

Warmzeitliche mittelmiozäne Floren im Thurgau und im Öhninger Maar zwischen kühlzeitlichen Muren



Text: René Hantke

1925–2024

Widmung

Meinem lieben Enkel Sven Hantke mit den besten Wünschen für einen guten Start ins Leben

Anmerkung der Redaktion

2024 verstarb der bekannte Geologe Dr. René Hantke, Professor an der ETHZ, und hinterliess zwei Manuskripte für die TNG-Mitteilungen. Überarbeitet durch die Autoren erschien der erste Beitrag in der letzten Ausgabe des «mag». Mit diesem Artikel erscheint nun sein letzter Diskussionsbeitrag für sein Fachgebiet. Als Herausgeber dieser Publikation war es uns ein Anliegen, die beiden Manuskripte im Sinne des Verfassers nun zu veröffentlichen. Dr. Andreas Müller, Geologe und Fachreferent für Erdwissenschaften an der ETH-Bibliothek, hat sich bereit erklärt, den Text zu überarbeiten. Für diese anspruchsvolle und aufwendige Arbeit gebührt ihm ein grosser Dank. Er liess Aussagen, Schlussfolgerungen und Hypothesen René Hantkes im Kern unverändert, hat den Text aber wo nötig sprachlich und an heutige Lesegewohnheiten angepasst sowie Rückmeldungen eines Reviewers einfliessen lassen. Eine Kurzfassung des Beitrages erschien in der Druckausgabe 2026 des «mag». Den vollständigen Artikel veröffentlichen wir an dieser Stelle.

Das Feuer für sein Fachgebiet hat sich René Hantke bis zuletzt bewahrt und seine Gedanken und Auffassungen zu Themen, die ihm ein Anliegen waren, niedergeschrieben. Dabei konnte er stets aus seinem jahrzehntelangen Erfahrungsschatz schöpfen. Dass einzelne seiner Aussagen Fragen aufwerfen und diskutiert werden können, ist uns bewusst – doch genau das wäre wohl auch im Sinn von René Hantke gewesen. Er selbst wird sich in diese Diskussion nicht mehr einbringen können. Aber vielleicht sind seine Überlegungen in dieser Publikation nachfolgenden Kolleginnen und Kollegen Ansporn und Inspiration für ihre eigene Forschungsarbeiten. René Hantke hätte mit Sicherheit seine Freude daran.

Zusammenfassung

Auf der Grundlage von rund 25 Pflanzenfundstellen aus der Oberen Süsswassermolasse im Kanton Thurgau, im Norden des Kantons Zürich sowie aus dem Öhninger Maar in Baden-Württemberg wurden paläoökologische Vegetationsmuster, Paläotemperaturen und mittlere Jahresniederschläge rekonstruiert. Der untersuchte Zeitraum umfasst das mittlere Miozän (ca. 17–12 Mio. Jahre) und beruht auf paläobotanischen Indikatoren und biostratigraphischen Einheiten. Die Region besitzt eine lange paläontologische Forschungstradition, die auf zahlreiche Arbeiten von Oswald Heer und vielen weiteren Forschenden und Sammelnden zurückgeht.

Paläoökologische Analysen zeigen ein artenreiches Mosaik aus Auen- und Laubmischwäldern, unter anderem mit Pappeln, Platanen, Amber und Kampferbäumen, Lorbeergevächsen, Ulmen, Eschen und Sumpfpfyzypressen. Diese Vegetation entspricht einem feuchten warm-gemäßigten, subtropischem Cfa-Klima nach KOEPPEN & GEIGER (1936), das mit den heutigen Bedingungen im Mississippi-Delta in den USA vergleichbar ist. Diese paläoökologischen Lebensgemeinschaften waren jedoch nicht durchgängig stabil während des Mittelmiozäns. So treten lokal auch Nadelwälder mit Birken und Föhren auf, was auf kühlere und trockener geprägte Klimaphasen hinweist.

Diese wechselnden Umweltbedingungen spiegeln sich nicht nur in fossilen Pflanzensammensetzungen, sondern auch in den Sedimenten der Oberen Süsswassermolasse wider. Dabei weisen feinkörnige Mergel- und Tonschichten auf flache, feuchte Ablagerungsräume unter warmen Klimabedingungen hin. Im Gegensatz dazu stehen grobkörnige, nagelfluhdominierte Sedimentpakete, die als verfestigte Murgangablagerungen ausbrechender gletscher- oder bergsturzgestauter Seen während kühlerer Klimaphasen interpretiert werden.

Biostratigraphische Einheiten und ihre Korrelation mit orbitalen Veränderungen deuten darauf hin, dass die beobachteten, ökologischen und sedimentologischen Schwankungen klimagesteuerten Milankovitchzyklen folgen.

Zudem werden die von Oswald Heer ursprünglich als *Carpolithes pruniformis* beschriebenen Fossilien neu interpretiert und als unreife Früchte der styracaceischen Gattung *Rehderodendron* erkannt. Sie werden als *Rehderodendron pruniformis* bezeichnet und belegen damit das Vorkommen einer in Mitteleuropa heute erloschenen Florakomponente, die für die Warmphasen des Mittelmiozäns charakteristisch war.

Insgesamt unterstreicht dieser Beitrag die enge Verbindung von Geologie, Klima und Vegetation und zeigt, dass sich schon im Mittelmiozän einige Grundlagen der heutigen Landschafts- und Ökosystemstrukturen des Thurgaus und seiner Umgebung formten.

Abstract

Based on roughly 25 plant fossil localities from the Upper Freshwater Molasse in the canton of Thurgau, in the northern part of the canton of Zurich, and from the Öhningen Maar in Baden-Württemberg, palaeoecological vegetation patterns, palaeotemperatures, and mean annual precipitation were reconstructed. The study focuses on the Middle

Miocene (approximately 17–12 million years ago) and is based on palaeobotanical indicators and biostratigraphic units. The region has a long palaeontological research tradition, tracing back to numerous studies by Oswald Heer and many other researchers and collectors.

Palaeoecological analyses reveal a species-rich mosaic of riparian and mixed deciduous forests with poplars, plane trees, sweetgum and camphor trees, lauraceous trees, elms, ashes, and swamp cypresses. This vegetation corresponds to a humid warm temperate, subtropical Cfa climate according to KOEPPEN & GEIGER (1936), which is comparable to present day conditions in the Mississippi Delta. However, these palaeoecological communities were not persistently stable during the Middle Miocene. Local occurrences of coniferous forests with birches and pines point to cooler and more arid climatic intervals.

These alternating environmental conditions are also reflected in the sediments of the Upper Freshwater Molasse. Fine-grained marl and clay layers indicate shallow, wet depositional environments under warm climatic conditions, whereas coarse-grained, conglomerate-dominated sediment packages are interpreted as lithified debris-flow deposits resulting from outburst floods of glacier-dammed lakes during cooler periods.

Based on biostratigraphic units and their correlation with orbital variations, the observed ecological and sedimentological fluctuations are interpreted as climate-driven cycles controlled by Milankovitch forcing.

Furthermore, fossils originally described by Oswald Heer as *Carpolithes pruniformis* are reinterpreted as immature fruits of the styracaceous genus *Rehderodendron*. They are referred to as *Rehderodendron pruniformis* and document a floristic component that became extinct in the modern flora of Central Europe, representing a warm-phase element of the Middle Miocene flora.

Overall, this study underlines the close interconnection between geology, climate, and vegetation and shows that some of the foundations of today's landscape and ecosystem structures in Thurgau and its surrounding regions were already formed in the Middle Miocene.

1. Einleitung

Der vorliegende Beitrag dokumentiert mittelmiozäne Pflanzenfossilien aus feinkörnigen Mergeln der Oberen Süsswassermolasse, vorwiegend aus dem Kanton Thurgau und aus der Umgebung von Öhningen am Untersee (Baden-Württemberg), ergänzt durch Funde aus angrenzenden Gebieten im Norden des Kantons Zürich. Die Funde und ihre Interpretation werden in einen geologischen, paläoökologischen und paläoklimatologischen Rahmen gestellt.

Kapitel 2 bildet das Herzstück der Arbeit und dokumentiert die fossilen Pflanzenfunde im Detail. Zur Orientierung durch das Kapitel dient Tabelle 1, in welcher die Fundstellen, die dazugehörenden Kapitel- und Unterkapitelnummern sowie allfällige Abbildungsnummern aufgeführt sind. In Kapitel 3 werden die Funde mithilfe biostratigraphischer Einheiten in einen chronologischen Rahmen gestellt. Auf dieser Grundlage werden in Kapitel 4 die «Klima- und Vegetationsentwicklung» (Kpt. 4.1), die «Geologie der Oberen Süsswassermolasse» (Kpt. 4.2) sowie die «Landschaftsdynamik» (Kpt. 4.3) interpretiert. Kapitel 5 enthält die Literaturangaben.

Die Region weist eine lange paläontologische Forschungsgeschichte auf. Viele der behandelten Funde gehen auf Arbeiten von OSWALD HEER, einem der bedeutendsten Naturforscher des 19. Jahrhunderts, zurück. Darüber hinaus trugen auch Laienforscher wie HEINRICH WEGELIN und insbesondere THOMAS WÜRTENBERGER wesentlich zur Erforschung dieses Gebietes bei. Eine detaillierte Übersicht über die Sammler und Mitarbeitenden, die mit ihren Beiträgen die Forschung im Untersuchungsgebiet wesentlich unterstützt und vorangetrieben haben, befindet sich im Anhang.

2. Fundstellen, Pflanzenreste und Floren in der Oberen Süsswassermolasse im Kanton Thurgau (TG), des nördlichen Kantons Zürich (ZH) und im Öhninger Maar in Baden-Württemberg (BW, De)

Im folgenden Kapitel werden in 17 Unterkapiteln fossil überlieferte pflanzliche Reste und Floren der Oberen Süsswassermolasse vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt auf Funden aus dem Kanton Thurgau sowie aus der Umgebung von Öhningen am Untersee (Baden-Württemberg). Ergänzend werden einzelne Funde aus angrenzenden Gebieten im Norden des Kantons Zürich berücksichtigt (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht der Fundorte pflanzlicher Fossilien: Die Fundorte sind alphabetisch geordnet und den jeweiligen Kapitelnummern zugeordnet. Zusätzlich sind Meereshöhe, Bearbeiter, typische Pflanzenarten und -gattungen des jeweiligen Fundortes, sowie die entsprechenden Blattnummern der Landeskarten der Schweiz (1:25'000) angegeben.

Fundorte	Kapitel	Höhe in m ü. M.	Landeskarte Bearbeiter 1:25000 (Blatt-Nr.)	Bearbeiter	Fossile Flora mit ausgewählten Pflanzenarten und -gattungen
Bernrain (TG)	2.1 2.14.1	485	1034	Würtenberger	Flora, u.a. <i>Glyptostrobus europaea</i> , <i>Acer angustilobum</i>
Chlihörnli, Nordseite (ZH)	2.2 2.14.2	930 & 1000	1093	Bolliger & Eberhard	Flora, u.a. <i>Liquidambar europaea</i>
Gerlikoner Steig (TG)	2.3 2.14.3	505	1053	Wegelin	Flora, u.a. <i>Cinnamomum polymorphum</i>
Grat, südl. von Fischen (TG)	2.14.4	930	1093	Bolliger	<i>Celtis</i> , <i>Sparganium</i> , <i>Magnolia</i> , <i>Sinomenium</i> , <i>Broussonetia</i>

Fundorte	Kapitel	Höhe in m ü. M.	Landeskarte Bearbeiter 1:25000 (Blatt-Nr.)	Bearbeiter	Fossile Flora mit ausgewählten Pflanzenarten und -gattungen
Helsighausen (TG)	2.4	610	1033	Bolliger	<i>Flora, u.a. Liquidambar europaea, Populus balsamoides</i>
Herdern-Kalchrain (TG)	2.5	500	1053	Heer	<i>Byttriophyllum tiliaefolium</i> (A. BR.)
Hohenkrähen, nördl. von Singen (BW, De)	2.6	640	1033	Heer, Württenberger	<i>Flora, u.a. Glyptostrobus europaea</i>
Johalde ob Berlingen (TG)	2.7 2.14.5	490	1033	Heer, Württenberger	<i>Flora, u.a. Platanus aceroides</i>
Kaltenbach-Wagenhausen (TG)	2.8	580	1032	Wegelin	<i>Chara, Populus balsamoides, Zelkova zelvokoides</i>
Konstanz-Staad und Schrotzbürger Tobel (BW, De)	2.9	405	1034	Dauner, Württenberger	<i>Cinnamomum polymor- phum, Populus, Salix</i>
Leiachert Tobel (ZH)	2.10	835	1093	Bolliger	<i>Typha latissima, Fagus cf. stubergeri, Salix angus- ta, Equisetum</i>
Neugrüt, Fischingen (TG)	2.14.6	670	1093	Eberli	<i>Glyptostrobus europaea</i>
Öhninger Maar (BW, De), Ob. Steinbruch	2.11	560	1033	Heer, Hantke	<i>Potamogeton geniculatus</i>
Öhninger Maar (BW, De), Unt. Steinbruch	2.11	505	1033	Heer, Hantke	<i>Flora, u.a. Potamogeton geniculatus</i>
Rodenberg, Schlattlingen (TG)	2.12 2.14.7	450	1033	Württemberg, Wegelin	<i>Populus balsamoides, P. mutabilis,</i>
Schrotzburg (BW, De), Ob. Lager	2.13	585	1033	Heer, Württenberger, Hantke, Nötzold	<i>Flora, u.a. Platanus aceroides</i>
Schrotzburg (BW, De), Unt. Lager	2.13	535	1033	Heer, Hantke, Nötzold	<i>Flora, u.a. Populus mutabilis</i>
Seerücken (TG) und Umgebung	2.14				
Sternenberg-Rosswald (ZH)	2.15	890	1093	Bolliger	<i>Celtis</i>
Tägerwilen (TG)	2.16 2.14.8	430	1034	Württemberg	<i>Flora, u.a. Populus mutabilis</i>
Untergriesen, Frauenfeld (TG)	2.17	405	1053	Wegelin	<i>Apeibopsis laharpei</i>

2.1 Die fossile Flora von Bernrain

Auf dem Süsswasserkalk-Niveau lagen in Bernrain im Leitungsstollen der Wasserversorgung Kreuzlingen (in O. WÜRTENBERGER 1906: 43) reichlich Endsporn-Reste von *Glyptostrobus europaea* – Wasserfichte, eine Zypressen-Gattung, die heute im östlichen China an sumpfigen Standorten wächst. In den *Mergeln* des Wasserleitungsstollens fand TH. WÜRTENBERGER ferner:

- *Nitellopsis (Tectochara) meriani* A. BR. in UNG. – Armleuchteralge: Oogonien,
- *Salvinia formosa* HR. – Schwimmfarn: 66 Blattreste,
- *Ceratophyllum schrotzburgense* HANTKE – Hornblatt: 3 Reste.

C. schrotzburgense, eine im Unteren Schrotzbürger Pflanzenlager häufige Wasserpflanze, konnte auch in den lithologisch ähnlichen Mergeln von Bernrain der Sammlung WÜRTENBERGER in einigen Exemplaren aufgefunden werden. Sowohl die

äusserst zarten Schlamm sprossen als auch die hornartigen, mehrfach gabelspaltigen Blattfragmente der flottierenden Sprosse zeigen mit den Schrotzburger Resten eine gute Übereinstimmung. Auch hier ist der Rand der Blattzipfel, im Gegensatz zu der von W. BERGER (1952) beschriebenen Art aus dem Altplozän von Brunn-Vösendorf bei Wien, mit viel feineren, weit auseinanderliegenden Zähnen besetzt. Das Auftreten von *Ceratophyllum* ist, namentlich zusammen mit *Potamogeton geniculatus* A. BR. und *Salvinia*, ein sicherer Beweis, dass die Mergel in einem Altwasserlauf abgelagert worden waren. Auch:

- *Typha latissima* A. BR. – Rohrkolben, wuchs am Altwasser: mehrere Reste,
- *Sparganium valdense* A. BR. – Igelkolben, ebenfalls: mehrere Reste,
- *Smilax sagittifera* HR. – Pfeilblättriger Sassaparill: 3 Blätter.

Wie in den Öhninger Süsswasserkalken und in den Oberen Schrotzburger Mergeln erwähnt TH. WÜRTEMBERGER (1906) in den Mergeln von Bernrain und in Tägerwilen – neben *S. sagittifera* – auch *S. obtusiangula* HR. und *S. angustifolia* HR.

Diese stellen jedoch nur, je nach Stellung am Trieb, verschieden ausgebildete Blattformen von *S. sagittifera* dar, was sich ebenfalls bei ihrer rezenten Vergleichsart, der in mediterranen Tobeln auftretenden *S. aspera* beobachten lässt. Bei einem aus dem Mergel von Bernrain stammenden Blatt und bei einem Tägerwiler Blatt zeigen sich am Rand gegen die Spitze hin schwach entwickelte Dörnchen.

- *Gleditsia lyelliana* (HR.) HANTKE – Wassergleditschie: 106 Fiederblättchen + 5 Fruchthülsen (= *G. knorrii* (A. BR.) GREG., bei WÜRTEMBERGER noch *Podogonium lyellianum* HR.,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel: 17 Blätter, davon einige als *P. glandulifera* HR. bezeichnete Blätter, wenige Blätter,
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel: 3 Blätter + 1 als «*Quercus gmelini*» bezeichnet,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel: 37 Blätter, bei WÜRTEMBERGER noch als *P. latior* bezeichnet, wobei er die von HEER noch als «Arte» unterschiedenen Blattformen als solche erkannt hat,
- *Populus attenuata* A. BR.: wenige Blätter,
- *Populus heliadum* UNG.: wenige Blätter,
- *Salix lavateri* A. BR. – Lavaters Weide: 4 + 2 Blätter.

Die von WÜRTEMBERGER als *S. longa* bezeichneten Blätter besitzen einen deutlich gekerbt-gezähnten Rand und sind zu *S. lavateri* zu stellen, mit der sie sonst völlig übereinstimmen.

- *Salix angusta* A. BR. – Schmalblättrige Weide: 6 Blätter,
- *Myrica serotina* HR. – Später Wachsbeer-Strauch: 4 Blätter,
- *Quercus cruciata* A. BR. – Kreuzblättrige Eiche. 1 Blatt,
- *Quercus gmelini* A. BR. ist wahrscheinlich ein Blatt von *Populus mutabilis* HR.
- *Castanea/Quercus jacki* WÜRTEMB. – Jacks Kastanie/Eiche: 49 Blätter, von WÜRTEMBERGER als *Castanea* betrachtet; doch nennt er Hunderte von Blattresten. Offenbar hat er nicht alle gesammelt oder solche weitergegeben. Da sich in den Mergeln aber weder Kastanien noch Eicheln fanden – diese wurden wohl von Nagern und Wildschweinen gefressen –, ist die Zugehörigkeit dieser Blätter noch immer nicht gesichert. Ihr kommen auch die Blätter von *Quercus castaneifolia* C.A. MEY., *Qu. libani* OLIV. und *Qu. muehlenbergi* ENGELM. (= *Qu. castanea* WILLD.) ebenso nahe wie die nordamerikanische *Castanea dentata* (MARSH.) BORKH., mit der das

aus dem Oberen Pflanzenlager der Schrotzburg stammende Blatt verglichen wurde, sowie die hiesige *C. sativa* (= *C. vesca* GAERTN.). Einzig vom Nussbaum fanden sich in den Süßwasserkalken auch Nüsse, die offenbar ins Maar gefallen waren und so vor dem Gefressenwerden durch Nager oder als sterile Nuss vor dem Auskeimen bewahrt blieben.

- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum: 38 Blätter + 1 vierlappiges Blatt,
- *Ulmus longifolia* UNG.: 1 Blatt,
- *Zelkova zelkovoides* (BRNGN.) KNOBL. – Wasserulme: 1 Blatt, von Württenberger als
- *Planera ungeri* KOV. bezeichnet,
- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane: einige Blätter.

A. JEANNET, Konservator der Geologischen Sammlung der ETHZ, gab aus der Sammlung TH. WÜRTTENBERGER an J. Joller, Niederrickenbach, für das damals dort im Entstehen begriffene Museum weg:

- *Acer angustilobum* HR. (Abbildung 1) – Schmallappiger Ahorn: 1 Blatt,
- *Castanea/Quercus jacki* WÜRTTENB.: 2 Blätter und
- *Cinnamomum scheuchzeri* HR. – Sonnenblatt von *C. polymorphum*: 1 Blatt,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum: mehrere Blätter, von WÜRTTENBERGER noch als «*C. scheuchzeri*, *C. lanceolatum* und *C. retusum*» bezeichnet,
- *Juglans acuminata* A. BR. – Walnuss: einige Fiederblättchen. Die als *Juglans bilinica* UNG. bezeichneten Blattfiedern von Tägerwilten und Bernrain sind solche, die mit *J. nigra* L. übereinstimmen.
- *Vaccinium acheronticum* UNG. – Kanarische Heidelbeere: 1 Blatt,
- *Cornus buchii* HR., *C. orbifera* HR., *C. rhamnifolia* O. WEB. – Hornstrauch: je 1 Blatt,
- *Acer tricuspidatum* A. BR. (incl. *A. tribobatum*) – Dreischildriger A.: einige Blätter,
- *Ilex stenophylla* UNG. – Kurzblättriges Stechlaub: 1 Blatt,
- *Berchemia multinervis* A. BR. – ein Würgender Schlingstrauch: 1 Blatt,
- *Juglans acuminata* A. BR. – Walnuss: einige Fiederblättchen,
- *Prunus hanhardti* HR. – Hanhardts Zwetschenbaum: 1 Blatt,
- *Cassia phaseolites* UNG. – ein Schmetterlingsblütler: 1 Fiederblättchen.

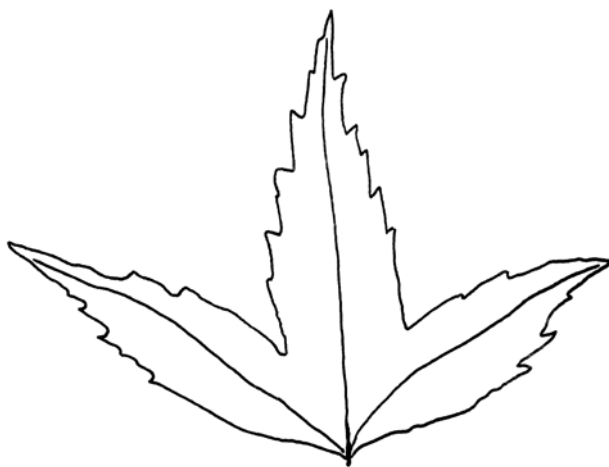


Abbildung 1: *Acer angustilobum* HR. – Schmallappiger Ahorn aus dem Mergel von Bernrain, Obere Süßwassermolasse, mittleres Miozän. Naturmuseum Thurgau, Frauenfeld.

Im Sandstein mit Tongallenhorizont, ein Aufarbeitungssediment in fließendem Gewässer, fand WÜRTENBERGER:

- *Calamopsis bredana* HR. – Rotang-Palme: 1 Rest,
- *Gleditsia lyelliana* (HR.) HANTKE – Lyells Wassergleditschie: 5 Fiederblättchen,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel: 35 Blätter,
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel: 4 Blätter,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL.: 1 Blatt, von WÜRTENBERGER noch als *P. latior* bezeichnet,
- *Salix lavateri* A. BR. – Lavaters Weide: 5 Blätter,
- *Castanea/Quercus jacki* WÜRTENB. – Jacks Kastanie/Eiche: 2 Blätter,
- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum: 15 Blätter,
- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane: 4 Blätter,
- *Juglans acuminata* A. BR. – Walnuss: 1 Fiederblättchen,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum: 1 Blatt,
- *Andromeda vacciniifolia* UNG. – Heidelbeerblättrige Rosmarinheide: 1 Blatt; doch dieses erwies sich als Fiederblättchen von *Gleditsia lyelliana* – Wassergleditschie.

JEANNET gab aus der Sammlung TH. WÜRTENBERGER an J. JOLLER, Niederrickenbach, für das dortige Museum weg:

- «*Daphnogene ungeri*» und
 - *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel.
- Die weggegebenen Stücke sind in der Anzahl Fossilreste nicht enthalten, da die Weggabe vor der Durchsicht erfolgt ist.

2.2 Fundstellen nördlich des Chlihörnli (930 m, 1000 m)

In der tieferen Fundstelle nördlich des Chlihörnli (930 m) erkannte M. EBERHARD (in BOLLIGER & EBERHARD 1989) an fossilen Pflanzenresten:

- Cyperaceen und Gramineen – Scheingräser und Gräser: mehrere Reste,
- *Liquidambar europaea* (A. BR.) – Amberbaum: mehrere Blätter,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum (incl. «*Daphogene lanceolata*» = Sonnenblätter von *C. polymorphum*): mehrere Blätter,
- *Persea princeps* (HR.) SCHIMP. – Avocado: mehrere Blätter,
- ? *Aesculus* – ? Rosskastanie: mehrere Teilblätter,
- *Magnolia*: mehrere Blätter,
- *Juglans acuminata* A. BR. – Walnuss: mehrere Fiederblättchen,
- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane: mehrere Blätter,
- *Glyptostrobus europaea* (BRNGN.) HR. – Wasserfichte: mehrere Reste.

Stark zurücktretend fanden sich:

- *Populus*-Arten, *P. populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel und
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel sowie
- *Zelkova zelkovoides* (BRNGN.) KNOBL. – Wasserulme,
- *Leguminosen* – Hülsenfrüchtler,
- *Smilax sagittifera* HR. – Pfeilblättriger Sassaparill,
- *Viscum* – Mistel und
- *Rubus* – Brombeere.

Die Säugerliste von BOLLIGER ist bescheiden:

- *Eumyarion* sp. – ein Hamster, *Bronsatoglis* cf. *astaracensis* und ein kleiner Heterosoricide, ein Insektenfresser.

In der höheren Fundstelle nördlich des Chlihörnli (1000 m) traten, neben Gramineen und Cyperaceen – Gräser und Scheingräser, insbesondere *Carex* – Seggen auf. Ferner fanden sich:

- *Typha latissima* A. BR. – Rohrkolben,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum,
- *Ulmus longifolia* UNG. – einige Früchtchen,
- *Broussonetia pygmaea* – Papiermehlbaum: einige Reste,
- *Sambucus lucina* – Holunder: einige Reste,
- *Sinomenium milizeri* – ein schlingendes Mondsamen-Gewächs, Samen,
- *Celtis lacunosa* – Zürgelbaum: 1 Blatt,
- *Quercus* sp. – Eiche: 1 Blatt,
- *Vitis teutonica* A. BR. – Weinrebe: einige Blätter,
- *Selaginella* – Moosfarn, Megasporen.

An Säugern fand BOLLIGER: *Anomalomys gaudryi*, *Eomuscardinus* cf. *sansariensis*, *Democricetodon* cf. *brevis*, *Keramidomys* sp. und *Spermophilinus* sp.

2.3 Die fossile Flora vom Gerlikoner Steig

Vom Gerlikoner Steig hat H. WEGELIN (1902) folgende fossile Pflanzenreste erwähnt:

- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. (inkl. *C. buchii*, *C. lanceolata*, *C. rossmaessleri*) – Campherbaum: mindestens 8 Blätter,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel: mindestens 2 Blätter,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. (inkl. «*P. latior* var. *subtruncata*») – Breitblättrige Pappel: mindestens 4 Blätter,
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel: mindestens 1 Blatt
- *Acer tricuspidatum* A. BR. – Dreischildriger Ahorn: 1 Blatt, noch als *A. trilobatum* (STERNB.) A. BR. bezeichnet,
- *Diospyros* – Ebenholzbaum: 1 Rest sowie einige zu
- *Quercus* – Eiche gestellte Blätter (*Qu. myrtilloides*, *Qu. urophylla*, *Qu. weberi* und *Qu. sp.*) sowie ein Stammstück-Rest einer Palme, wohl von einer *Chamaerops* – Zwergfächerpalme.

2.4 Die fossile Flora und Fauna von Helsighausen

Die Fundstelle Helsighausen liegt eindeutig über denen der Öhninger Schichten, rund 30 m über der Basis der «Konglomerat-Stufe», ist also jünger als die erste Kühlphase gegen Ende des Mittelmiozäns. Dies zeigt auch die von TH. BOLLIGER (1994) mitbearbeitete Fauna.

An Blattresten hat BOLLIGER in einer Mergellage in der Glimmersand-Schüttung von Helsighausen festgestellt:

- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum: mehrere Blätter,

- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel: mehrere Blätter,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel: mehrere Blätter,
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel: mehrere Blätter,
- *Salix lavateri* A. BR. – Lavaters Weide: mehrere Blätter,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum: mehrere Blätter sowie Zapfen von zwei verschiedenen Koniferen, ein Same von
- *Sinomenium*, ein subtropisches Schlinggewächs, und weitere kleine, aber schlecht erhaltene Samen.

Ferner fanden sich zahlreiche, meist inkohlte sowie verkalkte Holzreste, ein verkieselter und ein von Manganoxid umkrusteter Holzrest. Ein etwa 50 cm langer Stammrest, der eine kohlige, wabenartige Struktur ausfüllt, erinnert an ein Gebilde, das HEER (1855: 46, Taf. 15) von Stein a. Rhein beschrieben und – allerdings mit grossem Zweifel – zu «*Cycadites*» bzw. *Cycadites escheri* gestellt hat.

Das Altwasser wird belegt durch Characeen – Armeleuchteralgen aus der Verwandtschaft der *Nitellopsis* (*Tectochara*) *meriani* (det. J.P. BERGER).

Von Helsinghausen hat BOLLIGER vor allem eine reiche Fauna beschrieben. Neben Land- und Wasserschnecken und Muscheln (Unioniden), an Wirbeltieren Fische, Amphibien, Reptilien (Schildkröten, Echsen), Vögel und besonders Säuger *Gomphotherium*, *Dinotherium*, *Acerotherium*, ein Nashorn, *Anchitherium*, ein Waldpferdchen, Boviden, Cerviden, Suiden, Ursiden sowie *Pliopithecus*, eine höhere Primatenart. Bedeutsam sind sodann die Rodentia – Nager mit Schläfern, Hamstern, Anomalomyiden – eine ausgestorbene Nager-Familie, Hörnchen, Biber, Insectivora und Hasen, deren Zähne für Altersangabe von Bedeutung sind. Das für die Einstufung wichtige Taxon *Megacricetodon gregarius* – ein Ur-Hamster – lässt Helsinghausen in MN 7 (Neogene Säugerzone) einordnen.

2.5 Die fossile Flora von Herdern-Kalchrain

In Herdern-Kalchrain fanden sich in den Mergeln, in denen 1856, 1862 und 1916–1919 Kohle abgebaut wurde – neben Riedgräsern – nur *Byttneriophyllum tiliaefolium* (A. BR.) KNOBL., dessen systematische Stellung, trotz wiederholter Versuche namhafter Paläobotaniker, noch immer nicht geklärt ist. Dieser, einer *Tilia* – Linde nahestehende Baum, besitzt nicht nur Blätter, die mit Ausnahme des nicht gesägt-gezähnten Randes, an jene der Linde erinnern, daher der Speziesname *tiliaefolia*, sondern zeigt auch eine ähnliche Kutikula. Fossile Pollen von Fundstellen, an denen diese Art praktisch allein vorkam, wie in Herdern-Kalchrain, mit rezenten Tilieen-Pollen könnten allenfalls die nähere Verwandtschaft aufzeigen. Die Art, die offenbar nach der letzten mittelmiozänen Kühlzeit nicht mehr zurückfand, wurde damals in Mitteleuropa ausgelöscht, wenn sie nicht gar ausgestorben ist.

2.6 Der Wald um den Hohenkrähen-Vulkankegel in Spätphasen seiner Bildung

In den Tuffiten des *Hohenkrähen* sammelte TH. WÜRTENBERGER schon um 1880 – ohne Mengenangabe – fossile Pflanzenreste, die ihm HEER noch in den letzten Lebens-

jahren bestimmt hatte. Dabei hatte er allerdings oft *Blattformen* noch als «Arten» aufgeführt. Neben Pyrenomyceten:

- *Pteris schilliana* HR. – Schills Saumfarn,
- *Glyptostrobus europaea* A. BR. – Wasserfichte,
- *Pinus hampeana* UNG. – Föhre,
- *Typha latissima* A. BR. – Breitblättriger Rohrkolben,
- *Comptonia oeningensis* A. BR. – Öhninger Farnmyrte,
- «*Quercus weberi* HR.» ist keine Eiche, eher eine Myricacee – Wachsbeer-Gewächs,
- *Ulmus minuta* GOEPP. = kleinste *Blattform* von *U. longifolia* UNG., wie ein Zweigrest aus dem Oberen Schrotzburger Pflanzenlager gezeigt hat (HANTKE 1954: Taf. 6 Fig. 12),
- *Pimela oeningensis* HR. – ein Seidelbast-Gewächs,
- *Grevillea jaccardi* HR. – eine heute auf die Südhalbkugel beschränkte Proteacee,
- *Andromeda protogaea* UNG. – Rosmarinheide,
- *Vaccinium acheronticum* UNG. – Kanarische Heidelbeere,
- *Diospyros brachysepalis* A. BR. – Ebenholzbaum,
- *Acerates veterana* HR. – Schwalbenwurz, ein Strauch mit sehr schmalen, langen Blättern,
- *Vitis teutonica* A. BR. – Weinrebe, mehrere Reste,
- *Celastrus*-«Arten» – Spindelbaum-Blattformen,
- *Ilex berberidifolia* HR. – Berberitzenblättriges Stechlaub,
- *Paliurus thurmanni* HR. – Stechdorn,
- *Rhamnus brevifolia* A. BR. – Kurzblättriger Kreuzdorn und
- *Rhus haufleri* HR. – Essigbaum.

Ferner hat HEER in den Tuffiten des Hohenkrähen ein *Crataegus*-Blatt als solches eines Weissdorns erkannt. Da es mit keinem von ihm beschriebenen *Crataegus*-Blattrest übereinstimmte, nannte er es nach dem Finder: *C. wuerthenbergeri* HR., hat es aber weder beschrieben noch abgebildet. In seinen letzten Lebensjahren war HEER noch zu sehr mit den letzten Arbeiten seiner «*Flora fossilis arctica*» (1883) beschäftigt, sodass dies unterblieb. Ebenso hat HEER eine *Spiraea* – Spierstrauch als *S. vetusta* HR. aufgeführt, die ebenfalls noch auf eine Beschreibung und Abbildung wartet. Im Fossilgut vom Hohenkrähen erkannte HEER an Leguminosen:

- *Gleditsia lyelliana* (HR.) HANTKE und *G. knorrii* (A. BR.) GREG. – Fiederblättchen und Fruchthülsen der Wassergleditschie,
- *Robinia regeli* HR. – Robinie, ferner
- *Colutea*, *Dalbergia*, und *Caesalpinia* – knorrige Bäume sowie *Cassia ambigua* UNG.

Da in den Tuffiten des Hohenkrähen viele gemeinsame Reste wie in den Süßwasserkalken von Öhningen auftreten, dürften die beiden etwa gleich alt sein, wohl knapp in MN 7 (Neogene Säugerzone) einordnen. Dies, obwohl WÜRTHENBERGER hierfür keine charakteristische Kleinsäuger erwähnt hat. Doch hängen beide mit dem gleichen erdschichtlichen Ereignis, dem Hegau-Vulkanismus, zusammen.

2.7 Die fossile Flora von der Johalde ost-südöstlich ob Berlingen

Aus dem sandig-kalkigen Tongallenhorizont von Johalde ob Berlingen notierte HEER (1859):

- *Phragmites oeningensis* A. BR. – Öhninger Schilf,
- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel,
- *P. balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel,
- *Ulmus longifolia* UNG. – Langblättrige Ulme, bei HEER (1859, 1865, 1879), WÜRTENBERGER (1893), J. EBERLI (1896) und H. STAUBER (1937) noch *Carpinus pyramidalis* (GOEPP.) HR. als pyramidenblättrige Hainbuche bezeichnet, und die beiden kleinen Blattformen von *Ulmus longifolia* UNG.,
- *Ulmus brauni* HR. und *U. minuta* GOEPP., sowie
- *Quercus elaena* UNG., eine Eiche.

Daneben wurden auch neue «Arten» geschaffen, für Blätter, die von der «Normalform» etwas abweichen, etwa durch biontische Einflüsse, wie durch Algen-, Pilz- und Insekten-Befall. Doch diese sind nicht «neue Arten», sondern etwas abweichende Blattformen. Dass schon HEER hinsichtlich der Zuweisung gewisser Blattreste oft unsicher war, geht daraus hervor, dass er diese Eichenblätter zunächst als *Qu. chlorophylla* und *Qu. daphnis* (in ARN. ESCHER 1853: 472) erwähnt hat. In der «Flora Tertiaria Helvetiae» (1856: 48; 1859: 229 und 357) hat er von Berlingen neben:

- *Prunus hanhardti* HR. – Hanhardts Zwetschgenbaum und
- *Gleditsia knorrii* (A. BR.) GREG. – Fruchthülsen der Wassergleditschie, nur
- *Qu. myrtilloides* aufgeführt; doch ist diese zu schlecht erhalten, um ein ganzrandiges Eichenblatt zu belegen.

Das Herbar, ein wichtiges Hilfsmittel zur Erkennung der systematischen Zugehörigkeit fossiler Pflanzen, stand zu HEERs Zeiten in Zürich noch in einem frühen Aufbaustadium. So fehlte *Gleditsia aquatica* MARSH., sonst hätte HEER (1859) für die häufig vorkommende fossile Leguminose nicht den neuen Gattungsnamen *Podogonium* – Stielfruchtbaum eingeführt.

Ferner fand HEER an der Johalde:

- *Acerates veterana* HR. – Schwalbenwurz,
- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane,
- *Benzoin antiquum* HR. – Altertümlicher Benzoin,
- *Persea princeps* (HR.) SCHIMP. – Avocado,
- *Laurus fuerstenbergi* A. BR. – Lorbeer,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum,
- *Acer brachyphyllum* HR. (= *A. tricuspidatum* A. BR.) – Dreischildriger Ahorn,
- *Rhamnus rosmaessleri* UNG. – Rossmässlers Kreuzdorn = *Frangula rosmaessleri* (UNG.) HR. – Rossmässlers Faulbaum.

Das als *Rhamnus eridani* UNG. für einen Kreuzdorn gehaltene Blatt von der Fundstelle Johalde ob Berlingen, dürfte, wie jenes von Schrotzburg (HEER 1859, Taf. 125 Fig. 16), ein solches von *Persea princeps* (HR.) SCHIMP. darstellen. *Sterculia tenuinervis* HR. –

Zartnervige Sterculie ist ein Blatt von *Acer tricuspidatum* A. BR. Ferner fand Apotheker HANHARDT, Steckborn, ob Berlingen ein Stück eines Palmenstammes, von *Palmacites martii* HR.

WÜRTENBERGER sammelte später noch an sicher bestimmbareren Blättern:

- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum: 20 Blätter,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel: 4 Blätter,
- *Salix lavateri* A. BR. – Lavaters Weide und *S. longa* A. BR. (= *S. lavateri*): je 6 Blätter,
- *Salix angusta* A. BR. – Schmalblättrige Weide: 1 Blatt,
- *Ulmus longifolia* UNG. – Langblättrige Ulme: 8 Blätter, noch als *Carpinus pyramidalis* (GOEPP.) bezeichnet,
- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane: 28 Blätter,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum: 10 Blätter,
- Unbestimmbar: 8 Reste.

Die Sammlung von H. DAUNER, Konstanz, enthielt an fossilen Pflanzen von der Johalde:

- *Phragmites oeningensis* A. BR. – Schilf: 2 Reste,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum: 28 Blätter (incl. Blattformen:
- *C. buchii*, *C. scheuchzeri*, *C. rossmaessleri*, *C. subrotundum* und *C. spectabile*),
- *Benzoin antiquum* HR.: 1 Blatt,
- *Sassafras aesculapi* HR. – Fenchelbaum: 4 Blätter,
- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane: 5 Blätter,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. (noch als *P. latior* bezeichnet): 4 Blätter,
- *Populus wuerthenbergeri*: nur erwähnt, jedoch weder beschrieben noch abgebildet,
- *Salix lavateri* HR. – Lavaters Weide (incl. *S. longa*: 1 Blatt): 2 Blätter,
- *Salix angusta* A. BR. – Schmalblättrige Weide: 3 Blätter,
- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum: 10 Blätter,
- *Berchemia multinervis* (A. BR.) HR. – Würgender Schlingstrauch: 2 Blätter,
- *Ulmus longifolia* UNG. (noch als *Carpinus pyramidalis* bezeichnet): 6 Blätter,
- *Zelkova zelvovoides* (BRNGN.) KNOBL. – Wasserulme (noch als *Planera ungeri* KOV. bezeichnet): 1 Blatt,
- *Quercus cruciata* A. BR. – Kreuzblättrige Eiche: 2 Blätter.

Das als *Quercus myrtilloides* bezeichnete Blatt von der Fundstelle Johalde, ob Berlingen, ist wahrscheinlich ein junges Zweigblatt von *Salix lavateri* A. BR. (HANTKE 1964: 35). Auch das als *Quercus haidingeri* ETT. bezeichnete Blatt dürfte ein junges, endständiges Weidenblatt sein.

- *Castanea/Quercus jacki* WÜRTBG. – Jacks Kastanie/Eiche: 3 Blätter,
- *Diospyros brachysepalis* – Ebenholzbaum: 3 Reste,
- *Laurus fuerstenbergi* A. BR. – Lorbeer: 1 Blatt,
- *Persea princeps* (HR.) SCHIMP. – Avocado: 1 Blatt,
- *Persea brauni* HR. dürfte ebenfalls ein Avocado-Blatt sein: 1 Blatt,
- *Acerates veterana* HR. – Schwalbenwurz: 1 Blatt.
- *Juglans vetusta* HR. (= *J. acuminata* A. BR.): 1 Fiederblättchen,
- *Frangula rossmaessleri* (UNG.) HR. – Faulbaum: 1 Blatt,
- *Gleditsia knorrii* (A. BR.) GREG. – Wassergleditschie: 1 Fruchthülse.

***Frangula rosasmaessleri* (UNG.) HEER 1859 – Faulbaum**

Aus dem sandig-kalkigen Tongallenhorizont der Johalde ob Berlingen hat HEER eine Kreuzdorn-Art als *Rhamnus rosasmaessleri* UNG. erwähnt. In der Paläobotanischen Sammlung des Geologischen Institutes der ETH fand sich nur ein einziges Blatt (Abbildung 2) mit dieser Bezeichnung, wohl das von HEER (1859, S. 80) aufgeführte Blatt.

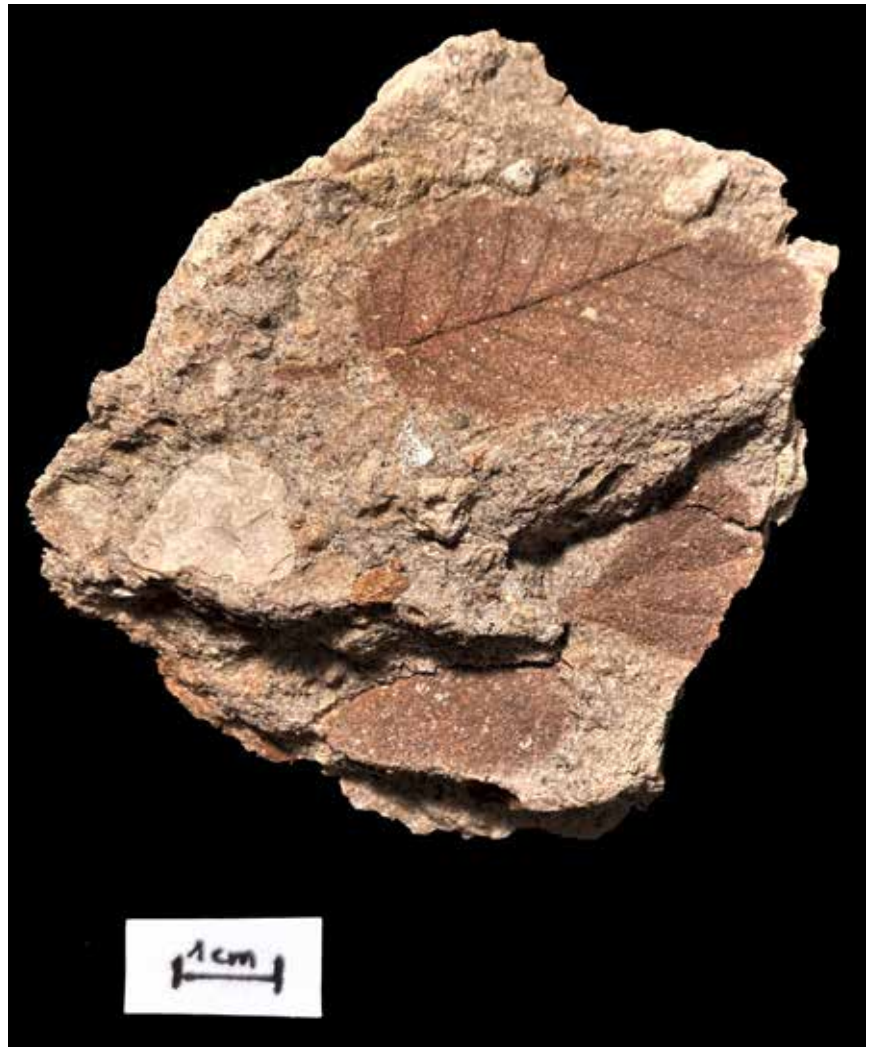


Abbildung 2: Blatt aus Berlingen mit etwa $3\frac{1}{2}$ Linien ($\approx 8,5$ mm) langem Blattstiel und stumpf zugerundeter Blattbasis. Mehrere Seitennervenpaare sind erhalten, die bogenförmig verlaufen; die unteren Seitennerven entspringen gegenständig aus dem Mittelnerv. Die Seitennerven sind durch Queranastomosen verbunden. Aufgrund des regelmässigen Abstands der erhaltenen Nerven wird die ursprüngliche Zahl der Seitennervenpaare auf etwa acht geschätzt. Das Blatt zeigt eine nähere Verwandtschaft zu *Rhamnus frangula* L. Erdwissenschaftliche Sammlungen, ETH Zürich.

Vergleiche mit Blättern von *Rhamnus Frangula* = *Frangula alnus* MILL., dem Faulbaum unserer Auenwälder und Moore, haben ergeben, dass der Blattrest von der Johalde, von dem allerdings die äusserste Blattspitze nicht erhalten ist, sehr wohl von einem mittelmiozänen Faulbaum stammen kann. Wohl herrschen bei *Frangula alnus*, oft ausgeprägt, verkehrt-eiförmige Blätter mit vorn abgesetzter Spitze vor. Doch fanden sich unter rezenten Blättern zahlreiche Exemplare, selbst solche mit gegabeltem Seitennerv, die mit dem Blatt von der Johalde übereinstimmen.

Mittelmiozäne Pflanzenschädlinge an der Johalde ob Berlingen: Frassspuren von *Eccoptogaster* – Borkenkäfer

Ein nicht etikettiertes Gesteinsstück der Sammlung WÜRTENBERGER stammt, aufgrund der völligen Übereinstimmung mit dem in den sandigen Mergel eingelagerten brekziösen, mergeligen Kalksandstein, von der Fundstelle Johalde ob Berlingen. Das Stück ist mit seinen zahlreichen feinen Längsrissen auf der Innenseite, als Rindenstück einer Platane zu deuten, und Platanen-Blätter waren an der Johalde häufig.

Dass Waldbäume schon im Mittelmiozän – neben Blattpilzen – vor Heimsuchungen durch Insekten nicht verschont blieben, belegt das eigenartige Gangsystem, das an Frassspuren eines Borkenkäfers erinnert (Abbildung 3). Von einem in der Wachstumsrichtung des Stammes verlaufenden, ca. 1 ½ mm breiten, in seiner Längserstreckung jedoch nur undeutlich erkennbaren Muttergang gehen nach aussen allmählich divergierend, mehrere bis 35 mm lange Larvengänge ab, die an Lumen stets bis 3 mm Breite zunehmen. Vergleiche mit Frassbildern rezenter Borkenkäfer ergaben, dass dieses mit solchen von Käfern aus der Gattung *Eccoptogaster* die grösste Ähnlichkeit zeigt. Dies zeigt, dass Borkenkäfer nicht erst in der Gegenwart, vor allem in trockenen Jahren, die Bäume heimsuchen, sondern dass Borkenkäfer an der Johalde ob Berlingen schon im mittleren Miozän aktiv waren.



Abbildung 3: Innenseite eines fossilen Rindenstücks einer Platane (*Platanaceae*) mit vermutlichen Frassspuren eines Borkenkäfers der Gattung *Eccoptogaster* aus der Oberen Süsswassermolasse der Johalde bei Berlingen. Erdwissenschaftliche Sammlungen, ETH Zürich.

2.8 Kaltenbach-Wagenhausen

Schon 1877 hat B. SCHENK in Kaltenbach in einem Sandstein-Block Blattabdrücke gefunden, die später ans Naturmuseum Thurgau gekommen sind und von WEGELIN (1926) als solche aus einem vermeintlichen Findling von Thurgauer Sandstein als:

- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel,
- *Zelkova zelvovoides* (BRNGN.) KNOBL. – Wasserulme,
- *Quercus chlorophylla* UNG. – ob wirklich ein ganzrandiges Eichenblatt vorliegt? – und
- *Rhus pyrrhae* UNG. – Essigbaum bezeichnet. Die Stücke konnte Frau Dr. B. RICHNER in der Sammlung des Naturmusums Thurgau auffinden.

Ob die Reste wirklich von einem Findling stammen oder ob dieser ein Sturzblock von Oberer Süsswassermolasse aus dem Areal der gefassten Quelle (P. 580.6) unter dem jüngeren Deckenschotter des Stammerberges und auf einem bescheidenen Wall zur Ruhe gekommen ist, steht noch offen.

2.9 In Konstanz-Staad und im Schrotzburger Tobel aufgefundene Pflanzen

In Staad, östlich von Konstanz, fand HEINRICH DAUNER (in TH. WÜRTENBERGER 1899) folgende fossile Pflanzen in der dort damals noch aufgeschlossenen Oberen Süsswassermolasse:

- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum: 21 Blätter,
- *Populus* – Pappel: 2 Blätter,
- *Salix* – Weide: 1 Blatt.

Im Schrotzburger Tobel sammelte WÜRTENBERGER nach HEER noch folgende Reste:

- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane: 1 Blatt,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum: 3 Blätter,
- *Juglans acuminata* A. BR. – Walnuss: 1 Fiederblättchen,
- *Berchemia multinervis* (A. BR.) HR. – würgendes Kreuzdorn-Gewächs: 2 Blätter,
- *Acer angustilobum* HR. – Schmallappiger Ahorn: 61 Blätter.

Dies ist gegenüber den Aufsammlungen von HEER mit über 2000, vor allem von STAUBER mit über 15'000 und von T. NÖTZOLD mit etwas weniger sicheren Resten eine bescheidene Zahl.

Bemerkenswert ist, dass der in den Öhninger Süsswasserkalken so überaus häufige und in mannigfachen Blattformen auftretende *Acer tricuspidatum* A. BR. – Dreischildrige Ahorn, meist noch als *Acer trilobatum* (STERNB.) A. BR. – Dreilappiger Ahorn aufgeführt, in den Schrotzburger Mergeln stark zurücktritt und in den Mergeln von Bernrain gar fehlt. *A. tricuspidatum* war offenbar kein Baum des zeitweise überfluteten Auenwaldes.

2.10 Die fossile Flora im Leiacher Tobel östlich des Hörnlis

Im Leiacher Tobel fanden BOLLIGER & EBERHARD (1989), 470 m über dem Hüllistein-Leitniveau, mehrere gut erhaltene Pflanzenreste, so

- *Typha latissima* A. BR. – Rohrkolben: mehrere Reste,
- *Fagus cf. stuxbergi* – Buche: mehrere Reste,
- *Salix angusta* A. BR. – Schmalblättrige Weide: wenige Blätter,
- *Equisetum* – Schachtelhalm: mehrere Reste.

Ob sich aus den aufgefundenen Resten bereits Wald rekonstruieren lässt?

2.11 Die Wälder am Öhninger Maar

Häufigste Pflanze im Öhninger Maar war im Oberen Steinbruch, im Grossen und Kleinen Mocken sowie im Kesselstein, *Potamogeton geniculatus* A. BR., ein mittelmiozänes Laichkraut (HEER 1855: 102). Es fand sich auch im Unteren Steinbruch, vor allem in der Insektenschicht, und wurde schon von J.J. SCHEUCHZER (1723: 19, Taf. 3) erwähnt und gezeichnet.

Um das Maar herum entfaltete sich ein Wald, vorwiegend mit

- *Acer tricuspidatum* A. BR. – Dreischildriger Ahorn mit zahlreichen Blattformen (= *A. trilobatum* (STERNB.) A. BR.). Ferner wuchsen dort häufig:
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel und
- *Populus. balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel,
- *Salix varians* GOEPP. – eine Bruch-Weide und
- *Salix lavateri* A. Br. – Lavaters Weide,
- *Gleditsia lyelliana* (HR.) – Wassergleditschie und besonders
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum.

Weniger häufig waren:

- *Sapindus falcifolia* A. BR. – Seifenbaum und
- *Byttneriophyllum tiliaefolia* (A. BR.) KNOBL. et KVAÇ., eine hierzuland spätestens im jüngsten Miozän ausgelöschte, wenn nicht gar ausgestorbene *Styracacee* mit lindenförmigen Blättern und Früchten, die von HEER als *Carpolithes pruniformis* bezeichnet worden sind, aber mit *Nyssa* – Tupelobaum und noch besser mit *Rehderodendron*, einer erst 1931 in engen Gebieten in Ostasien entdeckte *Styracacee*, übereinstimmen und daher heute als *Rehderodendron pruniformis* (HR.) zu bezeichnen sind.

Am Öhninger Maar wuchs somit ein Ahorn-Pappel-Wassergleditsche-Campherbaum-Uferwald. Die Fundstellen, Unterer und Oberer Kalksteinbruch, wurden als in einer Senke über einem Schlottuff abgelagert.

Bisher nicht systematisch zugewiesene Früchte und Blätter vom Öhninger Maar

Rehderodendron pruniformis (HR.)

Aus den Süsswasserkalken von Öhningen, Oberer Steinbruch, sind 8 Früchte (Abbildung 4a) auf einer kleinen Platte und eine einzelne unreife Frucht (Abbildung 4b) bekannt geworden, deren systematische Zugehörigkeit HEER offen liess. Ihre, in der heutigen Flora entsprechende Gattung wurde erst 1931 von H.-H. HU (1932) in bis 13 m hohen Bäumen in Szetschuan, China, und im früheren Indochina, als *Styracaceen*-Gattung erkannt und von ihm als *Rehderodendron* bezeichnet. Doch sind die Früchte mit bis 7 cm Länge deutlich und bei einer Art mit gut 2½ cm Länge kaum grösser als die fossilen Öhninger Fruchtreste, die HEER (1859: 139, Taf. 141 Fig. 18–30) als *Carpolithes pruniformis* beschrieben hat. Von diesen kommen – neben dem im Naturmuseum Thurgau in Frauenfeld aufbewahrten Öhninger Fruchtest (Abbildung 4c) – die beiden in Taf. 141, Fig. 24 und 25 in HEER (1859) wiedergegebenen, neu als *Rehderodendron* erkannten Früchte am nächsten, sind aber gegenüber den als *Rehderodendron pruniformis* (HR.) HANTKE beschriebenen Resten immer noch etwas grössere, offenbar reifere Früchte, und in Öhningen ziemlich häufig, namentlich im Kesselstein des Oberen Steinbruchs, mit Häufigkeitszahl 6 (1: nur in einem einzigen Exemplar, 10: überaus häufig).

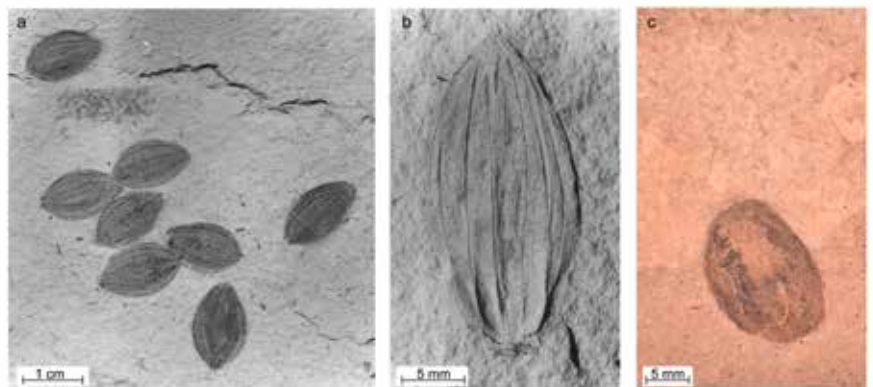


Abbildung 4: *Rehderodendron pruniformis* (HR.) HANTKE aus den Süsswasserkalken von Öhningen:

- a) Acht noch nicht ausgereifte Fruchtreste vom Oberen Steinbruch von Öhningen. Erdwissenschaftliche Sammlungen, ETH Zürich;
- b) unreife Frucht vom oberen Steinbruch von Öhningen. Erdwissenschaftliche Sammlungen, ETH Zürich;
- c) Fruchtreste einer *Styracacee* aus dem Kesselstein des Oberen Steinbruchs von Öhningen, Naturmuseum Thurgau.

An fossilen Blättern, die allenfalls zu *Rehderodendron* gehören könnten, finden sich bei HEER (1856 und 1859) mehrere, von ihm aber noch anderen Gattungen zugeordnete, häutige Typen. Diese sind, mindestens zum Teil, kleiner als jene der rezenten *Rehderodendron*-Arten. Doch wenn unreife fossile Früchte vorliegen, dürften auch die zugehörigen fossilen Blätter der heute in subtropischen Bergregionen Ostasiens beheimateten Gattung noch nicht voll ausgewachsen, dünnhäutig und deutlich kleiner gewesen sein. Bei der Suche nach solchen in den Öhninger Süsswasserkalken, in nur wenig kühlerem, noch fast subtropischem Paläoklima gewachsenen Blättern, sind – neben ausgewachsenen, relativ grossen, derben Blättern – auch junge, kleinere Blätter in Erwägung zu ziehen. Dabei fällt – ausser solchen, die HEER den Papilionaceen-Gattungen *Caesalpinia* und *Cassia* zugewiesen hat – vor allem das als *Phyllites diospyroides* HR. (Taf. 141; Fig. 41) bezeichnete Blatt in Betracht. Dieses kam – wie jene von *Ficus lanceolata* HR. – in Öhningen mit Häufigkeitszahl 2 vor (HEER 1856: Taf. 81, Fig. 3 und 4 und 1859: Taf. 151 Fig. 35), sogar im Kesselstein (Häufigkeitszahl 3, mit späteren Funden sowie mit *Terminalia elegans* und *Phyllites diospyroides* wohl 4 oder gar 5.

Ein gesichertes Zusammengehören von Früchten und Blättern ist jedoch erst belegt, wenn sich mindestens ein Zweig findet, der die beiden in organischem Zusammenhang zeigt. So konnte HEER dort am gleichen Zweig von *Populus mutabilis* die verschiedensten Blattformen feststellen; doch hat er sie bei der Artenzahl von Öhningen gleichwohl – entsprechend der damaligen Gepflogenheit – als «Arten», statt als Blattformen gezählt. Von HEERs insgesamt als «Arten» bezeichneten 475 sind maximal 200 effektiv verschiedene Arten; der Rest sind Blatt-, Blüten- und Fruchtformen, waren aber im Sinne der damaligen Paläobotaniker eben noch «Arten».

Zu den reifen Früchten, zu HEERs *Carpolithes pruniformis*, würden dann die grösseren Blätter gehören, etwa vom Typ *Terminalia elegans* HR. (Taf. 108, Fig. 13) und *Ficus lanceolata* HR. (1856: Taf. 3 und 4, 1859: Taf. 152 Fig. 13), alle drei abgebildeten Blätter fanden sich auch in Öhningen, *F. lanceolata* sogar im Kesselstein. Aber auch hier: Eine einwandfreie Zuordnung bedingt Früchte und Blätter am gleichen Zweig.

Aus den Süsswasserkalken von Öhningen liegen bislang keine Blattfunde vor, die dem gestielten Typ entsprechen, den HU (1932) und CHUN (1934) bei rezenten ostasiatischen Arten der Gattung *Rehderodendron* dokumentierten. Zwar fehlen innerhalb der Öhninger Süsswasserkalk-Abfolge eindeutig zuweisbare Formen, doch finden sich vereinzelt Blätter, die morphologisch als mögliche Vertreter dieser Gattung in Betracht kommen. Da Früchte von *Rehderodendron* aus jüngeren, nach-mittelmiozänen Ablagerungen nicht mehr bekannt sind, dürfte die Gattung in Mitteleuropa gegen Ende des Mittelmiozäns erloschen sein.

***Byttneriophyllum tiliaefolium* (A. BR.) KNOBL. et KVAÇ.**

Die systematische Stellung eines weiteren, botanisch noch immer nicht eindeutig zuzuordnenden Taxons ist ebenfalls unklar: Die betreffenden Blätter werden gegenwärtig als *Byttneriophyllum tiliaefolium* (A. BR.) KNOBL. et KVAÇ. bezeichnet (Abbildung 5), während sie bei HEER (1859, 1865 und 1879) noch unter *Ficus tiliaefolia* A. BR. geführt wurden. Diese Form ist, falls sie nicht – wie bisher angenommen – bereits während der

letzten mittelmiozänen Kühlzeiten verschwunden ist, spätestens in den spätmiozänen Kaltzeiten ausgestorben, als das westliche Mittelmeer teilweise oder vollständig trocken-gefallen war (HSÜ 1984, HANTKE 2025).

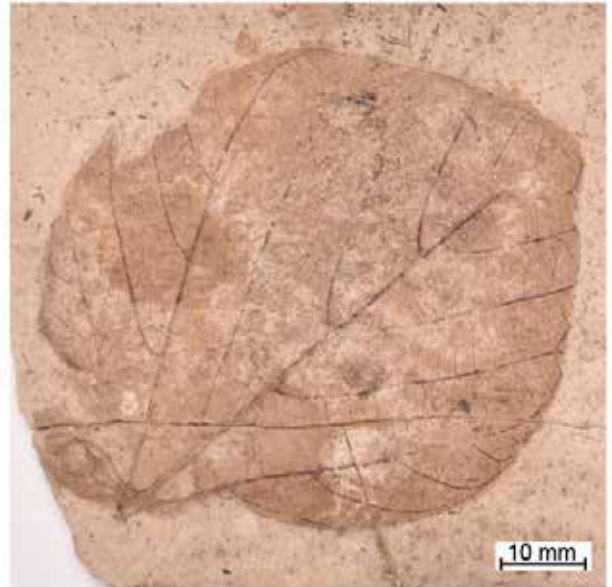


Abbildung 5: *Byttneriophyllum tiliaefolium* (A. BR.)
KNOBL. et KVAÇ. aus dem Süßwasserkalk von
Öhningen, Oberer Steinbruch. Naturmuseum
Thurgau, Frauenfeld.

Die Blätter sind ganzrandig, weshalb sie von ALEXANDER BRAUN möglicherweise nicht als Lindenblätter bezeichnet wurden, ihn aber an solche erinnert haben und daher den Artnamen *tiliaefolia* erhielten. Zum Vergleich zeigt Abbildung 6, dass der Blattrand von *Tilia tzagajanica* KRYSH. nur sehr schwach gezähnt ist. Leider veröffentlichte A. N. Kryshotofovich von dieser fossilen Lindenart nur eine einzige Abbildung. Aus den Öhninger Süßwasserkalken sind jedoch zahlreiche Blattformen bekannt (HEER 1859, Taf. 141 Fig. 18–30; HANTKE 2019a, Abb. 22). Ebenso liegen viele Funde aus den die Molassekohle begleitenden Mergeln von Herdern vor. Diese Vielfalt macht es gut möglich, dass unter *Byttneriophyllum tiliaefolium* tatsächlich Lindenblätter vertreten sind. Dafür spricht insbesondere die gute Übereinstimmung der Epidermismerkmale mit Lindenblättern. Eine sichere Zuordnung zu *Tilia* oder zumindest zu ihren nahen Verwandten ist jedoch erst dann gerechtfertigt, wenn auch die Pollen eine entsprechende Übereinstimmung zeigen.

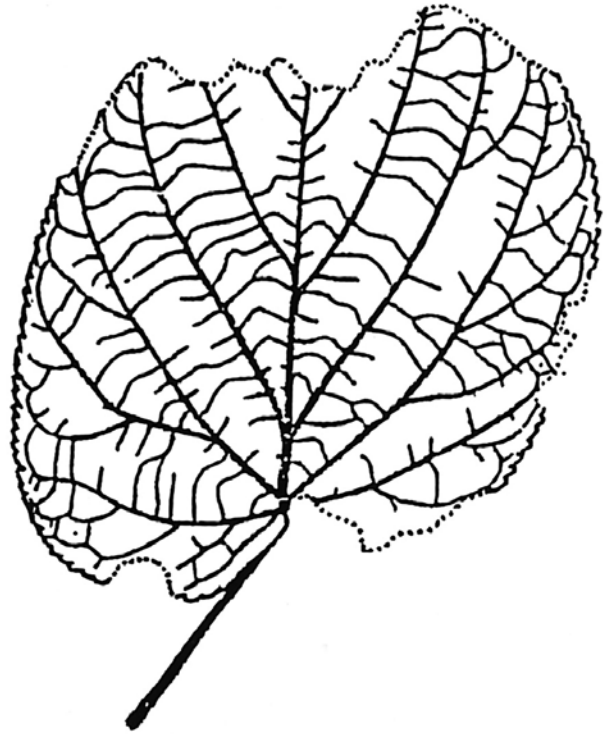


Abbildung 6: *Tilia tzagajanica* KRYSH., mit nur ganz leicht gezähntem Blattrand.

***Crataegus buchii* HR. 1865**

Aus der Insektenschicht des Unteren Öhninger Kalksteinbruches hat bereits HEER (1859, S. 96) ein kleines Blättchen als *Crataegus oxyacanthoides* GOEPP. – Weissdorn beschrieben und in Taf. 132 Fig. 15b abgebildet. Später fand er in dieser Schicht ein weiteres, gut erhaltenes *Crataegus*-Blatt, das er (1865: 339, 1879: 364) nur kurz als *C. buchii* HR. (Abbildung 7) erwähnt hatte. Das ganz an unseren Eingrifflichen Weissdorn – *Crataegus monogyna* JACQ. erinnernde Blatt wurde in HANTKE (1953: 392, Abb. 3) beschrieben und in doppelter Grösse gezeichnet.

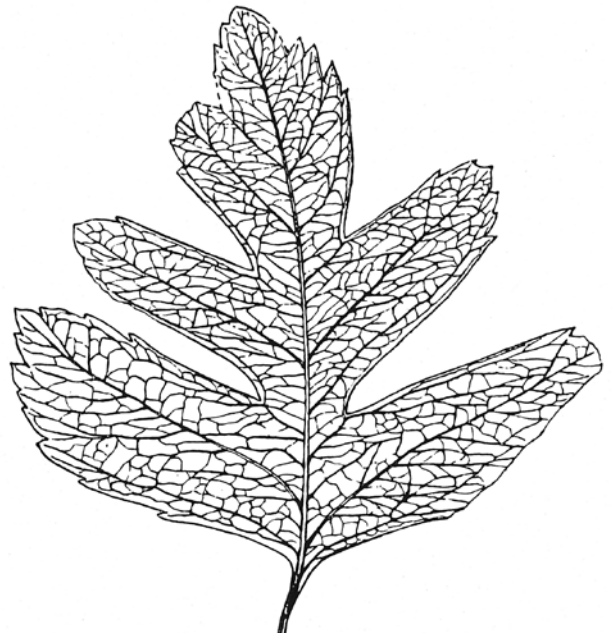


Abbildung 7: *Crataegus buchii* HR., ein mit dem Eingrifflichen Weissdorn vergleichbares Blatt aus der Insektenschicht des Unteren Steinbruchs von Öhningen, 2× nat. Gr. – Paläobotanische Sammlung, Geol. Institut der ETH Zürich. Das in HANTKE (2019a) als *C. buchii* HR. abgebildete Blatt ist 2× nat. Grösse.

2.12 Die fossile Flora in den Glimmersanden des Rodenberg bei Schlattingen

Aus den Glimmersanden des Rodenberg hat WEGELIN (1902, 1904) an fossilen Blättern erwähnt:

- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum (Sonnenblatt): 2 Blätter,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel: mindestens 2 Blätter,
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel: 2 + 2 Blätter und ein verkieseltes Stammstück.

1926 konnte WEGELIN die Liste, der in Sandsteinknollen der Glimmersande gefundenen Blatabdrücke noch etwas erweitern:

- *Populus glandulifera* HR. und
- *Daphnogene ungeri* – wohl Sonnenblätter von *C. polymorphum* – sowie 3 weitere verkieselte Holzreste.

An tierischen Resten bestimmte H.G. STEHLIN (1914) einen Schneidezahn von *Hyotherium soemmeringi* v.MEY., eines Ur-Schweins und L. ROLLIER Schnecken und Muscheln. Die Säugerfauna hat K.A. HÜNERMANN (1981) neu untersucht und ergänzt.

2.13 Die Auenwälder des Schrotzburger Altwasserlaufs

Von den Schrotzburger Fundstätten bekunden Reste der Unteren Fundstelle (535 m) mit

- *Gleditsia lyelliana* (HR.) – Wassergleditschie,
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel,
- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum und
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel

einen Gleditschien-Pappel-Amberbaum-Campherbaum-Auenwald.

In den Oberen Fundstellen (585 m) herrschten vor:

- *Platanus acerodes* GOEPP. – Ahornblattartige Platane,
- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum,
- *Ulmus longifolia* UNG. – Langblättrige Ulme,
- *Acer angustilobum* HR. – Schmallappiger Ahorn,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel und
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel,
- *Salix lavateri* – Lavaters Weide und
- *Sapindus falcifolia* – Seifenbaum

Insgesamt also ein Platanen-Amberbaum-Ulmen-Ahorn-Pappel-Auenwald. Die Ablagerung in einem Altwasserlauf belegen die Wasserpflanzen: *Salvinia* – Schwimmfarn, *Hydromystria* – eine Hydrocharitacee, Froschbiss-Gewächs, und *Ceratophyllum schrotzburgense* – ein Hornblatt.

2.14 Die mittelmiozänen Auenwälder des Seerückens im Thurgau und seiner Umgebung

Über die Natur der Auenwälder lassen sich nur Aussagen von Fundstellen gewinnen, in denen reichlich Fossilgut vorgelegen hat – neben den Öhninger Süsswasserkalken und den Mergeln im Schrotzburger Tobel – vom Gerlikoner Steig, Rodenberg bei Schlattlingen, von Johalde ob Berlingen, Tägerwilen, Bernrain, Helsighausen, Chlihörnli (930 und 1000 m ü. M.) sowie vom Grat südlich von Fischingen.

2.14.1 Bernrain: Süsswasserkalk, Mergel, Sandstein mit Tongallen-Horizont

Im Süsswasserkalk an der Basis der Mergel herrschte mit *Glyptostrobus europaea* (BRNGN.) HR.– Wasserfichte vor. In den Mergeln von Bernrain zeichnet sich ein Auenwald an einem Altwasser ab mit:

- *Salvinia* – Schwimmpflanze mit
- *Acer angustilobum* HR. – Schmallappiger Ahorn,
- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum,
- *Gleditsia lyelliana* (HR.) – Wassergleditschie,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel und
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel sowie besonders
- *Castanea/Quercus jacki* WÜRTENB.– Jacks Kastanie/Eiche.

Auch im darüber liegenden Sandstein mit Tongallen-Horizont dominierten:

- *Acer angustilobum* – Schmallappiger Ahorn,
- *Liquidambar europaea* – Amberbaum,
- *Populus balsamoides* – Balsam-Pappel,
- *Gleditsia lyelliana* – Wassergleditschie und
- *Castanea/Quercus jacki*,

sodass sich der Auenwald – gegenüber jenem in der Mergellage – kaum verändert hat.

2.14.2 Chlihörnli ZH (930 m und 1000 m)

Am Chlihörnli stockte in 930 m ü. M. ebenfalls ein Auenwald, vor allem mit

- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum,
- *Persea princeps* (HR.) SCHIMP. – Avocado,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum,
- ? *Aesculus* – ? Rosskastanie,
- *Magnolia*,
- *Juglans acuminata* A. BR. – Walnuss und
- *Platanus aceroides* GOEPP.

Um 1000 m ü. M. entfaltete sich am Chlihörnli ein Auenwald – neben

- Gramineen, Cyperaceen – Gräsern und Scheingräsern und
- *Typha* – Rohrkolben, am Ufer eines Altwassers mit
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum,
- *Ulmus longifolia* UNG., Samen von
- *Broussonetia* – Papiermehlbaum,
- *Sambucus* – Holunder und

- *Sinemenium* sowie Früchtchen von
- *Celtis*, Blätter einer
- *Quercus*-Art – Eiche und
- *Vitis teutonica* A. BR. – Weinrebe.

2.14.3 Gerlikoner Steig

Am Gerlikoner Steig bestand der Auenwald nach den Funden von H. WEGELIN (1902) aus

- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel und
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel sowie aus
- *Acer tricuspidatum* A. BR. – Dreischildriger Ahorn, noch als *A. trilobatum* bezeichnet, und
- *Diospyros* – Ebenholzbaum.

2.14.4 Grat (930 m) südlich von Fischingen

Am Grat südlich von Fischingen fand BOLLIGER Fruchtreste von:

- *Celtis* – Zürgelbaum,
- *Sparganium* – Igelkolben,
- *Magnolia*,
- *Sinomenium* – ein Mondsamen-Gewächs und
- *Broussonetia* – Papiermehlbaum und damit einen etwas abweichenden Auenwald.

2.14.5 Johalde ob Berlingen

Da HEER keine Häufigkeitszahlen bezüglich der einzelnen, in Johalde ob Berlingen gefundenen Blattreste angegeben hat, ist es schwierig, eine gesicherte Rangordnung in der Häufigkeit anzugeben. Immerhin dürfte der Auenwald von Johalde vor allem aus den folgenden Arten bestanden haben:

- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane,
- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum,
- *Gleditsia lyelliana* (HR.) – Wassergleditschie

Weniger häufig waren:

- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum,
- *Ulmus longifolia* UNG. – Langblättrige Ulme und
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel sowie
- *Fraxinus* – Esche, *F. inaequalis* – Ungleichfiederige Esche und
- *Fraxinus stenoptera* HR. – eine Esche mit kurzflügeligen Früchten.

2.14.6 Neugrüt westlich von Fischingen

Von Neugrüt hat J. EBERLI (1896) aus kohligen Tonen eine Florula eines mittelmiozänen Moores mit *Glyptostrobus europaea* (BRNGN.) HR. – Wasserfichte, *Acer tricuspidatum* A. BR. – noch als *Acer trilobatum* bezeichnet, *Liquidambar europaea* A. BR. –

Amberbaum und *Arundo goepperti* (MÜNST.) – Pfahlrohr erwähnt. Die Bestimmung dürfte wohl von Th. WÜRTENBERGER erfolgt sein, den EBERLI spätestens an WÜRTENBERGERS Vortrag über die fossile Flora von Tägerwilen in Kreuzlingen (1893) kennengelernt hat. Wahrscheinlich dürften auch die in Abbildung 8 wiedergegebenen Fruchtreste von *Rehderodendron pruniformis* (HR.) von Neugrüt stammen (heute im Naturmuseum Thurgau in Frauenfeld). Möglicherweise gehört der von WEGELIN (1926) als Blattabdruck von Neugrüt vermerkte Rest ebenfalls zur gleichen Styracaceen-Gattung *Rehderodendron*, die damals noch nicht bekannt war.

Abbildung 8: Fruchtreste (links: Sicht von oben, rechts: Sicht von unten) eines *Rehderodendron pruniformis* (HR.) HANTKE aus der mittelmiozänen Oberen Süsswassermolasse, wahrscheinlich von Neugrüt westlich von Fisingen. Naturmuseum Thurgau, Frauenfeld.



2.14.7 Rodenberg, Schlattingen

Aus den von WEGELIN (1904) in der Glimmersandgrube Rodenberg erwähnten fossilen Blattresten ergibt sich ein Auenwald mit

- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel und
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel.

2.14.8 Tägerwilen

Im Auenwald von Tägerwilen haben besonders dominiert:

- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel und
- *Gleditsia lyelliana* (HR.) – Wassergleditschie; weniger häufig waren
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL. – Breitblättrige Pappel,
- *Cinnamomum polymorphum* (BRNGN.) KNOBL. – Campherbaum und
- *Zelkova zelkovoides* (BRNGN.) KNOBL. – Wasserulme.

2.15 Fundstellen Sternenberg-Rossweid

In Sternenberg-Rossweid (890 m) erkannte BOLLIGER neben Säugerzähnen, die eine Einstufung in die Säugerzone MN 7/8 (DE BRUIJN et al. 1992) erlauben, Limaciden-Reste und – allerdings selten – Reste von Schildkröten-Panzern, ferner Fruchtreste und pyritisierte Samen von *Celtis* und damit wohl einen relativ offenen Wald, wohl vorwiegend mit Zürgelbäumen. Da die Fundstellen Chlihörnli (930 und 1000 m ü. M.) eindeutig höher liegen als diese Fundstelle Sternenberg-Rossweid (890 m ü. M.), sind diese noch etwas jünger; jene auf 1000 m vielleicht bereits MN 8?

2.16 Die fossile Flora von Tägerwilen

Im feinkörnigen, zementierten, mergeligen Sandstein einer Sandgrube bei Tägerwilen fand schon J. Bär (in WEGELIN 1902):

- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel und
- *Cinnamomum polymorphum* (inkl. «*C. lanceolata*, *C. scheuchzeri*») – Campherbaum.
Vor allem sammelte TH. WÜRTEMBERGER in O. WÜRTEMBERGER (1906) in Tägerwilen über 15 Jahre neben einigen Pilzen:
- *Isoëtes braunii* (UNG.) HR. – Brachsenkraut: 1 Rest und
- *Pteridium oeningense* (UNG.) HR. – Öhninger Adlerfarn: 2 + 1 Wedelrest.

Die Durchsicht von WÜRTEMBERGERS Sammlungsgut ergab, dass neben Nr. 1944 und 1945, auch das als *Sequoia langsdorfii* (BRNGT.) bezeichnete Stück ein solches von *Pteridium. oeningense* (UNG.) HR. ist.

An Gymnospermen fanden sich:

- *Taxodium distichum* (L.) RICH., *Pinus langiani* HR. und *Sequoia langsdorfii* (A. BR.): je 1 Rest.

An Mono- und Dicotyledonen fanden sich:

- *Typha latissima* A. BR. – Breitblättriger Rohrkolben: 1 Rest,
- *Potamogeton geniculatus* A. BR. – Laichkraut: mehrere Reste,
- *Sparganium valdense* A. BR. – Igelkolben: 1 Rest,
- *Arundo goepperti* (MÜNST.) – Pfahlrohr: 1 Rest,
- *Phragmites oeningensis* A. BR. – Schilf: 1 Rest,
- nervige Monocotyleten-Reste (Gramineen und Cyperaceen): mehrere Reste,
- *Smilax sagittifera* HR. – Pfeilblättriger Sassaparill: 4 Blätter, von ihm traten auch in Tägerwilen und Öhningen etwas abweichende Blattformen auf, die, wie beim rezenten Schlingstrauch, *S. aspera* L., gegen die Spitze feine Dörnchen entwickelt hatten.
- *Phenixites daunerii* WÜRTEMB. – Dattelpalme: 1 Rest,
- *Populus attenuata* A. BR. – Vorläufer der Schwarz-Pappel: 1 Blatt,
- *Populus heliadum* UNG. – Vorläufer der Zitter-Pappel: 1 Blatt,
- *Populus balsamoides* GOEPP. – Balsam-Pappel: 11 Blätter,
- *Populus mutabilis* HR. – Leder-Pappel: 210 Blätter + 1 Blütenstand,
- *Populus populina* (BRNGN.) KNOBL.– Breitblättrige Pappel: 10 Blätter.

A. JEANNET, Konservator der Geologischen Sammlung der ETH Zürich, gab an J. JOLLER, Niederrickenbach NW, für das dort im Entstehen begriffene Museum aus der Sammlung WÜRTEMBERGER:

- *Populus populina* (= *P. latior*), *P. mutabilis* und «*Quercus gmelini*» (= *Platanus aceroides*),
- *Salix varians* GOEPP. – Veränderliche Weide: 1 Blatt,
- *Salix lavateri* A. BR. – Lavaters Weide: 2 Blätter – da der Rand von *Salix lavateri* oft leicht umgerollt und die gekerbte Randzählung dann nicht so leicht zu erkennen ist, wurden sie von WÜRTEMBERGER noch als *S. longa* bezeichnet –
- *Salix angusta* A. BR. – Schmalblättrige Weide: 13 Blätter,
- *Comptonia oeningensis* HR. – Farnmyrte: 6 Blätter,

- *Gleditsia knorrii* (A. BR.) GREG. – Wassergleditschie: 2 Fruchthülsen, 1 Same, 1 Blüte,
- *Gleditsia lyelliana* (HR.) HANTKE – Lyells Wassergleditschie: 5 Gefiederte Blätter,
- *Liquidambar europaea* A. BR. – Amberbaum: 1 Blatt,
- *Quercus cruciata* A. BR. – Kreuzblättrige Eiche: 3 Blätter,
- «*Quercus gmelini*» – Eiche: 1 Blatt. Dieses stammt jedoch nicht von einer Eiche, sondern ist ein Blattrest von *Platanus aceroides*, sowie mehrere weitere *Quercus*-Arten, die ebenfalls kaum Eichenblätter sein dürften.
- *Ulmus longifolia* UNG. – Langblättrige Ulme: 2 Blätter, noch als *U. braunii* HR. bzw. als *U. minuta* GOEPP. (Blattformen) bezeichnet.
- *Zelkova zelvovoides* (BRNGN.) KNOBL. – Wasserulme: 2 Blätter + Nr. 1467. Der fragmentarisch erhaltene Tägerwiler Blattrest von *Planera ungeri* (Nr. 1467) wurde von WÜRTENBERGER als *Cornus rhamnifolia* O. WEB. bezeichnet, doch liegt eher ein solcher von *Zelkova* vor.
- *Ostrya oeningensis* HR. – Hopfenbuche: 1 Rest.

Sodann hat WÜRTENBERGER mehrere *Ficus*-Arten erwähnt, die aber kaum von Feigenbäumen stammen dürften, so *F. lanceolata* HR., *F. tiliaefolia* (= *Byttneriophyllum tiliaefolium* (A. BR.) KNOBL. et KVAÇ. und *F. populina* HR., wohl auch kein *Ficus*, allenfalls eine *Styracacee*. Weiter:

- *Platanus aceroides* GOEPP. – Ahornblattartige Platane: 2 Blätter + «*Qu. gmelini*»,
- *Polygonum cardiocarpum* HR. – Herzfrüchtiger Knöterich: 1 Rest,
- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum: 2 Blätter + 2 Sonnenblätter. WÜRTENBERGER hat von Tägerwilen noch 5 weitere *Cinnamomum*-Arten erwähnt; doch sie dürften alle zu *C. polymorphum* gehören; es sind total mindestens 7 + 2 Sonnenblätter.
- *Daphnogene ungeri* HR. – eine ausgestorbene *Lauracee*: 1 Blatt,
- *Persea princeps* (HR.) SCHIMP. – Avocado: 1 Blatt,
- *Persea brauni* HR. sowie «*Laurus styratifolia* ETT. – «*Oreodaphne*»: 1 Blatt,
- *Benzoin antiquum* HR. – vergleichbar mit dem nordamerikanischen *B. odorifera*: 1 Blatt,
- *Sassafras aesculapi* HR. – Fenchelbaum: 1 Blatt,
- *Diospyros brachysepalae* A. BR. – Ebenholzbaum: 1 Blatt,
- *Sapotacites minor* ETT. – Seifenstrauch: 1 Blatt,
- *Porana oeningensis* (A. BR.) HR. – vergleichbar mit *P. volubilis*, eine nordamerikanische Winde: 1 Rest,
- *Acerates veterana* HR. – Schwalbenwurz: 1 Blatt,
- *Echitonium cuspidatum* HR.: 1 Blatt,
- *Fraxinus praedicta* HR. – Vorausgesagte Esche: 1 Frucht,
- *Cornus orbifera* HR., *C. studeri* HR., *C. rhamnifolia* WEB. – Hornstrauch: je 1 Blatt,
- «*Sterculia tenuinervis* HR.» ist ein Blatt von *Acer tricuspidatum*: 1 Blatt (HANTKE 1964),
- *Acer sclerophyllum* HR. und *A. indivisium* WEB. = *A. tricuspidatum*: je 1 Blatt,
- *Celastrus bruckmanni* A. BR. und *C. pseudo-ilex* ETT. – Spindelstrauch: je 1 Blatt,
- *Ilex stenophylla* UNG. – Kurzblättriges Stechlaub: 1 Blatt,
- *Zizyphus protolotus* UNG. – Judendorn: 1 Blatt,

- *Berchemia multinervis* A. BR. – Würgender Schlingstrauch: 1 Blatt,
- *Rhamnus eridanus* und *Rh. acuminatifolius* O. WEB. – Kreuzdorn: 1 Blatt,
- *Rhus haufleri* HR. – eine dem Essigbaum nahestehende *Anacardiacee*: 1 Blatt,
- *Juglans acuminata* A. BR. – Walnuss und *J. vetusta* HR.: je 1 Fiederblättchen,
- *Juglans bilinica* UNG.: 1 Fiederblättchen,
- *Amygdalus pereger* UNG. – Mandelbaum: 1 Blatt,
- *Potentilla leineri* WÜRTENB. – Leiners Fingerkraut: 2 Blätter: Nr. 1936, 1937,
- *Leguminose* – Hülsenfrüchtler: 1 Fruchthülse.

Ferner erwähnt TH. WÜRTENBERGER in O. WÜRTENBERGER (1906) von Tägerwilen noch mehrere weitere Schmetterlingsblütler, so *Colutea macrophylla* HR., *Dalbergia bella* HR., *Caesalpinia macrophylla* HR. und von *Cassia* gleich drei UNGER'sche Arten: *C. phaseolithes*, *C. lignitum* und *C. ambigua*, die HEER alle auch in den Öhninger Süßwasserkalken festgestellt hat. Diese dürften wohl nur verschiedene Blattformen darstellen; von den letzten beiden gibt selbst UNGER die gleiche rezente Vergleichsart aus den Antillen an.

Als Besonderheit der Fundstelle Tägerwilen führt TH. WÜRTENBERGER (1893, 1896, in O. WÜRTENBERGER 1906) – neben seiner *Potentilla leineri* – einen ganzrandigen Farnrest, als *Scolopendrium* n. sp. an. Leider gibt er von dieser, eine fossile Hirschnagelzunge, weder eine Abbildung noch eine Beschreibung. Der von ihm so bezeichnete Rest, ein Abdruck der Blattoberseite, scheint jedoch, aufgrund des stellenweisen deutlich sichtbaren Verlaufes der Seitennerven und des Nervillen-Netzwerks, von einer *Lauracee* zu stammen. Wahrscheinlich liegt ein Blattrest von *Persea princeps* (HR.) SCHIMP. – Avocado vor, mit dem er in Form, Rand und Nervatur übereinstimmt.

***Potentilla leineri* WÜRTENB. 1906 – Leiners Fingerkraut**

Beschreibung: Laubblatt dreizählig, Teilblättchen bis 9 mm lang und ebenso breit, ganz kurz gestielt, von breit verkehrt-eiförmigem Umriss. Seitliche Teilblättchen an der Basis leicht asymmetrisch. Blattrand in den vorderen Zweidritteln gesägt, mit beidseits je 6 schnabelförmigen, in einem feinen Spitzchen endenden Zähnen. Endzahn etwas kürzer als die vordersten seitlichen Zähne, Zahnbuchten spitz. Unter 40–60° treten 4–6 Seitennerven aus dem Mittelnerv aus. Diese steigen schwach sigmoid gegen den Blattrand an, gabeln sich, hängen einerseits in einiger Distanz vom Blattrand schlingenförmig mit Aussenästen des nächsthöheren Seitennervs zusammen; andererseits zielen sie in die Zähne und in die Zahnbuchten, gabeln sich erneut vor den Zahnbuchten und säumen bogenförmig den Rand der Zähne. Die beiden basalen Seitennerven hängen schlingenartig mit ersten Aussenästen des nächsthöheren Seitennervs zusammen, während die späteren, wie diese, nach den untersten Zähnen und Zahnbuchten verlaufen. Zwischen den einzelnen Seitennerven entspringt oft noch ein zarterer, abgekürzter Nerv, der aber nicht bis in Randnähe durchhält, sondern sich relativ früh im grobmaschigen Nervillennetz verliert. Die Maschen selbst erscheinen von einem stellenweise deutlich erkennbaren, äusserst zarten Netzwerk mehr oder weniger isodiametrischer Felder erfüllt (Abbildung 9).

Abbildung 9: *Potentilla leineri* WÜRTENB., Obere Süsswassermolasse, mittleres Miozän von Tägerwilen, Erdwissenschaftliche Sammlungen, ETH Zürich



Das Vorkommen von dreizähligen *Potentilla*-Blättern stellt in den siltigen Mergeln von Tägerwilen eine Besonderheit dar. Leider fehlt von ihr sowohl eine Beschreibung als auch eine Abbildung. Allerdings fügte TH. WÜRTENBERGER in seinem Petrefacten-Verzeichnis III (1893b) beim Eintrag der beiden Exemplare (Nr. 1936 und 1937) noch hinzu: «verwandt mit *P. micrantha* RAM.» (= *P. micrantha* DC). Aus der Bemerkung seines Bruders OSKAR (1906: S. 19) «Eine *Potentilla*-Erdbeere (dreiblättrig), die WÜRTENBERGER seinerzeit in Tägerwilen entdeckt und als *Potentilla Leineri* WÜRTEMB. bestimmt hat, gehört zu den grossen Seltenheiten», geht hervor, dass TH. WÜRTENBERGER diese Reste später dann offenbar mit dem nahverwandten Erdbeer-Fingerrkraut, mit *Potentilla sterilis* (L.) GARCKE (= *P. fragariastrum* EHRH.), in Beziehung gebracht hat. Eingehende Herbarvergleiche haben bestätigt, dass diese fossilen Blätter (Nr. 1936 konnte in der Paläobotanischen Sammlung des Geologischen Institutes der ETH aufgefunden werden) tatsächlich ein dreizähliges Blatt einer *Potentilla*-Art der Gruppe *Fragariastra* stammt. Insbesondere ergab sich mit *P. sterilis*, eine verbreitete, an Uferrainen am Untersee noch heute häufige Art, eine gute Übereinstimmung.

Von der hinsichtlich der Blattgestalt recht ähnlichen Gattung *Fragaria*, etwa von *F. haueri* (STUR 1867) aus den Trachyttuffen (Cerithien-Schichten) von Törines im Neograder Komitate, unterscheiden sich die beiden Tägerwiler Blätter dadurch, dass sich die Seitennerven gegen den Blattrand hin gabeln und neben den nach den Zähnen verlaufenden Ästen auch schlingenartig miteinander zusammenhängen. Zudem verlieren sich die abgekürzten Seitennerven viel rascher im Nervillennetz.

2.17 Die Pflanzenreste von Untergriesen ost-nordöstlich von Frauenfeld

Aus dem Sandstein von Untergriesen erwähnt WEGELIN (1926: 148) eine Frucht von *Apeibopsis laharpei* HR., einer *Styracacee* (Abbildung 10), die sonst aus der ebenfalls tieferen Oberen Süsswassermolasse nur von Stäfa-Redlikon bekannt geworden ist (HANTKE 1973), sowie

- *Cinnamomum polymorphum* (A. BR.) HR. – Campherbaum,
- ein Pappelblatt und
- Birkenrinde (subrezent).

Abbildung 10: *Apeibopsis laharpei* HR. aus dem Unteren Teil der Oberen Süßwassermolasse, wahrscheinlich das von WEGELIN (1926) erwähnte Exemplar von Untergriesen, Frauenfeld, Seitenansicht. Naturmuseum Thurgau, Frauenfeld.



3. Zuordnung der einzelnen Pflanzen-Fundstellen zu neogenen Säuger-Einheiten

Das folgende Kapitel widmet sich der zeitlichen Einordnung der in Kapitel 2 beschriebenen Funde mittels neogener Säugerzonen (MN-Stufen). Neogene Säugerzonen sind biostratigraphische Einheiten, die auf Leitfossilien von Landsäugetieren des Neogens beruhen. Für eine grobe Einstufung der einzelnen Pflanzenfundstellen in die neogenen Säugereinheiten stehen bislang nur relativ wenige konkrete Anhaltspunkte zur Verfügung. Die bisherigen Resultate lassen jedoch bestimmte Tendenzen erkennen, die nachfolgend aufgeführt sind.

- Gesichert ist die Einstufung der fossilen Pflanze *Megacricetodon gregarius* von Helsinghausen in MN 7.
- Von Bernrain liegen keine Kleinsäuger vor. Aufgrund der fossilen Flora und der Höhenlage dürfte sie mit Schrotzburg, Oberes Pflanzenlager, in MN 7 einzustufen sein.

¹Das zweite Exemplar (Nr. 1937) schenkte TH. WÜRTENBERGER (Bleistiftnotiz im Petrefacten-Verzeichnis III) dem Apotheker LUDWIG LEINER in Konstanz, dem eifrigen Botaniker, der ihm, wie auch Dr. J.B. JACK, Bearbeiter der Konstanzer Flora, bei den systematischen Zuordnungen stets behilflich war. Ob dieses Exemplar von *P. leineri* nach seinem Tod ans Konstanzer Museum ging?

- Dagegen sind die Öhninger Süsswasserkalke etwas älter. Die Fossilreste in diesen Kalken gelangten in einer Senke, einem Maar, bei äusserst langsamer Ablagerung. Altersweisende Kleinsäuger wurden damals noch nicht isoliert. Die Süsswasserkalke im Maar dürften – wie die Fundstellen Herdern und Berlingen-Johalde – etwas unterhalb MN 7 einzuordnen sein.
- Die Fundstelle Tägerwilen ist noch etwas älter – ohne Kleinsäuger – allenfalls MN 6.
- Gar noch älter ist wohl jene von Unter Griesen ENE von Frauenfeld. D. KÄLIN (2003) stellte auf dem Wellenberg «jüngste Anteile der Oberen Süsswassermolasse» fest; an dessen Nordfuss tritt wenig über 400 m ihr tieferer Anteil auf. Da diese noch *Apeibopsis laharpei* geliefert hat – leider konnte die Frucht im Naturmuseum nicht mit Sicherheit aufgefunden werden – es sei denn, es handelt sich um einen nicht etikettierten Rest. Neben dem Fund von Stäfa-Redlikon (HANTKE 1973) ist dies der Einzige aus der tieferen Oberen Süsswassermolasse, der nicht nur auf die Untere Süsswassermolasse beschränkt ist. Umso wichtiger wären altersweisende Kleinsäuger. Die indirekt belegten Störungen in den Tälern der Thurgauer Molasse hat KÄLIN ohne Rücksicht auf die heutige Oberfläche gezeichnet. Doch ist dies häufig Ausdruck des tektonischen Geschehens, besonders bei solchen, die durch vorrückende Gletscherarme bedingt sind.
- Für den Fundort Chlihörnli (1000 m) scheint nach BOLLIGER (in BOLLIGER & EBERHARD 1989) eine Einstufung in MN 7 gerechtfertigt.
- Aufgrund der Kleinsäuger könnte jene von Chlihörnli (930 m) noch im Bereich MN 6/7 liegen.
- Tiefer gelegene Fundhorizonte deuten auf MN 6. Wie weit dies das Pflanzenniveau im Leiacher Tobel (835 m) betrifft, steht noch offen.
- Am Grat südlich von Fischingen (930 m) fand BOLLIGER (1992):
Celtis – Zürgelbaum-Früchtchen,
Sparganium-Samen – Igelkolben,
Magnolia,
Sinomenium – ein Mondsamen-Gewächs,
Broussonetia – Papiermehlbaum
sowie Zähne von *Megacricetodon* – Hamster, die auf MN 8 hindeuten.
- Eine jüngste Fundstelle fossiler Pflanzen, die wohl in MN 8 einzustufen ist, dürfte jene von Ottenberg 1 auf 630 m, zuoberst im Chalcherentobel, darstellen. Allerdings fand BOLLIGER (1996) dort an tierischen Resten nur Schnecken. Da BOLLIGER schon in Ottenberg 3 in 555 m eine reiche Fauna gefunden hat, die er in MN 7/8, in der Faunenliste gar in MN 8 eingestuft hat, dürfte für Ottenberg 1 MN 8 gelten und erst recht für die Sedimente ohne Kleinsäuger unter der höchsten Nagelfluh. Diese auf dem Ottenberg auf 662–681 m gelegene Nagelfluh (E. GEIGER 1988K), ist zugleich ein Beleg für die jüngste molassezeitliche Kühlzeit im mittleren Thurgau.

4. Interpretationen

Aufbauend auf den in Kapitel 2 beschriebenen fossilen Funden und – soweit möglich – auf der in Kapitel 3 abgeleiteten biostratigraphischen Einordnung werden im Folgenden die daraus resultierenden Deutungen zusammengeführt. Ziel ist es, die Funde zu einer paläoklimatologischen, -ökologischen und geologischen Entwicklung des Thurgaus im mittleren Miozän zu verknüpfen.

4.1 Klima- und Vegetationsentwicklung im Mittelmiozän

Im Gebiet des heutigen Thurgaus, im Oberen Schrotzburger Pflanzenlager und im Öhninger Maar treten mittelmiozäne Pflanzengesellschaften auf, die von Auen- und Laubmischwäldern geprägt sind. Dazu gehören unter anderem Pappeln, Platanen, Amberbäume, Lorbeeren, Campherbäume sowie zahlreiche Wasser und Sumpfpflanzen. Diese Flora weist auf ein warm gemässigt, niederschlagsreiches Klima vom Typ Cfa (nach KOEPPEN & GEIGER 1936) mit Jahresniederschlägen von etwa 1300 mm hin. Die ökologischen und klimatologischen Bedingungen ähnelten den heutigen Verhältnissen im Mississippi-Delta in den USA, waren jedoch nicht dauerhaft stabil.

Wiederkehrende Abkühlungen führten im Mittelmiozän zu deutlich kühleren und trockeneren Abschnitten. Dies belegen die mittelmiozänen Kühlzeiten mit weit nach Norden vorgestossenen Gletschern des auf über 5000 m emporgehobenen Bergeller Massivs bis ins Ur-Alpenrheintal und das Domleschg. Anhand ihrer Endlagen und der damaligen Baumgrenze, die bei etwa 1250–1300 m ü. M. lag, lassen sich die Temperaturen dieser Kaltphasen abschätzen. Im Thurgau selbst, in Höhen zwischen 250 m (Untergriesen, Frauenfeld) und 750 m (Grat südlich von Fischingen), sanken die Werte deutlich: Die Mitteltemperatur des kältesten Monats lag zwischen –7 und –11 °C, die des wärmsten Monats zwischen +11 und +14 °C; das Jahresmittel betrug nur 0 bis +4 °C. Der Niederschlag reduzierte sich schätzungsweise auf unter 1000 mm pro Jahr.

Mit der Abkühlung wandelte sich auch die Vegetation: Die subtropisch anmutenden, laubwerfenden Auenwälder der Warmphasen mit Cinnamomum, Liquidambar, Zelkova, Glyptostrobus und anderen hygrophilen Gehölzen verschwanden allmählich und Birkenwälder mit ersten Waldföhren nahmen ihren Platz ein, wie es die Zusammensetzung der Floren höher gelegener Fundstellen nahelegt. Die Waldgrenze lag in dieser Kühlzeit im Ur-Thurgau bei etwa 700–750 m ü. M. und stieg gegen Mittelbünden leicht an, was mit dem damaligen Reliefgefälle und dem Temperaturabfall mit der Höhe vereinbar ist. Oberhalb der Gletscherzungen, im Bereich von etwa 1250–1300 m ü. M., traten erste Legföhren auf – ein Hinweis darauf, dass selbst in den kühlest Abschnitten noch subalpine Wald- bzw. Krummholzvegetation vorhanden war.

4.2 Geologie der Oberen Süsswassermolasse

Die Gesteine der Oberen Süsswassermolasse im Kanton Thurgau und der Umgebung entstanden vor rund 17 bis 12 Millionen Jahren in einer Zeit intensiver geologischer und klimatologischer Veränderungen.

Im nördlichen Alpenvorland bildete sich im Mittelmiozän während wärmerer Intervalle ein weitverzweigtes System aus Flüssen und flachen Rinnen. In diesen wurden detritische, feinkörnige Sedimente wie Mergel, Ton und Sand abgelagert (z. B. HOFMANN 2003). An den Ufern dieser Gewässer entstanden üppige, artenreiche Auenwälder. Darauf weisen die floristisch reichen Fossilfloren von Johalde, Tägerwilten, Bernrain, Schrotzburg und Öhningen hin, die von wärmeliebenden und feuchtigkeitsliebenden Gehölzen dominiert wurden. Das Mittelmiozän war jedoch wiederholt auch von kühleren Klimaphasen geprägt. Diese spiegeln sich geologisch im nördlichen Alpenvorland unter anderem in Nagelfluhablagerungen wider, welche sich wie folgt deuten lassen (vgl. HANTKE 2025): Gegen Ende einer Kühlphase brachen durch Gletscher oder Lawinen gestaute schuttgefüllte Alpenseen auf. Ihr Geröllschutt wurde in Form von Murgängen ins Alpenvorland verfrachtet und dort zu Schwemmfächern abgelagert, in denen sich die Schuttmassen später zu Nagelfluhgesteinen verfestigten. Gemäss dieser Interpretation spiegeln alternierende Lagen feinkörniger Sedimente und grobkörniger Nagelfluh klimatologische Schwankungen zwischen wärmeren und kühleren Bedingungen wider.

Solche Schwankungen während des Mittelmiozäns stellen frühe Klimazyklen dar, wie sie später auch die Eiszeiten des Quartärs prägten. Sie zeigen, dass bereits vor über 13 Millionen Jahren das Klima Mitteleuropas durch periodische Warm- und Kaltphasen bestimmt war. MILUTIN MILANKOVITCH (1941) hat für die Erklärung der quartären Eiszeiten auf Änderungen der Erdbahn und die daraus resultierende Sonneneinstrahlung auf die Erde hingewiesen. Die Neigung der Erdachse schwankt in einem Zyklus von 41'000 Jahren um 2°. Zugleich taumelt sie leicht in einem Zyklus von 26'000 Jahren. So ändert sich die elliptische Umlaufbahn der Erde um die Sonne in 100'000 Jahren, zugleich dreht sich ihre Achse in der Erdbahnebene. Erdachsen-Taumeln und Drehung der Ellipsenachse führen dazu, dass der Tag, an dem die Erde der Sonne am nächsten steht, in 20'000 Jahren durchs Kalenderjahr wandert. Dies ist derzeit Anfang Januar der Fall; in 10'000 Jahren wird es Anfang Juli sein. Auf seinen Berechnungen basierend, hat MILANKOVITCH postuliert, dass die Sonneneinstrahlung im Sommer auf 65°N die Kalt- und Warmzeiten geprägt hat. Die Theorie wurde zu seinen Lebzeiten abgelehnt. Ab 1970 wurde jedoch klar, dass sie im Wesentlichen mit den Klima-Archiven in den Meeresedimenten und den Eisbohrkernen übereinstimmt. MILANKOVITCHs Idee, dass die Einstrahlung der Sonne die Eiszeiten bestimmt hat, ist im Prinzip richtig und wird heute breit akzeptiert. Doch schon früh wurde allerdings erkannt, dass es zusätzlich Rückkopplungseffekte im Klimasystem bedarf, um die Eiszeiten zu erklären (H. BLATTER 1984). Ferner ist die Verteilung der Ozeane und Kontinente, ihre Lage zum Äquator, der Verlauf der Gebirge und deren Höhe von Bedeutung. Von eher kurzfristiger Tragweite sind Asteroiden-Einschläge, Ausbrüche von Megavulkanen und Änderung der Sonnenstrahlungsintensität.

4.3 Reliefbildung und Landschaftsdynamik

Die Reliefbildung des Kantons Thurgau geht auf eine lange Abfolge tektonischer, klimatischer und glaziogeologischer Prozesse zurück. Die hier präsentierten Fundstellen mit feinkörnigen Mergeln und Altwasser Sedimenten weisen auf flache Landschaften mit schwach ausgeprägtem Relief im Thurgau und seiner Umgebung hin: In seichten Rinnen flossen träge Gewässer, begleitet von Auen- und Laubmischwäldern. In kühleren Phasen

zogen sich die Wälder zurück und Muren aus geborstenen Gletscherstauseen überschütteten grosse Bereiche des alpinen Vorlands und beeinflussten das Relief massgeblich. Die tiefsten Höhengniveaus lagen im Westen des Thurgaus bei etwa 250 bis 300 m ü. M., während die Oberfläche gegen Mittelbünden auf rund 1250 bis 1300 Meter anstieg. Am Hohgrat, südöstlich von Fischingen, heute mit 991 Metern der höchste Punkt des Kantons, kann anhand der Schichten des Hörnli-Fächers die Abtragung seit dem späten Miozän abgeschätzt werden (HOTTINGER et al. 1970). Durch langsame Verwitterung und Karbonatlösung dürften in den vergangenen zehn Millionen Jahren rund 30 bis 40 Meter Gestein abgetragen worden sein, was einer durchschnittlichen Erosionsrate von etwa 3 bis 4 Millimetern pro tausend Jahre entspricht. Aus der ermittelten Erosionsrate ergibt sich für den Hohgrat eine damalige Höhenlage von etwa 950 bis 960 Metern.

Die entscheidende Phase der heutigen Relief- und Landschaftsgestaltung entstand aber durch wiederholte Gletschervorstössen während des Quartärs. Dabei wurden auch ältere tektonische Störungen beansprucht und weiter vertieft. Besonders der Rhein-Gletscher hinterliess seine Spuren in Form von glazial überprägten Tälern, Rundhöckern und Moränenzügen. Abschliessend kann gesagt werden, dass die heutige Geomorphologie und Landschaftsform zwischen Thurgau und Untersee mit ihren sanften Hügelzügen, breiten Tälern und flachen Terrassen das Ergebnis eines langen Zusammenspiels von Klima, Sedimentation, Tektonik, geomorphologischer und glazialer Prozesse ist.

Dank

Für die Suche nach Manuskripten von THOMAS WÜRTEMBERGER und dem Erstellen von Kopien sei Frau M. Bussmann von den Wissenschaftshistorischen Sammlungen herzlich gedankt. Ebenso zu danken habe ich Frau Dr. B. Richner, seit 2011 Sammlungskuratorin am Naturmuseum Thurgau, für ihr Auffinden von fossilen Fruchtesten im Museum fraglicher Herkunft und Hinweisen über das Naturmuseum, Herrn Dr. A. Müller, alt Konservator der Geologisch-Paläobotanischen Sammlung der ETH Zürich, für sein Suchen nach unbeschrifteten Stücken in den Sammlungen Würtenberger und Heer von Öhningen sowie Herrn Dr. Hannes Geisser, dem gegenwärtigen Direktor des Naturmuseums Thurgau und Redaktor der Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, für Auskünfte über die frühere Betreuung des Museums, seine Anteilnahme und Aufnahme dieses Beitrages in deren Schriftenreihe.

Wenn es gelungen ist, einzelne offene Fragen der Molasse- und Florengeschichte zumindest klarer zu formulieren oder in einen weiterführenden Zusammenhang zu stellen, so ist dies nicht zuletzt dem sorgfältigen Arbeiten früherer Sammler und Forscher sowie der Bewahrung ihrer Materialien in öffentlichen Sammlungen zu verdanken. Eine detailliertere Beschreibung dazu befindet sich im folgenden Anhang («Die Sammler und Bearbeiter der fossilen Öhninger und Thurgauer Floren»).

5. Literatur

BERGER, W. 1952: Die altpliozäne Flora der Congerischichten von Brunn-Vösendorf bei Wien. – *Palaeontogr.* 92 B.

BLATTER, H. 1984: On thermal regime of arctic glaciers. – Diss. FISTZ, NW 7596 – Axel Heiberg Isl. Res. Rep. Glac. 6.

BOLLIGER, TH. 1992: Kleinsäugerstratigraphie in der miozänen Hörnischüttung. – Diss. ETH, NW 9742. – *Docum. naturae* 75: 1–296, Karten, Profile.

BOLLIGER, TH. 1994: Geologie und Paläontologie der Glimmersandgrube Hellsighausen (Kt. Thurgau). – *Mitt. thurg. natf. Ges.* 52: 63–79.

BOLLIGER, TH. 1996: Drei neue Kleinsäugerfaunen aus der miozänen Molasse der Ostschweiz (MN 3 und MN 7/8) – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 202/1: 95–110.

BOLLIGER, TH. & EBERHARD, M. 1989: Neue Floren- und Faunenfundstücke aus der Oberen Süsswassermolasse des Hörnligebietes (Ostschweiz). – *Vjschr. natf. Ges. Zürich* 134/1: 109–138.

BRAUN, A. 1836: In BUCKLAND, W.: *Geology and Mineralogy considered with reference to Natural Theology* 1. London: 510–514.

BRAUN, A. 1845: Die Tertiär-Flora von Oeningen. – *N. Jb. Min., Petr., Geol. u. Petref. kde.* 1845: 146–173, Stuttgart.

BRUIJN, H. DE, DAAMS, R., DAXNER-HÖCK, G., FAHLBUSCH, V., GINSBURG, L.,

MEIN, P. & MORALES, J. 1992: Report of the RCMNS working group of fossil mammals, Reischelsburg 1990. – *Newslett. Stratigr.* 26: 65–118. Berlin, Stuttgart.

EBERHARD, M. 1989: Klimaänderungen vom Mittel- bis Obermiozän aufgrund von makroskopischen Pflanzenresten in Altwasser-Ablagerungen der Adelegg (Allgäu). – *Geol. Bavar.* 94: 459–484.

EBERLI, J. 1896: Über das Vorkommen der Molassekohle im Kanton Thurgau. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* (1896) 12: 96–158.

FISCHLI, H. & WEGELIN, H. 1910: Marine Molasse im Thurgau. – *Mitt. thurg. natf. Ges.* (1910) 19: 113–116.

GOEPPERT, H.R. 1852: Beiträge zur Tertiärflora Schlesiens. – *Palaeontogr.* 2: 260–282. – Cassel.

HANTKE, R. 1953a: Die Blattreste fossiler Arten von Oehningen (Südbaden) und von

Le Locle (Neuchatel). – Ber. schweiz. bot. Ges. 63: 390–396.

HANTKE, R. 1953b: *Celtis*-Fruchreste aus der Oberen Süsswassermolasse von Littenheid (Kt. Thurgau). – Ber. schweiz. bot. Ges. 63: 397–398.

HANTKE, R. 1954: Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger Fundstelle Schrotzburg (Schiener Berg, Süd-Baden). – Diss. ETH, Denkschr. schweiz. natf. Ges. 80/2: 26–118.

HANTKE, R. 1964: Die fossilen Eichen und Ahorne aus der Molasse der Schweiz und von Oehningen (Süd-Baden). – Eine Revision der von Oswald Heer diesen Gattungen zugeordneten Reste. – Njbl. natf. Ges. Zürich (1965) 167: 140 S., 16 Taf.

HANTKE, R. 1973: *Apeibopsis laharpei* HEER, eine Styracacee? – Eclogae geol. Helv. 66/3: 743–753.

HANTKE, R. 2019a: Fossile Pflanzen aus den mittelmiozänen Fundstätten von Öhningen am Untersee (Baden-Württemberg) – Rekonstruktion von Klima und Umwelt vor gut 13 Millionen Jahren. – Ber. schwyz. natf. Ges. 18: 7–34.

HANTKE, R. 2019b: Wälder der östlichen Zentralschweiz vor 30–25 Millionen Jahren, rekonstruiert mit fossilen Pflanzenfunden vom Rossberg, Südfuss der Rigi, Gebiet um Rothenthurm, vom Rinderweidhorn und Höhronen. – Ber. schwyz. natf. Ges. 18: 35–54.

HANTKE, R. 2025: Einige hängige erd- und klimageschichtliche Probleme. – MAG digital 01, Mitt. thurg. natf. Ges. TNG, <https://mag.tng.ch/einige-haengige-erd-und-klimageschichtliche-probleme/>

HEER, O. 1855–59: Flora tertiaria Helvetiae, 1–3. – Wurster, Winterthur. – 1993: Doc. Natur., Spez.-Bd. 2, 1–5.

HEER, O. 1865, 1879, 1883: Die Urwelt der Schweiz. – Schulthess, Zürich. – 1879: erweit. Aufl.

HEER, O. 1869: Miocene baltische Flora – Beitr. Naturkde. Preussens 2: 104 S., 30 Taf. – Königsberg.

HEER, O. 1883: Flora fossilis arctica, Bd. 7. – Wurster, Zürich.

HOFMANN, F. 2003: Rekonstruktion der Entstehungsgeschichte der Oberen Süsswassermolasse (OSM) im Kanton Thurgau mit sedimentpetrographischen Methoden – Materialherkunft, Transport und Sedimentation – Zusammenhänge mit der Entstehung der Alpen. – Mitt. thurg. natf. Ges. 59: 31–51.

HOTTINGER, L., MATTER, A., NABHOLZ, W., SCHINDLER, C. et al. 1970: Erläuterungen zu Blatt 1093 Hörnli – Geol. Atlas Schweiz 1:25'000 – Schweiz. Geol. Komm.

HSÜ, K.J. 1984: Das Mittelmeer war eine Wüste: auf Forschungsreisen mit der Glomar Challenger. – Harnack, München: 200 S.

HÜNERMANN, K.A. 1981: Die Glimmersandgrube am Rodenberg bei Schlattingen (Kt. Thurgau) als paläontologisches Studienobjekt in der Oberen Süsswassermolasse. – Mitt. thurg. natf. Ges. 44: 7–32

KÄLIN, D. 2003: Der Wellenberg bei Frauenfeld – die jüngsten Anteile der Oberen Süsswassermolasse der Ostschweiz: biostratigraphische Daten und tektonische Implikationen. – Mitt. thurg. natf. Ges. 59: 125–147.

KOEPPEN, W., GEIGER, R. 1936: Handbuch der Klimatologie. Borntraeger, Berlin.

MILANKOVITCH, M. 1941: Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem. – Acad. Roy. Serbe, Sect. Sci. Math. et Natur. 33. – Ed. Spec.: Acad. Roy. Serbe.

NÖTZOLD, T. 1957: Miozäne Pflanzenreste von der Schrotzburg am Bodensee. – Ber. natf. Ges. Freiburg i. Br. 47: 71–102.

PFANNENSTIEL, M. 1950: Die paläontologischen Ausgrabungen der Universität Freiburg i. Br. am Schienerberg 1947–1950. – Bad. Heimat 30/1-2: 25–30.

STAUBER, H. 1935: Beitrag zur Geologie und Stratigraphie des Schienerberges am Untersee. – Dipl.-Arb. ETH Zürich. – Dep.: Erdw. Bibl. ETH, Zürich.

STAUBER, H. 1937: Neue geologische Untersuchungen am Schienerberg. – Mein Heimatland 24/3: 321–347. Freiburg i. Br.

STEHLIN, H.G. 1914: Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformation, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. – Verh. natf. Ges. Basel 25: 179–202.

STUR, D. 1867: Beiträge zur Kenntniss der Flora der Süsswasserquarze, der Congerien- und Cerithien-Schichten im Wiener und ungarischen Becken. – Jb. geol. R.-Anst. 17.

WEGELIN, H. 1902: Tertiärflora – Mitt. thurg. natf. Ges. 15: 59–60.

WEGELIN, H. 1904: Fossilien aus der Schlattinger Sandgrube. – Mitt. thurg. natf. Ges. 16: 231–232.

WEGELIN, H. 1926: Mineralische Funde und Versteinerungen aus dem Thurgau. – Mitt. thurg. natf. Ges. 26: 113–116.

WÜRTEMBERGER, F.J. & TH. 1862: Verzeichnis der fossilen Pflanzenreste aus den Tertiärgebilden des Klettgaus. – N. Jb. Min., Geol. & Paläont. Stuttgart (1862).

WÜRTEMBERGER, TH. 1893a: Flora von Tägerweilen, Vortrags-Manusk. – Wisshist. Samml. Hauptbibl. ETH, Zürich.

WÜRTEMBERGER, TH. 1893b: Petrefacten-Verzeichnis III, Nr. 1365–1969 – Manusk. – Wisshist. Samml. Hauptbibl. ETH, Zürich.

WÜRTEMBERGER, TH. 1893c: Verzeichnis der fossilen Pflanzen Bernrain (aus dem Stollen der Kreuzlinger Wasserleitung) gesammelt 1892, 1893. – Manusk. – Wisshist. Samml. Hauptbibl. ETH, Zürich.

WÜRTEMBERGER, TH. 1898: Phytopaläontologische Skizzen. – Mitt. thurg. natf. Ges. 13: 93–107.

WÜRTEMBERGER, TH. 1899: Tertiärpflanzen von Tägerweilen, Bernrain, Berlingen und Staad. – Manusk. – Wisshist. Samml. Hauptbibl. ETH, Zürich.

WÜRTEMBERGER, TH. in WÜRTEMBERGER, O. 1906: Die Tertiärflora des Kantons Thurgau. – Mitt. thurg. natf. Ges. 17: 3–44.

Anhang

Die Sammler und Bearbeiter der fossilen Öhninger und Thurgauer Floren

Nach ALEXANDER BRAUNs (1836, 1845, in E. STIZENBERGER 1851) Übersiedlung von Freiburg i. Br. nach Berlin hat OSWALD HEER – anschliessend an die Bearbeitung der «fossilen Insekten von Oeningen und Radoboj in Kroatien» – auch jene der fossilen Flora der Süsswasserkalke von Öhningen in seine «Flora Tertiaria Helvetica» (1855–1859) einbezogen. Die Kalke hat schon ARN. ESCHER (1842, 1853) als Ablagerungen in einem Maar im Zusammenhang mit dem Hegau-Vulkanismus erkannt. Zugleich hat sich HEER auch um die fossile Flora der Umgebung bemüht: Mühle Wangen (B-W), Steinerberg (SH), Steckborn, Johalde ESE ob Berlingen, Herdern, Stettfurt und – nach dem Auffinden der Fundstellen im 4 km nördlich des Öhninger Maars gelegenen Schrotzburger Tobel durch Pfarrer SCHWARZ von Bohlingen um 1855 – sammelte schon HEER dort von 1856–1859 intensiv fossile Pflanzenreste. 80 Jahre später baute HANS STAUBER nach seiner Diplomarbeit im Bereich der Öhninger Fundstellen (1935) während Monaten über 10 Tonnen Mergelplatten mit besterhaltenen fossilen Pflanzengut für eine geplante Dissertation ab und liess es nach Zürich schaffen. Doch nach der Bearbeitung sollte dieses wieder nach Deutschland zurückgebracht werden. Aber weder STAUBER noch JEANNET, Referent des von HANTKE von 1949–52 in seiner Dissertation bearbeiteten Fossilguts und Konservator der Geologisch-Paläobotanischen Sammlung der ETH, verloren darüber je ein Wort. Doch nachdem MAX PFANNENSTIEL (1950) von 1947–50, von der Universität Freiburg i. Br. eine umfassende Grabungskampagne organisiert hatte, deren Inhalt von 1952–57 von TILO NÖTZOLD (1957) untersucht wurde, sodass in Freiburg reichlich bearbeitetes Schrotzburger Fossilgut lag, begnügte sich das Landesmuseum in Karlsruhe mit einer kleinen Auswahl des Zürcher Schrotzburger Pflanzengutes.

THOMAS WÜRTEMBERGER kam schon durch seinen Vater, FRANZ JOSEF, im badi-schen Klettgau, seiner früheren Heimat, in Kontakt mit fossilen Pflanzen (F.J. & TH. WÜRTEMBERGER 1862). Sie begeisterten den Ziegelfabrikanten und Hobby-Paläobotaniker bis ins hohe Alter. Noch in den letzten Lebensjahren HEERs kam WÜRTEMBERGER mit ihm in Kontakt; HEER bearbeitete die von WÜRTEMBERGER am Hohenkrähen, 4 km nördlich von Singen (Hohentwiel), gesammelten fossilen Pflanzen und wies ihn an, die seinerzeit (1856–1859) von ihm im Schrotzburger Tobel gesammelten Reste – Blätter, Blüten und Früchte – mit seinen Resultaten zu vergleichen.

Im Thurgau setzte WÜRTEMBERGER die Suche HEERS nach fossilen Resten fort, zuerst an der Johalde ob Berlingen, dann in Tägerwilen, einer neuen Fundstelle, die J. Bär (in H. WEGELIN 1902: 60) entdeckt und beschrieben hatte. Beim Bau des Quellwasser-Leitungstollens für Kreuzlingen (1893) kamen in Bernrain über Süßwasser-Sedimenten mit Endsprossen von *Glyptostrobus* – Wasserfichte, im hangenden Mergel und darüber, im Sandstein, zahllose sehr gut erhaltene Blätter zum Vorschein. Dank WÜRTEMBERGERS Kontakt zu den an rezenten Pflanzen Interessierten, Apotheker LUDWIG LEINER (1830–1901) in Konstanz und Dr. JOSEPH BERNHARD JACK (1818–1901), dem Bearbeiter der rezenten Konstanzer Flora, waren seine botanischen Zuordnungen weitgehend richtig. Ebenso stand WÜRTEMBERGER in Kontakt mit HEINRICH DAUNER, der in Staad, östlich der Stadt Konstanz, sowie an der Johalde ob Berlingen fossile Pflanzen gesammelt, und diese ihm nach 1899 überlassen hat.

Das noch von THOMAS WÜRTEMBERGER verfasste Manuskript wurde nach seinem Tod vom jüngeren Bruder OSKAR (1906) in den Mitteilungen der Thurgauer Naturforschenden Gesellschaft veröffentlicht, wo THOMAS schon 1898 «Phytopalaeontologische Skizzen» veröffentlicht hat, in welchen er sich um die Zusammenhänge zwischen der fossilen mit der entsprechenden rezenten Art bemüht hatte. Dabei stellte er – wie schon zuvor ALEXANDER BRAUN (1845) und H.R. GOEPPERT (1852) – bei etlichen fossilen Pflanzen eine bis ins Detail gehende Übereinstimmung mit der entsprechenden, noch lebenden Art fest. Dies hat HEER erst nach langem Zögern erkannt, 1861 für *Plainera richardi* MICHX. – Wasserulme (heute *Zelkova*), als er in Kew Gardens (London, GB) die reichen Herbarien durchgesehen, und 1869, als er in den Überresten des Samlandes festgestellt hatte, dass die miozäne und lebende Art von *Taxodium distichum* (L.) RICH., die Sumpfyzypresse im Süden der USA², miteinander völlig übereinstimmen: Es muss also Pflanzen gegeben haben, die sich über 10 Millionen Jahre nicht verändert haben. Diese sind daher als Leitfossilien ungeeignet, doch wertvoll für die Erforschung der Entwicklung der Pflanzen, oder ihr Ausweichen bei Klima-Einbrüchen, für die Ermittlung des Waldtyps in einem bestimmten Paläoklima. Das klimabedingte Auslöschen einzelner Arten in Mitteleuropa verleiht so fossilen Floren einen gewissen Leitwert.

Bei der Durchsicht der Sammlung WÜRTEMBERGER, die nach seinem Ableben als wertvolles Sammlungsgut aus dem Thurgau in die paläobotanische Sammlung des Geologischen Institutes der ETHZ kam, ergaben sich nur bescheidene Berichtigungen gegenüber den neueren Untersuchungen (HANTKE 1954, 1964, 1973, 2019a).

In Frauenfeld hat schon HEINRICH WEGELIN (1853–1940), als Lehrer für Naturgeschichte und Erdkunde an der Kantonsschule (1890–1920), tierische und pflanzliche Fossilien für die Schule und für das 1897 in Frauenfeld gegründete Museum gesammelt und diese (1902, 1904, 1926 und H. FISCHLI & WEGELIN 1910) von Fachleuten, L. ROLLIER und J. FRÜH, nach HEER (1855–59), systematisch zuordnen lassen. Nach seinem Rücktritt vom Lehramt war WEGELIN von 1921–24 Kurator, dann bis 1936 Leiter der Abteilung Fossilien, und konnte auch die von ihm für die Schule gesammelten im Museum fehlenden Stücke – nach einigem Hin und Her mit seinem Nachfolger im Lehramt – grösstenteils ans Museum mitnehmen. Ab 1936 amtierte kurzfristig eine Nachfolgerin, OLGA MÖTTELI, als erste Frau in der Schweiz an einem Naturmuseum; sie bestimmte die fossilen Pflanzen nach HEER (1855–1859). Dann herrschte am Museum ein längeres wissenschaftliches Interregnum. Wohl war die Stelle von drei nur kurzfristig wirkenden Konservatoren besetzt. Mit August Schläfli, dem Leiter von 1963–1997, endete dieser Zustand. Seither wirkt Hannes Geisser als Direktor am Naturmuseum.

1989 haben sich TH. BOLLIGER & M. EBERHARD im Norden und Osten des Hörnlis, nahe der Grenze zum Thurgau, um fossile Floren bemüht. Dann hat BOLLIGER (1994) im Thurgau die fossile Flora und Fauna in Mergellagen der Glimmersande von Helsinghausen untersucht.

²HANTKE 2019b wurde *Taxodium distichum* (L.) RICH. noch mit HEERs erstem Namen *T. dubium* (STERNB.) HEER bezeichnet, was zu korrigieren ist.