

**Kleiner Exkursionsführer zu ausgewählten Aufschlüssen in der Molassezone
Oberösterreichs. Freitag, 12. Oktober 2012**

ERICH REITER & BJÖRN BERNING

Geowissenschaftliche Sammlungen, Oberösterreichische Landesmuseen, Welser Str. 20,
4060 Leonding, Austria; E-mail: Erich.Reiter@jku.at

In diesem Exkursionsführer werden sowohl kurze Aufschlussbeschreibungen als auch einige wesentliche geologisch-paläontologische und wissenschaftshistorisch relevante Fakten mitgeteilt. Während PILLER et al. (2007) den heutigen Stand der Stratigraphie im Bereich der Zentralen Paratethys und der angrenzenden Gebiete kompakt zusammenfassen und RUPP et al. (2011) mit den Erläuterungen zur Geologischen Karte von Oberösterreich den geologischen Rahmen vorlegen (Abb. 1), sei für detaillierte Informationen auf das umfangreich gehaltene Literaturverzeichnis verwiesen.

PUNKT 1: 09:00 Uhr, Treffen und Abfahrt von der Außenstelle Welser Str. 20

Fahrt auf der B129 Richtung Westen über Wilhering nach Eferding und Prambachkirchen.

PUNKT 2: Sandgruben der Firma Quarzsande GmbH und Firma Eder in Weinzierlbruck bei Prambachkirchen

Thema: Linzer Sande des Egeriums (Linz-Melk-Formation) und Phosphoritsande (fossilreiche Grobsande) des unteren Ottnangiums (Plesching-Formation).

Lage: große Sandgruben der Fa. Quarzsande GmbH (370 m NN, 48°19'15"N, 13°54'00"E) bzw. Fa. Eder Holding (380 m NN, 48°19'29"N, 13°54'00"E), in Weinzierlbruck, ca. 1 km nördlich des Ortszentrums von Prambachkirchen.

In beiden Sandgruben ist mustergültig ein Profil erschlossen, das mit hellen, feinkörnigen Sanden der Linz-Melk-Formation (Egerium) beginnt und diskordant von den großteils wesentlich grobkörnigeren und auch dunkleren Phosphoritsanden („fossilreiche Grobsande“) der Plesching-Formation überlagert wird. Im Hangenden treten Lehme auf; das Kristallin, dem die „Linzer Sande“ auflagern, ist durch Bohrungen nachgewiesen, in den etwa 200 m NE befindlichen Aufschlüssen bei Langstögen auch erschlossen („Perlgneise“ nach Schadler, nunmehr als meta- und diatektische Paragneise zu bezeichnen).

Die egerischen Sedimente sind, im Gegensatz zu den gleichaltrigen Sanden der Linzer Bucht (Stadtgebiet von Linz und Plesching, siehe Punkt 5), Makrofossil-leer, bis auf zahlreiche Lebensspuren von Ophiomorpha (HOHENEGGER & PERVESLER, 1985). Die Sande

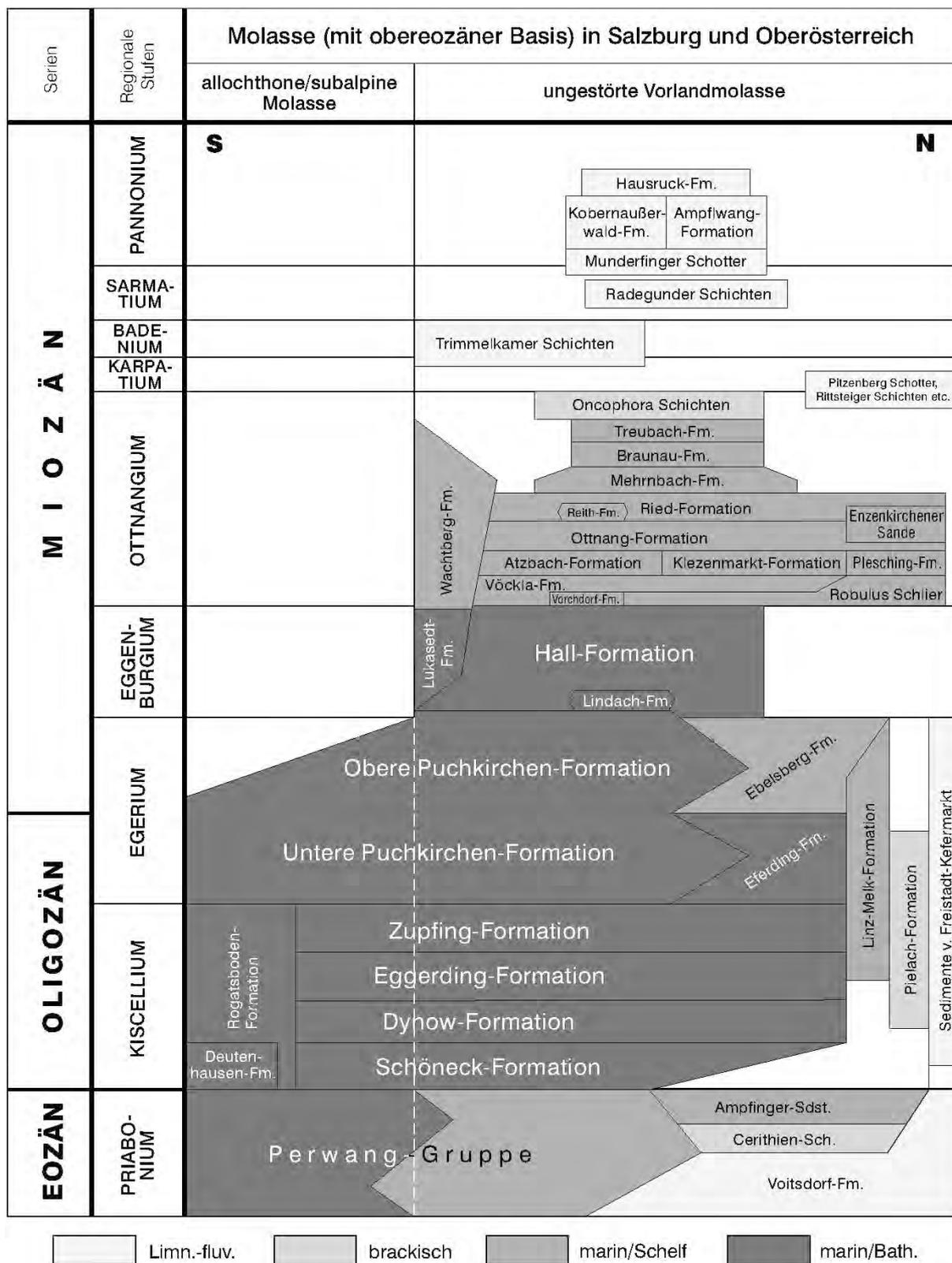


Abb. 1. Stratigraphische Übersicht der paläogen-neogenen Molassezone Oberösterreichs. Aus RUPP et al. (2011).

weisen innerhalb der zwischen 5 und 20 m mächtigen Sedimenteinheiten deutliche Schrägschichtung auf, die mit 20° bis 30° gegen Süden einfällt (FAUPL & ROETZEL, 1990). Darüber folgen scharf abgeschnitten die untermiozänen Phosphoritsande, die knapp über dem Linzer Sand besonders grob ausgebildet sind. Die Phosphoritknollen sind hier als „Knollenlesedecken“ (Schadler) angereichert; auch Kristallingerölle bis Kopfgröße sind keine Seltenheit. Tafel- und keilförmige Schrägschichtungseinheiten mit schaufelförmigen Leebältern erreichen mehrere Meter Mächtigkeit und deuten auf eine starke Gezeitenaktivität hin (FAUPL & ROETZEL, 1990; KRENMAYR & ROETZEL, 1996).

Die Grobsande sind durch ihren Reichtum an Fossilien bekannt geworden. Zähne von Selachiern sind bei Sammlern besonders begehrt; das Artenspektrum gleicht jenem von Plesching bei Linz. Daneben finden sich Cetaceenreste (Zähne und zumeist stark gerollte Kieferfragmente), Reste von Halitherien (Zähne und Rippen), Crocodylidae und Huftiere (*Brachyodus onoideus* Gervais, *Tapirus* sp., *Brachypotherium* sp.).

Vor allem während der bergbaulichen Aktivitäten konnten weiters zahlreiche Holzreste geborgen werden. Sie sind allerdings, wie meist alle Makrofossilien, fragmentiert und stark gerollt, trotzdem aber holzanatomisch bestimmbar. Es handelt sich vor allem um phosphatisierte Fossilreste, oft in Phosphatknollen „eingebacken“, seltener um Kieselhölzer. Auf Veranlassung von J. SCHADLER wurden während der Probeschürfe 1937-1939 mehr als 2000 Stück geborgen und von HOFMANN (1944, 1952) wissenschaftlich ausgewertet.

Einige historische Notizen zum Phosphatbergbau in Prambachkirchen: Der Erstdnachweis für konkretionär gebildete Phosphorite (Phosphatite) gelang J. SCHADLER zur Beginn der 1930er Jahre im Raum Linz-Plesching (SCHADLER, 1932), kurz darauf im Zuge seiner Kartierungsarbeiten auf Blatt Linz-Eferding (1:75.000) auch in den Neogensedimenten westlich von Eferding (SCHADLER, 1934a, b; 1947). Da in der Umgebung von Prambachkirchen die Phosphate wesentlich größer dimensioniert waren als jene in Plesching – knollige oder plattige Konkretionen von mehreren kg Masse sind keine Seltenheit – und damit der „Flächenwert“ der Lagerstätte (d.h. gewinnbare Knollen pro m² der Lagerstätte bis in maximal 15 m Teufe) bedeutend höher bewertet werden konnte, begann nach anfänglichen Schurfarbeiten ein bescheidener Abbau. Zunächst wurden Logistik, Material und Personal von der WTK (Direktion der Wolfsegg-Traunthaler Kohlenwerks AG in Thomasroith) zur Verfügung gestellt. Schadler kamen in dieser Hinsicht seine praktischen Erfahrungen zugute, die er beim Abbau der Höhlenphosphate bei Mixnitz in der Steiermark gewonnen hatte. Aber erst mit dem Anschluss Österreichs im Jahr 1939 konnte ein regulärer Bergbau eröffnet werden (Archiv J. SCHADLER, OÖ. Landesmuseen, Geowiss. Abteilung). Das per Hand ausgelesene Phosphat wurde mit der Eisenbahn nach Moosbierbaum bei Tulln in die dort neu errichteten Chemiewerke verbracht, wo der Schwefelsäureaufschluss und damit die Herstellung einsatzfähiger Düngemittel erfolgten.

Von Ende 1944 bis 1948 ruhte der Abbau, wurde aber dann mit neuer Zielsetzung (Verarbeitung in Linz/Donau in den hiesigen Stickstoffwerken) bis 1952 fortgeführt (TANZMEISTER, 1951). Zeitweilig waren bis zu 200 Personen, vornehmlich Frauen, mit der händischen Sortierung beschäftigt. Ein von Prof. BIERBRAUER am Institut für Aufbereitungskunde der Montanistischen Hochschule Leoben speziell für diese Lagerstätte entwickeltes Aufbereitungsverfahren („Pickverfahren“ nach BIERBRAUER, 1937a, b) kam nicht mehr zum Einsatz; die sprunghaft verbesserte wirtschaftliche Lage ermöglichte schließlich die ausreichende Versorgung der heimischen Düngemittelproduzenten mit ausländischen, vor allem nordafrikanischen Rohphosphaten. Damit endete im Jahre 1952 einer der bemerkenswertesten, aber leider auch viel zu wenig bekannten Bergbaue Österreichs (vgl. auch HEINRICH et al., 2011).

Weiterfahrt Richtung Südwesten über Waizenkirchen – Grieskirchen – Haag am Hausruck nach Geboltskirchen.

PUNKT 3: Schottergrube Scheiben, S Geboltskirchen

Thema: Grobkiese und -schotter des Hausruck, Hausruck-Formation, Oberes Miozän (oberes Pannonium, Molluskenzone G).

Lage: Schottergrube (Firma HUBERT ENGELMAIR) (661 m NN, 48°08'02"N, 13°37'47"E), südlich der Ortschaft Scheiben bei Geboltskirchen.

Diese Schottergrube wurde nach bescheidenen Anfängen um 1950 in den letzten Jahren beträchtlich vergrößert. Sie erschließt ein etwa 10-15 m hohes Profil in den sogenannten Hausruck-Schottern [nach Becker (1948) auch Hausruck-Deckschotter, oder – in der älteren Literatur – im Sinne von ABERER (1958) auch Hausruck-Kobernauserwald-Schotter genannt]. Heute sind Kobernauserwald-Schotter (= Kobernauserwald-Fm.) und Hausruckschotter (= Hausruck-Fm.) nach RUPP (2008) nicht zuletzt auf Grund ihres Geröllspektrums und der Schwerminerale, als eigenständige lithostratigraphische Formationen getrennt, folglich wurden auch unterschiedliche Stratotypus-Lokalitäten festgelegt. Für die Hausruck-Fm. sind es die bekannten Großaufschlüsse bei Schernham westlich von Haag am Hausruck.

Die Hausruckschotter liegen diskordant auf der Kohletonserie (= Ampflwang-Fm.) mit Liegendschichten, samt Zwischenmitteln) s. str. und Hangendtonen, die sich gegen Westen intensiv mit der Kobernauserwald-Fm. verzahnt und letztlich von dieser ersetzt wird.

Lithologisch handelt es sich um meist deutlich geschichtete Fein- bis Grobkiese, die immer wieder von sandigen Lagen durchsetzt sind. Die gut gerundeten Gerölle sind zumeist von einer sandigen Matrix umgeben, fallweise treten schwach konglomerierte Anteile auf; die karbonatischen Matrix-Sande stammen offensichtlich aus der Verwitterung kalkalpiner

Gerölle (MACKENBACH, 1984), die durchaus nicht selten sind. Petrographisch handelt es sich allerdings meist um Quarze, Quarzite, Hornsteine, Amphibolite und sog. „Zentralgneise“ (Meta„granite“ und „-granitoide“ von granitischer, tonalitischer und quarzdioritischer Zusammensetzung, überwiegend aus dem Penninikum des Tauernfensters stammend). Die karbonatischen Gerölle weisen einen Anteil um 15 % auf, dies unterscheidet sie eindeutig von den weitgehend kalkfreien Schottern des westlichen Hausruck und des Kobernaußer Waldes. Ausführlichere schotterpetrographische Daten finden sich u. a. bei SKERIES (1995, 1996, 2000).

Die Färbung ist im Allgemeinen weiß bis grau, oft aber durch Verwitterung Fe-hältiger Gesteine gelblich-braun bis rostbraun; die Größe der Gerölle übersteigt selten 1 dm.

An der Basis dieser Schotter treten relativ häufig verkieselte Holzreste bis zu mehreren Metern Länge und etlichen Dezimetern Durchmesser auf. Sie stellen in den Grobsieben der Gewinnungsbetriebe auffällige Fundstücke dar, werden zum überwiegenden Teil sorgfältig geborgen und häufig an interessierte Sammler verkauft; so sind zum Teil qualitativ und quantitativ hervorragende Privatsammlungen entstanden (z.B. die Sammlungen HÖTZINGER in Neuhofen bei Ried und KREUZHUBER in Hohenzell bei Ried).

Die allochthone Wirbeltierfauna, seit dem 19. Jahrhundert bekannt, ist für die stratigraphische Einstufung bedeutsam (siehe u.a. THENIUS, 1952; RABEDER, 1985; DAXNER-HÖCK, 2004) und indiziert ein abwechslungsreiches, flussnahes Ökosystem mit unterholzreichen Wäldern und Lichtungen. Huftiere wie *Tapirus* sp., *Hippotherium primigenium* Meyer, *Hipparion gracile* (KAUP), *Dorcatherium naui* KAUP, *Korynochoerus palaeochoerus* (KAUP), Nashörner wie z.B. *Dicerorhinus schleiermachersi* (KAUP) und Rüsseltiere, wie *Tetralophodon longirostris* (KAUP), *Tetralophodon longirostris/avernensis* und *Stegotetrabelodon grandincisivus* (SCHLESINGER) erlauben eine Einstufung in das Pannonium bzw. Pontium (*T. longirostris/avernensis*). Eine genauere Einstufung in die Säugetierzone MN10 ermöglichen Funde verschiedener Kleinsäuger, unter denen das neue Taxon *Pseudocollimys steiningeri* DAXNER-HÖCK, 2004 besondere Erwähnung verdient.

Weiterfahrt über Kohlgrube nach Wolfsegg (Mittagspause). Dann weiter Richtung Ottnang.

PUNKT 4: Naturdenkmal (Geotop) Ottnangium (Schanze zwischen Wolfsegg und Ottnang)

Thema: Typlokalität des Ottnangiums mit Ottnanger Schlier (Ottnang-Formation), Unteres Miozän (unteres Ottnangium).

Lage: nördlich der Straßenkehre von Wolfsegg nach Ottnang (600 m NN, 48°06'07"N, 13°40'08"E).

Der Ottnanger Schlier ist im Inn- und Hausruckviertel weit verbreitet und erreicht Mächtigkeiten von 80-100 m. Im Liegenden finden sich die Atzbacher Sande, überlagert wird er i. A., vor allem im westlichen Innviertel, von den Rieder Schichten (z.B. KRENMAYR & ROETZEL, 1996). Im Raum Ottnang-Wolfsegg bildet allerdings die Kohlentonserie (Pannonium) das Hangende.

Der Begriff Schlier geht etymologisch auf „Schliof“ des CHRISTIAN KEFERSTEIN (1784-1866) zurück, von FRANZ CARL EHRLICH (1808-1886) wurde der Terminus „Schlier“ in die geologische Literatur Oberösterreichs eingeführt; bezeichnet wurden damit feinkörnige, zumeist tonige Sedimente des „(Jung-)Tertiärs“.

Der Ottnanger Schlier (Abb. 2) ist petrographisch als schlecht sortierter, tonig-sandiger Silt bis Sandsilt ausgebildet, undeutlich geschichtet bis stark verwühlt; im Dezimeterbereich ist Bankung festzustellen. Die Färbung reicht von mittelgrau bis blaugrau, die Schichtflächen zeigen häufig gut eingeregeltten Hellglimmer (*Muskovit*), mitunter auch Pflanzenhäcksel. Der Kalkgehalt liegt bei knapp 25 % (KALTBEITZER, 1988).

Die Mineralzusammensetzung zeigt vor allem *Schichtsilikate*, ferner *Quarz*, *Calcit*, *Dolomit* und diverse *Feldspäte*. Unter den Phyllosilikaten dominieren *Montmorillonit*, *Muskovit*, *Illit* und *Chlorit*, während *Kaolinit* fehlt (RUPP & VAN HUSEN, 2007). Im Spektrum der Schwerminerale dominiert *Granat*, gefolgt von *Epidot/Zoisit*, *Hornblende*, *Staurolith*, *Apatit*, und *Disthen*, seltener treten *Rutil*, *Zirkon* und *Turmalin* auf. Die relative Seltenheit des Zirkons belegt damit als Hauptliefergebiet den alpinen Raum; nach unseren Erfahrungen weisen Molassesedimente, deren Ausgangsmaterial überwiegend oder ausschließlich in der Böhmisches Masse zu suchen ist, Zirkon (und Monazit) als wesentliches und häufiges Schwermineral auf (E. REITER, unpubl.; vgl. hierzu auch SALVERMOSER & WALSER, 1991).

Zunächst mögen einige wissenschaftshistorische Daten dieses bedeutenden Aufschlusses mitgeteilt werden. Über die arten- und individuenreichen Makro- und Mikrofossilien des Ottnanger Schliers, im speziellen dieses Fundortes an der „Schanze“ gibt es seit Mitte des 19. Jahrhunderts eine reiche Literatur. Bereits 1850 nennt FRANZ CARL EHRLICH „...aus einer *Mergelgrube nächst Ottnang*...“ 9 Mollusken und einen fossilen Seeigel; 1853 publiziert MORIZ HOERNES (1815-1868) nach Aufsammlungen des berühmten FRIEDRICH SIMONY (SIMONY, 1850) eine Faunenliste mit 29 Mollusken (darunter ein „*Nautilus diluvii Sismonda*“)



Abb. 2. Naturdenkmal und Stratotyp des Ottnangiums: die Ottnanger Schanze. Foto: E. REITER.

und eine Echinodermen-Species („*Spatangus*“). MORIZ HOERNES' Sohn, RUDOLF HOERNES (1850-1912) legt 1875 eine umfangreiche Darstellung der Fauna des Schliers von Ottnang vor, illustriert mit 6 Tafeln (R. HOERNES 1875). Einige Foraminiferen werden bereits 1863 von AUGUST EMANUEL REUSS (1811-1873) beschrieben, die erste ausführliche Bearbeitung verdanken wir F. KARRER (1867). Auch der bedeutende bayrische Geologe („Geognost“) CARL WILHELM VON GÜMBEL (1823-1898) macht im Zuge seiner Studien in der Molasse seiner Heimat nicht bei den Landesgrenzen halt und beschäftigt sich eingehend mit dem Ottnanger Schlier (GÜMBEL 1888). In den 1970er Jahren wurde die Ottnanger Schanze dann als Stratotyp des Ottnangiums deklariert (RÖGL et al., 1973; RÖGL, 1975).

Umfassende Faunenlisten über die Foraminiferen publizieren CÍCHA et al. (1973, 1998). Neuere und ausführliche Faunenlisten befinden sich in ROETZEL & RUPP (1991) sowie in RUPP & VAN HUSEN (2007) in Bezug auf alle Gruppen. In GRUNERT et al. (2010) wird die Foraminiferenstratigraphie ausführlich diskutiert. Die Nannoflora weist mindestens 7 stratigraphisch zuordenbare und zahlreiche umgelagerte kretazische und paläogene Formen auf (RUPP & VAN HUSEN, 2007). Jene erlauben eine Einstufung in das Untermiozän (obere NN2 – NN4); GRUNERT et al. (2010) nennen 8 verschiedene Arten des kalkigen Nannoplanktons, 12 Dinoflagellaten („cysts“) und 3 benthische Foraminiferen. Die Foraminiferen-Mikrofauna ist reich und divers, die Planktonraten schwanken sehr stark (15 bis über 60 %), die häufigste planktonische Art ist *Globigerina ottnangiensis* RÖGL.

Ostracoden sind seltener, eine geraffte Darstellung bietet ZORN (1995); weitere Mikrofossilien sind Schwammspikel, Radiolarien, Diatomeen und Silicoflagellaten.

Die Makrofauna ist mit zwei Anthozoen-Species vertreten (*Discotrochus ottnangensis* Prochazka und *D. hoelzli* KÜHN). Von den Mollusken sind sowohl Bivalven als auch Gastropoden in zahlreichen Arten zu nennen, Scaphopoden in zwei Species, Cephalopoden mit einer Species (*Aturia cf. aturi* BASTEROT). Die Crustaceen (*Randallia strouhali* und *Geryon ottnangensis*) werden von BACHMAYER publiziert (1953). Von den Echinodermata kennen wir bislang *Brissopsis ottnangensis* HOERNES, *Schizaster laubei* HOERNES und *Schizaster grateloupi* SISMONDA, als einziger Vertreter der Asteroidea ist *Goniaster scrobiculatus* HELLER nachgewiesen. Verschiedene Faunenlisten finden sich vor allem in SIEBER (1956), STEININGER et al. (1973), ROETZEL & RUPP (1991) und RUPP & VAN HUSEN (2007).

Vertebraten sind vor allem durch Fisch-Otolithen repräsentiert; RUPP & VAN HUSEN (2007) nennen 4 Genera mit insgesamt 6 Species. Von den Selachiern ist bislang nur *Odontaspis (Synodontaspis) acutissima* AGASSIZ festgestellt worden (REITER 1989).

Der Aufschluss wurde im Juni 1989 durch die Bemühungen von P. POHN (Wolfsegg) und E. REITER (Leonding) unter Schutz gestellt und zum Naturdenkmal des Landes Oberösterreich erklärt [Naturdenkmalnummer OÖ-397, Gemeinde Ottnang am Hausruck, Katastralgemeinde Puchheim, siehe auch REITER (1989), WEIDINGER & BERNING (2011) sowie HOFMANN & KAPL (2011)].

Rückfahrt über Ottnang und Attnang-Puchheim auf der Bundesstraße 1 oder Autobahn A1 (Westautobahn) nach Linz bzw. Linz-Urfahr (Freistädter Straße), weiter nach Katzbach-Plesching.

PUNKT 5: Austernbank und aufgelassene Sandgruben in Plesching bei Linz

Thema: Transgressionskontakt der Linzer Sande (Linz-Melk-Fm., Egerium) mit dem Kristallin und Phosphoritsande (Plesching-Fm., mittleres Ottnangium) mit grobblockigem Hangend-Anteil, darüber riß- oder würmzeitlicher Löss.

Lage: nordöstlich der Ortschaft Plesching (Gemeinde Steyregg, 310 m NN, 48°19'26"N, 14°20'32"E)

Die Aufschlüsse der ehemaligen Sandgruben bei Plesching gewährten ehemals einen direkten Einblick in die Lagerungsverhältnisse der egerischen Linzer Sande und der ottnangischen Phosphoritsande. Die Aufschlussverhältnisse und die reichen Fossilfunde der Pleschinger Sandgruben trugen daher wesentlich zur Unterscheidung und Alterseinstufung der beiden Formationen bei (z.B. SCHADLER, 1947; PODZEIT & STEININGER, 1969; KOHL,

1973, 1979). Leider wurden die Sandgruben jedoch als Naturschutzgebiet und nicht als Geotop ausgeschrieben, so dass das Gebiet inzwischen größtenteils durch Pflanzen überwuchert ist, was besonders die Übergänge zwischen den Linzer- und den Phosphoritsanden, aber auch den zum hangenden Löss betrifft.

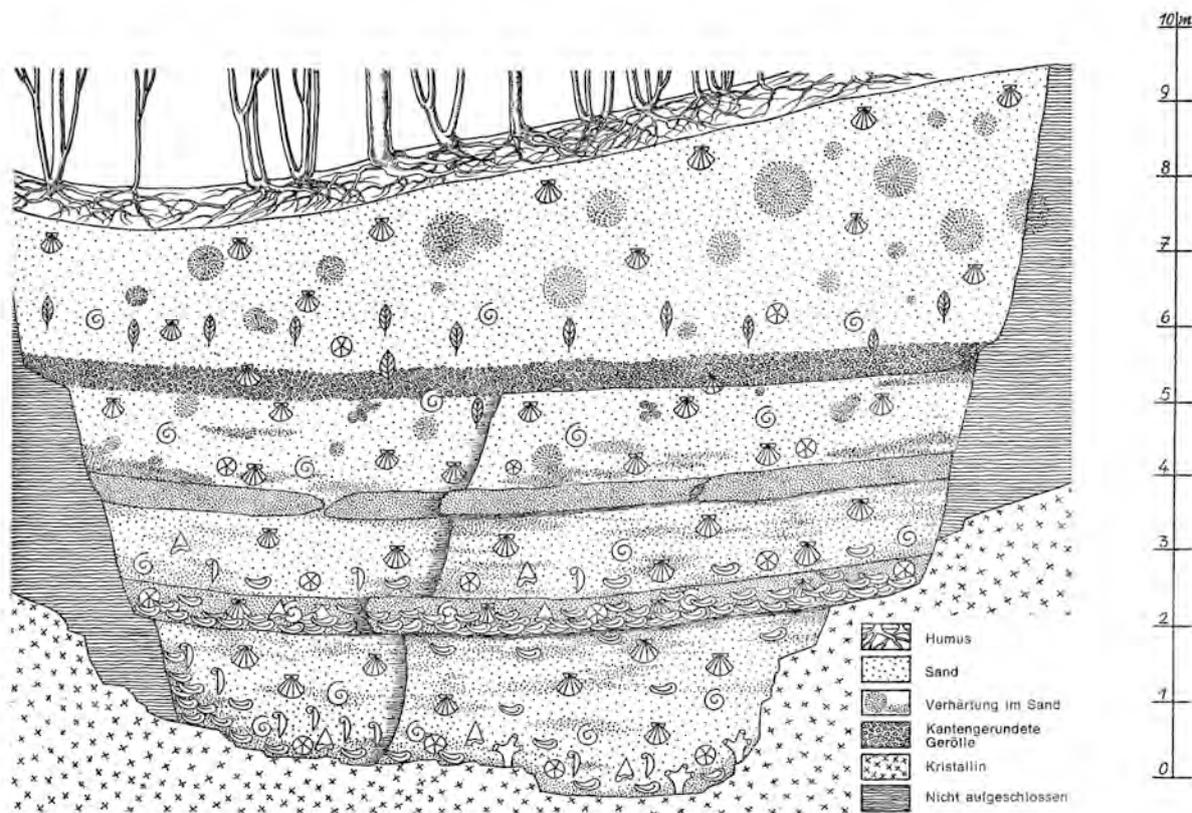


Abb. 3. Schematisches O-W-Profil der egerischen Linzer Sande bei Plesching (Austernbank-Aufschluss). Aus PODZEIT & STEININGER (1969).

Die Linzer Sande der Linz-Melk-Fm. liegen direkt auf dem während einer Transgressionsphase und durch die Brandung des Meeres entstandenen Relief im anstehenden Gneis des Böhmisches Massivs (Abb. 3). In Auskolkungen und auf gerundeten Strandgeröllen konnten etwa Korallen, Austern, Balaniden und Bryozoen in situ gefunden werden (PODZEIT & STEININGER 1969). Der Sand ist, dank eines geringen Kaolin- und hohen Quarzanteils, von weißlich-grauer Farbe. Während zumeist Bivalven und Gastropoden im weichen Sand verteilt vorkommen, ist ein konzentriertes Vorkommen von Austern an der Basis der sogenannten Austernbank zu finden, einer Schicht verwitterungsresistentem Kalk (Abb. 4).

Die mit etwa 20° Richtung NNO einfallenden Linzer Sande des Egeriums werden diskordant von den ottnangischen Phosphoritsanden der Plesching-Fm. überlagert. Die durch eine Transgression entstandene Schichtlücke in diesem distalen Bereich des Molassemeeres umfasst also das gesamte Eggenburgium. Die grob- bis feinkörnigen Phosphoritsande sind



Abb. 4. Die egerischen Linzer Sande bei Plesching. Deutlich zu sehen das Relief des anstehenden Kristallins (rechts unten) und die verwitterungsresistente Austernbank (Bildmitte). Foto: E. REITER.

durch den Glaukonit- und Phosphoritgehalt grünlich-bräunlich gefärbt. Strandblockhalden deuten auf eine steile Felsküste hin. Die Sande sind besonders aufgrund des relativ häufigen Vorkommens von Haizähnen (meist *Odontaspis* spp.) gerade bei Hobby-Paläontologen beliebt. Etwa 20 Arten von Selachiern wurden bislang beschrieben (Schultz 1969), aber auch die Foraminiferenfauna (RÖGL 1969) und zahlreiche Makrofossilien sind bekannt (STEININGER 1966; PODZEIT & STEININGER 1969).

Der Übergang zum hangenden Löss wird durch eine Solifluktionszone gekennzeichnet, die aus einem geschichteten Sand-Löss-Gemisch besteht (nicht mehr aufgeschlossen). Die etwa 6 m mächtige Lössschicht, die typische Gastropodenfaunen enthält, wurde während des Riß- oder Würm-Glazials abgelagert.

Rückfahrt nach Linz.

Literatur

- ABERER, F. (1958): Die Molassezone im westlichen Oberösterreich und in Salzburg. – Mitt. Geol. Ges. Wien, **50**(1957), 23-93.
- BACHMAYER, F. (1953): Zwei neue Crustaceenarten aus dem Helvetschlier von Ottnang (Oberösterreich). – Ann. Naturhistor. Mus. Wien, **59**, 137-140.
- BECKER, H. (1948): Bericht (1947) über Geologische Untersuchungen im westlichen Hausruck und im östlichen Kobernaußer Wald (Bl. Ried-Vöcklabruck). – Verh. Geol. B.-A., **1948**, 42-45.
- BIERBRAUER, E. (1937a): Über ein neues Aufbereitungsverfahren. – Berg- und hüttenmänn. Jb., **85**/3-4, 204-208.
- BIERBRAUER, E. (1937b): Das Pickverfahren – eine neue Aufbereitungsmöglichkeit für grobkörnige Mineralgemische. – Metall und Erz, **34**/23, 599-610.
- CICHA, I., RÖGL, F., ČTYROKA, I., ZAPLETALOVÁ, I. & PAPP, A. (1973): Die Foraminiferen des Ottnangien. – Chronostratigraphie und Neostatotypen, **3**, 297-355.
- DAXNER-HÖCK, G. (2004): *Pseudocollimys steiningeri* nov. gen. nov. spec. (Cricetidae, Rodentia, Mammalia) aus dem Ober-Miozän der Molassezone Oberösterreichs. – Cour. Forschungs-Inst. Senckenberg, **246**, 1-13.
- EHRlich, F.C. (1850): Ueber die nordöstlichen Alpen. Ein Beitrag zur näheren Kenntnis des Gebietes von Oesterreich ob der Enns und Salzburg in geognostisch-mineralogisch-montanistischer Beziehung. Verlag J. Wimmer, Linz, 92 pp.
- FAUPL, P. & ROETZEL, R. (1987): Gezeitenbeeinflusste Ablagerungen der Innviertler Gruppe (Ottnangien) in der oberösterreichischen Molasse. – Jb. Geol. B.-A., **130**/4, 123-154.
- FAUPL, P. & ROETZEL, R. (1990): Die Phosphoritsande und Fossilreichen Grobsande: Gezeitenbeeinflusste Ablagerungen der Innviertler Gruppe (Ottnangien) in der oberösterreichischen Molassezone. – Jb. Geol. B.-A., **133**/2, 157-180.
- FAUPL, P., ROHRlich, V. & ROETZEL, R. (1988): Provenance of the Ottnangian Sands as revealed by statistical analysis of their heavy mineral content (Austrian Molasse Zone, Upper Austria and Salzburg). – Jb. Geol. B.-A., **131**/1, 11-20.

GRUNERT, P., SOLIMAN, A., ČORIĆ, S., SCHOLGER, R., HARZHAUSER, M. & PILLER, W.E. (2010): Stratigraphic re-evaluation of the stratotype for the regional Ottnangian stage (Central Paratethys, middle Burdigalian). – *Newsl. on Stratigraphy*, **44/1**, 1-16.

GRUNERT, P., SOLIMAN, A., ČORIĆ, S., ROETZEL, R., HARZHAUSER, M. & PILLER, W.E. (2012): Facies development along the tide-influenced shelf of the Burdigalian Seaway: an example from the Ottnangian stratotype (Early Miocene, middle Burdigalian). – *Marine Micropaleontology*, **84-85**, 14-36.

GÜMBEL, C.W. von (1887): Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiet. Teil 1: Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiete und die Stellung des Schliers von Ottnang. – *Sitzungsber. bayer. Akademie der Wiss. math.-physikal., Cl. 2*, 230-325.

HEINRICH, M., LETOUZÉ-ZEZULA, G., ATZENHOFER, B., MOSHAMMER, B., PFLEIDERER, S., SCHEDL, A. & WIMMER-FREY, I. (2011): Mineralische Rohstoffe. – In: RUPP, C., LINNER, M. & MANDL, G.W. (Red.): *Geologische Karte von Oberösterreich 1:200.000. Erläuterungen: 161-174. Geol. B.-A., Wien.*

HOERNES, M. (1853): Tertiärpetrefacten von Ottnang und Wolfsegg. – *Jb. Geol. R.-A.*, **4/1**, 190.

HOERNES, R. (1875): Die Fauna des Schliers von Ottnang. – *Jb. Geol. R.-A.*, **25/4**, 333-400.

HOFMANN, E. (1944): Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberdonau. I. Teil. – *Palaeontographica (Abt. B)*, **88**, 1-86.

HOFMANN, E. (1952): Pflanzenreste aus dem Phosphoritvorkommen von Prambachkirchen in Oberösterreich. II. Teil. – *Palaeontographica (Abt. B)*, **92**, 121-183.

HOFMANN, T. & KAPL, S. (2011): Naturdenkmale und Geotope in Oberösterreich. In: RUPP, C., LINNER, M. & MANDL, G.W. (Red.): *Geologische Karte von Oberösterreich 1:200.000. Erläuterungen: 219-222. Geol. B.-A., Wien.*

HOHENEGGER, J. & PERVESLER, P. (1985): Orientation of crustacean burrows. – *Lethaia*, **18**, 323-339.

JENISCH, V. & TICHY, G. (1977): Neue Funde von Mastodonten-Molaren aus den Schottern des südlichen Kobernaußerwaldes (Oberösterreich). – *Jb. oö. Mus.-Ver.*, **122/1**, 193-200.

KALTBEITZER, J. (1988): Geologische, sedimentpetrographische und hydrogeologische Untersuchungen im Hausruckgebiet östlich von Eberschwang. – Unveröff. Diplomarb. Inst. Allg. und Angewandt Geologie der Ludwig-Maximilian-Universität München, 81 pp.

KARRER, F. (1867): Zur Foraminiferenfauna in Österreich. – *Sitz. Ber. Akad. Wiss, Math.-Naturwiss. Cl., I. Abt.*, **55**, 331-368, Wien.

KOHL, H. (1973): Erdgeschichtliche Wanderungen rund um Linz. – *Oberösterreichischer Landesverlag, Linz*, 95 pp.

KOHL, H. (1979): Die Austernbank von Plesching bei Linz, ein fossiles Relikt aus dem Strandbereich des Tertiärmeeres. – *ÖKO.L* **1979/1**, 12-15.

- KRENMAYR, H.G. & ROETZEL, R. (Hrsg.) (1996): Exkursion B2. Oligozäne und miozäne Becken- und Gezeitensedimente in der Molassezone Oberösterreichs. – Exkursionsführer SEDIMENT'96, 11. Sedimentologentreffen, Wien, 1996, 43 pp.
- MACKENBACH, R. (1984): Jungtertiäre Entwässerungsrichtungen zwischen Passau und Hausruck (O. Österreich). – Geol. Inst. Univ. Köln Sonderveröff., **55**, 1-175.
- NIESNER, E., SCHMID, C. & WEBER, F. (1993): Auswertungsprobleme bei Pliozänschottern in der Molassezone von Oberösterreich. – Archiv für Lagerstättenf. Geol. B.-A., **16**, 41-70.
- PILLER, W.E., HARZHAUSER, M. & MANDIĆ, O. (2007): Miocene Central Paratethys stratigraphy – current status and future directions. – *Stratigraphy*, **4**, 151-168.
- PODZEIT, W. & STEININGER, F. (1969): Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes. – Kataloge des Oö. Landesmus., **64**, 1-200.
- RABEDER, G. (1985): Die Säugetiere des Pannonien. – In: PAPP, A., JAMBOR, A. & STEININGER, F. (Hrsg.): *M₆ – Pannonien (Slavonien und Serbien)*. Chronostratigraphie und Neostratotypen, 440-463. Verlag Akad. Kiado, Budapest.
- REITER, E. (1989): Das Naturdenkmal „Otnangien“ zwischen Wolfsegg und Otnang am Hausruck. – OÖ. Heimatblätter, **43/1**, 262-270.
- REUSS, A.E. (1864): Die Foraminiferen des Schliers von Otnang. – Verh. Geol. R.-A., **1864**, 20-21.
- ROETZEL, R. & RUPP, C. (1991): Die westliche Molassezone in Salzburg und Oberösterreich. – In: ROETZEL, R. & NAGEL, D. (Hrsg.): *Exkursionen im Tertiär Österreichs*, 13-57, Österreichische Paläontologische Gesellschaft, Wien.
- RÖGL, F. (1969): Die Foraminiferenfauna aus den Phosphoritsanden von Plesching bei Linz (Oberösterreich) – Otnangien (Untermiozän). – Naturk. Jahrb. Stadt Linz, **15**, 213-234.
- RÖGL, F. (1975): Otnangian. – In: STEININGER, F. & NEVESSKAYA, N. (Hrsg.): *Stratotypes of Mediterranean Neogene Stages*, **2**, 101-120.
- RÖGL, F., SCHULTZ, O. & HÖLZL, O. (1973): Holostratotypus und Faziostratotypen der Innviertler Schichtengruppe. – Chronostratigraphie und Neostratotypen, **3**, 140-196.
- RUPP, C. (Red.) (2008): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 47 Ried im Innkreis, mit Erläuterungen. – Geologische Bundesanstalt, Wien, 100 pp.
- RUPP, C. & VAN HUSEN, D. (2007): Zur Geologie des Kartenblattes Ried im Innkreis. – In: EGGER, H. & RUPP, C. (Red.): *Beiträge zur Geologie Oberösterreichs. Arbeitstagung 2007 der Geologischen Bundesanstalt Blatt 67 Grünau im Almtal und Blatt 47 Ried im Innkreis*, 73-111, Geol. B.-A., Wien.
- RUPP, C., LINNER, M. & MANDL, G.W. (Red.) (2011): Geologische Karte von Oberösterreich 1:200.000. Erläuterungen. – Geologische Bundesanstalt, Wien, 255 pp.

SALVERMOSER, S. & WALSER, W. (1991): Lithostratigraphische Untersuchungen an jungtertiären Molassesedimenten am Nordrand der Taufkirchener Bucht (Oberösterreich). – Jb. Geol. B.-A., **134**/1, 135-147.

SCHADLER, J. (1932): Ein neues Phosphoritvorkommen (Plesching bei Linz, Oberösterreich). – Verh. Geol. B.-A., **1932**/7-8, 129-130.

SCHADLER, J. (1934a): Weitere Phosphoritfunde in Oberösterreich. – Verh. Geol. B.-A., **1934**/4-5, 58-60.

SCHADLER, J. (1934b): Phosphoritvorkommen in Oberösterreich. – Tscherm. Miner. Petr. Mitt., **45**/5-6, 466-469.

SCHADLER, J. (1947): Das Phosphoritvorkommen Plesching bei Linz a. d. Donau. Zusammenfassender Bericht. – Verh. Geol. B.-A., **1945**/1-3, 70-77.

SCHULTZ, O., mit einem Beitrag von STEININGER, F. (1969): Die Selachierfauna (Pisces, Elasmobranchii) aus den Phosphoritsanden (Unter-Miozän) von Plesching bei Linz, Oberösterreich. – Naturk. Jahrb. Stadt Linz, **14**, 61-102.

SIEBER, R. (1956): Die faunengeschichtliche Stellung der Makrofossilien von Ottnang bei Wolfsegg. – Jahrb. oö. Musealver., **101**, 309-318.

SIMONY, F. (1850): Bericht über die Arbeiten der Section V (Reisebericht). – Jb. Geol. B.-A., **1**/4, 651-657.

SKERIES, W. (1995): Bericht 1994 über schotterpetrographische Untersuchungen in der obermiozänen und pliozänen Molasse im östlichen Kobernaußerwald auf Blatt 47 Ried im Innkreis. – Jb. Geol. B.-A., **138**/3, 568-570.

SKERIES, W. (1996): Bericht 1995 über schotterpetrographische Untersuchungen in der miozänen und pliozänen Molasse im Kobernaußerwald auf den Blättern 46 Mattighofen und 47 Ried im Innkreis. – Jb. Geol. B.-A., **138**/3, 378-379.

SKERIES, W. (2000): Gesteinsgesellschaften in jungtertiären Konglomeraten des Kobernaußer- und Hausruck Waldes (Österreich) und ihre Verteilung als Ergebnis der Hebung es alpinen Liefergebietes. – Terra Nostra, **1**, 108.

STEININGER, F. (1965): Ein bemerkenswerter Fund von *Mastodon (Bunolophodon) longirostris* KAUP 1832 (*Proboscidea*, Mammalia) aus dem Unterpliozän (Pannon) des Hausruck-Kobernaußerwald-Gebietes in Oberösterreich. – Jb. Geol. B.-A., **108**, 195-212.

STEININGER, F. (1966): Über eine Fossiliensammlung aus dem Stadtbereich von Linz. – Naturk. Jahrb. Stadt Linz, **12**, 7-10.

STEININGER, F., ČTYROKY, C., HÖLZL, O., KÓKAY, J., SCHLICKUM, W.R., SCHULTZ, O. & STRAUCH, F. (1973): Die Molluskenfauna des Ottnangien. – Chronostratigraphie und Neostatotypen, **3**, 380-615.

SUESS, F.E. (1891): Beobachtungen über den Schlier in Oberösterreich und Bayern. – Ann. Naturhistor. Mus. Wien, **6**, 407-429.

TANZMEISTER, H. (1951): Die Phosphoritlager und ihre Gewinnung. – Montan-Zeitung, **67/2**, 24-25.

THENIUS, E. (1952): Die Säugetierreste aus dem Jungtertiär des Hausruck und Kobernaußerwaldes (O.-Österr.) und die Altersstellung der Fundschichten. – Jb. Geol. B.-A., **95**, 119-144.

WEIDINGER, J.T. & BERNING, B. (2011): Museen, Schaubergwerke, Karsthöhlen, Lehrpfade und Steinparks. – In: RUPP, C., LINNER, M. & MANDL, G. (Red.): Geologische Karte von Oberösterreich 1:200.000. Erläuterungen, 207-217. Geol. B.-A., Wien.

ZORN, I. (1995): Preliminary report on the ostracodes from the Ottnangian (Early Miocene) of Upper Austria. – In: RIHA, J. (Hrsg.): Ostracoda and Biostratigraphy. Proc. 12th Symp. Ostracoda in Prague/Czech. Rep., 26-30 July 1994, Balkema, Rotterdam.