

Stratigraphie und Säugetierfaunen der mittelmiozänen Fossilfundstellen Hüllistein und Martinsbrünneli (Obere Süsswassermolasse, Nordostschweiz)

Autor(en): **Bürgisser, Heinz M. / Furrer, Heinz / Hünemann, Karl Alban**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **76 (1983)**

Heft 3

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-165388>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Stratigraphie und Säugetierfaunen der mittelmiozänen Fossilfundstellen Hüllistein und Martinsbrünneli (Obere Süsswassermolasse, Nordostschweiz)

Von HEINZ M. BÜRGISSER¹⁾, HEINZ FURRER²⁾³⁾ und KARL ALBAN HÜNERMANN²⁾

ZUSAMMENFASSUNG

Die zwei neuen Fossilfundstellen liegen in kontinentalen Serien der Oberen Süsswassermolasse südwestlich Rüti ZH. Sie lieferten bisher über 300 (Hüllistein) bzw. 59 (Martinsbrünneli) bestimmbare Säugerreste. Die Großsäugerfauna wird unüblicherweise von *Dorcatherium* sp. (Hirschferkel) dominiert; daneben sind *Gomphotherium angustidens* («Mastodon»), *Anchitherium aurelianense* (Waldpferd), *Didermoceras sansaniensis* (Nashorn), *Hyotherium soemmerringi* (Wildschwein) und der «Biber» *Anchitheriomys wiedemanni*, aber keine Raubtiere nachgewiesen.

Die Fauna liegt zeitlich zwischen denen der Säuger-Referenzlokalitäten NM 5 und NM 6. Da sich beide Fundstellen unmittelbar im Liegenden des «Appenzellergranits» befinden, legen sie die altersmäßige Einstufung dieses besten Leitniveaus in den Serien des Hörnli-Schuttfächers fest.

Detaillierte Profilaufnahmen im Strasseneinschnitt bei Hüllistein erlauben die Unterscheidung von 6 Fazies. Deren Abfolge zeigt das allmähliche Auffüllen einer kiesigen Flussrinne und anschließende Sedimentation auf dem Überschwemmungsgebiet des Hörnli-Fächers an. Die zumindest lokal dichte, warmgemässigte Vegetation wurde plötzlich durch das Niedergehen eines Murgangs («Appenzellergranit»-Leitniveau) zerstört.

Die Großsäugerreste finden sich vor allem assoziiert mit Onkoiden, Süsswassermollusken und Sumpfschildkröten in Sandsteinen des späten Flussrinnenstadiums und sind eindeutig zusammengeschwemmt. Die Kleinsäugerreste konzentrieren sich dagegen auf Mergel sumpfiger Bereiche der Überschwemmungsebene und sind mit vielen Landschnecken vergesellschaftet.

RÉSUMÉ

Les deux nouvelles localités fossilifères sont situées dans les séries continentales de la Molasse d'eau douce supérieure au sud-ouest de Rüti ZH. Elles ont fourni jusqu'à présent plus de 300 (Hüllistein) et 59 (Martinsbrünneli) restes de mammifères déterminables. La faune des macromammifères est dominée par *Dorcatherium* sp.; on a trouvé en outre *Gomphotherium angustidens*, *Anchitherium aurelianense*, *Didermoceras sansaniensis*, *Hyotherium soemmerringi* et *Anchitheriomys wiedemanni*, mais aucun carnivore.

L'âge de la faune est situé entre les localités de référence NM 5 et NM 6. Les deux gisements sont situés juste au-dessous de l'«Appenzellergranit» qui est le meilleur niveau-repère dans les séries du Hörnli.

Des coupes détaillées ont été relevées dans la tranchée de l'autoroute près de Hüllistein; elles ont permis de distinguer 6 lithofacies. Leur succession est interprétée comme étant le remplissage graduel d'un chenal fluvial, suivi par les dépôts d'inondation marno-silteux sur lesquels poussait une riche flore

¹⁾ Geologisches Institut, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich, z.Z. Shell Research B.V., Postbus 60, NL-2280 AB Rijswijk.

²⁾ Paläontologisches Institut der Universität, Künstlergasse 16, CH-8006 Zürich.

³⁾ z.Z. Geologisches Institut, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich.

dans un climat relativement chaud et humide. Cette végétation fut ensuite brutalement détruite par l'événement catastrophique de l'«Appenzellergranit».

Les restes de macromammifères ont subi un transport et se trouvent surtout associés avec des oncoïdes, des mollusques d'eau douce et des tortues palustres dans le grès du remplissage terminal du chenal. Les micromammifères sont par contre concentrés dans les marnes de paléosols palustres en compagnie de nombreux gastéropodes terrestres.

ABSTRACT

Hüllistein and Martinsbrünneli, two new fossil sites in the Middle Miocene continental series of the Upper Freshwater Molasse, have to date yielded more than 360 (Hüllistein > 300, Martinsbrünneli 59) identifiable mammal remains. *Dorcatherium* remains are the most common ones among the larger mammals. The existence of *Gomphotherium angustidens*, *Anchitherium aurelianense*, *Didermoceras sansaniensis*, *Hyotherium soemmerringi* and *Anchitheriomys wiedemanni* have also been proven, but carnivores are absent.

Biostratigraphically, the fauna lies between those of the reference localities NM 5 and NM 6. The dating achieved can be extrapolated to a wider area, since the sites occur immediately below the best marker horizon of the Upper Freshwater Molasse in Eastern Switzerland.

Six sedimentary facies are distinguished in the Hüllistein roadcut, each with typical fossil assemblage and stable isotope values. The sequence is interpreted as showing the gradual abandonment of a gravelly fluvial channel and subsequent overbank sedimentation. The warm-temperate floodplain vegetation was finally destroyed by the catastrophic mass flow event of the overlying molasse marker bed.

Remains of larger mammals are often found together with oncolites, freshwater molluscs and turtle remains in the sandstones of the channel abandonment phase. They are therefore allochthonous. Micromammal remains are concentrated in the deposits of swampy overbank areas, where they are associated with terrestrial gastropod remains.

1. Einleitung

1.1 Ziel der Arbeit

Hüllistein (südwestlich Rütli ZH) und das benachbarte Martinsbrünneli sind zwei neue Säugetierfundstellen in der Oberen Süsswassermolasse, der jüngsten Molasseserie der nordalpinen Vorlandsenke. In dieser Arbeit werden die Lagerungsverhältnisse und die vorläufig bearbeitete Fauna – vorwiegend Großsäugerreste – vorgestellt und das Ablagerungsmilieu sowie die biostratigraphische Position der Fundstellen diskutiert.

Die Profile wurden von H.M. Bürgisser und H. Furrer aufgenommen und gedeutet, während K. A. Hünemann den säugerpaläontologischen und den biostratigraphischen Teil dieser Arbeit verfasste.

1.2 Geologische Übersicht

Die Fundstellen Hüllistein und Martinsbrünneli liegen in gleicher stratigraphischer Lage innerhalb der Konglomerat/Mergel-Assoziation des miozänen Hörnli-Schuttfächers (BÜRGISSER 1981a), etwa 500 m über der Basis der dort rund 1500 m mächtigen Oberen Süsswassermolasse (Fig. 1, 2). Sie befinden sich unmittelbar im Liegenden des «Appenzellergranit»-Leitniveaus, des besten Leitniveaus in den kontinentalen Serien des Hörnli-Fächers. Dieses gut verfestigte, «granitharte» Niveau umfasst Konglomerate und einen Kalk in für die Molasse ungewöhnlicher

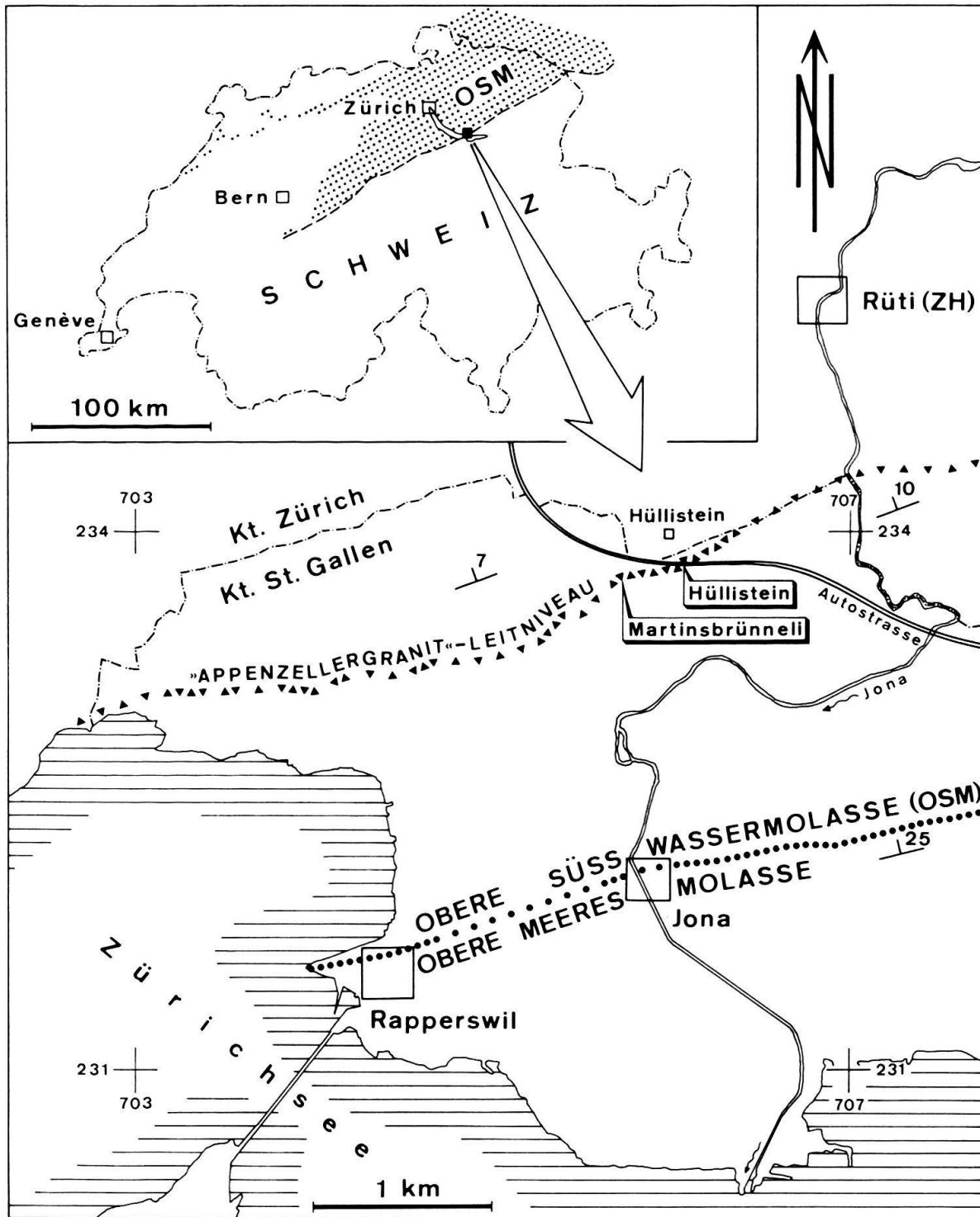


Fig. 1. Geographische Lage und Geologie der Fundstellen Hüllistein und Martinsbrünneli.

Ausbildung, die innerhalb höchstens weniger hundert bis tausend Jahre im Gefolge eines einmaligen sedimentären Ereignisses auf den Hörnli-Schuttfächer abgelagert wurden (BÜRGISSER 1980, BÜRGISSER et al. 1981). Danach stellte sich wiederum die schon vor diesem Ereignis herrschende, fluviatile Sedimentation auf dem flachen Schuttfächer ein.

Tektonisch liegen die beiden Fundstellen nahe dem Südrand der mittelländischen Molasse. Das Schichtfallen beträgt am Hüllistein etwa 12° nach NNW; alpenwärts, gegen SSE, nimmt es rasch zu, so dass Bank für Bank der Oberen Süßwassermolasse aussticht und bereits in einer Distanz von 1700 m die Gesteine der Oberen Meeresmolasse aufgeschlossen sind (Fig. 1).

Die Fundstelle Hüllistein liegt im Gebiet von Steinbrüchen, in denen bis vor etwa 30 Jahren ein gut verfestigtes Konglomerat des «Appenzellergranit»-Leitniveaus, das Hüllistein-Konglomerat, abgebaut wurde. Diese Steinbrüche sind in verschiedenen Arbeiten des letzten Jahrhunderts erwähnt (vgl. BÜRGISSER 1980, S. 112ff.) und ihre Schichtfolge zudem in HERBORDT (1907), BÜCHI & WELTI (1950), PAVONI (1957) und BÜRGISSER (1980) skizziert. Mehrere Kalkblöcke vom «Hüll-

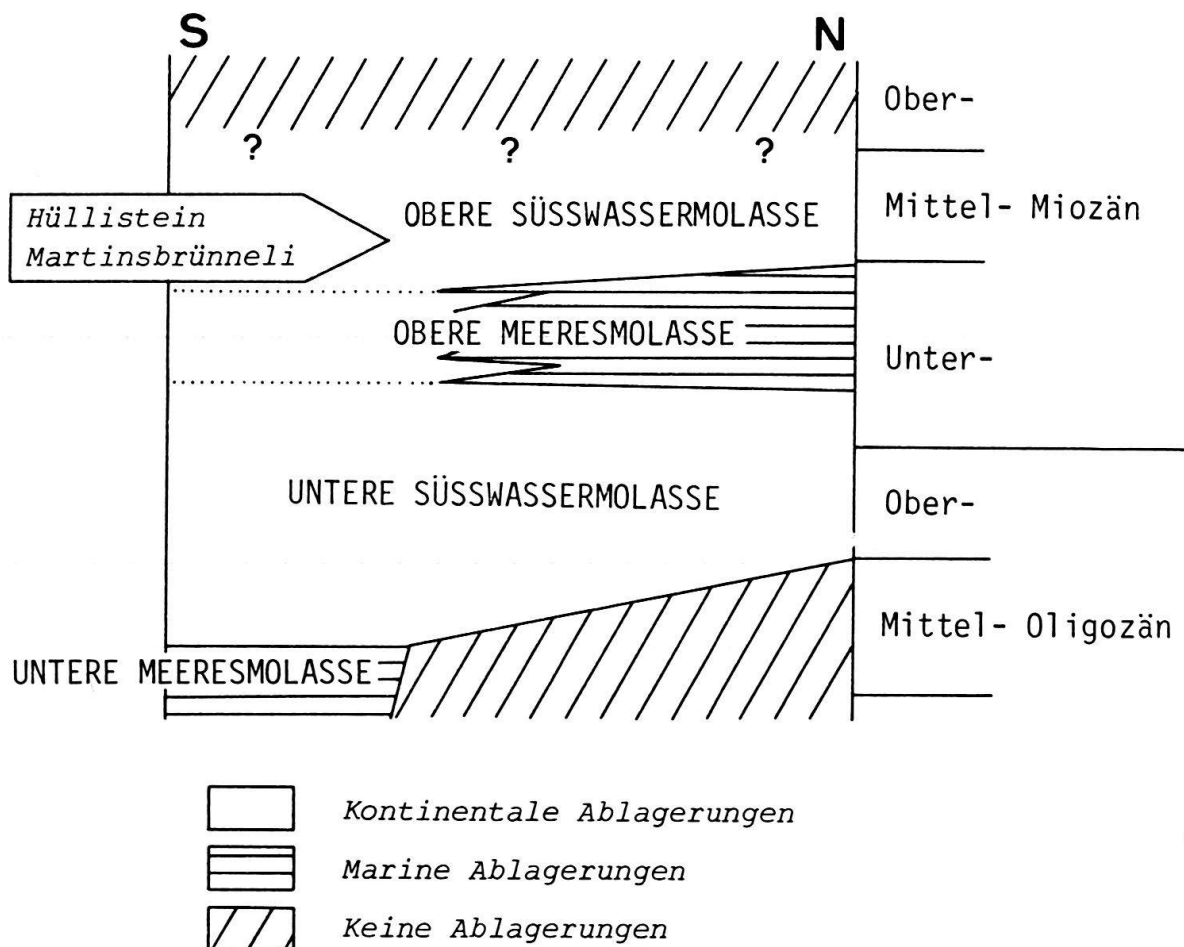


Fig. 2. Stratigraphische Position der Fundstellen Hüllistein und Martinsbrünneli im Nordostschweizer Abschnitt des Molassebeckens.

stein» mit gut erhaltenen Abdrücken von Wedeln der Zwergfächerpalme *Chamaerops helvetica* HEER liegen in der Sammlung des Geologischen Instituts der ETH Zürich (vgl. Abb. in KYBURZ 1962). Sie gaben Anlass zur Markierung der Lokalität als Pflanzenfundstelle auf der Geologischen Karte des Kantons Zürich (HANTKE u. Mitarb. 1967); das Kalkniveau im Steinbruch ist aber schon seit Jahrzehnten verschüttet. Säugerreste sind vor 1980 unseres Wissens nie gefunden worden.

Am Martinsbränneli, etwa 200 m westlich der Steinbrüche von Hüllistein gelegen, bildet der oberste Teil des «Appenzellergranit»-Leitniveaus eine Naturbrücke über ein Bächlein.

1.3 Zur Erforschungsgeschichte der beiden Fossilfundstellen

In der Oberen Süsswassermolasse der Nordostschweiz sind in dem von J. Hürzeler aufgestellten «Kataster der Fundorte fossiler Säugetiere» des Naturhistorischen Museums Basel (vgl. DAWSON 1967, TOBIEN 1968) 40 Säugerfundstellen aufgeführt. Die meisten lieferten nur wenig Material; publiziert sind erst einige Fundlisten (z. B. STEHLIN 1914, PAVONI 1957, SUTER & HANTKE 1962), eine «Zwischenbilanz» über eine einzelne Fossilfundstelle (HÜNERMANN 1981) und der Vergleich von Säugetierfaunen der Nordostschweiz mit denjenigen von Bezugsfundstellen (ENGESSER 1972, ENGESSER et al. 1981).

Ende Juni 1979 entdeckte M. Weidmann (Lausanne) beim Martinsbränneli nördlich Jona SG (Fig. 1) einige Fragmente von Wirbeltierknochen. Bereits wenige Kilogramm des Mergels enthielten 4 Kleinsäuger-Backenzähne, die willkommene Mosaiksteinchen für die zeitliche Einordnung der Oberen Süsswassermolasse der Nordostschweiz boten (BÜRGISSER 1980, 1981b). Daraufhin wurde Ende April 1980 der gut aufgeschlossene Teil der Fundschicht abgebaut; die etwa 100 kg Mergel lieferten 55 bestimmbare Kleinsäugerzähne (Kap. 3).

Ebenfalls im Frühjahr 1980 wurde in der Nähe, zwischen dem Weiler Hüllistein und dem ehemaligen Steinbruch (Tf. 1), das Trasse einer Autostrasse (Umfahrung Rapperswil-Jona T17) angelegt, wobei Aufschlüsse in vorher nie erreichter Qualität auf einer Länge von rund 200 m entstanden. Bei einer Begehung entdeckte dort H. Furrer Großsäugerreste. Nach ersten Profilaufnahmen und Fossilauflösungen im ganzen Aufschlussbereich konnte die fossilreichste Schicht mit Hilfe eines Baggers auf einem etwa 2×10 m messenden Streifen freigelegt werden (Fig. 3). Daraufhin wurden in einer mehrtägigen Kampagne durch die Mitarbeiter des Paläontologischen Instituts der Universität Zürich mehrere hundert Kilogramm Sandstein an Ort und Stelle zerkleinert und auf Fossilreste untersucht, daneben auch etwa 150 kg Mergel zum Schlämmen geborgen. Diese Sandsteine und Mergel lieferten über 300 bestimmbare Säugetierreste, wodurch Hüllistein zu einer der reichhaltigsten Säugerfundstellen der Oberen Süsswassermolasse der Nordostschweiz aufrückte und Gegenstand mehrerer Pressemitteilungen wurde.

Nach dem Besuch von Hüllistein durch die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft im Oktober 1980 (BÜRGISSER et al. 1981), unmittelbar vor dem Eindecken der Aufschlüsse, wurden durch einen Baggereinsatz nochmals etwa 2000 kg Mergel geborgen, die immer noch der Aufbereitung harren.

2. Die Fundstelle Hüllistein (Koord. 705.950/233.825–706.125/233.825)

2.1 Das Strassenprofil (Tf. 1, Profile A, B; Fig. 3)

Im Sommer 1980 waren im frisch angelegten Autostrasseneinschnitt zwischen dem Weiler und dem ehemaligen Steinbruch Hüllistein die harten Bänke gut aufgeschlossen, die Mergel oft unter Böschungsschutt verborgen. Das geologische Profil der südlichen Böschung sowie das Querprofil (Tf. 1) wurden aus rund 30 Einzelprofilen zusammengesetzt, die oft nur kurzfristig aufgeschlossen waren oder sogar nachgegraben werden mussten.

Vom Liegenden ins Hangende folgen sich 6 Hauptfazies (I–VI):

I. Die Konglomerat-Fazies besteht aus einem kornunterstützten Konglomerat (Nagelfluh) mit gut gerundeten, zu über 90% sedimentären Geröllen des charakteristischen Hörnli-Spektrums (vgl. TANNER 1944) in sandiger Matrix. Die scheinbare Längsachse der 10 grössten Gerölle misst je nach Ort 50–75 mm. Eine horizontale Schichtung ist angedeutet.

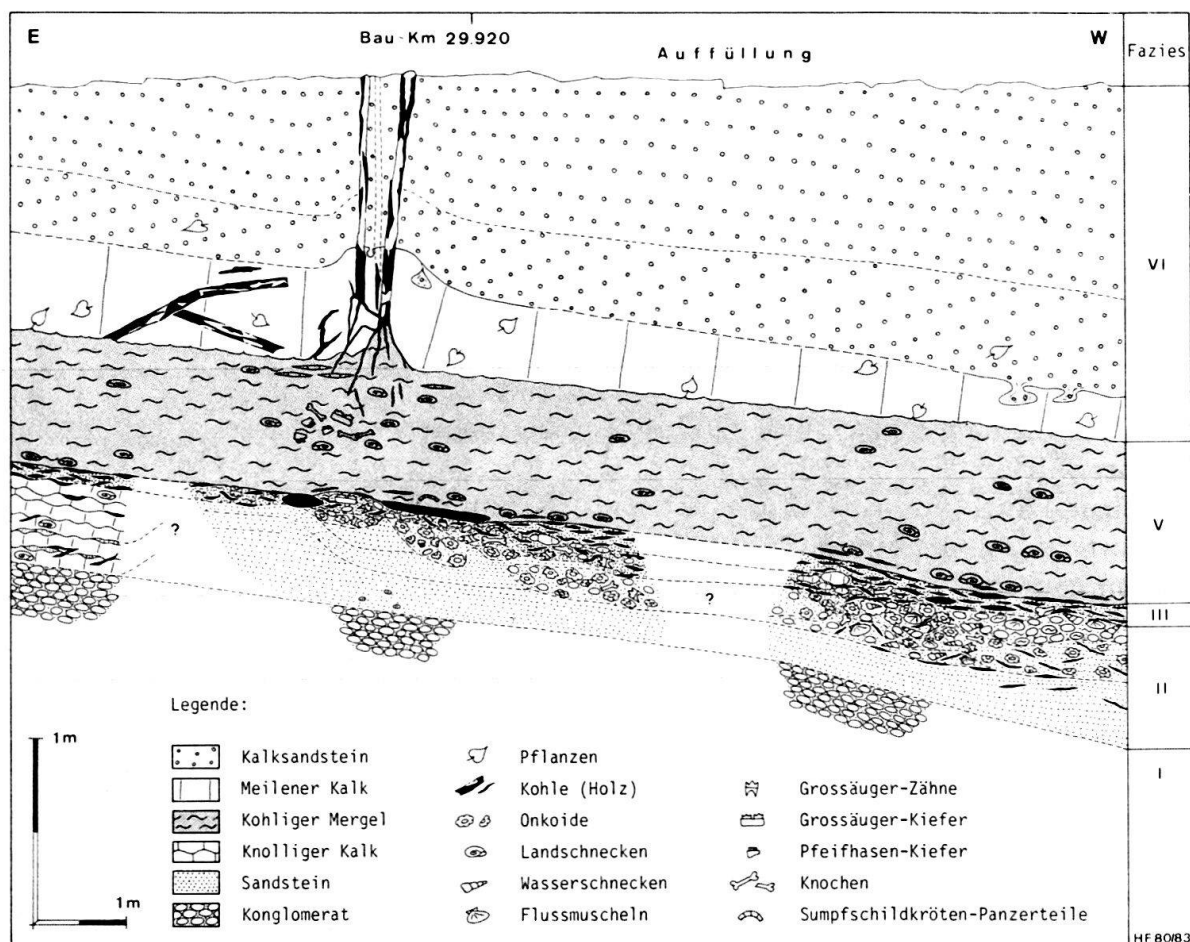


Fig. 3. Skizze der Hauptfundstelle in der südlichen Autostrassenböschung bei Hüllistein (Ausschnitt aus Längsprofil B, Tafel 1, bei Bau-Km 29.920, Koord. 706.070/233.800/470). Die Verteilung der wichtigsten Fossilien ist symbolisch dargestellt.

II. Die Sandstein-Fazies ist unterteilbar in eine in die Konglomerat-Fazies eingeschnittene Rinnenfüllung, die mehrere interne Erosionsflächen und geröllführende Sandsteine oder sandige Konglomerate enthält, und in ein deckenartiges Vorkommen eines Sandsteins in der für den Hörnli-Schuttfächer typischen Ausbildung: grünlichgraue Farbe, feines bis mittleres Korn, undeutliche Schichtung, schlechte Verfestigung durch calcitische Zementation. Ausser häufigen dünnen Kohleschmitzen fanden sich nur an zwei Stellen Knochenpanzerplatten einer Weichschildkröte (*Trionyx* sp.).

In den Sandstein eingelagert sind schlecht abgrenzbare Linsen und Bänke von geröllführendem Sandstein bis sandigem Konglomerat mit Onkoiden oder umkrusteten Geröllen und organischen Hartteilen.

Die gelbbraunen Onkoide haben eine unregelmässige plattige bis kugelige Form mit längsten Durchmesser von 1 bis 30 mm. Sie bestehen aus einer dicken, konzentrisch aufgebauten Kalkkruste um einen kleineren Kern, der aus Sandstein, graugrünem, teils pyritreichem Mergel, sandigem Kalk oder einem Molluskenfragment besteht. Die mikritische Kruste zeigt die typische Wechsellagerung von hellen «schwammigen» und dunklen dichten Laminae von 0,2 bis 0,4 bzw. 0,01 bis 0,02 mm Dicke, wie sie aus rezenten und fossilen Algenknollen beschrieben werden (BAUMANN 1911, SCHÄFER & STAPF 1978, FREYTET & PLAZIAT 1972, ENGESSER, MATTER & WEIDMANN 1981). Die gekräuselten bis gewellten Laminae schliessen Sandkörner ein. Ursprüngliche Hohlräume sind selten und immer mit Sand gefüllt. Algenfilamente wurden nicht beobachtet. Häufig ist die ganze Kruste von mehrheitlich radial, seltener schräg verlaufenden Bohrgängen durchsetzt. Die unverzweigten, geraden oder gebogenen Gänge von lediglich 0,003 mm Durchmesser durchqueren nicht nur die dunklen und hellen Laminae, sondern auch eingeschlossene Calcitkörner. Die Onkoide zeigen einen glatten oder gewellten Aussenrand und sind oft zerbrochen (Fig. 4a).

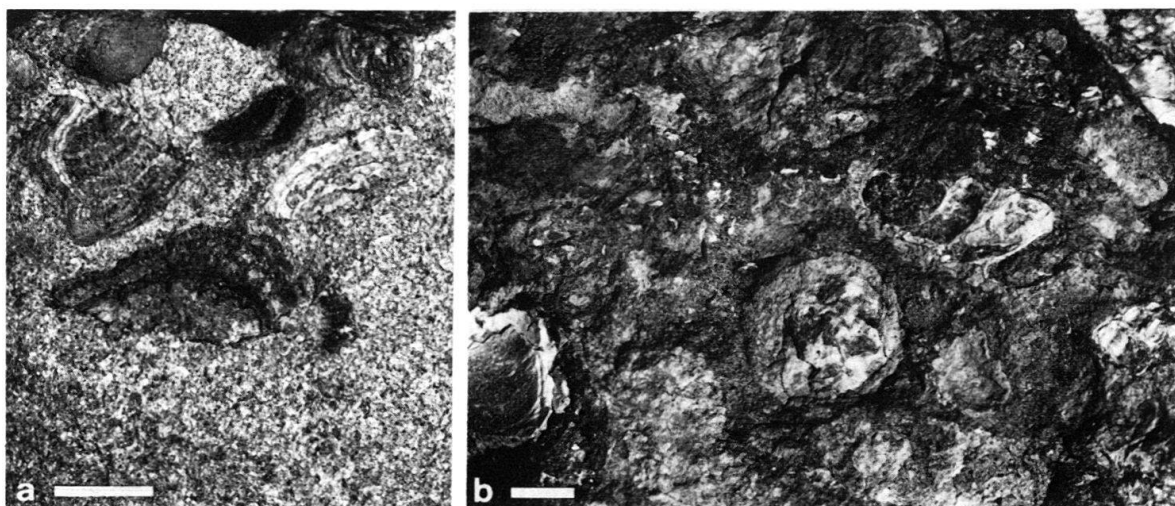


Fig. 4. a = Zerbrochene Onkoide in Sandstein der Fazies II. b = Umkrustete Gastropoden (*Brotia* sp., Mitte rechts), Flussmuschel (*Unio* sp., links) und umkrustete Mergelgerölle (Mitte unten und oben) in mergeligem Sandstein der Fazies II. Balkenlänge = 1 cm.

Bei den umkrusteten Geröllen von plattiger bis stengeliger Form umschliesst eine wenige Millimeter dicke, gewellte bis lappige Algenkalkkruste einen grösseren Kern aus graugrünem Mergel oder Kalk. Daneben finden sich häufig Süsswasserschnecken (*Brotia* sp.) und Flussmuscheln (*Unio* sp.), die ebenfalls von dünnen Kalkkrusten umhüllt sind («Mumien», Fig. 4b). Die graugrüne Mergel- oder Sandsteinfüllung der Schneckengehäuse belegt die vorhergehende Aufarbeitung bereits eingebetteter Mollusken.

Diese geröll- und onkoidführenden Sandsteinlinsen enthalten vereinzelte, oft zerbrochene Knochen und Zähne von Reptilien (Sumpfschildkröte *Emys* sp., Scheltopusik *Ophisaurus* sp.) sowie von Gross- und Kleinsäugetern. Ausnahmsweise sind auch grössere Zähne von dünnen Kalkkrusten überzogen.

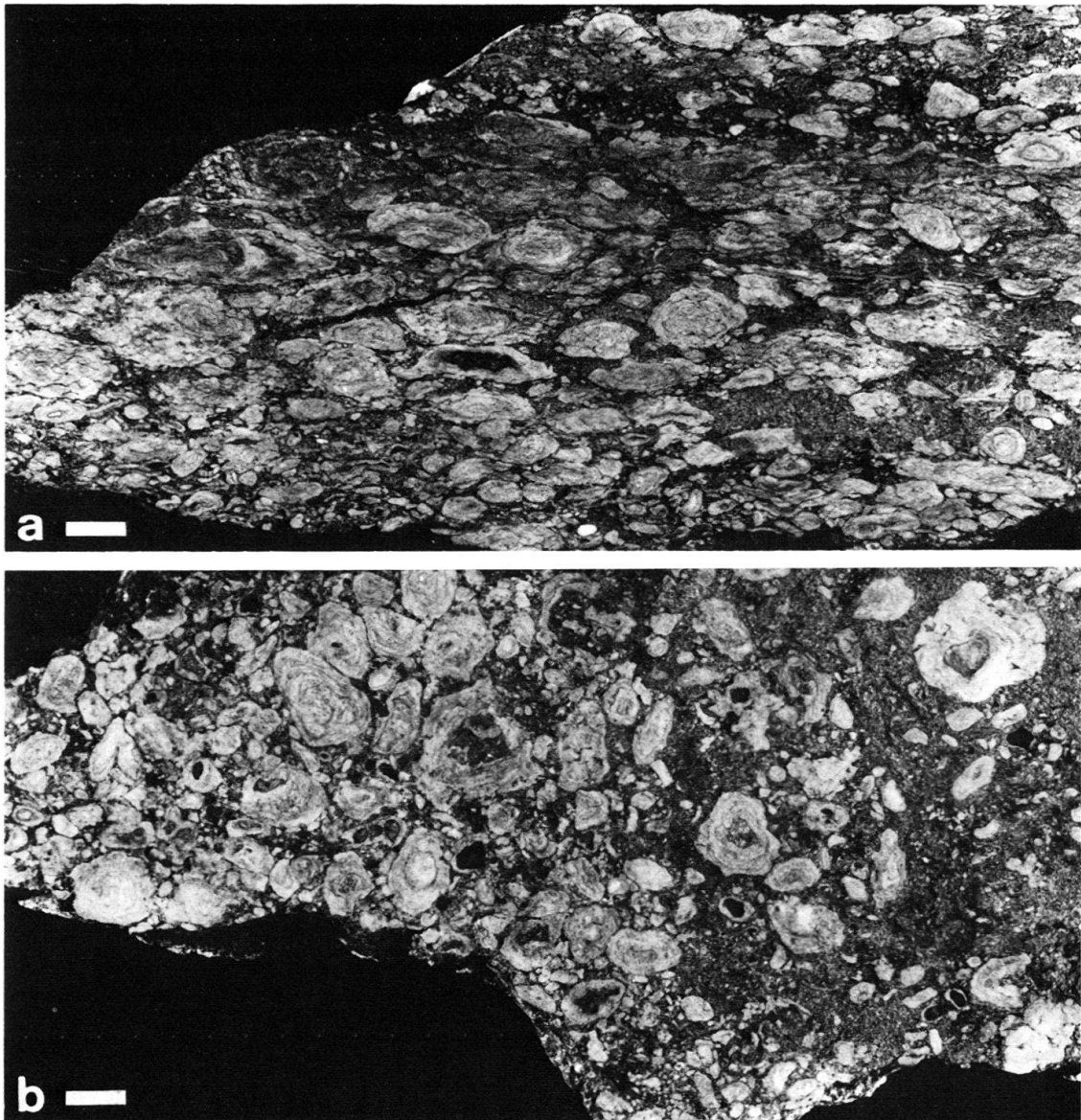


Fig. 5. Sandiger Onkolith. Anschliffe a = senkrecht, b = parallel zur Schichtung. Balkenlänge = 1 cm.

Nur im Ostabschnitt der südlichen Böschung tritt in der Sandstein-Fazies eine 40 cm mächtige und wenige Meter breite, geschichtete Linse von sandigen Onkolithen auf (Tf. 1). Die Onkoide des oben beschriebenen Typus stützen sich gegenseitig ab, sind aber kaum sortiert und nur selten zerbrochen (Fig. 5). Die Algenknollen der unteren Lagen sind massiv gebaut mit glattem bis gewelltem Aussenrand. In der obersten, kohlig-sandigen Schicht liegen grössere, bis 40 mm messende, «schwammige» Onkoide mit lappigem Aussenrand und vielen sandgefüllten primären Hohlräumen. An der Grenze zur hangenden Fazies III sind sie häufig von Schnecken (vor allem *Brotia* sp., selten *Cepaea* sp.) begleitet.

III. Zur Sandstein/Kohle/Mergel-Fazies werden dünne Lagen von braunem, teilweise geröllführendem kohligem Sandstein, sandig-kohligem Mergel und sandiger laminiertes Kohle gezählt, die sich in stark wechselnder Ausbildung und Mächtigkeit fast überall als Übergangsfazies zwischen die Sandstein- und die Sandstein/Kalk- oder Mergel-Fazies einschalten. Hellgraue sandige Kalklinsen und -knollen von 1 bis 8 cm Mächtigkeit treten vereinzelt in dieser Fazies auf.

Säuger- und Reptilreste sind in allen Lithologien lokal häufig. Neben isolierten, oft fragmentarischen Knochen und Zähnen finden sich in dieser Fazies die grössten und vollständigsten Säugerreste, u. a. Kieforteile von Paarhufern sowie ein Backenzahn und ein 20 cm hoher Wirbel eines Mastodonten. In der laminierten und durch dünne Sandlagen geschichteten Kohle sind einzelne, bis 15 cm dicke Stücke von strukturloser Kohle (Astfragmente, Baumstämme?) eingebettet.

IV. Sandstein/Kalk-Fazies: In der südlichen Böschung ist eine 60 cm mächtige und rund 20 m breite Linse von Sandstein und Kalk zwischen die Fazies III und graugrüne, sandig-knollige Mergel der Fazies V eingeschaltet. Die Linse umfasst graugrüne, teils mergelige Sandsteine mit Kohleschmitzen und Schalenfragmenten von Schnecken, die von hellgrauem Kalk überlagert werden. Der sandführende, mikritische Kalk (mit seltenen Molluskenschalenrümmern) ist von unregelmässig gekrümmten bis konzentrischen, sparitgefüllten Schrumpfrissen oder sandigen Tonfasern durchsetzt und daher oft knollig ausgebildet. Häufig sind sparitgefüllte, verzweigte Gänge von 0,2 bis 2 mm Durchmesser, seltener 0,2 mm dicke Röhrchen mit dünner Wand erkennbar.

In der nördlichen Böschung, etwa 40 m weiter östlich, tritt eine 1,5 m mächtige Linse von grauem und rotem mergelig-knolligem Kalk direkt über bunten Sandsteinen der Fazies II auf. Die Fazies IV beschränkt sich somit vermutlich auf einen ENE-WSW verlaufenden Streifen.

Ebenfalls zu dieser Fazies ist ein lokales Vorkommen eines graugrünen mergeligen Kalkes bis knolligen Mergels mit Kohleschmitzen, Schnecken (*Cepaea* sp.) sowie seltenen Sandlagen und Geröllen zu zählen, das allerdings in die Sandstein-Fazies II eingelagert ist.

V. Die Mergel-Fazies umfasst gelbrote, grünlichgraue und dunkelgraue bis kohligschwarze, siltige Mergel. Die gelbroten, teils knolligen, typischen Molassemergel sind an der nördlichen Böschung und am östlichen Profilrand der südlichen Böschung nur wenige Zentimeter, am westlichen Profilrand jedoch mindestens 1,5 m mächtig. Dort gehen sie ostwärts in grünlichgraue und dunkelgrüne, pyritfüh-

rende, siltige Mergel mit Landschnecken (*Milax* sp., *Triptychia* sp. und *Cepaea* sp.) und Früchten des Zürgelbaums *Celtis* über.

Die grauen Mergel werden seitlich ersetzt und überlagert von schwarzen, pyritführenden, kohlig-siltigen Mergeln. Darin sind Schnecken in aragonitischer Schalenerhaltung und Wirbeltierreste teilweise sehr häufig. Während in den tiefsten Lagen noch einzelne Wasserschnecken (*Brotia* sp.), unvollständige, deformierte Knochenpanzer von Sumpfschildkröten (*Emys* sp.) und Großsäugerreste auftreten, dominieren sonst Heliciden (*Cepaea* sp.) und Kleinsäugerreste. Auffallend viele Knochen und 5 vollständige Kiefer von Pfeifhasen (Fig. 6) fanden sich im oberen Teil dieser Fazies, unter einem im kohligen Mergel wurzelnden, fossilen Baumstrunk (Fig. 3, 7). Solche zu Kohle umgewandelte, in situ wurzelnde Baumstammreste fanden sich an verschiedenen Stellen im obersten Teil des kohligen Mergels (Tf. 1). Sie stehen zum Teil in Abständen von nur 10–20 cm und ragen bis 1,6 m in den hangenden Kalk des «Appenzellergranit»-Leitniveaus (Fazies VI) hinein. Von dünnen Kohleschichten umgebene Kalkfüllungen weisen auf teilweise hohle Stämme von etwa 10 cm Durchmesser hin; infolge der Gagatisierung konnten die Holzreste aber nicht näher bestimmt werden. Um die Wurzelstöcke ist die kohlige Schicht bis 20 cm angehoben oder weniger stark komprimiert worden.

Mit Ausnahme einiger millimeterdünner, nicht aushaltender Siltlaminae von hellgrauer Farbe zeigen die Mergel keine sedimentären Strukturen.

VI. Mit scharfem, weiträumig leicht welligem Kontakt folgen die Gesteine des «Appenzellergranit»-Leitniveaus, die keine Wirbeltierreste führen. Es sind dies vom Liegenden ins Hangende:

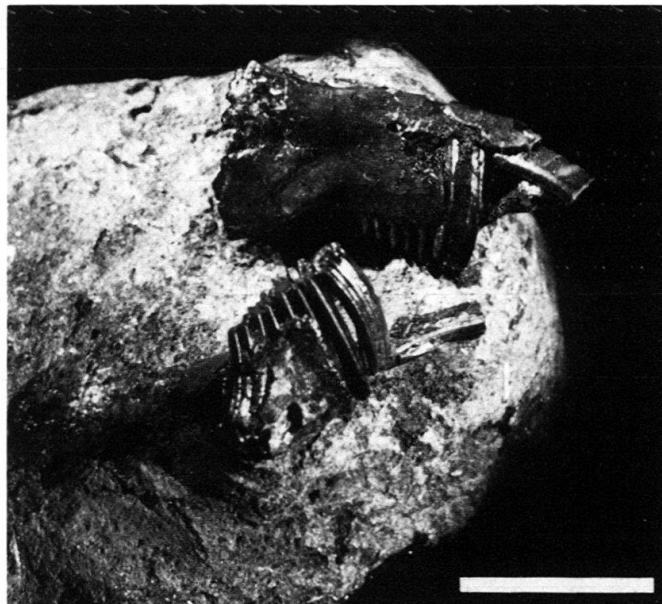


Fig. 6. Zwei Kieferteile eines Pfeifhasen (*Prolagus oeningensis*) in kohligem Mergel der Fazies V. A/V 766 PIMUZ (= Inventarnummer in der Sammlung des Paläontologischen Instituts und Museums der Universität Zürich). Balkenlänge = 1 cm.



Fig. 7. Aufrecht stehende kohlige Baumstrünke von max. 1.6 m Länge im Meilener Kalk des «Appenzelergranit»-Leitniveaus. Die teilweise hohlen Stämme wurzeln im obersten Teil des kohligen Mergels der Fazies V. Hammerlänge = 33 cm.

- Eine 0,1–0,5 m mächtige, ungeschichtete Bank eines beige Karbonatgesteins, das ein Wackestone mit einem Calcit-Dolomit-Verhältnis von 1:1 und nur 1% nichtkarbonatischer Komponenten ist. Nicht eingeregelter Pflanzenreste treten stellenweise, besonders an der Basis, massenhaft auf (Kap. 2.3). Diese Kalkbank ist als Meilener Kalk bekannt (PAVONI 1957).
- Ein gröberes Karbonatgestein (Silt bis feiner Arenit), das einen unregelmässigen Kontakt, zum Teil mit Belastungsmarken, zum Kalk im Liegenden zeigt. Im unteren, vorwiegend massigen Teil treten gelegentlich noch Pflanzenreste auf, im mittleren und oberen Teil ist planare Schrägschichtung/-lamination häufig. Dort werden auch Lagen von hellen Kalkfetzen an der Basis von kreuzgeschichteten Einheiten beobachtet. An der nördlichen Böschung des Strasseneinschnittes erreicht dieser Karbonat-Arenit eine Mächtigkeit von über 2,5 m.
- Ein Konglomerat, das aus mehreren, zum Teil von schräggeschichtetem, geröllführendem Sandstein abgetrennten Ablagerungseinheiten aufgebaut ist. Die Gerölle dieses Hüllstein-Konglomerats sind vornehmlich dunkle Kalke und Dolomite; vereinzelt kommen Kiesel- und Grüngesteine sowie bis 30 cm grosse Klaster von grünlichem Molassemergel vor. Die Korngrösse (10 grösste Gerölle: 25–70 mm) und die Rundung liegen unter der Konglomerat-Fazies I. Das Hüllstein-Konglomerat bildet eine nach WSW verlaufende, 2,5–4 m mächtige und etwa 50 m breite Rinnenfüllung. Im Westabschnitt der südlichen Böschung (Tf. 1, Längsprofil B) hat sich diese Rinne bis in die liegenden, roten Mergel eingeschnitten.
- Ein gut gebankter Sandstein mit dünnen Zwischenlagen von grauem bis buntem Mergel schliesst das «Appenzellergranit»-Leitniveau und auch die gesamte Aufschlußsequenz ab. Die laminierten, oft kreuzgeschichteten Sandsteine sind meist intensiv bioturbirt.

2.2 Isotopenwerte

Einige kalkreiche Proben wurden, nachdem allfälliges organisches Material mit einer sechsprozentigen NaClO-Lösung zerstört worden war, mit Phosphorsäure zu CO₂-Gasproben umgesetzt und dann in einem Micromass-903-Massenspektrometer deren Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse gemessen. In Tabelle 1 und Figur 8 sind die Messwerte, ausgedrückt als Promilleabweichung des jeweiligen Isotopenstandards, solchen von anderen Gesteinen der Nordostschweizer Oberen Süsswassermolasse (BÜRGISSER 1980) gegenübergestellt.

Die drei Proben aus dem Liegenden des «Appenzellergranit»-Leitniveaus von Hüllstein besitzen alle leichteren, d. h. weniger ¹³C enthaltenden Kohlenstoff als die normalen, graubeigen Molassemergel. Der erwähnte, zur Fazies IV gezählte Mergel innerhalb der Sandstein-Fazies ist bezüglich stabiler Isotopen ähnlich rezenter Seekreide vom Greifensee bei Zürich und eines Stinkkalkes der Oberen Süsswassermolasse. Die Onkoide der Fazies II weisen den leichtesten Sauerstoff auf.

Bei den Proben aus dem Meilener Kalk des «Appenzellergranit»-Leitniveaus liegen die δ¹⁸O-Werte im Bereich derjenigen der gewöhnlichen Molassemergel, während der Kohlenstoff mehr (Hüllstein) oder weniger (Meilen) schwerer ist.

Tabelle 1: Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse von verschiedenen Kalkfazies von Hüllistein und anderen Lokalitäten in der Oberen Süsswassermolasse des Hörnli-Fächers. Analysen: J. A. McKenzie und Q. He.

Proben-Nr.	Lithologie	Lokalität	Calcit:Dolomit	$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$ (‰)	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ (‰)
0608	Onkoid (Fazies II)	Hüllistein	16 : 1	-11.86	-4.22
0605	Kalk (IV in II)	Hüllistein	ca. 2 : 1	-8.85	-5.81
0651	Knolliger Kalk (IV)	Hüllistein	ca. 5 : 1	-10.96	-4.62
0676	Meilener Kalk (Basis VI)	Hüllistein	1.2 : 1	-5.52	+2.36
74331	Meilener Kalk (Dach)	Meilen, Beugenbachtobel	2 : 1	-8.15	-1.27
74332	Meilener Kalk (Dach)	Meilen, Beugenbachtobel	2 : 1	-7.60	-0.44
7568	Stinkkalk	Zürich, Wehrenbachtobel	9 : 1	-9.66	-6.86
7220	Sandig-siltiger Mergel	Erlenbachtobel, Kote 435	ca. 1 : 1	-8.14	-2.88
7222	Sandig-siltiger Mergel	Erlenbachtobel, Kote 485	ca. 1 : 1	-6.87	-2.58
7224	Sandig-siltiger Mergel	Erlenbachtobel, Kote 545	ca. 1 : 2	-7.88	-2.71
7750	Kalkgeröll	NE Grüningen	1	-4.99	+0.71

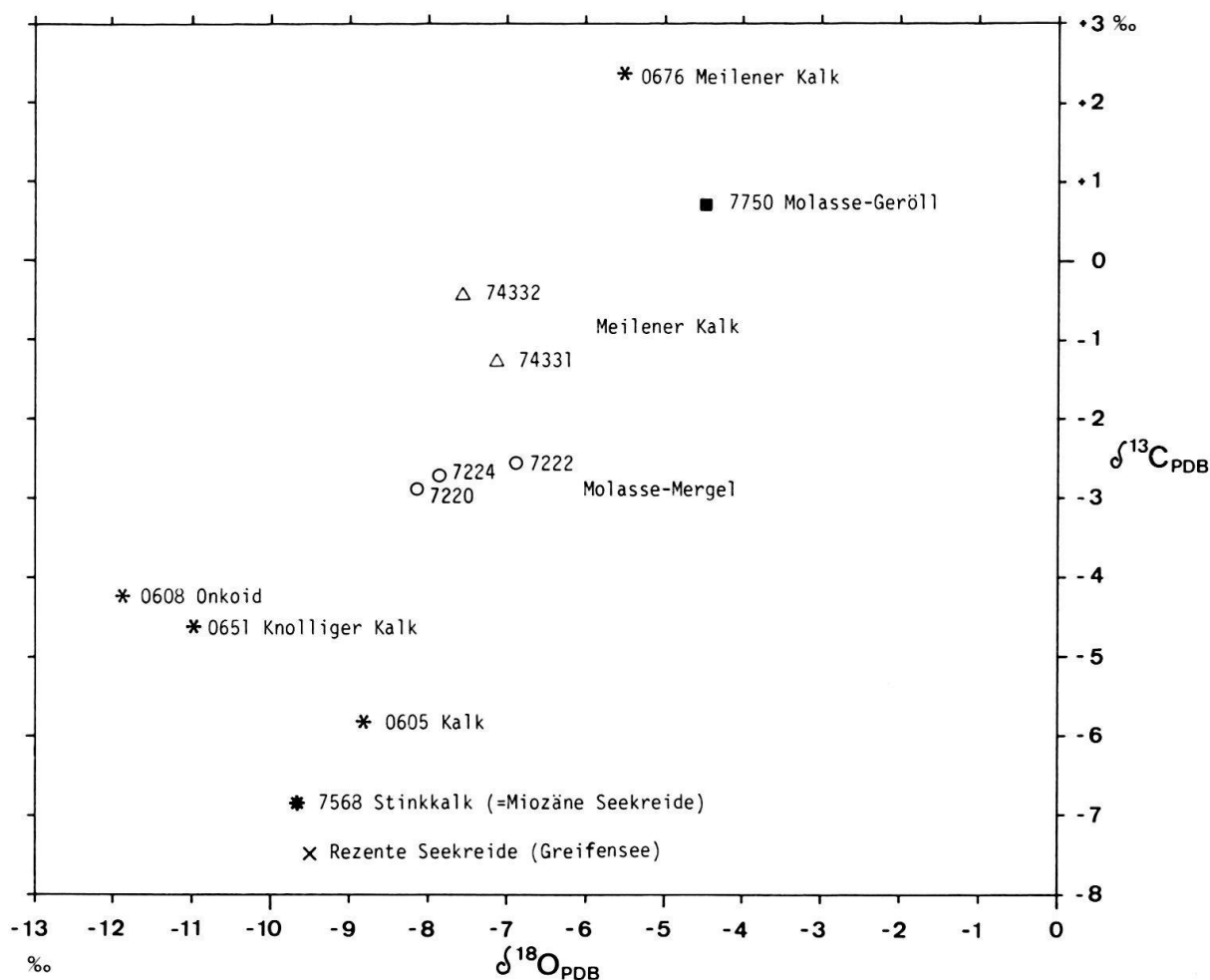


Fig.8. Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse von verschiedenen Kalkfazies von Hüllistein und anderen Lokalitäten in der Oberen Süsswassermolasse des Hörnli-Fächers und von rezenter Seekreide.

2.3 Pflanzen

Pflanzenreste treten praktisch in allen Fazies auf, sind aber nur in den grünlich-grauen Mergeln und im basalen Kalk des «Appenzellergranit»-Leitniveaus bestimmbar.

Schichtparallel und schräg eingeregelt, millimeterdicke Kohleschmitzen finden sich vor allem in den Sandsteinen und Mergeln der Fazies II, III, IV und V. Bis zu 15 cm grosse Stücke aus strukturloser Kohle (Gagat) sind in den kohligen Sandsteinen der Fazies II und an der Basis der kohligen Mergel der Fazies V nicht selten. Früchte des Zürgelbaumes *Celtis* lieferten die grauen Mergel der Fazies V.

Die an der Obergrenze des kohligen Mergels wurzelnden Baumstrünke sind erstmalige Funde in der Oberen Süsswassermolasse der Nordostschweiz. 8 Stämme von 5 bis 10 cm Durchmesser und maximal 1,6 m erhaltener Länge wurden in situ beobachtet, vom Kalk des «Appenzellergranit»-Leitniveaus umschlossen (Fig. 7). 2 Stämme sind umgestürzt.

Der Neuanschnitt dieser Kalke, aus denen die schon erwähnten alten Funde von Palmwedeln (*Chamaerops helvetica*) stammen, hat eine reichhaltige Flora geliefert. Nach HANTKE (1983) sind neben Riedgräsern (Cyperaceen), Rohrkolben (*Typha latissima*), Schilf (*Phragmites* sp.) und Farnen (*Pteridium oeningense*, *Lastraea stiriaca*) auch verschiedene Vertreter eines mesophytischen Laubwaldes gefunden worden. Dabei handelt es sich um Blätter von Weiden (*Salix lavateri*), des Wachsbearstrauchs (*Comptonia vindobonensis*), einer Lauracee, von Ulmaceen, von Kaki (*Diospyros brachisepala*), von Oleander (*Nerium* sp.), eines Geissblattgewächses und des Kadsurabaums (*Cercidiphyllum crenatum*).

2.4 Mollusken

Die aufgesammelten Mollusken sind wichtige Milieuanzeiger, da sie sowohl Land- als auch Süsswasserformen umfassen. Eine vorläufige Bestimmung ergab folgende Gattungen:

Muscheln: *Unio* sp. (Flussmuschel)

Schnecken: *Brotia* sp. (Süsswasserschnecke)

Milax sp. (Land-Lungenschnecke)

Triptychia sp. (Land-Lungenschnecke)

Cepaea sp. (Land-Lungenschnecke der Familie Helicidae)

Gemäss Figur 9 führt die Sandstein-Fazies praktisch nur Süsswassermollusken, oft als Kern der Onkoide. Im kohligen Mergel der Fazies V kommen einzelne Süsswasserschnecken nur noch im untersten Teil vor, während sonst ausschliesslich Heliciden auftreten. Die graugrünen Mergel dagegen enthalten eine reiche Landschneckenfauna.

2.5 Säugetierfunde

Aus dem geborgenen Wirbeltiermaterial konnten bisher etwa 50 Reste von Großsäugern (inkl. Biber) bestimmt werden. Zurzeit sind Vertreter von insgesamt 6 Säugetierordnungen von Hüllstein nachweisbar (Tab. 2).

Fazies		Sü s s w a s s e r		L a n d		
		<i>Unio</i>	<i>Brotia</i>	<i>Milax</i>	<i>Triptychia</i>	<i>Cepaea</i>
VI	"Appenzellergranit"-Leitniveau					
V	Roter Mergel					
	Grauer Mergel			■	■	■
	Kohliger Mergel		■			■
IV	Knolliger Kalk	■				■
	Sandstein					■
III	Sandstein/Kohle/Mergel-Fazies					■
II	Onkolith	■	■			
	Onkoidführend	■	■			■
	Sandstein					■
I	Konglomerat-Fazies					

Fig.9. Vorkommen und relative Häufigkeit von Land- und Süs swassermollusken in den Fazies von Hüllistein.

Die Großsäuger entstammen überwiegend dem onkoid- und geröllführenden Sandstein der Fazies II, wobei weit über die Hälfte der Funde auf *Artiodactyla* (Paarhufer) zu beziehen sind. Aus den kohligem Sandsteinen der Fazies III stammen weniger, dafür vollständigere Reste, wie z. B. Kieferhälften von ochotoniden Lagomorphen (Pfeifhasen). Die Kleinsäugerreste wurden hingegen hauptsächlich aus dem schwarzen, kohligem Mergel der Fazies V geschlämmt.

Die folgenden Erläuterungen vermitteln eine Übersicht über den Stand der Bearbeitung der Großsäuger im Hinblick auf eine erste stratigraphische und faunistische Interpretation.

2.51 *Gomphotherium angustidens* (CUVIER 1806)

Das grösste Säugetier der Fauna ist der Mastodonte *Gomphotherium angustidens*. Von diesem im europäischen Miozän verbreitetsten Proboscidier liegen zwei Backenzahnfragmente, ein Halswirbel und weitere Knochenfragmente vor. Nur eines der Zahnfragmente, ein kleiner, sehr weit abgekauter Zahn, ist näher bestimmbar. Es sind nur basale Teile der Kronenwand vorhanden, deren Schmelzkannten auf der Kaufläche durchgehende Usurspuren aufweisen. Innerhalb des Wandbereiches liegt eine einheitliche Dentininsel frei. Nach Vergleichen mit zusammenhängenden Gebissresten aus den Braunkohlen der Oberen Süs swassermolasse von Käpfnach ZH und den Quarzsanden der Oberen Meeresmolasse von Benken ZH ist zu schliessen, dass ein 3. «Milch»-Backenzahn (dm_3) des linken Unterkiefers vorliegt. Wegen seiner Brüchigkeit wurde das Stück wurzelseitig nicht freigelegt.

Tabelle 2: *Verbreitung und Häufigkeit der Säugetierreste in den Fazies von Hüllistein.*

	F a z i e s		
	II	III	V
<hr/>			
P r o b o s c i d e a (Rüsseltiere)			
Gomphotherium angustidens ("Mastodon")	+	+	-
P e r i s s o d a c t y l a (Unpaarhufer)			
Anchitherium aurelianense (dreizehiges Waldpferd)	+	-	-
Didermoceros sansaniensis (kleines Nashorn)	+	-	-
A r t i o d a c t y l a (Paarhufer)			
Hyotherium soemmerringi (kleines Wildschwein)	+	+	-
Dorcatherium sp. (Hirschferkel)	++	++	-
Cervide indet. (kleiner Hirschverwandter)	+	-	-
L a g o m o r p h a (Hasen)			
Prolagus oeningensis (Pfeifhase)	+	+	+++
Lagopsis verus (Pfeifhase)	+	+	++
R o d e n t i a (Nagetiere)			
Anchitheriomys wiedemanni (grosser "Biber")	++	+	-
Steneofiber jaegeri (kleiner Biber)	+	+	-
Sciuridae sp. div. (Hörnchen)	-	-	++
Cricetidae sp. div. (Hamster)	-	-	++
Gliridae sp. div. (Schläfer)	-	-	++
I n s e c t i v o r a (Insektenfresser)			
Galerix sp. (Igel)	+	-	+
<hr/>			

+++ 30 bis 90 Belege (Einzelzähne und Kieferreste mit Zähnen)

++ 5 bis 29 Belege

+ weniger als 5 Belege

2.52 *Anchitherium aurelianense* (CUVIER 1825)

Von diesem dreizehigen Waldpferd des holarktischen Miozäns liegen der Keim eines Prämolaren (P¹ dext.) und ein Kronenfragment eines Oberkiefermolaren vor. Die konische, seitlich abgeplattete Krone mit abgerundeter, mehrfach schwach gekerbter Apikalregion ist charakteristisch für P¹ anchitheriiner Equiden.

Das Molarfragment ist in der Kronenmitte 18 mm lang. Die erhaltenen Schmelzschlingen von Proto- und Metaloph lassen erkennen, dass es sich um den lingualen Teil eines Backenzahnfragmentes aus dem rechten Oberkiefer handelt. Dabei ist wegen der Dicke des Schmelzes ein Milchzahn auszuschliessen. Proto- und Metaloph sind gleich gross. Wegen der gleichen Jochgrösse kommen P² und M³ nicht in Betracht. Die um den Protoconus herum durchziehende Cingulumbildung, die einen nahtlosen Übergang vom Vordercingulum auf der Lingualseite bis zum basalen Sperrhöcker für den Medisinus aufweist, spricht eher für einen Prämolaren als für einen Molaren (vgl. FRAAS 1870, Tf. 9, Fig. 1, und WEHRLI 1938, Tf. 4, Fig. 16 und 17). Die ausserordentlich starke Abnutzung des Zahnes ist hingegen eher ein Hinweis darauf, dass es sich um einen vordersten Molaren (M¹) handeln könnte. Da im Miozän Mitteleuropas von den anchitheriinen Equiden bisher nur *Anchitherium aurelianense* nachgewiesen worden ist, werden die beiden vorliegenden Zähne dieser Spezies zugeordnet.

2.53 *Didermoceros sansaniensis* (LARTET 1848)

Von Vertretern der Familie Rhinocerotidae liegen drei Gebissreste und mehrere Knochenfragmente vor. Die Knochen und zwei der Gebissreste, ein Fragment der Aussenwand eines Molaren des Oberkiefers und ein Schneidezahnfragment des rechten Unterkiefers, sind nicht näher bestimmbar. Der nur sehr schwach abgekaute Backenzahn des rechten Oberkiefers kann hingegen genau diagnostiziert werden (Fig. 10).

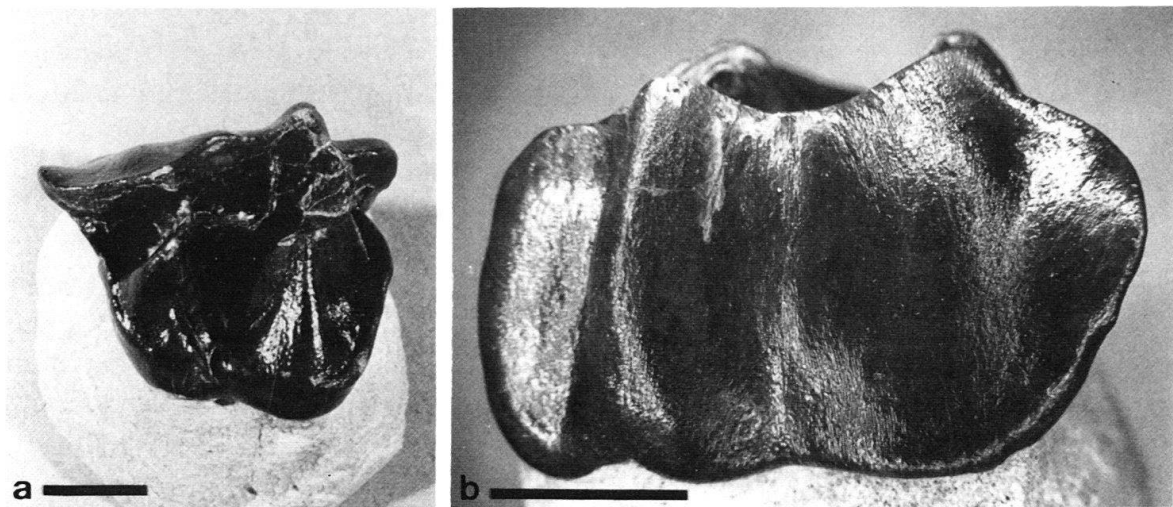


Fig. 10. Backenzahn eines Nashorns (*Didermoceros sansaniensis*), A/V 767 PIMUZ. a = Kauflächenansicht. b = Aussenwand. Balkenlänge = 1 cm.

Morphologische Beschreibung und topographische Bestimmung (in der Kronenterminologie wurde HEISSIG 1969 und 1972 gefolgt). Massangaben zur Krone in mm:

Länge der Aussenwand	37,5
Länge des Jochteiles	29,5
Breite am Protoloph	34,0
Breite am Metaloph	31,5

Die langgestreckte Aussenwand überragt den Jochteil des brachyodonten Backenzahnes um 8 mm. Diese Art der Lophodontie ist typisch für rhinocerotoiden Molaren oder molarisierte Prämolaren des Oberkiefers. Wegen des trapezförmigen (nicht dreieckigen) Kronengrundrisses kommt ein M^3 nicht in Frage. Aufgrund der geringen Grösse ist am ehesten ein M^1 , ein molarisierter P^4 oder ein Milchbackenzahn (D^4) in Betracht zu ziehen. An Vorder- und Hinterwand sind keinerlei Spuren von Pressionsmarken erkennbar. Ausserdem ist der Schmelzbelag sehr dünn. Diese Details sprechen für einen D^4 . Die ausgeprägte Schrägstellung der gut entwickelten Querjoche und die damit verbundene, tiefe Postfossette lassen hingegen eher auf einen Molaren schliessen.

An der Aussenwand ragt der kräftige Parastyl nach vorn aus dem Kronengrundriss heraus. Der Paraconus ist leicht nach hinten geneigt und nach aussen vorgewölbt. Infolge dieser Konstellation ist die Parastylfurche ausgeprägt. Mesostyl und Metaconus sind nur als ganz schwach angedeutete Anschwellungen der Aussenwand erkennbar. Die scharfe, leicht nach aussen gebogene Metastylkante ragt über den Kronengrundriss weit nach hinten hinaus.

Wegen der sehr geringen Usur des Zahnes tragen die Joche noch scharfe Kanten. Eine Kerbe im Protoloph ist auf einen kleinen Längsbruch zurückzuführen. Der Protoloph weist deutliche, wenn auch flache Protoconusfurchen auf. Die hintere Protoconusfurche zieht bis in den First des Protolophs durch. Daraus resultiert ein deutlich abgegliedertes Antecrochet. Der Metaloph ist zierlicher als der Protoloph. Deshalb beginnt sein lingualer Anstieg auch weiter lateral als der des Protoloph. Aus der unterschiedlichen Stärke der Joche ergibt sich die lingual schräg verlaufende Zahnbasis. Am Metaloph ist die Hypoconusfurche ebensogut ausgebildet wie am Protoloph die vordere Protoconusfurche. Der Metaloph geht mit der Aussenwand eine Verbindung ein, die nicht ganz bis zu den Firstkanten durchzieht. Der Metaloph entsendet nach vorn ein schlankes, hohes Crochet, welches sich medial vom Paraconus mit einer schmalen, kurzen Crista der Aussenwand verbindet. Zwischen Aussenwand, Crista, Crochet und lateralem Metaloph liegt eine tiefe, vollständig eingerahmte Medifossette. Zwischen der Aussenwand und der Hinterseite des Metaloph liegt eine weite Postfossette, die in der Tiefe durch ein schwaches Hintercingulum abgeschlossen wird. Demgegenüber ist die viel kürzere und weniger ausgebuchtete Präfossette neben dem Parastyl zusätzlich durch das Vordercingulum basal eingengt. Das Vordercingulum schlägt nur sehr wenig auf die Lingualseite der Protolophregion um.

Systematische Bestimmung des Zahnes. – Da Aussen- und Innencingulum fehlen, kann es sich nicht um einen Vertreter der Diceratheriinae handeln. Das schwache Antecrochet spricht gegen die Zuordnung zu den Aceratheriinae. So bleibt nur die

Unterbringung des Zahnes in der Unterfamilie Rhinocerotinae übrig. In dieser Unterfamilie scheidet der Tribus Elasmotherini wegen Hypsodontie und Kronenzementbildung an den Backenzähnen aus dem Vergleich aus. Somit liegt ein Vertreter der Rhinocerotini vor. Schwache, jedoch deutlich ausgebildete Schnürfurchen, verbunden mit der Ausbildung eines schwachen Antecrochet, sind typische Merkmale des vorliegenden Zahnes. Diese sprechen, zusammen mit der geringen Grösse der Krone, für einen urtümlichen *Dicerorhinus*. Die stratigraphisch ältesten *Dicerorhinus*-Formen werden meist in eine eigene Gattung – *Didermoceros* – gestellt. Im mitteleuropäischen Miozän ist von *Didermoceros* bisher nur *D. sansaniensis* (LARTET) bekanntgemacht worden. Obwohl aufgrund der geringen Schmelzstärke ein letzter Milchmolar (D^4) nicht ausgeschlossen ist, wird unser Zahn vorläufig als M^1 dext. von *Didermoceros sansaniensis* (LARTET 1848) bestimmt.

2.54 *Hyotherium soemmerringi soemmerringi* (MEYER 1834)

Der vollständigste Fund dieses schweineartigen Paarhufers (Suiformes, Artiodactyla) ist eine Molarreihe des rechten Unterkiefers in situ (Fig. 11). Ausserdem ist die Subspezies durch je ein Fragment eines I_1 dext., P_4 sin. und M^1 sin. sowie eine fragmentäre, rechte Tibia nachweisbar. Die Molarreihe wurde labial nicht ganz freipräpariert, weil die Knochenreste des Unterkiefers sehr brüchig sind. Deshalb können von den Zahnkronen nur die Längenmasse angegeben werden:

Länge der Molarreihe	59,7 mm
Länge des M_1	15,4 mm
Länge des M_2	18,2 mm
Länge des M_3	25,4 mm

Das Grössenverhältnis von M_1 und M_2 und der Bauplan des M_3 -Talonides lassen den Unterkieferrest als Beleg für *Hyotherium soemmerringi* erkennen (HÜNERMANN 1969, S. 718). Morphologisch wie metrisch fügt sich sowohl die Reihe der Unterkiefermolaren als auch der Oberkiefermolar gut in die Varianten der *H. soem-*

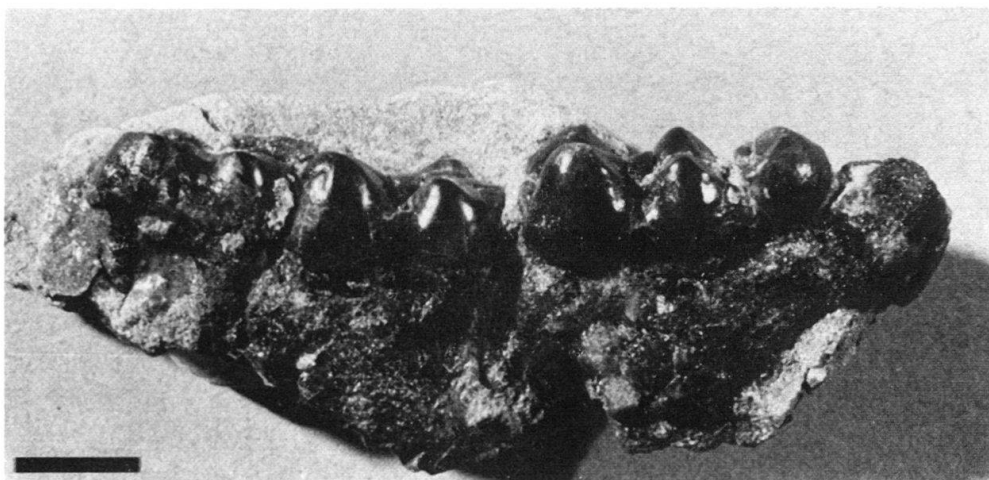


Fig. 11. Unterkieferfragment eines Wildschweins (*Hyotherium soemmerringi*), A/V 768 PIMUZ. Balkenlänge = 1 cm.

merringi-Formen aus dem steirischen Tertiär (THENIUS 1956, S.378). Darüber hinaus entsprechen die Masse der Unterkiefermolaren genau den Mittelwerten für *H. s. soemmerringi* (HÜNERMANN 1968, Tab.9). Aus dem Vergleich geht hervor, dass das *Hyotherium* vom Hüllstein grösser ist als *H. s. medium* (THENIUS 1956, S.379). *H. s. bavaricum* (DEHM 1980, S.54 und Tf.1) wirkt bei gleicher Länge massiger als unser Stück, was vor allem am M_3 -Talonid zum Ausdruck kommt. Wegen der Grössenordnung der Zähne ist auch eine Zugehörigkeit zur Gattung *Palaeochoerus* auszuschliessen.

2.55 *Dorcatherium* sp. (Fig. 12, 13)

Von diesem Wiederkäuer (Ruminantia, Artiodactyla) liegen zwei Kieferfragmente mit mehreren Zähnen sowie über 20, zum Teil fragmentäre Einzelzähne vor. Ausser diesen Gebissresten sind im Fundgut ein Metapodium und ein Calcaneus mit Ruminantier-Bauplan vorhanden. Diese beiden Knochen werden vorläufig ebenfalls auf *Dorcatherium* bezogen, da bisher kein weiterer Ruminantier durch Gebissreste nachgewiesen werden konnte. *Dorcatherium* ist somit der mit Abstand am häufigsten belegte Grosssäuger der Hüllstein-Fauna. Die Backenzähne dieses stratigraphisch ältesten Traguliden sind sehr charakteristisch. Die Prämolaren zeigen im Profil pyramidenförmige Kronen wie die gleichzeitigen suiformen Paarhufer. Die Unterkiefermolaren weisen nicht nur die ausgeprägte «Palaeomeryxfalte» auf, sondern die übrigen Haupthöcker tragen ebensolche Falten an den Hinterwänden. Die infolgedessen vorhandenen isolierten Grate laufen im Zentrum der Molarkronen aufeinander zu und bilden die Form eines liegenden X. Diese für *Dorcatherium* charakteristische Konfiguration wird als «interlobarer Verstrebungstyp» bezeichnet.



Fig. 12. Rechter Unterkiefer mit vollständiger Backenzahnreihe eines Hirschferkels (*Dorcatherium* sp.), A/V 769 PIMUZ. Balkenlänge = 1 cm.

Nach Grössenvergleichen mit Originalmaterial gleichaltriger Fundorte im Naturhistorischen Museum Basel sowie mit MÖTTL (1964) liegt wohl am ehesten *Dorcatherium crassum* vor. Da dieser Ruminantier in der Oberen Süsswassermolasse der Zentral- und Ostschweiz häufig ist, jedoch noch nie eingehend untersucht wurde, dürfte sich eine ausführliche Vergleichsstudie anbieten.

2.56 *Anchitheriomys wiedemanni* (ROGER 1885)

Obwohl dieser Nager aufgrund seiner Zugehörigkeit zur Ordnung Rodentia üblicherweise zu den Kleinsäugetern gestellt wird, liegt seine Grössenordnung durchaus im Bereich der Grosssäuger. Die Seltenheit dieser Form, ihr auffallendes Merkmalsmosaik (HÜNERMANN 1982) sowie ihre stratigraphische Bedeutung bedürfen einer eingehenden Diskussion, welche den Rahmen dieser einführenden Mitteilung sprengen würde. Bisher liegen 8 zum Teil fragmentäre Zähne vor. Mit diesen sind das Vordergebiss sowie die Molaren des Ober- und Unterkiefers und der Prämolare des Unterkiefers belegt.

3. Die Fundstelle Martinsbrünneli

(Tf. 1, Profil C; Koord. 705.750/233.770)

Die geologische Situation ist mit der des etwa 200 m weiter östlich gelegenen Strasseneinschnittes am Hüllistein vergleichbar. Das «Appenzellergranit»-Leitniveau ist im oberen Teil konglomeratisch (Hüllistein-Konglomerat, in einer Rinne gelagert), darunter sandig ausgebildet; die Basis ist nicht aufgeschlossen. Etwa 1 m

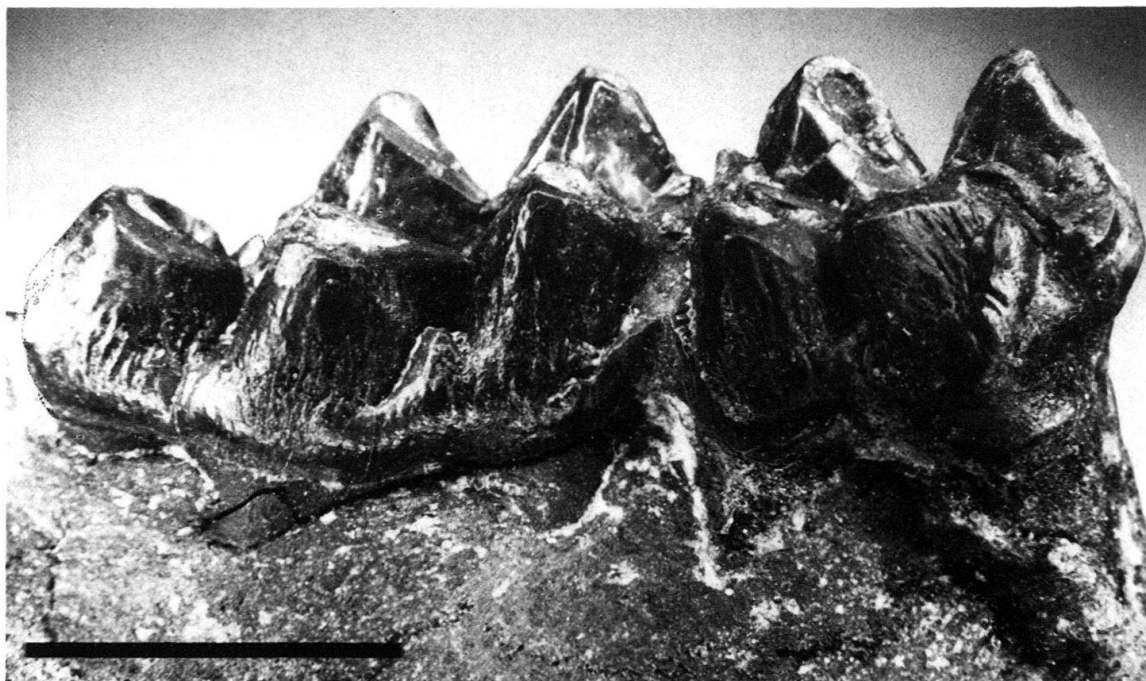


Fig. 13. Unterkieferfragment mit den beiden letzten Backenzähnen (*Dorcatherium* sp.), A/V 770 PIMUZ. Balkenlänge = 1 cm.

tiefer ist durch das unter der Naturbrücke durchfliessende Bächlein die Fundschicht angeschnitten worden. Der beige anwitternde, graue Mergel führt wie die entsprechende Fazies V am Hüllstein Früchte des Zürgelbaumes (*Celtis* sp.), Landschnecken (*Pomatias* sp. [Gehäuse und Deckel], *Milax* sp., *Triptychia* sp., *Cepaea* sp.) und Pyritknöllchen. Die Säugerreste sind besonders im unteren, sandigeren, zähen Teil des Mergels konzentriert. Nach dem Schlämmen von rund 100 kg Mergel konnten hauptsächlich Nagetierreste, daneben auch Zähne eines Schweines und von Insektenfressern, geborgen werden (Tab. 3).

4. Ablagerungsmilieu

Aus regionalen Untersuchungen geht hervor, dass die beiden Fossilfundstellen im distalen Teil des damals etwa 40 km langen und 50 km breiten Hörnli-Schuttfä-

Tabelle 3: Häufigkeit der Säugetierreste vom Martinsbrünneli (Anzahl Einzelzähne).

	Anzahl
R o d e n t i a (Nagetiere)	
Sciuridae (Hörnchen)	
<i>Sciurus bredai</i>	5
Gliridae (Schläfer)	
<i>Microdyromys koenigswaldi</i>	4
<i>Microdyromys</i> cf. <i>miocaenicus</i>	5
Cricetidae (Hamster)	
<i>Democricetodon brevis</i>	6
<i>Megacricetodon</i> aff. <i>germanicus</i>	14
<i>Eumyarion</i> sp.	1
und mindestens ein weiterer Cricetide indet.	3
L a g o m o r p h a (Hasenartige)	
<i>Ochotonidae</i> indet. (spärliche und sehr fragmentäre Reste eines Pfeifhasen)	5
I n s e c t i v o r a (Insektenfresser)	
Erinaceidae (Igel)	
<i>Galerix</i> cf. <i>socialis</i>	7
Soricidae (Spitzmäuse)	
<i>Dinosorex sansaniensis</i>	8
A r t i o d a c t y l a (Paarhufer)	
Suidae (Schweine)	
<i>Hyotherium</i> sp.	1
Total	
	59

chers entstanden sind (BÜRGISSER 1980). Lithologie, Isotopenwerte, Mollusken und Säuger der Abfolge unter dem «Appenzellergranit» weisen auf Rinnensedimente und Ablagerungen ausserhalb davon hin.

Die Konglomerat-Fazies (I) stellt aufgrund der gerundeten Gerölle und der tonfreien Matrix eine kiesige Füllung einer Flussrinne dar. Die undeutlich horizontal begrenzten Einheiten deuten auf Kiesbänke ohne schräge Anlagerungsflächen. Anderswo im Hörnli-Fächer, doch an entsprechender Stelle, lassen Feldbeobachtungen und hydrologische Überlegungen eine Breite des kiesigen Gebietes in der Grössenordnung von 500 bis 1350 m und eine gekrümmte Hauptrinne mit einer Tiefe von einigen Metern bei Hochwasser annehmen. Rezente Flüsse mit ähnlicher Tiefe und Geschiebegrösse besitzen ein Gefälle von 1 bis 3 m/km (0,06–0,17°) – die Neigung des Schuttfächers beim Hüllistein war demnach recht gering.

Auch die Sandstein-Fazies (II) ist eine Flussrinnenablagerung, die allerdings bei geringerer Strömung im letzten Stadium dieser Flussrinne entstand. Nach der episodischen Füllung einer 10–15 m breiten, etwa 1,5 m tiefen Rinne wurde eine geringmächtige Sandschicht flächenhaft auf der Kiesoberfläche abgelagert, wie es BOOTHROYD (1972) und GUSTAVSON (1978) in rezenten Kiesflüssen beobachteten. Darin tieften sich seichte Rinnen ein, in denen Muscheln und Wasserschnecken lebten. Im fliessenden Wasser wuchsen Algenkrusten um aufgearbeitete Gerölle und Organismenreste. Entsprechende rezente Vorkommen von Algenknollen in Flüssen beschrieben GOLUBIĆ & FISCHER (1975) sowie BAUMANN (1911) und SCHÄFER & STAPF (1978) aus dem Untersee (Bodensee). Nach FREYTET & PLAZIAT (1972) treten im Tertiär von Spanien und Südfrankreich Algenknollen verschiedenster Grössen, umkrustete Gerölle und Schalen sowie deren Bruchstücke in linsenförmigen Konglomeraten und schräggeschichteten Sandsteinen des axialen Bereichs von Flussrinnen auf. In mergeligen Sandsteinen der Flussränder kommen dort grössere Algenstrukturen vor.

Bei Hochwasser wurden nicht nur Sand, sondern auch gröbere Komponenten transportiert. Lokal kam es so zur Konzentration von alpinen Geröllen, aufgearbeiteten Schlammknollen und abgerollten oder zerbrochenen Onkoiden und Wirbeltierresten. Nach SCHÄFER & STAPF (1978) entstehen glatte massive Onkoide, wie sie in Hüllistein dominieren, im Bodensee durch Abrollung von schwammigen Formen.

Die Rinnensedimentation kam mit der geringmächtigen Sandstein/Mergel/Kohle-Fazies (III) meistens zum Abschluss. Das sandig-siltige Material und die eingeschwemmten Pflanzenreste wurden in seichtesten Rinnen und sumpfigen Überschwemmungsflächen abgelagert. Der Kalk der Sandstein/Kalk-Fazies (IV) wurde vermutlich als Seekreide in einem kleinen stehenden Gewässer ausgefällt, das anhand der Geometrie ein abgeschnittener seichter Flussarm gewesen sein könnte. Die Schrumpfungsrisse und die am besten als Wurzelstrukturen gedeuteten sparitgefüllten Gänge und Röhren weisen auf kurzzeitige Trockenlegung und Bodenbildung hin (BECQ-GIRAUDON & FREYTET 1976, PLAZIAT & FREYTET 1978).

Die Großsäugerreste der Fazies II und III sind zusammengeschwemmt. Diese Umlagerung dürfte der Grund für die auffallende Artenarmut sein. Das gegenüber anderen Fundstellen der Oberen Süsswassermolasse, z.B. Käpfnach ZH oder Schlattingen TG, nicht übliche Überwiegen des traguliden Artiodactylen *Dorcatherium* könnte ökologische Gründe haben; sein nächster rezenter Verwandter, das

Hirschferkel *Hyemoschus*, lebt in den tropischen Regenwäldern Zentral- und Westafrikas. Wie die relativ häufigen Biber (*Anchitheriomys* und *Stenofiber*) zeigt es einen gewässerreichen Lebensraum an. Rezente Vertreter der gefundenen Weichschildkröte *Trionyx* leben in grösseren Flüssen gemässiger bis tropischer Zonen. Überraschend ist das vollständige Fehlen von Raubtierresten.

Die Mergel-Fazies (V) repräsentiert einen längeren Zeitraum von Sedimentation auf dem Überschwemmungsgebiet des Schuttfächers; die Rinne des Hörnli-Flusses verlief anderswo. Die kohligen Mergel zeigen Bodenbildungen in rinnenfernen, sumpfigen Senken mit hohem Grundwasserspiegel an, in denen reichlich vorhandenes Pflanzenmaterial nur unvollständig oxidierte. Dieser Biotop bot neben Landschnecken anfänglich auch der Wasserschnecke *Brotia* und der Sumpfschildkröte *Emys* günstige Lebensbedingungen. Da diese nur auf die Basis beschränkt sind und weder Fischzähne, Ostracoden noch Characeen auftreten, wurden die anfänglich bestehenden Tümpel vermutlich bald zugeschüttet. Später waren die sumpfigen Senken mindestens teilweise bewaldet (aufrechte Baumstrünke).

Der grösste Teil der Überschwemmungsebene lag aber meist trocken. Auf den grauen Mergelböden der Sumpfränder wuchsen Zürgelbäume und lebten die Landschnecken *Milax* und *Triptychia*, während weiter entfernt der Schlamm nach den Überschwemmungen lange Zeit trocken lag und ein eher lebensfeindliches Milieu darstellte (fossilfreie rote und gelbe Mergel); immerhin lebte vermutlich *Ophisaurus* in diesen relativ trockenen Gebieten.

Die Sauerstoff- und Kohlenstoff-Isotopenverhältnisse zeigen Veränderungen während der Verfestigung des Schlammes zu Mergel an. Gegenüber einem Kalkgeröll, bei dem nach der Ablagerung wahrscheinlich kein Isotopenaustausch mehr stattfand, sind der Sauerstoff und der Kohlenstoff der gemessenen Mergelproben leichter (Fig. 8, Tab. 1), was auf Umkristallisation und Zementbildung in «süßem» Porenwasser hinweist (vgl. DICKSON & COLEMAN 1980). Die negativeren ^{13}C -Werte deuten auf Calcit hin, der in Porenwasser ausgefällt wurde, das infolge zersetzenden organischen Materials einen sehr negativen ^{13}C -Wert aufwies.

Die ruhigen Ablagerungsverhältnisse der Fazies V beim zukünftigen Hüllistein wurden durch das «Appenzellergranit»-Ereignis (Fazies VI) jäh unterbrochen. Schlamm überdeckte die niedere Vegetation der Ebene, nur die Bäume ragten daraus heraus. Die besondere Zusammensetzung dieses Schlammes und der schwerere Kohlenstoff weisen auf eine Herkunft aus einem geologisch eng begrenzten Teilgebiet des Hörnli-Einzugsgebietes hin. Am Hüllistein lassen die Schichtungsarmut und die wirr eingelagerten Pflanzenbruchstücke des basalen Meilener Kalkes einen murgangartigen Ablagerungsprozess vermuten, während nur 600 m weiter westlich die Hell-Dunkel-Wechselschichtung, Belastungsmarken und synsedimentäre Brüche eher eine langsamere Ablagerung in einem stehenden Gewässer andeuten (BÜRGISSER 1980).

Noch vor der Verfestigung des Karbonatschlammes wurde Sand – von ähnlicher, besonderer Zusammensetzung – in flachen Rinnen durch fluviatile Prozesse abgelagert. Die plötzliche Überlagerung des weichen Schlammes führte zu gestörter Schichtung. Anschliessend schnitt sich die etwa 50 m breite Rinne des Hüllistein-Konglomerates bis 4 m tief ein; vorwiegend wurden Karbonatsand und -schlamm erodiert, lokal aber auch darunter liegende grüngraue und rote Mergel. Durch

fluviale Prozesse wurde diese Rinne gefüllt. Eigenschaften der Kiesfüllung wie Geröllrundung und -zusammensetzung reflektieren wiederum das «Appenzellergranit»-Ereignis: Die Gerölle sind zum grossen Teil fluvial aufgearbeitetes und weitertransportiertes Murgang-Material. Daneben sind auch grössere Brocken aufgearbeiteter Mergel und Konglomerate und bereits wieder das übliche Material des Hörnli-Flusses vertreten.

Der geschichtete Mergelsandstein im Dach des Aufschlusses dürfte analog ähnlichen Bildungen in der Zentralschweiz (MATTER et al. 1980) auf den natürlichen Dämmen der Kiesrinne abgelagert worden sein.

Das Klima war relativ warm und feucht. HANTKE (1983) schliesst nach den fossilen Floren der tiefern OSM auf ein Jahresmittel der Temperatur von 16,5–17 °C und auf einen jährlichen, auf zwei Regenzeiten konzentrierten Niederschlag von 130 bis 150 cm.

5. Die biostratigraphische Einstufung der beiden Fossilfundstellen

Umfangreiche Untersuchungen an Säugerfaunen seit den fünfziger Jahren hatten zum Ziel, die stratigraphische Anwendbarkeit von Säugetieren zu prüfen. Zusammenfassende Übersichten hierzu geben z. B. DEHM (1955) und CICHÁ et al. (1972). Die Korrelierungsversuche führten zur Aufstellung einer Abfolge von Säugetierfundpunkten (= Referenzlokalitäten) mit repräsentativen Faunen (= Säugetiereinheiten, «Mammal Units»), zunächst für das Neogen (MEIN 1975), dann für das gesamte Tertiär (FAHLBUSCH 1976). Auch eine monographisch bearbeitete Fundstelle der Oberen Süsswassermolasse, Anwil im Kt. Baselland (ENGESSER 1972), wurde zu einer neogenen Referenzlokalität erhoben.

Obwohl diese Faunenfolge noch mit vielen terminologischen, regionalen und ökologischen Detailproblemen behaftet ist (vgl. ENGESSER et al. 1981, FAHLBUSCH 1981), ist sie bereits mehrfach zur zeitlichen Einstufung von Molasseserien in der Schweiz verwendet worden. Die ersten wenigen Kleinsäugerzähne vom Martinsbrünneli (vgl. S. 737) liessen den Zeitraum der Kleinsäugerzonen NM 6 bis NM 8 vermuten, wobei aus stratigraphischen Gründen die beiden jüngeren Zonen ausgeschlossen werden konnten (BÜRGISSER 1980, 1981b).

Die Verbreitung und die stratigraphische Wertigkeit der Grosssäuger im Miozän Mitteleuropas, die auch in der Fauna von Hüllistein nachweisbar sind, werden aufgrund von Literaturvergleichen in die Säugereinheiten des europäischen Neogens (NM = Neogene Mammal Units) eingestuft (Fig. 14).

Zeitlich zuerst tritt *Hyotherium soemmerringi* bereits im aquitanen Anteil der Unteren Süsswassermolasse (NM 2) auf (HÜNERMANN 1969). Im jüngeren Mittelmiozän (NM 7) wird es allmählich von den spezialisierteren Suiden *Listriodon splendens* und *Conohyus simorreensis* abgelöst, die in der jüngeren Schichtserie der OSM (DEHM 1955) vorherrschen. Mit Beginn des Burdigals (NM 3) charakterisiert *Anchitherium aurelianense* die Säugetierfaunen des mitteleuropäischen Miozäns (WEHRLI 1938). Etwas später (NM 4) gibt der grösste Säuger der Hüllistein-Fauna, *Gomphotherium angustidens*, diesen Säugerfaunen das Gepräge (TOBIEN 1976). Beide Formen überdauern das Ende der Molassesedimentation (TOBIEN 1980). *Dorcatherium crassum* tritt ebenfalls in NM 4 auf (GINSBURG 1974). Das Ende

seiner stratigraphischen Verbreitungszeit ist noch nicht bestimmbar, weil bei der Artabgrenzung nomenklatorische Unstimmigkeiten auftreten (HÜNERMANN 1983). Es ist nämlich nicht ausgeschlossen, dass *Dorcatherium* von «*crassum*-Habitus» noch als Superstit in *Hipparion*-Faunen vorkommt. Die stratigraphische Verbreitung von *Didermoceras sansaniensis* lässt sich noch nicht überblicken, da dieses Taxon einer Revision bedarf. Dagegen liefert der grosse Nager *Anchitheriomys wiedemanni* - trotz seiner unzureichenden Definition - genauere Hinweise. Das älteste Vorkommen von *A. wiedemanni* ist die Braunkohle von Viehhausen bei

NM	H. s.	A. a.	G. a.	D. c.	A. w.
9	?	?	?	?	
8	•••••	•••••	•••••	•••••	
7	•••••	•••••	•••••	•••••	
6	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••
5	•••••	•••••	•••••	•••••	•••••
4	•••••	•••••	•••••	•••••	
3	•••••	•••••			
2	•••••				
1					

Fig. 14. Stratigraphische Verbreitung der in der Hüllstein-Fauna vorkommenden Großsäuger innerhalb der Säugereinheiten des europäischen Miozäns. Abkürzungen: NM = Neogene Mammal Unit = «Säugereinheit», H.s. = *Hyotherium soemmerringi*, A.a. = *Anchitherium aurelianense*, G.a. = *Gomphotherium angustidens*, D.c. = *Dorcatherium crassum*, A.w. = *Anchitheriomys wiedemanni*.

Regensburg (SEEMANN 1939). Die Braunkohle ist das älteste Schichtglied der OSM in Bayern (DEHM 1980). In der jüngeren Schichtserie der OSM kommt dieser auffallende Nager nicht mehr vor (DEHM 1955). Als seine Verbreitungszeit vermuten wir deshalb die Säugereinheiten NM 5 bis NM 6. Die stratigraphische Verbreitung von *Anchitheriomys wiedemanni* erlaubt deshalb die Einstufung der Fundstelle Hüllistein in die Säugereinheiten NM 5 bis NM 6.

Eine erste Durchsicht des bisher ausgelesenen Kleinsäugermaterials von Hüllistein lässt erkennen, dass ochotonide Lagomorphen weitaus am häufigsten sind. Neben *Prolagus oeningensis*, der stratigraphisch keine weitere Einengung erlaubt, kommt *Lagopsis verus* vor. Dieser Pfeifhase weist zwar typischen «*verus*-Habitus» an den Prämolaren auf, ist jedoch eine relativ kleine Form. Nach BUCHER (1982) kommt der typische *L. verus* ab NM 6 vor. Die geringe Grösse der Form von Hüllistein spricht also eher für einen älteren Vertreter und damit für einen Bereich von NM 6 oder den Grenzbereich NM 5/6.

Damit gelangen wir mit der Einstufung der Hüllistein-Fauna in denselben Problemkreis, den ENGESSER et al. (1981, S.946) für die Fundorte Rümikon und Schwamendingen der Zürcher Molasse anschneiden: «Diese Faunen scheinen ein intermediäres Evolutionsniveau zwischen den Zonen NM 5 und 6 zu repräsentieren.» Die in den erwähnten, noch nicht geschlammten 2000 kg kohligen Mergeln der Fazies V vermuteten zahlreichen Kleinsäugerreste könnten erlauben, diese «intermediäre Biozone» zu präzisieren (Tab. 4).

6. Diskussion

Die Bedeutung der beiden neuen Säugetierfundstellen in der Oberen Süsswassermolasse liegt einmal in ihrer besonderen stratigraphischen Lage. Da sie sich unmittelbar im Liegenden eines als isochron anzusehenden Leithorizontes befinden,

Tabelle 4: Korrelierungsversuch von Säugerfaunen des schweizerischen Miozäns mit Säugereinheiten des europäischen Neogens (NM = Neogene Mammal Units) und überregionalen Gliederungen.

Stufen	NM	Referenzlokalitäten	schweizerische Säugetierfaunen	Molassegliederung	marine Gliederung
Ober- miozän	9	Can Llobateres	Charmoille	Obere Süsswasser- molasse (OSM)	Messin
	8	Anwil	Anwil, Vermes 2		Torton
Mittel- miozän	7	Steinheim	St. Gallen		Serravall
	6	Sansan	Rümikon, Zürich-Schwamendingen		Langh
	?		Hüllistein, Martinsbrünneli		
	5	Las Planas 4B	Vermes 1		
Unter- miozän	4	La Romieu	Benken	Obere Meeres- molasse (OMM)	Burdigal
	3	Wintershof-West	Brüttelen		
	2	Laugnac	La Chauv	Untere Süsswas- sermolasse (USM)	Aquitän
	1	Pauhiac	Boudry		

der praktisch im gesamten, recht ausgedehnten Verbreitungsgebiet der Hörnli-Sedimente auftritt, ermöglichen sie die zeitliche Einstufung von Molasseserien eines grossen Gebietes. Zusammen mit weiteren Leithorizonten (vgl. BÜRGISSER 1981b), wie z. B. den immer noch undatierten Bentonitniveaus (PAVONI & SCHINDLER 1981), wird sich so allmählich ein quantitatives Bild der Absenkung und Sedimentation innerhalb eines einzelnen Schuttfächers der Molassevertiefung ergeben.

Die zeitliche Einstufung der beiden Fundstellen ergab NM 5–NM 6 aus den Großsäugerresten, den tieferen Teil von NM 6 aus den bereits bestimmten Kleinsäufern. Diese Daten sind aber noch nicht als abschliessend zu werten, da erst ein Teil der geborgenen Säugerreste bearbeitet ist und auch verschiedene Faunen des Schweizer Molassebeckens zwischen denen der beiden Referenzlokalitäten NM 5 und NM 6 zu liegen scheinen. Gerade für diesen Problemkreis könnte die für die Nordostschweizer Obere Süsswassermolasse einmalige Reichhaltigkeit der Fundstelle Hüllistein mannigfaltige Klarstellungen bezüglich der Evolution einzelner Formen bringen.

Ein dritter interessanter Aspekt der Fundstelle Hüllistein ist die Faziesabhängigkeit der Fossilführung. Im Gegensatz zu OSM-Fundstellen wie Vermees, Käpfnach und Elgg repräsentieren die fossilreichen Fazies zwei Hauptablagerungsmilieus, eine Flussrinne und ein Gebiet ausserhalb davon. In den Flussrinnensanden überwiegen Großsäugerreste, deren Assoziation als zusammengeschwemmt, d. h. allochthon, aufzufassen ist. Dagegen dominieren in den Mergeln der Überschwemmungsebene Kleinsäugerreste, die möglicherweise neben angeschwemmten oder durch Raubvögel zusammengetragenen auch autochthone Formen enthalten. Die verschiedene Faunenzusammensetzung ist offenbar vorwiegend mit diesem Unterschied und nicht palökologisch zu erklären.

Verdankungen

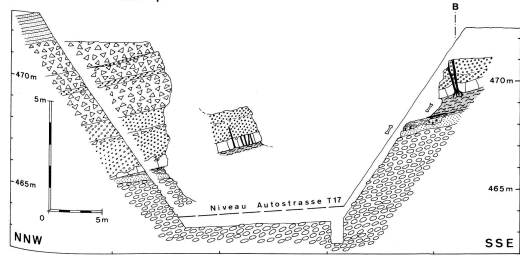
Die Autoren danken allen, die zur vorliegenden Arbeit beigetragen haben: Die Herren Schütz vom Tiefbauamt des Kantons St. Gallen (Zweigstelle Rapperswil) sowie Studerus und Jakober und weitere Mitarbeiter der Baufirmen Geissbühler (Rüti) und De Zanet (Kaltbrunn) erlaubten und ermöglichten durch ihr grosszügiges Entgegenkommen und einen Baggereinsatz die Grabungsarbeiten und Profilaufnahmen in der Baustelle. Die Mitarbeiter des Paläontologischen Instituts der Universität Zürich (Direktor Prof. H. Rieber) sowie K. Ghilardi und Q. He vom Geologischen Institut der ETH Zürich waren massgeblich an der Bergung, Aufbereitung und Präparation des Fossilmaterials beteiligt. Dr. J. A. McKenzie und Q. He (Geologisches Institut) überliessen uns unveröffentlichte Isotopenanalysen. E. Dinkel (Rüti ZH) gab uns freundlicherweise Einsicht in sein gesammeltes Pflanzenmaterial von Hüllistein. Die Photographien verdanken wir U. Gerber (Geologisches Institut), R. Huber (Zürich) und H. Lanz (Paläontologisches Institut). Dr. B. Engesser (Naturhistorisches Museum Basel), Dr. M. Weidmann (Musée Géologique Lausanne), Prof. R. Hantke (Geologisches Institut ETH Zürich) und Dr. M. Epting (Shell Research Rijswijk) übernahmen die kritische Durchsicht des Manuskripts und gaben nützliche Hinweise. Für einen Beitrag an die Grabungskosten danken wir der Karl-Hescheler-Stiftung.

LITERATURVERZEICHNIS

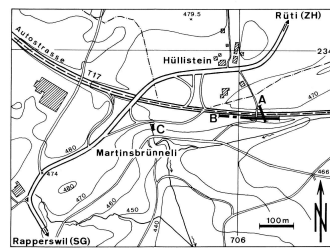
- BAUMANN, E. (1911): Die Vegetation des Untersees (Bodensee). – Arch. Hydrobiol., Suppl. 1, 1–554.
- BECQ-GIRAUDON, J.-F., & FREYTET, P. (1976): L'Oligocène du fossé de Saint-Maixent (Deux-Sèvres): observations paléontologiques et pétrographiques sur les calcaires «lacustres» à attapulgitite. – C.R. Acad. Sci. (Paris) 282, 1943–1946.
- BOOTHROYD, J. C. (1972): Coarse-grained sedimentation on a braided outwash fan, north-eastern Gulf of Alaska. – Tech. Rep. Univ. South Carolina, Coastal Res. Div. 6-CRD.
- BUCHER, H. (1982): Etude des genres *Marcuinomys* LAVOCAT et *Lagopsis* SCHLOSSER (Lagomorpha, Mammalia) du Miocène inférieur et moyen de France. Implications biostratigraphiques et phylogénétiques. – Bull. Mus. natl. Hist. nat. Paris (4), 4 C/1–2, 43–74.
- BÜCHI, U. P., & WELTI, G. (1950): Zur Entstehung der Degersheimer-Kalknagelfluh im Tortonien der Ostschweiz. – Eclogae geol. Helv. 43/1, 17–30.
- BÜRGISSER, H. M. (1980): Zur mittel-miozänen Sedimentation im nordalpinen Molassebecken: Das «Appenzellergranit»-Leitniveau des Hörnli-Schuttfächers (Obere Süswassermolasse, Nordostschweiz). – Diss. ETH Nr. 6582.
- (1981a): Fazies und Paläohydrologie der Oberen Süswassermolasse im Hörnli-Fächer (Nordostschweiz). – Eclogae geol. Helv. 74/1, 19–28.
- (1981b): Zur zeitlichen Einordnung der Oberen Süswassermolasse in der Nordostschweiz. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 126/3, 149–164.
- BÜRGISSER, H. M., FREI, H.-P., & RESCH, W. (1981): Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft in die Molasse der Nordostschweiz und des Vorarlbergs vom 19. bis 21. Oktober 1980. – Eclogae geol. Helv. 74/1, 297–310.
- CICHA, I., FAHLBUSCH, V., & FEJFAR, O. (1972): Die biostratigraphische Korrelation einiger jungtertiärer Wirbeltierfaunen Mitteleuropas. – N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] 140, 129–145.
- DAWSON, M. R. (1967): A register of the Tertiary mammal-bearing localities of Switzerland. – J. Paleont. 41, 1278–1279.
- DEHM, R. (1955): Die Säugetierfaunen in der Oberen Süswassermolasse und ihre Bedeutung für die Gliederung. In: Erlanger geol. Übersichtskarte süddtsch. Molasse 1:300000 (S.81–88). – Bayer. Landesanstalt, München.
- (1980): Über ein neues *Hyotherium* (Suidae, Schweine-Verwandte) aus der Oberen Süswassermolasse Südbayerns. – Ann. nathist. Mus. Wien 83, 49–57.
- DICKSON, J. A. D., & COLEMAN, M. L. (1980): Changes in carbon and oxygen isotope composition during limestone diagenesis. – Sedimentology 27, 107–118.
- ENGESSER, B. (1972): Die obermiozäne Säugetierfauna von Anwil (Baselland). – Tätber. natf. Ges. Basell. 28 (1969–1970), 37–363.
- ENGESSER, B., MATTER, A., & WEIDMANN, M. (1981): Stratigraphie und Säugetierfaunen des mittleren Miozäns von Vermes (Kt. Jura). – Eclogae geol. Helv. 74/3, 893–952.
- FAHLBUSCH, V. (1976): Report on the international symposium on mammalian stratigraphy of the European Tertiary. – Newsl. Stratigr. 5, 160–167.
- (1981): Miozän und Pliozän – Was ist was? Zur Gliederung des Jungtertiärs in Süddeutschland. – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 21, 121–127.
- FRAAS, O. (1870): Die Fauna von Steinheim mit Rücksicht auf die miocänen Säugethier- und Vogelreste des Steinheimer Beckens. – Württemb. natw. Jh. 26, 145–306.
- FREYTET, P., & PLAZIAT, J. C. (1972): Les constructions algaires continentales stromatolithiques. Exemples pris dans le Crétacé supérieur et le Tertiaire de France et d'Espagne du Nord. – Int. geol. Congr., 24th Sess., Canada (Montreal), Section 7, 524–534.
- GINSBURG, L. (1974): Les faunes de Mammifères burdigaliens et vindoboniens des Bassins de la Loire et de la Garonne. – Mém. Bur. Rech. géol. min. 78/2, 153–167.
- GOLUBIĆ, S., & FISCHER, A. G. (1975): Freshwater calcareous encrustation formed by algae. – Verh. int. Ver. angew. Limnol. 19, 2315–2323.
- GUSTAVSON, TH. C. (1978): Bed forms and stratification types of modern gravel meander lobes, Nueces River, Texas. – Sedimentology 25, 401–426.
- HANTKE, R., u. Mitarb. (1967): Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete 1:50000. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 112, 91–122.

- HANTKE, R. (1983): Floreninhalt, biostratigraphische Gliederung und Paläoklima der mittelmiozänen Oberen Süsswassermolasse der Schweiz und ihrer nördlichen Nachbargebiete. – Günzburger Hefte (im Druck).
- HEISSIG, K. (1969): Die Rhinocerotidae (Mammalia) aus der oberoligozänen Spaltenfüllung von Gaimersheim bei Ingolstadt in Bayern und ihre phylogenetische Stellung. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl. [N.F.] 138, 1–133.
- (1972): Paläontologische und geologische Untersuchungen im Tertiär von Pakistan 5. Rhinocerotidae (Mamm.) aus den unteren und mittleren Siwalik-Schichten. – Abh. bayer. Akad. Wiss., math.-natw. Kl. [N.F.] 152, 1–112.
- HERBORDT, O. (1907): Geologische Aufnahme der Umgegend von Rapperswil-Pfäffikon am Zürichsee. – Diss. Univ. Zürich.
- HÜNERMANN, K. A. (1968): Die Suidae (Mammalia, Artiodactyla) aus den Dinotheriensanden RheinhesSENS (Südwestdeutschland). – Schweiz. paläont. Abh. 86, 1–96.
- (1969): Über den Leitwert der Suidae im europäischen Neogen. – Eclogae geol. Helv. 62/2, 715–730.
- (1981): Grabungen des Paläontologischen Institutes und Museums. – Uni Zürich 12/3, 4–6.
- (1982): Die Glimmersandgrube am Rodenberg bei Schlattingen (Kt. Thurgau) als paläontologisches Studienobjekt in der Oberen Süsswassermolasse. – Mitt. thurg. natf. Ges. 44, 7–32 (1981–1984).
- (1983): *Dorcatherium* (Mammalia, Artiodactyla, Tragulidae), das fossile Hirschferkel von Feuerthalen/Flurlingen (Kt. Zürich) bei Schaffhausen und seine Lagerstätte. – Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 32 (1981–1984) (im Druck).
- KYBURZ, W. (1962): Das Palmenblatt vom Hüllistein. – Jh. Verkehrsver. Rüti-Tann 21, 50–51.
- MATTER, A., HOMEWOOD, P., und Mitarbeiter (1980): Flysch and Molasse of Western and Central Switzerland. In: Geology of Switzerland – guide book, Part B. – Wepf, Basel.
- MEIN, P. (1975): Biozonation du Néogène méditerranéen à partir des mammifères. In: Report on activity of RCMNS working groups (1971–1975), S. 78–81.
- MOTTL, M. (1964): *Dorcatherium* aus dem unteren Sarmat von St. Stefan im Lavanttal. – Carinthia II, Mitt. nat.-wiss. Ver. Kärnten 74, 21–24.
- PAVONI, N. (1957): Geologie der Zürcher Molasse zwischen Albiskamm und Pfannenstiel. – Vjschr. natf. Ges. Zürich 102, 117–315.
- PAVONI, N., & SCHINDLER, C. (1981): Bentonitvorkommen in der Oberen Süsswassermolasse und damit zusammenhängende Probleme. – Eclogae geol. Helv. 74, 53–64.
- PLAZIAT, J.-C., & FREYTET, P. (1978): Le pseudo-microkarst pédologique: un aspect particulier des paléo-pédogenèses développées sur les dépôts calcaires lacustres dans le tertiaire du Languedoc. – C.R. Acad. Sci. (Paris) 286, 1661–1664.
- SCHÄFER, A., & STAPF, K. R. G. (1978): Permian Saar-Nahe Basin and Recent Lake Constance (Germany): two environments of lacustrine algal carbonates. In: MATTER, A., & TUCKER, M. E. (Ed.): Modern and Ancient Lake Sediments. – Spec. Publ. int. Assoc. Sedimentol. 2, 83–107.
- SEEMANN, I. (1939): Die Insektenfresser, Fledermäuse und Nager aus der obermiocänen Braunkohle von Viehhausen bei Regensburg. – Palaeontographica (A) 89, 1–55.
- STEHLIN, H. G. (1914): Übersicht über die Säugetiere der schweizerischen Molasseformationen, ihre Fundorte und ihre stratigraphische Verbreitung. – Verh. natf. Ges. Basel 25, 179–202.
- SUTER, H., & HANTKE, R. (1962): Geologie des Kantons Zürich. – Leemann, Zürich.
- TANNER, H. (1944): Beitrag zur Geologie der Molasse zwischen Ricken und Hörnli. – Mitt. thurg. natf. Ges. 33, 1–109.
- THENIUS, E. (1956): Die Suiden und Tayassuiden des steirischen Tertiärs. – Sitzber. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl., Abt. 1, 165/4–5, 337–378.
- TOBIEN, H. (1968): Ein Katalog der tertiären Säuger-Fundorte in der Schweiz. – Paläont. Z. 42, 127–129.
- (1976): Zur paläontologischen Geschichte der Mastodonten (Proboscidea, Mammalia). – Mainzer geowiss. Mitt. 5, 143–225.
- (1980): A note on the Mastodont Taxa (Proboscidea, Mammalia) of the “Dinotheriensande” (Upper Miocene, RheinhesSEN, Federal Republic of Germany). – Mainzer geowiss. Mitt. 9, 187–201.
- WEHRLI, H. (1938): *Anchitherium aurelianense* CUV. von Steinheim a. Albuch und seine Stellung im Rahmen der übrigen anchitheriinen Pferde. – Palaeontographica, Suppl. 8/7, 1–57.

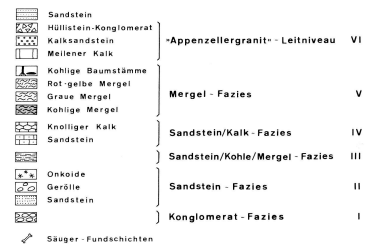
A: Hüllistein - Querprofil



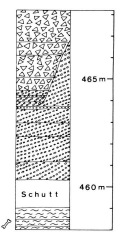
Lageskizze



Legende



C: Martinsbrünneli



B: Hüllistein - Längsprofil

