©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Verh. Geol. B.-A. | Jahrgang 1979 | Heft 2 | S. 229—235 | Wien, Dezember 1979

Junge tektonische Bewegungserscheinungen im Liegenden der Silvrettadecke

Von G. Riedmüller und E. H. Weiss *)

Mit 3 Abbildungen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 143

Schlüsselwörter
Ostalpen
Silvrettadecke
Phyllitgneiszone
Arlbergtunnel
junge Bewegungen

1. Einleitung

Im Zuge der Bauarbeiten für den Arlbergstraßentunnel wurde die Phyllitgneiszone aufgeschlossen (W. Hammer, 1918; E. H. Weiss, 1976, 1978). Insbesondere der 724 m tiefe Lüftungsschacht Albona ermöglichte einen ausgezeichneten Einblick in die geologischen Verhältnisse an der Basis der Silvrettadecke. Die Gesteine der Phyllitgneiszone fallen hier mit 50—80° nach SSE unter das Silvrettakristallin ein (W. Hammer, 1918; O. Reithofer, 1931, 1935, 1937). Die Aufschiebung der Silvrettadecke bewirkte die Ausbildung von mächtigen Bewegungshorizonten, die in den Gesteinskomplex der Phyllitgneiszone hineinreichen. Die Aufschließung durch den Albona-Schacht konnte zeigen, daß im Liegenden der Silvrettaeinheit eine mindestens 400 m mächtige Zone mit schieferungsparallelen Myloniten und intensiv kataklastisch deformierten Gesteinen vorliegt (J. Kaiser und F. Kunz, 1976/77). Stärkere Verformungen in einzelnen Abschnitten innerhalb dieser Bewegungszone während des Abteufens des Schachtes ergaben einen ersten Verdacht auf noch aktive tektonische Spannungen.

2. Charakteristik der Bewegungszone

Im Liegenden der Silvrettadecke wurden durch den Schachtbau bis in 200 m Teufe sechs markante schieferungsparallele Bewegungshorizonte mit Mächtigkeiten zwischen 3 und 5 m aufgeschlossen (Abb. 1). In diesen Horizonten die mit 60—70° nach SSE einfallen, sind die Gneise und Glimmerschiefer der Phyllitgneiszone sehr stark mylonitisiert. Nach der geologischen Aufnahme von J. Kaiser und F. Kunz bestehen die Mylonite aus weichem, geschiefertem Gesteinszerreibsel im Korngrößenbereich Schluff bis Grobsand. Charakteristisch für diese Mylonitzonen sind schieferungsparallele Harnischflächen mit schwarzen Bestegen und Lineationen, die flach gegen NE abtauchen. Mit Ausnahme geringer Tropfwasserstellen erwiesen sich die Mylonite bergfeucht bis trocken.

Zwischen den Myloniten treten mächtige Komplexe mit stark tektonisch beanspruchten, mürb zerfallenden Gneiskataklasiten auf.

---

*) Anschrift der Verfasser: Doz. Dr. G. Riedmüller, Prof. Dr. E. H. Weiss, Institut für Bodenforschung und Baugeologie der Universität für Bodenkultur, A-1180 Wien, Gregor-Mendel-Straße 33.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

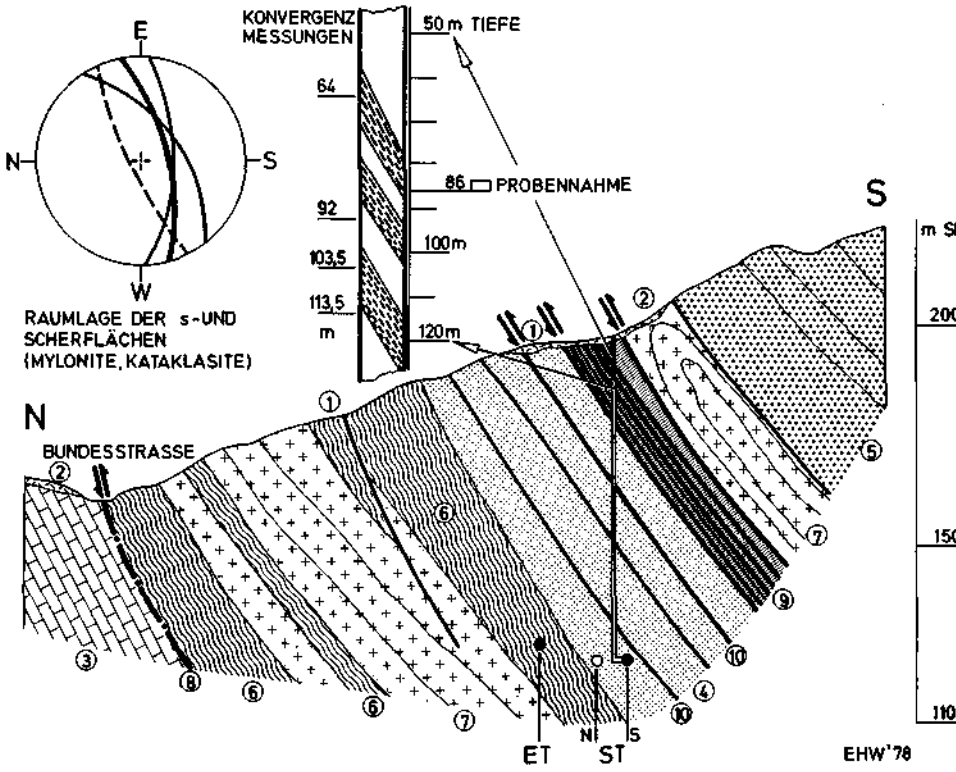

Abb. 1: Querschnitt durch den Albona-Schacht (W-Bereich des Arlbergstraßentunnels). 1 = Moorbildungen; 2 = Gehängeschutt, Moräne; 3 = Permotrias der nördlichen Kalkalpen; 4 = Feldspatknotengneis; 5 = Biotitplagioklasgneis; 6 = Gneisphyllite (Schiefergneis bis Glimmerschiefer, Phyllite, Phyllonite); 7 = Muskovitgranitgneis; 8 = Tektonische Naht (Kalkalpen-Kristallin); 9 = Aufschiebungstektonik der Silvrettadecke: Bewegungsbahnen mit vornehmlich mächtigen Myloniten im s-Gefüge: 10 = Scherflächen mit Myloniten; ST = Straßentunnel; S = Röhre Süd; N = Röhre Nord; ET = Eisenbahntunnel

Ab einer Teufe von 200 m nimmt die Intensität der tektonischen Beanspruchung allmählich ab. Vereinzelt finden sich bis in eine Tiefe von 650 m noch Mylonitzonen; deren Mächtigkeit bleibt jedoch unterhalb 1,5 m.

3. Mineralogisch-petrographische Untersuchung von Myloniten und Kataklasiten

Aus dem Bereich der beiden obersten Bewegungshorizonte (Abb. 1) im Liegenden der Silvrettadecke wurden Mylonite und Gneiskatalasite entnommen und mineralogisch-petrographisch untersucht. Zum Vergleich erfolgte auch eine petrographische Prüfung eines Gneiskataklasites aus dem Haupttunnel Ost (Stat. 1916 ab Portal St. Anton) östlich der Furche von St. Christoph.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

3.1. Methodik

Neben Dünnschliffuntersuchungen erfolgte eine Röntgendiffraktometeranalyse des Feinkornanteils der Mylonite. Als kleinste Fraktion konnte nur die Korngröße 2—20 μm abgetrennt werden.

Eine Identifizierung der dunklen Substanzen wurde mit der Differential-Thermo-Analyse ausgeführt. Außerdem wurde der Glühverlust bei 1100° C/5h bestimmt und ein Salpetersäureaufschluß durchgeführt.

3.2. Ergebnisse

3.2.1. Mylonite

Das Dünnschliffbild zeigt einen kataklastischen Kornverband aus Quarz und Plagioklas. Die Plagioklase sind meist polysynthetisch verzwillingt und weisen häufig eine geringe Hellglimmerfülle auf. Die Kornzertrümmerung erfolgte unregelmäßig felderweise. In kleinen Relikten ist das ursprüngliche Gneisgefüge noch bereichsweise erkennbar. Es besteht aus einem granoblastischen Quarz-Plagioklas-Kornverband (durchschnittlicher ⌀ 0,15—0,8 mm) mit einzelnen Hellglimmerschuppen, die z. T. auch in parallelorientierten Lagen angeordnet sind. Die postkristalline Beanspruchung von Quarz, Plagioklas und Glimmer ist aber auch hier deutlich beobachtbar.

In den zertrümmerten Bereichen finden sich die Minerale nur mehr in Form eines feinkörnigen Gruses, der stellenweise die Grenze der lichtoptischen Auflösung erreicht. Die Glimmer sind meist feinschuppig zerlegt; größere Schuppen stark verbogen. Eine streifige, unregelmäßige Chloritisierung läßt sich fast durchwegs beobachten. Der Chlorit hat eine anomale tiefblaue Interferenzfarbe und ist blaßgrün gefärbt. Ein Pleochroismus macht sich nur geringfügig bemerkbar. Derselbe feinschuppige Chlorit findet sich auch als Neubildung in den Intertexturräumen.

Als intergranulare Mineralneubildung sind neben Chlorit noch Hellglimmer, z. T., in Form feiner Säume um Quarz und Plagioklas, sowie Karbonat zu beobachten. Karbonat tritt meist als Füllmittel breiterer Risse und in Form kleiner unregelmäßiger Nester auf.

Die intergranularen Neubildungen zeigen im allgemeinen keine mechanischen Deformation, lediglich lokal macht sich entlang von Scherrissen eine postkristalline Beanspruchung bemerkbar. Auffällig ist der hohe Gehalt opaker Substanzen [1]). Sie treten zur Hauptsache in Rissen, Zwickeln und Intergranularen auf. Neben diesen opaken Substanzen finden sich meist in der Umgebung von Chloritanreicherungen und als Saum um akzessorisch auftretende Zirkonkörner limonitische Bildungen.

Das Mikrorißsystem wird sehr deutlich durch das graphitische Material nachgezeichnet. Es besteht aus unregelmäßigen, vielfach gekrümmten Rissen, die teils flaserigen Glimmer-Chloritzügen folgen, sowie aus geradlinigen Rupturen, die, unbeeinflußt vom Korngefüge, das Gestein durchsetzen (Abb. 2). Die geradlinigen Risse sind Scherflächenpaaren zuzuordnen, die in der Schliffebene Winkel von 15—52° einschließen. Mit Ausnahme des Graphits finden sich an den Scherflächen keine Mineralbildungen. An keiner Stelle konnte ein postkinematisches Verheilen der Scherrisse mit Sicherheit festgestellt werden.

---

[1]) Aus DTA-Untersuchung, Glühverlustbestimmung (8,98%) und Salpetersäureaufschluß geht hervor, daß das opake Material aus kohligen Substanzen (exothermer Peak bei 410° C) und Graphit (exothermer Peak bei 620° C) besteht.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Aus den Beziehungen zwischen Deformation und Kristallisation lassen sich folgende Gesetzmäßigkeiten ableiten:

1. Im Anschluß an die metamorphe Umkristallisation erfolgte eine kataklastische Gesteinszerstörung.

2. Im Zuge der Kataklase, diese auch zeitlich überdauernd, kam es zur Chloritisierung und Neubildung von Hellglimmer. Als jüngste Mineralbildung entstand Kalzit, der die kataklastischen Strukturen zum überwiegenden Teil verheilte.

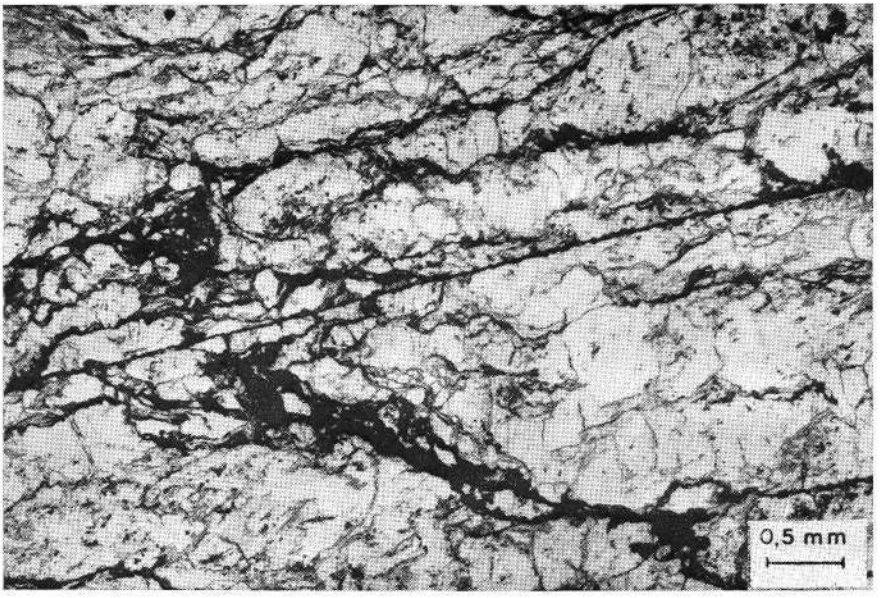

Abb. 2: Dünnschliffphoto. Graphit als Belag von Scherflächen und Füllmittel von Mikrorissen (ohne Nicols)

3. Als Folge einer neuerlichen mechanischen Beanspruchung kam es zur Ausbildung geradliniger Scherflächen. Diese eindeutig jüngste kinematische Beanspruchung dürfte noch immer andauern, was durch das Fehlen von Mineralneubildungen in den Rissen abgeleitet werden kann. Die graphitischen Bestege werden als mechanisch verschleppte Substanzen gedeutet.

Die Röntgendiffraktometeranalysen der Fraktion 20—2 μm zeigten, daß als Schichtsilikate ausschließlich Chlorit und Muskovit auftreten. Auffälligerweise waren keine Tonminerale nachweisbar. Die Röntgendiffraktogramme von Muskovit und Chlorit (Peakintensitäten und Gitterabstände der Basalreflexe) zeigen auf, daß die Schichtsilikate unter metamorphen Bedingungen gebildet wurden und keine wesentlichen sekundären Umwandlungen erlebt haben (G. Riedmüller und E. H. Weiss, 1976).

3.2.2. Gneiskataklasite

Granoblastischer Kornverband aus Quarz, Plagioklas (⌀ 0,3—1,0 mm) und in geringer Menge Alkalifeldspat (⌀ 3—4 mm). Hauptsächlich regellos verteilt, z. T.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

auch in kleinen Linsen, Nestern und Lagen treten Hellglimmer- und Chloritschuppen auf.

Plagioklase sind meist polysynthetisch verzwillingt und zeigen eine geringe diffus wolkige Pigment- und Hellglimmerfülle. Vielfach finden sich um hypidiomorphe Plagioklase unverzwillingte Anwachssäume bzw. intergranulare Reaktionssäume (Albit?, Quarz?).

Bei den Alkalifeldspäten kann man eine poikiloblastische Durchdringung mit Quarz, perthitische Entmischung und in kleinen Feldern schachbrettalbitartige Strukturen beobachten.

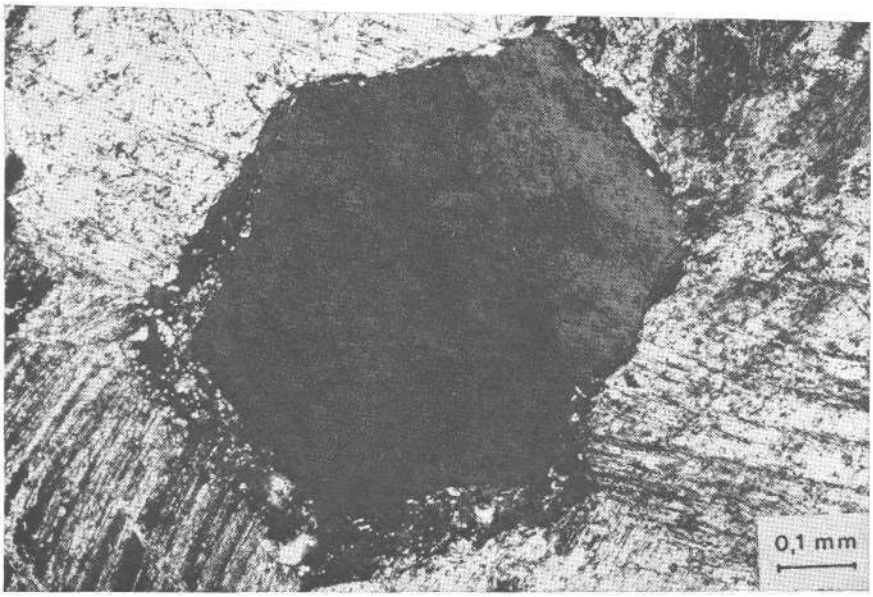

Abb. 3: Dünnschliffphoto. Neubildung von idiomorphem Quarz im Karbonatkornverband (gekreuzte Nicols)

Bereichsweise ist der granoblastische Kornverband kataklastisch zertrümmert. Postkataklastisch erfolgte eine Rekristallisation: Neubildung von Quarz und Albit in den Intertexturräumen. Als weitere postkataklastische Neubildung findet sich in Rissen und kleinen Nestern Karbonat mit großen idiomorphen Quarzen (⌀ 0,3—1,0 mm) (Abb. 3). Die Deformation ist in bezug auf sämtliche Gemengteile postkristallin. Selbst die postkataklastischen Mineralneubildungen, wie Karbonat und idiomorphe Quarze, zeigen ein ± starkes Ausmaß von mechanischer Beanspruchung.

Als jüngste Mineralneubildung können neben einer streifigen Chloritisierung der Glimmer auch vereinzelt Tonmineralaggregate (Kaolinit?) beobachtet werden. Sie bilden meist hypidiomorphe Feldspatumrisse ab.

Aus dem Schliffbild läßt sich ableiten, daß das Gestein kataklastisch geprägt wurde und daß synkinematisch eine kräftige Rekristallisation, sowie ein hydrothermaler Lösungsumsatz mit Karbonat-Quarz- und Tonmineralneubildung stattfand. Zwar kann man gleichzeitig mit den jüngsten Mineralbildungen eine Abnahme der mechani-

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

schen, kataklastischen Formung beobachten, nirgends jedoch zeigen sich eindeutig postkinematische Mineralbildungen.

3.2.3. Gneiskataklasit aus dem Haupttunnel Ost (Stat. 1916)

Stark durchbewegter, teils kataklastisch umgeformter Gneis. Der ursprüngliche, präkataklastische Kornverband zeigt eine Lagen-Textur aus deutlich gelängten, gut verzahnten Quarzkörnern (⌀ 0,15—0,6 mm) und Hellglimmerlagen (L = 0,20—0,6 mm). Die Lagen sind vielfach geknickt und unruhig verfaltet.

Im Quarzkornverband treten xenomorphe bis hypidiomorphe Plagioklase und Schachbrettalbite auf. Die Plagioklase sind teils polysynthetisch verzwillingt, teils unverzwillingt; stellenweise läßt sich ein verwaschener Zonarbau erkennen. Die Zwillingslamellen sind vielfach ± stark verbogen, bzw. entlang feiner Rupturen versetzt. Die Risse wurden postkataklastisch mit Albit- oder Quarzsubstanz verheilt.

In den Bereichen mit starker kataklastischer Beanspruchung und Zerscherung kam es zu einer feinschuppigen Zerlegung und einer mechanischen Verschleppung der teilweise streifig chloritisierten Hellglimmer.

Hellglimmer, Chlorit und Tonminerale wurden z. T. auch als Neubildungen in Intergranularen beobachtet.

Das Gestein zeigt die Merkmale einer kataklastischen Deformation, die von einer kräftigen Rekristallisation infolge Quarz- und Albitmobilisation überdauert wurde. In den mechanisch empfindlich reagierenden Glimmerzügen machen sich jüngste Scherbeanspruchungen in Form einer feinschuppigen Zerlegung der Hellglimmer bemerkbar.

3.3. Interpretation

Bei allen Proben können Kataklase und postkataklastische Mineralbildungen beobachtet werden. Die Beziehungen zwischen Deformation und Kristallisation, sowie das unterschiedliche Ausmaß tektonischer Beanspruchung lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

3.3.1. Die Mylonite zeigen das stärkste Ausmaß an kataklastischer Gesteinszerstörung. Sicherlich begünstigte hier der hohe Gehalt an kohligen Substanzen und Graphit die Teilbeweglichkeit und damit Mylonitisierung des Gesteins. Bereits unmittelbar nach der metamorphen Umkristallisation wurde der Höhepunkt der Mylonitisierung erreicht. Gleichzeitig mit der intensiven Kataklase und zeitlich diese überdauernd wuchsen noch unter metamorphen Bedingungen Chlorit und Hellglimmer. Bei weiterer Abkühlung entstand postkataklastisch durch niedrig temperierten Lösungsumsatz Kalzit. Eine Tonmineralbildung fand nicht statt!

Das Resultat einer jüngsten mechanischen Beanspruchung sind Scher-(Harnisch)-Flächen.

3.3.2. Die Gneiskataklasite aus dem Albonaschacht lassen einen geringeren Grad der tektonischen Beanspruchung erkennen. Die syn- bis postkataklastische Rekristallisation, z. T. auch begleitet von Tonmineralbildungen, erreichte hier ein stärkeres Ausmaß. Bereichsweise haben die Deformationen noch die jüngsten Mineralbildungen zeitlich überdauert.

3.3.3. Der Gneiskataklasit aus dem Haupttunnel Ost zeigt ein ähnliches Erscheinungsbild wie die Gneiskataklasite aus dem Albonaschacht. Zum Großteil sind jedoch die Intertexturräume und Mikrorisse von neugebildeten Schichtsilikaten verheilt.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

4. Deformationserscheinungen im Schacht

Beim Abteufen des Entlüftungsschachtes Albona wurden Verformungen des Gebirges mit Konvergenzmessungen kontrolliert (M. JOHN, 1978). Während im Hangenden der obersten Bewegungshorizonte die Konvergenzen nur Beträge von 11—13 mm Gesamtverformung aufweisen, nahmen im Bereich der beiden Mylonite die Verformungsbeträge deutlich zu und erreichten in den Teufen zwischen 92 m und 113,5 m mit 155 mm ihre maximale Gesamtverformung. Auffälligerweise sind die Verformungen parallel zum Streichen (E—W-Richtung) höher als senkrecht dazu (N—S-Richtung). Dieses Verformungsverhalten wird mit der jüngsten aktiven tektonischen Beanspruchung in Zusammenhang gebracht. Es wird vermutet, daß die durch N—S-Einengung erzeugten Spannungen im Streichen der Mylonitzone abgebaut werden. Ein Hinweis dafür sind die jungen a-Lineationen auf den Harnischflächen der Mylonite.

5. Schlußbemerkung

Aus der Analyse von Mineralbestand und Mikrogefüge der Mylonite und Kataklasite sowie der Verformung des Gebirges im Albona-Schacht ergeben sich Hinweise auf eine aktive tektonische Beanspruchung, die mit dem Nordschub der Silvrettadecke in Zusammenhang gebracht wird.

Literatur

HAMMER, W.: Die Phyllitzone von Landeck (Tirol). — Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, 68. Bd., S. 205—258, 1918 (1919).

JOHN, M.: Gegenüberstellung der Spritzbeton- und Ortbetonvorauskleidung beim Abteufen der Schächte Maienwasen und Albona. — Rock Mechanics, Suppl. 7, 1978 (Vorabzug).

JUDTMANN, G.: Die Vortriebssicherung des Arlbergtunnels. Anpassung an die Gebirgsverhältnisse mit Hilfe von geotechnischen Messungen. — Rock Mechanics, Suppl. 7, 1978 (Vorabzug).

KAISER, J. & F. KUNZ: Luftschaft Albona. Geologische Aufnahme, Teufe 0,00 m—700 m; 1976/77. — Archiv ASTAG, Innsbruck.

REITHOFER, O.: Beiträge zur Geologie der Ferwallgruppe I. — Jb. Geol. B.-A., Bd. 81, H. 1 und 2, 1931, 305—330.

REITHOFER, O.: Beiträge zur Geologie der Ferwallgruppe II. — Jb. Geol. B.-A., Bd. 85, H. 3 und 4, 1935, 225—258.

REITHOFER, O.: Aufnahmeberichte über den kristallinen Anteil des Blattes Stuben (5144). — Verh. Geol. B.-A., Jg. 1929—1937.

RIEDMÜLLER, G. & E. H. WEISS: Mineralogisch-petrographische Untersuchungsergebnisse (Schacht Albona und Haupttunnel Ost); 4. 3. 1976, 1—9, 9 Tafeln. — Archiv ASTAG, Innsbruck & Institut für Bodenforschung und Baugeologie, Universität für Bodenkultur Wien, 1976.

WEISS, E. H.: Die baugeologische Prognose für den Straßentunnel durch den Arlberg, Tirol—Vorarlberg. — Rock Mechanics, Suppl. 5, 1976, 133—156.

WEISS, E. H.: Geologische Erfahrungen beim Bau des Arlberg Schnellstraßentunnels. — ÖIZ, 1978 (im Druck).

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt im Jänner 1979.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 1979

Autor(en)/Author(s): Riedmüller Gunther, Weiss Ernst Heinrich

Artikel/Article: Junge tektonische Bewegungserscheinungen im Liegenden der Silvrettadecke 229-235