken von Öhningen. OE 1006.
- Fig. 5 Gefiedertes Blatt von *Gleditsia lyelliana* (HEER) HANTKE mit vorn zugerundeten Fiederchen und Stachelspitzchen; von O. Heer eigenhändig noch als *Podogonium lyellianum* Hr. beschriftet, aus den Süsswasserkalken von Öhningen. OE 1007.

Alle Figuren nat. Grösse. Die Stücke liegen in der paläobotanischen Sammlung des Geologischen Institutes der ETH in Zürich.

Photos: U. Gerber, Geol. Institut ETH.



Tafel 2

- Fig. 1 Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR mit gequollenem Samen, daneben Blatt von *Populus latior* A. BR.; aus den Mergeln von Kreuzlingen-Bernrain TG. BN 1001.
- Fig. 2 Fiederblättchen von *Gleditsia lyelliana* (HEER) HANTKE, vorn zugerundet mit Stachelspitzen und asymmetrischer Basis; aus den kalkigen Glimmersilten von Tägerwilen TG. T 1001.
- Fig. 3 Fiederblättchen von *Gleditsia lyelliana* (HEER) HANTKE, vorn unvollständig erhalten; aus den kalkigen Glimmersilten von Tägerwilen TG. T 1002.
- Fig. 4 Gefiedertes Blatt von *Gleditsia lyelliana* (HEER) HANTKE, links daneben Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR mit eingeschlossenem Samen; aus den Mergeln von Kreuzlingen-Bernrain TG. BN 1002.
- Fig. 5 Kleine, geöffnete Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR mit eingeschlossenem Samen; daneben Knospenschuppe aus den Mergeln von Kreuzlingen-Bernrain TG. BN 1003.
- Fig. 6 Fiederblättchen von *Gleditsia lyelliana* (HEER) HANTKE, vorn klar gerundet mit Stachelspitzchen, rechts daneben elliptische Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR, Stielende oben; aus den Mergeln von Kreuzlingen-Bernrain TG. BN 1004.
- Fig. 7 Geöffnete Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR mit noch eingeschlossenem Samen; aus den Mergeln von Kreuzlingen-Bernrain TG. BN 1005.
- Fig. 8 Elliptische Fruchthülse von *Gleditsia knorrii* (HEER) GREGOR mit eingeschlossenem Samen und sehr langem Gynophor; aus den Mergeln von Kreuzlingen-Bernrain TG. BN 1006.

Alle Figuren nat. Grösse. Die Stücke liegen in der paläobotanischen Sammlung des Geologischen Institutes der ETH in Zürich.

Photos: U. Gerber, Geol. Institut ETH.

