

# Die permischen Uranvorkommen der Steiermark

E. ERKAN, Leoben

Mit 5 Abbildungen und 5 Tabellen

Das Perm der Steiermark enthält mehrere wirtschaftlich bedeutende Uranvorkommen, die im letzten Jahrzehnt entdeckt wurden. Wie es in der Arbeit von E. ERKAN (1977:15) erläutert wurde, ist die Uranführung der permischen Schichten an die Phyllit-Serie gebunden. Deshalb soll im Rahmen dieses Beitrages die Phyllit-Serie genauer beschrieben bzw. deren Uranführung besprochen werden.

Herzlichst danke ich dem Initiator dieser Studie, Herrn Prof. Dr. W. E. PETRASCHECK, für zahlreiche wertvolle Hinweise. Die Geländearbeiten wurden z. T. im Rahmen der „Steirischen Rohstoff-Forschung“ durchgeführt.

## Phyllit-Serie

Die Phyllit-Serie ist u. a. im unterostalpinen Bereich, südöstlich von Rettenegg, SW „Feistritz Wald“ relativ gut aufgeschlossen. Lithologisch ist sie ziemlich einfach gebaut. Sie besteht zum größten Teil aus *Serizitschiefern* und *Serizitphylliten*. Die Phyllit-Serie entspricht etwa dem unteren Teil der ABP-Serie von P. FAUPL (1970). Die Ausscheidung der (weicheren) Phyllit-Serie ist vor allem aus praktischen Gründen notwendig.

Sie ist im Gelände einerseits von den relativ härteren hangenden Quarziten und Konglomeraten leicht abzugrenzen, andererseits erleichtert diese Abtrennung die geologische Uran-Prospektion in erheblichem Ausmaß.<sup>1)</sup>

Die Phyllit-Serie beinhaltet außerdem *Porphyroide*, die erstmals von P. FAUPL (1970) und W. VETTERS (1970) genauer beschrieben wurden. Im Bereich des Rettenegg-Profiles wurden von W. VETTERS zwei Porphyroid-Lagen eingetragen; tatsächlich sind die Porphy Quarz-Relikte mit Resorptionsschläuchen aber nicht nur auf die als Porphyroid eingetragenen Bereiche beschränkt. Obwohl man zwar einzelne horizontale und vertikale Häufungsbereiche feststellen kann, sind diese vulkanischen Komponenten in der gesamten Phyllit-Serie nachweisbar. Es dürfte sich somit um eine ehemalige tuffitische Serie handeln.

<sup>1)</sup> Vgl. hiezu PETRASCHECK, W. E., ERKAN, E. und NEUWIRTH, K. 1974.

Wie die Aufnahmen von M. SAUD (1972) ergaben, ist im Bereich der Phyllit-Serie ein länglicher, in die Streichrichtung eingeregelter Marmorspan eingeschuppt worden, und zwar rosa bis hellbräunliche *Kalkmarmore* mit massigem Habitus. Diese Schuppe ist ENE Kote 1126 (Lenz am Kaltenegg) an Wegaufschlüssen zu sehen. Sie erstreckt sich, morphologisch einen Rücken bildend, in NNW-Richtung.

Diese rosa und hellbräunlichen Kalkmarmore sind mit den massigen mitteltriadischen Kalken vergleichbar.

Innerhalb der Phyllit-Serie, besonders im hangenden Abschnitt, sind dm bis mehrere Meter mächtige *Quarzite* eingeschaltet. Diese Quarzite bilden etwa 100 m oder mehr lange Linsen. NNE Kote 1126 (Lenz am Kaltenegg), südöstlich von Rettenegg, in einer Seehöhe von 1080 bis 1100 m, sind kleinere Aufschlüsse von dunkelgrüngrauen, cm bis dm gebankten, bräunlich anwitternden Quarziten mit hellen Serizit-Schieferlagen beobachtbar. Die Quarzite enthalten in einzelnen Lagen bis zu 7,6% Uran (Analyse am Institut für Allgemeine und Analytische Chemie der Montanuniversität Leoben, Analytiker: P. GANEV); ebenso weisen sie erhöhte Blei-, Zink-, Kupfer- und Vanadium-Gehalte auf. In den Trennfugen dieser Quarzite ist der gelbgrüne aus der Pechblende im Oxydationsbereich entstandene Autunitbelag auffällig.



Abb. 1: Fein verteiltes  $UO_2$  (schwarze Punkte im Bindemittel) in den Serizitquarziten der Phyllit-Serie, Lenz im Kaltenegg, südöstlich von Rettenegg (Stmk.). 450fach.

Bei den dunkelgrüngrauen Quarziten handelt es sich um Bildungen eines reduzierenden, ruhigen Ablagerungsmilieus. Die primär linsige Form dieser Quarzite deutet auf eine relativ geringe Wassertiefe hin.

Die Phyllit-Serie liegt auf der Serie der „Hangenden Wechelschiefer“ FAUPL's konkordant, wie die Aufschlüsse in der nordöstlichen Fortsetzung des Rettenegg-Profiles, in der Umgebung Kreuzriegel, zeigen. Hier ist die von W. VETTERS (1970) als

Serie der „Hangenden Wechselschiefer“ ausgeschiedene Schichtfolge, bestehend aus Phylliten, Meta-Arkosen, Quarziten und graphitischen Phylliten, aufgeschlossen. Die „Hangenden Wechselschiefer“ sind wahrscheinlich ins Oberkarbon zu stellen, wie es von H. WIESENER (1971; 351) vermutet wurde.

Die Phyllit-Serie beinhaltet Abkömmlinge saurer Vulkanite, die, da sie eine weit verbreitete Erscheinung darstellen, ausgezeichnet zur Parallelisierung über weitere Bereiche Verwendung finden können. Die Obergrenze dieser sauren Vulkanite in den vergleichbaren Sedimenten der West-, Ost-, Südalpen und der angrenzenden Bereiche wurde fast in allen Fällen ins Unter-Rotliegende gestellt (RIEHL-HERWIRSCH, 1965; FALKE, 1972; MOSTLER, 1972; TREVISAN, 1972).

Die Phyllit-Serie ist weiters in der Umgebung des Liesing- und Paltenales (Obersteiermark) zu beobachten. Sie besteht hier aus grauen *Phylliten* und *Kalkphylliten* mit relativ geringmächtigen, linsenförmigen *Quarzitlagen*. Die tektonische Liegendgrenze der Phyllit-Serie ist auf den Seckauer Gneisen nördlich des Stubalm-baches zu beobachten (vgl. geol. Kt. von K. METZ, 1967): so ist z. B. an dem Forstweg südlich „Roßschwanz“, in 1330 m Höhe dieser tektonische Kontakt gut aufgeschlossen. Hier ist auf den Seckauer Gneisen eine mehrere Meter mächtige, durch Milchquarz verheilte Mylonitzone zu beobachten, die Linsen aus Seckauer Gneisen enthält. Oberhalb der Mylonitzone folgen linsig zerscherter Phyllite, die aus dünnplattigen, grauen Phylliten und grauen, cm bis dm gebankten, bräunlich anwitternden Kalkphylliten der Phyllit-Serie bestehen.

Die Mylonitzone ist an der Basis der Phyllit-Serie weiter gegen WNW verfolgbar. SSW vom „Roßschwanz“, innerhalb des steilen Bachbettes, ist sie in einer Seehöhe von 1395 m wiederum beobachtbar. Hier ist die mit Quarz verkitete Zerscherungszone zwischen der Phyllit-Serie und dem Seckauer Gneis ca. 1,5 m mächtig. Im Hangenden der Mylonitzone sind linsig zerscherter, grüngraue Phyllite und graue, bräunlich anwitternde Kalkphyllite vorhanden, die von hellgrüngrauen, phyllitischen Quarziten und grauen Kalken überlagert werden.

Im Hangenden der wechsellagernden grüngrauen Phyllite und der cm bis dm gebankten, grauen Marmore in dieser Umgebung folgen graue, phyllitische Quarzite, wechsellagernde, mächtige, graue Phyllite mit Serizitquarzitlagen und dünngeschichtete, graue Marmore, Serizitquarzite und grüngraue Phyllite. Die tonigen Bildungen der Phyllit-Serie dürften in einem feuchtwarmen Klima gebildet worden sein, welches die chemische Verwitterung und somit die Bildung der Tonminerale begünstigte. Die Schwermineraluntersuchungen der Phyllit-Serie, die derzeit von G. NIEDERMAYR durchgeführt werden, könnten auch in dieser Hinsicht weitere Hinweise liefern.

Für die Ablagerung des *Uranerzes* in „Lenz im Kaltenegg“, südöstlich von Retenegg, kommt ein stark reduzierendes Milieu, das auch die Ausscheidung von Bleiglanz und Zinkblende ermöglichte, in Frage, da es höheren Pb- und Zn-Gehalt beinhaltet. Die Analyse der Erzproben aus dem oben genannten Vorkommen brachte folgendes Resultat (Analytiker: P. GANEV, Institut für Allgemeine und Analytische Chemie der Montanuniversität Leoben):

Probenbezeichnung	Element	%
Rettenegg 1	Uran	1,3
	Thorium	0,10
	Blei	0,17
	Zink	0,112
	Vanadium	0,055
	Kupfer	0,08
Rettenegg 2	Uran	7,6
	Thorium	0,15
	Blei	0,36
	Zink	0,36
	Vanadium	0,05
	Kupfer	0,17

Tab. 1: Analyse, Proben „Lenz im Kalteneegg“

Der Urangehalt der Serizitquarzitlinse von „Lenz im Kalteneegg“ nimmt im Streichen, in N-S-Richtung, allmählich ab. Die Serizitschiefer in der nördlichen, streichenden Fortsetzung dieser Serizitquarzite enthalten nur erhöhte Backgroundwerte, wie das folgende Ergebnis einer Analyse aus diesen Serizitschiefern (Probe Prinzenkogel 6) zeigt (Analytiker: P. GANEV, Leoben):

Elemente	%
Uran	0,05
Thorium	0,02
Blei	0,015
Zink	0,01
Vanadium	0,015
Kupfer	0,15

Tab. 2: Analyse, Probe Prinzenkogel 6

Wenn wir diese drei Analysenergebnisse vergleichen, fällt auf,

- daß das Uran in „Lenz im Kalteneegg“ mit den Elementen Pb und Zn geht und
- daß die Uranerze relativ wenig Thorium, das als schwerlösliches Element besonders in kontinentalen Räumen angereichert wird, enthalten.

Die Phyllit-Serie des Liesingtales (Obersteiermark) enthält, wie die äquivalente Serie der Rettenegg-Umgebung, linsige Serizitquarzitlagen, die *Uran* führen: z. B. führen die zur Phyllit-Serie gehörigen, dünnplattigen Serizitquarze südwestlich der „Rabenkoppe“ (S Schoberpaß, E Ripplgraben) Uran- und Kupfererz. Die Analyse dieser Erze lieferte lagerstättenkundlich interessante Daten (Analytiker: P. GANEV):

Elemente	Probe Schoberpaß 1	Probe Schoberpaß 2
Uran	0,065%	0,32 %
Thorium	0,004%	0,006%
Kupfer	0,50 %	1,15 %
Blei	0,05 %	0,04 %
Zink	0,02 %	0,02 %
Vanadium	0,035%	0,035%
Germanium	0,001%	0,001%
Strontium	0,004%	0,004%
Molybdän	0,02 %	0,02 %
Eisen	2,0 %	1,9 %

Tab. 3: Analyse, Proben „Rabenkoppe“

Die uranführenden Serizitquarzite vom Schoberpaß enthalten Kupferkies, Bornit, Pyrit und Hämatit.

Die Uranerze von „Rabenkoppe“ führen, genauso wie die Uranerze von Rettenegg, relativ wenig Thorium (0,004 bzw. 0,006%). Weiters zeigt die Tabelle, daß sich die Urangelhalte von „Rabenkoppe“ im Gegensatz zu denen von Rettenegg nicht mit dem Blei- und Zinkgehalt, sondern mit dem Kupfergehalt im gleichen Sinn ändern: das Erz mit 0,065% Uran enthält 0,5% Kupfer, während die zweite Probe mit mehr Uran (0,32%) auch mehr Kupfer (1,15%) aufweist.

Die Ursache dieser Verschiedenheit der Erze sind m. E. die Eh- und pH-Bedingungen im Bildungsmilieu, wenn wir die sonstigen Bedingungen (wie z. B. die Substanzanlieferung) gleichsetzen. Cu wird nämlich im mäßig reduzierenden und Pb-Zn im stärker reduzierenden Milieu abgeschieden. Das Erz von Rettenegg enthält wesentlich mehr Uran (7,6%) als das Erz von „Rabenkoppe“, da im stärker reduzierenden Milieu (bei gleichem pH-Wert) größere Mengen Uran ausgeschieden werden.

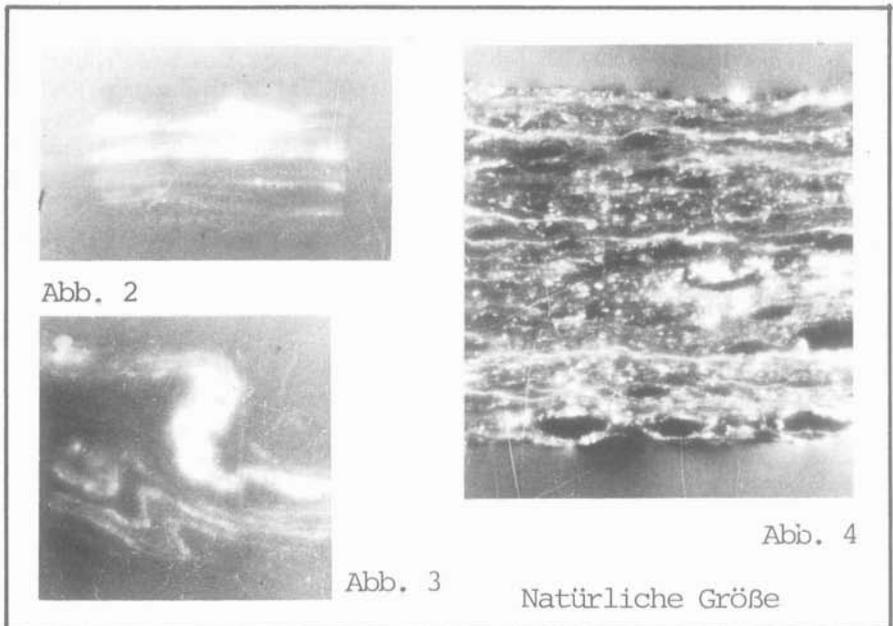


Abb. 2—4: 3 Radiographien, entstanden durch 36stündige Belichtung von Fotoplatten durch bloßes Auflegen der Anschliffe. Natürliche Größe.

Wenn man den Redoxpotential-Unterschied auf die Wassertiefe des Ablagerungsbereiches zurückführt (G. LUDWIG, 1962) muß man annehmen, daß die Erze der „Rabenkoppe“ in geringerer Wassertiefe gebildet worden sind als jene von Rettenegg. Die kalkige Ausbildung der Phyllit-Serie in der Liesingtal-Umgebung unterstützt diese Annahme.

Nach F. KOCZY et al. (1963) kann man das marin gebildete Uran von dem der kontinentalen Sedimente unterscheiden. Er schreibt dazu (S. 212): „Das Uran ist im Meer in chemischen oder anderen Sedimenten reich in organischer Substanz — gewöhnlich in fein verteilter oder kolloidaler Form vorhanden. In kontinentalen Sedimenten dagegen führen hohe Urangelhalte gewöhnlich zur Bildung von Uranmineralien“. Danach dürften die ostalpinen Uranerze marin abgelagert worden sein, da das Uran in jedem Fall (z. B. im Serizitquarzit der Phyllit-Serie von Retfenegg, in den Serizitquarzitlagen der Phyllit-Serie im Ripplgraben südlich von Wald am Schoberpaß und im Serizitquarzit von Forstau) an Pflanzenreste gebunden ist (O. SCHULZ 1970, S. 213) und in fein verteilter Form vorliegt (s. Abb. 1). Dabei sind die Urangelhalte vielfach recht hoch (einige Prozent bis einige Zehntel Prozent). Die Bor-Gehalte der Gesteinsproben aus der Phyllit-Serie deuten ebenso auf marines bis leicht salinares Milieu hin (mündl. Mitt. von Prof. Dr. E. SCHROLL).

Zusammenfassend stellen wir fest, daß die Phyllit-Serie des (?) Unterperm in den östlichen Ostalpen aus marinen, überwiegend Flachwasserablagerungen besteht. Abb. 5 zeigt die Verbreitung dieser Flachsee.

Die Uran-führende, wahrscheinlich aufrechte Schichtfolge zwischen Preunegg- und Forstautal wurde von H. P. FORMANEK (1963, Taf. 1) als Ennstaler Phyllite ausgeschieden. Von H. P. FORMANEK, H. KOLLMANN und W. MEDWENITSCH (1961) wurde die Vermutung ausgesprochen, daß der südliche Teil der Ennstalphyllitzone zum Unterostalpin zu stellen wäre. Nach unseren laufenden Untersuchungen besteht die uranföhrnde Schichtfolge zwischen Forstau- und Preuneggtaal aus der Phyllit-Serie und der darauffolgenden Unteren Quarzit-Serie mit grobklastischen Lagen.

Den uranföhrnden Lagen in Forstau entnommene Proben brachten folgendes Resultat (Analytiker: P. GANEV):

Proben-Nr.	Uran	Thorium	Vanadium	Kupfer	Blei	Zink
58 a	0,58%	0,002%	0,02%	0,005%	0,039%	0,016%
58 c	0,24%	0,002%	0,01%	0,005%	0,022%	0,015%
59 a	0,56%	0,002%	0,02%	0,005%	0,030%	0,016%
59 b	1,1 %	0,002%	0,02%	0,003%	0,054%	0,024%
59 c	1,1 %	0,002%	0,01%	0,003%	0,039%	0,024%

Tab. 4: Analyse, Proben Forstau

Auch diese Erze sind arm an Kupfer und relativ reich an Blei und Zink.

Die westlichen, äquivalenten Schichten der Phyllit-Serie sind innerhalb der „Violetten Serie“ von Mitterberg (G. GABL, 1964: 19) zu suchen. Die Phyllite der „Violetten Serie“ führen Karbonatlagen, die nach G. GABL (1964: 20, 21) für diese Serie typisch

sind. Die „Violetten Schiefer“ enthalten tonige, kohlenstoffreiche Linsen, die z. T. uranreich sind (O. SCHERMANN, 1971: A 96). Nach H. MOSTLER (1972: 158) reicht die Violette Serie vom höheren Oberkarbon bis zum Top des Unterrotliegenden.

Der uranreiche Psammithorizont in Fieberbrunn und Hochfilzen gehört nach O. SCHULZ & W. LUKAS (1970: 215) „zu den tieferen Bildungen der das Devon transgredierenden permoskythischen Basisschichten“.

Nach G. EISBACHER (in O. SCHULZ, 1970: 216) sind die grob- und feinklastischen Permoskyth-Gesteine marine Seichtwasserablagerungen.

Die grüngerauen *Serizitquarzite* an der Basis des Unterostalpin enthalten SE von Krieglach Uran-Anreicherungen. Hier, SE „Hochgölk“, an einem Forstweg, in 1100 m Seehöhe, liegen etwa 10 cm mächtige, uranführende Schichten im Hangenden der Unteren Quarzit-Serie mit grobklastischen Lagen und im Liegenden der Oberen Quarzit-Serie. Wegen der intensiven Verschuppung des Permoskyth in diesem Bereich kann eine genauere Einstufung der uranführenden Lagen noch nicht durchgeführt werden. Die Analyse der Erzproben aus dem genannten Vorkommen brachte folgendes Ergebnis (Analytiker: P. GANEV):

	Uran	Thorium	Blei	Zink	Kupfer	Vanadium
Krieglach 1	0,10 %	0,002%	0,023%	0,006%	0,011%	0,005%
Krieglach 2	0,06 %	0,002%	0,025%	0,006%	0,011%	0,006%
Krieglach 3	0,078%	0,002%	0,039%	0,027%	0,024%	0,005%

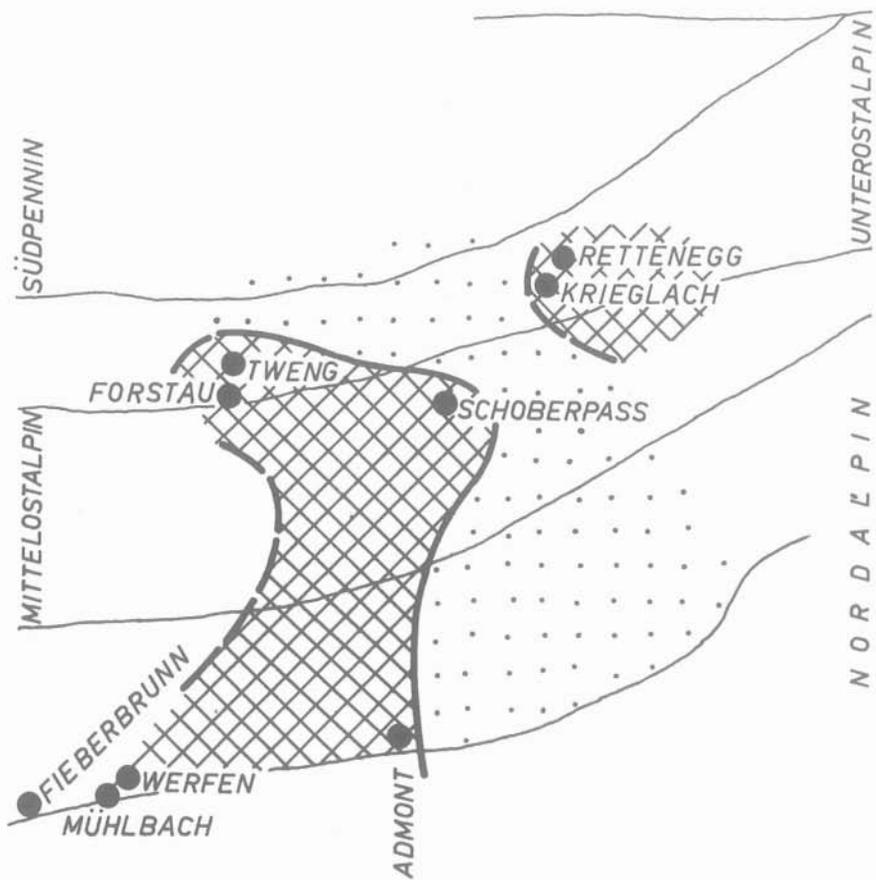
Tab. 5: Analyse, Proben Krieglach/Hochgölk

An dem oben beschriebenen Uranvorkommen sind *Autunite* makroskopisch erkennbar.

Die paläogeographische Stellung der Uranvorkommen in Rettenegg (s. Abb. 5) und S Schoberpaß weist eindeutig darauf hin, daß das Uran nicht von den marinen Räumen, sondern vom (unterpermischen) Kontinent her abzuleiten ist, woher ebenfalls Pelite transportiert wurden. Sonst wäre es nämlich unverständlich, warum die gleichartige Phyllit-Serie in den mittleren Bereichen dieser marinen Serie kein Uran führt. So z. B. enthält die Phyllit-Serie N Rettenegg, die zudem reichlich Vulkanite beinhaltet, keine Urananreicherung.

Bei dem *Uranerz* der untersuchten Permoskythvorkommen handelt es sich um in Lösungen transportiertes Uran, nicht aber um mechanisch angereichertes U-Th-Erz, da es nicht an Schwerminerale gebunden ist. Die Auflösung des Urans, d. h. die Überführung des vierwertigen Urans in das sechswertige, setzt die chemische Verwitterung im Liefergebiet voraus, welche für die Bildung der Tonminerale der Phyllit-Serie ebenfalls notwendig wäre, wie schon oben erwähnt.

Das wahrscheinlichste Liefergebiet der Uranvorkommen in Rettenegg und südlich des Schoberpasses ist das Troiseckkristallin mit Biotit- und Zweiglimmerschiefer, bzw. aplitisch injizierten Paragneisen, das im Unterperm ein Festland war. Über eine Uranführung dieses Kristallins liegen noch keine Untersuchungen vor. Von den weiter südlicher liegenden Kristallgebieten des Oberostalpin, dem Kristallin der Saualpe und der Koralpe sind zahlreiche Uranmineral-Vorkommen bekannt (H. MEIXNER, 1956: 225 und Vortrag am 12. 12. 1975 in Leoben).



● URANVORKOMMEN



FLACHSEE



FESTLAND

PALÄOGEOGRAPHIE UND URANVORKOMMEN  
DES UNTERPERM IN DEN ÖSTLICHEN OSTALPEN

Abb. 5

Es ist auffällig, daß das Syenitgebiet von Gastein mit bis zu 70 ppm Urangehalt (vgl. W. E. PETRASCHECK, E. ERKAN & K. NEUWIRTH, 1974: 296), das im Unterperm im kontinentalen Bereich lag, seine Position in der nördlichen Nachbarschaft der Uranvorkommen von Forstau und Tweng hatte (Abb. 5).

Nach diesen Feststellungen erscheint die Frage von W. E. PETRASCHECK (1970: 177) nach der Herkunft des Urans im ostalpinen Perm gelöst.

Die höchstwahrscheinlich permoskythische Schichtfolge NE der „Hansenhütte“, S Stadl an der Mur (österreich. Karte 1:50.000, Blatt 158) enthält im Basisbereich eine Phyllit-Serie, die ein Uranhoffnungsgebiet darstellt. Sie ist z. B. S Gehöft „Hübler“ an der Forststraße zu beobachten. Die dunkelgrauen Phyllite sind hier wesentlich höher metamorph als die Phyllit-Serie des Rettenegg- oder Ramsau-Typus (s. ERKAN 1977, Abb. 1).

Auf Grund aller oben aufgeführten Feststellungen wurden m. E. die Uranerze der Phyllit-Serie in den östlichen Ostalpen in den Lagunensystemen der (entlang variszisch angelegter Bahnen) nordwärts eindringenden, teilweise abgeschnürten Arme der südlich und südöstlich anschließenden Tethys abgelagert.

#### Angeführte Literatur

- CLAR, E.: Bemerkungen für eine Rekonstruktion des variskischen Gebirges in den Ostalpen. — Z. Deutsch. Geol. Ges., Jg. 170, 122, 161—167, 1 Abb., Hannover 1971.
- EISBACHER, G.: Primär gerichtete Gefüge und Paläogeographie des alpinen Buntsandsteines im Raume Innsbruck-Saalfelden. — Veröff. Ferdinandeum Innsbruck, 42, 133—141, 2 Abb., 1 Karte, Innsbruck 1963.
- ERKAN, E.: Facies zones of the Permian in the Eastern Alps. — Nato advanced studies, Proceedings „Continental Permian in West, Central and Southern Europe“, p. 137—147, Dordrecht-Holland (D. Reidel Publishing Comp.), 1976.
- ERKAN, E.: Uran- und gipsführendes Perm in den östlichen Ostalpen. — Berg- u. Hüttenm. Monatshefte, Jg. 122, H. 2a, 9—17, Wien 1977.
- FALKE, H.: Vergleich zwischen den Ablagerungen des Verrucano in den Westalpen und des Rotliegenden in Süddeutschland und Frankreich. — Verh. Geol. B.-A., Jg. 1972, 11—32, 3 Abb., Wien 1972.
- FAUPL, P.: Zur Geologie des NW-Abschnittes des Wechselgebietes zwischen Trattenbach (NÖ.) und Froschnitz (Stmk.), Österreich. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 19, 27—70, 9 Abb., Taf. 10—12, Wien 1970.
- FLÜGEL, H. W.: Fortschritte in der Stratigraphie des alpinen Paläozoikums (1970 bis 1975). — Zbl. Geol. Paläont. Teil 1, 1975, H. 7/8, 656—684, Stuttgart 1976.
- FORMANEK, H. P.: Zur Geologie und Petrographie der nordwestlichen Schladminger Tauern. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 14 (1963), S. 9—80, 3 Taf., 2 Abb., Wien 1964.
- GABL, G.: Geologische Untersuchungen in der westlichen Fortsetzung der Mitterberger Kupfererzlagertstätte. — Archiv f. Lagerst.-forsch. Ostalpen, 2, 2—31, Abb. 5—8, 1 Taf., 1 geol. Karte, Leoben 1964.
- KOZCY, F. F., ANTAL, P. S. und JOENSUU, O.: Die natürlichen und radioaktiven Elemente in Sedimenten. — Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf., 10, S. 201—214, 4 Abb., 6 Tab., Krefeld 1963.
- LUDWIG, G.: Eine Methode zum Nachweis hydrodynamisch-paläogeographisch bedingter Metallverteilung (textuell-metallfazielle Integralmethode). — Erzmetall, 15, 201—206, Stuttgart 1962.
- MEIXNER, H.: Bisherige Kenntnisse über österreichische Uranmineralvorkommen; Grundlagen und Aussichten. — Berg- u. Hüttenm. Monatsh., H. 11, 223—228, 3 Textabb., Wien 1956.

- METZ, K.: Die Geologie der Grauwackenzone von Mautern bis Trieben. — Mitt. Reichsst. Bodenforsch. Wien, N. F. 1, 161—220, Wien 1940.
- METZ, K.: Zur Frage voralpiner Bauelemente in den Alpen. — Geol. Rdsch., 40, 261—275, Bonn 1952.
- MOSTLER, H.: Zur Gliederung der Permoskyth-Schichtfolge im Raume zwischen Wörgl und Hochfilzen (Tirol). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 20, S. 155—162, Wien 1972.
- PETRASCHECK, W. E.: Methoden und Aufgaben der Lagerstättenuche in Österreich. — Alm. Öst. Akad. Wiss., 120 Jg. (1970), 171—182, Wien 1970.
- PETRASCHECK, W. E., ERKAN, E. und NEUWIRTH, K.: Permo-Triassic Uranium ore in the Austrian Alps-paleogeographic control as a guide for prospecting. — Prod. Symposium of IAEA in Athens, Vienna 1974.
- PETRASCHECK, W. E.: Uranerz in Österreich. — Berg- u. Hüttenmänn. Monatsh., Jg. 120, H. 8, Wien 1975.
- PETRASCHECK, W. E., ERKAN, E. & SIEGL, W.: Type of uranium deposits in the Austrian Alps. — Int. sympos., Proc. „Geology, mining and extractive processing of uranium“, p. 71—75, London 1977.
- RIEHL-HERWIRSCH, G.: Vorstellung zur Paläogeographie-Verrucano. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 20, S. 97—106, Wien 1972.
- SAUD, M.: Geologisch-lithologische und radiographische Aufnahme im Gebiet zwischen Prinzenkogel/Feistritzbach und Hauswiese/Waldbach. — Unveröff. Dipl.-Arb., Geol. Inst. Montanuniv., Leoben, 1972.
- SCHERMANN, O.: Bericht über die untertägige Uranprospektion im Bergbau Mitterberg. — Verh. Geol. B.-A., Jg. 1971, H. 4, A 96—A 97, Wien 1971.
- SCHULZ, O. und LUKAS, W.: Eine Uranerzlagerstätte in permotriadischen Sedimenten Tirols. — Tschermaks Miner. u. Petrogr. Mitt., (3) 14, 213—231, 7 Abb., Wien 1970.
- SIEGL, W.: Die Uranparagenese von Mitterberg (Salzburg, Österreich). — TMPM, 17, 263—275 (1972), Wien 1972.
- TOLLMANN, A.: Faziesanalyse der alpidischen Serien der Ostalpen. — Verh. Geol. B.-A., Sdh. G, 103—133, 1 Abb., Wien 1965.
- TOLLMANN, A.: Analyse des klassischen nordalpinen Mesozoikums. — 580 S., 256 Abb., 3 Taf., Wien (Franz Deuticke) 1976.
- TREVISAN, L.: Ähnlichkeiten und Unterscheide zwischen dem Verrucano der Toscana und dem der Alpen und eine Definition des Begriffes Verrucano. — Verh. Geol. B.-A., Jg. 1972, 7—10, 1 Abb., Wien 1972.
- VETTERS, W.: Zur Geologie des SW-Abschnittes des Wechselgebietes zwischen Retteneegg und Feistritzsattel (Stmk.). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 19, 71—102, 13 Abb., 3 Taf., Wien 1970.
- WIESENER, H.: Gesteinsserien und Metamorphose im Ostabschnitt der Österreichischen Zentralalpen. — Verh. Geol. B.-A., 1971, 344—357, Wien 1971.

Anschrift des Verfassers: Dr. phil. E. Erk an, Institut für Geologie und Lagerstättenlehre der Montanuniversität, A-8700 Leoben/Österreich.