

Der Spirka Member (Schwarzmergel) der Adelholzen Formation (Eozän)

Artikel #116-1-m42 – 28.06.2009 – Alexander M. Heyng – Kontakt: heyng@amh-geo.de

Benennung & Typuslokalität

Benannt nach der Typuslokalität des Members in den Gräben nördlich des Gehöfts Spirka östlich Siegsdorf in Oberbayern.

Alter

Der Spirka Member stellt, gemeinsam mit der Braunen Schicht, die Oberen Adelholzener Schichten gemäß der alten Gliederung dar. HAGN (1981: 70) stellt sie in die *Truncorotaloides rohri*-Zone, also in das Untere Biarritzian (Bartonian). Nach HAGN (ibid.) erlaubt auch das Nannoplankton eine Einstufung in die NP 16 = *Discoaster tani nodifer*-Zone.

Vorkommen & Mächtigkeit

Der Spirka Member konnte im Graben von Spirka (Typlokalität; Mächtigkeit mehrere Meter) wo er das erste Mal durch DE KLASZ (in GANSS, 1956: 67) beschrieben wurden sowie im Wehrprofil („Schwimmbadprofil“) von Siegsdorf an der Weißen Traun (ca. 0,80 Meter) aufgefunden werden.

Im Rohrdorfer Zementbruch konnte der Spirka Member an drei Aufschlüssen beobachtet werden: Einmal im Profil Secula-Tetra-Halle des Rohrdorfer Bruches (ca. 6 Meter), zum Anderen am „Nummulitenköpfl“ (ca. 10 Meter), wo dieser Member schon durch HAGN (1981: 70) beschrieben wurden. Dort liegt er in tektonischem Verband zwischen Stockletten. Ein dritter Aufschluß von Spirka Member fand sich Anfang Juli 2001 im SO-Teil des Rohrdorfer Bruches unterhalb des Bonhartköpfls. Hier fanden sich im grobkörnigen Corallinaceenschutt-Kalk, umgelagerte (!) Schollen des Spirka Member in typischer lithologischer Ausbildung des (Litho)-Fazies-Typs Sm 2 (siehe unten).

Lithologie & Sedimentologie

Beim Spirka Member in seiner typischen Ausbildung (Fazies-Typ Sm1; Basale Fazies) handelt es sich um einen im frischen Zustand schwarzen, getrocknet hellgrauen, feinkörnigen, tonreichen Mergel, der stets feinen Glimmer führt. Basal im Übergang von der Braunen Schicht kann er noch feinst-sandig entwickelt sein, wobei die sandige Komponente aus kleinsten Brauneisenkörnchen besteht. Eine

Schichtung ist meist schlecht ausgebildet und nur durch lagige Anreicherung von Fossilien bemerkbar. In mittleren bis hangenden Bereichen von Fazies-Typ Sm 1 finden sich gehäuft langgezogene (bis zu 50 cm Länge beobachtet) Grabgänge mit bis zu 3 cm Durchmesser; sie sind wahrscheinlich auf Crustaceen zurückzuführen, womöglich auf die unbestimmte Art mit fragilen Scheren (siehe unten).

Tektonisch stark durchbewegte Partien des typischen Spirka Members nahmen fast das Aussehen von Glanzkohle an, und rochen auch stark nach Bitumen. Ähnliche Proben des Spirka Members aus dem Zementbruch Rohrdorf wurden von WEHNER (1981: S. 399 - 408) auf ihren organischen Inhalt untersucht. Danach beträgt der Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff 0,69 %, wobei als Typ des organischen Materials v.a. die bituminöse Grundmasse (> 50%), Liptinite (20 - 50 %), Inertinite ((5 - 20 %) und untergeordnet Vitritite (Nach TISSOT et al. (1974) entspricht der Spirka Mb. dem Kerogentyp II. WEHNER nimmt auch eine geringe thermische Entwicklung des Gesteins an.

Diesen relativ homogenen Mergeln waren im Aufschluss Nummulitenköpfl (Rohrdorf) ein bis drei geringmächtige, lateral auskeilende Horizonte (Mächtigkeiten ca. 10 bis 30 cm) sandreicher Mergel eingelagert (Fazies-Typ Sm2). Die sandige Komponente besteht aus feinkörnigen Brauneisen- und Quarzkörnern. Dieser Fazies-Typ erinnert lithologisch an die Rohrdorf Member, ist jedoch feinkörniger und durch eine meist regellose, durcheinander gewürfelte Lagerung der Fossilien ausgezeichnet (= Slump-Fazies).

Im Hangenden - im Übergang zu den Stockletten - tritt der Spirka Member als hellgrauer bis Hangend grünlichgrauer, toniger, blättrig verwitternder Mergel auf (= Hangende Fazies). Dieser Bereich des Spirka Mb. ist stets stark tektonisch durchbewegt.

Liegende Grenze

Gezielte Probenahmen deuten auf einen fließenden, lithologisch kaum zu fassenden Übergang zwischen dem unterlagernden Rohrdorf Mb. und dem Spirka Member. Dieser Übergang ist gekennzeichnet durch eine stete Abnahme der klastischen Komponenten (Brauneisenkörner, Quarzgerölle) mit einer Zunahme



des Mergelanteils und des Bitumen-Gehaltes (siehe auch Erläuterungen zur hangenden Grenze der Braunen Schicht).

Hangende Grenze

Die Basis der Basisbank der hangenden Stockletten bildet die hangende Grenze des Spirka Member. Diese harte, sandig entwickelte Bank ist als Kondensationshorizont mit Phosphorit-Konkretionen, intensiver Bioturbation (Grabgänge ähnlich wie im Fadenraben Mb. bzw. ähnlich der in sandigen, hangenden Partien der Stockletten) und Fossil-Anreicherung entwickelt.

Fazies-Typen

Ausschließlich anhand der Lithologie scheidet HEYNG (2003) drei (Litho-)Fazies-Typen im Spirka Member aus:

Fazies-Typ Sm1

Lithologie/Sedimentologie: Spirka Member in typischer lithologischer Ausbildung (siehe oben) =2Basale Fazies.

Fazies-Typ Sm2

Lithologie/Sedimentologie: Harte Sandmergelbank (bzw. -bänke) mit reicher Fossilführung; abiog. Komponenten (Brauneisenkörner, nur hier feinkörniger) ähnlich der typischen Braunen Schicht (Fazies-Typ Bs2); meist chaotische Lagerung der Biogene =Slump-Fazies.

Fazies-Typ Sm3

Lithologie/Sedimentologie: Hellgraue bis hangend grünlichgraue, tonige Mergel; Makrofossilien spärlich =Hangende Fazies.

Fossilführung

FORAMINIFERA

Die Mikrofauna des Spirka Member wurde von HAGN an verschiedenen Fundstellen (Region Rohrdorf, Rohrdorfer Bruch, Graben von Spirka) wiederholt intensiv untersucht und besprochen (siehe z.B. HAGN 1981). Er nennt über 50 Foraminiferen-Arten und 24 Nannoplankton-Arten in meist sehr guter Erhaltung. Die entsprechenden Faunenlisten sind hier von ihm übernommen (siehe unten).

BRYOZOA

Bryozoen (mehrere Arten, unbestimmt) konnten nur in Fazies-Typ Sm2 beobachtet werden.

OSTRACODA

Ebenfalls nur in Fazies-Typ Sm2 mit mehreren Arten beobachtet.

DECAPODA

An Decapoda konnten in Fazies-Typ Sm2 Reste von Carapax und Extremitäten (v.a. Scheren) festgestellt werden, die wahrscheinlich zur Gattung *Harpactoxanthopsis* gehören. Weiter fanden sich nicht selten in mittleren bis hangenden Bereichen von Fazies-Typ Sm1 sehr fragile, langgezogene Extremitäten- und auch Panzerreste einer weiteren, unbestimmten Krebsart.

ANTHOZOA

An Korallenresten beschreibt HAGN (1981: 70) „eine stark verästelte Koralle“, die „der Gattung *Diplohelia* nahesteht“. Fast ausschließlich in Fazies-Typ Sm2 fanden sich neben der *Diplohelia* nahestehenden Form mehrere weitere, vorwiegend solitäre Korallenarten (unbestimmt).

ECHINODERMATA

An Echinodermaten (unbestimmt) finden sich hauptsächlich Seeigelreste in Fazies-Typ Sm2, meist Bruchstücke von Coronen und Stachelreste.

GASTROPODA

Der Spirka Member beherbergt eine meist kleinwüchsige, insbesondere in der slump-Fazies Sm2 jedoch äußerst artenreiche Schneckenfauna. Am häufigsten tritt hier *Athleta sp.* auf, die hier als einzige erwähnt werden soll; die Bearbeitung speziell der Gastropoden des Spirka Members mit kleinwüchsigen, meist schwer zu bestimmenden (Steinkern-Erhaltung), bis dahin nicht auftretenden Arten, muss einer eigenen Arbeit vorbehalten bleiben.

BIVALVIA

HAGN (1981: 70) erwähnt aus dem Spirka Member die *Pecte Variamussium (= Propeamussium) sp.* sowie „größere Reste von *Spondylus muensteri* GÜMBEL“. Eigene Aufsammlungen erbrachten neben der häufigen *Propeamussium sp.* eine kleinwüchsige, artenreiche Bivalvenfauna (insbesondere in Fazies-Typ Sm2), die an dieser Stelle nicht näher bearbeitet werden konnte. Das Vorkommen von *Spondylus muensteri* GÜMBEL ist nach eigenen Erkenntnissen jedoch auf den Rohrdorf Member beschränkt.

CEPHALOPODA

In Fazies-Typ Sm1 und auch in Sm2 sind relativ häufig meist kleinwüchsige (bis höchstens ca. 5



Zentimeter im Durchmesser, durchschnittlich etwa 1 bis 2 Zentimeter) Nautiliden-Gehäuse zu finden, insbesondere die immer - unter den erhaltenen, fragilen kreidigen Schalenresten - vollständig pyritisierten Innenwindungen.

VERTEBRATA

Nach freundlicher, mündlicher Mitteilung durch Dr. F. PFEIL führt der Spirka Member eine reiche Haifauna. Erwähnt werden sollen hier nur *Physogaleus secundus* (WINKLER) und *Hexanchus sp.*, die relativ häufig zu finden sind, sowie *Carcharocles auriculatus* (BLAINVILLE) (siehe HEYNG 2007).

NANNOPLANKTON

Zum Nannoplankton des Spirka Member siehe HAGN (1981).

Faunenliste

Zusammenfassend ergibt sich folgende Liste der bisher aus dem Spirka Member bekannten Arten und Formen:

FORAMINIFERA

Radiolaria gen. et sp. indet.
Clavulinoides szaboi haeringensis
Plectina eocenica
Marginulinopsis infracompresa
Vacinulinopsis asperuliformis
Nodosaria latejugata
Uvigerina chirana
Truncorotalia sp.
Turborotalia sp.
Stilostomella sp.
Planulina sp.
Cibicides sp.
Globigerina cryptomphala GLAESSNER
Globigerina eocaena GÜMBEL
Globigerina hagni GOHRBANDT
Globigerina linaperta FINLAY
Globigerinita pera (TODD)
Acarinina bullbrookii (BOLLI)
Acarinina spinuloinflata (BANDY)
Truncorotaloides rohri BRÖNNIMANN & BERMUDEZ
Pseudohastigerina micra (COLE)
Spiroplectammia dalmatina (DE WITT PUYT)
Tritaxia szaboi (HANTKEN)
Karrieriella subglabra (GÜMBEL)
Plectina dalmatina (SCHUBERT)
Tritaxilina pupa (GÜMBEL)
Vaginulinopsis asperuliformis (NUTTALL)
Marginulinopsis infracompresse THALMANN

Nodosaria latejugata GÜMBEL
Bulimina truncana jacksonensiformis HAGN
Uvigerina acutocostata (HAGN)
Uvigerina chirana CUSHMAN & STONE
Stilostomella globulicauda (GÜMBEL)
Gavelinella micra (BERMUDEZ)
Heterolepa n. sp.
Planulina costata (HANTKEN)
Planulina compressa (HANTKEN)
Anomalinoidea alazanensis spissiformis (CUSHM. & STAINFORTH)
Ammodiscus sp.
Qinqueloculina sp.
Sigmoilina sp.
Robulus sp.
Dentalina sp.
Nodosaria sp.
Marginulina sp.
Lingulina sp.
Guttulina sp.
Bolivina sp.
Uvigerina sp.
Stilostomella sp.
Eponides sp.
Osangularia sp.
Valvulineria sp.
Nuttallides sp.
Baggina sp.
Asterigerina sp.
Heterolepa sp.
Anomalinoidea sp.
Chilostomella sp.
Nonionella sp.

BRYOZOA

Div. sp. indet.

OSTRACODA

Cytherella sp.
Div. sp. indet.

ANTHOZOA

Diplohelia sp.
Div. sp. indet.

ECHINODERMATA

Div. sp. indet.

BIVALVIA

Propeamussium sp.
Inoceramus sp.
Div. sp. indet.



GASTROPODA

Athleta sp.

Div. sp. indet.

CEPHALOPODA

Nautiloidea gen. et sp. indet.

VERTEBRATA

Physogaleus secundus (WINKLER)

Hexanchus sp.

Carcharocles auriculatus (BLAINVILLE)

Div. sp. indet.

FLORA

MAKROFLORA

Inkohlte Holzreste und Kohleschmitzen,
unbestimmbar

NANNOPLANKTON

Blackites tenuis (BRAMLETTE & SULLIVAN)

Chiasmolithus solitus (BRAMLETTE & SULLIVAN)

Coccolithus eopelagicus (BRAMLETTE & RIEDEL)

Coccolithus pelagicus (WALLICH)

Cribrocentrum reticulatum (GARTNER & SMITH)

Cyclococcolithus floridanus (ROTH & HAY)

Cyclococcolithus formosus KAMPTNER

Dictyococcites dictyodus (DEFLANDRE & FERT)

Discoaster barbadiensis TAN SIN HOK

Discoaster saipanensis BRAMLETTE & RIEDEL

Discoaster tani BRAMLETTE & RIEDEL

Discolithina distincta (BRAMLETTE & SULLIVAN)

Discolithina plana (BRAMLETTE & SULLIVAN)

Lanternithus minutus STRADNER

Micrantholithus flos DEFLANDRE

Micrantholithus vesper DEFLANDRE

Reticulofenestra umbilica (LEVIN)

Reticulofenestra sp.

Sphenolithus furcatolithoides LOCKER

Sphenolithus moriformis (BRÖNN. & STRADNER)

Zygoolithus dubius DEFLANDRE

Zygoolithus bijugatus (DEFLANDRE)

Sedimentationsraum

Ablagerung des tieferen Wassers (Kontinentalhang) mit Slumps (Fazies-Typ Sm2) aus höher gelegenen Schelfbereichen. Während der Sedimentation des Spirka Members kommt es nach Ansicht des Autors zu einer stetigen Vertiefung des Sedimentationsraumes. Der hohe Gehalt an Algen (WEHNER 1981) könnte ein Indiz für eine Up-welling Zone darstellen, mit aufkommendem, nährstoffreichem, kaltem Tiefenwasser (siehe auch Bemerkungen zum Sedimentationsraum der Braunen Schicht).

Literatur

DARGA, R. (1998): Südostbayerisches Naturkunde- und Mammut-Museum Siegsdorf. - Bayerische Museen, **25**: 1-158, zahlr. Abb. u. Taf.; München.

DARGA, R., BÖHME, M., GÖHLICH, U. & RÖSSNER, G. (1999): Reste höherer Wirbeltiere aus dem Alttertiär des Alpenvorlandes bei Siegsdorf/Oberbayern.- Mitt. Bayer. Staatssammlung f. Paläont. Hist. Geol., **39**: 91-114; München.

GANNIS, O. (1956): Geologie des Blattes Bergen. Mit einem Beitrag von I. De KLASZ (Helvetische Zone), K. GÖTZINGER (Bohrung Bergen 1) und F. Vogel (Bodenkundlicher Beitrag). - Geol. Bav., **26**: 1-164, 1 Karte und 1 Profiltafel 1 : 25 000, 7 Abb., 5 Beil.; München.

GANNIS, O. (1977): Erläuterungen zum Blatt Nr. 8140 Prien a. Chiemsee und zum Blatt Nr. 8141 Traunstein, Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. Mit Beiträgen zahlreicher Autoren. - 1-344, 58 Abb., 8 Tab., 4 Beil.; München (Bayer. Geol. Landesamt).

HAGN, H. (1954): Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubeuern am Inn (Oberbayern). - Geol. Bav., **22**: 1-136, 26 Abb., 1 geol. Karte; München.

HAGN, H. (1960): Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. - Geol. Bav., **44**: 1-208, 10 Abb., 12 Taf., 1 Tab.; München.

HAGN, H. (unter Mitwirkung von D. HERM, O. HÖLZL, H. LÜHR, F. TRAUB und H. VÖLK. Zeichnungen: D. HERM) (1961): Klassische und neue Aufschlüsse mit Faunen der Oberkreide und des Tertiärs in den östlichen Bayerischen Alpen und angrenzenden Gebieten, - Paläont. Z., **35**: 146-170, 14 Abb.; Stuttgart.

HAGN, H. (1967): Das Alttertiär der Bayerischen Alpen und ihres Vorlandes. - Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **7**: 245-320, 3 Abb., 1 Tab.; München.

HAGN, H. (1978): Die älteste Molasse im Chiemgau / östliches Oberbayern (Katzenloch-Schichten, Priabon). - Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **18**: 167-235, 5 Abb., Taf. 13-16; München.



HAGN, H. et al. (1981): Die Bayerischen Alpen und ihr Vorland in mikropaläontologischer Sicht. Exkursionsführer 17. Europäischen Mikropaläontologischen Kolloquium in Oberbayern, September 1981 (mit Beiträgen zahlreicher Autoren). – Geol. Bav., **82**: 408 S., 70 Abb., 13 Taf., 7 Tab; München.

HAGN, H. & DARGA, R. (1989): Zur Stratigraphie und Paläogeographie des Helvetikums im Raum von Neubeuern am Inn. - Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol., **29**: 257-275; München.

HAGN, H. & DARGA, R. & SCHMID, R. (1992): Siegsdorf im Chiemgau – Erdgeschichte und Umwelt. – 241 Seiten, 20 Abb., 4 Tab., 80 Taf.; Siegsdorf(Eigenverlag).

HAGN, H. & HÖLZL, O. (1952): Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums. - Geol. Bav., **10**:1-208, 7 Abb., 8 Taf.; München.

HAGN, H. & SCHMID, R. (1988): Fossilien von Neubeuern. Bilder aus der geologischen Vergangenheit. Mit Photos von Franz HÖCK. - 109 S., 10 Abb., 30Taf., 2 Tab.; Neubeuern.

HAUSER, E. H. (1991): Mittel- und Obereozänforaminiferen des bayerischen Helvetikums -Systematik, Stratigraphie und Palökologie. Mit einer Revision von GÜMBEL 1868.-Dissertation; München (Inst. f. Paläont. u. hist. Geol. d. Univ.).

HEYNG, A. M. (2003): Neugliederung der Adelholzen Formation (Eozän; Nordhelvetikum) im Raum Siegsdorf-Bad Adelholzen unter besonderer Berücksichtigung der Großforaminiferen und Molluskenfauna (Teil 1) einschließlich Erläuterungen zur Geologischen Karte (Teil 2) (Spezialkartierung der Adelholzen Formation im Raum Bergen – Siegsdorf, ergänzend mit Aufschlüssen auf dem Betriebsgelände des Zementwerkes Rohrdorf). – unveröff. Diplom-Arbeit, LMU München.

KIRSCH, K.-H. (1991): Dinoflagellatenzysten aus der Oberkreide des Helvetikums und Nordultrahelvetikums von Oberbayern. - Münchner Geowiss. Abh. (A), **22**: 1-306, 105 Abb., 43 Taf., 1 Anhang; München.

KLASZ, I. De (1953): Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen im Gebiet von Eisenärzt bei Traunstein / Obb. (unter besonderer Berücksichtigung der helvetischen Oberkreide). - Dissertation: 114 S., 5 Taf., 2 Tab., 1 Geol. Karte 1 : 5 000, 1 Profiltaf.; München (Institut für Paläontologie und historische Geologie).

KLEIBER, G.W. (1984): Fazielle und Biostratigraphische Untersuchungen in der obersten Kreide und im Alttertiär südlich des Grüntens. - unveröff. Diplomarbeit an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.

MARTINI, E. (1981): Nannoplankton in der Oberkreide, im Alttertiär und im tieferen Jungtertiär von Süddeutschland und dem angrenzenden Österreich. - Geol. Bav., **82**: 345-356, 2 Abb., Taf. 1-2; München.

POLZ, W. (1984): Geologische und Mikropaläontologische Untersuchungen in der Gegend von Neukirchen und Oberteisendorf (östl. Obb.) unter besonderer Berücksichtigung des Helvetikums und des Ultrahelvetikums. -Diplomarbeit: 180 S., 32 Abb., 20 Taf., 1 Geol. Karte 1 : 5 000; München (Inst. f. Paläont. u. hist. Geol. d. Univ.).

REIS, O. M. (1896): Erläuterungen zu der geologischen Karte der Voralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. I. Stratigraphischer Theil. - Geogn. Jh., **8**, **1895**: 1-155, 7 Abb.; Cassel (Geol. Karte in Band 7, 1895 erschienen).

REIS, O. M. (1922): Nachträge zur Geologischen Karte der Voralpenzone zwischen Bergen und Teisendorf. (Geogn. Jh. 1894 und 1895) II. Teil. - Geogn. Jh., **34**, **1921**: 223-244, 3 Abb., 1 Taf.; München.

SCHAFHÄUTL, K. (1852): Der Teisenberg oder Kressenberg in Bayern. - N. Jb. Mineral., Geogn., Geol. u. Petref.-Kunde: 129-175, Taf. 3-4, 1 Abb.; Stuttgart.

SCHAFHÄUTL, K. (1854): Beiträge zur näheren Kenntniss der Bayern'schen Voralpen. - Ibidem: 513-559, Taf. 7-8; Stuttgart.

SCHAFHÄUTL, K. (1863): Süd-Bayerns Lethaea Geognostica. Der Kressenberg und die südlich von ihm gelegenen Hochalpen geognostisch betrachtet in ihren Petrefacten. - I-XVII, 1-487, I-VIII, 46 Abb., 100 Taf., 2 Karten, 1 Tab.; Leipzig (Voss).



SCHAFHÄUTL, K. (1865): Die Nummuliten-führenden Schichten des Kressenberges. - Ibidem: 769-788; Stuttgart.

SCHMID, F. & SCHULZ, M.-G. (1979): *Belemnella gracilis* (ARCHANGELSKY) von Adelholzen bei Siegsdorf in Oberbayern. - Aspekte der Kreide Europas. IUGSSeries **A**, **6**: 151-158, 7 Abb., 1 Taf., 1 Tab.; Stuttgart.

SCHMIDT-THOMÉ, P. (1939): Geologische Aufnahme der Alpenrandzone zwischen Bergen und Teisendorf in Oberbayern. - Z. deutsch. geol. Ges., **91**: 273-289, 3Abb., 1 Karte auf Taf. 8; Berlin.

TRAUB, F. (1938): Geologische und paläontologische Bearbeitung der Kreide und des Tertiärs im östlichen Rupertiwinkel, nördlich von Salzburg. - Palaeontographica, **A**, **88**: 1-114, 2 Abb., 8 Taf., 1 geol. Karte, 3 Profile; Stuttgart.

TRAUB, F. (1953): Die Schuppenzone im Helvetikum von St. Pankraz am Haunsberg, nördlich von Salzburg. - Geol. Bav., **15**: 1-38, 4 Abb.; München.

VOGELTANZ, R. (1968): Beitrag zur Kenntnis der fossilen Crustacea Decapoda aus dem Eozän des Südhelvetikums von Salzburg. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **130**: 78-105, 10 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.

VOGELTANZ, R. (1970): Sedimentologie und Paläogeographie eines eozänen Sublitorals im Helvetikum von Salzburg (Österreich). - Verh. Geol. B.-A., H. **3**: 373-451, 14 Abb., 5 Taf., 3 Tab., 2 Falttab.; Wien.

VOGELTANZ, R. (1972): Die Crustacea Decapoda aus der Fossilschicht von Salzburg (Tiefes Lutetium, Südhelvetikum). - Ber. Haus d. Natur Salzburg, **3**: 29-45, 2 Abb., 1 Taf.; Salzburg.

WEHNER, H. (1981): Der organische Inhalt einiger „schwarzer“ Mergel des bayerischen Alpenvorlandes im Hinblick auf das Kohlenwasserstoff-Bildungspotential. - Geol. Bav., **82**: 399-408; München.