

Organische Metamorphose am Auernig (Naßfeld, Karnische Alpen)

GERD RANTITSCH*)

2 Abbildungen, 1 Tabelle

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 198

Kärnten
Karnische Alpen
Oberkarbon
Naßfeld
Vitrinitreflexion
Thermische Geschichte

Inhalt

Zusammenfassung	331
Abstract	331
1. Einleitung	331
2. Geologischer Überblick	332
3. Proben und Methoden	332
4. Ergebnisse	333
5. Diskussion	333
6. Schlussfolgerungen	333
Dank	333
Literatur	333

Zusammenfassung

Am Südhang des Auernig-Gipfels (Naßfeld, Karnische Alpen) wurde die organische Metamorphose oberkarboner Molassesedimente durch die Messung der Vitrinitreflexion erfasst. Mit diesen Daten wird ein kontinuierlicher oberkarboner bis untertriassischer Vitrinitreflexionstrend rekonstruiert, der durch die mesozoische Subsidenz der post-variszischen Schichten erklärt werden kann.

Organic Maturation in the Auernig Region (Naßfeld, Carnic Alps)

Abstract

In the Naßfeld area (Carnic Alps, Southern Alps), the degree of organic maturation of Upper Carboniferous molasse sediments was investigated at the southern slope of the Auernig peak. The obtained data describe a continuous Upper Carboniferous to Lower Triassic vitrinite reflectance trend. This trend is explained by the Mesozoic subsidence of the post-Variscan strata of the Carnic Alps.

1. Einleitung

Die niedrig temperierte metamorphe Prägung von geologischen Einheiten kann durch die Versenkung von Sedimentkörpern während der Beckensubsidenz, durch die tektonische Überlagerung von Überschiebungskörpern, durch die Erwärmung in Scherzonen oder durch den Aufstieg von metamorphen Kernkomplexen erklärt werden. Deswegen ist die Rekonstruktion von thermischen Prozessen ein

wichtiges Werkzeug zur paläogeografischen und kinematischen Analyse.

Metamorphoseuntersuchungen in den südalpinen Karnischen Alpen zeigen, dass die thermische Überprägung vom tektonisch Liegenden zum tektonisch Hangenden abnimmt (RANTITSCH, 1997). Darüber hinaus kann im Post-Variszikum eine stratigrafisch bedingte Abnahme der

*) Ao. Univ.-Prof. Dr. GERD RANTITSCH, Montanuniversität Leoben, Department für Angewandte Geowissenschaften und Geophysik, Lehrstuhl für Geologie und Lagerstättenlehre, Peter-Tunner-Straße 5, A 8700 Leoben.
gerd.rantitsch@mu-leoben.at

metamorphen Prägung nach oben festgestellt werden (RAINER & RANTITSCH, 2002).

Im Zuge der Neubearbeitung des Post-Variszikums der Karnischen Alpen (SCHÖNLAUB, in Vorb.) soll die metamorphe Prägung dieser Einheit zusammenfassend dargestellt werden. Vorbereitend dazu werden in dieser Arbeit neue Daten zur organischen Metamorphose in einem wichtigen Segment des oberkarbonen Molassebeckens der Auernig-Gruppe vorgestellt. Das Arbeitsgebiet befindet sich am Südhang des Auernig-Gipfels (Naßfeld) und repräsentiert nach der neuen geologischen Karte des Jungpaläozoikums der Karnischen Alpen (SCHÖNLAUB, in Vorb.) ein Profil über den Kontakt zwischen dem variszisch geprägten Unterbau der Karnischen Alpen und den transgressiv darüber liegenden post-variszischen Sedimenten der Auernig-Gruppe.

2. Geologischer Überblick

Die südalpinen Karnischen Alpen werden durch das Periadriatische Lineament von den Ostalpen abgetrennt. Der variszisch geprägte Unterbau ist entlang dieser Linie herausgehoben und wird im Süden von südalpinen (Oberkarbon bis Neogen) Decksedimenten überlagert (SCHÖNLAUB, 1979; TOLLMANN, 1985; VENTURINI, 1991; SCHÖNLAUB & HEINISCH, 1993; SCHÖNLAUB & HISTON, 2000). Der Gesteinsinhalt der Karnischen Alpen lässt sich stratigrafisch in einen prä-Variszischen Zyklus (Ordovizium bis Oberkarbon) und in einen post-Variszischen Zyklus (Oberkarbon bis Ladin) zweiteilen. Die Zyklen werden durch eine (lokal aufgeschlossene) Winkeldiskordanz im Westphal C/D voneinander abgetrennt. Im prä-Variszischen Zyklus ist durch die Entwicklung von vorwiegend klastischen Sedimenten (Ordovizium bis Silur) zu mächtigen devonischen Karbonaten und synorogenen unterkarbonen Flyschsedimenten (Hochwipfel-Formation) die Ausbildung eines passiven Kontinentalrandes erkennbar. Die post-Variszische flachmarine Auernig-Gruppe (KRÄINER, 1992) kann einem oberkarbonen Molassebecken („Pramollo-Becken“ sensu VENTURINI, 1991) zugeordnet werden, welches sich im unteren Perm zu den Plattformkarbonaten der Trogkofel-Gruppe entwickelt. Die mittelpermische Gröden-Formation leitet zu einem weiteren transgressiven Zyklus über, während dem die oberpermische Bellerophon-Formation und

die skythische Werfen-Formation im Schelfbereich abgelagert wurden.

Die metamorphe Prägung der Karnischen Alpen ist durch das Fehlen eines Metamorphosesprungs entlang der variszischen Diskordanz ausgezeichnet (RANTITSCH, 1997; RANTITSCH et al., 2000). Die organische Maturität im Pramollo-Becken nimmt gegen das stratigrafisch Hangende ab (RANTITSCH, 1997), sodass die thermische Überprägung durch die permo-mesozoische Überlagerung erklärt werden kann (RAINER & RANTITSCH, 2003). Geochronologische Daten (LÄUFER, 1996; LÄUFER et al., 1997) belegen an der grünschiefer-faziell metamorphen (RANTITSCH, 1997) Basis der östlichen Karnischen Alpen (Eder-Einheit) ein kretazisches Temperaturmaximum (ca. 100 Ma).

3. Proben und Methoden

Die 12 untersuchten Proben wurden nach der neuen geologischen Karte des Jungpaläozoikums der Karnischen Alpen (SCHÖNLAUB, in Vorb.) stratigrafisch eingeordnet (Tab. 1). Sie verteilen sich auf den Südhang des Auernig-Gipfels (Naßfeld, Abb. 1) und erfassen sowohl die Auernig-Gruppe als auch die Hochwipfel-Formation.

Da die organische Substanz auf Änderungen in den Temperatur- und Druckbedingungen sehr sensibel und irreversibel reagiert, ermöglicht der Prozess der Inkohlung die Bestimmung der organischen Maturität in diagenetisch bis niedrigstgradig metamorph überprägten Sedimentgesteinen (TEICHMÜLLER & TEICHMÜLLER, 1982; TEICHMÜLLER, 1987; ROBERT, 1988; TAYLOR et al., 1998). In Gesteinen mit einem stratigrafischen Alter ab dem Oberkarbon wird zur Erfassung der organischen Metamorphose generell Vitrinit als Rest höherer Landpflanzen herangezogen. Damit bietet die Maturität der organischen Bestandteile eines Sedimentes einen wichtigen temperatursensitiven Indikator. Mit einem Leitz MPV Auflichtmikroskop wurde hier die organische Maturität als mittlere Vitrinitreflexion (%Ro) im monochromatischen (546 nm) Licht bestimmt.

Zusätzlich wurde von jeder Probe 100g bis 200g Gestein in einer Achatmühle homogenisiert. Mit Hilfe eines LECO-Verbrennungsofens wurde der Gehalt an Gesamtkohlenstoff, organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC = total organic carbon) und an Gesamtschwefel (S) gemessen. Aus der Differenz des Gesamtkohlenstoffgehaltes und des TOC wurde aus der Stöchiometrie des CaCO_3 der Karbonatgehalt berechnet. Der Gesamtschwefelgehalt wird als pyritisch gebundener S betrachtet (vgl. RUSSEGER et al., 1997). Die Elementkonzentrationen werden in Gewichtsprozent (%) angegeben und repräsentieren das arithmetische Mittel aus drei Messungen derselben Probe.

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Reflexionsmessungen sind in Tab. 1 und in Abb. 1 dargestellt. Sie belegen den fehlenden Sprung im Grad der organischen Metamorphose an der Basis der Auernig Gruppe. Weiters ist eine leichte Abnahme der Vitrinitreflexion mit Zunahme der Höhe des Probenpunktes festzustellen. Die Ergebnisse der geochemischen Untersuchungen sind ebenfalls in Tab. 1 dargestellt. Die Proben 9, 10, 11 unterscheiden sich von den anderen Proben durch signifikant höhere Gehalte an organischem Kohlenstoff und pyritisch gebundenem Schwefel.

5. Diskussion

Da im Arbeitsgebiet entlang der Basis der Auernig-Gruppe kein Sprung in der organischen Maturität festzustellen ist, können die gemessenen Vitrinitreflexionswerte die hier

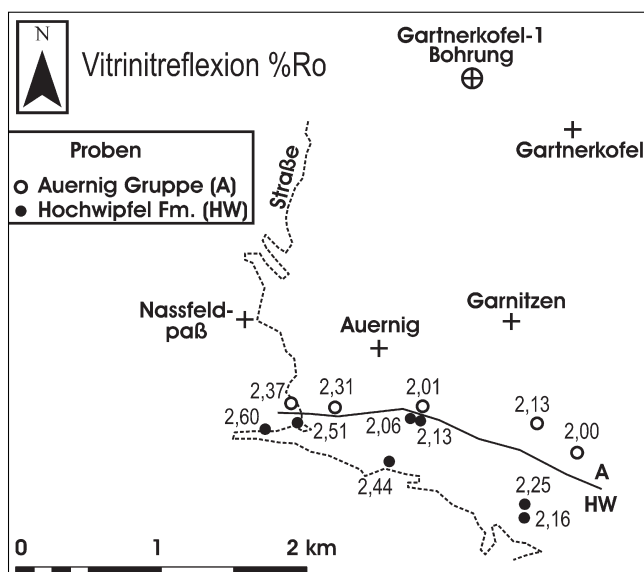


Abb. 1. Regionale Verteilung der Vitrinitreflexionswerte entlang des Kontaktes zwischen Hochwipfel-Formation und Auernig-Gruppe am Südhang des Auernig-Gipfels.

Tabelle 1.

Vitrinitreflexion (Ro-%; sd = Standardabweichung, N = Anzahl der Messungen), organisch gebundener Kohlenstoffgehalt (TOC in Gew.-%), Gesamtschwefelgehalt (S in Gew.-%) und Gesamtkarbonatgehalt (GK in %) der untersuchten Proben (georeferenziert mit österreichischen Bundesmelde-netz-Koordinaten, RW, HW) aus der Hochwipfel-Formation (HW) und der Auernig-Gruppe (Au).

Probe	Strat	RW	HW	Ro%	sd	N	TOC	S	GK
1	HW	447460	156495	2.16	0.25	30	0.266	0.067	0.6
2	HW	447465	156590	2.25	0.21	30	0.324	0.025	0.0
2A	HW	446530	156880	2.44	0.30	43	0.243	0.017	0.1
3	HW	445680	157105	2.60	0.27	44	0.292	0.022	0.1
4	HW	445900	157150	2.51	0.24	35	0.599	0.020	0.0
5	HW	445860	157280	2.37	0.25	30	0.211	0.072	1.8
8	HW	446160	157255	2.31	0.32	50	0.337	0.078	0.2
9A	HW	446760	157260	2.06	0.20	35	0.431	0.051	0.2
9B	HW	446760	157260	2.13	0.30	28	0.306	0.058	6.5
9	Au	446760	157260	2.01	0.21	30	0.669	0.367	43.9
10	Au	447550	157145	2.13	0.16	30	1.037	0.326	3.6
11	Au	447825	156945	2.01	0.23	30	0.943	0.339	4.6

angenommene Stratigrafie weder bestätigen noch widerlegen. Allerdings kann in einem Sediment das Verhältnis von organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC) zu pyritisch gebundenem Schwefel (S) Hinweise zu den primären Ablagerungsbedingungen geben. Nach BERNER & RAISWELL (1984) und LEVENTHAL (1983) ist es möglich, mittels TOC/S-Diagrammen (Abb. 2) normal-marine, euxinische und nicht-marine Sedimente voneinander zu unterscheiden. RUSSEGGER et al. (1997) und EBNER et al. (2006) zeigten, dass diese Methodik in jungpaläozoischen Gesteinen der West-Karpaten, Ost- und Südalpen für stratigrafische Zwecke eingesetzt werden kann. Aufgrund der Daten aus RUSSEGGER et al. (1997) und EBNER et al. (2006) ergeben sich Belege für die richtige Zuordnung der Proben 9, 10 und 11 (Tab. 1) zu der Auernig-Gruppe. Die Probenpunkte liegen hier auf dem normal-marinen Trend nach BERNER (1984). Die anderen Proben zeigen signifikant abweichende TOC/S-Verhältnisse. Diese erlauben keine eindeutige Unterscheidung zwischen Auernig-Gruppe und Hochwipfel-Formation. Sie fallen allerdings in den Wertebereich der Vergleichsdaten aus der Hochwipfel-Formation (RUSSEGGER et al., 1997; EBNER et al., 2006).

Aufgrund der regionalgeologischen Verhältnisse ist die gegen die Höhe abnehmende Vitrinitreflexion mit einem gegen das stratigrafisch Hangende abnehmenden Vitrinitreflexionstrend zu korrelieren. Dieser Trend kann mit dem in der Bohrung Gartnerkofel-1 (Abb. 1) beobachteten Vitrinitreflexionstrend (RAINER & RANTITSCH, 2001) verlängert werden. Somit ergibt sich mit den Daten dieser Studie ein stratigrafischer Inkohlungstrend vom Oberkarbon bis in die unterste Trias. Durch eine numerische Simulation der Subsidenz erklärt sich dieser Trend mit einer Versenkungstemperatur von ca. 180–200°C zur Zeit der maximalen Versenkung (Paläogen) der Auernig-Gruppe (RANTITSCH & RAINER, 2003). Die hier beobachteten Inkohlungsverhältnisse sind für das südalpine Post-Variszikum der Südkarawanken und Karnischen Alpen repräsentativ (RANTITSCH & RAINER, 2003) und werden von RANTITSCH & RAINER (2003) durch eine tiefe Beckenposition der sedimentär versenkten Auernig-Gruppe zu jurassisch bis kretazischer Zeit erklärt.

6. Schlussfolgerungen

Am Südhang des Auernig-Gipfels (Naßfeld) zeigt sich ein stratigrafischer Vitrinitreflexionstrend mit Werten, die gegen das Hangende abnehmen. Die Vitrinitreflexion sowie die gemessenen Gehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff und pyritisch gebundenem Schwefel bestätigen im Arbeitsgebiet die stratigrafische Gliederung der neuen geologischen Karte des Jungpaläozoikums der Karnischen Alpen (SCHÖNLAUB, in Vorb.). Der beobachtete Vitrinitreflexionstrend kann mit den Messwerten aus der Bohrung Gartnerkofel-1 zu einem kontinuierlichen oberkarbonen bis untertriassischen Trend vereinigt werden und durch die mesozoische Subsidenz der untersuchten Gesteine erklärt werden.

Dank

Ich danke Univ.-Prof. Dr. H.-P. SCHÖNLAUB für die Bereitstellung der Proben und für die ständige Unterstützung meiner Arbeiten in den Karnischen Alpen.

Literatur

- BERNER, R.A.: Sedimentary pyrite formation: An update. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, **48**, 605–615, Amsterdam 1984.
- BERNER, R.A. & RAISWELL, R.: C/S method for distinguishing freshwater from marine sedimentary rocks. – *Geology*, **12**, 365–368, Boulder 1984.
- EBNER, F., RANTITSCH, G., RUSSEGGER, B., VOZÁROVÁ, A. & KOVÁCS, S.: A three component (organic carbon, pyritic sulfur, carbonate content) model as a tool for lithostratigraphic correlation of Carboniferous sediments in the Alpine-Carpathian-North Pannonian realm. – *Geologica Carpathica*, **57**, 243–256, Bratislava 2006.
- KRAINER, K.: Fazies, Sedimentationsprozesse und Paläogeographie im Karbon der Ost- und Südalpen. – *Jb. Geol. B.-A.*, **135**, 99–193, Wien 1992.
- LEVENTHAL, J.S.: An interpretation of carbon and sulfur relationships in Black Sea sediments as indicators of environments of deposition. – *Geochim. Cosmochim. Acta*, **47**, 133–137, Amsterdam 1983.
- LÄUFER, A.L.: Variscan and Alpine tectonometamorphic evolution of the Carnic Alps (Southern Alps) – structural analysis, illite crystallinity, K-Ar and Ar-Ar geochronology. – *Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten, Reihe A*, **26**, 1–102, Tübingen, 1996.
- LÄUFER, A.L., FRISCH, W., STEINITZ, G. & LOESCHKE, J.: Exhumed fault-bounded Alpine blocks along the Periadriatic lineament: the Eder unit (Carnic Alps, Austria). – *Geol. Rundsch.*, **86**, 612–626, Stuttgart 1997.
- RAINER, Th. & RANTITSCH, G.: Vitrinitreflexion im Bohrkern Gartnerkofel-1 (Perm bis Skyth, Karnische Alpen, Kärnten). – *Carinthia II*, **192**, 449–454, Klagenfurt 2002.
- RANTITSCH, G.: Thermal history of the Carnic Alps (Southern Alps, Austria) and its paleogeographic implications. – *Tectonophysics*, **272**, 213–232, Amsterdam 1997.

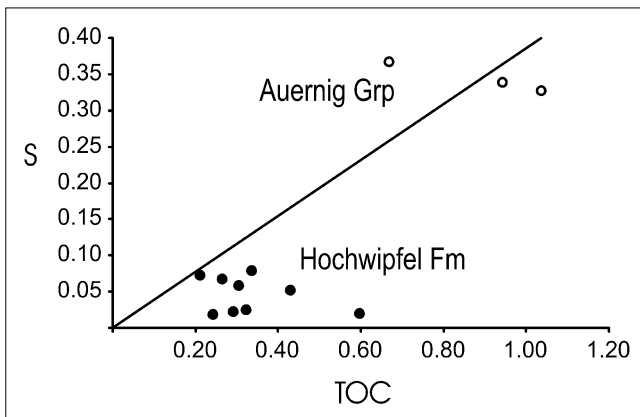


Abb. 2. Beziehung zwischen organisch gebundenem Kohlenstoff (TOC in Gew.-%) und Gesamtschwefel (S in Gew.-%) in den untersuchten Proben. Die zwei Probengruppen lassen sich eindeutig unterscheiden. Die Trendlinie zeigt die TOC/S-Verhältnisse für normalmarine Ablagerungsbedingungen nach BERNER (1984).

- RANTITSCH, G. & RAINER, Th.: Thermal modeling of Carboniferous to Triassic sediments of the Karawanken Range (Southern Alps) as a tool for paleogeographic reconstructions in the Alpine-Dinaridic-Pannonian realm. – *Int. J. Earth Sci.*, **92**, 195–209, Berlin – Heidelberg 2003.
- RANTITSCH, G., RAINER, Th. & RUSSEGER, B.: Niedrigstgradige Metamorphose im Karbon der Südalpen (Kärnten, Österreich). – *Carinthia II*, **190**, 537–542, Klagenfurt 2000.
- ROBERT, P.: Organic metamorphism and geothermal history. – 311 S., Dordrecht – Boston – Lancaster – Tokyo (Elf-Aquitain & D. Reidel Publishing Company) 1988.
- RUSSEGER, B., RANTITSCH, G. & EBNER, F.: Carbon-Sulfur ratios in Paleozoic sediments of the Eastern and Southern Alps (Austria). – *Zbl. Geol. Paläont. Teil I*, **1996**, 573–583, Stuttgart 1997.
- SCHÖNLAUB, H.P.: Das Paläozoikum in Österreich. – *Abh. Geol. B.-A.*, **33**, 1–124, Wien 1979.
- SCHÖNLAUB, H.P. & HEINISCH, H.: The classic fossiliferous units of the Eastern and Southern Alps. – In: VON RAUMER, J.F. & NEUBAUER, F. (Eds.): *Pre-Mesozoic geology in the Alps*. – 395–422, Berlin (Springer Verlag) 1993.
- SCHÖNLAUB, H.P. & HISTON, K.: The Paleozoic evolution of the Southern Alps. – *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **92**, 15–34, Wien 2000.
- TAYLOR, G.H., TEICHMÜLLER, M., DAVI, A., DIESSEL, C.F.K., LITTKE, R. & ROBERT, P.: *Organic petrology*. – 704 S., Berlin (Borntraeger) 1998.
- TEICHMÜLLER, M.: Organic material and very low-grade metamorphism. – In: FREY, M. (Ed.): *Low-temperature metamorphism*. – 114–161, New York (Chapman and Hall) 1987.
- TEICHMÜLLER, M. & TEICHMÜLLER, R.: The geological basis of coal formation. – In: STACH, E., MACKOWSKY, M.-Th., TEICHMÜLLER, M., TAYLOR, G.H., CHANDRA, D. & TEICHMÜLLER, R. (Eds.): *Stach's Textbook of coal petrology*, 5–86. – Berlin – Stuttgart (Gebrüder Borntraeger) 1982.
- TOLLMANN, A.: *Geologie von Österreich, Band 2, Außerzentralalpiner Anteil*. – 766 S. Wien (Deuticke Verlag) 1985.
- VENTURINI, C.: Introduction to the geology of the Pramollo Basin (Carnic Alps) and its surroundings. – *Giornale di Geologia*, **53**, 13–47, Bologna 1991.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 5. März 2001