

Zur tertiären Vegetationsgeschichte Vorarlbergs – Revision der Pflanzenfossilien in der Sammlung der inatura

Nr. 93 - 2022

Markus Sachse¹

¹Dr. Markus Sachse, Rümmanstraße 57, D-80804 München
E-Mail: sachse-m@gmx.de

Abstract

The approximately 900 plant fossils of the collection of the inatura Erlebnis Naturschau GmbH in Dornbirn (Natural History Museum) originate from about 20 sites in the Folded (Subalpine) and Foreland Molasse of northwestern Vorarlberg. After a minor publication by KRÄUSEL in 1930, a revision of the entire collection is now presented. The most abundant sites in terms of specimens can be attributed to the Horw Sandstone (= »Bausteinschichten«) and the Granitic Molasse. Significantly less material is available from the Grisigen Marl (»Tonmergelschichten«), the Weißbach Formation, Luzern Fm., St. Gallen Fm. and the Pfänder Beds.

The floras span a period of about 15 million years from the Lower Oligocene (Rupelian) to the Middle Miocene (Langhian), in which marine and terrestrial phases alternated repeatedly. Taking into account current sedimentological findings, the palaeoecological development in the vegetation of the former depositional area, the »Pfänder fan«, can be traced. In addition, some changes caused by migration and climate change are known also from the compositions of floral associations documented throughout Europe. However, as far as can be seen the plant communities considered in this paper always indicate a subtropical climate. Probably also because of the sometimes very small numbers of fossil specimens, no higher resolution of the temperature curve is discernible. In order to gain a detailed and comprehensive picture of the climatic and ecological development at the northern edge of the Alps, a (new) processing of additional collections would be necessary.

Key words: Folded Molasse, Miocene, Oligocene, leaf flora, palaeoecology, stratigraphy, taxonomy

Zusammenfassung

Die etwa 900 Pflanzenfossilien in der Sammlung der inatura Erlebnis Naturschau GmbH in Dornbirn (VNS) entstammen etwa 20 Fundorten aus der Faltenmolasse und Vorlandmolasse des nordwestlichen Vorarlbergs. Nach einer ersten kleineren Veröffentlichung durch KRÄUSEL im Jahr 1930 wird nun eine Revision des Gesamtbestandes vorgelegt. Die an Anzahl am reichsten vertretenen Fundstellen sind dem Horw-Sandstein (= Bausteinschichten) und der Granitischen Molasse zuzurechnen. Deutlich weniger Material liegt aus dem Grisigen-Mergel (Tonmergelschichten), der Weißbach-, Luzern- und St.-Gallen-Formation sowie aus den Pfänderschichten vor.

Die Floren überspannen einen Zeitraum von etwa 15 Millionen Jahren vom unteren Oligozän (Rupelium) bis ins mittlere Miozän (Langhium), in welchem sich wiederholt marine und terrestrische Phasen abwechselten. Unter Einbeziehung aktueller sedimentologischer Erkenntnisse wird die paläoökologische Entwicklung in der Vegetation des damaligen Ablagerungsraums, dem Pfänderfächer, nachgezeichnet. Darüber hinaus finden sich teilweise auch europaweit dokumentierte, durch Migration und Klimaveränderungen bedingte Florenwechsel wieder. Allerdings weisen diese, soweit erkennbar, stets auf ein subtropisches Klima hin. Wohl auch wegen der teils sehr geringen Stückzahlen ist keine höhere Auflösung des

Temperaturverlaufs erkennbar. Um ein detailliertes und umfassenderes Bild der klimatischen und ökologischen Entwicklung am Alpennordrand zu gewinnen, wäre eine (Neu-) Bearbeitung weiterer Sammlungsbestände erforderlich.

Schlüsselwörter: Faltenmolasse, Miozän, Oligozän, Paläoökologie, Stratigraphie, Blattflora, Taxonomie

1 Einführung

Die großteils auf den Dornbirner Textilunternehmer und passionierten Fossilien Sammler Siegfried Fussenegger zurückgehende paläobotanische Sammlung des Naturmuseums inatura wurde bereits 1930 durch

2 Methodik

Der Erhaltungszustand ist teils durchaus bescheiden, da die Pflanzenreste in überwiegend sandiger Matrix eingebettet, teils über beträchtliche Distanzen transportiert und durch tektonisch bedingte diagenetische Prozesse in Mitleidenschaft gezogen worden sind. Auch bestand keine Möglichkeit, kutikularanalytische Untersuchungen durchzuführen, sodass einzig die Blattmorphologie zur Bestimmung herangezogen werden konnte. Trotz eines recht hohen Anteils an nur unsicher oder gar nicht bestimmbareren Pflanzenresten konnten ausreichend gute Ergebnisse erzielt werden.

Für eine graphische Auswertung der Längen/Breitenverhältnisse von *Daphnogene*-Blättern (Abb. 2) wurden Exemplare ausgewählt, die zumindest nahezu vollständig waren. So ist trotz einer Fehlerabweichung von bis zu 10 % bei der tatsächlichen Länge ein Vergleich zweier unterschiedlich alter Gesteinsformationen möglich, nämlich des Horw-Sandsteins (mittleres Oligozän) und der Granitischen Molasse (unteres Miozän).

Zudem sind die den Stücken beigelegten Fundortbeschreibungen nach so langer Zeit nicht immer eindeutig, können anhand einer schriftlichen Aufstellung von Dr. Friebel in fast allen Fällen aber den in *Tabelle 1* gelisteten Fundorten zugeordnet werden.

3 Ergebnisse

3.1 Fossilium Catalogus

Die folgende kurze Auflistung der hier erfassten Flora folgt der aktuellen systematischen Gliederung des APG IV (2016) sowie von CHRISTENHUSZ et al. (2011a, b). Da aus Platzgründen auf detaillierte Beschreibungen der einzelnen Taxa verzichtet werden, sei stattdessen für Interessierte auf die jeweils angegebene Literatur verwiesen. Alle Taxa sind auf den beiliegenden Tafeln abgebildet, die jeweilige Zuordnung ist der Tafellegende zu entnehmen. Insgesamt konnten 73 Formtaxa aus 24 Fundstellen identifiziert werden. Eine Übersicht samt zugehöriger Gesteinsformationen und Zeitepochen wird in *Anhang 1* gegeben. Weitere Informationen zu diesen Fundstellen sind *Tabelle 1* zu entnehmen. *Anhang 2* enthält schließlich eine Gegenüberstellung der hier verwendeten und revidierten Namen der in der Sammlung vorgefundenen Taxa, welche z. T. KRÄUSEL (1930) in seiner Publikation verwendete.

Equisetaceae

Taf. 1 Fig. 1

Das Schachtelhalmgewächs *Equisetum parlatorii* (Heer) Schimper ist bei HEER (1855: S. 109) ausführlich dargestellt und gilt als Anzeiger für Feuchtstandorte.

Polypodiales fam., gen. et sp. indet

Taf. 1 Fig. 2

Einige nicht näher bestimmbare Farnwedel-Reste (Familie, Gattung und Art unbekannt) deuten ebenfalls auf Feuchtstandorte hin.

Pinaceae

Taf. 1 Fig. 6; Taf. 2 Fig. 12

Kiefern sind durch nicht näher bestimmbare zwei-nadelige Triebe, hier als *Pinus* sp. angesprochen, sowie einen stark abgerollten Zapfen vertreten. Die weite ökologische Toleranz dieser Gattung erlaubt keine Aussage zu den Standortverhältnissen.

Cupressaceae

Taf. 1 Fig. 4, 8

Zur Sumpfyypressen-Gattung *Taxodium* sp. können einige benadelte Zweige gezählt werden. Wegen fehlender Zapfen ist allerdings eine artliche Zuordnung weder zu der neogenen *Taxodium dubium* (Sternberg) Heer [HEER 1855: S. 37] noch der paläogenen *Taxodium balticum* Budantsev & Sveshnikova in SVESHNIKOVA & BUDANTSEV (1960: S. 872) möglich. Auch Sumpfyypressen weisen auf Feuchtstandorte hin.

Weitere Zweigreste werden als »Taxodioideae gen. et sp. indet.« bezeichnet, denn sie erlauben aufgrund ihres Erhaltungszustandes innerhalb dieser Unterfamilie der Zypressengewächse keine weitergehende Bestimmung.

Taf. 1 (folgende Seite):

Fig. 1: *Equisetum parlatorii* VNS P.8032 | Fig. 2: Polypodiales fam., gen. et sp. indet. VNS P.8039

Fig. 3: Podocarpaceae vel Taxaceae gen. et sp. indet. VNS P.12324 | Fig. 4: *Taxodium* sp. VNS P.12457

Fig. 5: *Daphnogene cinnamomifolia* f. *cinnamomifolia* VNS P.8503 | Fig. 6: *Pinus* sp. VNS P.8027

Fig. 7: *Carpolithus* sp. 1 und Monocotyledoneae fam. gen. et sp. indet. VNS P.20506

Fig. 8: Taxodiaceae gen. et sp. indet. VNS P.8029 | Fig. 9: Nymphaeaceae vel Nelumbonaceae gen. et sp. indet. VNS P.11765

Fig. 10: *Daphnogene cinnamomifolia* f. *cinnamomifolia* bzw. *Daphnogene spectabilis* VNS P.12707

Fig. 11: *Daphnogene cinnamomifolia* f. *lanceolata* VNS P.20434

Fundorte:

Fig. 1, 2, 4, 6-9, 11: Langenegg/Bregenzerache Steinbruch, Horw-Sandstein

Fig. 3, 5: Schwarzbachtobel, Horw-Sandstein | Fig. 10: Achrain, Weißbach-Formation.

Maßstab jeweils 1 cm.



Bei dem auf *Taf. 1 Fig. 8* abgebildeten Trieb könnte es sich evtl. auch um den Mamutbaum *Sequoia abietina* (Brongn.) Knobloch [KNOBLOCH 1964: S. 602] handeln.

Podocarpaceae vel Taxaceae

Taf. 1 Fig. 3

Einige lang-gestreckte derbe Nadeln entsprechen der Beschreibung von »*Podocarpus eocenica*« Unger [UNGER 1850: S. 352], einer nach GREENWOOD et al. (2013) unspezifisch definierten, polyphyletischen Art der Steineiben- oder Eibengewächse. Lediglich kutikularanalytisch wäre hier eine taxonomische und gegebenenfalls ökologische Differenzierung möglich.

Nymphaeaceae gen. et sp. indet.

Taf. 1 Fig. 7

In Lagen angereicherte Samenreste (*Carpolithus* sp.), wie bei GREGOR (1982: S. 101) beschrieben, sind auf ein nicht mehr bestimmbares Seerosengewächs zurückzuführen.

Nymphaeaceae vel Nelumbonaceae

Taf. 1 Fig. 9

Ein Fragment mit radialstrahlig auseinander laufender Nervatur dürfte einem Schwimmblatt entstammen. Allerdings erlaubt die schlechte Erhaltung keine sichere Unterscheidung zwischen Seerosenblatt mit seitlichem Stiel unter einer Rand-Einkerbung oder einem peltaten Lotusblatt.

Lauraceae

Taf. 1 Fig. 10, 11; Taf. 2 Fig. 1-5, 9

Blätter der immergrünen Lorbeergewächse sind in den tertiären Floren Europas allgegenwärtig und oft in beträchtlicher Artenzahl vorhanden. Allerdings ist aufgrund der hohen Variabilität auch bei den heutigen Vertretern eine eindeutige Gattungszuordnung erschwert. Dieser Umstand führte zur Verwendung der Formgattung *Laurophyllum*, bei der ohne Kutikularanalysen in manchen Fällen selbst die Zugehörigkeit zu den Lorbeergewächsen unsicher ist. So erfolgt auch die Artbestimmung hier nur als »cf.«-Bestimmung. Erwähnt seien *Laurophyllum* cf. *acutimontanum* Mai (MAI 1963: S. 72), *Laurophyllum* cf. *braunii* (Heer) Němejč & Knobloch [NĚMEJČ & KNOBLOCH 1973: S. 708] und *Laurophyllum* cf. *pseudoprinceps* Weyland & Kilpper [WEYLAND & KILPPER 1963: S. 100]. Weitere Exemplare mit für Lauraceen typischer Blattform und schlaufenbildender Nervatur sind hier unter *Laurophyllum* spp. zusammengefasst.

Für die Gattung *Daphnogene* mit ihren drei-nervigen Blättern hingegen gilt die Zugehörigkeit zu den Lauraceen mittlerweile als gesichert. Die hohe Variabilität der Blattformen könnte aber auch hier auf das Vorhandensein mehrerer Taxa hindeuten. Aufgrund einer unübersichtlichen Fülle teils widersprüchlicher Artdefinitionen (vgl. KNOBLOCH 1964) hat sich weitgehend eine stratigraphisch definierte Taxonomie durchgesetzt (KVAČEK & WALTHER

1974). Von Oligozän bis Untermiozän wird der Name *Daphnogene cinnamomifolia* (Brongniart) Unger [UNGER 1850: S. 424] verwendet, wobei besonders schmale Exemplare als Forma *lanceolata* (Unger) Kvaček & Walther [KVAČEK & WALTHER 1995: S. 32] wohl eher Sonnenblätter darstellen sollen. Ab dem Mittelmiozän auftretende Blätter hingegen werden als *Daphnogene polymorpha* (A. Braun) Ettingshausen [ETTINGSHAUSEN 1851: S. 16], diejenigen mit schmaleren Sonnenblättern als Forma *bilinica* (Unger) Sitár & Kvaček [SITÁR & KVAČEK 1967: S. 270] bezeichnet. Für die quantitative Auswertung wird für alle Blätter *Daphnogene* spp. verwendet, weil eine Abgrenzung hier zu willkürlich erscheint.

Eine graphische Gegenüberstellung (*Abb. 2*) des Längen-/Breitenverhältnisses gegen die Blattbreite aus dem oligozänen Horw-Sandstein und der untermiozänen Granitischen Molasse zeigt eine stärkere Streuung der oligozänen Blätter. Diese Kernaussage hat wohl auch Bestand, obwohl taphonomische Effekte hier unberücksichtigt bleiben. Beispielsweise finden sich unter den untermiozänen Blättern einige etwa 5 cm breite Fragmente, die wegen fehlender Längenermittlung in *Abb. 2* direkt auf der Breitenachse (X-Achse) abgebildet sind. Letztendlich sind besonders schmale, weidenartige Formen (*Taf. 1 Fig. 11*) auch in der Literatur fast ausschließlich aus oberoligozänen Ablagerungen bekannt (z. B. HEER 1856: S. 87, KVAČEK &

Taf. 2 (folgende Seite):

Fig. 1: *Laurophyllum* cf. *braunii* VNS P.20462 | **Fig. 2:** *Laurophyllum* cf. *pseudoprinceps* VNS P.20345

Fig. 3: *Laurophyllum* sp. 1 VNS P.8022 | **Fig. 4:** *Laurophyllum* sp. 2 VNS P.20451

Fig. 5: *Laurophyllum* cf. *acutimontanum* VNS P.20395 | **Fig. 6:** *Smilax sagittifera*-Formenkreis VNS P.12383

Fig. 7: *Palmae* gen. et sp. indet. (»*Cyperus*« *chavannesii*) VNS P.12760 isoliertes Blattsegment

Fig. 8: *Monocotyledoneae* fam., gen. et sp. indet. VNS P.8377 Blattfragment, mglw. Aronstabgewächs (*Araceae*) oder Palme

Fig. 9: *Daphnogene cinnamomifolia* f. *cinnamomifolia* bzw. *Daphnogene spectabilis* VNS P.20437

Fig. 10: *Monocotyledoneae* fam., gen., et sp. indet. VNS P.21071 | **Fig. 11:** *Typha latissima* VNS P.21085

Fig. 12: *Pinaceae* gen. et sp. indet. VNS P.8442 Abgerollter Zapfen ohne Schuppen, vermutlich einer Kiefer

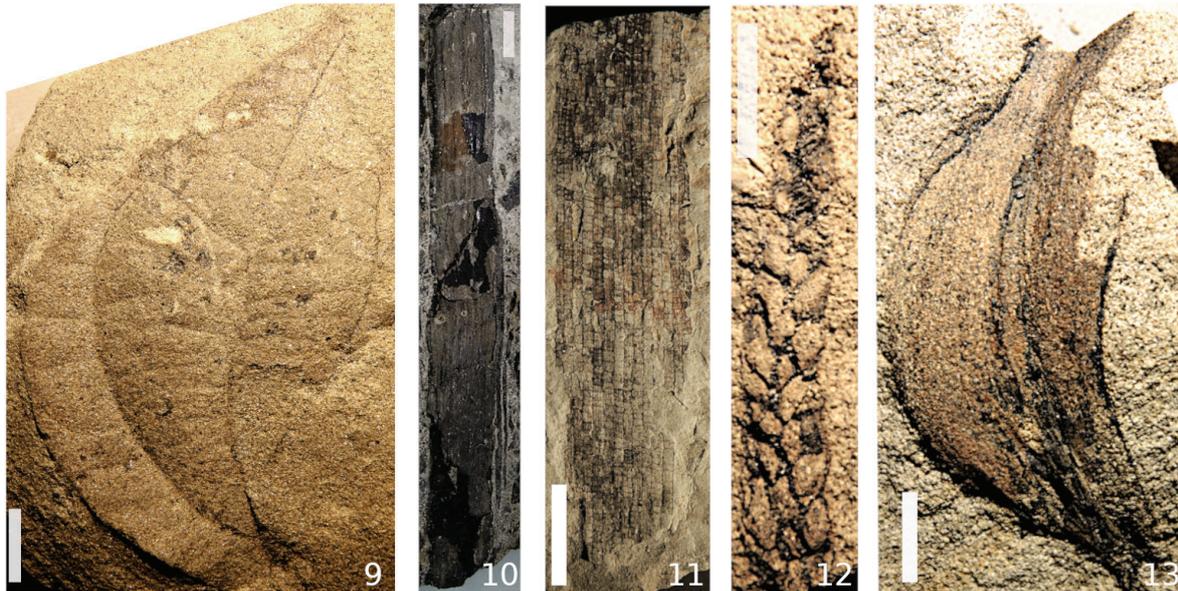
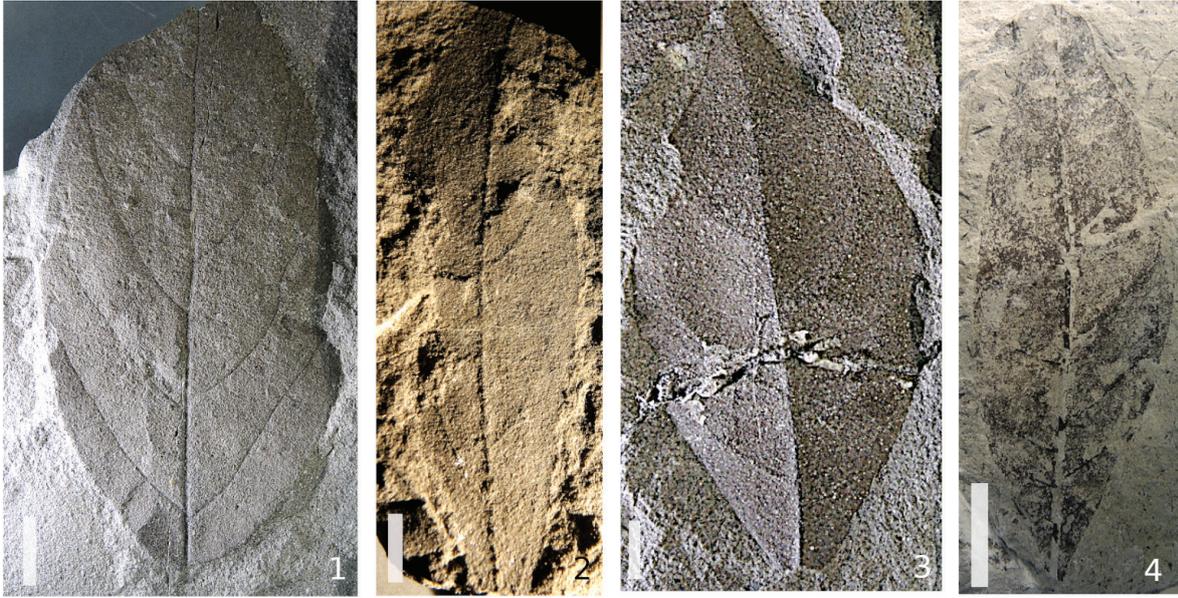
Fig. 13: *Monocotyledoneae* fam., gen., et sp. indet. VNS P.22630 Inkohltes fleischiges Blattfragment.

Fundorte: Fig. 1, 3-6, 9, 11: Langenegg/Bregenzerahe Steinbruch, Horw-Sandstein | Fig. 2: Unterlangenegg, Horw-Sandstein

Fig. 7: Pfänder, Pfänderschichten | Fig. 8: Achrain, Weißbach-Formation | Fig. 11: Haselstauden Steinbruch, Horw-Sandstein;

Fig. 12, 13: Rotach-Mündung, Granitische Molasse.

Maßstab jeweils 1 cm.



WALTHER 1974). Ungeklärt ist, ob diese Unterschiede durch ökologische Faktoren oder ein anderes Artenspektrum bedingt sind. Inwieweit solche Vorkommen zumindest aus der oberen Süßwassermolasse eine eigenständige Art darstellen, ist somit ebenfalls Gegenstand von Diskussionen (z. B. PROBST 1883, SACHSE in Druck). Des Weiteren wären möglicherweise auch die über 5 cm breiten Blätter (Abb. 2; Taf. 1 Fig. 10; Taf. 2 Fig. 5) als *Daphnogene spectabilis* (Heer) Knobloch [KNOBLOCH 1968: S. 139] von *Daphnogene cinnamomifolium* abzutrennen.

Alle hier nachgewiesenen Lauraceen-Vertreter können als Elemente immergrüner oder Misch-Wälder angesehen werden, wobei das häufige Auftreten von *Daphnogene* zusätzlich auch ein flussbegleitendes Auftreten nahelegt.

Smilacaceae

Taf. 2 Fig. 6

Stechwinden sind durch einige Exemplare des von DENK et al. (2015) definierten *Smilax sagittifera*-Formenkreises vertreten.

Palmae (Araceae)

Taf. 2 Fig. 7; Taf. 3 Fig. 1-4

Da eine Zuordnung der Palmenwedel zu rezenten Gattungen hier nicht möglich ist, werden Fächerpalmen hier als *Sabalites major* (Unger) Saporita [SAPORTA 1865: S. 82], Fiederpalmen hingegen als *Phoenicites* sp. bezeichnet (READ & HICKEY 1972). Nach KVAČEK & TEODORIDIS (2011) entstammen darüber hinaus die parallelnervigen Blattfragmente mit v-förmig geknickter Mittelrippe, die unter »*Cyperus*« *chavannesi* Heer [HEER 1855: S. 72] bekannt sind, wohl ebenfalls den Palmen (KNOBLOCH et al. 1996).

Taf. 3 (folgende Seite):

Fig. 1: *Phoenicites* sp. VNS P.8444 | Fig. 2: »*Palmacites*« *canaliculatus* VNS P.8447

Fig. 3: *Phoenicites* sp. VNS P.12701 | Fig. 4: *Sabalites major* VNS P.8520

Fundorte: Fig. 1: Unterstaudach, Granitische Molasse | Fig. 2: Rotach-Mündung, Granitische Molasse;

Fig. 3: Bödele oder Lingenauer Brücke, Weißach-Fm | Fig. 4: Schwarzachtobel, Horw-Sandstein

Maßstab jeweils 10 cm; Fig. 4: Bildbreite ca. 33 cm.

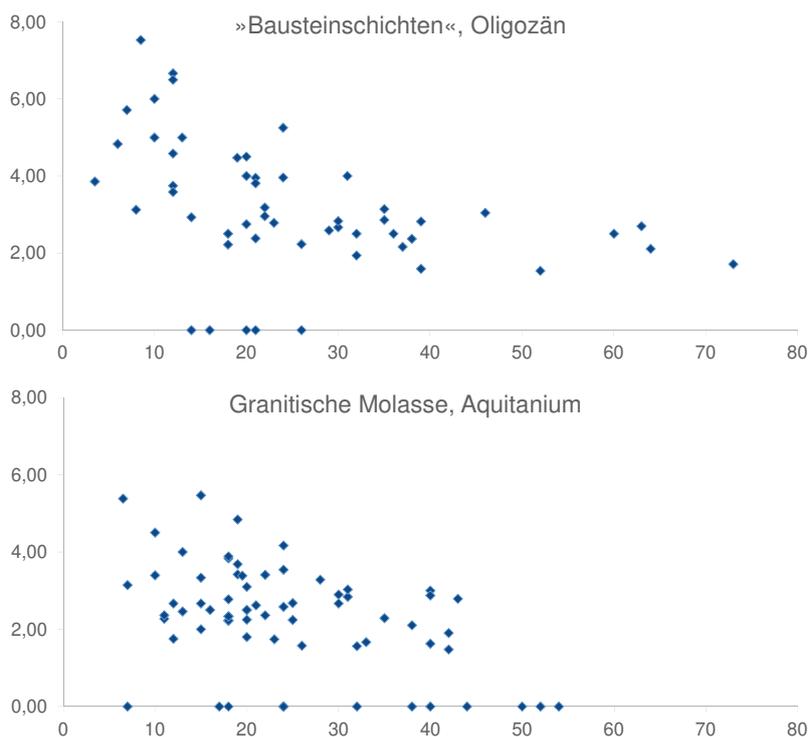


Abb. 2: Längen-/Breitenverhältnis für *Daphnogene cinnamomifolia* aus dem oligozänen Horw-Sandstein (»Bausteinschichten«) und der untermiozänen Granitischen Molasse (Y-Achse: Verhältnis von Länge zu Breite, X-Achse: Absolute Breite in mm).

Bei »*Palmacites*« *canaliculatus* Heer [HEER 1855: S. 95] handelt sich um ein nicht näher bestimmtes Fragment eines vermutlichen Palmenstammes mit mehr oder weniger parallelen Furchen, die wiederum feine Striemung aufweisen. Der Gattungsname wird allerdings in originärer Definition nur für Blätter verwendet und daher hier in Anführungszeichen gesetzt. Eine Zuordnung derartiger Fossilien innerhalb der Familie der Palmen ist auch kutikularanalytisch bisher noch nicht gelungen (WINTERSCHIED & KVAČEK 2016). Dies gilt auch für vermutliche Baststrahlen, die hier ebenfalls zu den Palmen gezählt werden.

Typhaceae

Taf. 2 Fig. 11

Der Rohrkolben *Typha latissima* A. Braun [in BRUCKMANN 1850: S. 227] mit seiner charakteristischen, von senkrechten Scheidewänden unterbrochenen Parallelnervatur ist ein Element der Riedfazies.

Monocotyledoneae fam., gen. et sp. indet.

Taf. 2 Fig. 7, 8, 10, 13

Lange Fragmente mit parallel verlaufender Nervatur können innerhalb der einkeimblättrigen Pflanzen nicht näher eingegrenzt werden.



Platanaceae

Taf. 4 Fig. 1, 2, 6

Platanengewächse sind durch die beiden alttertiären Arten, die fiederblättrige *Platanus neptuni* (Ettingshausen) Bůžek, Holý, Z. Kvaček [vgl. BŮŽEK et al. 1967: S. 205] und die gelappte *Platanus schimperi* (Heer) Saporta [SAPORTA & MARION 1885: S. 207] vertreten. Sie werden überwiegend als Auwaldelemente angesehen (WALTHER 1985).

Cercidiphyllaceae

Taf. 4 Fig. 4

Der Katsurabaum *Cercidiphyllum crenatum* (Unger) R.W.Brown [BROWN 1935: S. 575] war ein laubwerfendes Element mesophytischer Mischwälder.

Fabaceae (Leguminosae)

Taf. 4 Fig. 3, 6-13; Taf. 5 Fig. 15

Zu den Hülsenfrüchtlern werden kleine asymmetrische Fiedern gezählt. Zu den besonders kleinen Exemplaren gehören einzelne, teils noch an ihrer Rachis hängende Blättchen von *Acacia parschlugiana* Unger [UNGER 1850: S. 494]. Größere Exemplare stammen von *Podocarpium podocarpum* (A.Braun) Herendeen [HERENDEEN 1992: S. 732] – auch unter *Gleditsia lyelliana* (Heer) Hantke [in GREGOR & HANTKE 1980: S. 167] bekannt – sowie *Cassiophyllum berenices* (Unger) Kräusel [KRÄUSEL 1938: S. 66].

Mehrere weitere Fragmente kleiner Blätter erlauben keinen Rückschluss mehr darauf, ob sie tatsächlich von Fabaceen oder vielleicht auch von Ericaceen (Heidegewächsen) stammen. Sie werden daher als »Fabaceae vel Ericaceae« gelistet.

Hülsenfrüchte von Leguminosen erlauben meist ebenfalls keine exakte Differenzierung. Unter ihnen ist ein mehrsamiger Typus besonders häufig an der Fundstelle Kennelbach vertreten, der als *Leguminocarpum regelii* (Heer) A.Dotzler [DOTZLER 1937: S. 42] bekannt ist. Nach KIRCHHEIMER (1957) beinhaltet er wohl außer der Gattung *Robinia* auch mehrere fossile zu *Acacia* gestellte Arten. Somit wird in dieser Arbeit nur die Organgattung *Leguminocarpum* spp. verwendet. Ein weiteres Exemplar ist als »*Dalbergia*« *primaeva* Unger [UNGER 1850: S. 55] geläufig, für die bereits HEER (1859) auch eine Einordnung bei *Caesalpinia* für möglich hält. Leider können aus dem hohen Anteil von Fabaceen- und Fabaceen-artigen Blättchen in dieser Fundstelle keine indirekten Rückschlüsse für eine genauere Zuordnung gezogen werden.

Fabaceen sind aufgrund ihrer großen ökologischen Reichweite verschiedenen Standorten zuzuordnen. Hohe Anteile von Fabaceen und sonstigen kleinblättrigen Arten in einer Flora, die »sclerophyllous plus legume-like components« nach KOVAR-EDER & TEODORIDIS (2018) – also hartlaubige und Fabaceen-artige Komponenten – gelten allerdings als Indikator für saisonal trockene Klimate.

Rhamnaceae

Taf. 5 Fig. 1

In der älteren Bestimmungsliteratur ist die Gattung *Rhamnus* in großer Artenzahl aus oligozänen Floren beschrieben worden. Nach aktuelleren Revisionen hat die Familie der Kreuz-

dorngewächse jedoch stark an Bedeutung verloren. Auch in dieser Arbeit werden frühere *Rhamnus*-Bestimmungen nun *Alnus*, *Sloanea olmediaefolia* und *Dicotylophyllum* cf. *arcinerve* zugewiesen, was den Charakter der Flora natürlich stark verändert (s. Anhang 1). So bleibt lediglich die Art *Ziziphus ziziphoides* (Unger) Weyland [WEYLAND 1943: S. 113] mit wenigen Exemplaren zu nennen. Die schmalen, gezähnten Blätter werden meist Sträuchern trockener Standorte zugeordnet (MIHAJLOVIC 1992).

Ulmaceae

Taf. 5 Fig. 2-6, 10

Ulmengewächse sind typische Elemente der Hartholzauze. Ob die hier gelisteten *Ulmus*-Arten tatsächlich echte biologische Arten verkörpern, bleibt aufgrund der hohen intraspezifischen Variabilität ungeklärt. Blattfragmente der großblättrigen Formen *Ulmus* cf. *appendiculata* Heer [HEER 1878: S. 40] und *Ulmus* cf. *pyramidalis* Göppert [GÖPPERT 1855: S. 29] unterscheiden sich durch ihre parallele und dicht stehende Aderung von der häufiger nachgewiesenen etwas kleineren *Ulmus* cf. *braunii* Heer [Heer 1855: S. 59]. Gemeinsam werden sie eher feuchten Standorten zugeordnet. Eine höhere Trockenheitsresistenz werden hingegen den kleinen Blättern von *Ulmus* cf. *minuta* Göppert [sensu KNOBLOCH 1969: S. 105] und der durch dichte Nervatur und meist einfachen Zähnnchen charakterisierten *Ulmus* cf. *plurinervia* Unger [UNGER 1847: S. 95] zugeschrieben. Da allerdings kaum unterscheidbar, werden derartige Blätter hier mit

Taf. 4 (folgende Seite):

Fig. 1: *Platanus neptuni* VNS P.6402 | Fig. 2: *Platanus schimperi* VNS P.8519

Fig. 3: *Acacia parschlugiana* und *Daphnogene* sp. VNS P.12756 | Fig. 4: *Cercidiphyllum crenatum* VNS P.7971

Fig. 5: *Platanus neptuni* VNS P.8386 | Fig. 6.-8: *Leguminocarpum* spp. (Fabaceen-Hülsen)

Fig. 9: »*Dalbergia*« *primaeva* VNS P.8041 | Fig. 10: *Podocarpium podocarpum* VNS P.21871

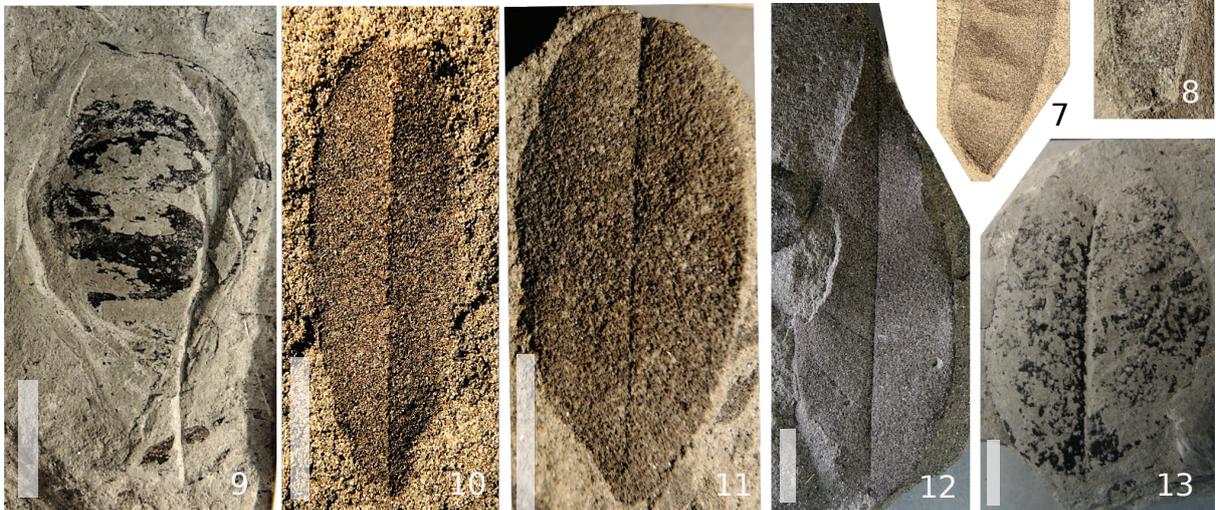
Fig. 11: Fabaceae vel Ericaceae VNS P.21857 | Fig. 12: *Cassiophyllum berenices* VNS P.12386

Fig. 13: Fabaceae vel Ericaceae VNS P.21028

Fundorte: Fig. 1, 2, 8: Schwarzbachtobel, Horw-Sandstein | Fig. 3: Pfänderschichten

Fig. 4, 9, 12, 13: Bregenzerache Steinbruch, Horw-Sandstein | Fig. 5-7, 10, 11: Kennelbach, Granitische Molasse

Maßstab jeweils 1 cm.



denen von *Ulmus* cf. *braunii* zusammengefasst (vgl. KOVAR-EDER et al. 2004). Ein weiteres unvollständiges Blatt wird hier als cf. *Cedrelospermum ulmifolium* (Unger) Kovar-Eder & Kvaček in KOVAR-EDER et al. (2004: S. 68) angesprochen, eine ebenfalls trockenheitsangepasste Art mesophytischer Mischwälder.

Fagaceae

Taf. 5 Fig. 7-9

Aus der Familie der Buchengewächse sind lediglich ausgestorbene Gattungen gesichert nachgewiesen. Die mit Abstand häufigste Form in der Sammlung ist *Eotrigonobalanus furcinervis* (Rossmässler) Walther & Kvaček [in KVAČEK & WALTHER 1989: S. 581].

Diese monospezifische Gattung ist aufgrund ihrer äußerst variablen Blattgestalt in obereozänen bis untermiozänen Floren mit mehreren Unterarten und Morphotypen vertreten (KNOBLOCH et al. 1996, WALTHER 1994). Auch beim vorliegenden Material findet sich ein weites Spektrum schmaler gezählter bis breiter ganzrandiger Exemplare. Die erwähnten taxonomischen Unterteilungen beruhen allerdings weitgehend auf Kutikelmerkmalen und können somit beim vorliegenden Material nicht verwendet werden.

Die Art weist offenbar ein sehr breites ökologisches Spektrum auf und ist ein dominantes Element alttertiärer immergrüner Lorbeerwälder Mitteleuropas. Im Oligozän ist sie überdies häufig auch aus oligotrophen Kohlesümpfen dokumentiert. Eine eindeutige ökolo-

gische oder klimatische Zuordnung ist somit hier kaum möglich.

Mit nur zwei Blättern vertreten ist die kräftiger gezähnte und sehr schmalblättrige *Dryophyllum callicomifolium* (Andr.) Kvaček & Hably [KVAČEK & HABLY 1991: S. 57].

Myricaceae

Taf. 5 Fig. 12-14

Mit seinen schmalen, trockenheitsangepassten Blättern gilt die strauchförmig wachsende Farnmyrte *Paracomptonia schrankii* (Sternberg) Doweld als xerothermes Element (TEODORIDIS et al. 2017). Die heutige Vergleichsform *Comptonia peregrina* (Linnæus) J.M.Coulter wächst auf trockenen, sehr nährstoffarmen Böden in Kiefernwäldern im nordöstlichen Nordamerika.

Der ebenfalls hier nachgewiesene, durch sehr variable Bezahnung charakterisierte Gagelstrauch *Myrica lignitum* (Unger) Saporta [SAPORTA 1865: S. 102] gilt hingegen als Bewohner von Feuchtstandorten, z. B. Sümpfen. Einige Blätter, u. a. das besonders große, auf Taf. 5 Fig. 11 abgebildete, könnten auch von *Myrica joannis* Ettingshausen emend. Kovar-Eder [KOVAR-EDER 1996: S. 11] stammen.

Betulaceae

Taf. 5 Fig. 16

Birkengewächse sind durch die Erlen vertreten, die hier mit *Alnus* cf. *rostaniana* Saporta [SAPORTA 1891: S. 50] angesprochen werden, wobei aufgrund des Erhaltungszustands eine sichere

Abgrenzung von *Alnus gaudinii* (Heer) Knobloch & Kvaček [KNOBLOCH & KVAČEK 1976: S. 33] und *Alnus julianiformis* Kvaček & Holý [KVAČEK & HOLÝ 1974: S. 368] nicht immer möglich ist. Es handelt sich in jedem Fall jedoch um Auwaldelemente. Insbesondere gelegentliches Massenaufreten in Blattlagen lässt auf von dieser Pflanze dominierte Bruchwaldstandorte schließen.

Elaeocarpaceae

Taf. 5 Fig. 15

Eine besondere Beachtung gebührt *Sloanea olmediaefolia* (Unger) Kvaček & Hably [in HABLY & KVAČEK 2008: S. 140], einer den Sauerkleartigen zugehörigen tropisch-subtropischen Art. Deren weite Verbreitung in der eozänen und oligozänen Vegetation Mitteleuropas wurde erst in den letzten Jahrzehnten deutlich, da die Blätter zuvor sehr unterschiedlich klassifiziert wurden. So muss dieser, ausführlich von HABLY & KVAČEK (2008: S. 140) beschriebenen und durch große, asymmetrische gekerbte bis ganzrandige Blätter charakterisierten Art auch die von KRÄUSEL (1930: S. 46) neu aufgestellte *Artocarpidium fusseneggeri* zugeordnet werden. Das einzige bisher publizierte Exemplar befindet sich in der hier beschriebenen Sammlung der inatura.

Die heutigen Vertreter der Gattung *Sloanea* sind überwiegend immergrüne Sträucher und Bäume mit hohem Wasserbedarf, was wohl auch für die fossile Art anzunehmen ist.

Taf. 5 (folgende Seite):

Fig. 1: *Ziziphus ziziphoides* VNS P.21076 | Fig. 2: *Cedrelospermum* sp. VNS P.12758 | Fig. 3: *Ulmus* cf. *plurinervis* VNS P.8391

Fig. 4: *Ulmus* cf. *braunii* VNS P.20432 | Fig. 5: *Ulmus* cf. *parvifolia*, möglicherweise juveniles Blatt VNS P.20392

Fig. 6: *Ulmus* cf. *pyramidalis* VNS P.22175 | Fig. 7: *Eotrigonobalanus furcinervis* VNS P.9151

Fig. 8: cf. *Dryophyllum callicomifolium* VNS P.20355 | Fig. 9: *Eotrigonobalanus furcinervis* VNS P.20435

Fig. 10: *Ulmus* cf. *appendiculata* VNS P.22487 | Fig. 11: *Myrica lignitum* vel *Myrica joannis* VNS P.21393

Fig. 12: *Myrica lignitum* VNS P.22588 | Fig. 13: *Paracomptonia schrankii* VNS P.22801

Fig. 14: *Myrica lignitum* VNS P.8018 | Fig. 15: *Sloanea olmediaefolia* und cf. *Cassiophyllum berenices* VNS P.12385

Fig. 16: *Alnus rostaniana* Blattlage VNS P.12702.

Fundorte: Fig. 1, 4, 5, 13, 15: Langenegg - Bregenzerache Steinbruch, Horw-Sandstein | Fig. 2: Pfänderschichten

Fig. 3, 10, 11, 12: Kennelbach, Granitische Molasse | Fig. 7, 8, 14: Schwarzachtobel, Horw-Sandstein

Fig. 16: Bödele oder Lingenuer Brücke, Weißbach-Fm.

Maßstab jeweils 1 cm.



Salicaceae

Taf. 6 Fig. 1-6, 12

Weidengewächse repräsentieren die typische Weichholzaue mit langen Überflutungsphasen. Sie sind in der Sammlung mit mehreren Arten vertreten. Einige unvollständige, lanzettliche Blätter mit für Pappeln typischen netzförmigen Nervatur und abgerundeten Drüsenzähnen werden hier als cf. *Populus erratica* Sachse (SACHSE 2019: S. 69) angesprochen. Diese Art ist bisher nur aus dem oberen Oligozän und Untermiozän des Alpenraums gesichert nachgewiesen. Auch von einer weiteren vielgestaltigen Art mit ähnlicher stratigraphischer Verbreitung, *Populus germanica* (Menzel) Walther in MAI & WALTHER (1978: S. 90), sind einige Blätter überliefert. Häufiger vertreten, wenn auch nur von einer Fundstelle, ist die ovale *Populus balsamoides* Göppert [GÖPPERT 1855: S. 23], eine in überwiegend jungtertiären Sedimenten sehr weit verbreitete Pappelart.

Auch Weiden selbst sind in mehreren Formen vorhanden. Aufgrund ihrer hohen Variabilität ist eine saubere Abgrenzung von Arten allerdings rein morphologisch kaum möglich. Am häufigsten ist *Salix varians* Göppert [Göppert 1855: S. 29], die durch breitere Blätter als die schmalblättrigen *Salix lavateri* A.Braun [in BRUCKMANN 1850: S. 229] und die ganzrandige *Salix angusta* Reuss [REUSS 1844: S. 169] definiert wird. Einige großblättrige Formen werden als *Salix macrophylla* Reuss [REUSS 1844: S. 169] bezeichnet und stellen nach KVAČEK & HURNIK (2000) möglicherweise Schattenblätter von *Salix varians* da.

Anacardiaceae vel Vitaceae

Taf. 6 Fig. 9

Ein Blattfragment könnte von einem Sumachgewächs, insbesondere von »*Rhus*« cf. *pyrrhae* Unger [UNGER 1844: S. 84] oder auch vom Giftsumach *Toxicodendron* stammen. Wegen fehlender Basis ist keine sichere Zuordnung möglich. So können derartige Blätter nach BÜZEK (1971) möglicherweise auch von Weingewächsen stammen.

Sapindaceae

Taf. 6 Fig. 10, 13

Einige dreilappige, unvollständige Blätter werden aufgrund leicht ungleichmäßiger Lappenbuchten unter Vorbehalt dem Ahorn *Acer* cf. *ruemianum* Heer [HEER 1859: S. 59] zugeordnet.

Sehr schmale asymmetrische, gekrümmte, ganzrandige Fiederblättchen dürften vom Seifenbaumgewächs *Sapindus falcifolius* A.Braun [in STIZENBERGER 1851: S. 87] stammen, während ein weiteres Exemplar auch von anderen nah verwandten Familien der Ordnung der Seifenbaumartigen, wie Simaroubaceae, Rutaceae oder Meliaceae entstammen könnten. Sie werden daher als Sapindales fam., gen. et sp. indet. sensu KOVAR-EDER & SCHWEIGERT (2018) erfasst.

? Malvaceae

Taf. 6 Fig. 7

Ein weiteres, erst kürzlich identifiziertes und in oligozänen Floren häufig anzutreffendes Element ist *Acherniaephyllum hydrarchos* (Unger) Hably [HABLY 2010: S. 410]. Die nach KVAČEK & TEODORIDIS (2011) vermutlich den

Malvengewächsen zugehörigen, unscheinbar gezähnten Blätter sind recht groß und mit ein oder zwei Paaren basal bis suprabasal ansetzenden, kräftigen Seitennerven ausgestattet.

? Ebenaceae

Taf. 6 Fig. 11

Eine Reihe von Blättern mit schlaufenförmiger Nervatur entsprechen der Ebenholz-Verwandten *Diospyros anceps* Heer [HEER 1856: S. 12]. Da derartig ledrige Blätter vermutlich immergrüner Pflanzen in verschiedensten Familien auftreten, wird hier die Bezeichnung »*Diospyros*« sp. vorgezogen.

? Nyssaceae

Taf. 6 Fig. 14

Einige Blätter erinnern mit ihren kräftigen Zähnen an den Tupelobaum *Nyssa altenburgensis* Walther & Kvaček [in MAI & WALTHER 1978: S. 115], der auf Überschwemmungsbereiche hinweisen könnte.

? Theaceae

Taf. 7 Fig. 1

Einige Blättchen mit feinen Drüsenzähnen deuten auf Teegewächse hin, sind allerdings nicht näher zu bestimmen. Die hier verwendete Formgattung *Ternstroemites* Berry könnte nach HICKEY (1977: S. 177) Arten der heutigen Gattungen *Ternstroemia* Mutis ex Linnæus filius, *Camellia* Linnæus, *Visnea* Linnæus filius und *Eurya* Thunberg beinhalten.

Taf. 6 (folgende Seite):

Fig. 1: *Salix angusta* VNS P.20389 | Fig. 2: *Populus balsamoides* VNS P.22181 | Fig. 3: *Populus erratica* VNS P.8018

Fig. 4: *Salix lavateri* VNS P.21684 | Fig. 5: *Salix varians* VNS P.7950 | Fig. 6: *Salix macrophylla* VNS P.7958

Fig. 7: *Acherniaephyllum hydrarchos* VNS P.7950 | Fig. 8: Sapindales fam., gen. et sp. indet. VNS P.8509

Fig. 9: *Rhus* vel *Toxicodendron* sp. VNS P.7959 | Fig. 10: *Sapindus falcifolius* VNS P.12455

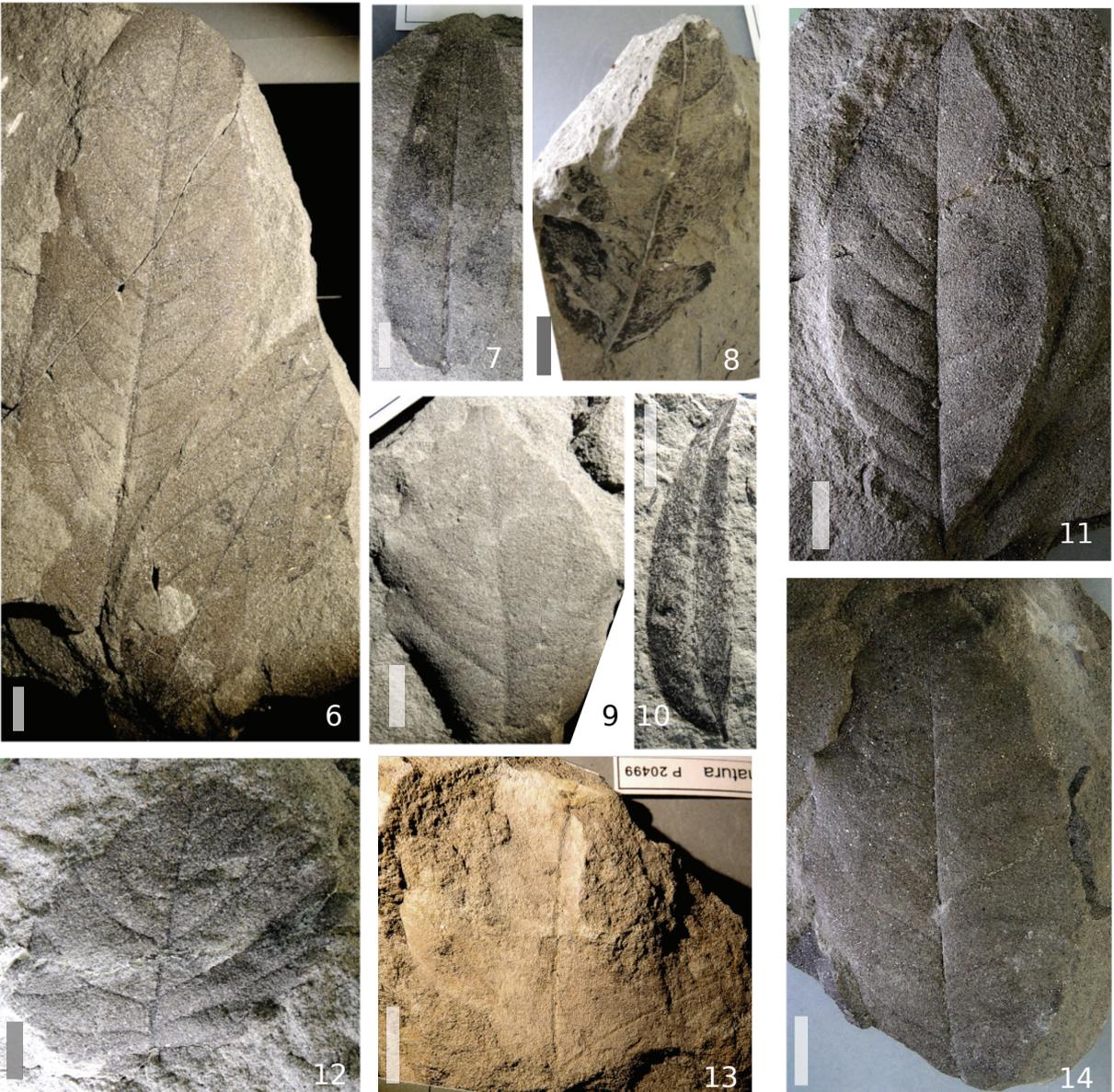
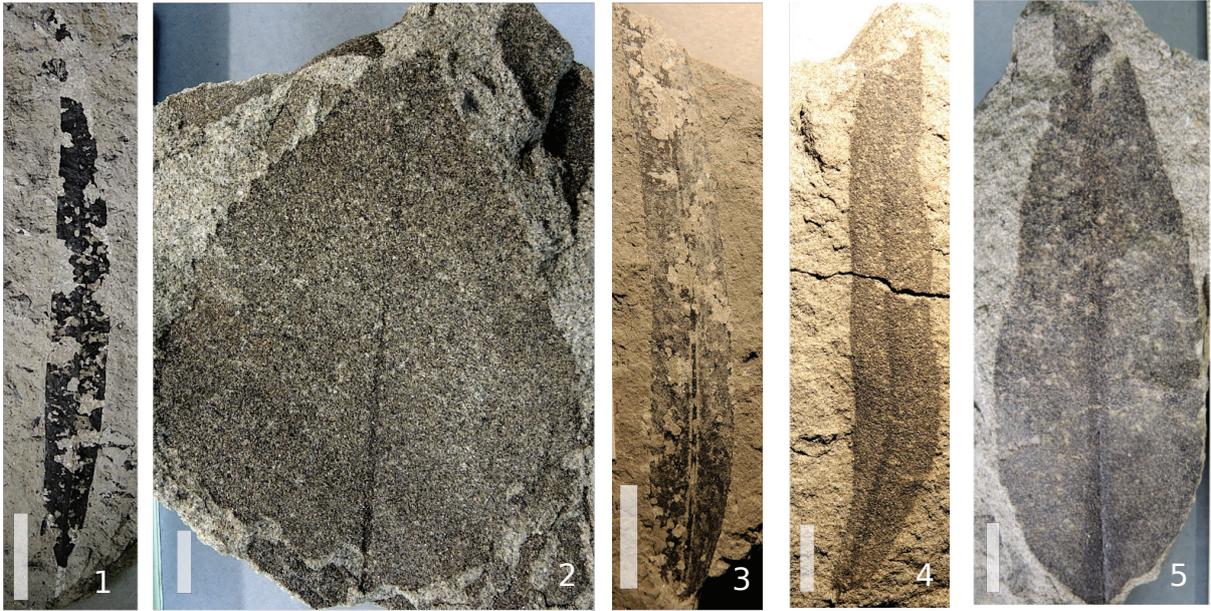
Fig. 11: »*Diospyros*« sp. VNS P.20324 | Fig. 12: *Populus germanica* VNS P. 8388

Fig. 13: *Acer* cf. *ruemianum* VNS P.20499 | Fig. 14: cf. *Nyssa altenburgensis* VNS P.7993

Fundorte: Fig. 1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14: Bregenzerache Steinbruch, Horw-Sandstein | Fig. 2, 12: Kennelbach, Granitische Molasse

Fig. 4: Rickenbach, Granitische Molasse | Fig. 8: Schwarzachtobel, Horw-Sandstein | Fig. 13: Lingenauer Brücke, Weißbach-Fm.

Maßstab jeweils 1 cm.



Ericaceae

Taf. 7 Fig. 2-4

Die kleinen Blättchen der Heidegewächse sind i. d. R. allein aufgrund ihrer Blattmorphologie keiner Gattung sicher zuzuordnen (vgl. KVAČEK & WALTHER 1990) und werden großteils hier als Ericaceae gen. et sp. indet. klassifiziert. Bei mehreren Fragmenten ist zudem eine Unterscheidung von stärker asymmetrisch ausgebildeten Fabaceen-Blättchen nicht möglich (s. dort). Um dennoch einen Vergleich mit etablierten Florenbearbeitungen zu erleichtern, wird in einem Fall eine geläufige Bezeichnung verwendet - allerdings in Anführungszeichen gesetzt: »*Leucothoe tremula*« (Heer) Schimper [SCHIMPER 1874: S. 10].

? Apocynaceae

Taf. 7 Fig. 7

Einige hartlaubige, schmale, schwarzglänzende Blättchen mit teils eingerolltem Rand und allmählich in den Stiel auslaufendem Blattgrund zeigen deutlich erkennbar nur den kräftigen Primärnerv. Sie entsprechen »*Echitonium sophiae* Weber [WEBER 1852: S. 187]. Ob es sich hierbei tatsächlich, wie bisher vermutet, um Hundsmilchgewächse handelt, ist ungewiss. Vergleichbare Blätter wurden auch mit den ausschließlich südhemisphärisch verbreiteten Proteaceen verglichen, nämlich *Banksia helvetica* Heer [HEER 1856: S. 98] und *Dryandroides linearis* Heer [HEER 1856: S. 103]. Blätter mit ähnlicher Blattgestalt, wenn auch stets gezähnt, bestimmten KVAČEK & ERDEI (2001) als *Berberis*. Sie wurden vordem

ebenfalls fälschlicherweise als Proteaceen angesehen. Daher könnte es sich auch hier um Vertreter einer Berberitze handeln. Demgegenüber unterscheidet sich allerdings das unten als *Dicotylophyllum* sp. 3 bezeichnete, der fossilen *Berberis kymeana* ähnelnde Blatt durch deutliche Zähnelung und eine weniger derbe Oberfläche.

Incertae sedis

Zahlreiche Arten sind zwar in der Literatur etabliert, jedoch im Nachhinein hat sich die vermutete biologische Zuordnung als unzutreffend erwiesen. In anderen Fällen ist trotz oftmals detaillierter Art-Beschreibung eine Zuordnung zu Gattungen oder Familien nicht möglich. Für solche Blätter wird die Formgattung »*Dicotylophyllum*« verwendet, sofern es sich um zweikeimblättrige Pflanzen handelt.

Apeibopsis sp.

Taf. 7 Fig. 16

Diesen charakteristisch gezeichneten Steinkern einer Frucht schrieb HEER (1859: S. 40) der ursprünglich afrikanischen Tiliaceae *Apeiba* zu. Da ihr anatomischer Innenbau noch nicht geklärt werden konnte, fasste KIRCHHEIMER (1942) die Arten *Apeibopsis gaudinii* Heer, *Apeibopsis laharpei* Heer und *Apeibopsis fischeri* Heer [alle HEER 1859: S. 40] zu einer Art zusammen. *Apeiba haidingeri* (Unger) Heer [HEER 1859: S. 41] ist nach KIRCHHEIMER (1957) jedoch nicht hierher zu stellen. HANTKE (1973) vermutet hingegen eine Stryceaceae und vergleicht sie mit der rezenten *Rehderodendron mapiense* Hu. Nach

GREGOR & OBERLI (2021) ist die Zuordnung zu *Rehderodendron* ungültig veröffentlicht, weshalb weiter die Formgattung *Apeibopsis* zu verwenden ist.

»*Elaeodendron*« *gaudinii* Heer

Taf. 7 Fig. 10

Die lorbeerartigen Blätter sind mit feinen liegenden und möglicherweise drüsenbewehrten Zähnchen versehen. Ihre Sekundärnerven sind deutlich vor dem Rand durch Schlaufen verbunden. Die dazwischen liegenden Felder durch einige Zwischennerven weiter unterteilt. Zu denken wäre außer an das Spindelbaumgewächs *Elaeodendron* hier beispielsweise auch an Myrtaceen (z. B. *Syzygium*, *Eugenia*), Theaceen, Oleaceen (*Osmanthus*) oder die Stechpalme *Ilex*. Die Form wird bei HEER (1859: S. 71) eingehend beschrieben.

»*Quercus*« *daphnes* Unger

Taf. 7 Fig. 8

Blätter dieser von UNGER (1847: S. 112) beschriebenen Art mit dichten, gleichmäßig dicken Sekundärnerven und Zwischennerven finden sich nach KOVAR-EDER et al. (2004) in unterschiedlichen Familien wie Apocynaceae, Rosaceae, Myrsinaceae, Sapotaceae, aber nicht wie vorher vermutet bei den Eichen oder anderen Fagaceae.

»*Quercus*« *cruciata* A. Braun in Bruckmann

Taf. 7 Fig. 9

Blätter dieser Art sind insbesondere durch ihre spitzen Lappen charakterisiert (vgl. Braun in BRUCKMANN 1850:

Taf. 7 (folgende Seite):

Fig. 1: *Ternstroemites* sp. VNS P.20351 | Fig. 2: Ericaceae gen. et sp. indet., glattrandiges Blättchen VNS P.8510
Fig. 3: »*Leucothoe*« *tremula* VNS P.21043 | Fig. 4: Ericaceae gen. et sp. indet., gezähntes Blättchen VNS P.21040
Fig. 5: *Dicotylophyllum* sp. 4 VNS P.12372 | Fig. 6: *Dicotylophyllum* cf. *arcinerve* VNS P.7989
Fig. 7: »*Echitonium*« *sophiae* VNS P.20458 | Fig. 8: »*Quercus*« *daphnes* VNS P.12379
Fig. 9: »*Quercus*« *cruciata* VNS P.12377 | Fig. 10: »*Elaeodendron*« *gaudinii* VNS P.7969
Fig. 11: *Dicotylophyllum* sp. 1 VNS P.22623 | Fig. 12: *Dicotylophyllum* sp. 3 VNS P.21013
Fig. 13: *Dicotylophyllum* sp. 2 VNS P.20402 | Fig. 14: *Dicotylophyllum* sp. 5 VNS P.23611
Fig. 15: *Dicotylophyllum* sp. 5 VNS P.23610 weidenförmiges Blatt | Fig. 16: *Apeibopsis* sp. VNS P.8382.

Fundorte: Fig. 1, 2: Schwarzachtobel, Horw-Sandstein | Fig. 3-10, 13-15: Bregenzerache Steinbruch, Horw-Sandstein

Fig. 11: Rickenbach, Granitische Molasse | Fig. 12: Schwarzachtobel, Horw-Sandstein | Fig. 16: Kennelbach, Granitische Molasse
Maßstab jeweils 1 cm.



S. 224) und nach KVAČEK & WALTHER (1981) weder den Eichen noch einer anderen Familie eindeutig zuzuordnen. Die Art ist auch unter der ungültig publizierten Bezeichnung *Pungiphyllum cruciatum* (A. Braun) Frankenhäuser & Wilde [FRANKENHÄUSER & WILDE 1995: S. 101] bekannt.

***Dicotylophyllum* cf. *arcinerve* (Rossmessler) Knobloch & Kvaček**

Taf. 7 Fig. 6

Dieser von KNOBLOCH et al. (1996: S. 107) beschriebenen Art ähneln sechs Blätter mit charakteristischen weiten Schlaufen der Sekundärnerven und dazwischen befindlichen weiten Feldern.

***Dicotylophyllum* sp. 1**

Taf. 7 Fig. 11

Einige Fragmente bis über 20 cm langer, ganzrandiger Blätter mit lang-gezogener Spitze sowie eng stehenden steil aufwärts gebogenen Sekundärnerven und dichten fast senkrecht zum Hauptnerv gerichteten Tertiärnerven erinnern an Fagaceen, insbesondere *Lithocarpus saxonicus* Walther & Kvaček [in KVAČEK & WALTHER 1987: S. 98]. Da derartige Blätter auch in anderen Familien auftreten können, ist ohne Kutikularanalyse keine genaue Bestimmung möglich.

***Dicotylophyllum* sp. 2**

Taf. 7 Fig. 13

Ein großes unvollständiges Blatt mit gesägtem Rand erinnert an Rosengewächse oder das Wallnussgewächs *Carya fragiliformis* (Sternberg) Kvaček & Walther [in WALTHER & KVAČEK 2007: S. 110]. Es können aber auch andere krautige Pflanzen nicht ausgeschlossen werden.

***Dicotylophyllum* sp. 3**

Taf. 7 Fig. 12

Das schmale lanzettförmige, gezähnte Blatt zeigt nicht mehr ausreichend Nervatur, um es eventuell *Berberis kymeana* (Saporta) Kvaček & Erdei [KVAČEK & ERDEI 2001: S. 3] oder der Gat-

tung *Myrica* Linnæus zuzuordnen. Der hartlaubige Charakter lässt in jedem Fall auf einen trockenheitsangepassten Standort schließen.

***Dicotylophyllum* sp. 4**

Taf. 7 Fig. 5

Charakteristisch neben dem geraden und relativ gleichmäßigen Verlauf des Sekundärnerven ist die kräftige, Maschen bildende Feinnervatur. Andeutungsweise sind ungleichmäßig verlaufende Zwischennerven vorhanden. Eine ähnliche Nervatur ist z. B. bei den meist dünnblättrigen Fabaceen und den Sapindales anzutreffen. Hingegen deutet hier die gewölbte Lamina auf ein derberes Blatt hin.

***Dicotylophyllum* sp. 5**

Taf. 7 Fig. 14, 15

Eine Reihe von breit-lanzettlichen, ganzrandigen und gebogenen Blättern, die außer einem kräftigen Mittelnerv und einer mehr oder weniger gewölbten Lamina nur schemenhafte stark aufwärts gebogene Sekundärnerven zeigen, sind nicht eindeutig zuzuordnen. Vermutlich ist diese Gruppe heterogen und könnte u. a. Weiden, Myricaceen oder auch Lorbeer-gewächse beinhalten.

3.2 Zur Floren-Entwicklung im Bereich des Pfänderfächers

Basierend auf den Pflanzenvergesellschaftungen der einzelnen Fundstellen (Tab. 1) skizziert die folgende Zusammenstellung die tertiäre Vegetation über den Zeitraum vom mittleren Oligozän (spätes Rupelium) bis ins mittlere Miozän (Langhium). Diese Floren-Zusammensetzungen sind allerdings durch jeweils unterschiedliche Ablagerungsprozesse und Standortbedingungen geprägt, was natürlich eine übergeordnete akkurate Rekonstruktion der Klima- und Vegetationsänderungen erschwert. Auch sind die Fundzahlen kaum ausreichend - insgesamt nur knapp 80 Taxa aus etwa 900 Pflanzenresten von allen hier unter-

suchten Fundstellen. Demgegenüber konnten von einigen Fundstellen der mittelmiozänen Vorlandmolasse aus jeweils etwa 3000 Blättern bis zu 100 Arten identifiziert werden (SACHSE in Druck, SACHSE & SCHMITT 2016).

Dennoch werden wichtige Tendenzen unter Hinzuziehung einiger zeitgleicher Floren sichtbar. Informationen zur jeweiligen stratigraphischen Korrelation und der sedimentären Entwicklung wurden den Übersichtsarbeiten von FRIEBE et al. (2007), FRIEBE & PILLER (2022) sowie der DEUTSCHEN STRATIGRAPHISCHEN KOMMISSION (2016) entnommen.

Eine Einbeziehung aller bekannter Floren der Region wäre sicher wünschenswert, um Entwicklung von Klima, Vegetation, tektonischen Hebungprozessen und ähnlichem im Detail gegenüber zu stellen, würde jedoch hier den gegebenen Rahmen sprengen. Nicht zuletzt ist es allerdings auch wegen der beklagenswerten und sich verschärfenden Stellensituation in der paläobotanischen Alpen- und Molasseforschung kaum möglich, eine umfassende und differenzierte Betrachtung für die Florenabfolgen am Alpennordrand nachzuzeichnen. In Museen und privaten Sammlungen befindet sich zwar reichlich Material, das allerdings nicht bearbeitet oder mangels aktueller Revisionen hier kaum verwertbar ist. Dies gilt für Floren, die von BAUMBERGER & KRÄUSEL (1937), BAUMBERGER & MENZEL (1914), DOTZLER (1937), HEER (1855-1859), aber auch in jüngerer Zeit vom benachbarten Ruppen in der Schweiz (BERLI 1985) vorgestellt wurden. Die wenigen, aktuelleren Bearbeitungen oder auch Revisionen historischer oligozäner bis untermiozäner Alpenfloren gehen daher i. d. R. auch auf »private Rechnung«: nämlich Häring (BUTZMANN & GREGOR 2002, BUTZMANN et al. 2009) sowie Ebnat-Kappel und Risi-Wattwil (BÜCHLER 1990, GREGOR & OBERLI 2021, HANTKE et al. 2005, SACHSE 2019).

Als einziger »regulär Beschäftigter« begann der Schweizer Paläobotaniker J.-P. Berger eine umfassende Floren-

Bezeichnung	Koordinaten WGS84	Beschreibung
Hittisberg/Subersach	9,98084 E / 47,43912 N	Flussanschnitt, Grisigen-Mergel
Langenegg/Bregenzerach	9,86436 E / 47,4702 N	2 ehemalige Steinbrüche, Horw-Sandstein und Grisigen-Mergel
Haselstauden	9,76672 E / 47,4276 N	Ehemaliger Steinbruch, Horw-Sandstein
Schwarzachtobel	9,78685 E / 47,44373 N	aktiver Steinbruch, Horw-Sandstein
Farnach	9,79914 E / 47,44921 N	2 ehemalige Steinbrüche, Horw-Sandstein
Achrain	ca. 9,7926 E / 47,4413 N	Rotenbachtobel bei Kreuzen, Weißach-Formation
Bödele	9,8092 E / 47,42607 N	Straßenanriss, Weißach-Formation
Bödele oder Lingenauer Brücke	unklar	Details unklar, Weißach-Formation
Lingenauer Brücke	9,88683 E / 47,44861 N	Details unklar, Weißach-Formation
Kennelbach	9,76625 E / 47,47606 N	ehemaliger Bruch am Eingang der Bregenzerach-Schlucht, Granitische Molasse
Bildstein	9,77085 E / 47,46095 N	vermutl. ehemaliger Anschnitt am Rickenbach, Granitische Molasse
Staudach	9,75964 E / 47,46199 N	vermutl. ehemaliger Steinbruch, Granitische Molasse
Rickenbach	ca. 9,76365 E / 47,4604 N	unklar, Granitische Molasse
Rotach-Mündung	ca. 9,83957 E / 47,49091 N	Uferanschnitt, Granitische Molasse
Wirtatobel	9,79362 E / 47,50221 N	Weststollen, Bergbau im Kohleflöz, Luzern-Formation
Langen bei Bregenz	unklar	mehrere mögliche Ausbissstellen des Kohleflözes, Luzern-Formation
Kesselbachgraben	9,8527817 E / 47,540321 N	Ausbissstelle des Kohleflözes am Scheffauer Steg, Hirschbergsau, Luzern-Formation
Berg Isel	ca. 9,75793 E / 47,49954 N	vermutl. entlang Weißenreutebach, St.-Gallen-Formation
Pfänder	ca. 9,7703 E / 47,51567 N	Böschung am ehemaligen Fahrweg vom alten Schulhaus nach Flühen, Pfänderschichten

Tab. 1: Die Fundorte der Pflanzenfossilien in der Sammlung der inatura, deren Lokalisierung, Beschreibung und lithostratigraphische Position

revision historischer Sammlungen, welche den hier betrachteten Bereich und Zeitraum vom Oligozän bis Mittelmiozän erfasste. Allerdings publizierte er dann lediglich eine kurze Neubearbeitung der spätoligozänen Flora von »Rochette« (Gebiet Pully – Belmont-sur-Lausanne; BERGER 1998), wohl auch weil seine umfangreichen Forschungsarbeiten durch einen frühen Tod 2012 leider ein jähes Ende fanden.

Im Rahmen seiner Habilitation konnte BERGER (1990, 1992) für die Schweizer Westalpen dennoch eine Entwicklung nachzeichnen, die nahe der Grenze Oligozän/Miozän durch eine starke Aridisierung und Abkühlung geprägt war. Floristisch zeigte sie sich mit dem Rückgang immergrüner lorbeerblättriger Pflanzen, Palmen und Erlen. Im späteren Verlauf des Aquitaniums lassen dann die Zunahme von Hülsenfrüchtlern, Pappeln, lorbeerblättrigen Pflanzen und auch einigen Palmen wieder auf einen Anstieg der Temperaturen schließen, allerdings begleitet von stärkerer Niederschlagsseasonalität. Nach SCHLUNEGGER et al. (2001) ist diese Aridisierungsphase gekoppelt mit herabgesetztem Sedimenttransport sowie dem Übergang von Alluvialfächern mit ihren Überschwemmungsebenen zu Auwaldsystemen. Die nachfolgende Darstellung der stratigraphisch angeordneten Pfän-

derfloren und ihren Fundstellen zeigt, dass diese Entwicklung auf Vorarlberg übertragbar ist.

3.2.1 Grisigen-Mergel (Spätes Rupelium)

Die auch als Tonmergel-Schichten bekannten feinkörnigen Ablagerungen spiegeln eine flachmarine Fazies der Unteren Meeeresmolasse wider. An den beiden Fundorten Hittisberg - Subersach und Langenegg - Bregenzerach (Stbr. BA) konnten nur wenige Pflanzenreste, meist unbestimmbare Monokotylen-Stängel gefunden werden. Diese dürften einer möglicherweise küstennahen Schilffazies entstammen, die anderen Blattresten als taphonomischer Filter den Weg in den Ablagerungsraum verwehrte. Nur Einzelfunde von *Daphnogene*, *Laurophyllum*, *Myrica*, *Ziziphus*, *Ulmus*, eines Seerosen-artigen Blattes und *Eotrigonobalanus* deuten die für das Oligozän dominierende immergrüne Vegetation eines subtropischen Klimas im Hinterland an. Offenbar sind hier unterschiedliche, trockene bis feuchte Standorte repräsentiert.

3.2.2 Horw-Sandstein (Ausgehendes Rupelium bis Unterer Chattium)

Diese auch als Bausteinschichten bekannten Ablagerungen belegen den Übergang zu flachmarinem bis bra-

ckischem Milieu und leiten über in die nachfolgende Untere Süßwassermolasse. Ihr entstammen mit 400 Blättern und mehreren Samen die meisten Pflanzenfossilien der Sammlung – in erster Linie aus den Steinbrüchen an der Bregenzerach und dem Schwarzachtobel, in geringerem Ausmaß auch von Farnach und Haselstauden. Bei einigen Blättern von der Bregenzerach und Unterlangenegg ist der genaue Fundort nicht zu klären.

Die allochthone, überwiegend immergrüne Vergesellschaftung wird dominiert von der eozänen bis unteroligozänen Fagaceae *Eotrigonobalanus furcinervis*. Es folgen die ebenfalls alttertiäre *Sloanea olmediaefolia*, sowie »stratigraphische Durchläufer« wie *Daphnogene* spp., andere Lauraceen, Gräserartige, *Myrica*, sowie die lorbeerblättrige »*Diospyros*« sp. Weitere typische »alte« Elemente sind *Dryophyllum callicomifolium*, *Acherniaephyllum hydrarchos*, *Paracomptonia schrankii*, *Platanus neptuni*, *Platanus schimperii* sowie »*Echitonium sophiae*. Wie für marine Floren üblich, zeigt die reiche Vergesellschaftung einen Querschnitt unterschiedlicher Standortbedingungen. Auffällig ist hierbei, dass überwiegend die gleichen Elemente dominierend vertreten sind wie in den Fundstellen Häring in Tirol (s. o.), St. Giustina und Sasselo in Nord-

italien (GREGOR & KNOBLOCH 2001, HABLY 2010) und aus der Tard Caly Formation von Budapest und Eger-Kiseged in Ungarn und Slowenien (HABLY & ERDEI 2015). Lediglich ein geringerer Anteil an *Ziziphus ziziphoides* und kleinblättrigen Fabaceen scheint auf ein etwas humideres Klima hinzudeuten. Ein beträchtlicher Anteil an kleinblättrigen Heidegewächsen weist hingegen auf feuchte Standorte hin, etwa versumpfte Küstenebenen wie in den heutigen östlichen USA (vgl. NC DEPT. OF ENVIRONMENT 1997).

Im Gegensatz dazu könnte die von BUTZMANN & GREGOR (2002) revidierte, geringfügig ältere unteroligozäne Häringer Vergesellschaftung ein trockenes Hinterland repräsentieren mit einer Dominanz von *Ziziphus ziziphoides*, *Doliosobus*, *Paracomptonia schrankii*, *Myrica lignitum* und kleinblättrigen Hülsenfrüchtlern.

Richtung Südosten weisen blattmorphologische Untersuchungen an *Sloanea* auf ein trockeneres Klima in Slowenien (ERDEI et al. 2012). Für die noch weiter südlich gelegenen Balkanflore, die durch Meeresstraßen von den Alpen getrennt sind, postuliert MIHAJLOVIC (1992) ein noch deutlich trockeneres Klima im Oligozän. Hier dominieren ebenfalls kleinblättrige Formen von *Ziziphus ziziphoides*, *Doliosobus*, *Daphnogene*, *Paracomptonia schrankii*, *Myrica longifolia*, *Sterculia labrusca* und Fabaceen.

3.2.3 Weißbach-Formation (Mittleres Chattium)

Es handelt sich um rasch wechselnde See- und Flussablagerungen einer Überschwemmungsebene der Unteren Süßwassermolasse mit eingeschalteten Kohletonen und Wurzelböden.

Mit lediglich 60 Blättern, davon zur Hälfte aus dem Rotenbachtobel am Achrain, ist dieses Zeitintervall nur schwach repräsentiert. Einige unbestimmbare Reste und Gräser stammen vom Anschnitt an der Bödelestraße, eine Erlen-Anreicherungslage eventuell von Kreuzen oder möglicherweise

auch von der Lingenauer Brücke, gemeinsam mit verschiedenen anderen Blättern.

Trotz der geringen Zahl zeigt sich deutlich der mit dem oberen Oligozän einsetzende Florenwechsel. Bis auf *Platanus neptuni*, welches im oberen Oligozän lt. HABLY & ERDEI (2015) sogar an Bedeutung zunahm, sind die alttertiären Elemente verschwunden. An ihre Stelle treten Ahorn, die unbestimmbare *Dicotylophyllum* sp. 5 sowie Erlen, die hier aufgrund ihrer hohen Anzahl wohl den Bruchwald einer Überschwemmungsebene anzeigen. Aber auch Palmen und immergrüne Lorbeergewächse sind durch *Daphnogene* und *Laurophyllum* weiterhin vertreten. Eine noch höhere Diversität jüngerer Florenelemente ist beispielsweise überliefert von den benachbarten Fundstellen Ebnat-Kappel (GREGOR & OBERLI 2021) und aus der (zeitgleichen, aber lithologisch mit der Granitischen Molasse zu vergleichenden) Blättermolasse um Aarwangen, deren von GNÄGI (2007) vorgestellte Florenliste allerdings einer veralteten Taxonomie folgt. Dies gilt ebenso für die von DOTZLER (1937) vorgestellten Fundstellen des süddeutschen Alpenvorlandes. Für den von ANDREÁNSZKY (1966) dokumentierten Florenwechsel verantwortlich sind wohl vor allem paläogeographische Veränderungen in Form einer neuen Landverbindung, die zum Einwandern von überwiegend laubwerfenden Elementen der arktotertiären Turgai-Flora im Osten geführt haben. Der ebenfalls bekannte Temperaturabfall dürfte nach KVAČEK & WALTHER (2001) hingegen unter den marin geprägten Klimabedingungen des Paratethys-Meeres hier eher abgemildert verlaufen sein.

3.2.4 Granitische Molasse (Aquitanium)

Die massigen, bis zu 2000 m mächtigen Sandsteine werden als Flussablagerungen eines von West nach Ost gerichteten Entwässerungssystems des Molassebeckens interpretiert.

Von den etwa 300 registrierten Pflanzenresten ist etwa 1/3 in den grobkörnigen Sedimenten gar nicht bestimmbar, für andere bleiben teils erhebliche Unsicherheiten. Sie stammen großteils aus der Umgebung von Kennelbach. Der Rest verteilt sich auf Fundstellen bei Bildstein, Rickenbach, Ober- und Unterstaudach und entlang der Rotach-Mündung. Fast die Hälfte der bestimmbareren Blattreste stammen von Lorbeergewächsen, insbesondere *Daphnogene*. Aber auch zahlreiche Palmenreste belegen ein subtropisches Klima. An die Stelle der nun gänzlich verschwundenen alttertiären Arten treten höhere Anteile an laubwerfenden Auwaldelementen wie *Salix*, *Ulmus*, *Populus*, aber auch *Alnus*, welche einen Wechsel des Sedimentationsregimes widerspiegeln. Von der Fundstelle Kennelbach ist eine außergewöhnlich hohe Anzahl an großen Früchten, insbesondere Fabaceen-Hülsen, aber auch eine Frucht von *Apeibopsis* überliefert. Dies ist einerseits auf Anreicherungsprozesse in sandigen Sedimenten zurückzuführen, wie sie auch BERGER (1990) beobachtete. Andererseits dürfte es aber auch die wachsende Bedeutung von Fabaceen im saisonaler geprägten Miozän dokumentieren, deren feine Blättchen hingegen unter den hier vorherrschend starken Strömungen seltener zur Ablagerung kamen bzw. im groben Sediment kaum bestimmbar sind.

3.2.5 Luzern-Formation (Burdigalium)

Die wenigen Pflanzenreste entstammen einem sich lateral weit erstreckenden Kohleflöz von Fundstellen im Wirtatobel, Langen bei Bregenz und im Kesselbachgraben. Es befindet sich am Top der etwa 150 m mächtigen, flachmarinen, deltaisch ausgebildeten Luzern-Formation, die der Oberen Meeresmolasse zuzuordnen ist. Nach REICHENBACHER et al. (2005) ist diese Abfolge wie auch die nachfolgende, wiederum marine St.-Gallen-Formation

durch kleinere Transgressions-/Regressionzyklen geprägt. Am Pfänder konnten auch SCHAAD et al. (1992) in subaerisch geprägten sandigen Schüttungskörpern dieses Deltas lediglich feines Pflanzenhäcksel beobachten. Das etwa 2 m mächtige Flöz ist offenbar als verbrackendes Küstenmoor entstanden. Entsprechend sind, abgesehen von vereinzelt *Daphnogene*- und Palmenresten lediglich Sprossachsen von Einkeimblättrigen, u. a. Schilfpflanzen, sowie Schachtelhalme nachzuweisen. Ergänzend hierzu erwähnen STEININGER et al. (1982) eine palynologische Beprobung des Flözes am Kesselbachgraben, die ebenfalls auf eine wärmeliebende Vegetation hinweist. Dort überwiegen Spaltast- und Kletterfarne (Schizaeaceae, *Lygodium*), *Myrica* sowie die Walnussgewächse *Engelhardia* und *Platycarya*.

3.2.6 St.-Gallen-Formation (Burdigalium)

Aus den wiederum flachmarinen Schichten über dem vorgenannten Flöz liegen nur vereinzelte bestimmbare Blätter von *Daphnogene*, *Salix* und *Alnus* vor. Sie wurden wohl aus einem Auwaldsystem eingetragen und lassen ebenfalls auf subtropisches Klima schließen.

3.2.7 Pfänderschichten (Langhium)

Die bis zu 2500 m mächtigen zyklischen Abfolgen von Nagelfluh - Sandstein - Schluff/Mergel sind bereits 1,5 km westlich des Pfänder nicht mehr vorhanden. Vom Buchenberg stammen von einer nicht mehr zugänglichen Stelle einige Platten mit zusammengeschwemmten Pflanzenresten. Es handelt sich überwiegend um *Daphnogene*, Monokotylendonenreste und Akazienblätter, die in einem Tümpel des den Pfänderfächer drainierenden Flusssystem der Oberen Süßwassermolasse zur Ablagerung kamen. Aufgrund der nur wenigen Pflanzenreste und der fehlenden genaueren Datierung, bleibt ungeklärt, ob und wie sich die Vegetation insge-

samt von anderen, etwa zeitgleichen, gut untersuchten Vergesellschaftungen unterschieden haben.

Nach KOVAR-EDER & TEODORIDIS (2018) überwiegen in Mitteleuropa zwar insgesamt eher subhumide hartlaubige Wälder, die Blattvergesellschaftungen der Voralpenmolasse sind allerdings vor allem durch Auwaldsysteme geprägt (z. B. GREGOR 2011).

Auf dem gebirgsnahen Sedimentfächern könnte sich hingegen eine durch höhere Niederschläge und Grundwasserpegel geprägte Vegetation etabliert haben. Vom benachbarten Schweizer Hörnlfächer präsentierte BOLLIGER (1992) verschiedene altersgleiche Fundstellen mit Sauergräsern und *Liquidambar*-Magnolien-Vergesellschaftungen, die auch stauwasser-geprägte Böden tolerieren konnten. Andererseits sind dort häufig angeschwemmte Nüsse des Zürgelbaums *Celtis* nachgewiesen, der eine große ökologische Spannbreite aufweist und auch periodische Trockenheit reliefgeprägter Standortverhältnisse toleriert.

Insgesamt ist noch von einem subtropischen Klima auszugehen, dessen Ende sich erst mit der beginnenden Abkühlung im nachfolgenden Seravallium durch weitgehendes Verschwinden immergrüner Pflanzen wie den Lorbeergewächsen andeuten wird.

4 Diskussion

Die Florenvergesellschaftungen der Sammlung stehen im Einklang mit den sedimentologischen und faziellen Befunden der jeweiligen Zeitabschnitte und spiegeln die bekannte Vegetationsabfolge vom Oligozän bis ins mittlere Miozän wieder.

Nach derzeitigem Stand bleibt hingegen die paläoklimatische Aussagekraft eingeschränkt, denn die Floren zeigen durchgehend subtropisches Klima. Feinere Differenzierungen wie die Abkühlung des ausgehenden Oligozäns,

wie sie HANTKE (1989) von der Fundstelle Beichlen im Kanton Luzern postuliert und die nach MOSBRUGGER et al. (2005) bisher auch nur für die Bitterfelder Braunkohle dokumentiert ist, sind hier nicht nachweisbar.

Dies ist auf die beschränkte Größe der Sammlung der inatura und auf eine unzureichende Bearbeitung bzw. Aktualisierung anderer Sammlungsbestände zurückzuführen, die zum Vergleich heranzuziehen wären. So ist auch die seinerzeit grundlegende, auf Pollen basierende Florenstratigraphie von HOCHULI (1978), die solche Klimaschwankungen nachzeichnet, aus taxonomischer wie stratigraphischer Sicht revisionsbedürftig.

Hier zeigen sich wieder einmal paläobotanische Wissenslücken durch die Vernachlässigung taxonomischer Grundlagenforschung im Alpenvorland. Wichtig wäre, vorhandene Sammlungen zu aktualisieren und so der Forschung zu erschließen, aber natürlich auch durch Geländeaktivitäten zu erweitern. Bedauerlicherweise ist dies aber mit der derzeit geforderten hohen Taktfrequenz bei der Veröffentlichung wissenschaftlicher Publikationen nur schwer vereinbar.

5 Danksagung

Gedankt sei an dieser Stelle insbesondere Dr. Georg Friebe (inatura), der auf vielfältige Weise, unter anderem einer gemeinsamen Geländebefahrung, zum Gelingen beitrug.

Des Weiteren möchte ich mich für hilfreiche Diskussionsbeiträge bedanken bei Dr. Jochen Gregor (Olching), Dr. Andreas Gröger (Botanischer Garten München), Dr. Michael Rasser und Dr. Günter Schweigert (beide Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart), sowie Dr. Heinrich Winterscheid (Institut für Geowissenschaften Univ. Bonn). Hans Schmitt (Dietramszell) hat dankenswerter Weise das Manuskript zur Korrektur gelesen.

6 Literatur

- ANDREÁNSZKY, G. (1966): On the Upper Oligocene flora of Hungary. Analysis of the site at the Wind Brickyard, Eger. – *Studia Biologica Hungarica*, 5: 5-151.
- APG IV (2016): An Update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants. – *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181: 1-20.
[doi: 10.1111/boj.12385](https://doi.org/10.1111/boj.12385)
- BAUMBERGER, E. & KRÄUSEL, R. (1934): Die Horwerschichten südlich Luzern. – *Abhandlungen der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft*, 55: 3-23.
- BAUMBERGER, E. & MENZEL, P. (1914): Beitrag zur Kenntnis der Tertiärflora aus dem Gebiete des Vierwaldstätter Sees. – *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 40: 1-84.
[doi: 10.5962/bhl.title.7626](https://doi.org/10.5962/bhl.title.7626)
- BERGER, J.-P. (1990): Floral changes in the Molasse of Western Switzerland (Oligo-Miocene). Paleoclimatic implications. – In: KNOBLOCH, E. & KVAČEK, Z. (eds.): *Proceedings of the Symposium "Paleofloristic and Paleoclimatic Changes in the Cretaceous and Tertiary, Prague, 1990"*: 189-194; Prague (Geological Survey).
- BERGER, J.-P. (1992): *Paléontologie de la molasse de Suisse occidentale. taxonomie, biostratigraphie, paléoécologie, paléogéographie, paléoclimatologie*. – These d'habilitation: 405 f. (Faculté de Sciences de l' Univ.) Fribourg, Schweiz.
- BERGER, J.-P. (1998): 'Rochette' (Upper Oligocene, Swiss Molasse): a strange example of a fossil assemblage. – *Review of Palaeobotany and Palynology*, 101(1-4): 95-110.
[doi: 10.1016/S0034-6667\(97\)00071-7](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(97)00071-7)
- BERLI, S. (1985): Die Geologie des Sommersberges (Kantone St. Gallen und Appenzell). – *Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft*, 82: 110-145.
- BOLLIGER, T. (1992): Kleinsäugerstratigraphie in der miozänen Hörnlichschüttung (Ost-Schweiz). – *Documenta Naturae*, 75: 1-296.
[doi: 10.3929/ethz-a-000666155](https://doi.org/10.3929/ethz-a-000666155)
- BROWN, R. W. (1935): Miocene leaves, fruits, and seeds from Idaho, Oregon, and Washington. – *Journal of Paleontology*, 9(7): 572-587.
<https://www.jstor.org/stable/1298253>
- BRUCKMANN, A. E. (1850): Flora oeningensis fossilis. Die Oeninger Steinbrüche, das Sammeln in denselben und die bis jetzt dort gefundenen Pflanzenreste. – *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, 6(2): 215-238.
[doi: 10.3931/e-rara-76478](https://doi.org/10.3931/e-rara-76478)
- BÜCHLER, W. (1990): Eine fossile Flora aus dem oberen Oligozän von Ebnat-Kappel. – *Botanica Helvetica*, 100(2): 133-166.
- BUTZMANN, R. & GREGOR, H.-J. (2002): Die oligozäne Flora von Bad Häring (Tirol), Teil I. Pflanzen aus den Bitumenmergeln und deren phytostratigraphisch-paläoökologische-paläoklimatische Interpretation (Coll. Institut für Geologie und Paläontologie Innsbruck). – *Documenta naturae*, 140: 1-117.
- BUTZMANN, R., FISCHER, T.C. & RIEBER, E. (2009): Makroflora aus dem inneralpinen Fächerdelta der Häring-Formation (Rupelium) vom Duxer Köpfl bei Kufstein/Untertal, Österreich. – *Zitteliana*, A 48/49: 129-164.
[doi: 10.5282/ubm/epub.11981](https://doi.org/10.5282/ubm/epub.11981)
- BŮŽEK, Č. (1971): Tertiary flora from the northern part of the Petipsy Area (North-Bohemian Basin). – *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, 36: 1-118.
- BŮŽEK, Č., HOLÝ, F. & KVAČEK, Z. (1967): Eine bemerkenswerte Art der Familie Platana-ceae Lindl. (1836) im nordböhmisches Tertiär. – *Monatsberichte der deutschen Akademie der Wissenschaften Berlin*, 9(3): 203-215.
- CHRISTENHUSZ, M. J. M., ZHANG, X. C. & SCHNEIDER, H. (2011a): A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. – *Phytotaxa*, 19(1): 7-54.
[doi: 10.11646/phytotaxa.19.1.2](https://doi.org/10.11646/phytotaxa.19.1.2)
- CHRISTENHUSZ, M. J. M., REVEAL, J. L., FARJON, A., GARDNER, M. F., MILL, R. R. & CHASE, M. W. (2011b): A new classification and linear sequence of extant gymnosperms. – *Phytotaxa*, 19(1): 55-70.
[doi: 10.11646/phytotaxa.19.1.3](https://doi.org/10.11646/phytotaxa.19.1.3)
- DENK, T., VELITZELOS, D., GÜNER, H. T. & FERRUFFINO-ACOSTA, L. (2015): *Smilax* (Smilacaceae) from the Miocene of western Eurasia with Caribbean biogeographic affinities. – *American Journal of Botany*, 102(3): 423-438.
[doi: 10.3732/ajb.1400495](https://doi.org/10.3732/ajb.1400495)
- DEUTSCHE STRATIGRAPHISCHE KOMMISSION (Hrsg.) (2016): *Stratigraphische Tabelle von Deutschland 2016*. – Potsdam (GeoForschungsZentrum).
- DOTZLER, A. (1937): Zur Kenntnis der Oligozänflora des bayerischen Alpenvorlandes. – *Palaeontographica*, B 83: 1-66.
- ERDEI, B., UTESCHER, T., HABLY, L., TAMÁS, J., ROTH-NEBELSICK, A. & GREIN, M. (2012): Early Oligocene continental climate of the Palaeogene Basin (Hungary and Slovenia) and the surrounding area. – *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21: 153-186.
[doi: 10.3906/yer-1005-29](https://doi.org/10.3906/yer-1005-29)
- ETTINGSHAUSEN, C. von (1851): *Proteaceen der Vorwelt*. – *Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*, 7(4): 711-745.
- FRANKENHÄUSER, H. & WILDE, V. (1995): Stachelspitzige Blätter aus dem Mitteleozän von Eckfeld (Eifel). – *Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, 41: 97-115.
- FRIEBE, J. G. (Red.) (2007): *Vorarlberg*. – *Geologie der österreichischen Bundesländer*: 174 S.; Wien (Geologische Bundesanstalt).
- FRIEBE, J. G. & PILLER, W. E. (2022, in prep.): *North Alpine Foreland Basin – Vorarlberg*. – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*.
- GNÁGI, CH. (2007): Die Landschaft um Aarwangen zur Zeit des Wynauersees. – *Jahrbuch des Oberaargaus*, 50: 86-105.
- GÖPPERT, H. (1855): Die tertiäre Flora von Schossnitz in Schlesien. – XVIII & 52 S., XXVI Taf.; Görlitz (Heyn).
[urn:nbn:de:bvb:12-bsb10359035-3](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bvb:12-bsb10359035-3)
- GREENWOOD, D. R., HILL, C. R. & CONRAN, J. G. (2013): *Prumnopitys anglica* sp. nov. (Podocarpaceae) from the Eocene of England. – *Taxon*, 62(3): 565-580.
[doi: 10.12705/623.15](https://doi.org/10.12705/623.15)
- GREGOR, H.-J. (1982): Die jungtertiären Floren Süddeutschlands. – 278 S.; Stuttgart (Enke).
- GREGOR, H.-J. (2011): *Fossile Auwälder und ihre Systematik in der Molasse Süddeutschlands – ein Überblick*. – *Documenta naturae*, 184: 115-121.
- GREGOR, H.-J. & HANTKE, R. (1980): Revision der fossilen Leguminosengattung *Podogonium* Heer (= *Gleditsia* Linne) aus dem

- europäischen Jungtertiär. – Feddes Repertorium, 91(3): 151-182.
[doi: 10.1002/fedr.19800910303](https://doi.org/10.1002/fedr.19800910303)
- GREGOR, H.-J. & KNOBLOCH, E. (2001): Die oligozänen Flora von Santa Giustina und Sassello (Ligurien, Oberitalien) – eine kritische Revision. – Flora Tertiaria Mediterranea, 5(7): 151.
- GREGOR, H.-J. & OBERLI, U. (2021): Neue paläophytologische Befunde zu den oligo-miozänen Floren von Wattwil und Ebnat-Kappel (Kanton St. Gallen, Schweiz). – Documenta naturae communicationis, 6: 82-150.
[urn:nbn:de:101:1-2021053118263778866538](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-2021053118263778866538)
- HABLY, L. (2010): The early Oligocene flora of Santa Giustina (Liguria, Italy) – Revision and comparison with the flora of the Tard Clay Formation. – Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 116(3): 405-420.
[doi: 10.13130/2039-4942/6395](https://doi.org/10.13130/2039-4942/6395)
- HABLY, L. & ERDEI, B. (2015): The early Oligocene flora and palaeo-environment of the Tard Clay Formation – latest results. – Hantkeniana, 10: 113-123.
- HABLY, L. & KVAČEK, Z. (2008): Nomenclatural types and taxonomy of Unger's (1850) and Ettingshausen's (1853) fossil leaves recognized as new Sloanea records in the European Paleogene. – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen, 249(2): 139-142.
[doi: 10.1127/0077-7749/2008/0249-0139](https://doi.org/10.1127/0077-7749/2008/0249-0139)
- HANTKE, R. (1973): *Apeibopsis laharpei* Heer, eine Styracaceae? – Eclogae Geologicae Helvetiae, 66(3): 743-749.
[doi: 10.5169/seals-164215](https://doi.org/10.5169/seals-164215)
- HANTKE, R. (1989): Kühl- und kaltzeitliche Klimaindizien im Jungtertiär der Schweiz, des Allgäues und einiger Nachbargebiete. – Geologica Bavarica, 94: 447-457.
- HANTKE, R., OBERLI, U. & GREGOR, H.-J. (2005): Die mittelmiozäne Megaflora von Risi/Wattwil (Kanton St. Gallen, Schweiz) – Geologie, (Klima-)Stratigraphie und Paläoökologie. – Documenta naturae, 155(3): 1-35.
- HEER, O. (1855-1859): Flora Tertiaria Helvetiae. – Band I. (1855): 117 S.; Band II. (1856): 100 S.; Band III. (1859): 378 S.; Winterthur (J. Wurster & Compagnie).
[doi: 10.3931/e-rara-10496](https://doi.org/10.3931/e-rara-10496)
- HEER, O. (1878/1880): Flora fossilis arctica. Die fossile Flora der Polarländer. – Bände 5 und 6; Zürich (J. Wurster & Compagnie).
[doi: 10.5962/bhl.title.52346](https://doi.org/10.5962/bhl.title.52346)
- HERENDEEN, P. S. (1992): *Podocarpium podocarpum* comb. nov., the correct name for *Podogonium knorrii* Heer, nom. illeg. (fossil Fabaceae). – Taxon, 41(4): 731-736.
[doi: 10.2307/1222400](https://doi.org/10.2307/1222400)
- HICKEY, L. J. (1977): Stratigraphy and Paleobotany of the Golden Valley Formation (Early Tertiary) of Western North Dakota. – Geological Society of America Memoirs, 150: 183 pp.
- HOCHULI, P. A. (1978): Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys. – Beiträge zur Paläontologie Österreichs, 4: 1-132.
- KIRCHHEIMER, F. (1942): *Apeibopsis laharpei* Heer aus dem aquitanen Sandstein von MüNZENBERG in der Wetterau. – Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, B/6: 191-200.
- KIRCHHEIMER, F. (1957): Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. – 803 S.; Halle (Knapp).
- KNOBLOCH, E. (1964): Haben *Cinnamomum scheuchzeri* Heer und *Cinnamomum polymorphum* (Al. Braun) Heer nomenklatorische richtige Namen? – Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte, 1964: 597-603.
- KNOBLOCH, E. (1968): Bemerkungen zur Nomenklatur tertiärer Pflanzenreste. – Acta Musei Nationalis Pragae, Ser. B, 24(3): 121-152.
- KNOBLOCH, E. (1969): Tertiäre Floren von Mähren. – 201 S.; Brno (Moravské Museum).
- KNOBLOCH, E. & KVAČEK, Z. (1976): Miozäne Blätterfloren vom Westrand der Böhmisches Masse. – Rozprawy Ustředního Ústavu Geologického, 42: 131 S.
- KNOBLOCH, E., KONZALOVÁ, M. & KVAČEK, Z. (1996): Die obereozäne Flora der Stare Sedlo-Schichtenfolge in Böhmen (Mittel-europa). – Rozprawy Ceskeho geologického ustavu, 49: 1-260.
- KOVAR-EDER, J. (1996): Eine bemerkenswerte Blätter-Vergesellschaftung aus dem Tagebau Oberdorf bei Köflach, Steiermark (Unter-Miozän). – Mitteilungen der Abteilung für Geologie und Paläontologie am Landesmuseum Joanneum, 54: 147-171.
- KOVAR-EDER, J. & SCHWEIGERT, G. (2018): Revision of the plant assemblage of Steinheim am Albuch (Baden-Württemberg, Germany, Middle Miocene, reference locality of Mammal Neogene Zone MN 7). – Bulletin of Geosciences, 93(4): 419-456.
[doi: 10.3140/bull.geosci.1695](https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1695)
- KOVAR-EDER, J. & TEODORIDIS, V. (2018): The Middle Miocene Central European plant record revisited; widespread subhumid sclerophyllous forests indicated. – Fossil Imprint, 74(1-2): 115-134.
[doi: 10.2478/if-2018-0009](https://doi.org/10.2478/if-2018-0009)
- KOVAR-EDER, J., KVAČEK, Z. & STRÖBITZER-HERMANN, M. (2004): The Miocene Flora of Parschlug (Styria, Austria) – Revision and Synthesis. – Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, 105A: 45-109.
- KRÄUSEL, R. (1930): Paläobotanische Notizen XIII - XVI (darin: Über die von S. Fussenegger gesammelten Tertiärpflanzen aus der subalpinen Molasse des westlichen Vorarlberg). – Senckenbergiana, 12(1): 29-50 (42-47).
- KRÄUSEL, R. (1938): Die tertiäre Flora der Hydrobrienkalke von Mainz-Kastel. – Palaeontologische Zeitschrift, 20(1): 9-103.
[doi: 10.1007/BF03041584](https://doi.org/10.1007/BF03041584)
- KVAČEK, Z. & ERDEI, B. (2001): Putative proteaceous elements of the *Lomatites*-type reinterpreted as new *Berberis* of the European Tertiary. – Plant Systematics and Evolution, 226(1/2): 1-12.
[doi: 10.1007/s006060170069](https://doi.org/10.1007/s006060170069)
- KVAČEK, Z. & HABLY, L. (1991): Notes on the Egerian stratotype flora at Eger (Wind brickyard), Hungary, Upper Oligocene. – Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici, 83: 49-82.
- KVAČEK, Z. & HOLÝ, F. (1974): *Alnus julianaeformis* (Sternberg 1823) comb. n., a noteworthy Neogene alder. – Časopis pro mineralogii a geologii, 19(4): 367-372.
- KVAČEK, Z. & HURNÍK, S. (2000): Revision of Early Miocene plants preserved in baked rocks in the North Bohemian Tertiary. – Acta Musei Nationalis Pragae, Series B – Historia Naturalis, 56(1-2): 1-48.
- KVAČEK, Z. & TEODORIDIS, V. (2011): The Late Eocene flora of Kučlín near Bilina in North Bohemia revisited. – Acta Musei Nationalis Pragae, Series B – Historia Naturalis, 67(3-4): 83-144.

- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1974): Bemerkenswerte und seltene cinnamomoide Blätter aus dem Grenzbereich des Oligo-Miozäns Mitteleuropas. – *Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, 21: 197-221.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1981): Studium über "*Quercus" cruciata* Al. Braun und analoge Blattformen aus dem Tertiär Europas. – *Acta Palaeobotanica*, 21(2): 77-100.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1987): Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken. I. Teil *Lithocarpus* Blume. – *Feddes Repertorium*, 98(11-12): 637-652.
[doi: 10.1002/fedr.19870981114](https://doi.org/10.1002/fedr.19870981114)
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1989): Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken. III. Teil *Dryophyllum* Debey ex Saporta und *Eotrigonobalanus* Walther & Kvaček gen. nov. – *Feddes Repertorium*, 100(11-12): 575-601.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1990): Neue Ericaceen aus dem Tertiär Europas. – *Feddes Repertorium*, 101(11-12): 577-589.
[doi: 10.1002/fedr.19901011102](https://doi.org/10.1002/fedr.19901011102)
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (1995): The Oligocene volcanic flora of Sulečice-Berand near Ustí Nad Labem, North Bohemia - A review. – *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B – Historia Naturalis*, 50(1-4): 25-54.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. (2001): The Oligocene of central Europe and the development of forest vegetation in space and time based on megafossils. – *Palaeontographica*, B 259: 125-148.
- MAI, D.H. (1963): Beiträge zur Kenntnis der Tertiärfloren von Seiffhennersdorf (Sachsen). – *Jahrbuch des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, 1963: 39-114.
- MAI, D.H. & WALTHER, H. (1978): Die Floren der Haselbacher Serie im Weißelster-Becken (Bezirk Leipzig, DDR). – *Abhandlungen des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, 28: 1-200.
- MIHAJLOVIC, D. (1992): Xerophytic plant forms in Palaeogene floras of the western Balkan-peninsula. – In: KOVAR-EDER, J. (ed.): *Palaeovegetational development in Europe and regions relevant to its palaeo-floristic evolution*. Proceedings of the Pan-European Palaeobotanical Conference Vienna, 19-23 September 1991: 190-196; Graz (Styria).
- MOSBRUGGER, V., UTESCHER, T. & DILCHER, D.L. (2005): Cenozoic continental climatic evolution of Central Europe. – *PNAS*, 102(42): 14964-14969.
[doi: 10.1073/pnas.0505267102](https://doi.org/10.1073/pnas.0505267102)
- NC DEPT. OF ENVIRONMENT (ed.) (1997): *Common Wetland Plants of North Carolina*. – 170 pp.; Raleigh (NC Dept. of Environment).
- NĚMEJC, F. & KNOBLOCH, E. (1973): Die Makroflora der Salgotarjaner Schichtengruppe (Die Flora aus Lipovany). – In: PAPP, A., RÖGL, F. & SENES, J. (Hrsg.): *Chronostratigraphie und Neostatotypen*. Miozän m2 Ottomány: 694-759; Bratislava (Slowak. Akad. Wissensch.).
- ORTNER, H., AICHHOLZER, S., ZERLAUTH, M., PILSER, R. & FÜGENSCHUH, B. (2015): Geometry, amount, and sequence of thrusting in the Subalpine Molasse of western Austria and southern Germany, European Alps. – *Tectonics*, 34(1): 1-30.
[doi: 10.1002/2014TC003550](https://doi.org/10.1002/2014TC003550)
- PROBST, J. (1883): Beschreibung der fossilen Pflanzenreste aus der Molasse von Heggbach O. A. Biberach und einigen andern oberschwäbischen Localitäten. I. Dicotyledonen. – *Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg*, 39: 166-242.
- READ, R.W. & HICKEY, L.J. (1972): A revised classification of fossil palm and palm-like leaves. – *Taxon*, 21(1): 129-137.
[doi: 10.2307/1219237](https://doi.org/10.2307/1219237)
- REICHENBACHER, B., KÁLIN, D. & JOST, J. (2005): A fourth St. Gallen Formation cycle (?) in the Karpatian Upper Marine Molasse of central Switzerland. – *Facies*, 51: 160-172.
[doi: 10.1007/s10347-005-0056-7](https://doi.org/10.1007/s10347-005-0056-7)
- REUSS, A. E. (1844): *Geognostische Skizzen aus Böhmen*. II. Die Kreidegebilde des westlichen Böhmens, ein monographischer Versuch. – 304 S.; Prag (C. W. Medau).
<http://phaidra.univie.ac.at/o:1428>
- SACHSE, M. (2019): *Populus erratica* Sachse, nom. nov. – not really new, but a stratigraphically informative species from the late Oligocene and early Miocene of Central Europe. – *Acta Palaeobotanica*, 59(1): 69-73.
[doi: 10.2478/acpa-2019-0009](https://doi.org/10.2478/acpa-2019-0009)
- SACHSE, M. (in Druck): Die mittelmiozäne Blattflora aus der westlichen Oberen Süßwassermolasse bei Burtenbach (Bayern) – Eine palökologische Rekonstruktion unter Berücksichtigung des Sporomorphenspektrums. – *Documenta naturae communications*.
- SACHSE, M. & SCHMITT, H. (2016): Die miozäne Fundstelle Unterwohlbach bei Hohenkammer (Kreis Freising) – II Die Blattfloren. – *Documenta naturae*, 196(6): 1-99.
- SAPORTA, G. DE (1865): Études sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire, deuxième partie. – *Annales des sciences naturelles, cinquième série Botanique*, tome IV: 5-264.
- SAPORTA, G. DE (1891): Recherches sur la végétation du niveau Aquitanien de Manosque. – *Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie*, 9: 1-83.
- SAPORTA, G. DE & MARION, A.F. (1885): L'évolution du règne végétal. Les phanérogames. 2 vol. – *Bibliothèque scientifique internationale*, 52: 249 pp.; 53: 247 pp.
- SCHAAD, W., KELLER, B. & MATTER, A. (1992): Die obere Meeresmolasse (OMM) am Pfänder: Beispiel eines Gilbert-Deltakomplexes. – *Eclogae Geologicae Helveticae*, 85: 145-168.
- SCHIMPER, W. P. (1874): *Traité de paléontologie végétale, ou, La flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques et la flore du monde actuel*, tome 3. – 896 pp.; Paris (J. G. Baillière).
- SCHLUNEGGER, F., MELZER, J. & TUCKER, G. (2001): Climate, exposed source-rock lithologies, crustal uplift and surface erosion: a theoretical analysis calibrated with data from the Alps/North Alpine Foreland Basin system. – *International Journal of Earth Sciences*, 90: 484-499.
[doi: 10.1007/s005310100174](https://doi.org/10.1007/s005310100174)
- SITÁR, V. & KVAČEK, Z. (1997): Additions and revisions to the Early Miocene flora of Lipovany (Southern Slovakia). – *Geologica Carpathica*, 4: 263-280.
- STEININGER, F.F., RESCH, W., STOJASPAL, F. & HERMANN, P. (1982): Biostratigraphische Gliederungsmöglichkeiten im Oligozän und Miozän der Molasse-Zone Vorarlbergs. – *Travaux et Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon*, 7(1): 77-85.

- STIZENBERGER, E. (1851): Übersicht der Versteinerungen der Großherzogthums Baden. – Dissertation: 141 S.; Freiburg i. Br. (Medizinische Facultät der Universität).
- SVESHNIKOVA, I. N. & BUDANTSEV, L. Y. (1960): The Tertiary Flora of the Kaliningrad peninsula, III [in russisch]. – *Botanicheskii Zhurnal*, 45(6): 871-875.
- TEODORIDIS, V., KVAČEK, Z., MACH, K. & SAKALA, J. (2017): Fossil *Comptonia difformis* (Sternberg) Berry (Myricaceae) from the type area in North Bohemia with comments on foliage anatomy and associated fruits. – *Bulletin of Geosciences*, 92(2): 185-210. doi: [10.3140/bull.geosci.1633](https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1633)
- UNGER, F. (1844-1847): *Chloris protogaea*. Beiträge zur Flora der Vorwelt. – 149 S.; Leipzig (W. Engelmann). doi: [10.5962/bhl.title.141709](https://doi.org/10.5962/bhl.title.141709)
- UNGER, F. (1850): *Genera et species plantarum fossilium*. – 627 S.; Wien (Akad. Wissenschaften). doi: [10.5962/bhl.title.26645](https://doi.org/10.5962/bhl.title.26645)
- WALTHER, H. (1985): Das Vorkommen der Gattung *Platanus* L. im Tertiär des Weißelster-Beckens (Bezirk Leipzig, DDR). – *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften*, 10: 9–19.
- WALTHER, H. (1994): Entwicklung der Fagaceae (Buchengewächse) im Tertiär Mitteleuropas. – *Berichte der Naturforschende Gesellschaft der Oberlausitz*, 3: 27-42.
- WALTHER, H. & KVAČEK, Z. (2007): Early Oligocene flora of Seiffhennersdorf (Saxony). – *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B – Historia Naturalis*, 63: 85-174.
- WEBER, C. O. (1852): Die Tertiärflora der Niederrheinischen Braunkohlenformation. – *Palaeontographica*, 2(4): 115-270.
- WEYLAND, H. (1943): Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Tertiärflora. VI. Dritte Ergänzungen und Berichtigungen zur Flora der Blätterkohle und des Polierschiefers von Rott im Siebengebirge. – *Palaeontographica*, B 87: 94-136.
- WEYLAND, H. & KILPPER, K. (1963): Kritische Untersuchungen zur Kutikularanalyse tertiärer Blätter VI. Weitere Dikotylen aus der rheinischen Braunkohle. – *Palaeontographica*, B 113(5/6): 93-116.
- WINTERSCHIED, H. & KVAČEK, Z. (2016): Revision der Flora aus den oberoligozänen Seeablagerungen der Grube „Stößchen“ bei Linz am Rhein (Rheinland-Pfalz, Deutschland). – *Palaeontographica*, B 294: 111-151.

Anhang 2

Revisionsliste

Sachse, diese Arbeit	Bisherige Bestimmungen nach Kräusel u. a.
Blätter	
<i>Equisetum parlatorii</i>	Plantae indet.
Polypodiales fam., gen. et sp. indet.	<i>Aspidium escheri</i> , <i>Lastraea polypodioides</i>
<i>Pinus</i> sp.	/
<i>Taxodium</i> sp.	<i>Taxodium distichum miocaenicum</i> , Spermatophyta indet. (pro parte)
Taxodioideae indet.	<i>Sequoia langsdorffii</i> , <i>Glyptostrobus europaeus</i>
Podocarpaceae vel Taxaceae indet.	<i>Podocarpus eocenica</i> , <i>Salix angusta</i>
Nymphaeaceae vel Nelumbonaceae	Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Daphnogene</i> spp.	<i>Cinnamomum</i> sp., <i>C. cf. buchi</i> , <i>C. lanceolatum</i> , <i>C. polymorphum</i> , <i>C. rossmaessleri</i> , <i>C. spectabile</i> , <i>C. salicifolium</i> , <i>C. scheuchzeri</i> , <i>C. ungeri</i> , <i>Litsea muelleri</i> , <i>Quercus elaena</i> (p.p.), <i>Salix tenera</i> (p.p.), Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Laurophyllum</i> spp.	<i>Benzoin antiquum</i> , <i>Lauraceophyllum primigenia</i> , <i>Laurophyllum</i> sp., <i>Myrica salicina</i> , <i>Quercus elaena</i> (p.p.), Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Laurophyllum</i> cf. <i>acutimontanum</i>	<i>Salix tenera</i> (p.p.)
<i>Laurophyllum</i> cf. <i>braunii</i>	<i>Persea braunii</i>
<i>Laurophyllum</i> cf. <i>pseudoprinceps</i>	<i>Lauraceophyllum primigenia</i> , <i>Laurus</i> sp. (p.p.), <i>Persea princeps</i> , <i>Quercus chlorophylla</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Smilax sagittifera</i> -Formenkreis	<i>Smilax renifolia</i> , <i>S. obtusangula</i> , <i>S. sagittifera</i>
» <i>Palmacites</i> « <i>canaliculatus</i>	» <i>Palmacites</i> « <i>canaliculatus</i> (p.p.)
Palmae gen. et sp. indet.	<i>Palmacites</i> sp. (p.p.), <i>Cyperus chavannesi</i>
<i>Phoenicites</i> sp.	<i>Flabellaria major</i> , <i>Palmacites</i> sp. (p.p.)
<i>Sabalites major</i>	<i>Chamaerops helvetica</i> , <i>Sabal major</i>
» <i>Cyperus</i> « <i>chavannesi</i>	<i>Cyperus chavannesi</i>
<i>Typha latissima</i>	Monocotyledoneae indet., <i>Phragmites oeningensis</i> (p.p.), <i>Poacites</i> sp. (p.p.), <i>Typha latissima</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
» <i>Phragmites</i> « <i>oeningensis</i>	<i>Arundo goepperti</i> (p.p.), <i>Equisetum</i> sp., <i>Phragmites oeningensis</i> (p.p.)
Monocotyledonae indet.	<i>Arundo goepperti</i> (p.p.), <i>Phragmites oeningensis</i> (p.p.), <i>Phoenicites</i> sp. (p.p.), <i>Poacites</i> sp. (p.p.), <i>Manicaria formosa</i>
<i>Platanus neptuni</i>	<i>Juglans cinnamomifolia</i> , <i>Quercus neriifolia</i> , <i>Diospyros brachysepala</i> , <i>Myrica lignitum</i> ?, <i>Quercus hamadryadum</i> , <i>Sapindus celastrus</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Platanus schimperii</i>	<i>Acer trilobatum</i> , <i>Aralia hercules</i>
<i>Cercidiphyllum crenatum</i>	<i>Grewia crenata</i>
<i>Acacia parschlugiana</i>	<i>Acacia parschlugiana</i>
<i>Podocarpium podocarpum</i>	<i>Podagonium</i> sp., <i>Podagonium knorrii</i> , <i>obtusifolium</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Cassiophyllum berenices</i>	<i>Cassia</i> sp., <i>C. hyperborea</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
» <i>Dalbergia</i> « <i>primaeva</i>	<i>Dalbergia primaeva</i>
Fabaceae vel Ericaceae	<i>Andromeda protogaea</i> , <i>Andromeda</i> sp. oder <i>Leguminosites</i> sp. ?, <i>Vaccinium bruckmanni</i> , <i>V. acheranticum</i> , <i>Leguminosites</i> sp. ?, <i>Robinia regeli</i>
<i>Zizyphus ziziphoides</i>	<i>Zizyphus ungeri</i>
cf. <i>Cedrelospermum ulmifolium</i>	<i>Zelkova ungeri</i>
<i>Ulmus</i> cf. <i>appendiculata</i>	<i>Carpinus grandis</i> (p.p.), Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Ulmus braunii</i>	<i>Planera ungeri</i> , <i>Zelkova ungeri</i> , <i>Ulmus</i> sp. ?, <i>U. carpinoideis</i> , <i>Carpinus grandis</i> (p.p.)
<i>Ulmus plurinervia</i>	Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Ulmus</i> cf. <i>parvifolia</i>	<i>Carpinus grandis</i> (p.p.)
<i>Ulmus</i> cf. <i>pyramidalis</i>	<i>Padagonium</i> sp., Spermatophyta indet. (p.p.)
cf. <i>Dryophyllum callicomifolium</i>	<i>Quercus haidingeri</i> (p.p.)
<i>Eotrigonobalanus furcinervis</i>	<i>Persea speciosa</i> , <i>Quercus furcinervis</i> , <i>Q. drymeja</i> , <i>Diospyros brachysepala</i> , <i>Ficus lanceolata</i> , <i>Carya heeri</i> (p.p.), <i>Quercus haidingeri</i> (p.p.), Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Myrica lignitum</i>	<i>Andromeda tremula</i> , <i>Quercus furcinervis</i> ?, <i>Celastrus</i> sp., <i>Grevillea lancifolia</i> , <i>Quercus elaena</i> , <i>Dryandroides hakeaefolia</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Paracomptonia schrankii</i>	<i>Dryandra schrankii</i> , <i>Myrica acutiloba</i> , Pteridophyta indet.
<i>Alnus</i> cf. <i>rostaniana</i>	<i>Rhamnus gaudinii</i> , <i>Alnus kefersteini</i> , <i>Cornus rhamnifolia</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Sloanea olmediaefolia</i>	<i>Artocarpidium fusseneggeri</i> , <i>Ficus morloti</i> , <i>Populus balsamoides</i> , <i>Populus mutabilis</i> , <i>Apeibopsis deloisi</i> , <i>Terminalia radobojana</i> , <i>Cornus studeri</i> , <i>Rhamnus</i> sp., <i>Rhamnus rectinervis</i> , <i>Persea braunii</i> , <i>Porana oeningensis</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
aff. <i>Populus erratica</i>	<i>Pterocarya heeri</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Populus balsamoides</i>	<i>Populus</i> sp., <i>P. balsamoides</i> , <i>P. gaudinii</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Populus germanica</i>	<i>Populus latior</i>
<i>Salix lavateri</i>	<i>Salix longa</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Salix macrophylla</i>	<i>Salix macrophylla</i>
<i>Salix varians</i>	<i>Salix varians</i> , <i>S. angusta</i> , <i>S. arcinervea</i> , <i>Apeibopsis haidingeri</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
» <i>Rhus</i> « vel <i>Toxicodendron</i>	<i>Laurus fuerstenbergi</i>
Sapindales fam., gen. et sp. indet.	<i>Juglans acuminata</i> (p.p.)
<i>Acer</i> cf. <i>ruemianum</i>	<i>Acer</i> sp., <i>Acer</i> cf. <i>angustilobum</i>
<i>Sapindus falcifolius</i>	<i>Sapindus falcifolius</i> (p.p.)
<i>Acherniaephyllum hydrarchos</i>	<i>Ficus ruemianiana</i> , <i>Cinnamomum scheuchzeri</i>
cf. <i>Nyssa altenburgensis</i>	<i>Quercus gmelini</i>
» <i>Diospyros</i> « sp.	<i>Diospyros</i> sp., <i>D. brachysepala</i> , <i>D. anceps</i> , <i>Quercus</i> cf. <i>neriifolia</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
cf. <i>Ternstroemites</i> sp.	<i>Quercus chlorophylla</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
Ericaceae indet.	<i>Eucalyptus oceanica</i> , <i>Andromeda</i> sp., <i>Vaccinium acheranticum</i> , <i>Andromeda vaccinifolia</i> , <i>A. protogaea</i> , <i>Gleditschia ovalifolia</i> ?
» <i>Leucothoe tremula</i> «	<i>Andromeda tremula</i>
» <i>Echitonium</i> « <i>sophiae</i>	<i>Echitonium sophiae</i> , <i>Andromeda revoluta</i> ?, <i>Banksia helvetica</i> ?
» <i>Elaeodendron</i> « <i>gaudinii</i>	Spermatophyta indet. (p.p.)
» <i>Quercus</i> « <i>daphnes</i>	<i>Quercus elaena</i> , <i>Myrica salicina</i> (p.p.), Spermatophyta indet. (p.p.)
» <i>Quercus</i> « <i>cruciata</i>	Spermatophyta indet. (p.p.)

Sachse, diese Arbeit	Bisherige Bestimmungen nach Kräusel u. a.
<i>Dicotylophyllum</i> cf. <i>arcinerve</i>	<i>Ficus arcinervis</i> , <i>Rhamnus gaudinii</i> ?, <i>Quercus</i> sp., <i>Juglans acuminata</i> (p.p.), <i>Porana oeningensis</i> , <i>Sapindus celastrus</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Dicotylophyllum</i> cf. <i>rossmaessleri</i>	<i>Sapindus falcifolius</i> (p.p.)
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 1	<i>Terminalia</i> ? sp., <i>Rhamnus gaudinii</i> ?, <i>Populus gaudinii</i> (p.p.),
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 2	<i>Amygdalus pereger</i>
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 3	Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 4	<i>Juglans acuminata</i> (p.p.)
<i>Dicotylophyllum</i> sp. 5	<i>Quercus elegans</i> , <i>Q. elaena</i> (p.p.), <i>Q. neriifolia</i> (p.p.), <i>Salix</i> sp. ?, <i>Salix integra</i> ?, <i>Myrica lignitum</i> ?, Spermatophyta indet. (p.p.)
Spermatophyta indet.	<i>Quercus meriani</i> (p.p.), <i>Q. chlorophylla</i> (p.p.), <i>Q. elaena</i> (p.p.), <i>Q. furcinervis</i> (p.p.), <i>Q. hamadryadum</i> (p.p.), <i>Q. gmelini</i> (p.p.), <i>Dryandroides hakeaefolia</i> , <i>Populus</i> sp. (p.p.), <i>P. mutabilis</i> (p.p.), <i>Apeibopsis laharpii</i> , <i>Rhamnus rectinervis</i> (p.p.), <i>Equisetum</i> sp. (p.p.), <i>Palmacites</i> sp. (p.p.), <i>Laurus</i> sp. (p.p.), <i>Myrica salicina</i> ? (p.p.), <i>Acer trilobatum</i> , <i>Diospyros brachysepala</i> (p.p.), <i>Carpinus grandis</i> (p.p.), <i>Ficus arcinervis</i> (p.p.), <i>Grevillea lancifolia</i> , <i>Andromeda tremula</i> , <i>Porana oeningensis</i> (p.p.), <i>Styrax stylosa</i> (p.p.), <i>Pinus</i> sp. (p.p.), <i>Litsea baumbergi</i> , <i>Cassia phaseolites</i> , <i>Poacites</i> sp. (p.p.), <i>Cinnamomum polymorphum</i> (p.p.), <i>Pinus lingiana</i> , <i>Ulmus</i> sp. ? (p.p.), Spermatophyta indet. (p.p.)
Fruchtifikationen	
<i>Carpolithus</i> sp. (Nymphaeaceae)	Spermatophyta indet. (p.p.)
<i>Apeibopsis</i> sp. (? Styracaceae)	<i>Apeibopsis haidingeri</i>
<i>Leguminocarpum</i> spp. (Fabaceae)	<i>Robinia regeli</i> , <i>Acacia meyrati</i> , Spermatophyta indet. (p.p.)
Pinaceae gen. et sp. indet.	<i>Gardenia wetzleri</i>

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Inatura Forschung online](#)

Jahr/Year: 2022

Band/Volume: [093](#)

Autor(en)/Author(s): Sachse Markus

Artikel/Article: [Zur tertiären Vegetationsgeschichte Vorarlbergs – Revision der Pflanzenfossilien in der Sammlung der inatura 1-28](#)