

Das Untersarmat der Friedberger Bucht

Von Walter BRANDL
Mit 1 Abbildung (im Text)
Eingelangt am 5. Jänner 1979

Erstmals machte HILBER 1894 auf das Untersarmat am Limbach bei Rohrbach a. d. L. aufmerksam und verzeichnete den Fund von *Fragilia*. Ebenso schied er es auf einer handkolorierten Karte aus, von der ein Exemplar an der Geologischen Bundesanstalt in Wien und ein weiteres in der Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum in Graz vorhanden sind. Der beachtenswerte Fundpunkt am Prallufer der Lafnitz hinter dem Fabriksgelände in Rohrbach wurde von WINKLER-HERMADEN 1933 aufgefunden und die dortigen stratigraphischen Verhältnisse genauer beschrieben.

PETRASCHECK 1940 verzeichnete hier das Übergreifen fossilführenden Sarmats „auf die Schotter und Sande, welche das Bentonitlager einschließen“. NEUBAUER 1949 stufte den Bentonit und hier angeblich weitere Tuffvorkommen in das Sarmat ein, was aber von WINKLER-HERMADEN 1952 und PETRASCHECK 1955 richtiggestellt wurde. Eingehende Begehungen führte BRANDL 1978 durch und machte neuerliche Fundpunkte bekannt, nachdem WEINHANDL 1967, 1971 bereits Mikrofaunen mit *Elphidium reginum* (d'ORB.) bekanntgab, so vom Prallufer der Lafnitz, vom Limbach und östlich Dechantskirchen.

Inzwischen haben die Hochwässer der Lafnitz 1953 und 1975 und auch ihre vom Wechselgebiet kommenden Zubringer stärker erodiert und neue Fundpunkte geschaffen. Wegen der raschen Vergänglichkeit von Aufschlüssen im Tertiär erscheint es mir notwendig, den derzeitigen Stand zu dokumentieren.

Die Aufschluß- bzw. Fundortsangaben wurden nach der Österreichkarte 1 : 50.000, Blatt 136, Hartberg, vorgenommen.

Gebiet um Rohrbach a. d. Lafnitz

Nach dem Katastrophenhochwasser der Lafnitz im Jahr 1953 waren auch am rechten Ufer des Flusses in nächster Nähe des Fabriksgeländes tonige bis feinsandige, dunkelgraue, gut lamellierte Schichten zu beobachten, die stellenweise sporadisch eingelagert Kies führten. Ein flaches Einfallen in südlicher bis südöstlicher Richtung herrschte vor. Im Laufe der Sanierung dieser Hochwasserschäden wurde dieses Schichtpaket zugeschüttet und auch bei späteren Hochwässern nicht mehr freigelegt.

Am gegenüberliegenden Prallufer der Lafnitz wurde, wie schon von WINKLER-HERMADEN 1952:151 erwähnt, einige Meter über dem Wasserspiegel der Lafnitz ein ungefähr dem Hang parallel verlaufender Stollen angelegt, an dessen Mundloch feinsandige, Mohrensternien führende Sedimente ca. 30° fallend aufgeschlossen waren. Die

Grenze zu dem Bentonit führenden Sand war nicht erkennbar. Die im Stollen sählig lagernde Bentonitschichte war vom Liegenden messerscharf abgegrenzt, während im Hangenden der Bentonit wolkig mit dem Sand in Kontakt trat. Das tonigsandige Sarmat einschließlich der wenig mächtigen Sandsteinbank war am linken Flußufer wenige Meter über dem Wasserspiegel gut aufgeschlossen und konnten nach dem ersten Hochwasser auch im Flußbett einige Zeit verfolgt werden.

Später kam es am Prallufer zu zahlreichen staffelförmigen Rutschungen, und auch das Bentonitflöz wurde von abgeschwemmten Sand- und Schottermassen verschüttet, so daß es heute nicht mehr aufgeschlossen ist. Etwa 70 m flußaufwärts von der Stelle entfernt, wo nahe dem Prallufer der Lafnitz ein in südwestlicher Richtung von Limbach kommender Hohlweg die Lafnitz erreicht, ist nur noch unter einer Fichtenwurzel das von WINKLER-HERMADEN 1933 und NEUBAUER 1949 beschriebene Untersarmat zu sehen, von dem PAPP (in NEUBAUER 1949 und PAPP 1956:46) eine reiche Fauna bekanntmachte. Über wenigen dm Schotter liegen hier Feinsande, in denen infolge ihrer kreidigen Schalen nur schwer Gastropoden und Lamellibranchiaten gesammelt werden konnten. An der Grenze zwischen dem basalen Schotter und dem Sand wurde ein Kristallingeröll gefunden, das von einer etwa 2 cm dicken kalkig-tonigen Kruste umgeben war und Bryozoen aufwies. Anlässlich der Uferverbauung im Jahr 1976 waren von dieser Stelle etwa 40 m bachabwärts, etwa $\frac{1}{2}$ m über dem Wasserspiegel, dunkle, grobe tonige Sande aufgeschlossen, die infolge ihres Grobsandgehaltes nur undeutliche Abdrücke (Cerastodermen, *Ervilia?*, *Maetra?*) führten. Während die sarmatischen Schichten an der Grenze gegen die bentonitführende Serie steiler einfallen, war hier eine flachere Lagerung zu beobachten, was aber auf Rutschungen zurückgeführt werden könnte.

Während der Baggerarbeiten war die Grenze zwischen den grünen und braunen, oft tonigen Grobsanden und Kiesen einerseits und den feinkörnigen Sedimenten andererseits im Aushub festzustellen.

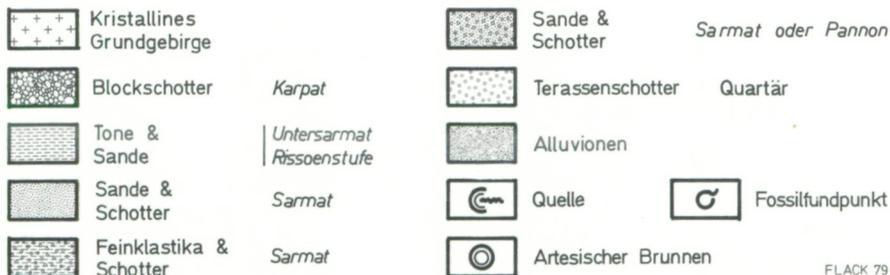
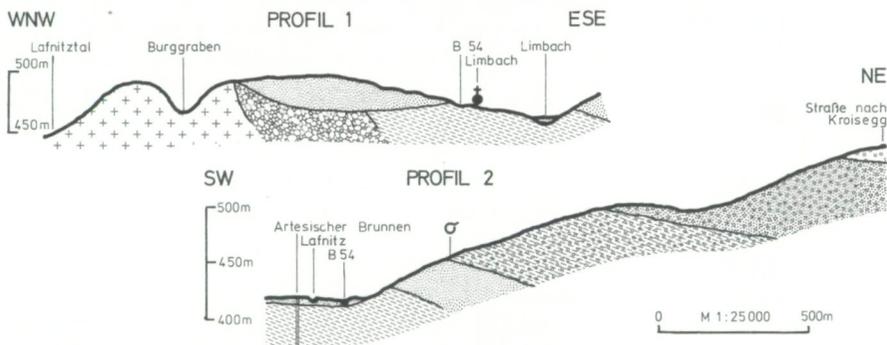
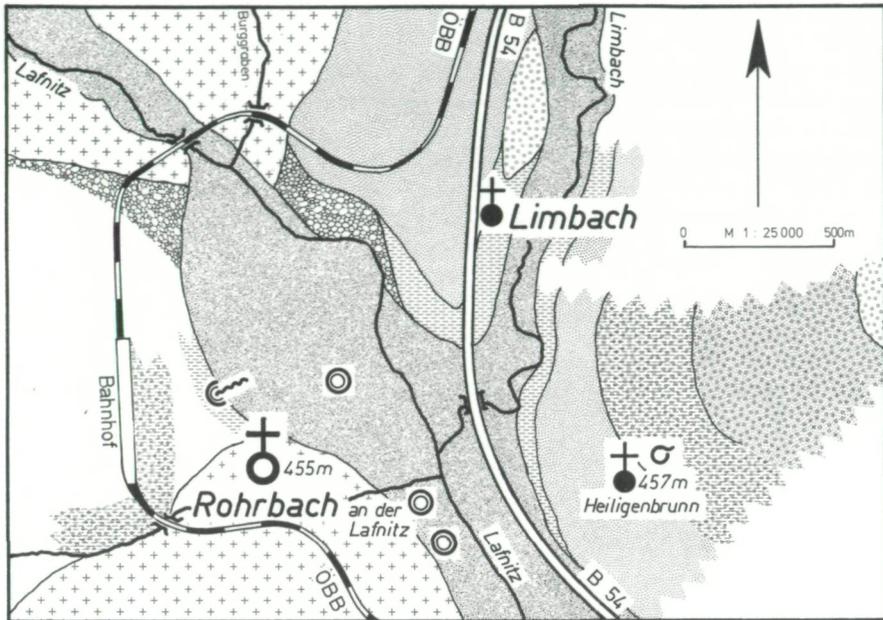
In einem Brunnen, der ca. 50 m SE des oben angeführten Weges neben einem Haus am östlichen Rad des Talbodens gegraben wurde, konnte ebenfalls eine sarmatische Fauna aufgefunden werden; ebenso wurden anlässlich der Bohrung nach artesischem Wasser neben dem Feuerwehrdepot, etwa 700 m SSE vom beschriebenen Prallufer der Lafnitz entfernt, Mohrensternien im Bohrschmant aufgefunden.

Über diesen fossilführenden Schichten und der bentonitführenden Serie liegen diskordant grobe Schotter in Wechsellagerung mit Sand. Einige Komponenten des Schotters aus Quarzit erreichen eine größte Länge von 60 cm und sind nahezu ungerundet, doch liegt der Durchmesser im Durchschnitt zwischen 10 und 15 cm. WINKLER-HERMADEN 1933 stellt diese transgredierenden Schichten in das Pannon.

In ihrer Höhenlage entsprechen diese flach gelagerten, grundgebirgsnahen, wohl fluviatilen, über dem Untersarmat liegenden Schichten wohl den gleich entwickelten Schichten im unmittelbaren Hangenden der feinklastischen Sedimente des Untersarmats am Ausgang des Limbachtals.

Vorkommen im Limbachtal

Nahe der Mündung des Limbachtals in das Lafnitztal sind derzeit recht gute Aufschlüsse. Es ist das die Stelle, die HILBER erstmals bekanntmachte und WEINHANDL 1967:A57 eine Mikrofauna mit *Elphidium* sp., *Elphidium reginum*, *Schakoinella sarmatica*, *Rotalia beccarii*, *Articulina sarmatica*, Quinqueloculinen, Ostracoden und Gastropoden wie am oben beschriebenen Prallufer der Lafnitz fand. Knapp nach der Brücke über den Limbach, etwa 800 m NNW des Ortskernes von Rohrbach-Schlag, ist zunächst am linken Talhang ein Rutschungsgelände. Etwas weiter nördlich, etwa



FLACK 79

Abb. 1: Geologische Karte und Profile der Umgebung von Rohrbach an der Lafnitz–Limbach. Profil 1: Limbach–Lafnitztal; Profil 2: S Rohrbach–Straße Kroisegg/Kroisbach. Berichtigung: Die Grenze von Karpat und Untersarmat verläuft 3 mm nördlich in der Flußbiegung (Steilufer der Lafnitz).

500 m SSE der Ortsmitte Limbachs, hat dieser Bach einen Prallhang geschaffen. An diesem sind an verschiedenen Stellen mehr oder minder tonige, gut lamellierte Feinsande mit zwischengelagerten Mergeln aufgeschlossen. Die 10 bis 12° in südöstlicher Richtung fallenden braunen bis blaugrauen Sedimente zeigen auf den Schichtflächen lagenweise bereits kreidige Fossilien, so daß eine Bestimmung, namentlich wenn die dünnen Schalen stark zerbrochen und zerdrückt sind, schwierig durchzuführen ist. Die Größe der Lamellibranchiaten schwankt sehr stark, und lagenweise überwiegen juvenile Exemplare. An Makrofossilien konnten bestimmt werden:

Abra refelexa (EICHWALD)

Cerastoderma sp.

Ervilia dissita dissita (EICHWALD)

Musculus sarmaticus GAGUEV

Mohrensternia sp.

Außerdem liegt ein verhältnismäßig großer unbestimmbarer Abdruck einer Muschel vor.

Der nördlichste Aufschluß knapp am Beginn des Wiesengeländes am Hang weist bei etwas steilerem Schichtfallen auch die gleichen gut lamellierten Sedimente auf. Zwischen den sandig-tonigmergeligen Schichten liegt eine ca. 10 cm mächtige, auf eine Länge von 6 bis 8 m aufgeschlossene, lichtgraue Kalksandsteinbank, in der Lamellibranchiaten, Gastropoden, u. a. *Calliostoma*, und Bryozoen festzustellen sind.

Ein Herrn Dozent Dr. EBNER übermitteltes Handstück wurde von diesem als poröser Biosparit bestimmt, der im Schliff Bryozoenknollen bis 1 cm Ø, Foraminiferen, Gastropoden- und Lamellibranchiatenreste erkennen läßt. Weiters finden sich als Detritus eckige Quarzkörnchen und Glimmerblättchen lose eingestreut. Die sichtbare Gesamtmächtigkeit kann man an dieser Stelle mit mindestens 8 bis 10 m schätzen. Die Fauna entspricht somit jener des Untersarmats am Prallhang der Lafnitz, nur tritt *Mohrensternia* etwas zurück.

Die erwähnte Sand-Schotterablagerung WNW der Kapelle Heiligenbrunn stellt also auch hier das Hangende dieser im allgemeinen feinklastischen Schichten dar. Anlässlich der Verlegung des Koaxialkabels wurden bei „R“ des Wortes „Rohrbach-Schlag“ knapp über dem Talboden noch feinklastische tonige Schichten angetroffen, die von groben Schottern mit Komponenten bis 40 cm überlagert wurden. Die untersarmatischen Schichten tauchen wohl gegen Süden unter den Talboden der Lafnitz hinab, da am unteren rechten Hang des Lafnitztales keine Mohrensternien führenden Schichten mehr auftauchen.

Eine Fortsetzung dieser Schichten gegen Norden findet man erst an einem Fußweg wenige m über dem Talboden unmittelbar unter dem „m“ südlich der Kartenbeschriftung der Ortschaft „Limbach“.

Bei einem weiteren Anhalten des Fallens dieser Schichten dürfen wir annehmen, daß die gut geschichteten, sandigen Tone, die, unter mächtigem Hanglehm liegend, anlässlich des Baues der Autostraße im Widerlager der Brücke im Ortsgebiet von Limbach angetroffen wurden, dem Untersarmat angehören. Die groben Schotter in der Umgebung der Bahnschleife in Limbach, die den Schottern und Sanden am Prallhang der Lafnitz über den Mohrensternien führenden Schichten entsprechen, bilden also auch in Limbach das Hangende dieser Schichten und sind demnach noch in das Sarmat zu stellen. Diese Schotter setzen sich gegen Norden fort. Infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse kann noch nicht festgestellt werden, wo die Grenze gegen die Blockschotter zu ziehen ist, die von der Vorauer Rinne heraus ins Becken treten.

Das Untersarmat bei Dechantskirchen

Das bisher höchstgelegene Vorkommen feinklastischer untersarmatischer Schichten liegt in ungefähr 520 m Seehöhe nahe der Landesstraße zwischen dem Krumbach und der Höhe vor Stegersbach und wurde anlässlich der Verlegung des Koaxialkabels aufgefunden (BRANDL 1978:73).

Von unten nach oben war in der Künete nachstehende Schichtfolge zu sehen:

wenige dm Grobschotter unter Humus

grünlichgrauer Sand

gelber Sand mit Schotterschnüren, Gerölle bis 25 cm Ø

grobe Blockschotter mit Kies

sandiger grauer Ton, ca. 2 m mächtig mit *Cerastoderma* sp. mit kleinen Gastropoden (Mohrensternien?)

grauer bis gelber Sand

Schotter mit Geröllen bis zu 15 cm Ø

Wenngleich hier in der Künete das Schichtfallen nicht festzustellen war, so muß doch angenommen werden, daß die feinklastischen Schichten am selben Hang etwa 20 m südlich des Bahndammes nur mehr wenige Meter über dem Talboden des Krumbaches dieser fossilführenden Schichte entsprechen und deshalb ein Schichtfallen bekennwärts festzustellen ist.

Von dem Fundamentaushub der großen Krumbachbrücke stammt wohl die Mikrofauna mit *Elphidium reginum*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium aculeatum* und Ostracoden, die von WEINHANDL 1967:A57 aufgefunden wurde.

Etwa 150 m südlich der Krumbachbrücke ist an einem kleinen Prallhang unmittelbar am Bach ein ca. 1 m hoher Aufschluß, in dem über grünlichem Feinsand eine ockerfarbene tonige Schichte liegt, die zahlreiche Ervilienabdrücke und neben Cerastodermen nur wenige Mohrensternienabdrücke führt (BRANDL 1978:73).

Ins Hangende dieser Schichte gehören wohl auch die höher oben im tiefen Einschnitt der Autostraße zwischen dem Krumbach und dem Stögersbach angetroffenen Sande verschiedener Körnung, Kiese und Schotter, die vielfach Schrägschichtung aufweisen. Beim Bau der Widerlager der Brücke, die NW von P. 524 über die Autostraße führt, wurden viele Meter mächtige, gut lamellierte, verschieden sandige Tone angetroffen. In ockerbraunen Schichtflächen waren große Abdrücke von Cerastodermen, *Modiolus* oder *Musculus* und *Maetra* festzustellen. Leider konnte die Lagerung dieses mächtigen feinklastischen Schichtpaketes nicht genau festgestellt werden. Bald nach Fertigstellung der Straße kam es an der nördlichen Böschung zu einer Rutschung, die mit Steinmaterial saniert wurde. Vermutlich gehört dieser Fossilfundpunkt bereits einer höheren Stufe des Sarmats an.

Der östlich von „Salmhofer“ (ÖK 136, Bl. Hartberg) SE Dechantskirchen nicht an der tiefsten Stelle des Tales gelegene Aufschluß an einem Mühlbach ist weitgehend verwachsen. Am orographisch rechten Hang treten in einem dunklen, stark sandigen Ton häufig Mohrensternien als Abdrücke auf. Daneben findet man größere, wegen ihrer schlechten Erhaltung unbestimmbare Lamellibranchiaten. Wenige Zentimeter über dem Bach lag hier im dunklen, sandigen Ton ein 5 cm mächtiger weißer Streifen. Nach freundlicher Mitteilung von Herrn Dr. POSTL, der eine Röntgendiffraktometeraufnahme vornahm, handelt es sich um einen Halloysit. Im trockenen Zustand ist der Ton allerdings lichter und deshalb der Farbunterschied wesentlich schwächer.

Überlagert wird dieses Untersarmat von Kiesen und Schottern von großer Mächtigkeit, in die mittlere bis grobe Sande bankweise eingelagert sind. Die Kiese bestehen überwiegend aus Quarzit und sind zum überwiegenden Teil kaum oder sehr schlecht gerundet. Aufschlüsse am neu angelegten Güterweg, der von der Straße Dechantskirchen-Salmhofer abzweigt und zu dem 600 m nördlich Salmhofer liegenden Bauernhof führt, schloß auf der Höhe des Rückens Schotter bis zu 30 m Ø größtenteils aus kristal-

linem Schiefer, Grobsande und Kiese auf. Gerölle aus kristallinen Schiefen weisen durchwegs eine bedeutend bessere Rundung auf.

Die Feinsande auf der Höhe von Dechantskirchen und die tonigen Sande mit ihrer Fossilführung (WINKLER-HERMADEN 1952:154 und BRANDL 1958:73) gehören bereits höheren Stufen des Sarmats an.

Nur aufgrund ihrer tieferen Lage kann man vermuten, daß auch die am Stögersbach bei Stögersau in einem Rutschungsgelände, das auf der Österr.-Karte 1:50.000 3 mm nördlich „g“ der Ortsbezeichnung „Stögersaue“ liegt, anzutreffenden Fossilien dem Untersarmat angehören (BRANDL 1958:74). Auch hier liegen über den tonigen fossilführenden Schichten als Lesesteine massenhaft Kiese (Komponenten aus wenig gerundetem weißem, selten grünem Semmeringquarzit) und nur untergeordnet Schotter bis zu 30 cm Ø.

Ob es sich bei allen diesen Fundpunkten um eine einzige durchgehende Schichte handelt, kann man im Gebiet von Dechantskirchen nicht mit Sicherheit feststellen.

Im allgemeinen kann man nicht feststellen, wo die Grenze zwischen dem Untersarmat und höheren Stufen des Sarmats verläuft. Wenn man dem Vorkommen von *Abra reflexa* (EICHWALD) über dem mächtigeren Schotter-Sand-Paket westnordwestlich von „Heiligenbrunn“ bei Rohrbach-Schlag größere Bedeutung beimißt, dann müßte man allerdings diesen Sand-Schotter-Zug noch in das Untersarmat stellen. Über ihm hält bis zu 500 m SH eine Schichtentwicklung an, in der feinklastische Sedimente überwiegen und nur an wenigen Stellen, wie genaue Begehungen ergeben haben, geringmächtige Schotter zwischengelagert sind.

Darüber folgt bis zum Hügelkamm zwischen den Bächen Limbach und Kroisbach eine sehr sandreiche Ablagerung mit wenigen eingelagerten Schottern und Kiesen, die durchwegs in den Küneten anlässlich der Verlegung des Koaxialkabels beobachtet werden konnten (Pannon?).

Wo die Grenze zwischen dem Untersarmat (Rissoozone) und dem Mittelsarmat (Ervilienzone) verläuft, kann mangels an Mikrofossilien nicht festgestellt werden. KOLLMANN 1965:Tab. 3 betrachtet das Auftreten der Zone des *Elphidium hauerinum* und der unteren fossilarmen Zone von *Nonion granosum* in der Friedberg-Pinkafelder Bucht als fraglich.

Nach der Höhenlage der Fossilfundorte zu schließen, die ein leichtes Ansteigen der Schichten gegen N erkennen lassen, dürften stärkere tektonische Bewegungen höchstens am Gebirgsrand, etwa bei Rohrbach a. d. L. und Thalberg, stattgefunden haben.

Die tonig-mergeligen und feinsandigen Schichten des Untersarmats haben jedenfalls in einem größeren Gebiet der Friedberger Bucht transgrediert, wie die Aufschlüsse bei Rohrbach a. d. L., Limbach und Dechantskirchen bis Ehenschachen beweisen und die diskordant über den fluviatil-limnischen Schichten des Karpat bis Unterbadienien (Langenidenzone) liegen. Leider sind nur bei Rohrbach a. d. L. und zwischen Dechantskirchen und Stögersbach spärlich Schichten aufgeschlossen, die unter den Mohrensternien oder Rissoen führenden feinklastischen Sedimenten anzutreffend sind.

Die untersarmatischen Sedimente stellen eine sehr seichte Brackwasserablagerung dar. Die Tiefe des Meeres dürfte kaum 30 m wesentlich überschritten haben. Durchwegs herrschen in der Fauna polyhaline Elemente vor, wobei das Vorherrschen von Cerstodermen hervorzuheben ist. Es dürften in der Bucht ähnliche ökologische Verhältnisse geherrscht haben, wie sie SANGROVSKÝ 1971 aus dem Wiener Becken der Tschechoslowakei beschrieben hat. Eine Verbindung mit der Wiener Bucht muß zwischen Bernstein Bergen und Geschriebenstein bestanden haben, da nach KOLLMANN 1965 mit dem Bestehen der Südburgenländischen Schwelle in dieser Zeit zu rechnen war.

Zur Hydrogeologie

Die untersarmatischen feinklastischen Sedimente unter größeren Sanden und Schottern müssen als Wasserstauer fungieren, doch dürfte das Einfallen der Schichten beckenwärts und vermutlich teilweise auch ein örtliches Auskeilen die Ursache sein, daß Quellaustritte unmittelbar über den fossilführenden untersarmatischen Tonen selten sind.

Die starke Vernässung des Talbodens bei Rohrbach a. d. L. dürfte auf die Wasserstauung solcher Schichten zurückgeführt werden. In diesem Bereich wurde auch bei „o“ vom „Bahnhof Rohrbach-Vorau“ eine solche Quelle gefaßt. Auch artesische Brunnen im Gelände des Kaufhauses Spörk gegenüber der südlichen Lafnitzbrücke im Gebiet von Rohrbach sowie ein Brunnen im Werksgelände des Palettenwerkes dürfte in untersarmatischen Schichten abgeteuft worden sein. Beide Bohrungen liegen, wie der bereits oben erwähnte Arteser beim Feuerwehrgelände im Talboden und sind wenig ergiebig.

Westlich vom Bahnhof Dechantskirchen sind Brunnen je nach Höhenlage nicht tiefer als 8 bis 16 m und reichen bis zu den untersarmatischen Gastropoden führenden, tonigen Schichten. Die Brunnen in Dechantskirchen waren seicht.

Das sumpfige Gelände im Talboden südlich von Salmhofer ist auf unterlagerndes, feinklastisches Untersarmat zurückzuführen. Kleine Quellaustritte, wenig hoch über dem Talboden, bedingen am Stögersbach und an anderen Stellen nordwestlich Ehrenschachens Rutschungen.

Größere Wassermengen sind schwierig zu fassen. Die auf Hügelkämmen im höheren Sarmat abgeteufte Brunnen erreichen oft erst in 30 m Tiefe mehr Trinkwasser.

Danksagung

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Univ.-Prof. H. FLÜGEL für das Interesse, das er der Arbeit entgegengebracht hatte, herzlich zu danken. Herrn Univ.-Doz. EBNER danke ich für rege Diskussionen, Herrn Univ.-Doz. Dr. GRÄF für die Erlaubnis, in einschlägige Literatur in der Abt. für Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum Joanneum Einsicht erhalten zu haben. Herrn Dr. POSTL danke ich für die Bestimmung des Haloysits.

Literatur

- BRANDL W. 1952. Neue geologische Beobachtungen im Tertiärgebiet von Hartberg. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 81/82:108–111.
- 1978. Neue Fundorte sarmatischer Mollusken in der Friedberger Bucht. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 108:71–75.
- EBNER F. & GRÄF W. 1977. Die Betonitvorkommen der Nordoststeiermark. – Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 38:9–30.
- FLÜGEL H. 1963. Das Steirische Randgebirge. – Sammlung geol. Führer, 42:1–353.
- HAUSER A. & NEUWIRTH E. 1959. Die vulkanischen Tuffe und ihre tonigen Abkömmlinge in der Nordoststeiermark. – Berg. Hüttenmänn. Mh., 104:243–253.
- HILBER V. 1894. Das Tertiärgebiet von Hartberg in der Steiermark und Pinkafeld in Ungarn. – Jb. geol. R.-A., 44:389–413.
- KOLLMANN K. 1965. Jungtertiär im steirischen Becken. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 57:1–631.

- NEUBAUER W. 1949. Das Alter der Tuffe im Gebiet Friedberg–Grafendorf (Nordoststeiermark) mit einem Beitrag zur Geologie der Friedberger Tertiärbucht. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math. naturwiss. Kl., 149:585–591.
- PAPP A. 1952. Die Molluskenfauna im Sarmat des Wiener Beckens. – Mitt. Geol. Ges. Wien, 45:1–112.
- 1956. Fazies und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. – Mitt. Geol. Ges. Wien 47:35–98.
 - 1974. Die Molluskenfauna der Sarmatischen Schichtengruppe. – In: Chronostratigraphie und Neostratentypen. Miozän der zentralen Parateys, Ms Sarmatien, 4:318–376, Verlag Slovak. Akad. Wiss.
- PAULITSCH P. 1953. Relikte in steirischen Bentoniten. – Mitt. naturwiss. Ver. Steierm., 83:169–170.
- PETRASCHECK W. 1940. Vulkanische Tuffe im Jungtertiär am Alpenostrand. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl. 149:145–154.
- 1955. Vulkanische Tuffe im Jungtertiär der Ostalpen. – Verh. geol. B.-A. 1955:231–239.
- SVAGROVSKÝ J. 1971. Das Sarmat der Tschechoslowakei und seine Molluskenfauna. – Acta geol. geograph. Univ. Comeniana, 20, Bratislava.
- WEINHANDL R. 1967. Bericht 1966 über Aufnahme auf Blatt Hartberg. – Verh. geol. B.-A. 1967:56–57.
- 1971. Bericht 1970 über Aufnahmen auf Blatt Hartberg. – Verh. geol. B.-A. 1971:94–95.
- WINKLER A. 1929. Über Probleme ostalpiner Geomorphologie. – Mitt. geogr. Ges. Wien, 72:159–188.
- WINKLER-HERMADEN A. 1933. Die jungtertiären Ablagerungen am Nordostsporn der Zentralalpen und seines Südsaumes. – Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturwiss. Kl., 142:81–102.
- 1951. Die jungtertiären Ablagerungen an der Ostabdachung der Zentralalpen und das inneralpine Tertiär. – In F. X. SCHAFFER: Geologie von Österreich, 414–524, Deuticke, Wien.
 - 1952. Neue Beobachtungen im Tertiärbereich des mittelsteirischen Beckens. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 81/82:145–168.
 - 1957. Geologisches Kräftespiel und Landformung. – 1–822 Springer, Wien.
- Anschrift des Verfassers: Dr. Walter BRANDL, Wienerstraße 31, A-8230 Hartberg.